



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Marina Škunca

**Utjecaj okolišnih čimbenika
na rasprostranjenost invazivne flore
u poplavnoj zoni rijeke Drave**

DOKTORSKI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Oleg Antonić
Prof. dr. sc. Sven Jelaska

Zagreb, 2025



University of Zagreb

Faculty of Science
Department of Biology

Marina Škunca

Impact of Environmental Factors on the Invasive Flora Distribution in the Flood Zone of the River Drava

DOCTORAL DISSERTATION

Mentors:

Prof. Oleg AntoniĆ, PhD

Prof. Sven Jelaska, PhD

Zagreb, 2025

Ovaj doktorski rad je izrađen na Botaničkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, pod vodstvom prof. dr. sc. Olega Antonića i prof. dr. sc. Svena Jelaske, u sklopu Sveučilišnog poslijediplomskog doktorskog studija Biologije pri Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

ZAHVALE

Doktorski rad posvećujem Luki, koji je inzistirao da ga se ne spominje u zahvalama. A ipak, bez njegove kontinuirane podrške, svesrdne pomoći i beskrajnog strpljenja, ovaj rad vjerojatno ne bi nikad ugledao svjetlo dana.

Vjerujem da svaki doktorski rad nezaobilazno predstavlja i konačan rezultat dugogodišnje potpore jedne raznolike zajednice, koja doktoranda prati na njegovom akademskom putovanju. Poimence spomenuti sve te drage ljude je nemoguće, kao i opisati sve načine na koje su doprinijeli pripremi i provedbi mog doktorskog istraživanja te izradi ovog doktorskog rada. Nadam se da će se pronaći u narednim odlomcima!

Od srca veliko „Hvala!“...

...mentorima Olegu Antoniću i Svenu Jelaski na ukazanom povjerenju, uloženom vremenu te prenesenom znanju. Neprocjenjiv je osjećaj biti u prilici raširiti vlastita krila te produbiti povjerenje u vlastito znanje i iskustvo, znajući pritom da uvijek možeš računati na podršku, razumijevanje i savjet.

...članovima povjerenstva za obranu teme te obranu doktorskog rada na konstruktivnim prijedlozima i nepresušnoj srdačnosti. Dok je prvo doprinijelo kvaliteti istraživačkog i doktorskog rada, drugo je rezultiralo znatno nižim razinama stresa u vrlo intenzivnom razdoblju.

...mojoj obitelji na nesebičnoj potpori, motivirajućim razgovorima te razumijevanju za sva ona skraćena ili preskočena obiteljska druženja.

...dugogodišnjim i novostečenim prijateljima, a naročito onima koji su bez oklijevanja slušali povremena njurganja, birali motivirajući uredski pribor, dijelili čokoladu i rižine krekerke te ignorirali moj laptop tijekom raznoraznih druženja.

...poslodavcima, poslovnim kolegama i projektnim partnerima. Ova akademska pustolovina započela je u tvrtki *Geonatura d.o.o.*, a završila u međunarodnoj mreži *Eurosite*. Podrška i strpljenje nadređenih, bodrenje kolega te razumijevanje projektnih partnera značili su više no što to riječi mogu iskazati. Svaki odobren slobodan dan i

godišnji odmor, svaki pružen savjet i odgođen rok utkani su u retke ovog doktorskog rada.

...kolegama biolozima, a naročito kolegama botaničarima. Službena događanja i neformalne druškalice otvarali su tijekom godina nove vidike, inspirirali nove pravce istraživanja te unosili radost u radnu svakodnevicu. Voljela bih posebno zahvaliti Saneli na odličnoj suradnji na znanstvenom radu i dugogodišnjoj podršci, te zaposlenicima Udruge BIOM na povremeno i privremeno ustupljenom mjestu za rad, predanom praćenju mog napretka te nezaobilaznim čašicama razgovora.

...gospođama iz referade PDS na susretljivosti i strpljivim odgovorima na beskrajna administrativna pitanja.

Na samom kraju, hvala i svim znanim i neznanim znalcima, skrivenima među udžbenicima i u bespućima mrežnih stranica, čija su pozitivna i negativna iskustva znatno obogatila moje poznavanje programa R i biostatistike.

UTJECAJ OKOLIŠNIH ČIMBENIKA NA RASPROSTRANJENOST INVAZIVNE FLORE U POPLAVNOJ ZONI RIJEKE DRAVE

Marina Škunca

Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu,
Ravnice 48, 10 000 Zagreb

Poplavna zona rijeke Drave predstavlja kompleksan okoliš, izložen sve većim prirodnim i antropogenim pritiscima pa tako i nekontroliranom širenju invazivnih stranih biljnih vrsta (IAP). Istraživanjem 107 ploha, zabilježeno je 29 IAP, oko 35% ukupne invazivne flore Hrvatske. Oko dvije trećine IAP dolazi iz 4 porodice: Asteraceae, Poaceae, Amaranthaceae i Fabaceae; oko polovine pripada terofitima te prevladavaju vrste sa CR i C ekološkom strategijom. Dvije trećine pokazuje diplohorni ili polihorni karakter, pri čemu prevladavaju anemohorija i zoohorija. Prilikom analize 47 zavisnih (ZV) i 12 nezavisnih varijabli (NV), Pearsonov koeficijent univarijatne korelacije pokazuje neznatnu do slabu korelaciju između većeg broja ZV i NV. Razvijeni optimizirani generalizirani linearni modeli objašnjavaju relativno visok postotak varijabilnosti za većinu ZV - nešto niži za pokrovnost fanerofita, autohornih i hidrohornih vrsta te vrlo nizak (uz tek 1 zabilježenu IAP) za pokrovnost vrsta sa S ekološkom strategijom (što sugerira da sposobnost toleriranja okolišnog stresa nije bitna strategija invazivne flore ovog područja). Kao osobito značajni prediktori ističu se indeks hemerobije, vjerojatnost poplave i ukupna duljina akumulacije. Struktura poplavne zone, antropogeni pritisak i fragmentiranost staništa pokazuju značajan utjecaj na rasprostranjenost invazivne flore, premda rezultati sugeriraju da CSR strategije i životni oblici u znatnoj mjeri oblikuju odgovor IAP na različite antropogene pritiske i ekološke uvjete. Dobiveni rezultati doprinijet će razumijevanju rasprostranjenosti IAP na prostoru poplavne zone te mogu poslužiti za daljnji razvoj modela predikcije rasprostranjenosti invazivne flore, kao i smjernica za njezino suzbijanje.

(124 stranice, 11 slika, 13 tablica, 180 literaturnih navoda, 8 priloga, jezik izvornika hrvatski)

Ključne riječi: biološka invazija, CSR strategija, životni oblik, indeks hemerobije, heterogenost staništa

Mentori: prof. dr. sc. Oleg Antonić i prof. dr. sc. Sven Jelaska

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Božena Mitić
prof. dr. sc. Ivana Maguire
prof. dr. sc. Sandro Bogdanović

Rad prihvaćen:

IMPACT OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE INVASIVE FLORA DISTRIBUTION IN THE FLOOD ZONE OF THE RIVER DRAVA

Marina Škunca

Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb
Ravnice 48, 10 000 Zagreb

The River Drava flood zone is a complex environment that is exposed to increasing natural and anthropogenic pressures, including the spread of invasive alien plant species (IAP). A total of 107 plots were investigated, and 29 IAP were recorded (ca. 35% of the Croatian invasive flora). Around two thirds of IAP belong to 4 families: Asteraceae, Poaceae, Amaranthaceae and Fabaceae; around half are therophytes, whilst species with CR or C ecological strategies are prevalent. Around two-thirds are characterised by diplochory or polychory, with anemochory and zoochory being the most common. During the analysis of 47 dependent (DV) and 12 independent variables (IV), Pearson's univariate correlation coefficient revealed negligible to weak correlations between numerous DV and IV. The optimised, generalised linear models explain a relatively high percentage of variability for most DV; a somewhat lower percentage for the abundance of phanerophytes, autochorous and hydrochorous species; and a very low one for the abundance of IAP employing S strategy (with only one IAP recorded, this suggests that tolerance of environmental stress is not an important strategy for the area's invasive flora). The most significant predictors are the hemeroby index, likelihood of flooding, and total length of the accumulation lake. Invasive flora distribution was found to be significantly impacted by flood zone structure, anthropogenic pressure and habitat fragmentation. However, the results also suggest that the CSR strategies and life forms considerably shape the IAP's response to anthropogenic pressures and ecological conditions. The results obtained will improve the understanding of IAP distribution in flood zones and could provide the basis for future predictive models and guidelines for IAP suppression.

(124 pages, 11 figures, 13 tables, 180 references, 8 appendices, original in Croatian)

Keywords: biological invasion, CSR strategy, life form, hemeroby index, habitat heterogeneity

Mentors: Prof. Oleg AntoniĆ, PhD and Prof. Sven Jelaska, PhD

Reviewers: Prof. Božena Mitić, PhD
Prof. Ivana Maguire, PhD
Prof. Sandro Bogdanović, PhD

Thesis accepted:

ŽIVOTOPISI MENTORA

Prof. dr. sc. Oleg Antonić je 1991. godine diplomirao šumarstvo (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu), 1993. godine magistrirao Biomatematiku (izvritelji više hrvatskih fakulteta i instituta), a 1996. godine doktorirao na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (u znanstvenom području prirodnih znanosti, polje biologija, grana ekologija). Nakon dvadeset godina zaposlenja na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu (do 2007. kao znanstveni suradnik, do 2012. kao viši znanstveni suradnik), zaposlen je na Odjelu za biologiju Sveučilišta J. J. Strossmayer u Osijeku (do 2017. kao izvanredni profesor, do 2023. kao redoviti profesor, a potom kao redoviti profesor u trajnom zvanju), gdje je na preddiplomskom studiju nositelj kolegija „Geobotanika“, na diplomskim studijima nositelj kolegija „Terestrička ekologija“, „Geoinformatika u zaštiti prirode i okoliša“, „Okolišni i prirodni resursi“, te „Procjena utjecaja na prirodu i okoliš“, dok na interdisciplinarnom doktorskom studiju „Zaštita prirode i okoliša“ vodi kolegije „Ekologija“, „Geoinformatika i daljinska istraživanja“ i „Ekologija šuma“. Bio je voditelj ili suvoditelj ukupno 17 kvalifikacijskih radova, od čega osam doktorskih disertacija, tri magistarska rada, pet diplomskih radova i jednog završnog rada. Područja njegovog znanstvenog djelovanja obuhvaćaju ekološko modeliranje u terestričkim (posebno šumskim) ekosustavima, monitoring stanja ekosustava, geomorfometriju, bioklimatologiju, pedologiju, raster-GIS modeliranje i multivarijatnu statistiku. Objavio je 47 znanstvenih radova i jedno poglavlje u međunarodnom udžbeniku, a suautor je na jednom sveučilišnom udžbeniku. Recenzirao je desetke znanstvenih radova za različite međunarodne znanstvene časopise i sudjelovao sa znanstvenim priložima na brojnim znanstvenim skupovima. Član je nekoliko znanstvenih i stručnih udruga. Bio je član izdavačkog savjeta znanstvenog časopisa Hrvatske vode. Sudjelovao je na brojnim istraživačkim projektima u području zaštite prirode, procjene utjecaja na okoliš i inventarizacije prirodnih resursa.

Prof. dr. sc. Sven Jelaska rođen je 31.10.1970. u Zagrebu, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF) Sveučilišta u Zagrebu diplomirao je 1995., magistrirao 1999. te doktorirao 2006. godine, u području prirodnih znanosti, polje biologija, grana ekologija. U dva navrata (2002. i 2008.) proveo je kraće vrijeme na usavršavanju pri University of South Bohemia, Češka. Od rujna 1995. do srpnja 2001. godine zaposlen je u svojstvu znanstvenog novaka pri Botaničkom zavodu PMF-a u Zagrebu, nakon čega prelazi u OIKON d.o.o. kao voditelj laboratorija za biogeografiju, gdje radi do kolovoza 2006. godine. Od studenog 2006. godine zaposlen je na Biološkom odsjeku, PMF-a u Zagrebu. Obnašao je dužnost pomoćnika pročelnika za znanost Biološkog odsjeka u dva mandata, te prodekana za investicije i razvoj.

Područje njegovog znanstvenog djelovanja je ekologija kopnenih ekosustava, u kojem se razlikuje nekoliko potpodručja sa sljedećim istraživačkim cjelinama: Rasprostranjenost i dinamika kopnenih staništa; Ekološka uvjetovanost rasprostranjenosti biljnih vrsta i vegetacijskih tipova; Ovisnost rasprostranjenosti faune o okolišnim čimbenicima; Biološka raznolikost kopnenih ekosustava; Invazivne biljne vrste. Do sada je objavio preko 60 recenziranih znanstvenih i stručnih priloga iz područja ekologije kopnenih ekosustava. Od 2011. godine član je uredništva časopisa *Acta Botanica Croatica*, od 2014. do 2021. godine jedan je od glavnih urednika časopisa *Periodicum Biologorum*, a od 2020. godine pridruženi je urednik u časopisu *Neobiota*. Sudjelovao je u recenzentskim postupcima za velik broj znanstvenih časopisa, uključujući i one vodeće za granu ekologije (*Biological Conservation*, *Journal of Ecology*, *Ecological Modelling*, *Ecological Indicators*, *Biodiversity and Conservation*, *Environmental Conservation*, *Landscape and Urban Planning*). Sudjelovao je u radu nekoliko panela Hrvatske zaklade za znanost od 2016. do 2019. godine. Recenzirao je znanstvene projekte za poljski National Science Center (NCN Panel NZ8), mađarski National Research, Development and Innovation Office (Panel Ecology & Evolution) i Biodiversa program. Urednik je osam zbornika sažetaka. Predsjedavao je sekcijama na većem broju znanstvenih kongresa, te je bio član znanstvenih odbora. Predsjednik je Hrvatskog ekološkog društva u dva mandata od 2014. do 2022. godine.

Nositelj i sunositelj je većeg broja kolegija na diplomskim studijima (Ekologija bilja; Ugroženost i zaštita kopnenih staništa u Hrvatskoj; Primjena GIS-a u biologiji; Terenska nastava; Terenska nastava iz Botanike), te kolegija Invazivne biljke i Biostatistika na doktorskom studiju Biološkog odsjeka PMF-a. Predaje na engleskom

jeziku nastavu za Erasmus studente iz kolegija Plant Ecology i Application of GIS in Biology, te na diplomskom studiju BioMedMat na kolegijima Biology 1 i Biology 2. Njegov nastavni rad je studentskim anketama ocijenjen visokim ocjenama u rasponu od 4.5 do 5.0. Od 2007. do 2012. godine sudjelovao je kao predavač u radu „International School of Conservation Biology“. Pod njegovim voditeljstvom je obranjeno sedam doktorskih disertacija, tri magistarska rada i 32 diplomska rada. U zvanje Redovitog profesora u trajnom izboru izabran je 4.12.2023. godine.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Invazivna flora poplavne zone.....	1
1.2. Hipoteza i ciljevi istraživanja	3
2. LITERATURNI PREGLED	4
2.1. Istraživanje invazivnih stranih biljnih vrsta u Hrvatskoj.....	6
2.2. Istraživanja invazivnih stranih biljnih vrsta poplavne zone	9
2.2.1. Čimbenici koji utječu na prostorni raspored invazivnih stranih biljnih vrsta poplavne zone	12
2.3. Značajke istraživanog područja.....	17
2.3.1. Opće značajke rijeke Drave.....	17
2.3.2. Značajke istraživanog područja (Dubrava Križovljanska - Donja Dubrava)	19
3. MATERIJAL I METODE.....	24
3.1. Priprema potrebnih podloga za potrebe provedbe terenskog istraživanja.....	24
3.2. Odabir ploha, terensko istraživanje i određivanje biljnog materijala	25
3.3. Obrada prikupljenih podataka	28
3.3.1. Analiza značajki utvrđenih IAP	28
3.3.2. Priprema zavisnih i nezavisnih varijabli	32
3.3.3. Analiza univarijatne korelacije odabranih zavisnih i nezavisnih varijabli..	36
3.3.4. Regresijska analiza	37
4. REZULTATI.....	39
4.1. Značajke utvrđenih invazivnih stranih biljnih vrsta	42
4.2. Zavisne i nezavisne varijable	47
4.3. Univarijatna korelacija odabranih zavisnih i nezavisnih varijabli	48
4.4. Rezultati regresijskog modela	55
4.4.1. Značaj ekoloških strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta.....	59
4.4.2. Povezanost rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta i okolišnih čimbenika	59
4.4.3. Odnos između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih vrsta i njihovih potencijalnih puteva širenja	60
5. RASPRAVA	61
5.1. Značajke utvrđenih invazivnih stranih biljnih vrsta	61
5.2. Utjecaj okolišnih čimbenika na rasprostranjenost invazivne flore u poplavnoj zoni rijeke Drave	63

5.2.1. Značaj ekoloških strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta.....	69
5.2.2. Povezanost rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta i okolišnih čimbenika	70
5.2.3. Odnos između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih vrsta i njihovih potencijalnih puteva širenja	74
6. ZAKLJUČAK.....	78
7. POPIS LITERATURE	81
8. POPIS PRILOGA	101
ŽIVOTOPIS	122

1. UVOD

Invazivne strane biljne vrste (IAP) su naturalizirane biljne svojite izrazite sposobnosti razmnožavanja, odnosno brzine i obima širenja (generativnim i/ili vegetativnim propagulama), što se može odraziti na autohtone vrste i staništa, usluge ekosustava i/ili ljudsko zdravlje (Mitić i sur. 2008, Nikolić i sur. 2014). Iako IAP mogu imati i pozitivan utjecaj na pojedine skupine, vrste i/ili usluge ekosustava, često do izražaja dolazi njihov negativan utjecaj. Invazivne biljne i životinjske vrste općenito se smatraju jednim od glavnih izravnih pokretača izumiranja vrsta i globalnog gubitka biološke raznolikosti, a štete koje nanose europskoj ekonomiji procjenjuju se u bilijunima eura godišnje (npr. Haubrock i sur. 2021).

Kako bi se suzbilo nekontrolirano širenje IAP, intenzivirana su posljednjih desetljeća istraživanja njihovih značajki, puteva unosa i širenja, osobina povoljnih staništa te utjecaja na vrste i staništa. Nadalje, suzbijanje invazivnih vrsta jedan je od ciljeva globalnih, europskih i nacionalnih strategija zaštite prirode i okoliša te je donesena legislativa na europskoj i nacionalnoj razini (poput Uredbe (EU) br. 1143/2014 i Zakona o sprječavanju unošenja i širenja stranih te invazivnih stranih vrsta i upravljanju njima NN 15/2018, NN 14/2019), a osnovane su i razne međunarodne radne skupine, baze podataka i mreže stručnjaka (poput *EU Working Group on IAS*, *EASIN - European Alien Species Information Network*, *IASEG - Invasive Alien Species Expert Group* i dr.).

1.1. Invazivna flora poplavne zone

Poplavnom zonom u kontekstu ovog rada smatra se područje oko vodotoka do kojega dopre voda tijekom poplave (*sensu* Benac 2016). Ovisno o autoru, struci i/ili samom području istraživanja, poplavna zona povremeno se poistovjećuje s riparijskom zonom, no katkad se smatra širom ili užom od iste (npr. Tickner i sur. 2001). Naime, teško je odrediti jasnu granicu riparijske zone te postoji više definicija temeljenih na hidrološkim, geomorfološkim, ekološkim kriterijima te kombinaciji istih. Premda se definicije (granice) poplavne i riparijske zone u pojedinim istraživanjima razlikuju, autori se uglavnom slažu oko glavnih karakteristika ovih zona. Riječ je o prijelaznom području (ekotonu) između vodenih i kopnenih ekosustava te su na prostoru zone uočljivi

hidrološki i geomorfološki procesi poput povremenih poplava, te erozije i depozicije sedimenata. Pritom, prostor karakterizira specifična vegetacija koja se strukturom i funkcijom jasno razlikuje od okolne vegetacije (npr. Tickner i sur. 2001, Richardson i sur. 2007, Dufour i Rodríguez-González 2019). Osim što predstavlja važno stanište za brojne biljne i životinjske vrste te koridor za migraciju vrsta, veliku ulogu ima u održavanju dinamike i funkcije susjednih ekosustava.

Istovremeno, ova se područja svrstavaju među najugroženije ekosustave, izložene sve većim prirodnim i antropogenim pritiscima pa tako i širenju IAP - štoviše, mnogi autori smatraju da su upravo biljne zajednice riparijske zone među najosjetljivijima (npr. Zedler i Kercher 2004). Riječ je o ekosustavima koji su uslijed (povremenih) poplava podložni čestim prirodnim narušavanjima staništa - djelomičnim narušavanjem biljnog pokrova prilikom prolaska poplavnog vala i/ili uslijed depozicije novih nanosa sedimenata. Nadalje, vodeni tokovi prenose vegetativni biljni materijal i sjemenke iz uzvodnih dijelova nizvodno, a prilikom poplava i u lateralnom smjeru, te predstavljaju jedan od koridora širenja biljnih vrsta (Johansson i sur. 1996). Pritom ne prenose samo vrste za koje je karakteristična hidrohorija, već su u pojedinim slučajevima zaslužni i za sekundarno rasprostranjivanje onih vrsta koje se primarno šire vjetrom i/ili životinjama (Säumel i Kowarik 2010). Širenju IAP pogoduje i izražen antropogen pritisak prisutan u većini riparijskih područja u vidu konverzije staništa i regulacije vodenih tokova (Richardson i sur. 2007).

Kako se svaka promjena u sastavu i strukturi riparijske vegetacije nastala uslijed širenja IAP može negativno odraziti na usluge ovih ekosustava, iznimno je važno razumjeti interakciju IAP i okolišnih čimbenika riparijske zone.

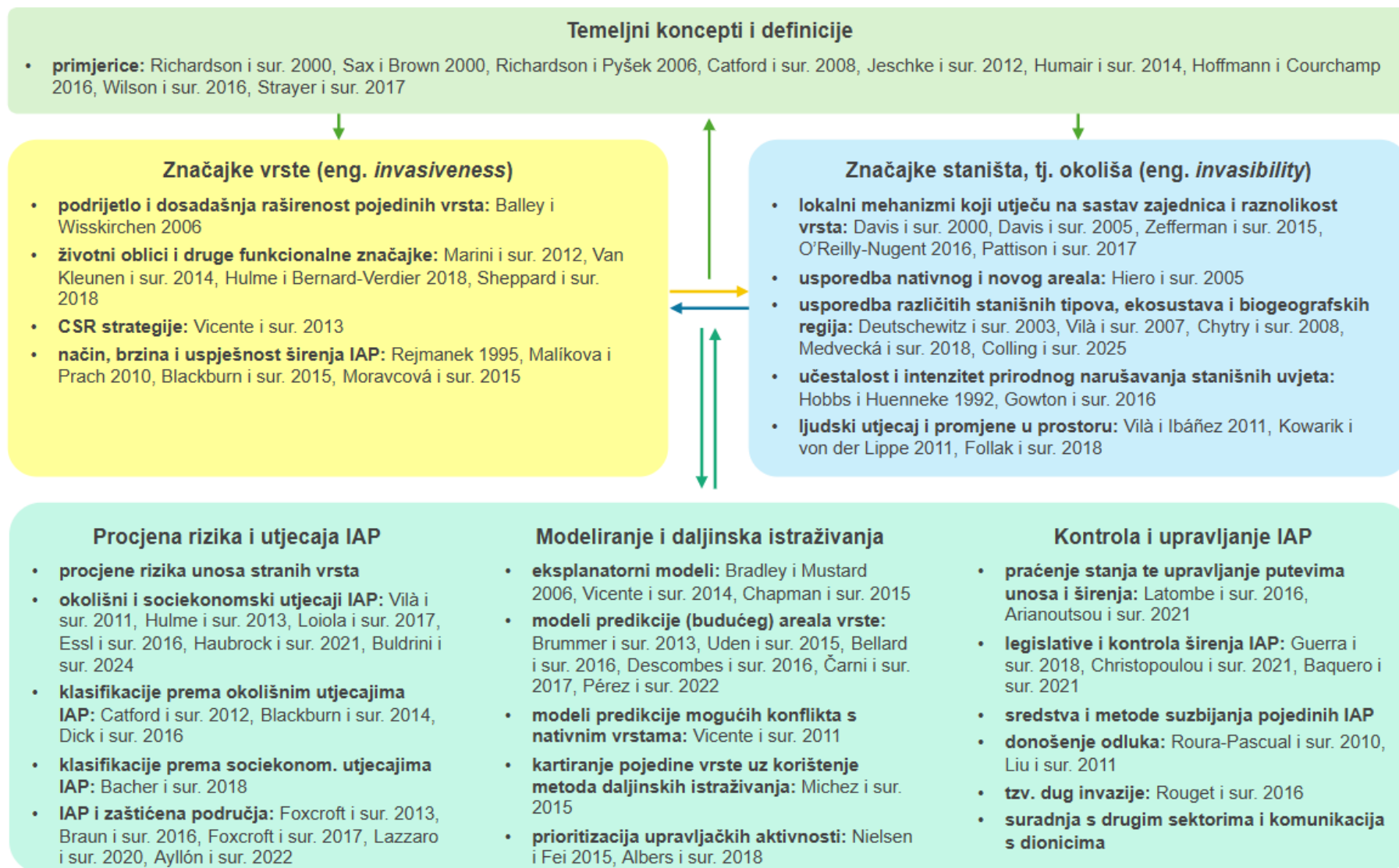
1.2. Hipoteza i ciljevi istraživanja

Polazeći od temeljne hipoteze da prostorni raspored invazivnih biljaka (IAP) u poplavnoj zoni nije slučajan, već ovisi o kombinaciji čimbenika - funkcionalnim značajkama IAP, značajkama staništa, međuodnosu s drugim vrstama te pritisku propagula, izdvojeni su sljedeći ciljevi istraživanja (CI):

- CI.1 Utvrditi sastav invazivnih stranih biljnih vrsta istraživanog područja i pripadnost sistematskim kategorijama, životnim oblicima, ekološkim strategijama i načinu rasprostranjivanja.
- CI.2 Odrediti značaj CSR strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta.
- CI.3 Istražiti povezanost rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta i okolišnih čimbenika.
- CI.4 Istražiti odnos između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih vrsta i njihovih potencijalnih puteva širenja.

2. LITERATURNI PREGLED

Uspješnost širenja invazivnih stranih biljnih vrsta te intenzitet njihovog utjecaja na native vrste i staništa ovisit će o značajkama same vrste (eng. *invasiveness*) te značajkama i stanju staništa (okoliša; eng. *invasibility*) u koje je vrsta unesena. Suzbijanje širenja i negativnih utjecaja invazivnih stranih biljnih vrsta predstavlja jedan od ciljeva globalnih, europskih i nacionalnih strategija zaštite prirode i okoliša te su invazivne strane biljne vrste već godinama fokus mnogobrojnih nacionalnih i međunarodnih istraživanja. Pregledom dostupne literature moguće je uočiti određena tematska područja istraživanja IAP, koja se nerijetko i preklapaju (Slika 1.), pri čemu su se radovi navedeni kao primjer pokazali više ili manje relevantnima za pripremu predmetnog istraživanja, odnosno obradu i tumačenje prikupljenih podataka. U nastavku teksta fokus je stavljen na dosadašnja istraživanja invazivnih stranih biljnih vrsta u Hrvatskoj (Poglavlje 2.1.) te na prostoru poplavne (riparijske) zone (Poglavlje 2.2.), s posebnim naglaskom na čimbenike koji utječu na prostorni raspored IAP poplavne zone.



Slika 1. Tematski pregled dosadašnjih istraživanja invazivnih stranih biljnih vrsta (IAP), njihov međudnos (strelice) i primjeri relevantnih radova.

2.1. Istraživanje invazivnih stranih biljnih vrsta u Hrvatskoj

Iako broj istraživanja vezanih uz problematiku invazivne flore Hrvatske posljednjih desetljeća raste, donedavno je uglavnom bilo riječ o sporadičnim podacima prikupljenima u sklopu florističkih istraživanja, odnosno istraživanja rasprostranjenosti i širenja neofitske i/ili invazivne flore na geografski ograničenom prostoru (Nikolić i sur. 2014, Vuković i sur. 2014). Prve sustavne analize IAP u Hrvatskoj započinju tijekom posljednja dva desetljeća. Mitić i sur. (2008) predlažu standardizaciju nazivlja i kriterija vezanih uz pojedine kategorije stranih biljnih vrsta, te predstavljaju novorazvijeni modul „Alohtone biljke“ ugrađen u postojeću bazu podataka Flora Croatica (FCD, Nikolić ur. 2024-2025). Boršić i sur. (2008) objavljuju prvi, preliminarni popis IAP Hrvatske koji broji 64 svojte. Navedeni popis kontinuirano se revidira kroz modul Alohtone biljke te invazivna flora Hrvatske danas broji 82 svojte (Nikolić ur. 2024-2025).

Prva opsežnija istraživanja ekologije IAP provode Vuković i sur. (2010) analizirajući rasprostranjenost IAP na području Parka prirode Medvednica u odnosu na odabrane okolišne čimbenike. Na temelju podataka iz FCD-a, Nikolić i sur. (2013) objavljuju rad o rasprostranjenosti IAP na prostoru Hrvatske, uzimajući u obzir određene okolišne čimbenike te ističući najugroženija područja. Značajan doprinos daju Vuković i sur. (2014) istražujući CSR strategije (*sensu* Grime 1977) hrvatske invazivne flore, s posebnim osvrtom na biogeografske regije. Iste godine tiskana je i prva stručna knjiga o invazivnim biljkama u flori Hrvatske (Nikolić i sur. 2014). Nakon toga, Vuković (2015) istražuje ekogeografiju invazivne flore Hrvatske, Borak Martan (2017) proučava utjecaj urbano-ruralnoga gradijenta grada Varaždina na floru i zastupljenost invazivnih biljaka, Vlahović (2017) analizira biogeografiju i potencijalno širenje invazivne flore Zagrebačke županije, dok Radović i sur. (2018) na primjeru prostornih uzoraka invazivne flore istražuju utjecaj pristranog uzorkovanja i prostorne nepreciznosti lociranja nalazišta na rezultate modeliranja bogatstva vrsta. Iste godine Novak i Novak (2018) sagledavaju razlike u invazivnosti pojedinih stranih biljnih vrsta između kontinentalnog i obalnog dijela Hrvatske, a Novak i sur. (2018) istražuju alelopatski potencijal segetalnih i ruderalnih invazivnih stranih biljnih vrsta. Vuković i sur. (2019) analiziraju dostupne herbarijske podatke te podatke prikupljene dodatnim istraživanjem kako bi utvrdili točnu rasprostranjenosti svojiti roda *Reynoutria* u

Hrvatskoj. Pritom ističu razlike u ekološkim preferencijama svojti i sposobnosti širenja istih te ukazuju na važnost pravovremene i točne identifikacije.

U novije vrijeme, Vilović i sur. (2020) pregledavaju herbarijske zbirke Herbarium Croaticum (ZA) i Herbarij Ive i Marije Horvat (ZAHO) u potrazi za povijesnim podacima o invazivnim stranim biljnim svojtima, gdje pronalaze ukupno 1152 herbarijska lista sa 70 invazivnih biljnih svojti, pri čemu herbarijski primjerci 17 vrsta dokazuju njihovu prvu pojavu u Hrvatskoj mnogo prije no što je dosad bilo poznato iz literature. Nadalje, Dujmović Purgar i sur. (2021) istražuju ukrasnu vrijednost invazivnih biljnih vrsta na području tri regije: Sjeverozapadne Hrvatske, Slavonije i Dalmacije, dok Boršić i sur. (2024) daju pregled rasprostranjenosti svojte *Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) u Hrvatskoj, atraktivne penjačice koja se povijesno uzgajala kao ukrasna biljka. Levačić i Jelaska (2022) proučavaju morfološku varijabilnost vrste *Erigeron annuus* (L.) Pers. u kontekstu različitih okolišnih čimbenika, utvrđenih na području Medvednice i Zagreba, te utjecaj opažene morfološke varijabilnosti na CSR strategije ove vrste. Dodatno, Levačić i sur. (2023) istražuju ulogu alelopatije u uspješnom opstanku svojte *Reynoutria × bohemica* Chrtek et Chrtková na već zaposjednutim lokacijama u Zagrebu, dok Bučar i sur. (2024) objedinjuju spoznaje stečene tijekom provedbe nacionalnog monitoringa ekološkog stanja kopnenih voda kako bi rasvijetlili ekologiju svojti roda *Elodea* u Hrvatskoj. Šoštarčić (2024) daje pregled biologije, ekologije i metoda suzbijanja invazivnih vrsta roda *Heracleum*; dok Kadoić Balaško i sur. (2024) predstavljaju zakonodavni okvir kojim se regulira unošenje i trgovina invazivnim stranim vrstama, puteve unosa stranih vrsta te ulogu javnih ustanova u praćenju stanja istih na terenu, njihovu važnost u prikupljanju podataka i edukaciji javnosti.

Uspostava zakonodavnog okvira, upravljanje putevima unosa i širenja te edukacija javnosti u snažnom su fokusu nadležnog ministarstva i nacionalnih agencija u posljednjih deset godina. Prateći legislativu EU, donesen je *Zakon o sprječavanju unošenja i širenja stranih te invazivnih stranih vrsta i upravljanju njima* (NN 15/2018, 14/2019) te *Pravilnik o crnoj i bijeloj listi stranih vrsta* (NN 13/2024), a 2020. godine izrađena je informacijsko-edukativna mrežna stranica Invazivne vrste u Hrvatskoj (<https://invazivnevrste.haop.hr/>). Stranica također nudi interaktivnu (mobilnu) aplikaciju za dojavu nalaza invazivnih stranih vrsta, s ciljem poticanja javnosti na aktivno

sudjelovanje u bilježenju prisutnosti stranih vrsta (MZOZT 2025). Nadogradnja mrežne stranice i izrada aplikacije provedena je u okviru projekta „*Uspostava nacionalnog sustava za praćenje invazivnih stranih vrsta*“ (KK.06.5.1.01.0001), sufinanciranog iz Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020. u periodu od travnja 2017. do lipnja 2021. godine. U sklopu istog projekta (Grupe 17) provedeno je također kartiranje stranih i invazivnih stranih biljnih vrsta te izrada, dorada i testiranje programa praćenja za vrste *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle i *Ludwigia peploides* (Kunth) P. H. Raven (Oikon 2025). U periodu od listopada 2017. do listopada 2022. godine proveden je projekt „*Razvijanje sustava upravljanja i kontrole invazivnih stranih vrsta*“ (KK.06.5.2.02.0001), također sufinanciran iz Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020. U sklopu projekta izrađeni su, između ostalog, dva plana upravljanja za invazivne biljne vrste - *Asclepias syriaca* L. i *Impatiens glandulifera* Royle. U sklopu istog projekta usvojena su u studenom 2021. godine i dva akcijska plana o kontroli puteva nenamjernog unosa invazivnih stranih vrsta spontanom širenjem i transportom, donesena na razdoblje od 12 godina (MINGO 2025).

U listopadu 2020. godine započeo je pod vodstvom tadašnjeg Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja projekt „*LIFE CONTRA Ailanthus – Uspostava kontrole invazivne strane vrste Ailanthus altissima (pajasen) u Hrvatskoj*“. Predviđen završetak projekta je u prosincu 2025. godine, a cilj uspostavljanje kontrole nad ovom vrstom u mediteranskoj regiji Hrvatske, u dva područja ekološke mreže Republike Hrvatske (HR2000918 Šire područje NP Krka i HR2001364 JI dio Pelješca) te u gradovima s povijesnom jezgrom (Ston, Mali Ston i Dubrovnik) (LIFE CONTRA Ailanthus 2025). Nadalje, u listopadu 2023. godine započeo je projekt „*LIFE OrnamentallIAS – Prevencija i upravljanje štetnim utjecajima ukrasnih invazivnih stranih biljnih vrsta na ugrožene stanišne tipove i vrste od značaja za EU*“. Projekt koordinira Institut Republike Slovenije za zaštitu prirode, a kao hrvatski partneri sudjeluju Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjima i drugim zaštićenim dijelovima prirode na području Zagrebačke županije „Zeleni prsten“ te Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Projekt je usmjeren na pet ključnih područja djelovanja: poljoprivredu, upravljanje vodama, zaštitu prirode, upravljanje zelenim otpadom i ukrasnu hortikulturu; pri čemu važan dio projekta predstavlja također prijenos znanja između Slovenije i Hrvatske. Predviđen završetak projekta je u rujnu 2029. godine (LIFE OrnamentallIAS 2025).

Zainteresiranost i uključivanje šire javnosti u praćenje raširenosti invazivnih stranih biljnih vrsta na području Hrvatske podizani su 2022., 2024. i 2025. godine kroz tzv. Alien CSI Bioblitz, europski projekt građanske znanosti. Svi bitni podaci vezani uz strane i invazivne strane vrste (rasprostranjenost, biologija i ekologija, procjene rizika invazivnosti, putevi unosa i širenja te mjere upravljanja i iskorjenjivanja) dostupni su danas u Katalogu stranih vrsta (ISV 2025).

2.2. Istraživanja invazivnih stranih biljnih vrsta poplavne zone

Prilikom dosadašnjih istraživanja međuodnosa invazivne flore i poplavne (riparijske) zone istražen je utjecaj (1) funkcionalnih značajki IAP na njihovu distribuciju u pojedinim ekosustavima (Catford i Jansson 2014); (2) različitih okolišnih čimbenika na opstanak i širenje IAP (npr. Zajac i sur. 2011, Hoefle i sur. 2014); (3) pojedinih IAP na native vrste i staništa (npr. Pattison i sur. 2017, Nobis i sur. 2018, Praleskouskaya i Venanzoni 2021, Kavtaradze i sur. 2023) te hidrološke i geomorfološke procese zone (Buldrini i sur. 2024). Također su istražene mogućnosti (4) modeliranja rasprostranjenosti IAP (npr. Descombes i sur. 2016), ali i (5) povijesne rekonstrukcije dinamike njihovog širenja (Pyšek i Prach 1993).

U susjednim državama, kolege istražuju ulogu (strukture) riparijske zone u širenju IAP (Zelnik i sur. 2015, Anđelković i sur. 2016, Zelnik i sur. 2017, Anđelković i Radulović 2022), proučavaju pojavu ili ulogu IAP u šumskim zajednicama poplavnih staništa (Batanjski i sur. 2015, Marinšek i Kutnar 2017), te analiziraju raznolikost, strukturu i invazivnost riparijskih staništa (Radovanović i sur. 2017), odnosno prostorni raspored invazivnih stranih biljnih vrsta u riparijskim područjima (Anđelković i sur. 2022).

U Hrvatskoj Hulina (1998) sagledava neofite u sustavu odvodnje, Seibold (2009) istražuje mogućnosti suzbijanja vrste *Amorpha fruticosa* L. u Lonjskom polju, dok je poplavna zona dijelom obuhvaćena istraživanjem utjecaja urbano-ruralnog gradijenta grada Varaždina na invazivnu floru (Borak Martan 2017). Proučavajući rasprostranjenost IAP na prostoru Hrvatske, Nikolić i sur. (2013) primjećuju pojavu niza invazivnih biljnih vrsta na prostoru glavnih riječnih dolina, poput Save, Drave, Dunava, Krke i Cetine. Pritom ističu da je preko polovice IAP, utvrđenih tada za prostor Hrvatske, zabilježeno u kopnenim vodama ili u neposrednoj blizini istih, dok je gotovo

trećina zabilježena u sklopu kopnenih močvara. Prilikom analize prisutnosti IAP u odabranim Natura 2000 područjima u Hrvatskoj, Škunca i sur. (2025) ističu da od 76 IAP utvrđenih u ukupno 233 područja ekološke mreže Natura 2000, najveći broj vrsta (oko 53%) je zabilježen u blizini Neretve (HR5000031), Save (HR2001311) i Kupe (HR2000642), dok je preko 45% IAP zabilježeno u gornjem toku rijeke Drave (HR5000014). Isti autori izdvajaju deset potencijalno najranjivijih hrvatskih Natura 2000 područja, tj. deset područja gdje proglašena ciljna staništa predstavljaju potencijalno povoljno stanište za uspostavu i širenje populacija najvećeg broja IAP. Od njih deset, sedam je vezano uz šira područja rijeka: Sava nizvodno od Hrušćice (HR2001311), Kupa (HR2000642), Dunav nizvodno od Osijeka i Vukovara (HR2000372), šire područje Nacionalnog parka Krka (HR2000918), kanjonski dio rijeke Cetine (HR2000929), gornji tok Drave (HR5000014) te delta Neretve (HR5000031). Autori pritom ističu da je znatan broj navedenih područja smješten u blizini urbanih centara, od kojih se pojedini nalaze na sjecištu glavnih kontinentalnih prometnih koridora (Zagreb, Varaždin), dok drugi predstavljaju industrijska središta (Karlovac, Sisak, Slavonski Brod); ili su pak njihove poplavne nizine i okolna područja pretvoreni u poljoprivredna područja. U Tablici 1. prikazan je broj i udio IAP zabilježenih u Natura 2000 područjima duž rijeke Drave. Opsežna istraživanja utjecaja okolišnih čimbenika na rasprostranjenost invazivne flore u poplavnoj zoni rijeka nisu do sada provedena u Hrvatskoj.

