

## Prostorni profil svojti i analiza raznolikosti u sklopu Flora Croatica baze podataka

### kratko priopćenje

**Toni Nikolić** (Botanički zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Marulićev trg 20/2, 10000 Zagreb; [toni.nikolic@biol.pmf.hr](mailto:toni.nikolic@biol.pmf.hr))

**Boris Milašinović** (Zavod za primijenjeno računarstvo, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, Unska 3, 10000 Zagreb; [Boris.Milasinovic@fer.hr](mailto:Boris.Milasinovic@fer.hr))

Tijekom 2013. god. u suradnji između djelatnika Prirodoslovno-matematičkog fakulteta i Fakulteta za elektrotehniku i računarstvo Sveučilišta u Zagrebu razvijena su dva nova modula pri Flora Croatica bazi podataka (<http://hirc.botanic.hr/fcd/>): (1) Prostorni profil svojti i (2) Analiza bioraznolikosti.

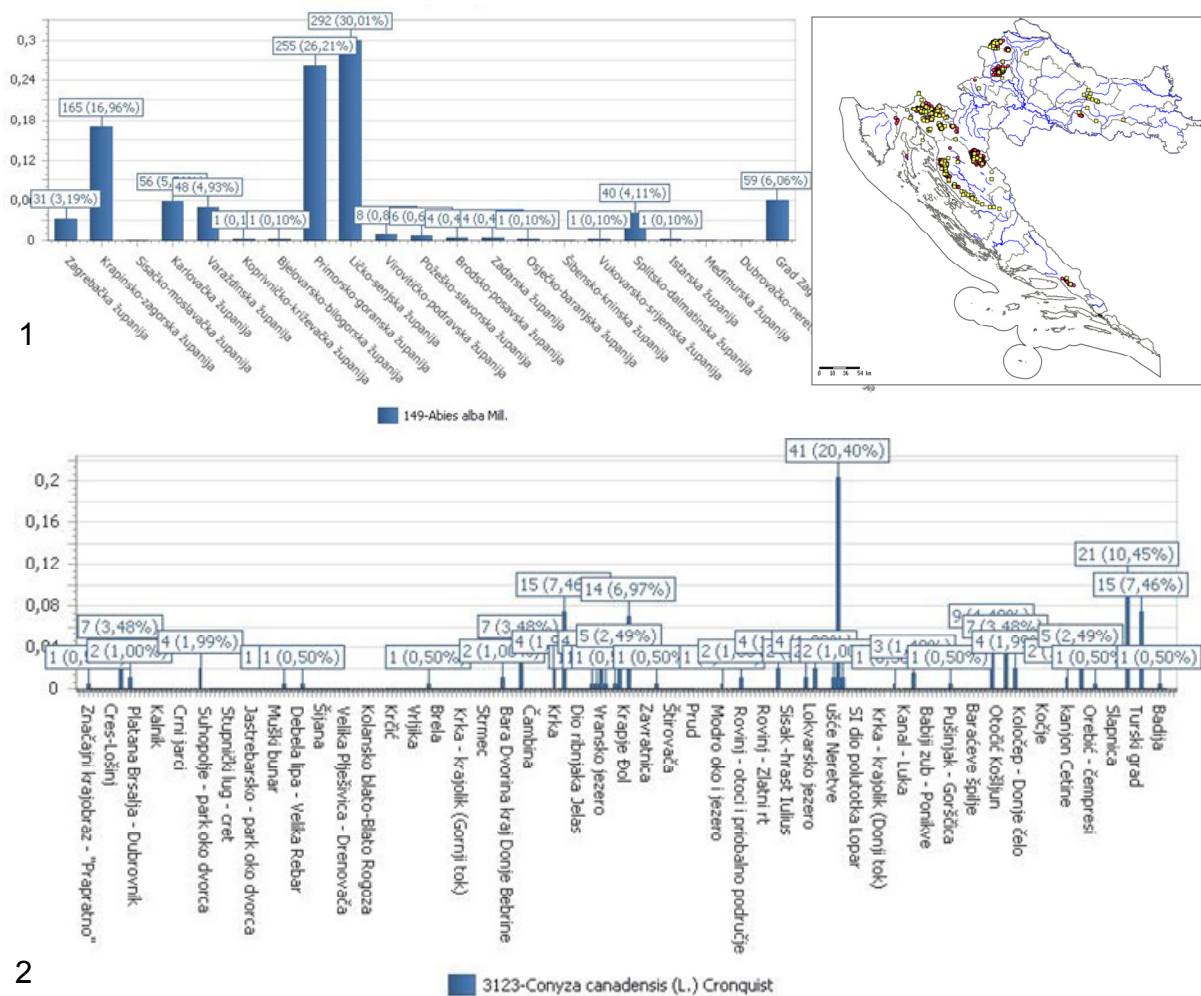
#### (1) Prostorni profil svojti

Modul Prostorni profil svojti namijenjen je analizi prostorne razdiobe nalaza pojedine svojte ili svojti, a temelji se na svim akumuliranim i geokodiranim lokalitetima porijeklom iz herbara, opažanja, literature ili geokodiranih fotografija. Rezultat pokazuje razdiobu nalaza na odabranom prostornom sadržaju.