Tablica 1. Broj i udio invazivnih stranih vaskularnih biljnih svojti (IAP) zabilježenih na prostoru područja očuvanja značajnih za vrste i stanišne tipove HR2001307 Dravske akumulacije, HR2001308 Donji tok Drave, HR5000014 Gornji tok Drave te HR5000015 Srednji tok Drave. Kratice: N2000 = Natura 2000 područje, IAP (a) = broj IAP zabilježenih u pojedinom N2000 području; IAP-SH (a) = broj zabilježenih IAP koje imaju jedno ili više potencijalno povoljnih staništa u pojedinom N2000 području; IAP-TH (a) = broj IAP kojima jedno ili više ciljnih staništa predstavlja potencijalno povoljno stanište u pojedinom N2000 području; IAP (b), IAP-SH (b) i IAP-TH (b) = udio u ukupnom broju IAP zabilježenih u N2000 područjima (%) (n = 76). Sivom bojom redaka naznačena su Natura 2000 područja obuhvaćena istraživanim područjem. Izvor: Škunca i sur. (2025).

N2000	IAP		IAP-SH		IAP-TH	
	(a)	(b) (%)	(a)	(b) (%)	(a)	(b) (%)
HR2001307	30	39.5	30	39.5	23	30.3
HR2001308	30	39.5	30	39.5	11	14.5
HR5000014	35	46.1	35	46.1	35	46.1
HR5000015	24	31.6	24	31.6	9	11.8

Govoreći o invazivnoj flori rijeke Drave, vrijedi spomenuti i podatke prikupljene tijekom istraživanja provedenih u sklopu projekta „DRAVA LIFE – Integrirano upravljanje rijekama (LIFE14 NAT/HR/000115)“ na sedam projektnih lokacija: Otok Virje, Stara Drava - Varaždin, Donja Dubrava - Legrad, Most Botovo, Novačka, Miholjački Martinci i Podravska Moslavina (Škunca i sur. 2018). Isti su predstavljeni posterskim priopćenjem u sklopu 3. Hrvatskog simpozija o invazivnim vrstama, održanog u Zagrebu 2018. godine. Tijekom listopada 2016. te travnja, svibnja i lipnja 2017. godine, autori su zabilježili ukupno 26 invazivnih biljnih vrsta, pri čemu je sagledana njihova taksonomska pripadnost, porijeklo, životni oblik, CSR strategija, indeks hemerobnosti te način rasprostranjivanja.

Nadalje, prilikom provedbe ekološkog monitoringa starog toka rijeke Drave (od 2016. do 2019. godine), u sklopu projekta „LIFE Old-Drava – Prekogranična suradnja na revitalizaciji kompleksa riječnih staništa u području Natura 2000 (LIFE13 NAT/HU/000388)“, članovi Prirodoslovnog društva "Drava" bilježe na prostoru Križnice (nedaleko Virovitice) znatnu prisutnost invazivnih stranih biljnih vrsta *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle i *Phytolacca americana* L. duž toka rijeke. Nakon izgradnje brane, na obalnom području Crnog Jarka bilježe također vrste *Ambrosia artemisifolia* L., *Solidago canadensis* L. i *Echynochystis lobata* (Michx) Torr et Gray (Razlog-Grlica i sur. 2023). Nalazi su predstavljeni posterskim priopćenjem u sklopu 5. Hrvatskog simpozija o invazivnim vrstama, održanog u Zagrebu 2023. godine. Na istom simpoziju predstavljeni su također posterskim priopćenjem (Ban i Jelaska 2023) rezultati istraživanja invazivne flore značajnih krajobraza Virovitičko-podravske županije, provedenog za potrebe izrade diplomskog rada (Ban 2023). Tri od četiri istraživana krajobraza smještena su neposredno uz rijeku Dravu - Jelkuš, Križnica i Širinski otok. Od ukupno 19 zabilježenih invazivnih svojti, 18 ih je zabilježeno na području Križnice, 17 na području Jelkuša te 13 na području Širinskog otoka. Prilikom analize, sagledana je taksonomska pripadnost zabilježenih vrsta, životni oblik, CSR strategija te Ellenbergove indikatorske vrijednosti.

2.2.1. Čimbenici koji utječu na prostorni raspored invazivnih stranih biljnih vrsta poplavne zone

Uz klimatske karakteristike, tlo i reljef, na vegetaciju poplavne zone utječu također hidrološke i hidrogeomorfološke karakteristike područja te intenzitet i učestalost prirodnog i antropogenog narušavanja stanišnih uvjeta (npr. Planty-Tabacchi i sur. 1996, Richardson i sur. 2007, Zelnik i sur. 2015). Glavna značajka poplavne zone jest povremeno prirodno narušavanje stanišnih uvjeta uslijed prolaska visokih voda kroz (1) snažno (erozivno) djelovanje poplavnih voda; ili (2) nanos novih nakupina sedimenta (npr. Planty-Tabacchi i sur. 1996, Burkart 2001, Tickner i sur. 2001, Bornette i sur. 2008, Catford i Jansson 2014). U oba slučaja dolazi do mjestimičnog narušavanja biljnog pokrova, čime se oslobađaju prostor i nutrijenti, povećava dostupnost svjetla, a smanjuje kompeticija – sve što će opstaloj ili mladoj biljci olakšati rast i širenje (Tickner i sur. 2001, Descombes i sur. 2016, Pattison i sur. 2017). Dodatno, produljeni periodi visokih voda otežat će preživljavanje ili uspostavu višegodišnjih kopnenih vrsta, dok će dugotrajan izostanak vodenog medija onemogućiti preživljavanje ili uspostavu hidrofitu, ali i pojedinih heliofitu (npr. Burkart 2001).

Svako narušavanje stanišnih uvjeta može dovesti do narušavanja interspecijskih odnosa, niže sposobnosti kompeticije te favorizirati širenje pojedinih invazivnih stranih biljnih vrsta (Pattison i sur. 2017). Pritom je veća vjerojatnost pojave istih u nižim dijelovima toka, što se uglavnom objašnjava izraženijim antropogenim utjecajem (npr. Planty-Tabacchi i sur. 1996, Pattison i sur. 2017, Zelnik i sur. 2015) te povoljnijim klimatskim čimbenicima (npr. Pattison i sur. 2017). Dok prirodno narušavanje stanišnih uvjeta većinom rezultira znatnom prostornom i starosnom raznolikošću vegetacije (Bornette i sur. 2008), što doprinosi koegzistenciji nativnih i invazivnih biljnih vrsta na nekom prostoru (Planty-Tabacchi i sur. 1996), antropogeno djelovanje nerijetko dovodi do svojevrsnog pojednostavljivanja vegetacijskih struktura (npr. Cao i Natuhara 2020). Promjene s kojima se mnoge poplavne zone suočavaju - poput narušenog hidrološkog režima i geomorfologije nizinskih vodotoka, različitih poljoprivrednih aktivnosti, urbanizacije, onečišćenja te utjecaja klimatskih promjena (npr. Richardson i sur. 2007, Catford i Jansson 2014, Pattison i sur. 2017, Zelnik i sur. 2020); često pogoduju upravo invazivnim stranim biljnim vrstama (npr. Pattison i sur. 2017).

Postavljeno je dosad nekoliko općih hipoteza kojima se pokušalo objasniti zašto pojedine biljne vrste pokazuju invazivan karakter i pritom su izrazito uspješne (Burkart 2001, Zedler i Kercher 2004), a koje se pak vežu uz različite značajke istih. Međutim, dosad nije utvrđen jedinstven ili jednostavan obrazac koji bi u potpunosti objasnio, primjerice, značajke biljnih vrsta poplavne zone zaslužne za njihovu invazivnost. Pritom također treba imati na umu da više različitih značajki može sugerirati invazivnost vrste, no značajka koja doprinosi invazivnosti jedne, neće nužno doprinositi i invazivnosti druge (Zedler i Kercher 2004). Dosadašnja istraživanja otkrila su tako niz značajki koje omogućuju opstanak nativnih i (invazivnih) stranih biljnih vrsta na poplavnom području (npr. Catford i Jansson 2014). Spektar značajki ovisi dijelom o predmetu autorovih istraživanja, odnosno načinu na koji sagledavaju prostor oko vodenog tijela, no za područje poplavne zone svakako su bitne prilagodbe koje omogućuju otpornost na ili izdržljivost tijekom hidrološki uvjetovanog narušavanja stanišnih uvjeta (uključujući zadržavanje vode u poplavnoj zoni), te značajke koje potpomažu rasprostranjivanje (poput plutajućih propagula). Kako raznolikost prilagodbi doprinosi velikom bogatstvu vrsta, tako i raznolikost stanišnih uvjeta poplavne zone pruža niz niša i omogućuje prisutnost vrsta različitih životnih strategija (npr. Catford i Jansson 2014).

Proučavajući prilagodbe koje su biljne vrste poplavne zone razvile kako bi se uspješno nosile s prolaskom visokih voda, pojedini autori ističu dvije strategije - „otpornost“ (eng. *resistance*) i „fleksibilnost“ (eng. *resilience*) (npr. Bornette i sur. 2008, Catford i Jansson 2014). Prilagodbe koje omogućuju otpornost vezane su uz samu jedinku te obuhvaćaju, primjerice, savitljivost i prilagodljivost lista, stabljike ili korijena, niži rast biljke, povećanu gustoću jedinki, lomljive grančice koje omogućuju samoprorjeđivanje te dubok i širok korijenov sustav. Tijekom poplavnog vala može doći do oštećenja ili gubitka dijela biomase, no navedene prilagodbe omogućit će preživljavanje jedinke (Catford i Jansson 2014). Fleksibilnost je vezana uz populaciju same vrste, njen oporavak i širenje nakon akumulacije sedimenta i nanesenog biljnog materijala te obuhvaća, primjerice, velike sjemenke, dugotrajnu (izdržljivu) banku sjemenki u tlu i sposobnost lateralnog širenja. Na taj način, prostor raščišćen tijekom prolaska poplavnog vala može biti brzo (re-)koloniziran jedinkama koje proizvode velik broj generativnih i/ili vegetativnih propagula ili regrutiranjem iz banke sjemenki. S druge strane, vegetativno rasprostranjivanje može doprinijeti i otpornosti vrste i fleksibilnosti

populacije - mnoge vrste riparijske zone razvijaju različite oblike izdanaka iz zaštićenih podzemnih organa ili otpuštaju vegetativne fragmente tijekom visokih voda. Ti su fragmenti nerijetko plutajući, zadržavaju vijabilnost dulje vrijeme i imaju sposobnost brzog zakorijenjivanja (Catford i Jansson 2014). Treba napomenuti da navedene strategije nisu jedinstvene za riparijske vrste, već su prisutne u velikom broju vrsta koje se suočavaju s povremenim narušavanjem stanišnih uvjeta, što sugerira da se mnoge ruderalne vrste iz okolnih područja mogu raširiti poplavnom zonom (Catford i Jansson 2014).

Mnoge invazivne strane biljne vrste zapravo pokazuju ruderalan karakter (Planty-Tabacchi i sur. 1996), odnosno dobro uspijevaju u okruženju niske kompeticije (Richardson i sur. 2007). Narušavanje stanišnih uvjeta stoga, do određene mjere, pozitivno utječe na širenje istih poplavnim područjima (Richardson i sur. 2007) te se često mogu naći u pionirskim zajednicama poplavne zone (Planty-Tabacchi i sur. 1996). Međutim, odgovor vegetacije na poplave je relativno kompleksan rezultat međudjelovanja različitih čimbenika, poput unosa nutrijenata, pritiska propagula, te erozije, pronosa suspendiranih čestica i taloženja sedimenta (Bornette i sur. 2008). Proučavajući ulogu značajki na rasprostranjenost nativnih i stranih biljnih vrsta na prostoru riparijske zone, Catford i Jansson (2014) prepoznali su tako (1) biljne vrste otporne na stres, koje se uspješno nose s poplavom; (2) ruderalne vrste prilagođene čestim narušavanjima stanišnih uvjeta; te (3) kompetitore koji uspješno konkuriraju drugim vrstama na lokacijama gdje i u periodima kad narušavanje staništa ili visoka razina vode izostaju. Također ističu da mnoge riparijske vrste posjeduju značajke koje omogućuju opstanak u uvjetima visokog stresa i visokog inteziteta poremećaja, što je donekle u suprotnosti s postavkama CSR strategije (Grime 1977).

Prostorni raspored invazivnih stranih biljnih vrsta poplavne zone moguće je dijelom objasniti nadmorskom visinom, udaljenošću od (izvora) vodenog toka, strukturom korita te fizičkom i biološkom strukturom riparijske zone (npr. Planty-Tabacchi i sur. 1996, Zelnik i sur. 2015, 2020), no povijesno i aktualno korištenje šireg područja riparijske zone također može utjecati na njihov prostorni raspored (Zelnik i sur. 2015). Poplavna područja su već stoljećima pod ljudskim utjecajem (Burkart 2001) te na njih danas utječe čitav niz antropogeno uvjetovanih aktivnosti i procesa lokalne, regionalne i globalne razine (npr. Richardson i sur. 2007, Zelnik i sur. 2020). Među češćim

utjecajima ističu se crpljenje vode za piće i industriju, održavanje plovnosti, zaštita od poplava, urbanizacija i onečišćenje, poljoprivreda, šumarstvo i rekreativne aktivnosti. Primjerice, izgradnja brana, obaloutvrda i nasipa utjecat će na lateralnu povezanost staništa, dok prometnice i zemljani putevi mogu doprinijeti povezivanju poplavne zone i antropogenih staništa (Catford i Jansson 2014). Istovremeno, naseljavanje i nekontrolirano širenje, tj. uspostava monodominantnih sastojina pojedine invazivne strane biljne vrste, također mogu utjecati na strukturu korita vodenog toka i poplavne zone, te time i na hidrogeomorfološke procese šireg prostora (npr. Tickner i sur. 2001, Richardson i sur. 2007).

Vegetacijska struktura te širina i stanje riparijske zone usko se povezuju s ekološkim statusom riječnog ekosustava, ali i ukazuju na ranjivost istog na širenje invazivnih stranih biljnih vrsta (Zelnik i sur. 2015, 2020). Očuvana struktura riparijske zone i visoka prirodnost vegetacijskih struktura u pravilu otežavaju njihovu uspostavu i širenje (Zelnik i sur. 2015), stoga ne čudi da više stranih vrsta bilježe narušene i/ili mlađe sastojine te prostorni elementi s većim omjerom opsega prema površini (tj. dužim rubom) (npr. Planty-Tabacchi i sur. 1996, Höfle i sur. 2014, Zelnik i sur. 2020). Ranjivost mlađih (šumskih) sastojina na uspostavu i širenje invazivnih stranih biljnih vrsta, naročito nakon narušavanja stanišnih uvjeta (npr. uslijed visoke vode, sječe), objašnjava se također i pritiskom propagula pionirskih invazivnih stranih vrsta, koji je to veći što su sporne vrste dulje prisutne u obližnjem okolišu, a njihove sjemenke u banci sjemenki u tlu (Höfle i sur. 2014).

Sposobnost rasprostiranja na velike udaljenosti jedna je od ključnih značajki mnogih invazivnih stranih biljnih vrsta. Od iznimne je važnosti prilikom širenja njihovog areala, pri čemu sekundarni vektori nerijetko igraju veliku ulogu (Kowarik i Säumel 2008, Säumel i Kowarik 2013). Među glavnim razlozima zašto se vodeni tokovi i pripadajuće poplavne zone smatraju uspješnim koridorima širenja invazivnih stranih biljnih vrsta ističu se njihov longitudinalni karakter te prijenos biljnog materijala i sjemenki (1) iz uzvodnih dijelova toka nizvodno; te lateralno uslijed prolaska visokih voda, pri čemu (2) dio sjemenki iz riparijske zone dopijeva u okolna kopnena staništa, ali i (3) propagule iz obližnjih kopnenih staništa dopijevaju u vodotok (npr. Richardson i sur. 2007, Catford i Jansson 2014, Zelnik i sur. 2015). Pritom, naravno, (reprodukcijaska) fenologija vrste mora biti usklađena s razdobljem visokih voda (Tickner i sur. 2001,

Catford i Jansson 2014). Primjerice, (1) propagule stižu do povoljnih staništa upravo zahvaljujući poplavama; (2) vrsta otpušta sjemenke ili se vegetativno ubrzano širi u novonastala povoljna staništa nakon prolaska poplavnih voda; ili (3) prolaz poplavne vode služi kao okidač za nicanje sjemenki, prethodno pohranjenih u banku sjemenki u tlu (Catford i Jansson 2014). Kako se za isti prostor bore i native i invazivne strane biljne vrste, sama uspješnost širenja invazivnih vrsta ovisit će o sposobnosti biljke da kolonizira novo stanište te da nadjača native vrste.

Svojevrсна specifičnost poplavne (riparijske) zone jest mogućnost širenja propagula hidrohorijom (plutanjem, u struji vode ili duž dna vodenog toka). Prevlast hidrohorije nije dobro istražena i pretpostavlja se da varira među biogeografskim regijama, no relativno velik udio riparijskih vrsta se rasprostire hidrohorijom (Catford i Jansson 2014) te ista predstavlja najjednostavnije objašnjenje uzoraka rasprostranjenosti na prostoru riječnih koridora (Burkart 2001). Smatra se da hidrohorija nudi niz prednosti: (1) omogućuje propagulama (naročito plutajućima) prelazak većih udaljenosti u odnosu na druge vektore; (2) udaljenost koju propagule mogu preći uglavnom ne ovisi o njihovoj težini, a teže propagule imaju veću vjerojatnost preživljavanja; (3) uronjenost u vodeni medij sprečava isušivanje i time produljuje vijabilnost vegetativnih propagula; (4) mreža vodenih tokova u pravilu povećava vjerojatnost da propagule stignu na povoljnu lokaciju; te (5) kontakt s vodom često predstavlja fenološki poticaj, odnosno prekida u umjerenim klimama dormanciju sjemenki u proljeće i potiče dormanciju u jesen (Catford i Jansson 2014).

Istovremeno, hidrohorija nerijetko predstavlja sekundarni mehanizam rasprostiranja te ga uspješno koriste i vrste koje nisu evoluirale u poplavnoj zoni (Kowarik i Säumel 2008). S jedne strane, propagule u pravilu prvo padnu na tlo pa tek onda bivaju odnesene poplavnim valom. S druge, značajke koje pojedinim vrstama omogućuju hidrohoriju, razvijene su evolucijom iz drugih razloga - npr. za potrebe anemohorije ili zoohorije (npr. Säumel i Kowarik 2013, Catford i Jansson 2014). Säumel i Kowarik (2013) ističu da su udaljenosti koje propagule pojedinih drvenastih vrsta pređu plutajući katkad i nekoliko puta dalje, no što bi prešle tipičnim transportom vjetrom. Stoga ne čudi da invazivne strane biljne vrste poplavne zone karakterizira korištenje većeg broja vektora za širenje njihovih propagula, no što je za one drugih ekosustava (Catford i Jansson 2014).

Raznolikost i brojnost stranih biljnih vrsta u poplavnim područjima širom svijeta su se povećale (Richardson i sur. 2007), a njihovo nekontrolirano širenje svakako je jedna od najznačajnijih promjena u europskim poplavnim staništima posljednjih desetljeća (Pattison i sur. 2017). Vrsta i jačina utjecaja pojedine invazivne strane biljne vrste ovisit će o sličnostima i razlikama s nativnom vrstom koju „zamjenjuje“ (Tickner i sur. 2001), pri čemu je nerijetko teško razlučiti jesu li prisutnost i širenje pojedine vrste uzrok promjena u poplavnoj zoni ili su tek posljedica, svojevrsni simptom promjene okolišnih čimbenika i korištenja zemljišta (Richardson i sur. 2007, Pattison i sur. 2017). Ostaje činjenica da poplavna područja nerijetko predstavljaju važna žarišta za naknadno širenje pojedinih invazivnih stranih biljnih vrsta na okolna kopnena staništa, ali i „siguran“ koridor za prolaz njihovih propagula kroz inače nepovoljna staništa (krajobraz). Također, dovodeći do promjene u postojećim staništima mogu pogodovati uspostavi drugih invazivnih vrsta te dovesti do razvoja gustih monodominantnih sastojina (Richardson i sur. 2007). Kako bi se spriječilo nekontrolirano širenje i ublažio njihov negativan utjecaj na vrste i staništa poplavne zone, iznimno je važno dodatno istražiti njihovu interakciju s okolišnim čimbenicima zone.

2.3. Značajke istraživanog područja

2.3.1. Opće značajke rijeke Drave

Izvirući u južnom Tirolu, rijeka Drava protječe Italijom, Austrijom, Slovenijom, Hrvatskom i Mađarskom te kod Aljmaša utječe u Dunav. Hrvatski dio toka iznosi oko 290 km, odnosno oko 41,3% ukupnog toka rijeke (Čanjevac i sur. 2022), te se proteže kroz 5 sjevernohrvatskih županija – Varaždinsku, Međimursku, Koprivničko-križevačku, Virovitičko-podravsku i Osječko-baranjsku županiju. Drava predstavlja jedan od najvećih desnih pritoka rijeke Dunav i jednu od najvažnijih rijeka kontinentalne Hrvatske (Tadić i Brleković 2019).

Prema Köppenovoj klasifikaciji, područje Drave karakterizira Cfbwx” klima, tj. umjereno topla kišna klima karakterizirana (1) srednjom mjesečnom temperaturom višom od -3 °C i nižom od 18 °C; (2) srednjom mjesečnom temperaturom višom od 10 °C tijekom više od četiri mjeseca u godini; (3) srednjom temperaturom najtoplijeg mjeseca u godini nižom od 22 °C; (4) izostankom izrazito suhih mjeseci, pri čemu je mjesec s najmanje oborine u hladnom dijelu godine; te (5) s dva maksimuma u godišnjem hodu oborine

(Gajić – Čapka i Zaninović 2004). Nadalje, samu rijeku Dravu karakterizira alpski snježno-kišni režim, odnosno pojava visokih voda u toplijem dijelu godine, relativno malo osciliranje količina vode tijekom cijele godine te veći utjecaj snježnice u prihrani (Čanjevac 2013). Primarni maksimum javlja se tako u svibnju i lipnju, uslijed otapanja snijega u izvorišnom dijelu, a sekundarni (znatno slabiji) maksimum u listopadu i studenom, uslijed jesenskih kiša, dok se najniže vode javljaju u siječnju i veljači (Baučić-Rossi 1954, Čanjevac 2013).

Petrić (2011) naziva Dravu najhirovitijom panonskom rijekom te ističe da se zbog jake erozije, odnosno nagomilavanja šljunka i pijeska, riječno korito Drave u prošlosti često mijenjalo, čime su nastajale brojne mrtvaje, suha korita te plićine i otoci, nerijetko prolaznog značenja. Istovremeno, uslijed znatne akumulacije materijala u geološkoj sadašnjosti korito Drave je izdignuto iznad okolnog zemljišta (Petrić 2011). Riječni profil Drave na istraživanom području je razmjerno strm te je erozija znatno intenzivnija, no što je nizvodno od Repaša (Feletar 2013). Dostupni podaci ukazuju na rijeku relativno brzog toka i velike mehaničke snage koja erodira obale, ali koja i akumulira materijal u svom koritu (Petrić 2011). Karakteristična nizinska tla mursko-dravskih inundacija rezultat su pedoloških procesa u holocenu, pri čemu prevladavaju močvarno-glejna tla, a zatim slijede aluvijalna i posebna aluvijalna tla branjena od poplava, aluvijalna livadna te levisirana tla (Feletar 2013).

Istovremeno, tok rijeke Drave izmijenjen je nizom regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina. Utjecaj rijeke Drave na stanovništvo, kao i utjecaj stanovništva na rijeku Dravu, moguće je pratiti kroz stoljeća. Petrić (2011) navodi da se na Dravi ispiralo zlato, razvijalo ribarstvo i splavarstvo, te su se podizali mlinovi u kojima se mljelo pšenicu i kukuruz. Drava je služila kao kupalište, izvor građevnog materijala za gradnju tradicionalnih međimurskih hiža, te kao prometnica. Međutim, Drava je redovito plavila, nanoseći pritom (znatnu) štetu usjevima i naseljima, ali i mijenjala tok, čime je uzrokovala izmještanje cesta i građevina, raseljavanje stanovništva te pomicanje granica između Međimurja i Podravine (Petrić i sur. 2019). Zapisi o regulacijskim i zaštitnim radovima na hrvatskom dijelu toka datiraju još s početka 17. stoljeća. U naredna četiri stoljeća radovi se odvijaju na pojedinim dionicama u različitom opsegu, pri čemu se izgradnja hidroenergetskih objekata posebno značajno odrazila na dinamiku toka rijeke. Prve hidroelektrane na Dravi završene su u Austriji 40-ih godina

20. stoljeća, a danas su do ušća rijeke Mure izgrađene 22 hidroelektrane - 11 u Austriji, 8 u Sloveniji i 3 u Hrvatskoj (Petrić i sur. 2019).

Današnji izgled poplavne zone rijeke Drave rezultat je, dakle, višestoljetnog međudjelovanja prirode i čovjeka – dok se uz riječnu obalu protežu odronjene strme obale te izduženi sprudovi i pijesci, poplavne bjelogorične šume i vlažni travnjaci izmjenjuju se s napuštenim koritima i meandrima te poljoprivrednim parcelama i seoskim naseljima (Feletar 2013).

2.3.2. Značajke istraživanog područja (Dubrava Križovljanska - Donja Dubrava)

Područje istraživanja obuhvaća dio poplavne zone rijeke Drave na području Regionalnog parka Mura - Drava. Proteže se od hrvatsko-slovenske granice na zapadu do utoka Mure u Dravu kod Legrada na istoku, pri čemu zahvaća tri županije - prvenstveno Varaždinsku, zatim Međimursku te manjim, zapadnim dijelom Koprivničko-križevačku županiju.

Oko 40% istraživanog područja zauzimaju šumske površine, površinske kopnene vode i močvarna staništa zauzimaju oko 28%, dok mozaici kultiviranih površina (uključujući voćnjake i vinograde) zauzimaju 23% površine predmetnog područja. Preostalih 9% otpada na travnjake (3%), šikare (3%) te izgrađena i industrijska područja (2%) (Bardi i sur. 2016).

U svom pregledu geografsko-demografskih značajki Regionalnog parka Mura-Drava, Feletar (2013) navodi da je poplavno područje od Dubrave Križovljanske do Donje Dubrave znatno izmijenjeno izgradnjom hidroelektrana s pripadajućim akumulacijama i derivacijskim kanalima, ali i da su pojedine prirodne vrijednosti pritom i dalje prisutne (npr. djelomice očuvana stara korita Drave), dok neki novi elementi (npr. akumulacije) također doprinose biološkoj raznolikosti područja.

Zbog izražene biološke raznolikosti i krajobrazne vrijednosti, na prostoru istraživanog područja proglašeno je tijekom posljednjih nekoliko desetljeća nekoliko zaštićenih područja. Pregled zaštićenih područja s pripadajućom kategorijom i godinom zaštite, ciljem zaštite te prostornim položajem i ukupnom površinom dan je u Tablici 2.

Istraživano područje nalazi se također na prostoru ekološke mreže Natura 2000, odnosno na prostoru dva područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS) te dva područja očuvanja značajna za ptice (POP). U Tablici 3. dan je pregled ovih područja ekološke mreže, pri čemu su navedeni njihov prostorni položaj i ukupna površina te pripadajuća ciljna staništa. Pregled ciljnih vrsta po pojedinom području ekološke mreže nalazi se u Prilogu 1.

Tablica 2. Popis zaštićenih područja proglašenih na prostoru istraživanog područja. Izvori podataka: Biportal 2025, JU Priroda 2025, JU Međimurska priroda 2025, JU KKŽ 2025.

Zaštićeno područje (godina zaštite):	Regionalni park Mura-Drava (2011)
Kategorija zaštite:	Regionalni park
Cilj zaštite:	Tok rijeke Mure i rijeke Drave te njihova poplavna područja na području Hrvatske.
Prostorni smještaj i ukupna površina:	Ukupne površine od 87680.52 ha, regionalni park proteže se područjem Međimurske, Varaždinske, Koprivničko-križevačke, Virovitičko-podravske i Osječko-baranjske županije. Istraživano područje u potpunosti obuhvaća dio zaštićenog područja uz rijeku Dravu, na potezu od Dubrave Križovljanske do Donje Dubrave.
Zaštićeno područje (godina zaštite):	Rezervat biosfere „Mura-Drava-Dunav“ (2021)
Kategorija zaštite:	UNESCO Rezervat biosfere
Cilj zaštite:	Prirodne i kulturne vrijednosti regije.
Prostorni smještaj i ukupna površina:	UNESCOV pentalateralni Rezervat biosfere proglašen je između pet država: Hrvatske, Austrije, Slovenije, Mađarske i Srbije. Regionalni park Mura-Drava, uz Park prirode Kopački rit, čini svojevrsnu jezgru rezervata, pri čemu istraživano područje zahvaća hrvatski dio područja uz rijeku Dravu, na potezu od Dubrave Križovljanske do Donje Dubrave.
Zaštićeno područje (godina zaštite):	Park uz dvorac Križovljangrad (1952)
Kategorija zaštite:	Spomenik parkovne arhitekture
Cilj zaštite:	Područje obuhvaća pejzažni perivoj engleskog tipa iz 19. stoljeća, na koji se nadovezuje prirodna autohtona šuma uz dravski rukavac.
Prostorni smještaj i ukupna površina:	Ukupne površine od 22.97 ha, područje se proteže uz staro korito rijeke Drave, a smješteno je uzvodno od Ormoškog jezera, kod Virja Križovljanskog. Zaštićeno područje u potpunosti je obuhvaćeno istraživanim područjem.
Zaštićeno područje (godina zaštite):	Dravska šuma u Varaždinu (2001)
Kategorija zaštite:	Park-šuma
Cilj zaštite:	Riječ je o šumskom području znatne biološke raznolikosti te glavnom, prirodnom izletištu građana Varaždina iz 19. stoljeća.
Prostorni smještaj i ukupna površina:	Ukupne površine od 85.74 ha, područje se nalazi na sjevernom dijelu Varaždina, te graniči s rijekom Dravom na sjeveru. Zaštićeno područje u potpunosti je obuhvaćeno istraživanim područjem.

Tablica 2. Nastavak

Zaštićeno područje (godina zaštite):	Skupina stabala bijelih topola (70) u Dravskoj šumi u Varaždinu (2001)
Kategorija zaštite:	Spomenik prirode (botanički)
Cilj zaštite:	Zaštićeni primjerci bijele topole svrstavaju se među najmarkantnije primjerke vrste u ovom dijelu Hrvatske, a sama skupina predstavlja najveću botaničku vrijednost Dravske park-šume.
Prostorni smještaj i ukupna površina:	Područje je smješteno u jugoistočnom dijelu Dravske park-šume. Ukupna površina iznosi 1.51 ha. Zaštićeno područje u potpunosti je obuhvaćeno istraživanim područjem.
Zaštićeno područje (godina zaštite):	Područje Veliki Pažut (2011)
Kategorija zaštite:	Posebni rezervat (ornitološki)
Cilj zaštite:	Ornitofauna karakteristična za vlažna staništa i rijeke te ornitofauna ugrožena na nacionalnoj i europskoj razini.
Prostorni smještaj i ukupna površina:	Istraživano područje svojim najistočnijim dijelom, u blizini Legrada, zahvaća južni dio ovog zaštićenog područja. Ukupna površina zaštićenog područja iznosi 571 ha.
Zaštićeno područje (godina zaštite):	Rijeka Mura na području Međimurske županije (2001)
Kategorija zaštite:	Značajni krajobraz
Cilj zaštite:	- Specifični krajobrazni sklop koji gradira od prirodnog prostora uz same rijeke prema kulturnom antropogenom krajobrazu u rubnim dijelovima s naseljima; - vlažna staništa – poplavne šume, vlažni travnjaci, mrtvi rukavci, napuštena korita, meandri te sprudovi i strme odronjene obale.
Prostorni smještaj i ukupna površina:	Područje je smješteno između državne granice sa Slovenijom i Mađarskom na sjeveru, državne granice sa Slovenijom na zapadu te županijske granice Međimurske županije s Koprivničko-križevačkom županijom na istoku. Ukupna površina zaštićenog područja iznosi 14437.52 ha. Istraživano područje tek manjim, krajnjim istočnim dijelom zahvaća ovo zaštićeno područje.

Tablica 3. Popis područja ekološke mreže Natura 2000 na prostoru istraživanog područja. Oznake: POVS – područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove, POP - područje očuvanja značajno za ptice. Izvor podataka: Bioportal 2025, Bioportal 2025b.

Dravske akumulacije (POP HR1000013 i POVS HR2001307)	
Prostorni smještaj i ukupna površina:	- Granice ova dva područja ekološke mreže Natura 2000 u potpunosti se preklapaju. Ukupna površina svakog iznosi 9667.31 ha. Protežu se gornjim tokom rijeke Drave, od Dubrave Križovljanske to Donje Dubrave. - Područja su u potpunosti obuhvaćena istraživanim područjem.
Ciljna staništa POVS HR2001307:	91E0* Aluvijalne šume (<i>Alno-Padion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>) 6510 Nizinske košanice (<i>Alopecurus pratensis</i>, <i>Sanguisorba officinalis</i>) 3150 Prirodne eutrofne vode s vegetacijom <i>Hydrocharition</i> ili <i>Magnopotamion</i> 6430 Hidrofilni rubovi visokih zeleni uz rijeke i šume (<i>Convolvulion sepil</i>, <i>Filipendulion</i>, <i>Senecion fluvialis</i>)

Tablica 3. Nastavak

Gornji tok Drave (POP HR1000014 i POVS HR5000014)	
Prostorni smještaj i ukupna površina:	▪ Granice ova dva područja ekološke mreže Natura 2000 u potpunosti se preklapaju. Ukupna površina svakog iznosi 22981.54 ha. Protežu se gornjim tokom rijeke Drave, od Terezinog polja do Donjeg Miholjca. ▪ Područja su u potpunosti obuhvaćena istraživanim područjem na potezu od Dubrave Križovljanske do Donje Dubrave.
Ciljna staništa POVS HR5000014:	▪ 9160 Subatlantske i srednjoeuropske hrastove i hrastovo-grabove šume <i>Carpinion betuli</i> ▪ 3230 Obale planinskih rijeka s <i>Myricaria germanica</i> ▪ 3270 Rijeke s muljevitim obalama obraslim s <i>Chenopodium rubri</i> p.p. i <i>Bidention</i> p.p. ▪ 3150 Prirodne eutrofne vode s vegetacijom <i>Hydrocharition</i> ili <i>Magnopotamion</i> ▪ 91E0* Aluvijalne šume (<i>Alno-Padion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>) ▪ 6510 Nizinske košarice (<i>Alopecurus pratensis</i>, <i>Sanguisorba officinalis</i>) ▪ 91F0 Poplavne miješane šume <i>Quercus robur</i>, <i>Ulmus laevis</i>, <i>Ulmus minor</i>, <i>Fraxinus excelsior</i> ili <i>Fraxinus angustifolia</i> ▪ 3130 Amfibijska staništa <i>Isoeto-Nanojuncetia</i>

Kako je već istaknuto, na istraživanom području prisutan je izražen antropogeni utjecaj. Pavlek i sur. (2022) ističu da je većina geomorfoloških promjena rijeka danas uzrokovana ljudskim djelovanjem (vađenjem sedimenta ili crpljenjem vode, kanaliziranjem i izravnavanjem korita, izgradnjom nasipa i brana, intenzivnom urbanizacijom i dr.), što pak rezultira smanjenjem duljine i širine korita, gubitkom poplavne zone, smanjenom heterogenošću fluvijalnih oblika i procesa, te prekidima u uzdužnom prijenosu vode i sedimenta.

Prvi opsežniji hidrotehnički radovi na području Varaždina i Koprivnice izvedeni su u drugoj polovici 19. stoljeća (Petrić i Obadić 2007). Tijekom dva svjetska rata došlo je do zatišja, da bi se 50-ih godina 20. stoljeća radovi ponovno pokrenuli (Prevedan 2006). Krajem 20. stoljeća izgrađene su na istraživanom području tri niskotlačne derivacijske hidroelektrane (HE), pri čemu je svaka popraćena akumulacijskim jezerom, nasutom i betonskom (pokretnom) branom, dovodnim kanalom, te strojarnicom i odvodnim kanalom. Najzapadnija je HE Varaždin, popraćena Ormoškim jezerom (površina: 2,85 km²), u pogonu od 1975. godine i najjača po instaliranoj snazi. Sljedeća je HE Čakovec, popraćena Varaždinskim jezerom (površina: 10,5 km²) i u pogonu od 1982. godine. Posljednja, najmlađa i najistočnija je HE Dubrava. U pogonu od 1989. godine, HE Dubrava karakterizira najveća akumulacija – Dubravsko jezero površine 16,6 km² (HEP-Proizvodnja 2022, Pavlek i sur. 2022). HEP-Proizvodnja (2022) navodi da su sve tri HE građene kao višenamjenski objekti, tj. u svrhu

proizvodnje električne energije, obrane od poplava, odvodnje i navodnjavanja, te zaštitu od erozivnog djelovanja voda. Njihovom izgradnjom poboljšani su također prometni uvjeti te ostvareni uvjeti za sport i rekreaciju te izletništvo. Istovremeno, izgrađene hidroelektrane i prateći objekti doveli su neizbježno do promjene prirodnih procesa i hidromorfoloških karakteristika toka, što se pak odražava na opstanak pojedinih staništa te biološku raznolikost rijeke i njene poplavne zone (Petrić i Obradić 2007, Feletar 2013, Pavlek i sur. 2022).

U neposrednoj blizini istraživanog područja prostire se niz naselja i urbani centar, Varaždin, te je poplavna zona prožeta infrastrukturnim objektima. Prostorom prolazi niz državnih županijskih i lokalnih cesta, mostova, i produktovođa (dalekovoda i plinovoda), a presijecaju je autocesta A4 i željeznička pruga. Na prostoru istraživanog područja nalazi se također uređaj za pročišćavanje otpadnih voda UPOV Varaždin nekoliko eksploatacijskih polja (EP) građevnog pijeska i šljunka (bivše EP kod Motičnjaka, EP Prodi, EP Trstika, te manjim dijelom EP Galovo; ENVI atlas okoliša 2025).

Standardni obrasci Natura 2000 (tzv. SDF obrasci: SDF HR1000013, SDF HR1000014, SDF HR2001307 i HR5000014) navode također uklanjanje sedimenta, intenzifikaciju poljoprivrede i gnojidbu, krčenje šuma, korištenje štetnih tvari (biocida, hormona i/ili kemikalija), onečišćenje površinskih i podzemnih voda, lov i uznemiravanje ljudskim aktivnostima kao prepoznate prijetnje i pritiske na ciljeve očuvanja prisutnih područja ekološke mreže (Bioportal 2025b).

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Priprema potrebnih podloga za potrebe provedbe terenskog istraživanja

Priprema podloga i odabir ploha za potrebe terenskog istraživanja provedeni su u GIS okruženju (program QGIS 2.14). Za potrebe terenskog istraživanja pripremljene su sljedeće podloge:

- Karta zemljišnog pokrova,
- Karta hemerobije,
- Karta vjerojatnosti poplave.

Kao podloga za izradu karte zemljišnog pokrova i karte hemerobije korištena je „Karta prirodnih i poluprirodnih ne-šumskih kopnenih i slatkovodnih staništa Republike Hrvatske“ (Bardi i sur. 2016), mjerila 1:25000 te najmanje jedinice kartiranja od 1.56 ha. Prilikom izrade novih karata (mjerila 1:5000 i najmanje jedinice kartiranja od 0.05 ha), gdje je bilo potrebno, prostorni raspored ili stanišne klase prilagođene su uz korištenje digitalnih ortofoto (DOF) karata – DOF 2011, DOF 2014/16 i DOF 2017 (DGU 2018-2025). Ovisno o karakteristikama samog stanišnog tipa, dodijeljene stanišne klase na drugoj ili trećoj razini (klasificirane prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa, HAOP 2017) pretvorene su potom u Corine Land Cover (CLC) klase zemljišnog pokrova na prvoj ili drugoj razini.

Za potrebe izrade karte hemerobije, klase zemljišnog pokrova su uz pomoć Walz i Stein (2014) pretvorene u klase hemerobije. Koncept hemerobije razvijen je kao pokazatelj antropogenog utjecaja na floru i vegetaciju tijekom 50-ih godina 20. stoljeća. Tijekom 80-ih godina koncept je proširen kako bi obuhvatio ekosustave kao cjeline, te odražava intenzitet, trajanje i raspon utjecaja na pojedini tip korištenja zemljišta - što je viši stupanj hemerobije, to je veći antropogeni utjecaj na određeni tip zemljišnog pokrova (Walz i Stein 2014). Pritom je za prikaz stupnjeva ljudskog utjecaja korištena njihova skala od 7 stupnjeva:

- 1 – ekosustav je gotovo u potpunosti bez antropogenog utjecaja;
- 2 – slab antropogeni utjecaj na ekosustav;
- 3 – umjeren antropogeni utjecaj na ekosustav;
- 4 – umjeren do jak antropogeni utjecaj na ekosustav;
- 5 – jak antropogeni utjecaj na ekosustav;

- **6** – vrlo jak antropogeni utjecaj na ekosustav;
- **7** – iznimno jak antropogeni utjecaj na ekosustav; biocenoze su uništene.

Kao podloga za izradu karte vjerojatnosti poplave, korištene su Karte opasnosti od poplava (mjerila 1:25000), dobivene u sklopu Kataloga informacija Hrvatskih voda 2017. godine. Karte opasnosti od poplava izrađuju se periodički, sukladno važećoj legislativi, u okviru Plana upravljanja rizicima od poplava. Izrađuju se za područja koja su u Prethodnoj procjeni rizika od poplava određena kao područja s potencijalno značajnim rizicima od poplava te ukazuju na moguće obuhvate tri specifična poplavna scenarija:

- poplave velike vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje približno 25 g.);
- poplave srednje vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje približno 100 g.);
- poplave male vjerojatnosti pojavljivanja (povratno razdoblje približno 1000 g.), a koje uključuju i umjetne poplave, tj. poplave uslijed mogućih rušenja nasipa na većim vodotocima te rušenja visokih brana.

Za potrebe pripreme terenskog istraživanja u obzir su uzeta područja poplavnih scenarija velike i male vjerojatnosti pojavljivanja.

3.2. Odabir ploha, terensko istraživanje i određivanje biljnog materijala

Položaj ploha određen je u GIS okruženju (QGIS 2.14) stratificiranim slučajnim odabirom, kako bi se osigurala reprezentativnost prikupljenih uzoraka s obzirom na odabrane relevantne varijable (zemljišni pokrov, antropogen utjecaj te utjecaj plavljenja). Nakon preklapanja karte zemljišnog pokrova (modificirano prema Bardi i sur. 2016), karte hemerobije (vlastita izrada; koristeći klasifikaciju od Walz i Stein 2014) te karte vjerojatnosti poplave (modificirano prema podacima dobivenim iz Kataloga informacija Hrvatskih voda 2017. godine) određeni su stratumi, a unutar svakog od njih nasumičnim odabirom određen je položaj 5 privremenih ploha. Uzorkovane plohe kružnog su oblika i polumjera $r = 12,7 \text{ m}$ (površine $506,5 \text{ m}^2$), čime je osigurana minimalna veličina plohe prikladna za istraživanje šumskih zajednica (Topić i sur. 2006). Ukupno je prepoznato 22 stratumata te je izdvojeno 110 ploha za uzorkovanje.

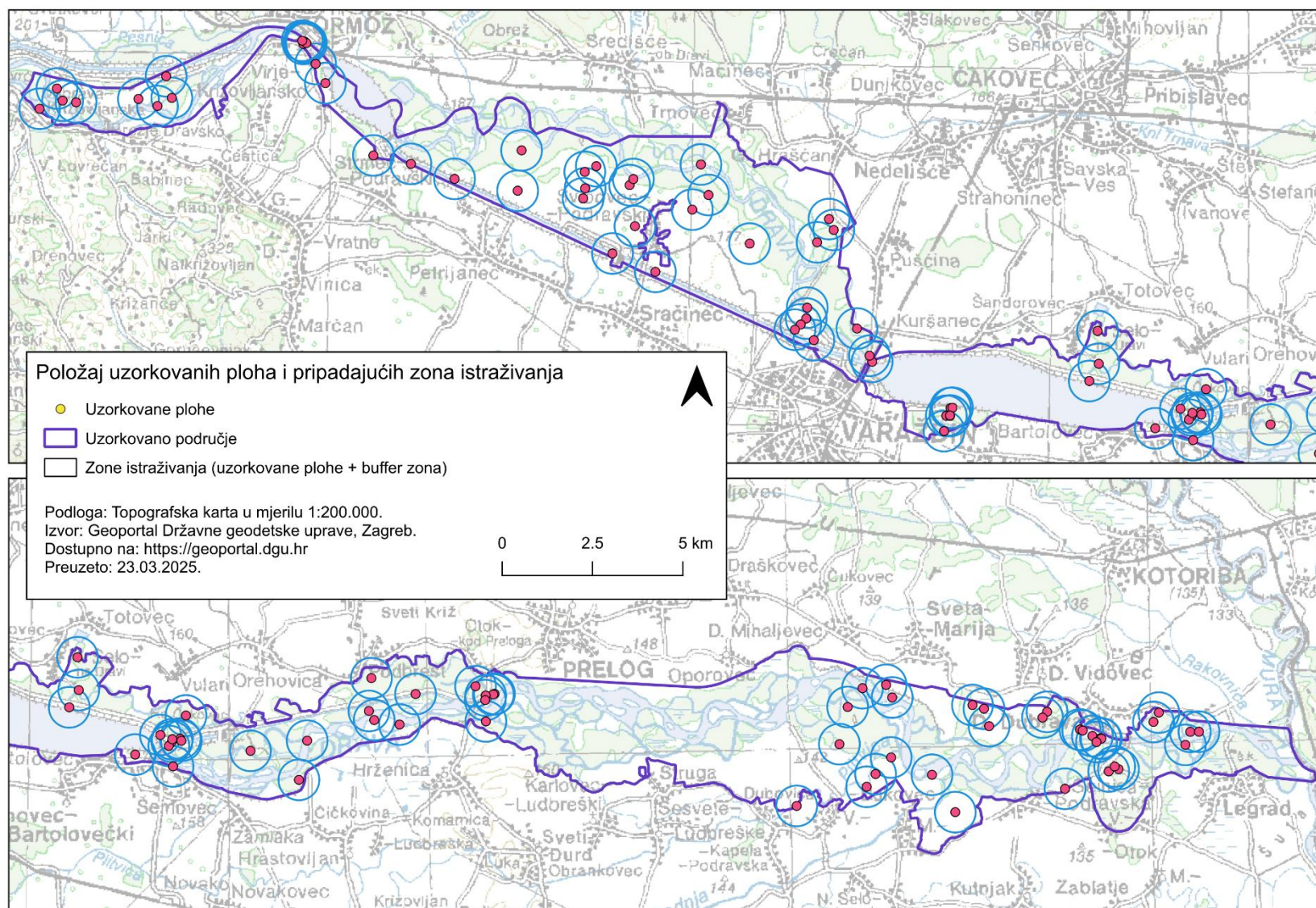
Dopuštenje za provedbu znanstvenog istraživanja dobiveno je od strane nadležnih upravnih odjela u Međimurskoj (KLASA: UP/I-612-07/18-03/18, URBROJ: 2109/1-09-3/01-18-04), Varaždinskoj (KLASA: UP-I-612-07/18-01/14, URBROJ: 2186/1-06/6-18-4) i Koprivničko-križevačkoj županiji (KLASA: UP/I-612-07/18-01/22, URBROJ: 2137/1-05/05-18-3). Terensko istraživanje provedeno je u kolovozu 2018. godine. Kolovoz je izabran kao period u kojem se najveći broj očekivanih IAP nalazi u reproduktivnoj fazi.

Na svakoj plohi (Slika 2.) uzete su koordinate centroida plohe GNSS uređajem (Garmin GPSMAP 64s) te su uzete fotografije u pravcu četiri glavne strane svijeta. Istraživanje je provedeno direktnim opažanjem – u prethodno pripremljen terenski obrazac bilježene su koordinate i karakteristike samog lokaliteta te sve prisutne IAP, pri čemu je procijenjena njihova pokrovnost upotrebom DAFOR ljestvice (prema Kent 2012), gdje:

- **D** (eng. *dominant*) predstavlja dominantne svojte na plohi istraživanja,
- **A** (eng. *abundant*) brojne,
- **F** (eng. *frequent*) česte,
- **O** (eng. *occasional*) povremene, te
- **R** (eng. *rare*) rijetke svojte.

Pregled uzorkovanih ploha, sa zabilježenim IAP i pripadajućim DAFOR vrijednostima dan je u Prilogu 2.

IAP su najvećim dijelom određene na terenu - herbarizirane su i naknadno određivane samo one svojte koje su zahtijevale konzultaciju dodatne literature i/ili uporabu lupe. Prikupljeni materijal određivan je u prostorijama tvrtke Geonatura d.o.o. Determinacijski ključevi korišteni prilikom određivanja biljnih svojti su: Pignatti (1982), Rothmaler (1987), Javorka i Csapody (1991), Domac (2002), Martinčić i sur. (2007), Jäger i sur. (2017) te su konzultirani Nikolić i sur. 2014, Vuković i sur. 2019. Nomenklatura IAP usklađena je s Flora Croatica Database (u nastavku: FCD; Nikolić ur. 2024-2025).



Slika 2. Položaj uzorkovanih ploha i pripadajućih zona istraživanja.

3.3. Obrada prikupljenih podataka

3.3.1. Analiza značajki utvrđenih IAP

U sklopu analize značajki utvrđenih IAP, metodama deskriptivne statistike istražen je sastav invazivnih stranih biljnih vrsta istraživanog područja te pripadnost sistematskim kategorijama, životnim oblicima, ekološkim strategijama i načinu rasprostranjivanja. Analiza prikupljenih podataka provedena je pomoću programa Microsoft Excel (Microsoft 365) i R (v. 4.4.1). Popis zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti te pregled njihovih značajki nalazi se u Prilogu 3.

Pripadnost **sistematskim kategorijama** preuzeta je iz baze FCD (Nikolić ur. 2024-2025). Kao izvor ostalih podataka korišteni su FCD (Nikolić ur. 2024-2025), Vuković i sur. 2014, FloraWeb (2024) te Nikolić i sur. 2014.

Prilikom analize **životnih oblika** korištena je klasifikacija danskog botaničara C.C. Raunkiaera koji je 1934. godine klasificirao biljne vrste s obzirom na prilagodbe koje su razvile za preživljavanje nepovoljnog, hladnog ili sušnog razdoblja, a samu klasifikaciju je temeljio na položaju i zaštiti pupova koji su odgovorni za obnovu biljke nakon nepovoljnih razdoblja (Midolo i sur. 2024). Spektar životnih oblika flore nekog područja ukazuje stoga na ekološke, prvenstveno klimatske uvjete i karakteristike tog područja. Uz svaku svojtu u popisu zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti navedena je kratica pripadajućeg životnog oblika:

- **P** – Fanerofiti: obuhvaćaju drvenaste ili grmolike biljne vrste, uključujući i penjačice i puzavice, kojima se pupovi za obnovu nalaze na visini većoj od 25 cm iznad tla, pri čemu pupove štite samo ovojni listići.
- **H** – Hemikriptofiti: podrazumijevaju zeljaste trajnice s pupovima za obnovu u razini tla, koji su također često zaštićeni prizemnim rozetama, busenovima, samim tlom, suhim lišćem i/ili snijegom.
- **G** – Geofiti: zeljaste biljne vrste koje nepovoljno razdoblje preživljavaju u tlu u obliku podanka, lukovice, korijena ili gomolja.
- **T** – Terofiti: obuhvaćaju jednogodišnje biljne vrste koje nepovoljno razdoblje preživljavaju u obliku sjemenki.

Podaci o životnom obliku pojedine svojte preuzeti su iz Flora Croatica Database (Nikolić ur. 2024-2025).

U svom radu 1977. godine britanski ekolog J. P. Grime predstavio je tzv. **CSR klasifikaciju**, odnosno tri strategije koje biljne vrste koriste kao odgovor na vanjske čimbenike koji ograničavaju rast biljne biomase u pojedinom staništu. Grime (1977) je razlikovao dva glavna čimbenika:

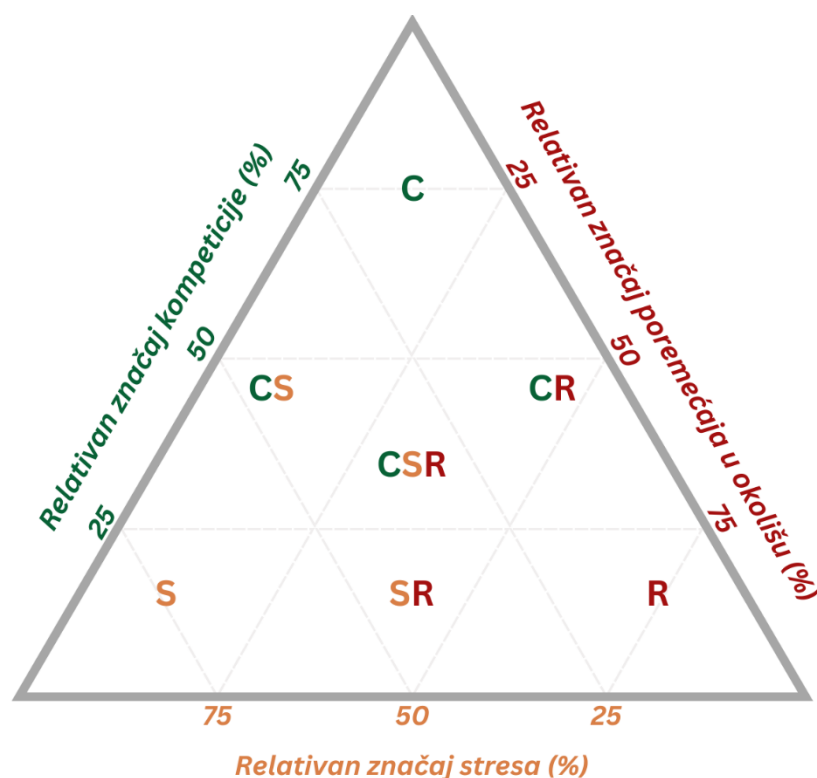
- stres – ekološki čimbenici u okolišu koji ograničavaju povećanje biljne biomase (npr. nedostatak vode, svjetla ili hranjivih tvari, neprikladna temperatura, visok salinitet i sl.);
- narušavanje stanišnih uvjeta u okolišu (tzv. „poremećaj“, eng. *disturbance*) – pojave u okolišu koje djelomično ili potpuno uništavaju biljnu biomasu (npr. kroz aktivnost patogena, biljojeda ili čovjeka, odnosno kroz djelovanje prirodnih pojava poput jakog vjetrova, mraza, poplava, erozije tla, požara i sl.).

Sukladno CSR teoriji, biljne vrste ne uspijevaju u okolišu u kojem vladaju uvjeti izrazitog stresa i poremećaja, no mogu se prilagoditi staništima na kojima stres i poremećaji izostaju, te staništima s visokim intenzitetom ili stresa ili poremećaja. Pritom biljne vrste razvijaju prilagodbe koje povećavaju njihovu kompetitivnu sposobnost, odnosno sposobnost toleriranja stresa ili preživljavanja poremećaja, te je moguće razlikovati tri glavne klase, a opisani su i međutipovi.

Uz svaku svojtu u popisu zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti navedena je kratica pripadajuće ekološke strategije, odnosno njihovih kombinacija (međutipovi):

- **C** – kompetitori: biljne vrste koje se vežu uz uvjete niskog intenziteta stresa i poremećaja,
- **S** - biljne vrste otporne na stres: biljne vrste koje se vežu uz uvjete visokog intenziteta stresa i niskog intenziteta poremećaja,
- **R** - ruderalne biljne vrste: biljne vrste koje se vežu uz uvjete niskog intenziteta stresa i visokog intenziteta poremećaja.

Istovremeno, bitno je naglasiti da tri strategije opisuju tri ekstrema te je moguć čitav niz među-kategorija, koje se najčešće prikazuju tzv. „CSR trokutom“ (Grime 1977; Slika 3.).



Slika 3. Model tzv. CSR trokuta koji objašnjava različite odnose između kompeticije, stresa i poremećaja u okolišu (vegetaciji) te relativan položaj primarnih i sekundarnih strategija. Prilagođeno prema Grime 1977.

Podaci o pripadajućim strategijama svojti preuzeti su iz Vuković i sur. (2014). Iznimka je vrsta *Amaranthus hybridus* L., gdje je podatak preuzet iz FloraWeb (2024). Po dvije ekološke strategije navedene su za vrste *Parthenocissus quinquefolia* (C/SC) i *Galinsoga ciliata* (R/CR). Obje strategije uzete su u obzir prilikom analize zastupljenosti ekoloških strategija u invazivnoj flori istraživanog područja.

Dodatno, kako bi se u daljnjim analizama utvrdio značaj CSR strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta, a uzimajući u obzir prisutnost različitih klasa utvrđenih na istraživanom području, CSR strategije su pretvorene u vrijednosti „C“, „S“ i „R“, u skladu sa shemom prikazanom u Tablici 4. (*sensu* Vuković 2015).

Tablica 4. Prikaz sheme korištene prilikom pretvaranja utvrđenih CSR strategija u „C“, „S“ i „R“ vrijednosti.

	CS	C	CR	R
C (sposobnost kompeticije)	0.5	1	0.5	-
S (sposobnost toleriranja stresa)	0.5	-	-	-
R (sposobnost toleriranja poremećaja)	-	-	0.5	1

Rasprostranjivanje (disperzija) biljne vrste odvija se tzv. propagulama – vegetativnim i generativnim disperzijskim jedinicama biljke. Kako opstanak biljne vrste na nekom području, mogući razvoj u optimalnijim ekološkim uvjetima te naseljavanje novih područja ovisi upravo o uspješnosti prijenosa propagula s mjesta njihova nastanka na neko novo, više ili manje udaljeno mjesto (Nikolić 2017), poznavanje načina rasprostranjivanja IAP bitno je za sprečavanje njihovog slučajnog unosa, ali i za upravljanje već unesenim vrstama kroz odabir prikladne strategije za suzbijanje širenja vrste u novom okolišu. Istovremeno, bitno je naglasiti da biljne vrste često koriste više vektora za širenje svojih propagula te pojedina istraživanja pokazuju da se oko 40% biljaka može smatrati diplohornima (istodobno koriste dva vektora) ili polihornima (istodobno koriste više vektora) (Nikolić 2017).

U kontekstu ovog istraživanja, pojmom su prvenstveno obuhvaćene generativne propagule poput sjemenki i plodova, ali i vegetativni dijelovi sporofitske biljke. Pritom su, u skladu s Nikolić (2017), razlikovani sljedeći abiotski i biotski vektori (prenosioci propagula; korištene kratice navedene su u zagradi):

- Abiotski vektori
 - Anemohorija (**Ae**) – prijenos propagula vjetrom;
 - Hidrohorija (**Hi**) – prijenos propagula vodom.
- Biotski vektori
 - Zoohorija (**Zo**) - prijenos propagula životinjama;
 - Antropohorija (**At**) - prijenos propagula ljudima.
- Autohorija (**Au**) – propagule se prenose aktivnošću same biljke, bez izvanjskih utjecaja.

Podaci o pripadajućim načinima rasprostranjivanja svojti preuzeti su iz FCD (Nikolić ur. 2024-2025), Nikolić i sur. 2014 i FloraWeb (2024).

3.3.2. Priprema zavisnih i nezavisnih varijabli

Značajke lokacije (plohe) na kojoj je određena invazivna strana biljna svojta utvrđena, utjecat će na opstanak jedinki (populacije) te svoje na samom lokalitetu. Istovremeno, krajobrazne značajke te korištenje šireg (okolnog) područja utjecat će na priljev i pritisak njenih propagula te povezanost povoljnih staništa, čime mogu znatno utjecati na uspješnost njene trajne uspostave i daljnjeg širenja, odnosno rasprostranjenost iste na određenom prostoru. Kako bismo adekvatno sagledali okolišne značajke šireg prostora koje bi mogle imati utjecaj na rasprostranjenost invazivnih stranih biljnih svojti u poplavnoj zoni rijeke Drave, zavisne varijable promatrane su na razini pojedine istraživane plohe, dok su nezavisne varijable promatrane na razini šire zone. Stoga je oko svake plohe istraživanja definirana zona (buffer) kružnog oblika i polumjera $r = 564,2$ m (ukupne površine 1 km^2) u svrhu istraživanja povezanosti zavisnih i nezavisnih varijabli (v. Slika 2.).

Ukupno je sagledano 47 zavisnih i 12 nezavisnih varijabli, pri čemu je za sve varijable veličina uzorka $N = 107$. U nastavku je dan pregled odabranih varijabli te metodologija njihovog izračuna (Tablica 5. i Tablica 6.). Kako bi se smanjio broj zavisnih varijabli prilikom razvoja regresijskog modela, ali i dobila šira slika te omogućilo lakše tumačenje dobivenih rezultata, na razini pojedine plohe definirane su i tzv. „grupirane“ zavisne varijable (DAFOR.sum – Zo; Tablica 5.). Sve grupirane varijable temelje se na pokrovnosti 29 zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti.

Priprema zavisnih i nezavisnih varijabli provedena je istodobno s provedbom univarijatne statističke analize (korelacijske matrice, Poglavlje 3.3.3.). Dobivene korelacijske matrice omogućile su (1) promatranje posebnih odnosa između zavisnih varijabli u kontekstu strukture poplavne zone, heterogenosti i fragmentiranost staništa, prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta, antropogenog pritiska i potencijalnih puteva širenja; te time (2) svojevrsnu provjeru prikladnosti nezavisnih varijabli.

S izuzetkom vrste *Solidago gigantea* Aiton, pokrovnost pojedinačnih svojti nije korištena u multivarijatnim analizama.

Tablica 5. Pregled pojedinačnih i grupiranih zavisnih varijabli te metodologija njihovog izračuna.

Zavisne varijable		
Kratica	Varijabla	Bilješka (metodologija izračuna)
-	Pokrovnost zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti na istraživanim plohama*	Podrazumijeva 29 zavisnih varijabli – pokrovnost svake zabilježene svojte predstavlja zasebnu zavisnu varijablu. Vrijednost je utvrđena tijekom terenskog istraživanja, upotrebom DAFOR ljestvice (prema Kent 2012), pri čemu je svaka klasa za potrebe analize pretvorena u numeričku vrijednost: D = 5, A = 4, F = 3, O = 2, R = 1, vrsta nije zabilježena = 0.
DAFOR.sum	Ukupna pokrovnost zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti po pojedinoj plohi	Zbroj pokrovnosti svih zabilježenih svojti na pojedinoj plohi, izračunat pomoću programa Microsoft Excel.
SHI	Raznolikost zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti po pojedinoj plohi	Shannon - Wiener indeks raznolikosti zabilježenih IAP izračunat je pomoću programa R (v 4.5.0, paketi 'xlsx', 'base', 'tidyr', 'utils', 'vegan') na temelju pokrovnosti zabilježenih svojti.
CR.orig	Pokrovnost svojti CR strategije	Vrijednost pokrovnosti pojedine značajke od interesa (pojedinih životnog oblika, ekološke strategije ili načina rasprostranjivanja) za svaku plohu dobivena je zbrojem svojti koje posjeduju značajku, uz korekciju za pokrovnost tih svojti. Izračun je proveden pomoću programa R (v 4.5.0, paketi 'xlsx', 'base', 'tidyr', 'dplyr').
C.orig	Pokrovnost svojti C strategije	
SC.orig	Pokrovnost svojti SC strategije	
R.orig	Pokrovnost svojti R strategije	
C	Pokrovnost izdvojene C vrijednosti	
S	Pokrovnost izdvojene S vrijednosti	
R	Pokrovnost izdvojene R vrijednosti	
T	Pokrovnost terofita	
H	Pokrovnost hemikriptofita	
P	Pokrovnost fanerofita	
G	Pokrovnost geofita	
Ae	Pokrovnost anemohornih vrsta	
At	Pokrovnost antropohotnih vrsta	
Au	Pokrovnost autohornih vrsta	
HI	Pokrovnost hidrohornih vrsta	
Zo	Pokrovnost zoohornih vrsta	

* kratica pojedine invazivne strane biljne svojte navedena je u Prilogu 3

Tablica 6. Pregled odabranih nezavisnih varijabli te metodologija njihovog izračuna.

Nezavisne varijable				
Kratica	Varijabla	Bilješka (metodologija izračuna)	Izvor podataka	Korišteni programi
VP	Vjerojatnost poplave	Svakoj vjerojatnosti pojavljivanja poplave u pojedinoj zoni pridružena je sljedeća numerička vrijednost: 10 = velika vjerojatnost, 3 = srednja vjerojatnost, 1 = mala vjerojatnost pojavljivanja poplave, 0 = ne očekuje se poplava.	Modificirano prema podacima dobivenim iz Kataloga informacija Hrvatskih voda 2024. godine (Prilog 5). Objašnjenje tri specifična poplavna scenarija dano je u poglavlju 3.1. <i>Priprema potrebnih podloga za potrebe provedbe terenskog istraživanja.</i>	Podloge su pripremljene u QGIS okruženju (v. 3.34.9), dok je konačni izračun proveden pomoću programa R (v 4.5.0, paketi 'foreign', 'dplyr', 'xlsx').
UKVO	Ukupna duljina vodnog toka	Zbroj duljina stalnih i povremenih vodenih tokova u pojedinoj zoni, neovisno o tome je li riječ o prirodnim tokovima ili antropogeno stvorenim kanalima.	Karta zemljišnog pokrova (poglavlje 3.1. <i>Priprema potrebnih podloga za potrebe provedbe terenskog istraživanja</i>), dorađena po završetku terenskog istraživanja (Prilog 4).	Podloge su pripremljene u QGIS okruženju (v. 3.34.9, uključuje plug-in BecaGIS Tools), konačni izračun proveden je pomoću programa R (v 4.5.0, paketi 'xlsx', 'dplyr').
UKAK	Ukupna duljina akumulacije	Ukupna duljina akumulacijskog jezera u pojedinoj zoni.		
UKOB	Ukupna duljina obaloutvrda	Ukupna duljina obaloutvrda u pojedinoj zoni.	Modificirano prema podacima dobivenim iz Kataloga informacija Hrvatskih voda 2024. godine (Prilog 5).	
UKNA	Ukupna duljina nasipa	Ukupna duljina nasipa u pojedinoj zoni.	Karta zemljišnog pokrova (poglavlje 3.1. <i>Priprema potrebnih podloga za potrebe provedbe terenskog istraživanja</i>), dorađena po završetku terenskog istraživanja te usklađena s podacima dobivenim iz Kataloga informacija Hrvatskih voda 2024. godine (Prilog 4).	
UKPR	Ukupna duljina prometne infrastrukture	Ukupna duljina cestovne i željezničke infrastrukture izvan neprirodnih površina, pri čemu su izdvajane samo prometnice šire od 5 m.		
UKPO	Ukupna duljina prometnica	Ukupna duljina prometnica u pojedinoj zoni, neovisno o njihovom smještaju ili širini.	Geofabrik 2024 (Prilog 4).	

Tablica 6. Nastavak

Nezavisne varijable				
Kratika	Varijabla	Bilješka (metodologija izračuna)	Izvor podataka	Korišteni programi
UP	Udio umjetnih površina	Udio umjetnih površina u ukupnoj površini zone, pri čemu su obuhvaćena naseljena područja i vikend naselja, otvorene športsko rekreacijske površine, ostale urbane površine, industrijska područja te površinski kopovi.	Karta zemljišnog pokrova (poglavlje 3.1. <i>Priprema potrebnih podloga za potrebe provedbe terenskog istraživanja</i>), dorađena po završetku terenskog istraživanja (Prilog 4).	Priprema podloga i konačni izračun provedeni su u QGIS okruženju (v. 3.34.9).
M	Indeks hemerobije	Indeks hemerobije (prema Walz i Stein 2014; <i>simple area-weighted hemeroby index</i>). Vrijednost indeksa za pojedinu zonu odgovara ukupnom zbroju vrijednosti pojedinog stupnja hemerobije (2 - 7), korigiranog za udio u ukupnoj površini zone.		Podloge su pripremljene u QGIS okruženju (v. 3.34.9), konačni izračun proveden je pomoću programa R (v 4.5.0, paketi 'foreign', 'dplyr', 'xlsx').
SWI	Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa	Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa pojedine zone.		Podloge su pripremljene u QGIS okruženju (v. 3.34.9), konačni izračun proveden je pomoću programa R (v 4.5.0, paketi, 'xlsx', 'dplyr', 'tidyr', 'utils', 'vegan').
BP	Broj poligona staništa	Ukupan broj svih poligona staništa u pojedinoj zoni.		Podloge su pripremljene u QGIS okruženju (v. 3.34.9), konačni izračun proveden je pomoću programa R (v 4.5.0, paketi 'xlsx', 'dplyr').
TE	Ukupan rub	Suma opsega svih poligona staništa prisutnih u pojedinoj zoni.		

3.3.3. Analiza univarijatne korelacije odabranih zavisnih i nezavisnih varijabli

Za potrebe analize korelacije odabranih zavisnih i nezavisnih varijabli korišten je Pearsonov koeficijent linearne korelacije (r). Navedeni koeficijent mjeri jakost i smjer linearne korelacije, odnosno vjerojatnost da vrijednosti jedne statističke varijable odgovara određena vrijednost druge pri izravnoj ili recipročnoj razmjernosti (Hrvatska enciklopedija 2013-2025). Pritom, ako porastu jedne varijable odgovara porast druge, korelacija je pozitivna ($0 < r < 1$), dok u slučaju negativne korelacije ($-1 < r < 0$), porast jedne varijable prati smanjenje druge.

U svim unakrsnim univarijatnim korelacijama veličina uzorka $N = 107$, što podrazumijeva značajni koeficijent korelacije u iznosu od 0.190 pri vjerojatnosnoj razini $p = 0.05$, tj. u iznosu od 0.248 pri vjerojatnosnoj razini $p = 0.01$. Nezavisno od toga, radi lakše interpretacije dobivenih rezultata, korištena je također sljedeća kvalitativna interpretacija, a koja ne uzima u obzir veličinu uzorka (Hrvatska enciklopedija 2013-2025):

Vrijednost	Objašnjenje
$r = -1.00$	potpuna negativna korelacija
$-1.00 < r < -0.75$	vrlo dobra do izvrsna i negativna korelacija
$-0.75 < r < -0.50$	umjerena i negativna korelacija
$-0.50 < r < -0.25$	slaba i negativna korelacija
$-0.25 < r < 0.00$	neznatna i negativna korelacija
$r = 0.00$	nema korelacije
$0.00 < r < 0.25$	neznatna i pozitivna korelacija
$0.25 < r < 0.50$	slaba i pozitivna korelacija
$0.50 < r < 0.75$	umjerena i pozitivna korelacija
$0.75 < r < 1.00$	vrlo dobra do izvrsna i pozitivna korelacija
$r = 1.00$	potpuna pozitivna korelacija

Analiza korelacije između odabranih zavisnih i nezavisnih varijabli provedena je pomoću programa Microsoft Excel i R (v. 4.5.0, paketi 'stats' i 'psych').

3.3.4. Regresijska analiza

U svrhu analize značaja CSR strategija i utjecaja okolišnih čimbenika u kontekstu rasprostranjenost IAP, te utjecaja okolišnih čimbenika na način rasprostranjivanja IAP i njihove potencijalne puteve širenja, izrađeni su višestruki linearni regresijski modeli (metodom „Generalized linear modelling (GLM)“, Nelder i Wedderburn 1972, McCullagh i Nelder 1989) za svaku zavisnu varijablu, pri čemu su kao potencijalni okolišni prediktori korištene prethodno definirane nezavisne varijable. Za svaku kombinaciju zavisne i nezavisnih varijabli izrađena su ukupno četiri regresijska modela pomoću softverskog paketa Statistica (verzija 14.2.0.18):

1. sa svim linearnim članovima (nezavisnim procjeniteljima) bez optimizacije (smanjena broja tih članova),
2. sa svim linearnim članovima uz optimizaciju „Backward Stepwise“,
3. sa svim linearnim i kvadratnim članovima bez optimizacije i
4. sa svim linearnim i kvadratnim članovima uz optimizaciju „Backward Stepwise“.

Značaj ekoloških strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta

U svrhu analize značaja CSR strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta, kao zavisne varijable korištene su pokrovnosti pojedinih ekoloških strategija zabilježenih svojiti te izdvojenih C, S i R vrijednosti. Kao nezavisne varijable korišteni su podaci o prirodnom narušavanju stanišnih uvjeta, heterogenosti i fragmentiranosti staništa te antropogeno uvjetovanom narušavanju stanišnih uvjeta. U kontekstu prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta, korišteni su podaci o vjerojatnosti poplave, ali i ukupnoj duljini vodotoka, akumulacije, obaloutvrda i nasipa. Pritom vjerojatnost poplave i ukupna duljina vodotoka ukazuju na mogućnost prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta, dok ukupna duljina obaloutvrda i nasipa ukazuju na izostanak te mogućnosti. U slučaju ukupne duljine akumulacije, situacija je nešto složenija – dok je na prostoru akumulacijskog jezera moguće narušavanje stanišnih uvjeta uslijed prolaska poplavnog vala, riječ je o umjetnoj strukturi utvrđenoj nasipima. Stoga ukupna duljina akumulacije vjerojatno prije ukazuje na izostanak prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta. Kao pokazatelji heterogenosti i fragmentiranosti staništa korišteni su Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa, broj poligona i ukupni rub, dok su kao pokazatelji antropogeno uvjetovanog narušavanja stanišnih uvjeta korišteni ukupna

duljina prometne infrastrukture izvan umjetnih površina, te prometnica općenito, udio umjetnih površina i indeks hemerobije.

Povezanost rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta i okolišnih čimbenika

U svrhu istraživanja povezanosti rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta i okolišnih čimbenika, kao zavisne varijable korišteni su podaci o pokrovnosti odabrane invazivne vrste (*S. gigantea*), ukupnoj pokrovnosti i raznolikosti invazivnih stranih biljnih svojti te pokrovnosti životnih oblika zabilježenih svojti. Vrsta *S. gigantea* odabrana je zbog visoke frekvencije – pojavljuje se na 80 istraživanih ploha (gotovo 75%), u svih pet tipova staništa zabilježenih na terenu, čime predstavlja prikladnu vrstu za istraživanje utjecaja različitih okolišnih čimbenika. Kao nezavisne varijable korišteni su podaci o strukturi poplavne zone, heterogenosti i fragmentiranosti staništa te antropogenom pritisku. Pritom podaci o vjerojatnosti poplave te ukupnoj duljini vodotoka, akumulacije, obaloutvrda i nasipa ukazuju na strukturu poplavne zone. Kao pokazatelji heterogenosti i fragmentiranosti staništa korišteni su Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa, broj poligona i ukupni rub, dok su podaci o ukupnoj duljini prometne infrastrukture izvan umjetnih površina, te prometnica općenito, udio umjetnih površina i indeks hemerobije korišteni kao pokazatelji antropogenog pritiska.

Odnos između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih vrsta i njihovih potencijalnih puteva širenja

U svrhu analize odnosa između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih vrsta i njihovih potencijalnih puteva širenja, kao zavisne varijable korišteni su podaci o pokrovnosti pojedinog načina rasprostranjivanja zabilježenih svojti. Kao nezavisne varijable korišteni su podaci o heterogenosti i fragmentiranosti staništa te potencijalnim putevima širenja. Kao pokazatelji heterogenosti i fragmentiranosti staništa korišteni su Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa, broj poligona i ukupni rub. Kao pokazatelji potencijalnih puteva širenja korišteni podaci o vjerojatnosti poplave te ukupnoj duljini vodotoka, akumulacije, nasipa, prometne infrastrukture izvan umjetnih površina te prometnica općenito. Uzimajući u obzir vektore širenja invazivnih vrsta, kao pokazatelji su također zadržani udio umjetnih površina i indeks hemerobije. S obzirom da potencijalno predstavlja ograničavajući čimbenik lateralnom širenju vrsta, ukupna duljina obaloutvrda također je zadržana u analizi.

4. REZULTATI

Ukupno je uzorkovano 107 od planiranih 110 ploha (v. Slika 2., Tablica 7.). Plohe T071, T073, T074 nasumičnim su odabirom smještene na području šljunčare u privatnom vlasništvu. Vlasnik šljunčare je kontaktiran, no dopuštenje za uzorkovanje na lokaciji je uskraćeno. S obzirom na specifičnost lokacije, plohe nije bilo moguće prikladno izmjestiti te su u konačnici izuzete iz istraživanja.

Tablica 7. Oznake i opis stratuma utvrđenih prilikom pripreme terenskog istraživanja te oznake ploha uzorkovanih na području pojedinog stratuma. Oznake stratuma dodjeljivane su prema sljedećem obrascu: *[klasa zemljišnog pokrova] – [stupanj hemerobije] – [vjerojatnost poplave]*.