Modul se može pokrenuti za veći broj svojti i veći broj prostornih podloga istovremeno. Rezultati se uvijek izračunavaju na temelju trenutnog stanja podataka, tj. nisu prethodno pohranjeni. Sukladno ovome, svaki novi geokodirani podatak o nalazu neposredno utječe u manjoj ili većoj mjeri i na rezultate. Podešavanje analiza je jednostavno i interaktivno. Rezultati se uz prosječne brzine internetskih veza dobivaju za desetak sekundi. Prostorni profil svojti je javno dostupan modul FCD-a.

Prostorni profil svojti omogućuje dva tipa analiza: (a) Učestalost nalaza i (b) Ekološki profil.

Analiza (a) **Učestalosti nalaza** pruža uvid u stanje istraženosti, tj. u prostornu razdiobu svih poznatih nalaza neke svojte u odabranim prostornim jedinicama prema odabiru korisnika - županijama, općinama, zaštićenim područjima, MTB poljima ili poljima drugačijih mreža, i sl. Modul omogućuje sagledavanje prostorne i vremenske dinamike istraživanja neke ili nekih svojti u svrhu planiranja daljnjih istraživačkih djelatnosti, uvid u distribuciju broja nalaza s obzirom na preciznost geokodiranja, uvid u stanje podataka kao utjecajnog čimbenika u donošenju fitogeografskih zaključaka i sl. (Sl. 1).