Oznaka stratuma	Opis stratuma	Uzorkovane plohe
[1.]-[4]-[M]	Umjetne površine karakterizirane umjerenim do jakim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavlivanja	T010, T011, T012, T013, T014
[1.]-[4]-[V]	Umjetne površine karakterizirane umjerenim do jakim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavlivanja	T030, T031, T032, T033, T034
[1.]-[6]-[M]	Umjetne površine karakterizirane vrlo jakim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavlivanja	T005, T006, T007, T008, T009
[1.]-[6]-[V]	Umjetne površine karakterizirane vrlo jakim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavlivanja	T070, T072
[1.]-[7]-[M]	Umjetne površine karakterizirane iznimno jakim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavlivanja	T080, T081, T082, T083, T084
[1.]-[7]-[V]	Umjetne površine karakterizirane iznimno jakim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavlivanja	T075, T076, T077, T078, T079
[2.]-[5]-[M]	Poljodjelska područja karakterizirana jakim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavlivanja	T090, T091, T092, T093, T094
[2.]-[5]-[V]	Poljodjelska područja karakterizirana jakim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavlivanja	T100, T101, T102, T103, T104
[2.3.]-[4]-[M]	Pašnjaci karakterizirani umjerenim do jakim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavlivanja	T000, T001, T002, T003, T004
[2.3.]-[4]-[V]	Pašnjaci karakterizirani umjerenim do jakim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavlivanja	T105, T106, T107, T108, T109
[3.1.]-[2]-[M]	Šume karakterizirane slabim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavlivanja	T050, T051, T052, T053, T054

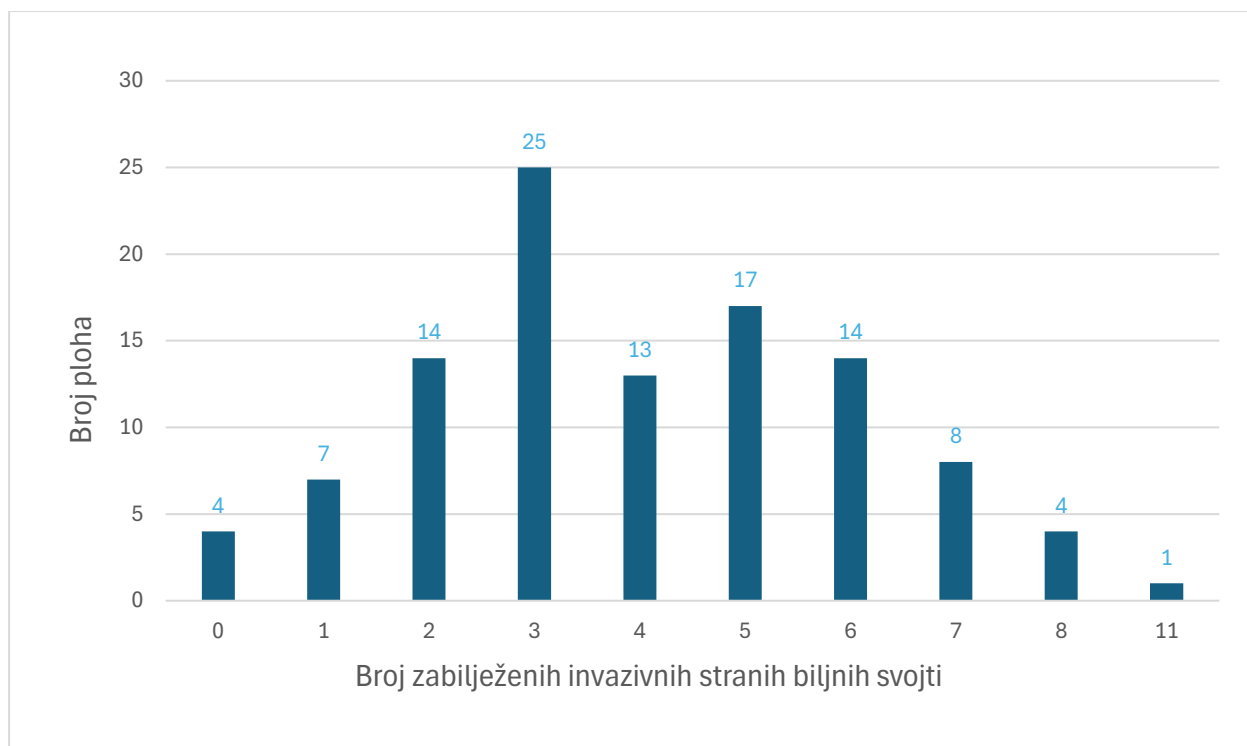
Tablica 7. Nastavak

Oznaka stratuma	Opis stratuma	Uzorkovane plohe
[3.1.]-[2]-[V]	Šume karakterizirane slabim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavljivanja	T045, T046, T047, T048, T049
[3.1.]-[3]-[M]	Šume karakterizirane umjerenim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavljivanja	T060, T061, T062, T063, T064
[3.1.]-[3]-[V]	Šume karakterizirane umjerenim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavljivanja	T055, T056, T057, T058, T059
[3.2.]-[3]-[M]	Grmlje i/ili travnati biljni pokrov karakteriziran umjerenim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavljivanja	T025, T026, T027, T028, T029
[3.2.]-[3]-[V]	Grmlje i/ili travnati biljni pokrov karakteriziran umjerenim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavljivanja	T040, T041, T042, T043, T044
[3.3.]-[2]-[M]	Područja s neznatnim ili bez biljnog pokrova karakterizirana slabim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavljivanja	T015, T016, T017, T018, T019
[3.3.]-[2]-[V]	Područja s neznatnim ili bez biljnog pokrova karakterizirana slabim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavljivanja	T035, T036, T037, T038, T039
[4.1.]-[2]-[M]	Kopnena vlažna područja karakterizirana slabim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavljivanja	T085, T086, T087, T088, T089
[4.1.]-[2]-[V]	Kopnena vlažna područja karakterizirana slabim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavljivanja	T020, T021, T022, T023, T024
[5.1.]-[4]-[M]	Kopnene vode karakterizirane umjerenim do jakim antropogenim utjecajem te malom vjerojatnošću poplavljivanja	T095, T096, T097, T098, T099
[5.1.]-[4]-[V]	Kopnene vode karakterizirane umjerenim do jakim antropogenim utjecajem te velikom vjerojatnošću poplavljivanja	T065, T066, T067, T068, T069

Ukupno je zabilježeno 29 invazivnih stranih biljnih svojti, pri čemu na četiri plohe nije zabilježena nijedna:

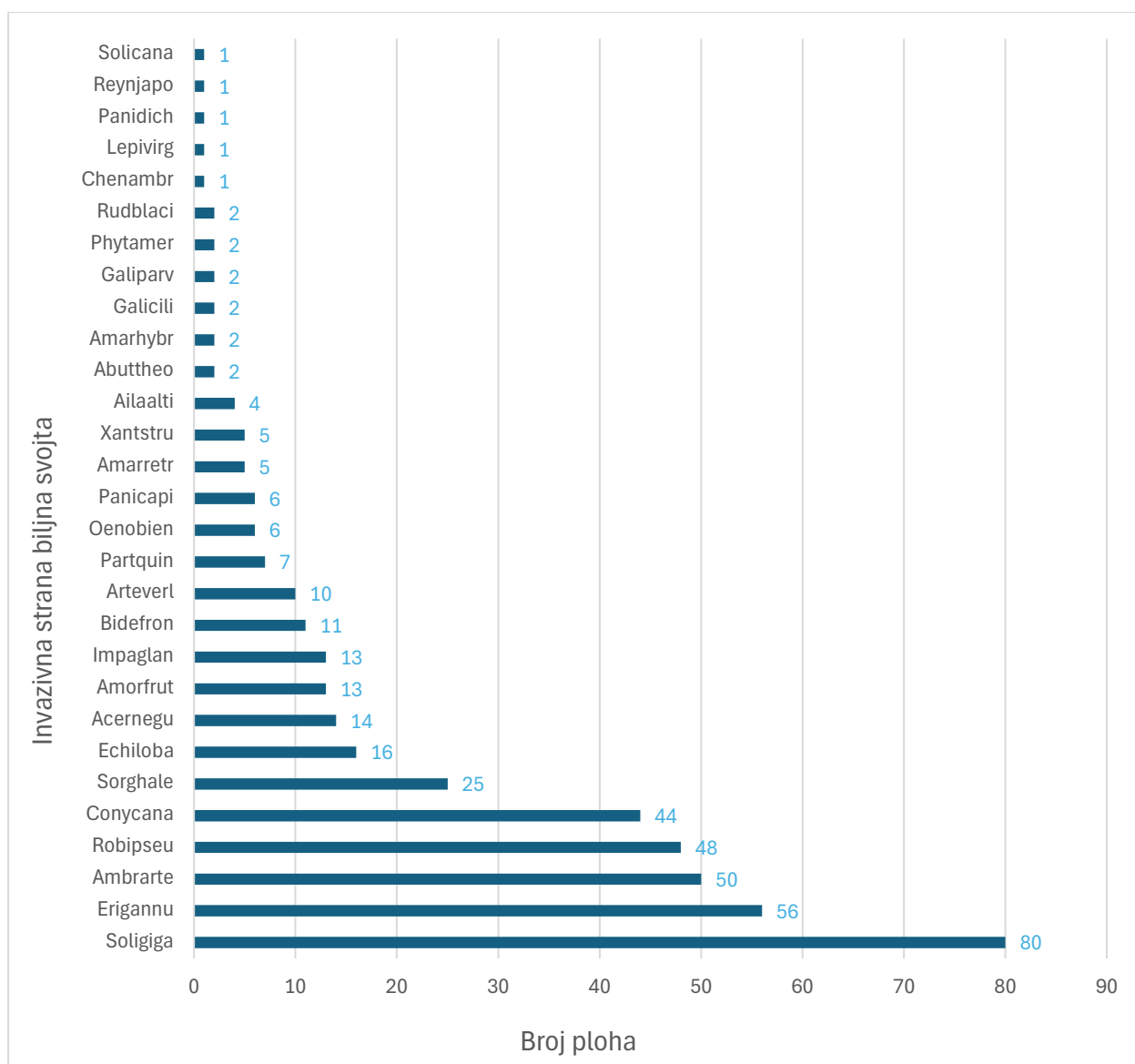
- T021: obalno stanište – tršćak, na području Drežnjaka, u blizini utoka rijeke Drave u akumulaciju Dubrava;
- T051: šumsko stanište otvorenog sklopa i razvijenog sloja grmlja, na području Grijesa (jugozapadna strana Ormoškog jezera);
- T063: šumsko stanište zatvorenog sklopa i razvijenog sloja grmlja, na području Strmske Gajne (južno od brane Ormož);
- T081: redovito košeno travnjačko stanište u sklopu Kinološkog društva Varaždin 1181, na području Macinke.

Najveći broj ploha, njih 25, bilježi tek tri invazivne strane biljne svojte, dok tek jedna ploha (T043) bilježi 11 svojti. Riječ je o dravskom sprudu na području Trnovščaka, pod uznapredovalom sukcesijom. Slika 4. prikazuje broj istraživanih ploha s različitim brojem zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti.



Slika 4. Prikaz broja istraživanih ploha s različitim brojem zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti.

Najčešće bilježena invazivna strana biljna vrsta je *Solidago gigantea* Aiton, zabilježena na 80 ploha, dok je pet vrsta zabilježeno tek na jednoj plohi: *Solidago canadensis* L., *Reynoutria japonica* Houtt., *Panicum dichotomiflorum* Michx., *Lepidium virginicum* L. i *Chenopodium ambrosioides* L. Slika 5. prikazuje broj istraživanih ploha na kojima je pojedina invazivna strana biljna svojta zabilježena.



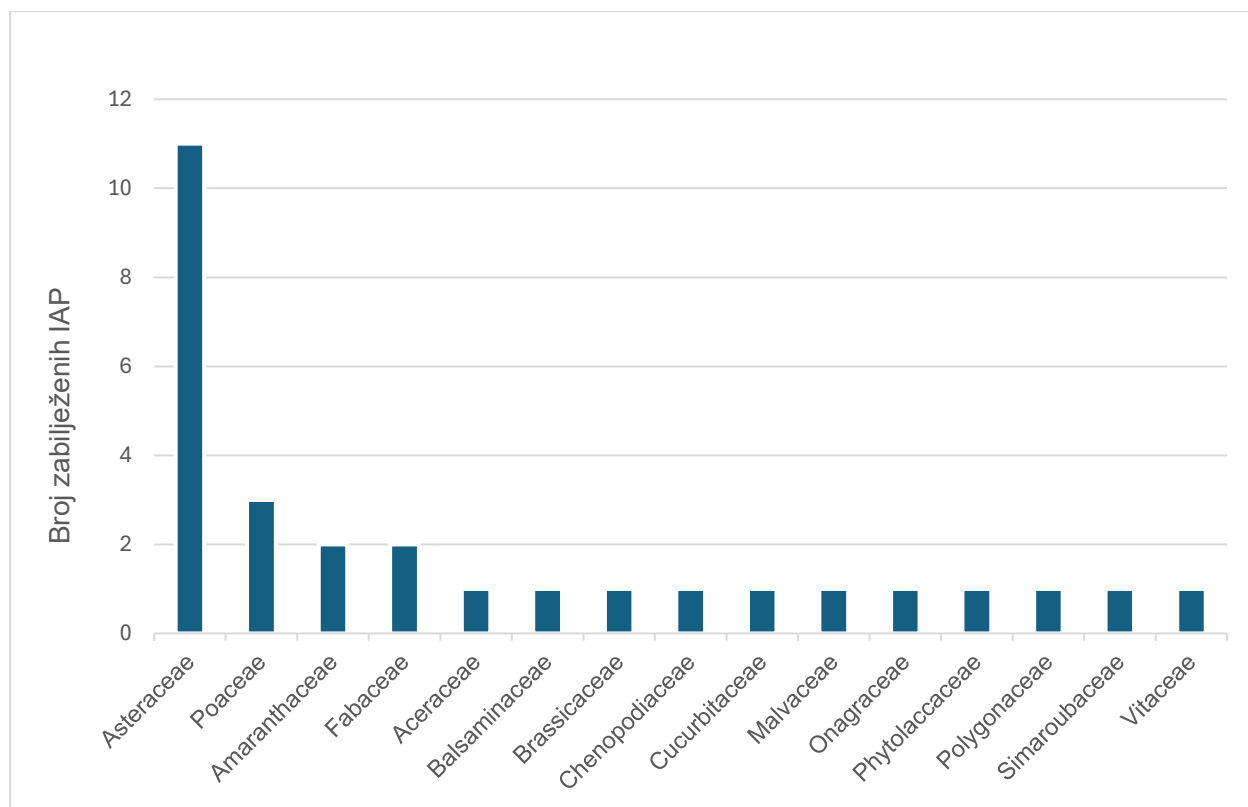
Slika 5. Prikaz broja istraživanih ploha na kojima je pojedina invazivna strana biljna svojta zabilježena. Puni nazivi svojti navedeni su u **Prilogu 3**.

4.1. Značajke utvrđenih invazivnih stranih biljnih vrsta

U pripremljenom popisu zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (Prilog 3) svojte su poredane abecednim redom te je svakoj svojti pridružena oznaka vrste, znanstveni naziv, porodica kojoj pripada, ekološka (CSR) strategija, životni oblik te načini rasprostranjivanja.

Pripadnost sistematskoj kategoriji

Invazivne strane biljne svojte zabilježene na istraživanim plohama (29 vrsta) pripadaju 15 različitih porodica (Slika 6.), pri čemu je zabilježeno 11 svojti iz porodice Asteraceae (gotovo 38%), tri svojte koje pripadaju porodici Poaceae (oko 10%) te po 2 svojte porodica Amaranthaceae i Fabaceae (svaka gotovo 7%). Preostalih 11 porodica bilježe po jednu svojtu svaka.

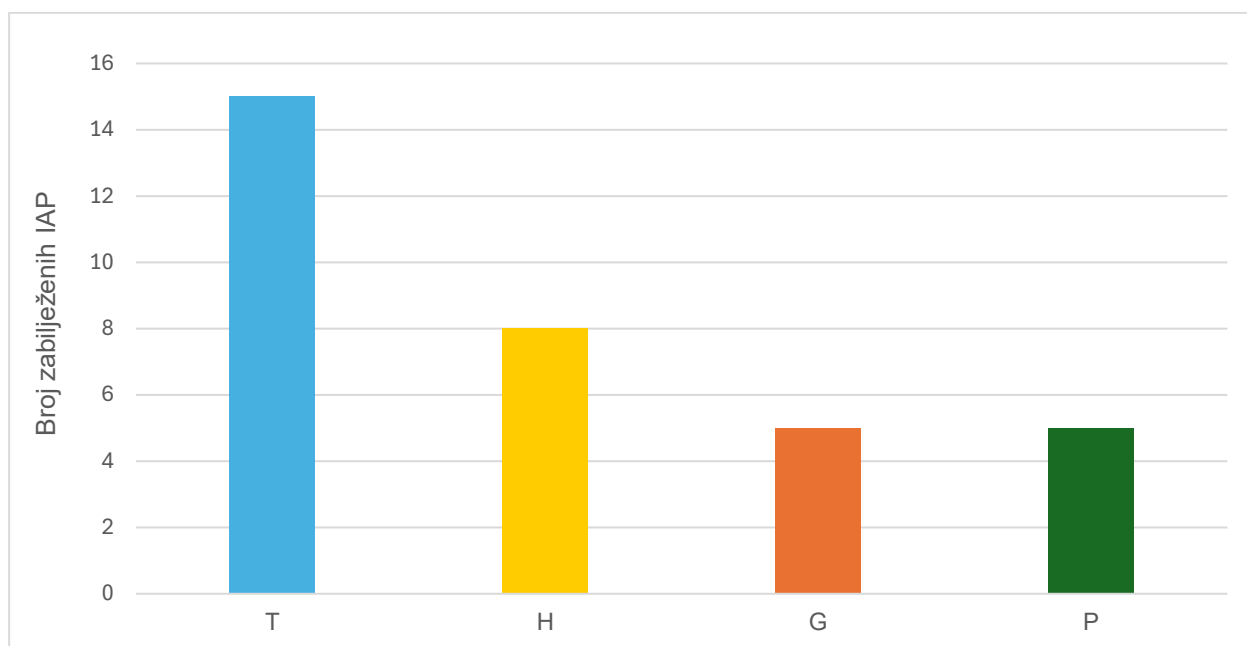


Slika 6. Prikaz broja zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (IAP) unutar pripadajućih porodica.

Životni oblici

Među zabilježenim invazivnim stranim biljnim svojutama prevladavaju terofiti (15 svojti, gotovo 52%), zatim slijede hemikriptofiti (8 svojti, oko 28%) te geofiti i fanerofiti (po 5 svojti oba tipa, oko 17%) (Slika 7.). Hamefiti nisu zabilježeni, dok podaci o hidrofitima nisu prikupljeni. S druge strane, analiza pojavljivanja pojedinih životnih oblika po istraživanim plohama (ukupno 103 plohe na kojima su zabilježene invazivne strane biljne svojte) pokazala je da najveću frekvenciju pojavljivanja imaju hemikriptofiti (91 ploha, oko 88%), zatim slijede geofiti (84 ploha, oko 82%) i terofiti (81 ploha, oko 79%),

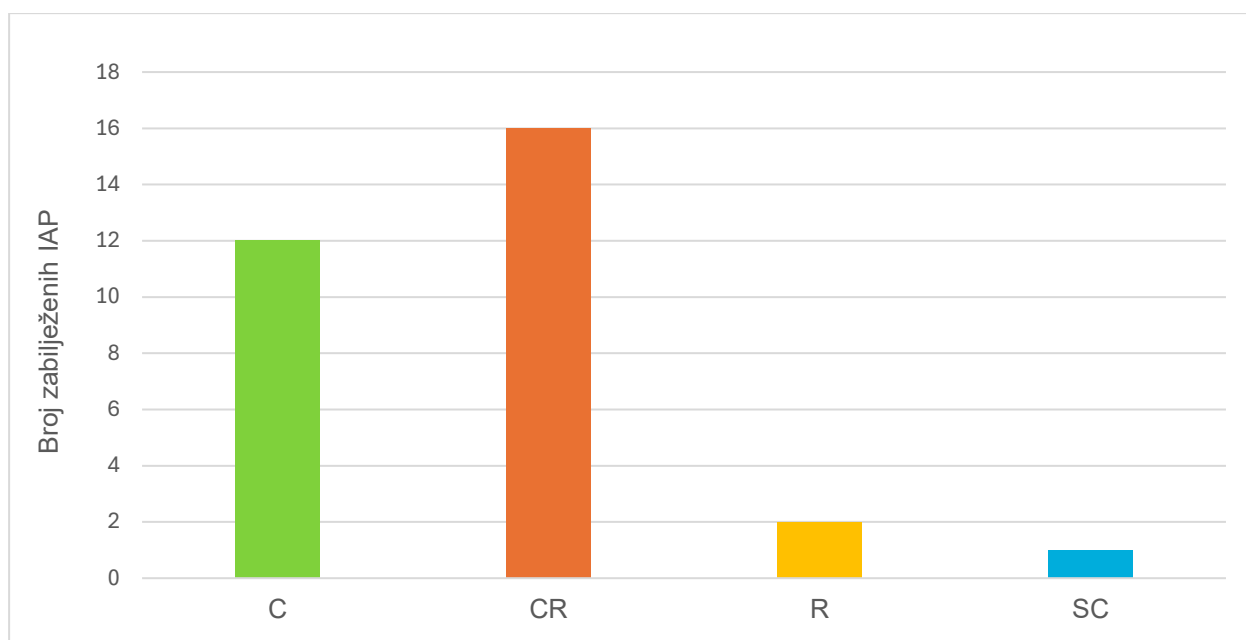
te na kraju fanerofiti (65 ploha, oko 63%). Zastupljenost životnih oblika u invazivnoj flori istraživanih ploha prikazana je u Prilogu 6.



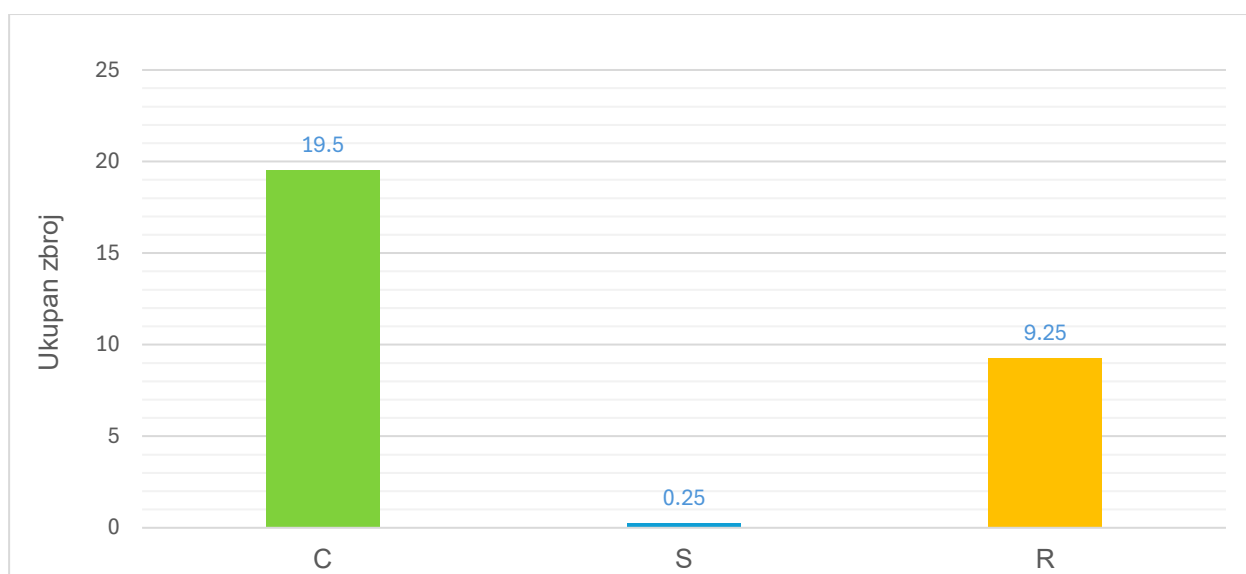
Slika 7. Zastupljenost životnih oblika u invazivnoj flori istraživanog područja. Oznake: IAP – invazivne strane biljne svojte. Oznake klasa životnih oblika: T – terofiti, H – Hemikriptofiti, G – geofiti, P – fanerofiti.

Ekološke (CSR) strategije

Među zabilježenim invazivnim stranim biljnim svojutama snažno prevladavaju CR (16 svojti, oko 55%) i C strategija (12 svojti, oko 41%) (Slika 8.). Dodatno, promatrajući sposobnost kompeticije, toleriranja stresa i toleriranja poremećaja utvrđenih biljnih svojti na istraživanom području (v. Tablicu 4.), vidljivo je da zabilježene invazivne strane biljne svojte pokazuju izraženu sposobnost kompeticije (ukupan zbroj 19.5, n = 29, oko 67%) i sposobnost toleriranja poremećaja (ukupan zbroj 9.25, oko 33%) (Slika 9.). Prilog 7 prikazuje sposobnost kompeticije, toleriranja stresa i toleriranja poremećaja utvrđenih invazivnih stranih biljnih svojti po pojedinoj istraživanoj plohi.



Slika 8. Zastupljenost ekoloških strategija u invazivnoj flori istraživanog područja. Oznake: IAP – invazivne strane biljne svojte. Oznake klasa ekoloških strategija: C – kompetitori, S – biljne svojte otporne na stres, R – ruderalne biljne svojte.



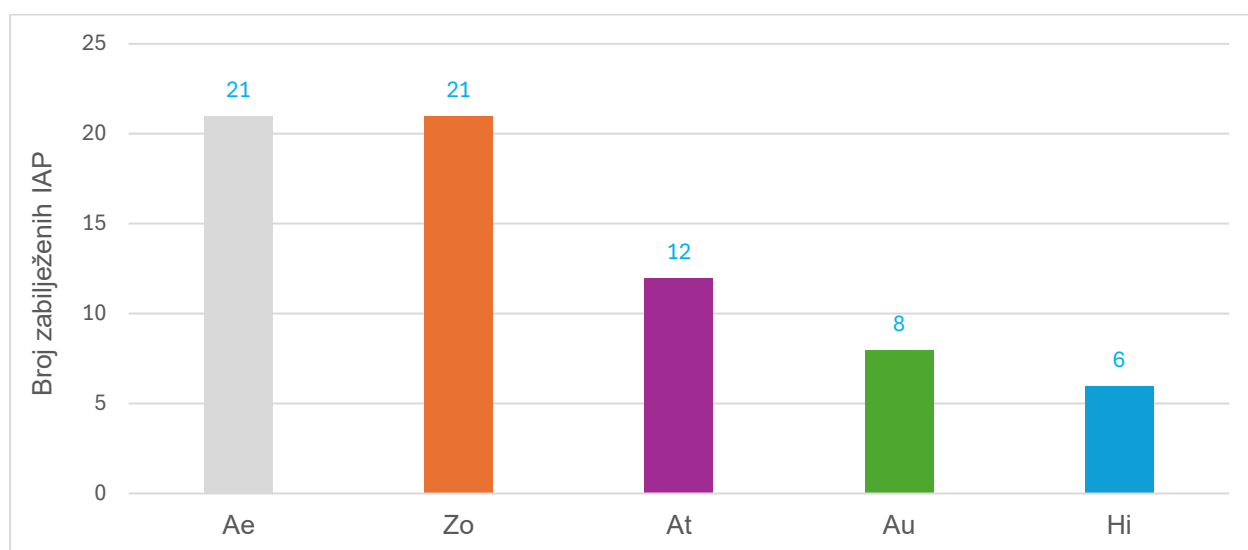
Slika 9. Spособnost kompeticije, toleriranja stresa i toleriranja poremećaja invazivne flore na istraživanom području. Oznake: C - sposobnost kompeticije, S - sposobnost toleriranja stresa, R - sposobnost toleriranja poremećaja.

Analiza pojavljivanja ekoloških strategija po istraživanim ploham (ukupno 103 plohe na kojima su zabilježene invazivne strane biljne svojte) pokazala je da najveću frekvenciju pojavljivanja imaju invazivne strane biljne svojte koje pokazuju izraženu sposobnost kompeticije (103 plohe, 100%), potom slijede svojte izrazite sposobnosti

toleriranja poremećaja (92 plohe, 89%), dok svoje izrazite sposobnosti toleriranja stresa pridolaze na samo 7 ploha (oko 7%).

Načini rasprostranjivanja (disperzije) propagula

Promatrajući zastupljenost različitih načina rasprostranjivanja (tj. vektora disperzije propagula) zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti, jednako su zastupljeni anemohorija i zoohorija (po 21 vrsta, oko 72%), dok se hidrohoriom širi tek 6 svojti (oko 21%) (Slika 10.).



Slika 10. Zastupljenost pojedinih načina rasprostranjivanja u invazivnoj flori istraživanog područja. Oznake načina rasprostranjivanja zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (IAP): Ae – anemohorija, Zo – zoohorija, At – antropohorija, Au – autohorija, Hi – hidrohorijska.

Istovremeno, sukladno korištenim izvorima:

- 8 zabilježenih svojti (oko 28%) smatra se monohornim vrstama, pri čemu prevladava zoohorija (5 svojti);
- 9 svojti se smatra diplohornima (oko 31%), pri čemu prevladava kombinacija anemohorije i zoohorije (6 svojti);
- a čak 12 svojti se smatra polihornima (koriste tri ili više vektora rasprostranjivanja, oko 41%), pri čemu prevladavaju dvije kombinacije: anemohorija-antropohorija-zoohorija te anemohorija-antropohorija-autohorija-zoohorija (po 3 svojte).

S druge strane, analiza pojavljivanja pojedinih načina rasprostranjivanja po istraživanim ploham (ukupno 103 plohe na kojima su zabilježene invazivne strane biljne svojte) pokazala je da najveću frekvenciju pojavljivanja imaju zoohorija (101 ploha, oko 98%) i anemohorija (100 ploha, oko 97%), zatim slijedi antropohorija (93 plohe, oko 90%), autohorija (74 plohe, oko 72%), te na kraju hidrohorija (50 ploha, oko 49%). Prilog 8 prikazuje zastupljenost pojedinog načina rasprostranjivanja među invazivnom florom istraživanih ploha.

4.2. Zavisne i nezavisne varijable

U Tablici 8. dan je pregled raspona opaženih, odnosno izračunatih vrijednosti zavisnih i nezavisnih varijabli. Navedene varijable korištene su tijekom provedbe univarijatne statističke analize (korelacijske matrice) te izrade višestrukih linearnih regresijskih modela.

Tablica 8. Pregled raspona vrijednosti zavisnih i nezavisnih varijabli.

Zavisne varijable		
Kratika	Varijabla	Raspon vrijednosti
-	Pokrovnost zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti na istraživanim ploham*	0 - 5
DAFOR.sum	Ukupna pokrovnost zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti po pojedinoj plohi	0 - 16
SHI	Raznolikost zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti po pojedinoj plohi	0 – 2.369
CR.orig	Pokrovnost svojti CR strategije	0 - 10
C.orig	Pokrovnost svojti C strategije	0 - 11
SC.orig	Pokrovnost svojti SC strategije	0 - 3
R.orig	Pokrovnost svojti R strategije	0 - 1
C	Pokrovnost izdvojene C vrijednosti	0 – 11.75
S	Pokrovnost izdvojene S vrijednosti	0 – 0.75
R	Pokrovnost izdvojene R vrijednosti	0 - 5
T	Pokrovnost terofita	0 - 10
H	Pokrovnost hemikriptofita	0 - 8
P	Pokrovnost fanerofita	0 - 10
G	Pokrovnost geofita	0 - 7
Ae	Pokrovnost anemohornih svojti	0 - 14
At	Pokrovnost antropohotnih svojti	0 - 9
Au	Pokrovnost autohornih vrsta svojti	0 - 7
HI	Pokrovnost hidrohornih svojti	0 - 7
Zo	Pokrovnost zoohornih svojti	0 - 13

Tablica 8. Nastavak

Nezavisne varijable		
Kratika	Varijabla	Raspon vrijednosti
VP	Vjerojatnost poplave	0.54 - 10
UKVO	Ukupna duljina vodnog toka	0 - 4997.559 m
UKAK	Ukupna duljina akumulacije	0 - 2779.381 m
UKOB	Ukupna duljina obaloutvrda	0 - 1170.234 m
UKNA	Ukupna duljina nasipa	0 - 3845.859 m
UKPR	Ukupna duljina prometne infrastrukture	0 - 2079.215 m
UKPO	Ukupna duljina prometnica	0 - 12473.974 m
UP	Udio umjetnih površina	0 – 0.30
M	Indeks hemerobije	2.21 – 6.26
SWI	Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa	0.28 – 1.69
BP	Broj poligona staništa	5 - 51
TE	Ukupan rub	8475.5 - 42515.585 m

*Kratice pojedine svojite navedena je u Prilogu 3.

4.3. Univarijatna korelacija odabranih zavisnih i nezavisnih varijabli

Analizom korelacije odabranih zavisnih i nezavisnih varijabli dobivene su korelacijske matrice iz kojih su, radi veće preglednosti, u zasebne tablice izvučeni koeficijenti korelacije. Kako bi se dočarala korelacija između grupiranih zavisnih, odnosno nezavisnih varijabli, prikazana je također relevantna korelacijska matrica.

Promatrajući pokrovnost zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti, uočavamo da je statistički značajna korelacija ($p < 0.05$) zabilježena u 13% slučajeva, pri čemu Pearsonov koeficijent linearne (univarijatne) korelacije pokazuje uglavnom neznatnu i slabu korelaciju između svojti i odabranih nezavisnih varijabli (Tablica 9.).

Za 12 zabilježenih svojti nije utvrđena statistički značajna korelacija ni sa jednom od 12 nezavisnih varijabli. Jedina nezavisna varijabla koja nije pokazala korelaciju ni sa jednom invazivnom svojtom je ukupna duljina prometne infrastrukture izvan umjetnih površina.

Promatrajući utvrđene korelacije, ističu se:

- slaba pozitivna korelacija između
 - vrste *A. fruticosa* i ukupne duljine vodotoka i obaloutvrda te udjela umjetnih površina;
 - vrsta *A. verlotiorum* i *S. halepense* te indeksa hemerobije;
 - vrste *O. biennis* i udjela umjetnih površina;
 - vrste *E. lobata* i vjerojatnosti poplave;
 - vrste *P. americana* i ukupne duljine akumulacije;
 - vrste *B. frondosa* i vjerojatnosti poplave te ukupne duljina vodotoka;
 - svojti *I. glandulifera* i *X. strumarium* ssp. *italicum* te vjerojatnosti poplava;
- te slaba negativna korelacija između
 - vrste *E. annuus* i ukupne duljine akumulacije, broja poligona i ukupnog ruba;
 - vrste *S. halepense* i sva tri indeksa heterogenosti i fragmentiranosti staništa;
 - vrsta *B. frondosa* i *I. glandulifera* te indeksa hemerobije.

Tablica 9. Koeficijenti korelacije (r) između izmjerenih vrijednosti pokrovnosti zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (IAP) i odabranih nezavisnih varijabli. *Puni nazivi svojti navedeni su u Prilogu 3.* Oznake nezavisnih varijabli: VP – vjerojatnost poplave, UK-VO – ukupna duljina vodotoka, UK-AK – ukupna duljina akumulacije, UK-OB – ukupna duljina obaloutvrda, UK-NA – ukupna duljina nasipa, UK-PR – ukupna duljina prometne infrastrukture izvan umjetnih površina, UK-PO – ukupna duljina prometnica, UP – udio umjetnih površina u ukupnoj površini istraživane zone, M – indeks hemerobije, SWI – Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa, BP – ukupan broj poligona, TE – ukupna duljina ruba. Korelacije značajne pri $p < 0.05$ označene su masnim tiskom i bojom (legenda na dnu).

IAP	VP	UK-VO	UK-AK	UK-OB	UK-NA	UK-PR	UK-PO	UP	M	SWI	BP	TE
Ambrarte	0.10	0.13	-0.14	0.07	0.14	0.07	0.00	-0.14	0.10	-0.10	-0.03	0.06
Conycana	0.05	0.15	-0.23	0.17	-0.01	-0.04	0.05	0.07	0.05	0.06	-0.05	0.07
Erigannu	0.08	-0.20	-0.27	0.02	0.04	-0.17	0.03	-0.16	-0.04	-0.18	-0.30	-0.27
Panicapi	0.11	0.14	0.06	-0.07	-0.07	0.07	-0.07	0.01	0.08	-0.01	0.02	0.05
Robipseu	-0.14	-0.21	-0.17	-0.12	-0.24	-0.10	-0.03	0.02	0.00	-0.09	-0.21	-0.17
Soligiga	0.17	-0.11	-0.23	-0.06	-0.21	-0.12	-0.08	-0.11	-0.06	-0.23	-0.19	-0.23
Amorfrut	0.19	0.29	0.00	0.42	-0.03	-0.14	0.18	0.27	-0.07	0.21	0.09	0.14
Amarretr	0.01	0.03	-0.11	0.02	-0.12	-0.08	-0.18	-0.02	0.13	-0.22	-0.08	-0.12
Amarhybr	-0.15	-0.12	-0.07	0.16	-0.04	-0.13	-0.02	0.17	0.15	-0.08	-0.08	-0.09
Arteverl	-0.18	-0.13	-0.09	-0.16	-0.09	0.01	0.02	-0.05	0.33	-0.23	-0.16	-0.17
Sorghale	-0.07	-0.22	-0.19	-0.17	0.04	-0.12	0.04	-0.07	0.26	-0.29	-0.25	-0.29
Oenobien	0.12	0.11	-0.06	0.24	-0.07	-0.10	0.22	0.33	0.00	0.09	0.01	0.04

Tablica 9. Nastavak

IAP	VP	UK-VO	UK-AK	UK-OB	UK-NA	UK-PR	UK-PO	UP	M	SWI	BP	TE
Echiloba	0.28	0.07	0.02	-0.07	-0.17	-0.15	-0.11	0.02	-0.23	0.06	0.17	0.08
Partquin	0.10	-0.13	0.08	-0.04	-0.08	-0.17	0.04	-0.02	-0.11	0.01	-0.04	-0.06
Phytamer	-0.01	0.03	0.27	-0.08	0.06	0.07	-0.01	-0.03	-0.04	0.04	0.13	0.09
Bidefron	0.32	0.26	0.17	0.07	-0.13	-0.09	-0.09	-0.09	-0.30	0.03	0.23	0.13
Impaglan	0.25	0.07	0.08	-0.16	-0.20	-0.03	-0.17	0.01	-0.27	-0.07	0.20	0.06
Ailaalti	-0.14	-0.07	-0.09	-0.09	-0.06	0.01	-0.16	-0.11	-0.06	0.01	0.05	0.02
Acernegu	0.16	0.02	-0.11	0.13	0.07	-0.14	0.15	-0.04	-0.19	0.11	0.07	0.06
Xantstru	0.25	0.22	-0.03	-0.03	-0.14	-0.09	-0.18	-0.10	-0.22	-0.01	0.10	0.08
Chenambr	0.15	0.15	-0.05	-0.06	-0.11	-0.09	-0.14	-0.07	-0.11	0.00	0.03	0.03
Galiparv	0.12	0.04	-0.07	0.01	-0.06	-0.02	-0.11	-0.09	-0.12	-0.04	-0.05	-0.02
Reynjapo	0.15	0.07	-0.05	-0.06	-0.11	-0.09	-0.13	-0.07	-0.15	-0.05	0.06	0.02
Rudblaci	0.12	0.03	-0.07	0.01	-0.06	-0.02	-0.09	-0.09	-0.13	-0.07	-0.04	-0.05
Abuttheo	-0.02	0.08	-0.06	-0.08	-0.15	-0.13	-0.12	-0.05	0.11	-0.22	-0.04	-0.11
Panidich	0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.11	0.19	-0.05	0.02	0.14	-0.16	-0.04	-0.03
Lepivirg	-0.03	-0.04	0.14	-0.06	0.01	0.06	0.12	0.04	0.20	0.02	-0.03	0.02
Galicili	-0.07	0.01	-0.07	-0.08	0.07	-0.03	-0.10	-0.09	0.12	-0.22	-0.15	-0.13
Solicana	0.13	-0.05	-0.05	-0.06	-0.11	-0.09	-0.06	-0.07	-0.07	0.07	-0.14	-0.13
Legenda:	-1	< - 0.75	< - 0.50	< - 0.25	> 0.25			> 0.50	> 0.75	1		

Nadalje, Pearsonov koeficijent pokazuje također neznatnu i slabu korelaciju između grupiranih zavisnih varijabli i odabranih nezavisnih varijabli (Tablica 10.). Sve zavisne varijable pokazuju određenu korelaciju s nekom od nezavisnih varijabli, dok udio umjetnih površina ne pokazuje korelaciju ni sa jednom zavisnom varijablom.

Promatrajući ukupnu pokrovnost i raznolikost zabilježenih invazivnih stranih svojti, uočava se slaba pozitivna korelacija između ukupne pokrovnosti i raznolikosti svojti i vjerojatnosti poplave, te slaba negativna korelacija između ukupne pokrovnosti svojti i ukupne duljine akumulacije, nasipa i prometne infrastrukture izvan umjetnih površina.

U kontekstu pojedinog načina rasprostranjivanja, ističu se slaba pozitivna korelacija između pokrovnosti hidrohornih svojti i vjerojatnosti poplave, tj. slaba negativna korelacija između:

- pokrovnosti anemohornih i zoohornih svojti te sva tri pokazatelja heterogenosti i fragmentiranosti staništa;

- pokrovnosti anemohornih i antropohornih svojti te ukupne duljine akumulacije;
- pokrovnosti autohornih svojti i ukupne duljine nasipa;
- pokrovnosti zoohornih svojti i ukupne duljine akumulacije, nasipa i prometne infrastrukture izvan umjetnih površina.

Analizom pokrovnosti pojedine ekološke strategije te izdvojenih C, S i R vrijednosti, uočava se slaba pozitivna korelacija između pokrovnosti svojti CR strategije i izdvojene R vrijednosti te vjerojatnosti poplave. Slaba negativna korelacija uočava se između pokrovnosti svojti C strategije i izdvojene C vrijednosti te ukupne duljine akumulacije, nasipa i ukupnog ruba, kao i između svojti C strategije i broja poligona, odnosno izdvojene C vrijednosti i ukupne duljine prometne infrastrukture izvan umjetnih površina.

Promatrajući pokrovnost pojedinog životnog oblika, ističu se slaba pozitivna korelacija između pokrovnosti terofita te vjerojatnosti poplave i ukupne duljine vodotoka, tj. slaba negativna korelacija između pokrovnosti hemikriptofita te ukupne duljine akumulacije, broja poligona i ukupnog ruba, ali i pokrovnosti geofita te sva tri pokazatelja heterogenosti i fragmentiranosti staništa.

Tablica 10. Koeficijenti korelacije (r) između pojedine zavisne i odabranih nezavisnih varijabli. Oznake zavisnih varijabli: DAFOR.sum - ukupna pokrovnosti svih zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (IAP) na plohi, SHI - Shannon-Wiener indeks raznolikosti IAP na pojedinoj plohi; pokrovnost anemohornih (Ae), antropohornih (At), autohornih (Au), hidrohornih (Hi) i zoohornih (Zo) svojti; pokrovnost svojti CR (CR.orig), C (C.orig), SC (SC.orig) i R (R.orig) ekološke strategije, pokrovnost kompetitora (C), biljnih svojti otpornih na stres (S), biljnih svojti otpornih na poremećaje (R); pokrovnost terofita (T), hemikriptofita (H), geofita (G), fanerofita (P). Oznake nezavisnih varijabli: VP – vjerojatnost poplave, UK-VO – ukupna duljina vodotoka, UK-AK – ukupna duljina akumulacije, UK-OB – ukupna duljina obaloutvrda, UK-NA – ukupna duljina nasipa, UK-PR – ukupna duljina prometne infrastrukture izvan umjetnih površina, UK-PO – ukupna duljina prometnica, UP – udio umjetnih površina u ukupnoj površini istraživane zone, M – indeks hemerobije, SWI – Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa, BP – ukupan broj poligona, TE – ukupna duljina ruba. Korelacije značajne pri $p < 0.05$ označene su masnim tiskom i bojom (legenda na dnu).

Grupirana varijabla	VP	UK-VO	UK-AK	UK-OB	UK-NA	UK-PR	UK-PO	UP	M	SWI	BP	TE
DAFOR.sum	0.27	-0.03	-0.32	-0.03	-0.27	-0.27	-0.07	-0.08	-0.09	-0.24	-0.19	-0.21
SHI	0.27	0.13	-0.20	0.03	-0.19	-0.12	-0.01	-0.06	0.00	-0.13	-0.09	-0.05

Tablica 10. Nastavak.

Grupirana varijabla	VP	UK-VO	UK-AK	UK-OB	UK-NA	UK-PR	UK-PO	UP	M	SWI	BP	TE
Ae	0.09	-0.15	-0.40	-0.05	-0.16	-0.19	-0.02	-0.11	0.07	-0.28	-0.32	-0.29
At	0.22	0.05	-0.27	0.06	-0.13	-0.15	0.00	-0.03	0.11	-0.24	-0.19	-0.18
Au	0.07	-0.18	-0.20	-0.22	-0.32	-0.18	-0.07	0.05	-0.02	-0.22	-0.19	-0.24
Hi	0.25	0.07	-0.07	-0.02	-0.14	-0.19	-0.01	0.08	-0.06	-0.13	0.02	-0.07
Zo	0.23	-0.14	-0.31	-0.14	-0.33	-0.27	-0.11	-0.08	-0.09	-0.29	-0.25	-0.29
CR.orig	0.37	0.18	-0.21	0.04	-0.15	-0.17	-0.13	-0.08	-0.14	-0.16	-0.01	-0.02
C.orig	0.07	-0.20	-0.28	-0.07	-0.26	-0.24	0.00	-0.05	-0.02	-0.21	-0.26	-0.28
SC.orig	0.10	-0.13	0.08	-0.04	-0.08	-0.17	0.04	-0.02	-0.11	0.01	-0.04	-0.06
R.orig	-0.08	-0.01	0.03	-0.10	0.06	0.01	-0.01	-0.05	0.21	-0.17	-0.14	-0.09
C	0.20	-0.10	-0.33	-0.05	-0.28	-0.27	-0.05	-0.07	-0.07	-0.24	-0.23	-0.25
S	0.10	-0.13	0.08	-0.04	-0.08	-0.17	0.04	-0.02	-0.11	0.01	-0.04	-0.06
R	0.36	0.17	-0.20	0.03	-0.14	-0.16	0.04	-0.08	-0.12	-0.16	-0.02	-0.02
T	0.35	0.26	-0.09	-0.02	-0.17	-0.08	-0.19	-0.08	-0.13	-0.11	0.12	0.10
H	0.15	-0.11	-0.33	0.03	-0.14	-0.17	0.02	-0.07	0.01	-0.20	-0.28	-0.25
P	0.01	-0.09	-0.15	0.07	-0.19	-0.20	0.07	0.08	-0.11	0.04	-0.10	-0.07
G	0.13	-0.18	-0.24	-0.15	-0.16	-0.16	-0.07	-0.14	0.04	-0.30	-0.25	-0.32
Legenda:	-1	< - 0.75	< - 0.50	< - 0.25			> 0.25	> 0.50	> 0.75	1		

S druge strane, jednostrana korelacijska matrica pokazuje niz vrlo dobrih, umjerenih i slabih, statistički značajnih pozitivnih korelacija između pojedinih grupiranih zavisnih, odnosno nezavisnih varijabli (Tablica 11. i Tablica 12.). Vrijedi također istaknuti vrlo dobre pozitivne korelacije između ukupnog ruba te Shannon-Wiener indeksa raznolikosti staništa i broja poligona, ali i sljedećih zavisnih varijabli:

- ukupne pokrovnosti zabilježenih svojti te raznolikosti istih, pokrovnosti anemohornih, antropohornih i zoohornih svojti, svojti C strategije i izdvojene C vrijednosti;
- pokrovnosti anemohornih svojti te pokrovnosti antropohornih i zoohornih svojti hemikriptofita, svojti C strategije i izdvojene C vrijednosti;
- pokrovnosti antropohornih svojti i pokrovnosti geofita;
- pokrovnosti zoohornih svojti te pokrovnosti hemikriptofita, svojti C strategije i izdvojene C vrijednosti;
- pokrovnosti izdvojene C vrijednosti te pokrovnosti hemikriptofita;
- pokrovnosti izdvojene R vrijednosti te pokrovnosti terofita,

- pokrovnosti terofita i pokrovnosti svojti CR strategije;
- pokrovnosti hemikriptofita i pokrovnosti geofita.

Tablica 11. Jednostrana korelacijska matrica između grupiranih zavisnih varijabli, uz korištenje Pearsonovog koeficijenta linearne (univarijatne) korelacije. Oznake: *n.t.* = nije testirano, s obzirom da su C, S i R vrijednost izvedene iz ekoloških strategija. Oznake zavisnih varijabli: D.sum - ukupna pokrovnosti svih zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (IAP) na plohi, SHI - Shannon-Wiener indeks raznolikosti IAP na pojedinoj plohi; pokrovnost anemohornih (Ae), antropohornih (At), autohornih (Au), hidrohornih (Hi) i zoohornih (Zo) svojti; pokrovnost kompetitora (C), biljnih svojti otpornih na stres (S), biljnih svojti otpornih na poremećaje (R); pokrovnost terofita (T), hemikriptofita (H), geofita (G), fanerofita (P); pokrovnost svojti CR (CR.orig), C (C.orig), SC (SC.orig) i R (R.orig) ekološke strategije. Korelacije značajne pri $p < 0.05$ označene su masnim tiskom i bojom (legenda na dnu).

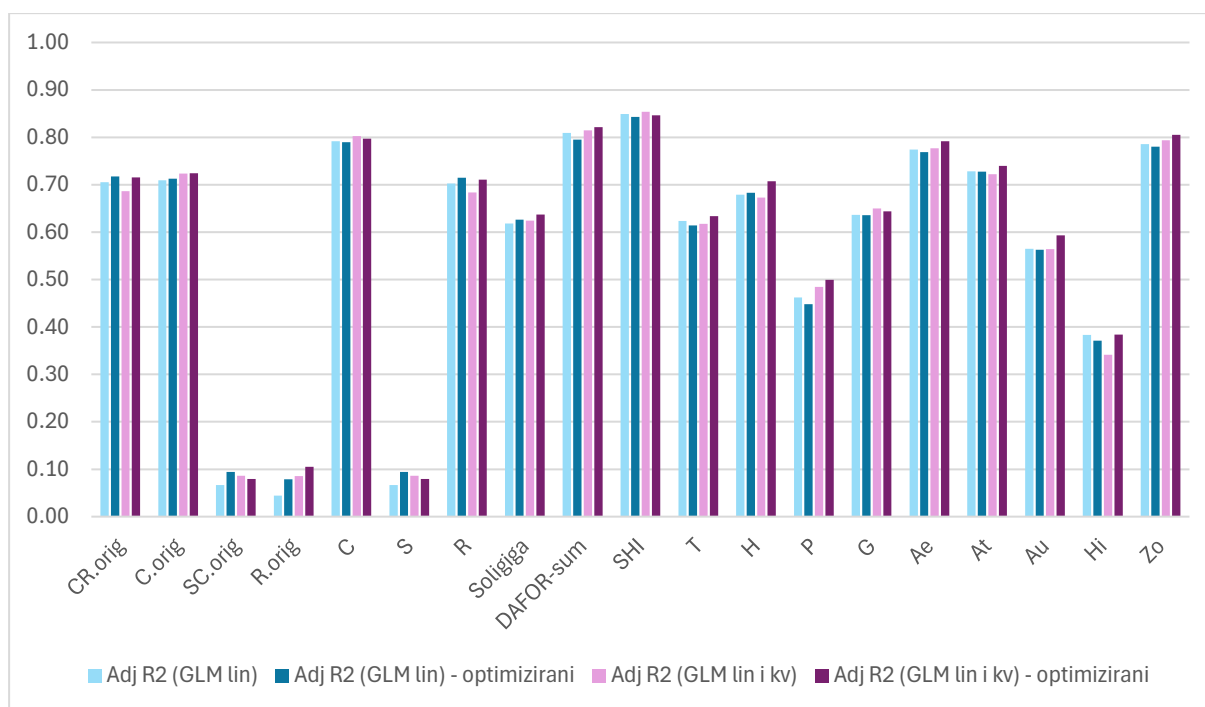
	D.sum	SHI	Ae	At	Au	Hi	Zo	C	S	R	T	H	P	G	CR.orig	C.orig	SC.orig	R.orig
D.sum	1.00																	
SHI	0.81	1.00																
Ae	0.89	0.70	1.00															
At	0.78	0.65	0.76	1.00														
Au	0.63	0.37	0.60	0.34	1.00													
Hi	0.49	0.34	0.22	0.50	0.40	1.00												
Zo	0.94	0.72	0.87	0.67	0.72	0.42	1.00											
C	0.97	0.73	0.90	0.74	0.66	0.42	0.94	1.00										
S	0.21	0.11	0.09	-0.07	0.08	-0.11	0.19	0.25	1.00									
R	0.73	0.75	0.56	0.61	0.35	0.51	0.63	0.53	-0.05	1.00								
T	0.53	0.60	0.27	0.44	0.26	0.53	0.40	0.32	-0.06	0.88	1.00							
H	0.75	0.59	0.84	0.71	0.33	0.21	0.79	0.76	0.00	0.47	0.11	1.00						
P	0.44	0.27	0.40	0.04	0.49	-0.10	0.40	0.56	0.53	-0.08	-0.17	0.15	1.00					
G	0.67	0.43	0.70	0.78	0.35	0.43	0.72	0.73	-0.03	0.29	0.11	0.78	0.01	1.00				
CR.orig	0.73	0.74	0.56	0.60	0.35	0.51	0.63	n.t.	n.t.	n.t.	0.88	0.47	-0.07	0.29	1.00			
C.orig	0.80	0.52	0.80	0.59	0.61	0.26	0.81	n.t.	n.t.	n.t.	-0.01	0.67	0.69	0.71	0.18	1.00		
SC.orig	0.21	0.11	0.09	-0.07	0.08	-0.11	0.19	n.t.	n.t.	n.t.	-0.06	0.00	0.53	-0.03	-0.04	0.34	1.00	
R.orig	0.06	0.14	0.10	0.20	0.06	0.08	0.06	n.t.	n.t.	n.t.	0.15	0.02	-0.11	0.14	0.07	0.01	-0.04	1.00
Legenda:	-1	< - 0.75	< - 0.50	< - 0.25							> 0.25	> 0.50	> 0.75					1

Tablica 12. Jednostrana korelacijska matrica između nezavisnih varijabli, uz korištenje Pearsonovog koeficijenta linearne (univarijatne) korelacije. *Oznake nezavisnih varijabli: VP – vjerojatnost poplave, UKVO – ukupna duljina vodotoka, UKAK – ukupna duljina akumulacije, UKOB – ukupna duljina obaloutvrda, UKNA – ukupna duljina nasipa, UKPR – ukupna duljina prometne infrastrukture izvan umjetnih površina, UKPO – ukupna duljina prometnica, UP – udio umjetnih površina u ukupnoj površini istraživane zone, M – indeks hemerobije, SWI – Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa, BP – ukupan broj poligona, TE – ukupna duljina ruba. Korelacije značajne pri $p < 0.05$ označene su masnim tiskom i bojom (legenda na dnu).*

	VP	UKVO	UKAK	UKOB	UKNA	UKPR	UKPO	NP	M	SWI	BP	TE
VP	1.00											
UKVO	0.26	1.00										
UKAK	-0.09	0.10	1.00									
UKOB	0.10	0.54	-0.09	1.00								
UKNA	-0.25	0.30	0.06	0.44	1.00							
UKPR	-0.31	-0.03	0.41	-0.04	0.17	1.00						
UKPO	-0.28	0.03	0.14	0.29	0.45	0.23	1.00					
NP	-0.12	0.07	0.02	0.29	-0.03	0.06	0.51	1.00				
M	-0.55	-0.27	0.07	-0.12	0.06	0.32	0.39	0.34	1.00			
SWI	0.01	0.41	0.26	0.45	0.44	0.28	0.45	0.40	-0.03	1.00		
BP	0.09	0.50	0.52	0.28	0.27	0.41	0.22	0.21	-0.22	0.64	1.00	
TE	-0.02	0.57	0.39	0.43	0.46	0.47	0.32	0.23	-0.09	0.81	0.86	1.00
Legenda:	-1	< - 0.75	< - 0.50	< - 0.25			> 0.25	> 0.50	> 0.75		1	

4.4. Rezultati regresijskog modela

Kako kompleksniji modeli (GLM sa svim linearnim i kvadratnim članovima) nisu dali značajnije rezultate (Slika 11.), isti su zanemareni. Odabrani regresijski model (GLM) za svaku pojedinu zavisnu varijablu uključuje kombinaciju linearnih članova (okolišnih parametara) koji su probrani između njih ukupno 12 (v. Tablicu 6) metodom postupnog odabira unatrag („Backward Stepwise“), pri čemu je isti primijenjen zasebno na svaku zavisnu varijablu.



Slika 11. Usporedba izrađenih GLM modela, koji uključuju (ne-)optimiziranu linearnu kombinaciju 12 okolišnih parametara (prediktorskih varijabli; pregled dan u **Tablici 6.**): Oznake u imenu modela: GLM - linearni regresijski modeli, lin – modeli sa svim linearnim članovima, lin i kv – modeli sa svim linearnim i kvadratnim članovima. Oznake zavisnih varijabli: pokrovnost svojti CR (CR.orig), C (C.orig), SC (SC.orig) i R (R.orig) ekološke strategije, pokrovnost kompetitora (C), biljnih svojti otpornih na stres (S), biljnih svojti otpornih na poremećaje (R); DAFOR.sum - ukupna pokrovnosti svih zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (IAP) na plohi, SHI - Shannon-Wiener indeks raznolikosti IAP na pojedinoj plohi; h svojti otpornih na stres (S), biljnih svojti otpornih na poremećaje (R); Soligiga – pokrovnost vrste *S. gigantea*; pokrovnost terofita (T), hemikriptofita (H), geofita (G), fanerofita (P); pokrovnost anemohornih (Ae), antropohornih (At), autohornih (Au), hidrohornih (Hi) i zoohornih (Zo) svojti.

Analizom okolišnih parametara kao nezavisnih linearnih varijabli (Tablica 13.) uočava se izostanak značajnog utjecaja ukupne duljine obaloutvrda i ukupnog broja poligona.

Vjerojatnost poplave nije značajno pozitivno korelirana tek sa šest zavisnih varijabli (od njih 19) – s pokrovnošću autohornih svojti te pokrovnošću svojti pojedinih ekoloških strategija (C, SC i R strategija, izdvojena vrijednost S). Istovremeno, ukupna duljina vodotoka pokazuje značajnu negativnu korelaciju sa pokrovnošću svojti SC strategije te izdvojenom vrijednosti S, dok ukupna duljina akumulacije značajno negativno korelira s 12 zavisnih varijabli, pri čemu su izuzetak pokrovnost hidrofitna, pokrovnost većine životnih oblika (T, P i G), pokrovnost svojti SC i R strategije te izdvojene vrijednosti S. Nadalje, ukupna duljina nasipa značajno negativno korelira s ukupno pet

zavisnih varijabli: s pokrovnošću autohornih svojti i zoohornih svojti, pokrovnošću kompetitora (C strategija i izdvojena vrijednost C) te pokrovnošću fanerofita.

Promatrajući ukupnu duljinu prometne infrastrukture izvan umjetnih površina te prometnica općenito, uočavamo suprotstavljene rezultate. Dok prva značajno negativno korelira s pokrovnošću svojti pojedinih ekoloških strategija (C i SC strategija, izdvojena vrijednost S) te pokrovnošću fanerofita, druga značajno pozitivno korelira s pokrovnošću kompetitora (C strategija, izdvojena vrijednost C). Udio umjetnih površina značajno negativno korelira s pokrovnošću kompetitora (C strategija, izdvojena vrijednost C), dok indeks hemerobije značajno pozitivno korelira s 14 zavisnih varijabli, pri čemu su izuzetak pokrovnost hidrohornih svojti, pokrovnost svojti SC strategije i izdvojene vrijednosti S te pokrovnost terofita i fanerofita.

Od preostala dva indeksa heterogenosti i fragmentiranosti staništa, Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa pokazuje uglavnom značajan negativan utjecaj, a ukupan rub značajan pozitivan utjecaj. Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa značajno negativno korelira s raznolikošću invazivnih stranih biljnih svojti, pokrovnošću antropohornih svojti, pokrovnošću svojti pojedinih ekoloških strategija (CR i R strategija, izdvojena vrijednost R) te pokrovnošću terofita i geofita, ali i pozitivno s pokrovnošću fanerofita. U slučaju ukupnog ruba, riječ je također o raznolikosti invazivnih stranih biljnih svojti, pokrovnosti autohornih svojti, pokrovnosti terofita te pokrovnosti svojti većeg dijela ekoloških strategija (izuzetak: R strategija i izdvojena vrijednosti C).

Tablica 13. Rezultati generaliziranog linearnog modela, optimiziranog metodom postupnog odabira unatrag i primijenjenog zasebno na svaku zavisnu varijablu. Oznake: R^2 = koeficijent determinacije; $Adj R^2$ = prilagođeni koeficijent determinacije, F = proporcija objašnjene i neobjašnjene varijabilnosti (F - statistika); p (F) = vjerojatnost F - statistike; n.s. = nema značajnosti. Masnim tiskom i plavom bojom naznačeni su značajni procjenitelji (na razini vjerojatnosti $p = 0.05$). Oznake zavisnih varijabli: pokrovnost svojti CR (CR.orig), C (C.orig), SC (SC.orig) i R (R.orig) ekološke strategije, pokrovnost kompetitora (C) te biljnih svojti otpornih na stres (S) i poremećaje (R); Soligiga = pokrovnost *S. gigantea*; DAFOR.sum - ukupna pokrovnosti svih zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti (IAP) na plohi, SHI - Shannon-Wiener indeks raznolikosti IAP na pojedinoj plohi, pokrovnost terofita (T), hemikriptofita (H), geofita (G), fanerofita (P); pokrovnost anemohornih (Ae), antropohornih (At), autohornih (Au), hidrohornih (Hi) i zoohornih (Zo) svojti. Oznake nezavisnih varijabli: VP – vjerojatnost poplave, UKVO – ukupna duljina vodotoka (u km), UKAK – ukupna duljina akumulacije (u km), UKOB – ukupna duljina obaloutvrda (u km), UKNA – ukupna duljina nasipa (u km), UKPR – ukupna duljina prometne infrastrukture izvan umjetnih površina (u km), UKPO – ukupna duljina prometnica (u km), UP – udio umjetnih površina u ukupnoj površini, M – indeks hemerobije, SWI – Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa, BP – ukupan broj poligona, TE – ukupna duljina ruba (u km).

	CR. orig	C. orig	SC. orig	R. orig	C	S	R	Soli- giga	DAFOR- sum	SHI	T	H	P	G	Ae	At	Au	Hi	Zo
R^2	0.73	0.73	0.12	0.10	0.80	0.12	0.73	0.64	0.80	0.85	0.63	0.69	0.46	0.65	0.78	0.74	0.58	0.38	0.79
$Adj R^2$	0.72	0.71	0.09	0.08	0.79	0.09	0.71	0.63	0.79	0.84	0.61	0.68	0.45	0.64	0.77	0.73	0.56	0.37	0.78
F	55.30	38.96	4.72	5.56	67.89	4.72	54.60	60.71	139.23	115.78	57.85	77.94	29.93	63.20	119.73	72.57	35.40	64.18	96.08
$p(F)$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VP	0.34	n.s.	n.s.	n.s.	0.37	n.s.	0.17	0.12	0.54	0.09	0.29	0.21	n.s.	0.20	0.29	0.30	n.s.	0.14	0.42
UKVO	n.s.	n.s.	-0.09	n.s.	n.s.	-0.02	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
UKAK	-0.86	-1.09	n.s.	n.s.	-1.41	n.s.	-0.41	-0.42	-1.62	-0.21	n.s.	-1.10	n.s.	n.s.	-2.04	-0.72	-0.62	n.s.	-1.26
UKOB	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
UKNA	n.s.	-1.26	n.s.	n.s.	-0.91	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0.52	n.s.	n.s.	n.s.	-0.64	n.s.	-0.68
UKPR	n.s.	-0.97	-0.16	n.s.	n.s.	-0.04	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0.51	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
UKPO	n.s.	0.32	n.s.	n.s.	0.31	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
UP	n.s.	-9.38	n.s.	n.s.	-7.69	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
M	0.35	0.75	n.s.	0.04	0.91	n.s.	0.19	0.26	0.99	0.19	n.s.	0.57	n.s.	0.59	1.15	0.83	0.39	n.s.	1.03
SWI	-3.49	n.s.	n.s.	-0.09	n.s.	n.s.	-1.79	n.s.	n.s.	-0.64	-3.34	n.s.	1.85	-1.13	n.s.	-1.28	n.s.	n.s.	n.s.
BP	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
TE	0.15	0.09	0.01	n.s.	n.s.	0.00	0.08	n.s.	n.s.	0.03	0.17	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0.04	n.s.	n.s.

4.4.1. Značaj ekoloških strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta

Razvijeni optimizirani generalizirani linearni model objašnjava relativno visok postotak varijabilnosti u slučaju pokrovnosti svojti CR (72%) i C strategije (71%), te izrazito nizak u slučaju pokrovnosti svojti SC (9%) i R strategije (8%). Međutim, ako se tri glavne vrijednosti promatraju zasebno, modeli objašnjavaju relativno visok postotak varijabilnosti u slučaju pokrovnosti izdvojenih C (79%) i R vrijednosti (71%), a nizak tek u slučaju pokrovnosti S vrijednosti (9%).

Vjerojatnost poplave, indeks hemerobije i ukupan rub značajno pozitivno koreliraju s pokrovnošću svojti CR strategije, dok ukupna duljina akumulacije i Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa pokazuju značajan negativan utjecaj na istu. Indeks hemerobije i ukupan rub također značajno pozitivno koreliraju s pokrovnošću svojti C strategije, dok ukupna duljina akumulacije i nasipa te udio umjetnih površina pokazuju značajan negativan utjecaj. U slučaju pokrovnosti svojti R strategije, indeks hemerobije značajno pozitivno korelira, a Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa značajno negativno. Ako usporedimo ove rezultate s onima za pokrovnost izdvojenih C i R vrijednosti, uočavamo niz sličnosti – primjerice pozitivan utjecaj vjerojatnosti poplave i indeksa hemerobije te negativan utjecaj ukupne duljine akumulacije. U slučaju pokrovnosti izdvojene R vrijednosti, kao i kod pokrovnosti svojti CR strategije, uočava se također značajna pozitivna korelacija s ukupnim rubom i negativna sa Shannon-Wienerovim indeksom raznolikosti staništa. Istovremeno, ukupna duljina nasipa i udio umjetnih površina dodatno značajno negativno koreliraju s pokrovnošću izdvojene C vrijednosti, dok utjecaj pokazatelja heterogenosti i fragmentiranosti zemljišnjog pokrova izostaju. Na pokrovnost svojti SC strategije i izdvojene S vrijednosti značajan utjecaj pokazuju ukupan rub i ukupna duljina vodotoka.

4.4.2. Povezanost rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta i okolišnih čimbenika

Razvijeni optimizirani generalizirani linearni model objašnjava izrazito visok postotak varijabilnosti u slučaju raznolikosti (84%) te relativno visok postotak varijabilnosti u slučaju ukupne pokrovnosti (79%) invazivnih stranih biljnih svojti, pokrovnosti vrste S.

gigantea (63%) i pokrovnosti većine životnih oblika: hemikriptofita (68%), geofita (65%) i terofita (63%). Nešto je niži u slučaju fanerofita (45%).

Vjerojatnost poplave i indeks hemerobije pokazuju značajan pozitivan, a ukupna duljina akumulacije značajan negativan utjecaj na pokrovnost vrste *S. gigantea*, ukupnu pokrovnost i raznolikost invazivnih stranih biljnih svojti te pokrovnost hemikriptofita. Dodatno, ukupan rub značajno pozitivno korelira s raznolikošću invazivnih stranih biljnih svojti, a Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa značajno negativno. Promatrajući pokrovnost terofita i geofita uočava se i ovdje značajan pozitivan utjecaj vjerojatnosti poplave i značajan negativan utjecaj Shannon-Wienerovog indeksa raznolikosti staništa. Dodatno, ukupan rub značajno pozitivno korelira s pokrovnošću terofita, dok indeks hemerobije s pokrovnošću geofita. S druge strane, Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa značajno pozitivno korelira s pokrovnošću fanerofita, ukupna udaljenost nasipa i prometne infrastrukture značajno negativno korelira, dok značajan utjecaj vjerojatnosti poplave izostaje.

4.4.3. Odnos između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih vrsta i njihovih potencijalnih puteva širenja

Razvijeni optimizirani generalizirani linearni model objašnjava relativno visok postotak varijabilnosti u slučaju pokrovnosti zoohornih (78%), anemohornih (77%) i antropohornih svojti (73%), visok u slučaju autohornih (56%) te nešto niži u slučaju hidrohornih svojti (37%).

Vjerojatnost poplave značajno pozitivno, a ukupna duljina akumulacije značajno negativno korelira s pokrovnošću anemohornih, antropohornih i zoohornih svojti. Dodatno, Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa značajno negativno korelira s pokrovnošću antropohornih, a ukupna duljina nasipa s pokrovnošću zoohornih svojti. Značajan negativan utjecaj na pokrovnost autohornih svojti pokazuju ukupna duljina akumulacije i nasipa, a značajan pozitivan ukupna duljina ruba. Na pokrovnost hidrohornih svojti značajno utječe tek vjerojatnost poplave, pri čemu je karakter utjecaja očekivano pozitivan. Vrijedi istaknuti da indeks hemerobije značajno pozitivno korelira s četiri od pet načina rasprostranjivanja, pri čemu izuzetak predstavlja pokrovnost hidrohornih svojti.

5. RASPRAVA

5.1. Značajke utvrđenih invazivnih stranih biljnih vrsta

Istraživanjem je utvrđeno 29 invazivnih stranih biljnih svojti, nešto više od trećine ukupne invazivne flore Hrvatske ($n = 82$, Nikolić ur. 2025). Za usporedbu, istražujući utjecaj urbano-ruralnoga gradijenta grada Varaždina na floru i zastupljenost invazivnih biljaka, Borak Martan (2017) bilježi 43 invazivne biljne svojte. Veći broj zabilježenih svojti može se potencijalno objasniti odabranim područjem istraživanja. Naime, spomenuto istraživanje obuhvatilo je tri zone urbaniteta (centar, suburbani i ruralni dio grada), te niz stanišnih tipova, koje karakterizira više ili manje izražen ljudski utjecaj (od šuma, travnjaka te vodene i močvarne vegetacije, preko sukcesijskih i ruderalnih staništa, do nekultiviranih zelenih i kultiviranih površina). Nadalje, područje istraživanja doktorata nalazi se na prostoru ekološke mreže Natura 2000, odnosno na prostoru dva područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove (POVS): HR2001307 Dravske akumulacije i HR5000014 Gornji tok Drave. Škunca i sur. (2025) za područje dravskih akumulacija (HR2001307) navode 30, a za gornji tok Drave (HR5000014) 35 invazivnih stranih biljnih svojti. Autori su također prepoznali gornji tok Drave (HR5000014) kao jedno od deset potencijalno najranjivijih hrvatskih Natura 2000 područja, tj. jedno od deset područja gdje proglašena ciljna staništa predstavljaju potencijalno povoljno stanište za uspostavu i širenje populacija više od trećine invazivne flore Hrvatske.

Gotovo dvije trećine zabilježenih invazivnih svojti (62%) dolazi unutar 4 porodice: Asteraceae (oko 38%), Poaceae. (oko 10%), Amaranthaceae (oko 7%) i Fabaceae (oko 7%). Porodice Asteraceae (oko 28%) i Poaceae (oko 9%) najzastupljenije su i u invazivnoj flori Hrvatske (Nikolić ur. 2024-2025). U svom istraživanju Borak Martan (2017) bilježi visok udio porodica Asteraceae (35%), Amaranthaceae (oko 9%), Balsaminaceae i Poaceae (po 7% svaka). Visok udio porodica Amaranthaceae i Balsaminaceae može se donekle objasniti istraživanim područjem autorice odnosno (a) većim udjelom gradskih ruderalnih staništa i nekultiviranih zelenih površina u slučaju porodice Amaranthaceae (Nikolić i sur. 2014), dok su (b) vrste porodice Balsaminaceae atraktivne vrste (Dujmović Purgar i sur. 2021) koje građani, ako već ne sade, nerijetko ostavljaju u blizini svojih kućanstava.

U spektru životnih oblika prevladavaju terofiti (52%), a slijede hemikriptofiti (28%), te geofiti i fanerofiti (oba oko 17%). Gotovo identične udjele bilježi i Borak Martan (2017) u spektru životnih oblika grada Varaždina – terofiti dominiraju s oko 51%, slijede hemikriptofiti s oko 26%, a djelomično se razlikuju tek omjeri fanerofita (oko 21%) i geofita (oko 9%).

Promatrajući ekološke (CSR) strategije zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti, uočava se izrazita dominacija CR (oko 55%) i C (oko 41%) strategija. Slično bilježi Borak Martan (2017) na području grada Varaždina - među utvrđenim invazivnim svojstama najzastupljenije su CR (oko 39%) i C strategije (oko 35%), dok su sve ostale strategije zastupljene s vrlo malim udjelima. Analizirajući ekološke strategije invazivne flore Hrvatske, Vuković i sur. (2014) također bilježe veću prevlast CR i C strategije, no s nešto drugačijim omjerima - CR strategija i dalje dominira s oko 39%, slijedi C strategija s oko 26%, te potom R strategija s oko 11%. Autori također ističu da je isti obrazac (prevlast kompetitora, s većim udjelom CR u odnosu na C strategiju, koje slijede ruderalne vrste) primijećen u svim biogeografskim regijama, pri čemu je udio vrsta koje karakterizira CR strategija najveći u kontinentalnoj biogeografskoj regiji.

Dvije trećine zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti pokazuje diplohorni ili polihorni karakter. Istovremeno, analiza zastupljenosti različitih načina rasprostranjivanja zabilježenih vrsta pokazuje da prevladavaju anemohorija i zoohorija, više od trećine vrsta širi se antropohorijom, četvrtina autohorijom i tek petina hidrohorijom. Visoka zastupljenost anemohorije i zoohorije utvrđena je i u drugim istraživanjima (npr. Vuković 2015). Pretpostavlja se da ovi načini rasprostranjivanja omogućuju prelazak velikih udaljenosti te time olakšavaju širenje na većem području, što se pak smatra jednim od ključnih procesa u biološkim invazijama (npr. Kowarik i Säumel 2008, Säumel i Kowarik 2013). S druge strane, iako se tek petina biljnih vrsta širi hidrohorijom, dosadašnja istraživanja ukazuju na mogućnost sekundarne hidrohorije primarno anemohornih vrsta, pri čemu hidrohorija potencijalno pospješuje širenje vrsta povećanjem udaljenosti do koje propagule dopijevaju, većim spektrom propagula kojima se vrsta u krajoliku može širiti ili utječući na uspješnost i brzinu klijavosti (Kowarik i Säumel 2008).

5.2. Utjecaj okolišnih čimbenika na rasprostranjenost invazivne flore u poplavnoj zoni rijeke Drave

Poplavna zona predstavlja izrazito dinamičan okoliš – bilo gledano kroz prizmu prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta, bilo u kontekstu antropogenih pritisaka. U slučaju rijeke Drave, taj je okoliš već stoljećima pod ljudskim utjecajem, no karakter, prostorni obuhvat i intenzitet istog nije ujednačen. Dok su pojedini hidrogeomorfološki procesi očuvani i povremeno iznenađuju brzinom kojom se odvijaju, poput nastajanja i erozije staništa sprudova na pojedinim lokacijama, drugi su znatno izmijenjeni uslijed izgradnje akumulacijskih jezera. Stoga, istraživano područje karakteriziraju (1) očuvani, znatno izmijenjeni i antropogeno stvoreni dijelovi vodenog toka te akumulacijska jezera, (2) prirodni sprudovi i nasuti šljunkoviti predjeli, (3) gospodarene šumske površine čiji se odjeli razlikuju u edifikatorskoj vrsti, starosti, fizionomskoj strukturi i fragmentiranosti; te (4) poljoprivredne površine različitog načina i intenziteta korištenja. Istovremeno, tumačenje utjecaja pojedinih čimbenika na rasprostranjenost invazivne flore predstavlja izazov.

Pozitivna univarijatna korelacija vjerojatnosti poplave s nizom zavisnih varijabli (s ukupnom pokrovnosti i raznolikosti zabilježenih invazivnih stranih svojti, pokrovnosti hidrofiti, svojti CR strategije, izdvojene R vrijednosti i terofita), uočava se i u razvijenom linearnom regresijskom modelu, gdje značajno pozitivno korelira s većinom zavisnih varijabli. Izostanak očekivanog značajnog utjecaja na pokrovnost svojti R strategije moguće je objasniti činjenicom da je ista utvrđena u tek dvije vrste (*L. virginicum*, *G. ciliata*), na ukupno tri plohe, pri čemu vrstu *G. ciliata* karakterizira i CR strategija.

Pozitivna korelacija ukupne duljine vodotoka i pojedinih zavisnih varijabli, utvrđena prilikom analize univarijatne korelacije, izostaje u regresijskom modelu. Kako su vodotoci dobrim dijelom obuhvaćeni visokom vjerojatnošću poplave, pri čemu su izuzetak najčešće antropogeni kanali, dobiveni rezultat može se potencijalno objasniti korelacijom ove dvije nezavisne varijable. Dodatno, univarijatna korelacija pokazuje umjerenu korelaciju ukupne duljine vodotoka i ukupnog ruba. Istovremeno, varijabla obuhvaća niz antropogeno stvorenih kanala (s betonskim obalama), reguliranih dijelova toka, odsječenih rukavaca ili povremenih tokova kroz, dijelom, zasjenjene

predjele šumskih staništa i staništa šikara. Buduća istraživanja mogla bi razdvojiti različite tipove vodotoka (primjerice, prirodne od antropogeno izgrađenih, povremene od stalnih; Zelnik i sur. 2020), ali i preciznije izdvojiti iste u prostoru, s obzirom da karta staništa korištena kao podloga (Bardi i sur. 2016) i podaci dobiveni iz Kataloga informacija Hrvatskih voda 2024. godine imaju određena ograničenja.

S druge strane, negativna korelacija ukupne duljine akumulacije i pojedinih zavisnih varijabli utvrđena je i u regresijskom modelu, pri čemu ista značajno negativno korelira s 12 zavisnih varijabli. Povijesno gledano, izgradnja hidroelektrana i akumulacijskih jezera predstavlja jedan od glavnih pokretača promjena na prostoru istraživanja. Gradnja dovodnih i odvodnih kanala, brana i jezera dovela je do izraženih promjena u hidrološkim prilikama i hidrogeomorfologiji samog toka, dok su samom svojom površinom jezera neizbježno utjecala na (mikro)klimatske promjene, ali i na dostupnost i korištenje okolnog prostora. Varijabla je stoga korištena kao pokazatelj prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta (u kontekstu vodne strane), strukture poplavne zone te potencijalnog utjecaja na puteva širenja (longitudinalno i lateralno; npr. Catford i Jansson 2014). Istovremeno, riječ je o specifičnom elementu u krajoliku, koji karakteriziraju u pravilu strme obale osigurane nasipima, pri čemu su pokosi istih s vodne strane obloženi betonom, a duž čijih nožica (tj. u zoni najnižeg dijela pokosa nasipa) s branjene strane nerijetko prolaze servisni put, kanal i prometnica. Sve navedeno se redovito održava, pri čemu frekvencija i intenzitet aktivnosti održavanja potencijalno ne odgovara zabilježenim invazivnim stranim biljnim svojstama, odnosno ne doprinosi širenju invazivne flore (npr. Hobbs i Huenneke 1992). Nadalje, akumulacijska jezera zauzimaju relativno veliku površinu pojedinih ploha, čime se gubi dostupnost povoljnih staništa pojedinih skupina. U kontekstu vodne strane, potencijalno povoljna staništa su razvijena tek na početnim, uzvodnim dijelovima akumulacija. Treba također spomenuti da su akumulacije u potpunosti obuhvaćene visokom vjerojatnošću poplave, što potencijalno objašnjava izostanak značajne korelacije s pojedinim zavisnim varijablama (npr. pokrovnošću hidrohornih svojiti ili terofita).

Radovi na obali toka mogu ubrzati širenje invazivnih biljnih vrsta, uslijed uklanjanja tla i postojeće vegetacije te veće dostupnosti svjetla (Zelnik i sur. 2020). Na izostanak značajnog utjecaja ukupne duljine obaloutvrda u regresijskom modelu potencijalno

utječe umjerena pozitivna korelacija s ukupnom duljinom vodotoka, ali i duga povijest regulacijskih i zaštitnih radova na predmetnom području. Prvi zapisi o regulacijskim radovima potječu iz 17. st., prvi opsežniji radovi na području Varaždina i Koprivnice odvili su se u drugoj pol. 19. st., dok je izgradnja tri hidroelektrane provedena u drugoj pol. 20. st.. S obzirom na navedeno, upitno je uolikoj mjeri prisutnost obaloutvrda i njihov dugotrajan utjecaj na prisutne biljne zajednice zbilja utječe na uspostavu i širenje invazivnih stranih biljnih vrsta.

Ukupna duljina nasipa korištena je kao pokazatelj (izostanka) prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta, strukture poplavne zone te potencijalnih puteva širenja. Kod ustanovljenih statistički značajnih korelacija s određenom zavisnom varijablom, i rezultati univarijatne korelacije i regresijskog modela pokazuju negativnu korelaciju. Prilikom izgradnje nasipa dolazi do narušavanja stanišnih uvjeta i unosa novog zemljanog materijala koji može biti kontaminiran propagulama invazivnih stranih biljnih vrsta. S obzirom da je riječ o linijskoj infrastrukturi, izgradnja i održavanje nasipa dovodi do ujednačavanja staništa (tj. stanišnih uvjeta) u određenom pojasu duž samog nasipa, što može pospješiti uspostavu i širenje invazivne flore. Istovremeno, zaštitom od visokih voda, smanjuje se vjerojatnost prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta s branjene strane nasipa, lateralna povezanost staništa te unos propagula na branjenu stranu, što dugoročno može predstavljati prepreku širenju vrsta (Catford i Jansson 2014). Nasipe i vodnu stranu istih nerijetko koristi lokalna fauna, što može pospješiti zoohoriju, no treba uzeti u obzir i redovito održavanje istih te povremeno korištenje u rekreativne svrhe, što može negativno utjecati na uspostavu i širenje populacija invazivne flore.

Ukupna duljina prometne infrastrukture izvan umjetnih površina, te prometnica općenito, korištene su kao pokazatelji antropogeno uvjetovanog narušavanja stanišnih uvjeta, antropogenog pritiska te potencijalnih puteva širenja. Izgradnja prometnica također dovodi do narušavanja stanišnih uvjeta te unosa novog zemljanog materijala koji može biti kontaminiran propagulama invazivnih stranih biljnih vrsta, dok izgrađena i održavana linijska infrastruktura predstavlja homogeni element u krajoliku, duž kojeg je moguće širenje invazivne flore. Također, očekuje se prijenos propagula vozilima. Prometnice i neasfaltirani putevi mogu doprinijeti povezivanju poplavne zone i antropogenih staništa (Catford i Jansson 2014), odnosno prisutnost prometnica u

pojedininim dijelovima područja, pretpostavlja također i povećanu prisutnost ljudi i rubnih staništa, što također pospješuje mogućnost unosa i širenja invazivne flore. Nepropusne površine prometnica mogu doprinijeti sekundarnoj anemohoriji (Kowarik i von der Lippe 2011), dok (rubna staništa uz) manje, neasfaltirane puteve nerijetko koristi lokalna fauna, što može pospješiti zoohoriju (npr. Galantinho i sur. 2022). Također, Vuković (2015) bilježi da se udio antropohornih invazivnih biljaka povećava sa povećanjem ukupne duljine putova i cesta. S druge strane, u slučaju da su izdignute iznad okolnog terena, mogu predstavljati barijeru širenju autohornih vrsta. Suprotstavljeni rezultati regresijskog modela potencijalno mogu biti objašnjeni pripremom samih varijabli. Izbjegavajući multikolinearnost, „UKPR“ obuhvaća prometnu infrastrukturu (cestovni i željeznički promet) izvan umjetnih površina. Kako je varijabla preuzeta iz dorađene Karte zemljišnog pokrova, temeljene na DOF snimkama (DGU 2018-2025), varijabla obuhvaća infrastrukturu širine veće od 5m. Na temelju dostupnih podataka OpenStreetMap (OSM) servisa (Geofabrik 2024), pripremljena je također „UKPO“ varijabla, koja obuhvaća isključivo prometnice, no uzima u obzir i one koje se nalaze u samim naseljima ili protežu duž nasipa, kao i one koje presijecaju poljoprivredne i šumske površine, neovisno o njihovoj širini. Nadalje, Pearsonov koeficijent linearne (univarijantne) korelacije pokazuje slabu negativnu korelaciju obje varijable s vjerojatnošću poplave (očekivano, veće prometnice izvan i one u naseljima u pravilu su zaštićene od poplava), ali i slabu pozitivnu korelaciju ukupne duljine prometne infrastrukture (UKPR) s ukupnom duljinom akumulacije (akumulacije su omeđene nasipima duž kojih prolaze prometnice) te slabu pozitivnu korelaciju prometnica (UKPO) s ukupnom duljinom obaloutvrda i nasipa (očekivano, s obzirom da je nerijetko riječ o užim, servisnim putevima koji u prvoj varijabli izostaju). Iz svega navedenog moglo bi se zaključiti da prometnice općenito pokazuju utjecaj na zavisne varijable. Razlike u dobivenim rezultatima potencijalno su odraz pripreme ove dvije varijable, njihove međusobne korelacije ili korelacije s kakvom drugom nezavisnom varijablom. Kako ukupna duljina prometnica obuhvaća niz manjih (šljunkovitih ili zemljanih) prometnica koje fragmentiraju različita prirodna i doprirodna staništa, razlika se potencijalno može dodatno objasniti nešto rjeđom frekvencijom, tj. slabijim intenzitetom održavanja i korištenja, većim pritiskom propagula u slučaju blizine već zauzetih staništa, te veće dostupnosti veziva koje bi olakšalo prianjanje sjemenki za vozilo (primjerice, blata) i sporije vožnje (von der Lippe i Kowarik 2007, Kowarik i von der Lippe 2011, Höfle i sur. 2014). Nadalje, von der Lippe i Kowarik

(2007) sugeriraju da postoji čitav niz čimbenika koji bi također mogli utjecati na depoziciju sjemenki, poput širine traka i mogućih uzoraka vožnje (primjerice, prolazak kroz područja gdje bi propagule invazivne flore mogle biti pokupljene).

Udio umjetnih površina također je korišten kao pokazatelj antropogeno uvjetovanog narušavanja stanišnih uvjeta, antropogenog pritiska te potencijalnih puteva širenja. Očekivalo se da veći udio umjetnih površina indirektno podrazumijeva veću prisutnost ljudskog utjecaja, odnosno izraženije antropogeno uvjetovano narušavanje stanišnih uvjeta i veći pritisak propagula, što bi se moglo pozitivno odraziti na uspostavu i širenje invazivne flore (npr. Deutschewitz i sur. 2003, Liendo i sur. 2013, Catford i Jansson 2014). Dok Pearsonov koeficijent linearne (univarijatne) korelacije pokazuje slabu pozitivnu korelaciju s vrstama *A. fruticosa* i *O. biennis*, regresijskim modelom utvrđena je značajna negativna korelacija s dvije zavisne varijable – pokrovnošću svojti C strategije i izdvojenom vrijednosti C. Rezultati sugeriraju da veći udio umjetnih površina ne podrazumijeva nužno i povoljan antropogeni utjecaj, prvenstveno u kontekstu frekvencije i intenziteta antropogeno uvjetovanog narušavanja stanišnih uvjeta te prisutnosti povoljnih staništa. Dodatno, ne podrazumijeva ni uspješno uspostavljene populacije invazivnih stranih biljnih svojti koje bi mogle iskoristiti priliku. Istovremeno, dobiveni rezultati mogli bi također biti posljedica izračuna varijable. Naime, uz naseljena područja i vikend naselja, varijabla također obuhvaća intenzivno održavane otvorene športsko rekreacijske površine, ostale urbane površine i industrijska područja te površinske kopove. Jasniji rezultati mogli bi se možda dobiti razdvajanjem ovih klasa zemljišnog pokrova ili korištenjem samo klasa naseljenih područja i vikend naselja u budućim istraživanjima.

Indeks hemerobije korišten je kao pokazatelj antropogeno uvjetovanog narušavanja stanišnih uvjeta, antropogenog pritiska te potencijalnih puteva širenja. Naime, više vrijednosti indeksa ukazuju na viši stupanj antropogenog utjecaja u zoni istraživanja, te se očekivalo da bi se navedeno moglo pozitivno odraziti na uspostavu i širenje invazivne flore (npr. Kowarik i von der Lippe 2011, Zelnik i sur. 2020). Pearsonov koeficijent linearne (univarijatne) korelacije pokazuje različitu korelaciju (snaga, karakter) s pokrovnošću pojedinih invazivnih stranih svojti, ali i neznatnu pozitivnu korelaciju s pokrovnošću svojti R strategije. Istovremeno, regresijskim modelom utvrđena je značajna pozitivna korelaciju s 14 zavisnih varijabli, pri čemu su izuzetak

tek pokrovnost hidrohornih svojti, pokrovnost terofita i fanerofita te pokrovnost svojti koje karakterizira sposobnost toleriranja stresa.

Pearsonov koeficijent univarijatne korelacije pokazuje također različitu snagu i karakter statistički značajne korelacije pokazatelja heterogenosti i fragmentiranost staništa s pokrovnošću pojedinih invazivnih stranih biljnih svojti, ali i neznatnu do slabu negativnu korelaciju s velikim brojem grupiranih zavisnih varijabli. Regresijski model pak pokazuje suprotstavljene rezultate ova tri pokazatelja - značajan utjecaj broja poligona izostaje, ukupan rub značajno pozitivno korelira s osam zavisnih varijabli, dok Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa značajno negativno korelira sa sedam zavisnih varijabli i pozitivno s pokrovnošću fanerofita. Veća heterogenost i fragmentiranost staništa rezultiraju potencijalno većom mogućnošću uspostave i širenja invazivne flore (npr. Deutschewitz i sur. 2003), dok veća duljina ukupnog ruba indirektno upućuje na potencijalno veću prisutnost rubnih i prijelaznih staništa, što bi također moglo pozitivno utjecati na uspostavu i širenje invazivne flore. Dosadašnja istraživanja pokazuju da više stranih vrsta bilježe prostorni elementi s višim udjelom ruba u odnosu na površinu (npr. Planty-Tabacchi i sur. 1996, Höfle i sur. 2014, Zelnik i sur. 2020). Kao i u slučaju udjela umjetnih površina, veća raznolikost zemljišnog pokrova ili veći broj poligona ne podrazumijevaju nužno i veću ranjivost prostora na širenje invazivnih stranih biljnih vrsta, povoljan antropogeni utjecaj, odnosno prisutnost povoljnih staništa ili, općenito, uspješno uspostavljene populacije invazivne flore koje bi mogle iskoristiti priliku. Istovremeno, razlike u dobivenim rezultatima potencijalno su odraz pripreme navedenih varijabli, njihove međusobne korelacije ili korelacije s kakvom drugom nezavisnom varijablom. Premda se Shannon-Wiener indeks raznolikosti staništa često koristi prilikom analize krajobraznih uzoraka, Steinhardt i sur. (1999) upozoravaju da nijedan indeks temeljen na geometriji prostora (pa tako ni broj poligona ili ukupni rub) ne bi trebalo interpretirati samostalno u kontekstu ekoloških zbivanja, s obzirom da tek set indeksa, u kombinaciji s indeksom hemerobije, daje konkretnu informaciju o stanju okoliša. Nadalje, korištene klase zemljišnog pokrova su potencijalno previše generalizirane te nisu uspješno dočarale heterogenost ili fragmentiranost prostora. Prilikom izrade završne karte zemljišnog pokrova naglasak je stavljen na ravnotežu između veličine istraživanog područja, minimalne površine kartiranja i optimalne razine detalja, koji odražavaju ključnu raznolikost okolišnih uvjeta predmetnog područja. Broj poligona bi mogao biti korisniji

alat na (1) znatno većim područjima, gdje se koristi veći raspon klasa, a gubitak preciznosti nadoknađuje znatno većim setom podataka; (2) manjim područjima, gdje je prostor moguće kartirati u krupnijem mjerilu te zadržati manju minimalnu površinu kartiranja.

5.2.1. Značaj ekoloških strategija u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta

Rezultati regresijskog modela sugeriraju da će se svojte CR strategije, koje istovremeno posjeduju sposobnost toleriranja poremećaja i sposobnost kompeticije, osobito dobro snaći u uvjetima veće vjerojatnosti poplave, tj. pokrovnost svojti CR strategije te izdvojenih C i R vrijednosti će rasti, kako raste vjerojatnost poplave. Također, ne iznenađuje činjenica da pokrovnost svojti CR, C i R strategije, kao i izdvojenih C i R vrijednosti, značajno pozitivno koreliraju s porastom stupnja ljudskog utjecaja, dok pokrovnost svojti CR i C strategije te izdvojenih R vrijednosti značajno pozitivno korelira s porastom ukupnog ruba. Ako uzmemo u obzir da su akumulacijska jezera omeđena nasipima, što u pravilu dovodi do ograničavanja prirodnog narušavanja stanišnih uvjeta s branjene strane, pad pokrovnosti svojti CR i C strategije te C i R vrijednosti s rastom ukupne duljine akumulacije također je očekivana.

Iznenađuje donekle činjenica da izostaje utjecaj ukupne duljine obaloutvrda i nasipa na svojte CR i R strategije te izdvojenju R vrijednost, dok s rastom ukupne duljine nasipa pada pokrovnost svojti C strategije, odnosno C vrijednosti. Isti uzorak se uočava u slučaju rasta udjela umjetnih površina. Kako su ruderalne vrste nerijetko pionirske vrste, objašnjenje se potencijalno može potražiti u dugotrajnoj prisutnosti antropogenog utjecaja, odnosno nasipa i cesta na predmetnom području. S druge strane, kompetitorima potencijalno ne odgovara antropogeno narušavanje staništa na umjetnim površinama te redovito održavanje i, u pojedinim slučajevima, kretanje ljudi i vozila nasipima.

Prometna infrastruktura izvan umjetnih površina, širine veće od 5 m, također značajno negativno korelira s pokrovnošću svojti C strategije, dok u slučaju porasta ukupne duljine prometnica raste pokrovnost svojti C strategije i izdvojene C vrijednosti. Kako je ranije spomenuto, ove razlike mogu se potencijalno objasniti različitom frekvencijom, odnosno različitim intenzitetom korištenja i održavanja, ali i činjenicom

da dio kompetitora pripada fanerofitima, čija se prisutnost aktivno suzbija prilikom održavanja nasipa i većih prometnica.

Promatrajući korelaciju pokrovnosti svojti R strategije te izdvojene R vrijednosti s vjerojatnošću poplave, ukupnom duljinom akumulacije i ukupnim rubom, razlike u dobivenim rezultatima mogu se objasniti metodologijom izračuna ove dvije varijable. Dok pokrovnost izdvojene R vrijednosti uzima u obzir pokrovnost svih svojti koje pokazuju sposobnost toleriranja poremećaja, R strategija je utvrđena tek za dvije zabilježene vrste - *L. virginicum* i *G. ciliata* (Vuković i sur. 2014). Pritom vrsta *L. virginicum* dobro uspijeva i na prirodnim staništima, poput močvara i travnjaka, no vrstu *G. ciliata* u pravilu nalazimo na vlažnim, no ne i mokrim tlima, te rijetko u doprirodnoj i prirodnoj vegetaciji (Nikolić i sur. 2014).

Razvijeni model objašnjava izrazito nizak postotak varijabilnosti pokrovnosti svojti SC strategije i pokrovnosti S vrijednosti (9% u oba slučaja) te se može zaključiti da tolerancija na stres nije bitna strategija invazivne flore predmetnog područja. Kako je riječ o vrstama koje pridolaze u uvjetima visokog intenziteta stresa i niskog intenziteta poremećaja, u kontekstu poplavne zone očekuju se ponajprije na lokacijama duljeg zadržavanja vode, gdje nerijetko dolazi do anoksičnih uvjeta. Visok stupanj antropogenog utjecaja na predmetnom području očituje se, između ostalog i u znatnoj duljini regulirane ili branjenje obale, što smanjuje potrebu za prilagodbom na uvjete izraženog stresa. Analizirajući ekološke strategije invazivne flore Hrvatske, Vuković i sur. (2014) navode da su vrste S strategije u potpunosti odsutne iz invazivne flore Hrvatske. Stoga ne čudi što je jedina vrsta za koju je utvrđena sposobnost toleriranja stresa zapravo vrsta SC strategije. Riječ je o vrsti *P. quinquefolia*, grmolikoj penjačici koja u pravilu raste na antropogenim staništima, no sve češće pridolazi i na prirodnim staništima poput rubova šuma (Nikolić i sur. 2014).

5.2.2. Povezanost rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta i okolišnih čimbenika

Vrsta *S. gigantea* nerijetko se može naći na antropogenim staništima uz riječne nasipe i uz puteve, ali i u prirodnim staništima - uz rubove šuma, grmlje uz obalu rijeke te na otvorenim staništima (Nikolić i sur. 2014). Vrsta je geofit s podzemnom stabljikom

(Nikolić i sur. 2014), karakterizira je C strategija (Vuković i sur. 2014), a rasprostranjuje se anemohorijom, antropohorijom i zoohorijom (Nikolić ur. 2024-2025, FloraWeb 2024). U kontekstu strukture poplavne zone, stoga ne čudi što je razvijenim regresijskim modelom utvrđena značajna pozitivna korelacija vjerojatnosti poplave s pokrovnošću odabrane vrste, dok se negativan utjecaj ukupne duljine akumulacije potencijalno može objasniti redovitim održavanjem površina uz samu akumulaciju, negativnim utjecajem akumulacije na lateralnu povezanost staništa, ali i činjenicom da je riječ o vrsti koja pretežno pridolazi na tlima s izmjeničnom vlagom (Nikolić i sur. 2014), dok su pojedini elementi infrastrukture akumulacije znatno izdignuti i vjerojatno suši. U kontekstu heterogenosti i fragmentiranosti staništa, očekivala bi se značajna pozitivna korelacija s ukupnim rubom, međutim ista izostaje. Navedeno se potencijalno može objasniti činjenicom da je *S. gigantea* biljka svjetla i ne podnosi zasjenjivanje (Nikolić i sur. 2014), dok ukupnom rubu doprinosi niz šumskih cesta te povremenih i stalnih tokova okruženih šumskim staništem i staništem šikara. Istovremeno, vidljiv je pozitivan utjecaj indeksa hemerobije kao pokazatelja antropogenog pritiska.

Rezultati razvijenog regresijskog modela pokazuju rast ukupne pokrovnosti invazivne flore s porastom vjerojatnosti poplave i porastom indeksa hemerobije. Navedeno tako potvrđuje ulogu prirodnog i antropogenog narušavanja stanišnih uvjeta u rasprostranjenosti invazivnih stranih biljnih vrsta (Liendo i sur. 2013, Zelnik i sur. 2020) te utjecaj (sekundarne) hidrohorije. Očekivalo bi se da vjerojatnost poplave omogućuje (1) unos većeg seta propagula invazivnih stranih biljnih vrsta s uzvodnih područja, te (2) lakši doseg udaljenih, potencijalno povoljnih staništa. Stoga ne iznenađuje što je razvijenim regresijskim modelom utvrđeno da raznolikost zabilježene invazivne flore raste s rastom vjerojatnosti poplave. Sprečavajući lateralnu povezanost staništa, nasipi zadržavaju veći broj propagula s vodne strane nasipa, čime indirektno povećavaju mogućnost većeg pritiska propagula raznolikih invazivnih stranih biljnih vrsta na prostor unutar vodne strane nasipa. Dok se otvaranje novih koridora kroz postojeća staništa, uslijed izgradnje linijske infrastrukture, može pozitivno odraziti na unos i širenje propagula različitih invazivnih biljnih vrsta, redovito održavanje iste potencijalno otežava uspostavu raznolikih vrsta, tj. uniformni uvjeti mogu dovesti do razvoja monodominantnih sastojina pojedine vrste. Dobiveni rezultati regresijskog modela pokazuju značajnu negativnu korelaciju raznolikosti invazivne flore i ukupne

duljine akumulacije. Istovremeno, značajno pozitivna korelacija s indeksom hemerobije i ukupnim rubom sugerira da porast stupnja ljudskog utjecaja pozitivno utječe na raznolikost invazivne flore, dok rubna staništa omogućuju veći izbor propagula i/ili veći izbor povoljnih staništa za uspostavu i širenje raznolike invazivne flore (npr. Zelnik i sur. 2020). Razvijeni regresijski model objašnjava relativno visok postotak varijabilnosti u slučaju ukupne pokrovnosti (79%) i izrazito visok u slučaju raznolikosti invazivnih stranih biljnih svojti (84%). Buduća istraživanja mogla bi se usmjeriti na riparijsku zonu u užem smislu te istražiti u kolikoj mjeri neki dodatni čimbenici utječu na ukupnu pokrovnost i raznolikost invazivne flore – primjerice, period protekao od unosa vrste, udaljenost od izvora rijeke, brzina i dubina toka, prirodnost korita, širina zone (u užem smislu), očuvanost i visina riparijske vegetacije (npr. Moravcová i sur. 2015, Zelnik i sur. 2020).

Analiza pokrovnosti životnih oblika pruža dodatan uvid u pozadinske čimbenike koji utječu na rasprostranjenost invazivne flore poplavne zone rijeke Drave. Kako je riječ o vrstama koje nepovoljno razdoblje preživljavaju u obliku sjemenki te često pridolaze u vegetaciji koja je pod izrazitim antropogenim utjecajem, očekivao se pozitivan utjecaj pokazatelja prirodnog i antropogeno uvjetovanog narušavanja stanišnih uvjeta te heterogenosti i fragmentiranosti staništa na pokrovnost terofita. Dobiveni rezultati razvijenog regresijskog modela pokazuju da već tri varijable objašnjavanju oko 60% varijabilnosti pokrovnosti ove skupine. Nakon nanosa sedimenta i biljnog materijala uslijed velikih voda, brži oporavak i širenje u pravilu pokazuju vrste koje imaju dugotrajnu (izdržljivu) banku sjemenki u tlu, odnosno vrste koje proizvode velik broj generativnih ili vegetativnih propagula te mogu brzo (re-)kolonizirati prostor raščišćen uslijed prolaska poplavnog vala (Catford i Jansson 2014). Stoga ne iznenađuje značajna pozitivna korelacija vjerojatnosti poplave s pokrovnošću terofita. Također, velik broj zabilježenih vrsta ove skupine pridolazi na vlažnim staništima (primjerice, *B. frondosa*, *C. ambrosioides*, *E. lobata*, *I. glandulifera*) (Nikolić i sur. 2014). Izostanak značajnog utjecaja pokazatelja antropogenog pritiska može se dijelom objasniti dugom povijesti antropogenog utjecaja na predmetnom području te nešto nižom frekvencijom prisutnosti umjetnih površina po istraživanim zonama (54 od ukupno 107 zona, pri čemu udio istih u tek 14 zona prelazi 20%, no ne i 30% ukupne površine). Stoga, do izražaja potencijalno više dolazi ukupan rub, kao pokazatelj heterogenosti i fragmentiranosti staništa, s čijim porastom raste i pokrovnost terofita.

Zeljaste trajnice sa zaštićenim pupovima za obnovu (npr. prizemnim rozetama, busenovima, samim tlom i sl.), predstavljaju vrlo raznoliku skupinu biljaka, najbrojniji životni oblik u Europi te najrasprostranjeniji oblik, naročito umjerene zone Središnje Europe (Midolo i sur. 2024). Dobiveni rezultati razvijenog regresijskog modela pokazuju značajnu pozitivnu korelaciju vjerojatnosti poplave te indeksa hemerobije s pokrovnosću hemikriptofita, ali i značajnu negativnu korelaciju ukupne duljine akumulacije. Uzimajući u obzir raznolikost skupine, navedeno se potencijalno najjednostavnije objašnjava pripadnošću zabilježenih invazivnih stranih biljnih vrsta ekološkoj strategiji (prevladava sposobnost kompeticije).

Zanimljiv je izostanak značajnog utjecaja vjerojatnosti poplave na pokrovnost fanerofita. Tri od pet zabilježenih fanerofita dolazi na staništima s izmjeničnom vlagom, odnosno tlima s različitim stupnjem vlažnosti, uključujući i srednje vlažna (npr. *A. fruticosa*) i suha staništa (npr. *A. negundo* i *R. pseudoacacia*) (Nikolić i sur. 2014). Svih pet je karakterizirano C strategijom. Istovremeno, dok vrsta *P. quinquefolia* ujedno pokazuje sposobnost toleriranja stresa, nijednu od zabilježenih fanerofita ne karakterizira sposobnost toleriranja narušavanja stanišnih uvjeta (Vuković i sur. 2014). Usprkos tome, pojedini autori ističu pionirski karakter vrsta *A. negundo*, *A. altissima* i *R. pseudoacacia* te ih vežu uz rane sukcesijske stadije (npr. Höfle i sur. 2014). S obzirom na navedeno, utjecaj poplave možda ne dolazi do izražaja koliko neke druge nezavisne varijable. Kako je ranije natuknuto, zbog relativno snažnog korijenja i visokog rasta, razvoj i širenje fanerofita se uglavnom aktivno suzbija prilikom održavanja prometne i energetske infrastrukture. Dodatno, (veće) skupine fanerofita su često nepoželjne na vodnoj strani nasipa u neposrednoj blizini naselja, jer bi mogle smanjiti prihvatni volumen te otežati brzo usmjeravanje (odvodnju) poplavnog vala nizvodno. Promatrajući pokazatelje heterogenosti i fragmentiranosti staništa, vrijedi istaknuti da su fanerofiti jedina skupina na koju Shannon-Wienerov indeks raznolikosti staništa pokazuje značajnu pozitivnu vrijednost, što se dijelom može objasniti širokim spektrom antropogenih, doprirodnih i prirodnih staništa na kojima vrste pridolaze (Nikolić i sur. 2014). Istovremeno, treba napomenuti da model objašnjava 45% varijabilnosti pokrovnosti skupine te bi uključivanje dodatnih varijabli u budućim istraživanjima moglo dati nešto jasniju sliku o utjecaju okolišnih čimbenika na rasprostranjenost fanerofita – primjerice, uključivanje podataka o sadnji (uzgoju) ili periodu proteklom od unosa na istraživanu lokaciju, stanišnom tipu i starosti sastojine,

šumarskoj praksi, fazi prirodne sukcesije staništa i otvorenosti šumskog sklopa, udaljenosti od vodotoka i dinamici poplave i sl. (npr. Höfle i sur. 2014, Marinšek i Kutnar 2017).

Geofiti obuhvaćaju zeljaste biljne vrste koje nepovoljno razdoblje preživljavaju relativno duboko pod zemljom (u obliku podanka, lukovice, korijena ili gomolja), pri čemu je ciklus razvoja njihovih organa od cvjetanja do razvoja ploda nerijetko kratak. Nadalje, veći dio zabilježenih geofita uspješno pridolazi na vlažnim staništima, uz obale vodnih tijela (primjerice, *P. americana*, *R. japonica*, *S. gigantea*) (Nikolić i sur. 2014). Stoga, ne iznenađuje značajna pozitivna korelacija vjerojatnosti poplave s pokrovnošću ove skupine. Univarijatna korelacija pokazuje vrlo dobru korelaciju pokrovnosti geofita s pokrovnošću antropohorije, pri čemu se svih pet zabilježenih vrsta pojavljuje također i na antropogeno utjecanim staništima (Nikolić i sur. 2014). Pritom, zabilježeni geofiti su biljke svjetla, pri čemu većina ne podnosi jaču zasjenjenost (Nikolić i sur. 2014). Iz navedenog se može zaključiti da im određeni stupanj ljudskog utjecaja pogoduje, te ne iznenađuje značajna pozitivna korelacija s indeksom hemerobije, ali ni izostanak značajnog utjecaja ukupnog ruba.

5.2.3. Odnos između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih vrsta i njihovih potencijalnih puteva širenja

Prilagodbe razvijene za potrebe disperzije vjetrom, nerijetko omogućuju također uspješno širenje sekundarnom hidrohorijom (Säumel i Kowarik 2013). Premda veće vodene površine nerijetko utječu na (mikro-)klimatske prilike područja (Iakunin i sur. 2022) te time mogu pozitivno utjecati na dostupnost vektora širenja, istovremeno mogu predstavljati „zamku“ za propagule nošene vjetrom. Nije poznato koliki je utjecaj izgradnja akumulacija imala na mikroklimatske prilike predmetnog područja, odnosno koliko je stvarno doprinijela ili otežala anemohornom širenju svojti, no rezultati razvijenog regresijskog modela pokazuju značajnu pozitivnu korelaciju vjerojatnosti poplave, ali i značajnu negativnu korelaciju ukupne duljine akumulacije s pokrovnošću anemohornih svojti. Do izražaja vjerojatno više dolazi pripadnost anemohornih svojti pojedinom životnom obliku, odnosno ekološkoj strategiji, pri čemu vrijedi istaknuti da su jedine monohorno anemohorne vrste dva fanerofita (*A. negundo*, *A. altissima*) (Nikolić i sur. 2014). Smjer vjetra usklađen sa smjerom koridora u prostoru, a osobito

koridora više-manje glatke površine i neobraslog vegetacijom (poput, primjerice, asfaltiranih prometnica ili popločanih ulica), može pozitivno utjecati na bogatstvo anemohornih svojti (Damschen i sur. 2014), ali i pospješiti sekundarnu anemohoriju, primjerice, u slučaju vrste *A. altissima* (Kowarik i von der Lippe 2011). Kako je riječ o nizinskom prostoru, gdje je šuma najviši element u prostoru, naselja doprinose otvaranju prostora te potencijalno doprinose stvaranju povoljnih koridora za širenje anemohornih svojti. Stoga, ne iznenađuje značajno pozitivna korelacija indeksa hemerobije s pokrovnošću ove skupine.

Viši stupanj ljudskog utjecaja, indirektno sugerira veće kretanje ljudi, vozila i materijala. Razvijenim regresijskim modelom utvrđena je značajna pozitivna korelacija indeksa hemerobije s pokrovnošću antropohornih svojti. Ekologija zabilježenih invazivnih stranih svojti koje se, između ostalog, šire antropohorijom, pokazuje da znatan dio istih pridolazi i na vlažnim tlima ili podnosi oscilacije vlage, premda ih prvenstveno vežemo uz antropogeno utjecana staništa (npr. *A. theophrasti*, *A. artemisiifolia*, *L. virginicum*, *P. dichotomiflorum*) (Nikolić i sur. 2014). Nadalje, zabilježene svojte karakterizira u pravilu CR (6 svojti) i C strategija (5 svojti), dok samo jednu svojtu karakterizira R strategija. Navedeno dijelom objašnjava značajnu pozitivnu korelaciju s vjerojatnošću poplave, ali i značajnu negativnu korelaciju ukupne duljine akumulacije s pokrovnošću ove skupine.

Promatrajući odabrane nezavisne varijable, očekivao bi se pozitivan utjecaj povećane duljine linijskih elemenata, s obzirom da linijski koridori više-manje ujednačenih uvjeta (a nerijetko i u blizini naseljenih područja) predstavljaju povoljno stanište za širenje invazivne flore, naročito tijekom i neposredno nakon izgradnje istih. Značajna negativna korelacija ukupne duljine akumulacije i nasipa s pokrovnošću autohornih svojti, utvrđena razvijenim regresijskim modelom, može se objasniti dugogodišnjim prisustvom ovih elemenata u okolišu, sprečavanjem lateralne povezanosti povoljnih staništa te redovitim održavanjem istih, tj. pripadnošću zabilježenih svojti C ili CR strategiji. Vuković (2015) navodi da su autohorne biljke češće na područjima s većim brojem poligona i većom raznolikošću staništa. Kako povećan stupanj ljudskog utjecaja indirektno sugerira veću vjerojatnost (nenamjernog) unosa propagula te veću vjerojatnost stvaranja povoljnih staništa ili otvaranja koridora za njihovo širenje, dok veća duljina ukupnog ruba otvara mogućnost bolje povezanosti (udaljenijih) povoljnih

staništa, ne iznenađuje značajna pozitivna korelacija indeksa hemerobije i ukupnog ruba s pokrovnošću ove skupine.

Razvijeni regresijski model pojašnjava tek 37% varijabilnosti pokrovnosti hidrohornih svojti, pri čemu na pokrovnost istih značajno utječe tek vjerojatnost poplave. Očekivane značajne pozitivne korelacije s ukupnom duljinom vodotoka i akumulacije (u kontekstu longitudinalne povezanosti vodnog toka), kao i značajne negativne korelacije obaloutvrde ili nasipa (uslijed ograničavanja lateralnog širenja) izostaju. Utjecaj vjerojatnosti poplave možda jače dolazi do izražaja, nego navedene nezavisne varijable, ili su pak dobiveni rezultati odraz njihove međusobne korelacije ili korelacije s kakvom drugom nezavisnom varijablom. Provedeni regulacijski i hidroenergetski zahvati ograničili su mjestimično riparijsku zonu u užem smislu, ali i prisutnost vlažnih i močvarnih staništa na predmetnom području. Istovremeno, treba istaknuti da istraživanjem nisu obuhvaćeni hidrofiti, već kopnene vaskularne biljne svojte. Hidrohorija je utvrđena za svojte koje redovno očekujemo duž vodnih tijela i na poplavnim područjima (vrste *A. fruticosa*, *I. glandulifera*, *R. japonica*), ali i svojte koje možda češće vežemo uz ruderalna, antropogeno utjecana staništa (vrste *C. ambrosioides*, *L. virginicum*, *S. halepense*) (Nikolić i sur. 2014), pri čemu nijedna od navedenih vrsta nije monohorno hidrohorna. Uključivanje dodatnih varijabli u budućim istraživanjima moglo bi dati nešto jasniju sliku o utjecaju okolišnih čimbenika na pokrovnost hidrohorije – primjerice, uključivanje podataka o hidrogeomorfologiji i hidrologiji toka, pojavi i zadržavanju nanosa naplavnog materijala, detaljnijih podataka o lateralnoj povezanosti pojedinih dijelova toka te preklapanju perioda poplavnih voda i otpuštanja ploda (npr. Hyslop i Trowsdale 2012).

Prilagodbe razvijene za širenje propagula zoohorijom nerijetko omogućuju uspješno širenje sekundarnom hidrohorijom (Catford i Jansson 2014), stoga ne iznenađuju rezultati razvijenog regresijskog modela, koji pokazuju pozitivan utjecaj vjerojatnosti poplave na pokrovnost zoohornih svojti. Prostor duž i u blizini vodotoka potencijalno koristi veći broj životinja. Kruna ili nožice nasipa mogu predstavljati koridor kretanja određenim životinjskim vrstama. Vodna strana nerijetko obiluje skloništem i rjeđim antropogenim pritiskom, što također omogućuje dulji boravak i kretanje pojedinih životinjskih vrsta. Izgradnja, korištenje i održavanje prometnica uglavnom negativno utječe na faunu uslijed fragmentacije staništa i efekta prepreke te narušavanja

kvalitete stanišnih uvjeta (npr. Kowarik i von der Lippe 2011, HAOP 2015), što se može nepovoljno odraziti na disperziju svojti zoohorijom. S druge strane, riječ je u pravilu o suburbanim i ruralnim područjima te se može očekivati da će rubna staništa uz manje prometnice, a naročito neasfaltirane šumske ceste, servisne puteve i ceste kroz poljoprivredna staništa, i dalje služiti kao koridor kretanja pojedinih životinjskih vrsta (npr. Galantinho i sur. 2022). Naime, rubni dijelovi šumskih staništa i staništa šikara, nerijetko služe kao koridor kretanja, zaklon, povoljno stanište za pronalazak hrane ili za gniježđenje pojedinih životinjskih vrstama, što potencijalno pozitivno utječe na dostupnost (i raznolikost) vektora disperzije te bolju povezanost (udaljenih) povoljnih staništa. Istovremeno, manifestacija utjecaja određenih nezavisnih varijabli ovisit će u znatnoj mjeri o životinjskim vrstama koje rasprostranjuju zabilježene invazivne strane biljne svojte te prilagodbama invazivne flore za prijenos na dulje udaljenosti. S obzirom da je tek pet svojti monohorno zoohorno (dok je za čak 21 zabilježenu svojtu utvrđena zoohorija) dobiveni rezultati regresijskog modela (značajna negativna korelacija ukupne duljine akumulacije i nasipa te značajna pozitivna korelacija indeksa hemerobije), potencijalno su u većoj mjeri odraz pripadnosti zabilježenih svojti pojedinom životnom obliku ili ekološkoj strategiji.

6. ZAKLJUČAK

Poplavna zona rijeke Drave predstavlja kompleksan okoliš koji je istovremeno pod utjecajem prirodnih procesa i izrazitog antropogenog utjecaja. Terenskim istraživanjem invazivnih stranih biljnih vrsta na 107 ploha u sklopu poplavne zone rijeke Drave, zabilježeno je 29 takvih svojti, odnosno nešto više od trećine ukupne invazivne flore Hrvatske. Analiza njihovih značajki pokazala je da gotovo dvije trećine zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti dolazi iz četiri porodice (Asteraceae, Poaceae, Amaranthaceae i Fabaceae), oko polovine svojti pripada terofitima te prevladavaju CR i C ekološka strategija. Dvije trećine zabilježenih svojti pokazuje diplohorni ili polihorni karakter, pri čemu prevladavaju anemohorija i zoohorija. Prevlast pojedinih značajki zabilježenih invazivnih stranih svojti u skladu je s dosadašnjim spoznajama o invazivnoj flori šireg područja grada Varaždina i dravskog toka, te invazivnoj flori Hrvatske.

Premda struktura poplavne zone, antropogeni pritisak i fragmentiranost staništa pokazuju značajan utjecaj na rasprostranjenost invazivne flore u poplavnoj zoni rijeke Drave, dobiveni rezultati također sugeriraju da ekološka strategija i životni oblik zabilježenih svojti imaju velik utjecaj te u znatnoj mjeri oblikuju odgovor svojti na različite antropogeno stvorene pritiske i prilike.

Optimizirani generalizirani linearni modeli (u funkciji okolišnih parametara kao nezavisnih varijabli) objašnjavaju relativno visok postotak varijabilnosti u slučaju pokrovnosti svojti CR i C strategije te izdvojenih C i R vrijednosti (preko 70% za sve navedene varijable). Navedeno sugerira da će se vrste koje (istovremeno) posjeduju sposobnost kompeticije i sposobnost toleriranja poremećaja osobito dobro snaći na prostoru poplavne zone. S druge strane, izuzetno niska vrijednost u slučaju pokrovnosti svojti SC strategije i izdvojene S vrijednosti (9% obje) sugerira da sposobnost toleriranja stresa nije bitna strategija invazivne flore predmetnog područja. Visok stupanj antropogenog utjecaja na predmetnom području očituje se također u znatnoj duljini regulirane ili branjenje obale, što smanjuje potrebu za prilagodbom na uvjete izraženog stresa.

Prilikom analize okolišnih parametara kao nezavisnih linearnih varijabli, osobito se ističu tri značajna prediktora: indeks hemerobije, vjerojatnost poplave i ukupna duljina akumulacije, pri čemu prvi značajno pozitivno korelira s 14, drugi značajno pozitivno s 13, a treći značajno negativno s 12 zavisnih varijabli. Rezultati razvijenog regresijskog modela sugeriraju rast ukupne pokrovnosti i raznolikosti invazivne flore s porastom pojedinih pokazatelja prirodnog i antropogenog narušavanja stanišnih uvjeta, te pozitivan utjecaj rubnih staništa na izbor propagula i/ili izbor povoljnih staništa za uspostavu i širenje raznolike invazivne flore.

Dobiveni rezultati također ukazuju na izostanak značajnog utjecaja ili pak značajan negativan utjecaj većine antropogeno stvorenih linijskih koridora na ukupnu pokrovnost i raznolikost invazivne flore, pokrovnost hemikriptofita i fanerofita te pokrovnost anemohornih, antropohornih, autohornih i zoohornih svojti. Pretpostavlja se da je navedeno rezultat duge povijesti regulacijskih i zaštitnih radova u poplavnoj zoni rijeke Drave, odnosno dugogodišnjeg prisustva ovih elemenata u okolišu i sprečavanja lateralne povezanosti povoljnih staništa. Dodatno objašnjenje može se naći i u redovitom održavanju većine infrastrukturnih elemenata, pri čemu frekvencija i intenzitet održavanja potencijalno ne odgovaraju zabilježenim invazivnim stranim biljnim svojstama te ne doprinosi širenju istih.

Analiza odnosa između načina rasprostranjivanja invazivnih stranih biljnih svojti i njihovih potencijalnih puteva širenja pokazuje rast pokrovnosti anemohornih, antropohornih, hidrohornih i zoohornih svojti s porastom vjerojatnosti poplave te pokrovnosti anemohornih, antropohornih, autohornih i zoohornih svojti s porastom indeksa hemerobije. Dobiveni rezultati ukazuju na potencijalnu ulogu sekundarne hidrohorije, te na (indirektan) pozitivan utjecaj većeg stupnja ljudskog utjecaja na rasprostranjenost invazivnih stranih biljnih vrsta u vidu (nenamjernog) unosa propagula, stvaranja povoljnih staništa ili otvaranja koridora za njihovo širenje.

S obzirom na sve navedeno, može se zaključiti da prostorni raspored invazivnih stranih biljnih vrsta u poplavnoj zoni rijeke Drave nije slučajna, već ovisi o kombinaciji čimbenika - značajkama invazivnih stranih biljnih vrsta, značajkama poplavne zone, međuodnosu s drugim vrstama te pritisku propagula.

Dobiveni rezultati doprinose razumijevanju procesa širenja invazivnih stranih biljnih vrsta na poplavnom području te na području prirodnog i/ili antropogenog narušavanja stanišnih uvjeta. Istovremeno, ukazuju na potencijalne izazove prilikom odabira adekvatnih prediktorskih varijabli te otvaraju nove pravce budućih istraživanja. Također ukazuju na važnost uključivanja vremenske komponente - primjerice, u kontekstu (1) pojedinih invazivnih stranih biljnih vrsta (unos, aktualna faza procesa invazije); (2) native vegetacije (npr. stupanj prirodne sukcesije staništa, starost šumskih sastojina); (3) antropogenih struktura u prostoru (vrijeme proteklo od izgradnje, učestalost održavanja); te (4) razdoblja proteklog između antropogeno uvjetovanih narušavanja stanišnih uvjeta.

Nadalje, dobiveni rezultati mogu pomoći stručnim kadrovima u zaštićenim područjima u provedbi programa suzbijanja invazivnih stranih biljnih vrsta, prvenstveno kroz usmjeravanje aktivnosti praćenja stanja, ali i određenih upravljačkih aktivnosti. Primjerice, rezultati sugeriraju da je potrebno uložiti veći napor na područja veće vjerojatnosti poplave, heterogenosti staništa i stupnja ljudskog utjecaja te manjih, zemljanih i šljunkovitih puteva. Ukazuju također na važnost adekvatnog upravljanja poplavnom zonom, tj. na važnost očuvanja strukture i funkcije prirodnih staništa, odvajanja istih (zaštitnim pojasevima) od poljoprivrednih i urbaniziranih područja, redovitog održavanja travnjačkih staništa te redovite kontrole i čišćenja korištenih vozila, alata i mehanizacije kako bi se spriječilo širenje propagula unesenih vrsta na nezahvaćene lokacije. Dodatno, mogu poslužiti kao temelj za izradu preciznijih modela predikcije širenja invazivnih stranih biljnih vrsta u području poplavnih nizina.

7. POPIS LITERATURE

1. Albers H.J., Hall K., Lee K., Taleghan M., Dietterich T. (2018): The Role of Restoration and Key Ecological Invasion Mechanisms in Optimal Spatial-Dynamic Management of Invasive Species. *Ecological Economics* 151: 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.03.031>.
2. Anđelković A. i Radulović S. (2022): The role of riparian areas in alien plant invasions. *Acta herbologica* 31: 93–104. <https://doi.org/10.5937/actaherb2202093A>.
3. Anđelković A., Živković M., Cvijanović D., Novković M., Marisavljević D., Pavlović D., Radulović S. (2016): Riparian areas as invasion corridors of *Xanthium strumarium* in Serbia. *Acta herbologica* 25: 45–55. <https://doi.org/10.5937/ActaHerb1602045A>.
4. Anđelković A.A., Pavlović D.M., Marisavljević D.P., Živković M.M., Novković M.Z., Popović S.S., Cvijanović D.L., Radulović S.B. (2022): Plant invasions in riparian areas of the Middle Danube Basin in Serbia. *NeoBiota* 71: 23–48. <https://doi.org/10.3897/neobiota.71.69716>.
5. Arianoutsou M., Bazos I., Christopoulou A., Kokkoris Y., Zikos A., Zervou S., Delipetrou P., Cardoso A.C., Deriu I., Gervasini E., Tsiamis K. (2021): Alien plants of Europe: introduction pathways, gateways and time trends. *PeerJ* 9:e11270 <http://doi.org/10.7717/peerj.11270>.
6. Ayllón, D., Baquero R.A., Nicola G.G. (2022): Differential vulnerability to biological invasions: not all protected areas (and not all invaders) are the same. *Biodivers Conserv* 31: 1535–1550. <https://doi.org/10.1007/s10531-022-02407-8>.
7. Bacher S., Blackburn T.M., Essl F., Genovesi P., Heikkilä J., Jeschke J.M., Jones G., Keller R., Kenis M., Kueffer C., Martinou A.F., Nentwig W., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Richardson D.M., Roy H.E., Saul W-C., Scalera R., Vilà M., Wilson J.R.U., Kumschick S. (2018): Socio-economic impact classification of alien taxa (SEICAT). *Methods Ecol Evol.* 9: 159–168. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12844>.
8. Bailey J. i Wisskirchen R. (2004): The distribution and origins of *Fallopia × bohemica* (Polygonaceae) in Europe. *Nordic Journal of Botany* 24: 173–199. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2004.tb00832.x>.

9. Ban K. (2023): Invazivna flora značajnih krajobraza Virovitičko-podravске županije. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
10. Ban K. i Jelaska S.D. (2023): Terrestrial invasive alien plants of important landscapes in Virovitica-Podravina county, Croatia. U: Jelaska S.D. (ur.) 5. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama / 5th Croatian Symposium on invasive species 2023. Zbornik sažetaka / Book of Abstracts: 73, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
11. Baquero R.A, Ayllón D., Nicola G.G. (2021): Are the EU Biosecurity Legislative Frameworks sufficiently effective to prevent biological invasions in the Natura 2000 Network? A case study in Mediterranean Europe. *Environmental Science & Policy* 120: 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.02.007>.
12. Bardi A., Papini P., Quaglino E., Biondi E., Topić J., Milović M, Pandža M., Kaligarić M., Oriolo G., Roland V., Batina A., Kirin T. (2016): Karta prirodnih i poluprirodnih ne-šumskih kopnenih i slatkovodnih staništa Republike Hrvatske. AGRISTUDIO s.r.l., TEMI S.r.l., TIMESIS S.r.l., HAOP.
13. Batanjski V., Kabaš E., Kuzmanović N., Vukojičić S., Lakušić D., Jovanović, S. (2015): New invasive forest communities in the riparian fragile habitats – the case study from Ramsar site Carska bara (Vojvodina, Serbia). *Šumarski list* 139(3-4): 155–168. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/141892>.
14. Baučić-Rossi V. (1954): Prilog poznavanja prometa na Dravi. *Hrvatski geografski glasnik* 16.-17. (1.): 61–78. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/56313>.
15. Bellard C., Leroy B., Thuiller W., Rysman J.-F., Courchamp F. (2016): Major drivers of invasion risks throughout the world. *Ecosphere* 7(3):e01241. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1241>.
16. Benac Č. (2016): Rječnik pojmova u općoj i primijenjenoj geologiji. Građevinski fakultet u Rijeci, 1–196, Rijeka.
17. Biportal (2025): Web portal Informacijskog sustava zaštite prirode - Web Feature Service (WFS) sloj zaštićenih područja i Natura 2000 područja u Hrvatskoj. Zavod za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije. Preuzeto: 19.03.2025. Dostupno na: <http://www.biportal.hr/>.

18. Bioportal (2025b): Web portal Informacijskog sustava zaštite prirode – Standardni obrasci Natura 2000: SDF HR1000013, SDF HR1000014, SDF HR2001307 i HR5000014. Zavod za zaštitu okoliša i prirode Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije. Preuzeto: 21.03.2025. Dostupno na: <http://www.bioportal.hr/>.
19. Blackburn T.M., Essl F., Evans T., Hulme P.E., Jeschke J.M., Kühn I., Kumschick S., Marková Z., Mrugała A., Nentwig W., Pergl J., Pyšek P., Rabitsch W., Ricciardi A., Richardson D.M., Sendek A., Vilà M., Wilson J.R.U., Winter M., Genovesi P., Bacher S. (2014) A Unified Classification of Alien Species Based on the Magnitude of their Environmental Impacts. PLoS Biol 12(5): e1001850. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001850>.
20. Blackburn T.M., Lockwood J.L., Cassey P. (2015): The influence of numbers on invasion success. Mol Ecol 24: 1942–1953. <https://doi.org/10.1111/mec.13075>.
21. Borak Martan V. (2017): Utjecaj urbano-ruralnoga gradijenta grada Varaždina na floru i zastupljenost invazivnih biljaka. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
22. Bornette G., Tabacchi E., Hupp C., Puijalon S., Rostan J.C. (2008): A model of plant strategies in fluvial hydrosystems. Freshwater Biology 53: 1692–1705. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.01994.x>.
23. Boršić I., Kutleša P., de Groot M., Jelaska S.D. (2024): Kudzu vine (*Pueraria montana* var. *lobata*, Fabaceae): Invasive alien species of Union concern (EU Regulation 1143/2014) in Croatia. EPPO Bulletin 54: 64–75. <https://doi.org/10.1111/epp.12971>
24. Boršić I., Milović M., Dujmović I., Bogdanović S., Cigić P., Rešetnik I., Nikolić T. i Mitić B. (2008): Preliminary check-list of invasive alien plant species (IAS) in Croatia. Natura Croatica 17(2): 55–71.
25. Bradley B.A. i Mustard J.F. (2006): Characterizing The Landscape Dynamics Of An Invasive Plant And Risk Of Invasion Using Remote Sensing. Ecological Applications 16: 1132–1147. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[1132:CTLDOA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[1132:CTLDOA]2.0.CO;2).
26. Braun M., Schindler S., Essl F. (2016): Distribution and management of invasive alien plant species in protected areas in Central Europe. Journal for Nature Conservation 33: 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2016.07.002>.

27. Brummer T.J., Maxwell B.D., Higgs M.D., Rew L.J. (2013): Implementing and interpreting local-scale invasive species distribution models. *Diversity Distrib.* 19: 919–932. <https://doi.org/10.1111/ddi.12043>.
28. Bučar M., Rimac A., Šegota V., Vuković N., Alegro A. (2024): Ecology of *Elodea canadensis* Michx. and *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St. John - Insights from National Water Monitoring in Croatia. *Plants* 13(12): 1624. <https://doi.org/10.3390/plants13121624>
29. Buldrini F., Landi S., Titti G., Parodi S., Valente M., Borgatti L., Bolpagni R. (2024): Invasive alien plant species, riverbank instability and hydraulic risk: what do we know about *Amorpha fruticosa*, *Arundo donax* and *Reynoutria japonica*? *Journal of Limnology* 83(1). <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2024.2204>.
30. Burkart M. (2001): River corridor plants (Stromtalpflanzen) in Central European lowland: a review of a poorly understood plant distribution pattern. *Global Ecology and Biogeography* 10: 449–468. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822x.2001.00270.x>.
31. Cao Y., Natuhara Y. (2020): Effect of Anthropogenic Disturbance on Floristic Homogenization in the Floodplain Landscape: Insights from the Taxonomic and Functional Perspectives. *Forests* 11(10): 1036. <https://doi.org/10.3390/f11101036>.
32. Catford J.A. i Jansson R. (2014): Drowned, buried and carried away: Effects of plant traits on the distribution of native and alien species in riparian ecosystems. *New Phytol* 204(1): 19–36.
33. Catford J.A., Jansson R., Nilsson, C. (2009): Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Diversity and Distributions* 15: 22–40. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00521.x>
34. Catford J.A., Vesik P.A., Richardson D.M., Pyšek P. (2012): Quantifying levels of biological invasion: towards the objective classification of invaded and invulnerable ecosystems. *Glob Change Biol* 18: 44–62. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02549.x>.
35. Chapman D.S., Makra L., Albertini R., Bonini M., Páldy A., Rodinkova V., Šikoparija B., Weryszko-Chmielewska E., Bullock, J.M. (2016): Modelling the introduction and spread of non-native species: international trade and climate change drive ragweed invasion. *Glob Change Biol* 22: 3067–3079. <https://doi.org/10.1111/gcb.13220>.

36. Christopoulou A., Christopoulou A., Fyllas N.M., Dimitrakopoulos P.G., Arianoutsou M. (2021): How Effective Are the Protected Areas of the Natura 2000 Network in Halting Biological Invasions? A Case Study in Greece. *Plants* 10: 2113. <https://doi.org/10.3390/plants10102113>.
37. Chytrý M., Maskell L.C., Pino J., Pyšek P., Vilà M., Font X., Smart S.M. (2008): Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. *Journal of Applied Ecology* 45: 448–458. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01398.x>.
38. Colling G., Glaser M., Buholzer S., Bürger J., Chytrý M., Fanfarillo E., Follak S., Jansen F., Kolářová M., Küzmič F., Lososová Z., Schumacher M., Šilc U., Wietzke A., Dullinger S., Essl F. (2025): Ninety years of alien plant species accumulation across regional and local scales in central European fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 383: 109483. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109483>.
39. Čanjevac I. (2013): Tipologija protočnih režima rijeka u Hrvatskoj. *Hrvatski geografski glasnik* 75. (1.): 23–42. <https://doi.org/10.21861/HGG.2013.75.01.02>.
40. Čanjevac I., Pavlek K., Orešić, D. (2022): Duljine tekućica u Hrvatskoj određene na temelju topografske karte mjerila 1:25 000. *Hrvatski geografski glasnik* 84 (1): 5–30. <https://doi.org/10.21861/HGG.2022.84.01.01>.
41. Čarni A., Juvan Mastnak N., Dakskobler I., Kutnar L., Marinšek A., Šilc U. (2017): Prediction of the appearance of tree of heaven in forest communities in western Slovenia. *Periodicum biologorum* 119 (4): 261–283. <https://doi.org/10.18054/pb.v119i4.4483>.
42. Damschen E.I., Baker D.V., Bohrer G., Nathan R., Orrock J.L., Turner J.R., Brudvig L.A., Haddad N.M., Levey D.J., Tewksbury J.J. (2014): How fragmentation and corridors affect wind dynamics and seed dispersal in open habitats. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111 (9): 3484–3489, <https://doi.org/10.1073/pnas.1308968111>.
43. Davis M.A., Grime J.P., Thompson, K. (2000): Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88: 528–534. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00473.x>.
44. Davis M.A., Thompson K., Grime J.P. (2005): Invasibility: the local mechanism driving community assembly and species diversity. *Ecography*, 28: 696–704. <https://doi.org/10.1111/j.2005.0906-7590.04205.x>.

45. Descombes P., Petitpierre B., Morard E., Berthoud M., Guisan A. i Vittoz P. (2016): Monitoring and distribution modelling of invasive species along riverine habitats at very high resolution. *Biological Invasions* 18(12): 3665–3679.
46. Deutschewitz K., Lausch A., Kühn I., Klotz S. (2003): Native and alien plant species richness in relation to spatial heterogeneity on a regional scale in Germany. *Global Ecology and Biogeography* 12: 299–311.
47. DGU (2018-2025): Geoportal Državne geodetske uprave. Dostupno na: <http://geoportal.dgu.hr>.
48. Dick J.T.A., Laverty C., Lennon J.J., Barrios-O'Neill D., Mensink P.J., Robert Britton J., Médoc V., Boets P., Alexander M.E., Taylor N.G., Dunn A.M., Hatcher M.J., Rosewarne P.J., Crookes S., MacIsaac H.J., Xu M., Ricciardi A., Wasserman R.J., Ellender B.R., Weyl O.L.F., Lucy F.E., Banks P.B., Dodd J.A., MacNeil C., Penk M.R., Aldridge D.C., Caffrey, J.M. (2017): Invader Relative Impact Potential: a new metric to understand and predict the ecological impacts of existing, emerging and future invasive alien species. *J Appl Ecol* 54: 1259–1267. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12849>.
49. Domac R. (2002): Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.
50. Dufour S., Rodríguez-González P.M. (2019): Riparian Zone / Riparian Vegetation Definition: Principles and Recommendations. Report, COST Action CA16208 CONVERGES, 20 pp. Dostupno na: <https://converges.eu/resources/riparian-zone-riparian-vegetation-definition-principles-and-recommendations/>
51. Dujmović Purgar D., Domljanović M., Paurić E., Stura L. (2021): Ukrasna vrijednost invazivnih biljnih vrsta Hrvatske. *Glasilo Future* 4 (5-6): 10–22. <https://doi.org/10.32779/gf.4.5-6.2>
52. ENVI atlas okoliša (2025): Eksploatacijska polja mineralnih sirovina u RH. Preuzeto: 21.03.2025. Dostupno na: <https://envi.azo.hr/?topic=9>.
53. Essl F., Hulme P.E., Jeschke J.M., Keller R., Pyšek P., Richardson D.M., Saul W-C., Bacher S., Dullinger S., Estévez R.A., Kueffer C., Roy H.E., Seebens H., Rabitsch W. (2017): Scientific and Normative Foundations for the Valuation of Alien-Species Impacts: Thirteen Core Principles. *BioScience* 6(2): 166–178, <https://doi.org/10.1093/biosci/biw160>.
54. Feletar D. (2013). Geografsko-demografske značajke Regionalnog parka Mura-Drava. *Podravina* 12 (24): 5-21. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/112952>.

55. FloraWeb (2024): Data and information on wild plants and vegetation in Germany. On-Line database. Podaci preuzeti 25.07.2024. Dostupno na: <http://www.floraweb.de/pflanzenarten/pflanzenarten.html>.
56. Follak S., Eberius M., Essl F., Fördös A., Sedlacek N., Trognitz F. (2018): Invasive alien plants along roadsides in Europe. EPPO Bulletin 48: 256–265. <https://doi.org/10.1111/epp.12465>.
57. Foxcroft L.C., Pyšek P., Richardson D.M., Genovesi P. (ur.) (2013): Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7750-7>
58. Foxcroft L.C., Pyšek P., Richardson D.M., Genovesi P., MacFadyen S. (2017): Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. Biol Invasions 19: 1353–1378. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1367-z>.
59. Gajić-Čapka M. i Zaninović K. (2004): Klimatske prilike slivova Save, Drave i Dunava. Hrvatske vode 12(49): 297–406.
60. Galantinho A., Santos S., Eufrázio S., Silva C., Carvalho F., Alpizar-Jara R., Mira A. (2022): Effects of roads on small-mammal movements: Opportunities and risks of vegetation management on roadsides. Journal of Environmental Management 316. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115272>.
61. Geofabrik (2024): OpenStreetMap Data in Layered GIS Format - Free Shapefiles: Croatia (OSM podaci zaključno s 13.08.2024.). Sloj 'gis_osm_roads_free_1.shp'. Geofabrik GmbH i OpenStreetMap Contributors. Preuzeto: 14.08.2024. Dostupno na: <https://download.geofabrik.de/europe/croatia.html>.
62. Gowton C., Budsock A., Matlaga D. (2016): Influence of Disturbance on Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*) Stem and Rhizome Fragment Recruitment Success within Riparian Forest Understory. Natural Areas Journal 36(3): 259–267. <https://www.jstor.org/stable/90009210>.
63. Grime J.P. (1977): Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. The American Naturalist 111: 1169–1194.
64. Guerra C., Baquero R.A., Gutiérrez-Arellano D., Nicola G.G. (2018): Is the Natura 2000 network effective to prevent the biological invasions? Global Ecology and Conservation 16: e00497. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00497>.

65. HAOP (2015): Stručne smjernice – Prometna infrastruktura. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu. Dostupno na: <https://www.haop.hr/hr/publikacije/strucne-smjernice-prometna-infrastruktura>
66. HAOP (2017): Nacionalna klasifikacija staništa Republike Hrvatske (IV. nadopunjena verzija). Hrvatska agencija za okoliš i prirodu. Dostupno na: <http://www.dzzp.hr/stanista/nacionalna-klasifikacija-stanista-rh/nacionalna-klasifikacija-stanista-rh-740.html>
67. Haubrock P.J., Turbelin A.J., Cuthbert R.N., Novoa A., Taylor N.G., Angulo E., Ballesteros-Mejia L., Bodey T.W., Capinha C., Diagne C., Essl F., Golivets M., Kirichenko N., Kourantidou M., Leroy B., Renault D., Verbrugge L., Courchamp F. (2021): Economic costs of invasive alien species across Europe. U: Zenni R.D., McDermott S., García-Berthou E., Essl F. (ur.) (2021): The Economic costs of biological invasions in the world. *NeoBiota* 67: 153–190. <https://doi.org/10.3897/neobiota.67.58196>.
68. HEP-Proizvodnja (2022): Tehnička podloga za proglašavanje znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela zbog utjecaja postojećih HEP-ovih hidroenergetskih postrojenja na hidromorfološko stanje voda. HEP-Proizvodnja d.o.o. za proizvodnju električne i toplinske energije, 1–144, Zagreb.
69. Hierro J.L., Maron J.L. Callaway R.M. (2005): A biogeographical approach to plant invasions: the importance of studying exotics in their introduced and native range. *Journal of Ecology* 93: 5–15. <https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00953.x>.
70. Hobbs R.J. i Huenneke L.F. (1992): Disturbance, Diversity, and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology* 6: 324–337. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.06030324.x>.
71. Hoffmann BD, Courchamp F (2016): Biological invasions and natural colonisations: are they that different? *Neobiota* 29: 1–14. <https://doi.org/10.3897/neobiota.29.6959>.
72. Höfle R., Dullinger S., Essl F. (2014): Different factors affect the local distribution, persistence and spread of alien tree species in floodplain forests. *Basic and Applied Ecology* 15: 426–434.
73. Hrvatska enciklopedija (2013-2015): Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Preuzeto: 25.4.2025. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/koeficijent-korelacije>

74. Hulina N. (1998): Rijetke, ugrožene ili osjetljive biljne vrste i neofiti u sustavu odvodnje u Hrvatskoj. *Natura Croatica* 7(4): 279–289.
75. Hulme P.E., Bernard-Verdier M. (2018): Comparing traits of native and alien plants: Can we do better? *Funct Ecol.* 32: 117–125. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12982>.
76. Hulme P.E., Pyšek P., Jarošík V., Pergl J., Schaffner U., Vilà M. (2013): Bias and error in understanding plant invasion impacts. *Trends in Ecology & Evolution* 28(4): 212–218. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.010>.
77. Humair F., Edwards P.J., Siegrist M., Kueffer C. (2014): Understanding misunderstandings in invasion science: why experts don't agree on common concepts and risk assessments. *NeoBiota* 20: 1–30. <https://doi.org/10.3897/neobiota.20.6043>.
78. Hyslop J. i Trowsdale S. (2012): A review of hydrochory (seed dispersal by water) with implications for riparian rehabilitation. *Journal of Hydrology (New Zealand)* 51(2): 137–152. <http://www.jstor.org/stable/43945038>.
79. Iakunin M., Abreu E.F.M., Canhoto P., Pereira S., Salgado, R. (2022): Impact of a large artificial lake on regional climate: A typical meteorological year Meso-NH simulation results. *International Journal of Climatology* 42(2): 1231–1252. <https://doi.org/10.1002/joc.7299>
80. ISV (2025): Katalog stranih vrsta. Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zagreb. Preuzeto: 23.03.2025. Dostupno na: <https://invazivnevrste.haop.hr/katalog>.
81. Jäger E.J., Frank Müller F., Ritz C.M., Welk E., Wesche K. (ur.) (2017): Rothmaler –Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Atlasband (13. izd.). Springer Spektrum, Berlin.
82. Jávorka S., Csapody V. (1991): *Iconographia florae partis austro-orientalis Europae Centralis*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
83. Jeschke J., Gómez Aparicio L., Haider S., Heger T., Lortie C., Pyšek P., Strayer D. (2012): Support for major hypotheses in invasion biology is uneven and declining. *NeoBiota* 14: 1–20. <https://doi.org/10.3897/neobiota.14.3435>
84. Johansson M.E., Nilsson C. i Nilsson E. (1996): Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science* 7:593–598.

85. JU KKŽ (2025): Zaštićena područja. Web portal Javne ustanove za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode na području Koprivničko-križevačke županije. Preuzeto: 19.03.2025. Dostupno na: <https://zastita-prirode-kckzz.hr/zasticena-podrucja-u-kkz/>.
86. JU Međimurska priroda (2025): Zaštićena područja. Web portal Međimurske prirode – Javne ustanove za zaštitu prirode. Preuzeto: 19.03.2025. Dostupno na: <https://www.medjimurska-priroda.info/zasticena-podrucja/>.
87. JU Priroda (2025): Zaštićena područja. Web portal Javne ustanove za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Varaždinske županije. Preuzeto: 19.03.2025. Dostupno na: <https://priroda-vz.hr/zasticena-podrucja/>.
88. Kadoić Balaško M., Masten Milek T., Basrek, L. (2024): Invazivne strane biljne vrste - zakonodavni okvir i upravljanje putovima unosa. Glasilo biljne zaštite 24(4-5): 456–463. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/321624>.
89. Kavtaradze G., Basilidze L., Pergl J., Avoiani E., Vahalík P., Aptsiauri B., Goginashvili N., Bachilava M., Manvelidze Z., Kobakhidze N. (2023): Distribution and environmental impact of alien woody species in lowland riparian forest habitats: Case study in the protected areas of Georgia, South Caucasus. J. For. Sci. 69: 401–414.
90. Kent M. (2012): Vegetation Description and Data Analysis: A Practical Approach. John Wiley & Sons, London, UK.
91. Kowarik I., von der Lippe M. (2011): Secondary wind dispersal enhances long-distance dispersal of an invasive species in urban road corridors. NeoBiota 9: 49–70. <https://doi.org/10.3897/neobiota.9.1469>
92. Kowarik, I., Säumel, I. Water dispersal as an additional pathway to invasions by the primarily wind-dispersed tree *Ailanthus altissima*. Plant Ecol 198, 241–252 (2008). <https://doi.org/10.1007/s11258-008-9398-x>
93. Latombe G., Pyšek P., Jeschke J., Blackburn T., Bacher S., Capinha C., Costello M., Fernández M., Gregory R., Hobern D., Hui C., Jetz W., Kumschick S., McGrannachan C., Pergl J., Roy H., Scalera R., Squires Z., Wilson J., McGeoch M. (2017): A vision for global monitoring of biological invasions. Biological Conservation 213 (B): 295-308. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.06.013>.

94. Lazzaro L., Bolpagni R., Buffa G., Gentili R., Lonati M., Stinca A., Acosta A., Adorni M., Aleffi M., Allegrezza M., Angiolini C., Assini S., Bagella S., Bonari G., Bovio M., Bracco F., Brundu G., Caccianiga M., Carnevali L., Di Cecco V., Ceschin S., Ciaschetti G., Cogoni A., Foggi B., Frattaroli A.R., Genovesi P., Gigante D., Lucchese F., Mainetti A., Mariotti M., Minissale P., Paura B., Pellizzari M., Perrino E.V., Pirone G., Poggio L., Poldini L., Poponessi S., Prisco I., Prosser F., Puglisi M., Rosati L., Selvaggi A., Sottovia L., Spampinato G., Stanisci A., Venanzoni R., Viciani D., Vidali M., Villani M., Lastrucci L. (2020): Impact of invasive alien plants on native plant communities and Natura 2000 habitats: State of the art, gap analysis and perspectives in Italy. *Journal of Environmental Management* 274: 111140. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111140>
95. Levačić D., Jelaska S.D. (2022): Consistent Grime's CSR Strategy of Daisy Fleabane *Erigeron annuus* (L.) Pers. despite Its High Morphological Variability - A Case Study from Zagreb and Medvednica Mt., Croatia. *Diversity* 14(1): 45. <https://doi.org/10.3390/d14010045>.
96. Levačić D., Perković L., Vuković N., Jelaska S.D. (2023): Bohemian Knotweed *Reynoutria × bohemica* Chrtek et Chrtková Seems Not to Rely Heavily on Allelopathy for Its Persistence in Invaded Sites in the Southwest Part of the Zagreb, Croatia. *Plants* 12(11): 2222. <https://doi.org/10.3390/plants12112222>.
97. Liendo D., Biurrun I., Campos J. A., Herrera M., Loidi J., García-Mijangos I. (2013): Invasion patterns in riparian habitats: The role of anthropogenic pressure in temperate streams. *Plant Biosystems* 149(2): 289–297. <https://doi.org/10.1080/11263504.2013.822434>
98. LIFE CONTRA Ailanthus (2025): Mrežna stranica projekta "LIFE CONTRA Ailanthus – Uspostava kontrole invazivne strane vrste *Ailanthus altissima* (pajasen) u Hrvatskoj". Preuzeto: 23.03.2025. Dostupno na: <https://lifeailanthus.hr/>.
99. LIFE OrnamentallIAS (2025): Mrežna stranica projekta „LIFE OrnamentallIAS – Prevencija i upravljanje štetnim utjecajima ukrasnih invazivnih stranih biljnih vrsta na ugrožene stanišne tipove i vrste od značaja za EU“. Preuzeto: 14.08.2025. Dostupno na: <https://invazivne-tujerodne-vrste.si/hr-life-ornamentalias/>

100. Liu S., Sheppard A., Kriticos D., Cook D. (2011): Incorporating uncertainty and social values in managing invasive alien species: a deliberative multi-criteria evaluation approach. *Biol Invasions* 13: 2323–2337. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0045-4>.
101. Loiola P.P., de Bello F., Chytrý M., Götzenberger L., Pérez Carmona C., Pyšek P., Lososová Z. (2018): Invaders among locals: Alien species decrease phylogenetic and functional diversity while increasing dissimilarity among native community members. *J Ecol.* 106: 2230–2241. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12986>.
102. Malíková L., Karel Prach (2010): Spread of alien *Impatiens glandulifera* along rivers invaded at different times. *Ecohydrology & Hydrobiology* 10(1): 81–85. <https://doi.org/10.2478/v10104-009-0050-8>.
103. Marini L., Battisti A., Bona E., Federici G., Martini F., Pautasso M., Hulme P.E. (2012): Alien and native plant life-forms respond differently to human and climate pressures. *Global Ecology and Biogeography* 21: 534–544. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00702.x>.
104. Marinšek A. i Kutnar L. (2017): Occurrence of invasive alien plant species in the floodplain forests along the Mura River in Slovenia. *Periodicum biologorum* 119(4): 251-260. <https://doi.org/10.18054/pb.v119i4.4933>.
105. Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B. (2007): *Mala flora Slovenije*. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
106. McCullagh P., Nelder J.A. (1989): *Generalized Linear Models*. 2nd ed. Chapman & Hall, London.
107. Medvecká J., Jarolímek I., Hegedúšová K., Škodová I., Bazalová D., Botková K., Šibíková M. (2018): Forest habitat invasions – Who with whom, where and why. *Forest Ecology and Management* 409: 468–478. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.038>.
108. Michez A., Piégay H., Lisein J., Claessens H., Lejeune P. (2016): Mapping of riparian invasive species with supervised classification of Unmanned Aerial System (UAS) imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 44: 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.06.014>.

109. Midolo G., Axmanová I., Divíšek J., Dřevojan P., Lososová Z., Večeřa M., Karger D.N., Thuiller W., Bruehlheide H., Ačić S., Attorre F., Biurrun I., Boch S., Bonari G., Čarni A., Chiarucci A., Čušterevska R., Dengler J., Dziuba T., Garbolino E., Jandt U., Lenoir J., Marcenò C., Růsiņa S., Šibík J., Škvorec Ž., Stančić Z., Stanišić-Vujačić M., Svenning J., Swacha J-C., Vassilev K., Chytrý M. (2024): Diversity and distribution of Raunkiaer's life forms in European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 35: e13229, <https://doi.org/10.1111/jvs.13229>.
110. MINGO (2025): Pregled informacija o mrežnoj stranici „Razvijanje sustava upravljanja i kontrole invazivnih stranih vrsta“. Ministarstvo gospodarstva, Zagreb. Preuzeto: 23.03.2025. Dostupno na: <http://mingo.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/zastita-prirode/strane-i-invazivne-strane-vrste/projekt-razvijanje-sustava-upravljanja-i-kontrole-invazivnih-stranih-vrsta/5550>.
111. Mitić B., Boršić I., Dujmović I., Bogdanović S., Milović M., Cigić P., Rešetnik I. i Nikolić T. (2008): Alien flora of Croatia: proposals for standards in terminology, criteria and related database. *Natura Croatica* 17(2): 73–90.
112. Moravcová L., Pyšek P., Jarošík V., Pergl J. (2015) Getting the Right Traits: Reproductive and Dispersal Characteristics Predict the Invasiveness of Herbaceous Plant Species. *PLoS ONE* 10(4): e0123634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123634>.
113. MZOZT (2025): Pregled informacija o mrežnoj stranici "Invazivne vrste u Hrvatskoj". Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zagreb. Preuzeto: 23.03.2025. Dostupno na: <https://www.haop.hr/hr/baze-i-portali/web-stranica-invazivne-vrste-u-hrvatskoj>.
114. Nelder J.A., Wedderburn R.W.M. (1972): Generalized linear models. *J R Stat Soc, Ser A*, 135:370–384.
115. Nielsen A.M., Fei S. (2015): Assessing the flexibility of the Analytic Hierarchy Process for prioritization of invasive plant management. *NeoBiota* 27: 25–36. <https://doi.org/10.3897/neobiota.27.4919>.
116. Nikolić T. (2017): Morfologija biljaka - Razvoj, građa i uloga biljnih tkiva, organa i organskih sustava. Alfa, Zagreb.
117. Nikolić T. (ur.) (2024-2025): Flora Croatica baza podataka – Alohtone biljke.. Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Podaci o vrstama preuzeti 25.07.2024. Dostupno na: <http://hirc.botanic.hr/fcd/InvazivneVrste>

118. Nikolić T., Mitić B., Boršić I. (2014): Flora Hrvatske invazivne biljke. Alfa, Zagreb.
119. Nikolić T., Mitić B., Milašinović B., Jelaska S.D. (2013): Invasive alien plants in Croatia as a threat to biodiversity of South-Eastern Europe: distributional patterns and range size. CR Biol 336(2): 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2013.01.003>.
120. Nobis A., Nowak A., Rola K. (2018): Do invasive alien plants really threaten river bank vegetation? A case study based on plant communities typical for *Chenopodium ficifolium*—An indicator of large river valleys. PLoS ONE 13(3): e0194473. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194473>.
121. Novak N. i Novak M. (2018). Razlike u invazivnosti nekih stranih biljnih vrsta između kontinentalnog i obalnog dijela Hrvatske. Poljoprivreda 24 (2)63–69. <https://doi.org/10.18047/poljo.24.2.9>.
122. Novak N., Novak M., Barić K., Šćepanović M., Ivić D. (2018): Alelopatski potencijal segetalnih i ruderalnih invazivnih alohtonih biljnih vrsta. Journal of Central European Agriculture 19 (2): 0-0. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/19.2.2116>.
123. O'Reilly-Nugent A., Palit R., Lopez-Aldana A., Medina-Romero M., Wandrag E., Duncan R.P. (2016): Landscape Effects on the Spread of Invasive Species. Curr Landscape Ecol Rep 1: 107–114. <https://doi.org/10.1007/s40823-016-0012-y>.
124. Oikon (2025): Projekt "IAS 17: Kartiranje stranih i invazivnih stranih vrsta biljaka te izrada, dorada i testiranje programa praćenja". Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb. Preuzeto: 23.03.2025. Dostupno na: <https://oikon.hr/hr/ias-17-mapping-of-alien-species-and-invasive-alien-plants-development-completing-and-testing-of-the-monitoring-program/>.
125. Pattison Z., Minderman J., Boon P.J., Willby N. (2017): Twenty years of change in riverside vegetation: what role have invasive alien plants played?. Appl Veg Sci 20: 422–434.
126. Pavlek K., Kulej T., Bočić, N. (2022): Promjene u duljini i obliku korita Drave od Repaša do Ferdinandovca od kraja 18. stoljeća do danas. Podravina 21(42): 27–41. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/289265>
127. Pérez G., Vilà M., Gallardo B. (2022): Potential impact of four invasive alien plants on the provision of ecosystem services in Europe under present and future climatic scenarios. Ecosystem Services 56: 101459. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101459>.

128. Petrić H. (2011): Rijeka Drava i međimursko selo u novome vijeku - primjer Donje Dubrave (18.-20. stoljeće). *Podravina* 10(20): 38–56. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/77422>
129. Petrić H. i Obadić I. (2007): Drava River Flooding in Varaždin and Koprivnica Parts of Podravina (Drava River Region - between Croatia and Hungary) in the Period 17th - 19th Century. *Podravina* 6(12): 136–147. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/78159>
130. Petrić H., Tamás E.A., Lóczy D. (2019): Flood History and River Regulation. U: Lóczy D. (ur.) (2019): *The Drava River*. Springer Geography, 105–124, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92816-6_8.
131. Pignatti S. (1982): *Flora d'Italia*. Edizioni Agricole, Bologna.
132. Planty-Tabacchi A.-M., Tabacchi E., Naiman R.J., Deferrari C., Décamps H. (1996): Invasibility of Species-Rich Communities in Riparian Zones. *Conservation Biology* 10: 598–607. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10020598.x>.
133. Praleskouskaya S., Venanzoni R. (2021): Effects of invasive alien species on riparian vegetation over a 20-year time-lapse: a case study from the Tiber river in Central Italy. *Biodiversity* 22(1–2): 67–81. <https://doi.org/10.1080/14888386.2021.1940277>.
134. Prevedan F. (2006): Hidrografski atlas rijeke Drave. Kartografija i geoinformacije 5(5): 98–110. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/4319>
135. Pyšek P., Prach K. (1993): Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to central Europe. *Journal of Biogeography* 20: 413–420.
136. Radovanović N., Kuzmanović N., Vukojičić S., Lakušić D., Jovanović S. (2017): Floristic diversity, composition and invasibility of riparian habitats with *Amorpha fruticosa*: A case study from Belgrade (Southeast Europe). *Urban Forestry & Urban Greening* 24: 101–108.
137. Radović A., Schindler S., Rossiter D., Nikolić T. (2018): Impact of biased sampling effort and spatial uncertainty of locations on models of plant invasion patterns in Croatia. *Biological Invasions* 20(1): 1–18.

138. Razlog-Grlica J., Grlica M., Grlica I. (2023): Invasive plants in the area of Križnica (Northern Croatia). Croatia. U: Jelaska S.D. (ur.) 5. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama / 5th Croatian Symposium on invasive species 2023. Zbornik sažetaka / Book of Abstracts: 77, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
139. Rejmánek M. (1995): What makes a species invasible? U: Pyšek P., Prach K., Rejmánek M., Wade M. (ur.) (1995): Plant invasions: general aspects and special problems, Amsterdam: SPB Academic Publishing, 3–13.
140. Richardson D.M., Holmes P.M., Esler K.J., Galatowitsch S.M., Stromberg J.C., Kirkman S.P., Pyšek P. i Hobbs R.J. (2007): Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13: 126–139.
141. Richardson D.M., Pyšek P. (2006): Plant Invasions: Merging the Concepts of Species Invasiveness and Community Invasibility. *Progress in Physical Geography* 30: 409–431. <http://dx.doi.org/10.1191/0309133306pp490pr>
142. Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6(2): 93–107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>.
143. Rothmaler W., Jäger E., Schubert R., Werner K. (ur.) (1987): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD 3. Atlas der Gefäßpflanzen. Volk und Wissen Vorseigener Verlag., Berlin.
144. Rouget M., Robertson M.P., Wilson J.R.U., Hui C., Essl F., Renteria J.L., Richardson D.M. (2016): Invasion debt – quantifying future biological invasions. *Diversity and Distributions* 22: 445–456. <https://doi.org/10.1111/ddi.12408>.
145. Roura-Pascual N., Krug R.M., Richardson D.M., Hui, C. (2010): Spatially-explicit sensitivity analysis for conservation management: exploring the influence of decisions in invasive alien plant management. *Diversity and Distributions* 16: 426–438. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00659.x>.
146. Säumel I. i Kowarik I. (2013): Propagule morphology and river characteristics shape secondary water dispersal in tree species. *Plant Ecol* 214: 1257–1272. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0249-z>.
147. Säumel I., Kowarik I. (2010): Urban rivers as dispersal corridors for primarily wind-dispersed invasive tree species. *LandscUrban Plan* 94: 244–249.

148. Sax D.F. i Brown J.H. (2000): The paradox of invasion. *Global Ecology and Biogeography* 9: 363-371. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00217.x>.
149. Seibold S. (2009): Suzbijanje strane invazivne vrste *Amorpha fruticosa* L. tradicionalnim korištenjem zemljišta na zapuštenom poljoprivrednom zemljištu u Parku prirode Lonjsko polje u Hrvatskoj. *Bilten parka prirode Lonjsko polje* 11(1): 27-62.
150. Sheppard C., Carboni M., Essl F., Seebens H., Thuiller W. (2018): It takes one to know one: Similarity to resident alien species increases establishment success of new invaders. *Diversity and Distributions* 24. <https://doi.org/10.1111/ddi.12708>.
151. Steinhardt U., Herzog F., Lausch A., Müller E., Lehmann S. (1999): Hemeroby index for landscape monitoring and evaluation. U: Pykh, Y.A., Hyatt, D.E., Lenz, R.J. (ur) (1999): *Environmental Indices – System Analysis Approach*. Oxford, EOLSS Publ., 237-254.
152. Strayer D.L., D'Antonio C.M., Essl F., Fowler M.S., Geist J., Hilt S., Jarić I., Jöhnk K., Jones C.G., Lambin X., Latzka A.W., Pergl J., Pyšek P., Robertson P., von Schmalensee M., Stefansson R.A., Wright J., Jeschke J.M. (2017): Boom-bust dynamics in biological invasions: towards an improved application of the concept. *Ecol Lett* 20: 1337–1350. <https://doi.org/10.1111/ele.12822>.
153. Škunca M., Damjanović S., Antičić O. (2025): Presence of invasive alien vascular plant taxa in selected Natura 2000 sites in Croatia. *Šumarski List* 149(7-8): 341-352. <https://ojs.srce.hr/index.php/sumlist/article/view/35581>.
154. Škunca M., Škunca L., Žiljak M., Đanić A., Peternel P. (2018): Contribution to the knowledge of invasive alien flora of the Drava river in Croatia. U: Jelaska S. (ur.) 3. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama / 3rd Croatian Symposium on invasive species 2018. *Zbornik sažetaka / Book of Abstracts*: 84, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
155. Šoštarčić V. (2024): Biologija, ekologija i suzbijanje invazivnih vrsta roda *Heracleum* – kako spriječiti buduće prijetnje?. *Glasilo biljne zaštite* 24(4–5): 560–568. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/321652>.
156. Tadić L. i Brleković T. (2019): Hydrological Characteristics of the Drava River in Croatia. U: Lóczy D.(ur.) (2019): *The Drava River*, Springer Geography, 79–90, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92816-6_6.

157. Tickner D.P., Angold P.G., Gurnell A.M. i Mountford J.O. (2001): Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts. *Progress in Physical Geography* 25: 22–52.
158. Topić J., Ilijanić Lj., Tvrtković N., Nikolić T. (2006): Staništa – Priručnik za inventarizaciju, kartiranje i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
159. Uden D.R., Allen C.R., Angeler D.G., Corral L., Fricke K.A. (2015): Adaptive invasive species distribution models: a framework for modeling incipient invasions. *Biol Invasions* 17: 2831–2850. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-0914-3>.
160. van Kleunen M., Dawson W., Maurel N. (2015): Characteristics of successful alien plants. *Mol Ecol* 24: 1954–1968. <https://doi.org/10.1111/mec.13013>.
161. Vicente J., Randin C.F., Gonçalves J., Metzger M.J., Lomba A., Honrado J., Guisan A. (2011): Where will conflicts between alien and rare species occur after climate and land-use change? A test with a novel combined modelling approach. *Biol Invasions* 13: 1209–1227. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-9952-7>.
162. Vicente J.R., Pereira H.M., Randin C.F., Gonçalves J., Alves P., Metzger J., Cezar M., Guisan A., Honrad, J. (2013): Environment and dispersal paths override life strategies and residence time in determining regional patterns of invasion by alien plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 16(1): 1-10. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2013.10.003>.
163. Vicente J.R., Pinto A.T., Araújo M.B., Verburg P.H., Lomba A., Randin C.F., Guisan A., Honrado J.P. (2013): Using Life Strategies to Explore the Vulnerability of Ecosystem Services to Invasion by Alien Plants. *Ecosystems* 16: 678–693. <https://doi.org/10.1007/s10021-013-9640-9>
164. Vilà M., Espinar J.L., Hejda M., Hulme P.E., Jarošík V., Maron J.L., Pergl J., Schaffner U., Sun Y., Pyšek, P. (2011): Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14: 702–708. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01628.x>.
165. Vilà M., Ibáñez I. (2011): Plant invasions in the landscape. *Landscape Ecol* 26: 461–472. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9585-3>.
166. Vilà M., Pino J., Font X. (2007): Regional assessment of plant invasions across different habitat types. *Journal of Vegetation Science* 18: 35–42. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02513.x>.

167. Vilović T., Šegota V., Bilić K., Nikolić T. (2020): U potrazi za invazivnim stranim svojstama: studija slučaja iz herbarijskih zbirki ZA & ZAHO. *Natura Croatica* 29(1): 99–108. <https://doi.org/10.20302/NC.2020.29.9>.
168. Vlahović D. (2017): Invazivna flora Zagrebačke županije - biogeografija i potencijalno širenje. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
169. von der Lippe M, Kowarik I. (2007): Long-distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions. *Conserv Biol.* 21(4):986-96. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00722.x>.
170. Vuković N, Šegota V, Alegro A, Koletić N, Rimac A, Dekanić S (2019): "Flying under the radar" – how misleading distributional data led to wrong appreciation of knotweeds invasion (*Reynoutria* spp.) in Croatia. *BiolInvasions Records* 8(1): 175–189. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.1.19>.
171. Vuković N. (2015): Ekogeografija invazivne flore Hrvatske. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
172. Vuković N., Bernardić A., Nikolić T., Hršak V., Plazibat M., Jelaska S.D. (2010): Analysis and distributional patterns of the invasive flora in a protected mountain area - a case study of Medvednica Nature Park (Croatia). *Acta Soc Bot Pol* 79(4): 285–294.
173. Vuković N., Miletić M., Milović M., Jelaska S.D. (2014): Grime's CSR strategies of the invasive plants in Croatia. *Periodicum Biologorum* 116: 323–329.
174. Walz U. i Stein C. (2014): Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany, *Journal for Nature Conservation* 22(3): 279–289.
175. Wilson J.R.U., García-Díaz P., Cassey P., Richardson D.M., Pyšek P., Blackburn T.M. (2016): Biological invasions and natural colonisations are different – the need for invasion science. *NeoBiota* 31: 87–98. <https://doi.org/10.3897/neobiota.31.9185>.
176. Zając A., Tokarska-Guzik B., Zając M. (2011): The role of rivers and streams in the migration of alien plants into the Polish Carpathians. *Biodiversity Research and Conservation*, 23:43–56. <https://doi.org/10.2478/v10119-011-0012-z>.
177. Zedler J.B. i Kercher S. (2004): Causes and Consequences of Invasive Plants in Wetlands: Opportunities, Opportunists, and Outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 23: 431–452.

178. Zefferman E., Stevens J.T., Charles G.K., Dunbar-Irwin M., Emam T., Fick S., V. Morales L.V., Wolf K.M., Young D.J.N., Young T.P. (2015): Plant communities in harsh sites are less invaded: a summary of observations and proposed explanations. *AoB PLANTS* 7: plv056. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv056>.
179. Zelnik I., Haler M., Gaberščik A. (2015): Vulnerability of a riparian zone towards invasion by alien plants depends on its structure. *Biologia* 70(7): 869–878.
180. Zelnik I., Mavrič Klenovšek V., Gaberščik A. (2020): Complex Undisturbed Riparian Zones Are Resistant to Colonisation by Invasive Alien Plant Species. *Water* 12(2): 345. <https://doi.org/10.3390/w12020345>.

8. POPIS PRILOGA

- Prilog 1.** Pregled ciljnih vrsta područja ekološke mreže Dravske akumulacije (POP HR1000013 i POVS HR2001307) te Gornji tok Drave (POP HR1000014 i POVS HR5000014).
- Prilog 2.** Popis zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti po uzorkovanim plohama.
- Prilog 3.** Popis zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti te pregled njihovih značajki.
- Prilog 4.** Karta zemljišnog pokrova (temelj za pripremu dijela nezavisnih varijabli).
- Prilog 5.** Karta vjerojatnosti poplave i obaloutvrda (temelj za pripremu dijela nezavisnih varijabli).
- Prilog 6.** Zastupljenost životnih oblika u invazivnoj flori istraživanih ploha
- Prilog 7.** Sposobnost kompeticije, toleriranja stresa i toleriranja poremećaja utvrđenih invazivnih stranih biljnih svojti po pojedinoj istraživanoj plohi.
- Prilog 8.** Zastupljenost pojedinog načina rasprostranjivanja među invazivnom florom istraživanih ploha.

Prilog 1. Pregled ciljnih vrsta područja ekološke mreže Dravske akumulacije (POP HR1000013 i POVS HR2001307) te Gornji tok Drave (POP HR1000014 i POVS HR5000014).

Područje očuvanja značajno za ptice (POP) HR1000013 Dravske akumulacije

- mala prutka (*Actitis hypoleucos*)
- vodomar (*Alcedo atthis*)
- patka kreketaljka (*Anas strepera*)
- velika bijela čaplja (*Casmerodius albus*)
- crna roda (*Ciconia nigra*)
- eja močvarica (*Circus aeruginosus*)
- eja strnjarica (*Circus cyaneus*)
- mala bijela čaplja (*Egretta garzetta*)
- mali sokol (*Falco columbarius*)
- čapljica voljak (*Ixobrychus minutus*)
- gak (*Nycticorax nycticorax*)
- mali vranac (*Phalacrocorax pygmeus*)
- bregunica (*Riparia riparia*)
- crvenokljuna čigra (*Sterna hirundo*)
- značajne negnijezdeće (selidbene) populacije ptica: patka lastarka (*Anas acuta*), kržulja (*Anas crecca*), zviždara (*Anas penelope*), divlja patka (*Anas platyrhynchos*), patka pupčanica (*Anas querquedula*), patka kreketaljka (*Anas strepera*), lisasta guska (*Anser albifrons*), siva guska (*Anser anser*), guska glogovnjača (*Anser fabalis*), glavata patka (*Aythya ferina*), krunata patka (*Aythya fuligula*), patka batoglavica (*Bucephala clangula*), crvenokljuni labud (*Cygnus olor*), liska (*Fulica atra*), patka gogoljica (*Netta rufina*), kokošica (*Rallus aquaticus*)

Područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove (POVS) HR2001307 Dravske akumulacije

- veliki vretenac (*Zingel zingel*)
- dabar (*Castor fiber*)
- vidra (*Lutra lutra*)
- Balonijev balavac (*Gymnocephalus baloni*)
- zlatni vijun (*Sabanejewia balcanica*)
- bjeloperajna krkušica (*Romanogobio vladykovi*)
- *Cucujus cinnaberinus*

Područje očuvanja značajno za ptice (POP) HR1000014 Gornji tok Drave

- vodomar (*Alcedo atthis*)
- patka kreketaljka (*Anas strepera*)
- čaplja danguba (*Ardea purpurea*)
- bukavac (*Botaurus stellaris*)
- velika bijela čaplja (*Casmerodius albus*)
- roda (*Ciconia ciconia*)
- crna roda (*Ciconia nigra*)
- eja strnjarica (*Circus cyaneus*)
- crvenoglavi djetlić (*Dendrocopos medius*)
- crna žuna (*Dryocopus martius*)
- mala bijela čaplja (*Egretta garzetta*)
- mali sokol (*Falco columbarius*)
- bjelovrata muharica (*Ficedula albicollis*)

Prilog 1. Nastavak

Područje očuvanja značajno za ptice (POP) HR1000014 Gornji tok Drave - nastavak

- štekavac (*Haliaeetus albicilla*)
- čapljica voljak (*Ixobrychus minutus*)
- modrovoljka (*Luscinia svecica*)
- gak (*Nycticorax nycticorax*)
- škanjac osaš (*Pernis apivorus*)
- mali vranac (*Phalacrocorax pygmeus*)
- siva žuna (*Picus canus*)
- bregunica (*Riparia riparia*)
- mala čigra (*Sterna albifrons*)
- crvenokljuna čigra (*Sterna hirundo*)
- pjegava grmuša (*Sylvia nisoria*)
- značajne negniježdeće (selidbene) populacije ptica: patka lastarka (*Anas acuta*), kržulja (*Anas crecca*), zviždara (*Anas penelope*), divlja patka (*Anas platyrhynchos*), patka pupčanica (*Anas querquedula*), patka kreketaljka (*Anas strepera*), glavata patka (*Aythya ferina*), krunata patka (*Aythya fuligula*), patka batoglavica (*Bucephala clangula*), crvenokljuni labud (*Cygnus olor*), liska (*Fulica atra*), patka gogoljica (*Netta rufina*), kokošica (*Rallus aquaticus*), vivak (*Vanellus vanellus*)

Područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove (POVS) HR5000014 Gornji tok Drave

- rogati regoč (*Ophiogomphus cecilia*)
- veliki tresetar (*Leucorrhinia pectoralis*)
- kiseličin vatreni plavac (*Lycaena dispar*)
- jelenak (*Lucanus cervus*)
- hrastova strizibuba (*Cerambyx cerdo*)
- bolen (*Aspius aspius*)
- piškur (*Misgurnus fossilis*)
- prugasti balavac (*Gymnocephalus schraetser*)
- veliki vretenac (*Zingel zingel*)
- mali vretenac (*Zingel streber*)
- crveni mukač (*Bombina bombina*)
- barska kornjača (*Emys orbicularis*)
- širokouhi mračnjak (*Barbastella barbastellus*)
- velikouhi šišmiš (*Myotis bechsteinii*)
- dabar (*Castor fiber*)
- vidra (*Lutra lutra*)
- veliki panonski vodenjak (*Triturus dobrogicus*)
- veliki vodenjak (*Triturus carnifex*)
- crnka (*Umbra krameri*)
- sabljarka (*Pelecus cultratus*)
- Balonijev balavac (*Gymnocephalus baloni*)
- istočna vodendjevojčica (*Coenagrion ornatum*)
- zlatni vijun (*Sabanejewia balcanica*)
- bjeloperajna krkuš (*Romanogobio vladykovi*)
- gavčica (*Rhodeus amarus*)
- plotica (*Rutilus virgo*)
- mala svibanjska riđa (*Euphydrias maturna*)
- danja medonjica (*Euplagia quadripunctaria**)
- Cucujus cinnaberinus

Izvor podataka: Bioportal 2025, Bioportal 2025b.

Prilog 2 Popis zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti po uzorkovanim ploham.

Oznake: GPS (X, Y) – koordinate centroida uzorkovane plohe (EPSG:3765 - HTRS96/Croatia TM).

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T000	523968, 5129096	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
T001	497731, 5130104	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Panicum capillare</i> L.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
T002	495438, 5132257	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
T003	498061, 5129986	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T004	498050, 5129920	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T005	498081, 5129233	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	R
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
T006	491356, 5129917	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T007	491191, 5129483	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T008	491356, 5129904	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T009	517519, 5129021	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Panicum capillare</i> L.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T010	504791, 5131240	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	F

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T010	(nastavak)	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T011	522137, 5130587	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T012	497964, 5129802	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
T013	498311, 5129943	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
T014	520517, 5130832	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T015	523763, 5130002	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	F
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Oenothera biennis</i> L.	O
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T016	523174, 5130256	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T017	523250, 5130228	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T018	523518, 5130077	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Oenothera biennis</i> L.	F
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T019	523740, 5130011	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Oenothera biennis</i> L.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T020	506736, 5130481	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	R
T021	506731, 5131197	Nisu zabilježene	-

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T022	506943, 5131226	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	R
		<i>Phytolacca americana</i> L.	O
T023	506719, 5131071	<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T024	506974, 5131245	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	R
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	R
T025	498438, 5130644	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T026	503569, 5131680	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T027	520199, 5130934	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T028	498280, 5130001	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T029	522262, 5130746	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T030	485815, 5134677	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	F
T031	481571, 5136824	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	A
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T032	517157, 5131401	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Panicum capillare</i> L.	R

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T032	(nastavak)	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T033	487226, 5132438	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T034	482493, 5136299	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	F
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T035	523630, 5129907	<i>Acer negundo</i> L.	O
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	F
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T036	526466, 5130194	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	O
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve	O
T037	526089, 5129830	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	R
		<i>Panicum capillare</i> L.	F
		<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve	O
T038	519079, 5129001	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
T039	469430, 5138489	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	R
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve	O
T040	484675, 5136026	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T041	466805, 5138640	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	F
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	D
		<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T042	504347, 5130393	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T043	484465, 5136869	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	R
		<i>Oenothera biennis</i> L.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve	R
T044	500223, 5129666	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	F
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	D
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T045	466649, 5138974	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T046	479504, 5137263	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T047	466169, 5138415	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	R
		<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	A
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T048	469828, 5138714	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T049	487406, 5132904	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	R
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T050	497033, 5129561	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
T051	474076, 5139124	Nisu zabilježene	-
T052	479395, 5136143	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	A
T053	473805, 5139657	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T054	506450, 5131455	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T055	488139, 5135056	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T056	503500, 5130770	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T057	516746, 5130880	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T058	487679, 5134714	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	F
		<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	O
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	D
T059	488008, 5135359	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T060	481208, 5135932	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	A
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T061	481253, 5136665	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	A
T062	495472, 5131348	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T063	475405, 5137121	Nisu zabilježene	-
T064	481263, 5136210	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	A
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T065	501792, 5129947	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T066	526226, 5130192	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
T067	515336, 5128139	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	O
		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Amorpha fruticosa</i> L.	R
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T068	517273, 5128668	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Panicum capillare</i> L.	R
		<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T069	503646, 5130517	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T070	517950, 5129481	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
T072	488781, 5132326	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T075	524134, 5129233	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	A
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T076	517978, 5131144	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T077	487377, 5132603	<i>Acer negundo</i> L.	F
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	F
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	A
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T078	524239, 5129158	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	F
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Oenothera biennis</i> L.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T079	489129, 5131572	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T080	491371, 5130123	<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T081	487589, 5132003	Nisu zabilježene	-
T082	489201, 5131404	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Bidens frondosa</i> L.	R
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve	R
T083	491424, 5130132	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Lepidium virginicum</i> L.	R
		<i>Oenothera biennis</i> L.	R
		<i>Panicum capillare</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T084	491253, 5129909	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T085	473490, 5140275	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T086	473550, 5140234	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	R
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	R
T087	473510, 5140271	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T088	473468, 5140210	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	O
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T089	473435, 5140299	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T090	477649, 5136473	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S. F. Blake	R
		<i>Phytolacca americana</i> L.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T091	484227, 5135620	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T092	483205, 5133896	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	A
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T093	482640, 5135161	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	R
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	A
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T094	487065, 5132293	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T095	495209, 5130871	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
T096	476442, 5136887	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T097	519724, 5127966	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	O
		<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S. F. Blake	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
T098	517810, 5131493	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T099	482018, 5134405	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
T100	501564, 5128861	<i>Acer negundo</i> L.	O
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	F
		<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	R
		<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	R
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	F
T101	468904, 5138685	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	D
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T102	467180, 5138591	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	F
		<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	F
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	F
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T103	520659, 5130349	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	A
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	O
T104	516517, 5129851	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T105	525207, 5130467	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
T106	525355, 5130724	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	R
		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O
T107	469671, 5139315	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	O
		<i>Solidago canadensis</i> L.	O
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	A
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R
T108	522759, 5128615	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	R

Prilog 2. Nastavak

Ploha	GPS (X, Y)	Svojta	DAFOR
T109	482596, 5136468	<i>Acer negundo</i> L.	R
		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	R
		<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	R
		<i>Solidago gigantea</i> Aiton	O

Prilog 3 Popis zabilježenih invazivnih stranih biljnih svojti te pregled njihovih značajki.

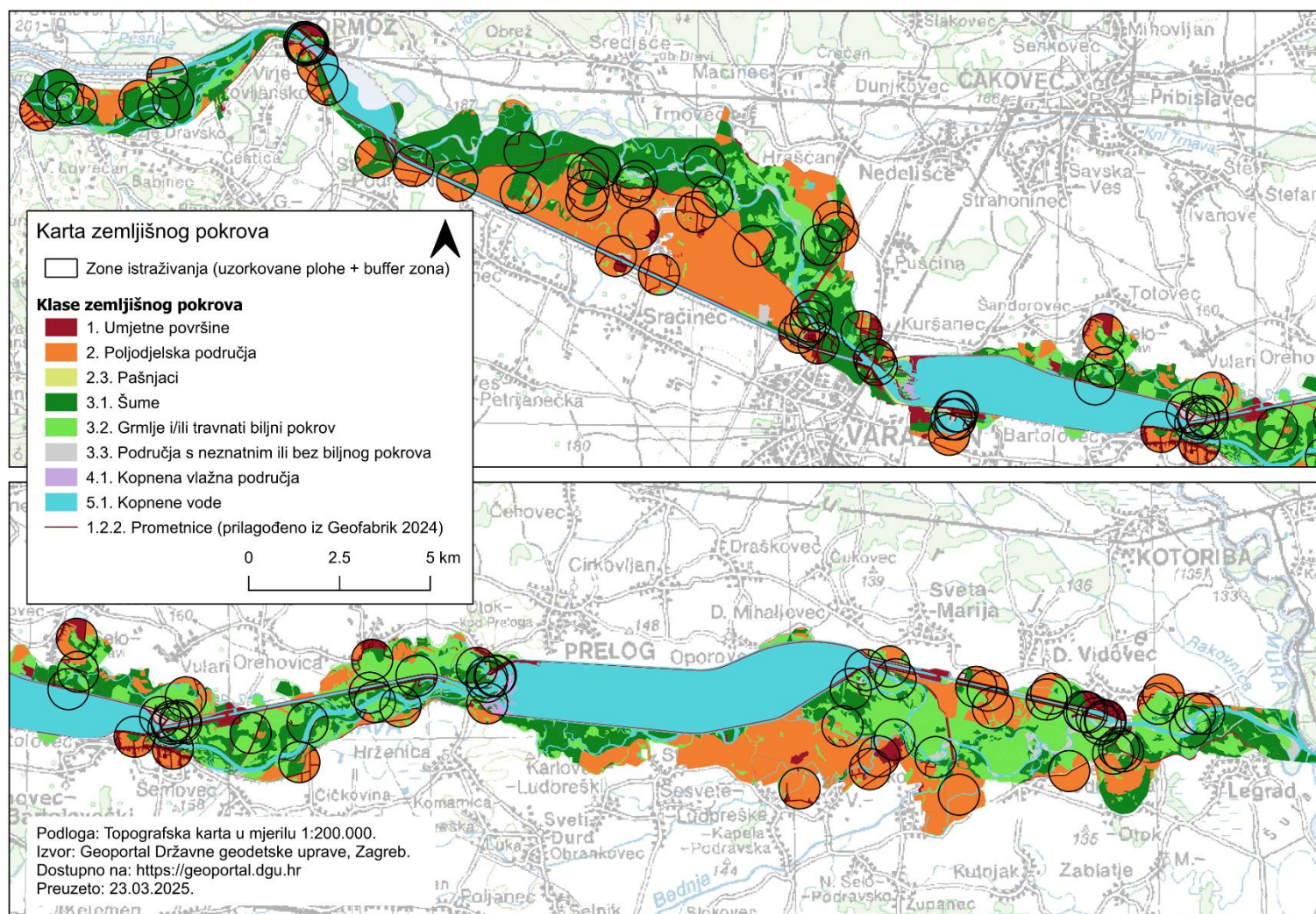
Oznake: CSR strategija: C – kompetitori, S – biljne svojte otporne na stres, R – biljne svojte otporne na poremećaje. Životni oblik: P - fanerofiti, H – hemikriptofiti, G – geofiti, T – terofiti. Način rasprostranjivanja: Ae - anemohorija, At - antropohorija, Au - autohorija, Hi - hidrohorija, Zo – zoohorija.

Oznaka svojte	Znanstveni naziv svojte	Porodica	CSR strategija	Životni oblik	Način rasprostranjivanja
Abuttheo	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	Malvaceae	CR	T	At
Acernegu	<i>Acer negundo</i> L.	Aceraceae	C	P	Ae
Ailaalti	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Simaroubaceae	C	P	Ae
Amarhybr	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae	CR	T	Ae, Zo
Amarretr	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	CR	T	Ae, At, Zo
Ambrarte	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Asteraceae	CR	T	Ae, At
Amorfrut	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	Fabaceae	C	P	At, Hi
Arteverl	<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	Asteraceae	C	H	Ae, Zo
Bidefron	<i>Bidens frondosa</i> L.	Asteraceae	CR	T	Zo
Chenambr	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	CR	T	Ae, Hi
Conycana	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae	CR	T, H	Ae, Zo
Echiloba	<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et A. Gray	Cucurbitaceae	CR	T	Zo
Erigannu	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	Asteraceae	CR	H	Ae, Zo
Galicili	<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S. F. Blake	Asteraceae	R, CR	T	Ae, Zo
Galiparv	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	CR	T	Ae, Zo
Impaglan	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	Balsaminaceae	CR	T	Au, Hi, Zo
Lepivirg	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Brassicaceae	R	T, H	Ae, At, Hi
Oenobien	<i>Oenothera biennis</i> L.	Onagraceae	CR	H	Ae, At, Au, Zo
Panicapi	<i>Panicum capillare</i> L.	Poaceae	CR	T	Ae, At, Au, Zo
Panidich	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	Poaceae	CR	T	Ae, At, Zo

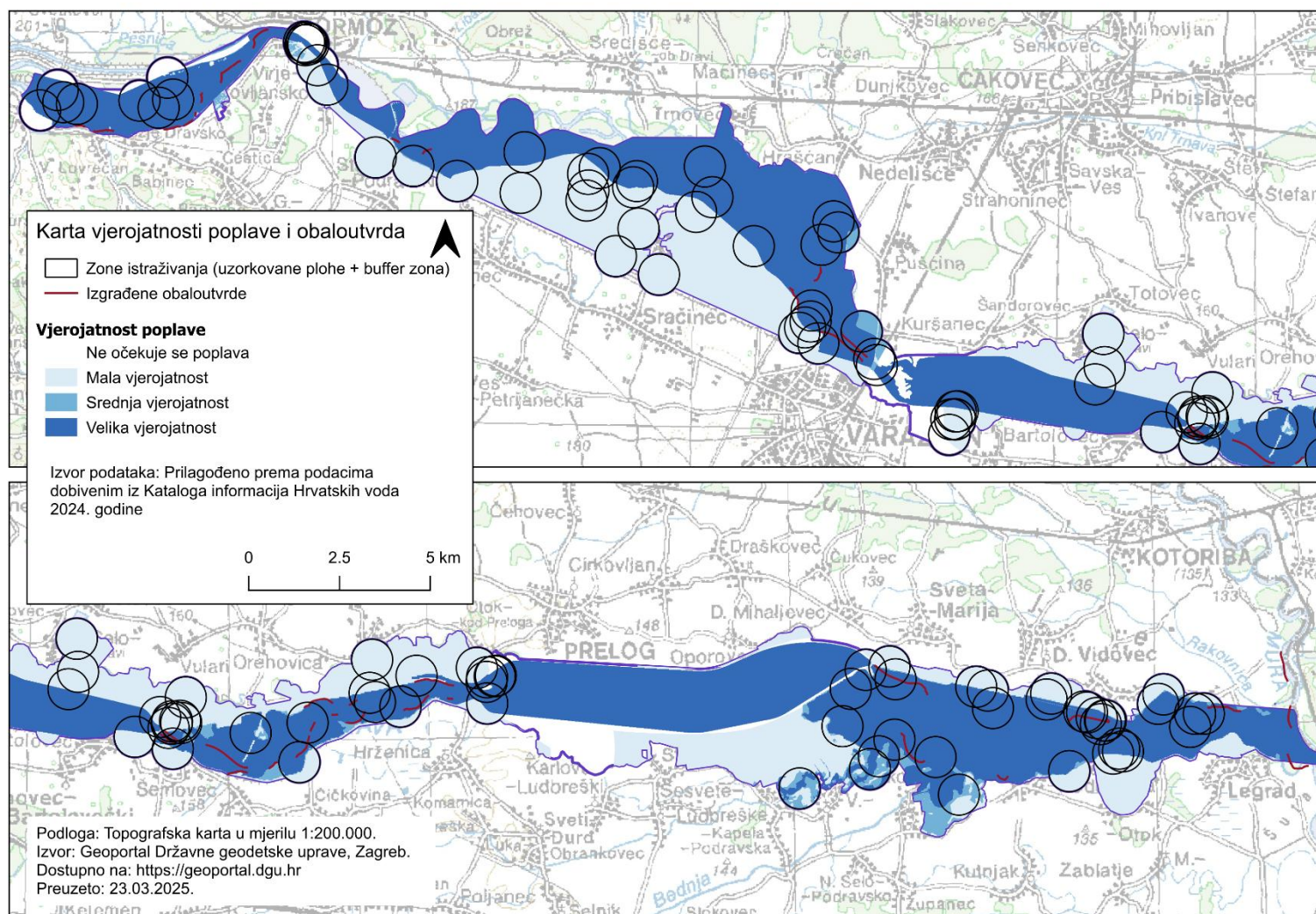
Prilog 3 Nastavak

Oznaka svojte	Znanstveni naziv svojte	Porodica	CSR strategija	Životni oblik	Način rasprostranjivanja
Partquin	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon	Vitaceae	C, SC	P	Zo
Phytamer	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae	C	G	Zo
Reynjapo	<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	Polygonaceae	C	G	Ae, At, Au, Hi
Robipseu	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Fabaceae	C	P	Ae, Au, Zo
Rudblaci	<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	Asteraceae	C	H	Ae, Au, Zo
Solicana	<i>Solidago canadensis</i> L.	Asteraceae	C	G, H	Ae, At, Au, Zo
Soligiga	<i>Solidago gigantea</i> Aiton	Asteraceae	C	G, H	Ae, At, Zo
Sorghale	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae	C	G	Ae, At, Au, Hi, Zo
Xantstru	<i>Xanthium strumarium</i> L. ssp. <i>italicum</i> (Moretti) D. Löve	Asteraceae	CR	T	Zo

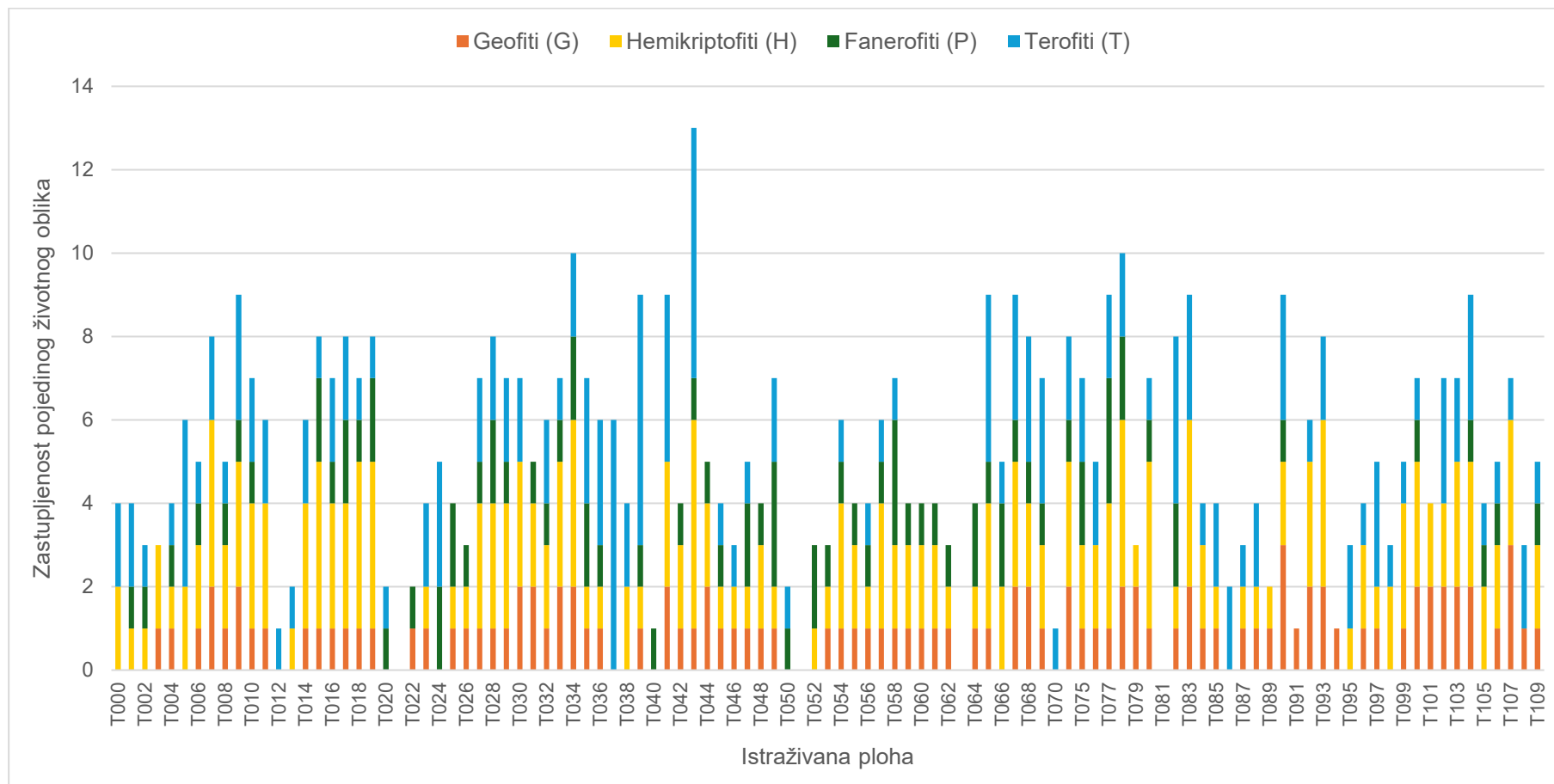
Prilog 4 Karta zemljišnog pokrova (temelj za pripremu dijela nezavisnih varijabli).



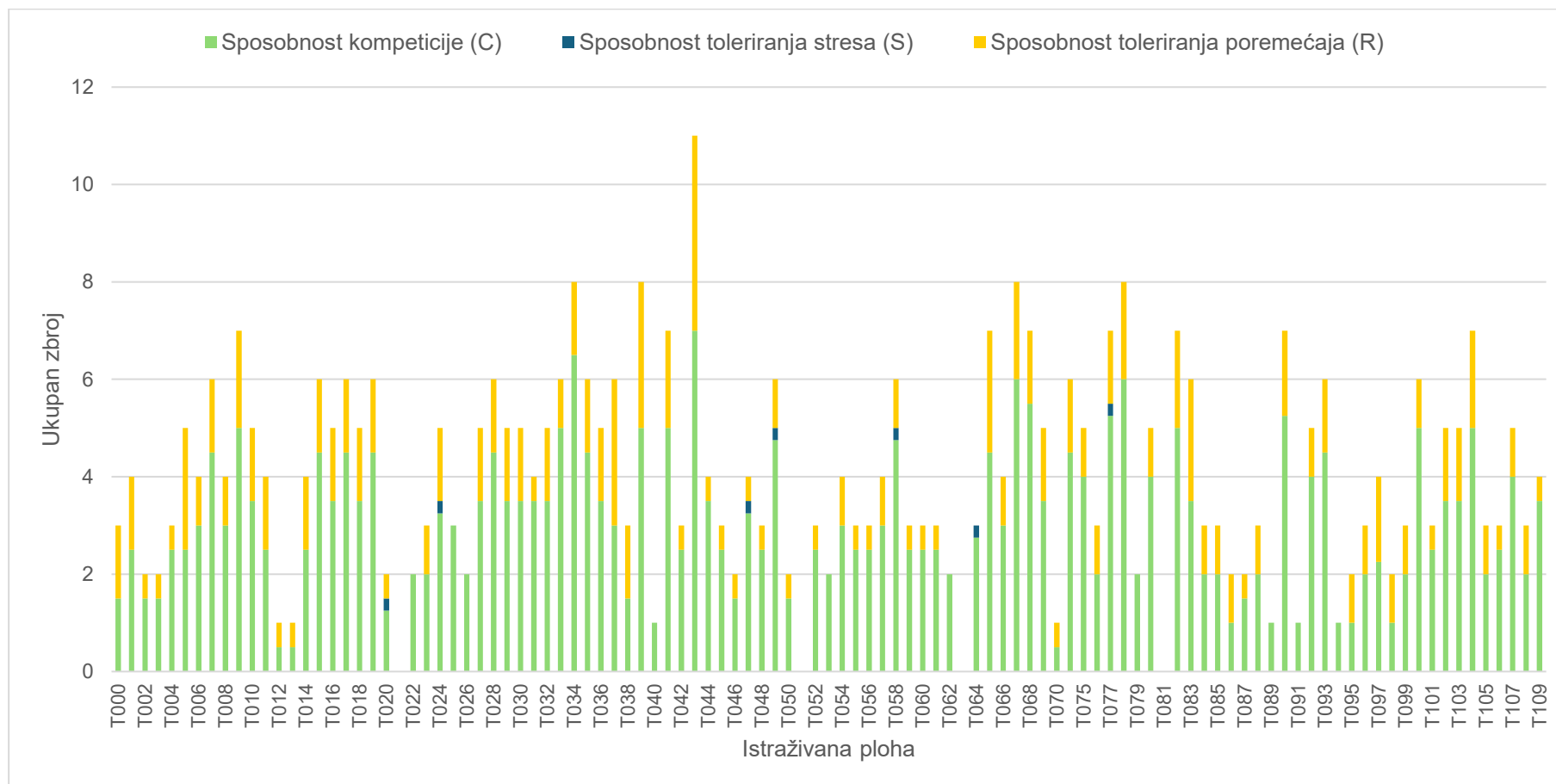
Prilog 5 Karta vjerojatnosti poplave i obaloutvrda (temelj za pripremu dijela nezavisnih varijabli).



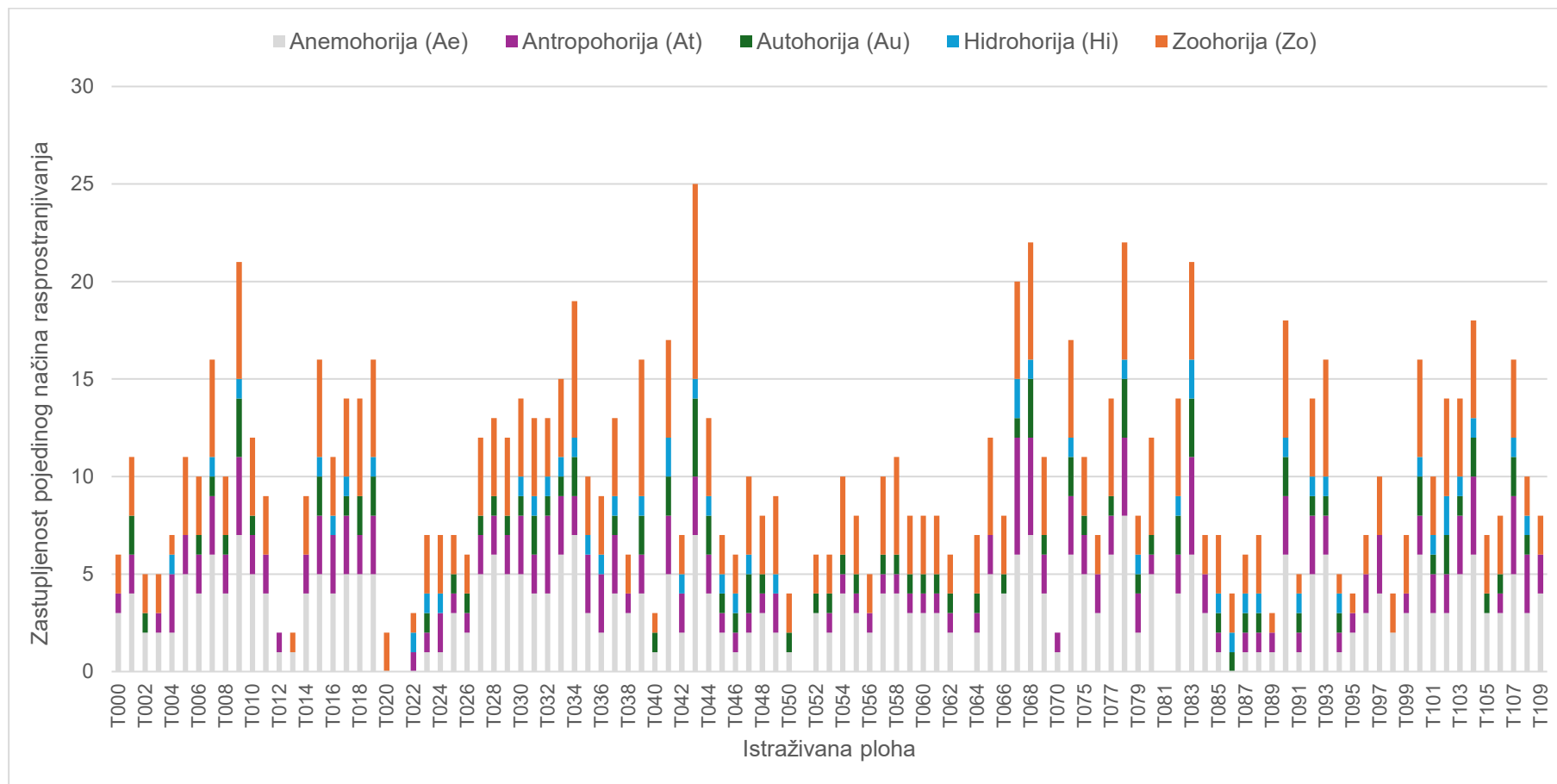
Prilog 6 Zastupljenost životnih oblika u invazivnoj flori istraživanih ploha.



Prilog 7 Spособnost kompeticije, toleriranja stresa i toleriranja poremećaja utvrđenih invazivnih stranih biljnih svojti po pojedinoj istraživanoj plohi.



Prilog 8 Zastupljenost pojedinog načina rasprostranjivanja među invazivnom florom istraživanih ploha.



ŽIVOTOPIS

Marina Škunca (MBZ: -346592) rođena je 1985. godine u Slavonskom Brodu. Titulu diplomiranog inženjera biologije stekla je 2010. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na sveučilišnom studiju Biologija (smjer: diplomirani inženjer biologije–ekologija), s diplomskim radom „*Samonikla i uresna flora otoka Sv. Klement (Pakleni otoci)*“. Živi i radi u Zagrebu. Od 2010. do 2012. godine radila je u *Oikon d.o.o. - Institutu za primijenjenu ekologiju*, a od 2012. do 2022. godine u tvrtki *Geonatura d.o.o. za stručne poslove u zaštiti prirode*. Od studentskih dana sudjeluje na različitim florističkim projektima, a na navedenim radnim mjestima usavršava se u istraživanju, kartiranju te praćenju stanja flore i staništa, pri čemu također stječe iskustvo u radu u GIS okruženju te različitim aspektima zaštite prirode i okoliša. Sudjelovala je u brojnim (strateškim) procjenama utjecaja na okoliš i ocjenama prihvatljivosti za ekološku mrežu, izradi planova upravljanja zaštićenim područjima, vrednovanju prostora s aspekta biološke raznolikosti, procjeni rizika od unosa stranih vrsta te procjeni i kartiranju usluga ekosustava. Od 2010. do 2023. godine bila je predsjednica *Udruge za istraživanje i popularizaciju flore – Populus*, a u periodu od 2018. do 2022. godine članica upravnog odbora međunarodne mreže *Eurosite – the European Land Conservation Network* (sjedište u Tilburgu, Nizozemska), gdje se 2022. godine zapošljava, a od 2024. godine obnaša ulogu Voditeljice tima (*Eurosite Head of Nature Conservation*). Područja njezinog interesa uključuju (invazivnu) floru i staništa, Natura 2000 ekološku mrežu, usluge ekosustava, rješenja temeljena na prirodi te pripremu edukativnih programa i prijenos znanja među dionicima u zaštiti prirode. Do sada je sudjelovala na 46 posterskih i usmenih priopćenja predstavljenih na 28 znanstvenih i stručnih skupova, te preko 45 stručnih predavanja, radionica i studijskih putovanja u zemlji i inozemstvu. U objavi je njen prvi znanstveni rad, na temu prisutnosti invazivne flore u odabranim Natura 2000 područjima u Hrvatskoj.

Znanstveni radovi:

Škunca M., Damjanović S., Antonić O. (2025): Presence of invasive alien vascular plant taxa in selected Natura 2000 sites in Croatia. *Šumarski List* 149(7-8): 341-352. <https://ojs.srce.hr/index.php/sumlist/article/view/35581>.

- Škunca M.**, Schoten H., Mroz W., Peters J., Tannenberger F., Nyárai O., Mulier A.-S. (2023): Building the European Peatlands Initiative: a strong alliance for peatland climate protection in Europe. U: Interreg NWE Care-Peat (2023): European Peatland Conference 'Power to the Peatlands'. Programme for 20 September 2023: 27. Natuutpunt, University of Antwerp and Eurosite, Antwerp (Belgium).
- Škunca M.**, Škunca L., Justić M. (2021): Invasive Alien Plant Species in Protected Areas of the City of Zagreb. U: Jelaska S. (ur.) 4. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama / 4th Croatian Symposium on invasive species 2021. Zbornik sažetaka / Book of Abstracts: 64, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.
- Škunca M.**, Tomašin I., Ljubej L., Baneković M., Pithart D. (2021): Usluge ekosustava parka Maksimir i značajnog krajobraza Savica. U: JU Maksimir (2021): Konferencija „Gradski prozori u prirodu“. Knjiga sažetaka: 117–118. Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba, Zagreb.
- Škunca M.**, Vresnik F., Peternel H., Janev Hutinec B., Žiljak M., Baneković M., Ljubej L. (2021): Izrada plana upravljanja značajnim krajobrazom Savica. U: JU Maksimir (2021): Konferencija „Gradski prozori u prirodu“. Knjiga sažetaka: 119–120. Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba, Zagreb.
- Škunca M.** (2018): The boundaries of governance: how Natura 2000 is integrated with policies like WFD and CAP in Croatia. Session „Exploring Landscape Boundaries and Natura 2000“ as part of the Natura 2000 Biogeographical process. U: PECSRL (2018): 28th session of the Permanent European Conference for the Study of the Rural Landscape „European Landscapes for Quality of Life?“. Book of Abstracts: 200. UMR Territoires and Université de Perpignan, Clermont-Ferrand–Mende (France).
- Škunca M.**, Škunca L., Žiljak M., Đanić A., Peternel P. (2018): Contribution to the knowledge of invasive alien flora of the Drava river in Croatia. U: Jelaska S. (ur.) 3. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama / 3rd Croatian Symposium on invasive species 2018. Zbornik sažetaka / Book of Abstracts: 84, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.

- Škunca L., **Škunca M.**, Peternel H. (2016): Primjena obrazaca za procjenu rizika invazivnosti biljnih svojti u Hrvatskoj - preliminarna usporedba / Application of Risk Assessment for Plant Invasiveness in Croatia – A Preliminary Comparison. U: Rešetnik I., Ljubešić Z. (ur.), 5. Hrvatski botanički simpozij s međunarodnim sudjelovanjem / 5th Croatian Botanical Symposium with international participation 2016. Zbornik sažetaka / Book of Abstracts: 56–57. Hrvatsko botaničko društvo, Zagreb.
- Škunca M.**, Šteko V., Berta A., Mesić Z.(2016): Vrednovanje otoka Veli Brijun s aspekta biološke raznolikosti / Evaluation of the Island of Veli Brijun from the aspect of biodiversity. U: Rešetnik I., Ljubešić Z. (ur.), 5. Hrvatski botanički simpozij s međunarodnim sudjelovanjem / 5th Croatian Botanical Symposium with international participation 2016. Zbornik sažetaka / Book of Abstracts: 54–55. Hrvatsko botaničko društvo, Zagreb.
- Škunca M.**, Škunca L., Peternel H. (2016): Invasive Alien Species in Environmental Impact Assessments: A Preliminary Analysis of the Entangled Relationship. Jelaska S. (ur.) 2. Hrvatski simpozij o invazivnim vrstama / 2nd Croatian Symposium on invasive species 2016. Zbornik sažetaka / Book of Abstracts: 52, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.