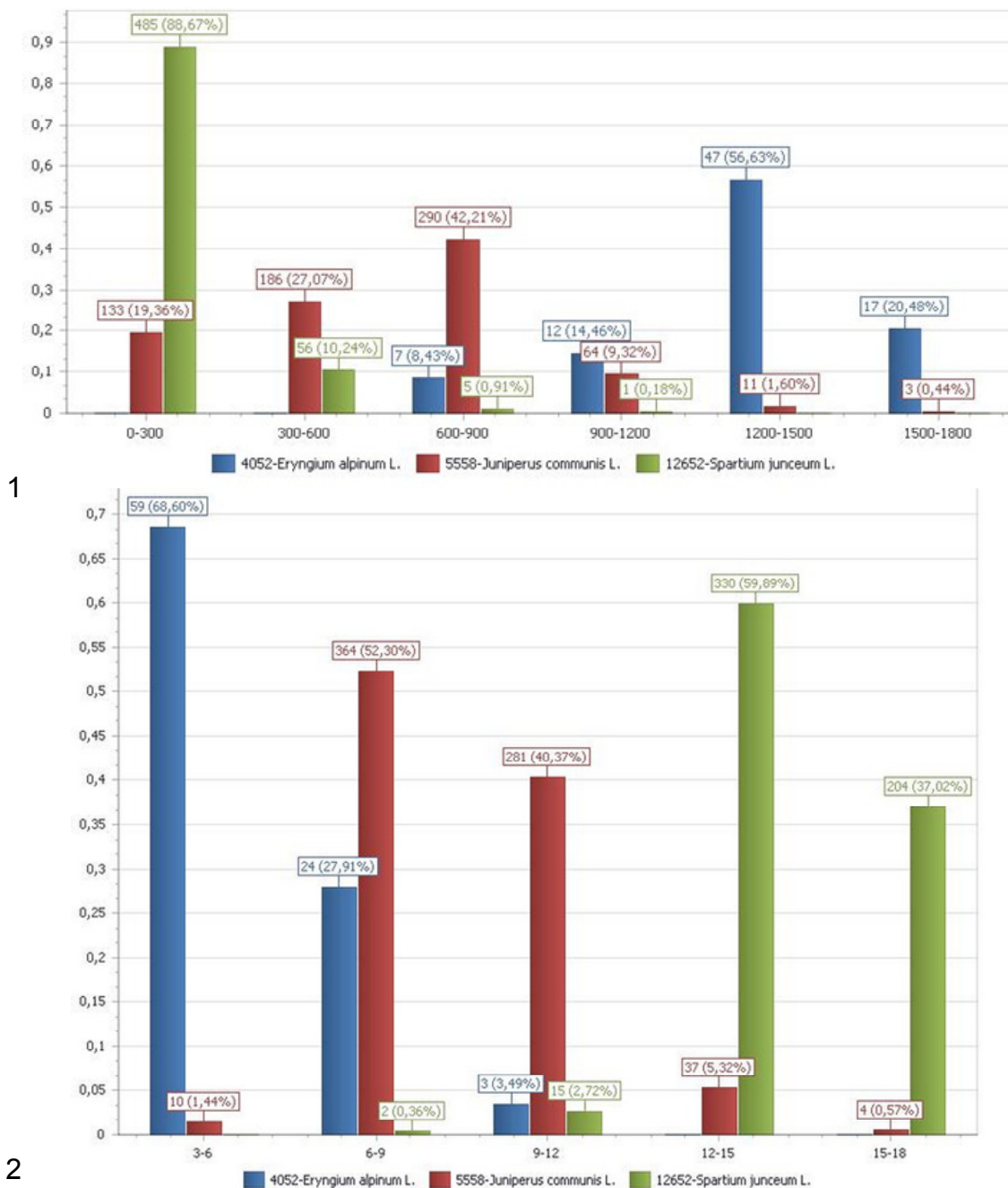


**Slika 1.** Primjeri analize učestalosti nalaza: 1/ histogram učestalosti nalaza jele (*Abies alba* Mill.) po županijama i karta nalaza prema kojima je izrađen, 2/ učestalost nalaza invazivne kanadske hudoljetnice (*Conyza canadensis* (L.) Cronquist) u zaštićenim područjima.

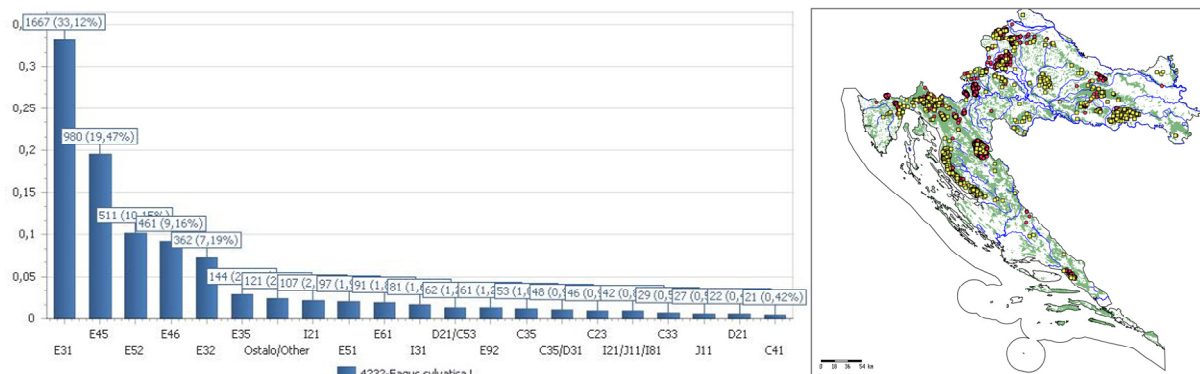
Analiza (b) **Ekološki profil**, pruža uvid u ovisnost rasprostranjenosti neke svojte o abiotkim ili biotkim čimbenicima u okolišu, a koji mogu biti od utjecaja na areal neke svojte. Takvi su podaci npr. nadmorska visina, nagib terena, godišnja prosječna količina oborina, godišnja prosječna temperatura, tip tla, tip staništa i sl. Modul omogućuje stvaranje ekološkog profila svojte s obzirom na sadržaj odabrane prostorne teme. Ono što će FCD utvrditi na temelju ovakvog upita je ukupan broj određenih prostornih jedinica odabrane teme s pozitivnim nalazima jedne ili više odabranih svojti (Sl. 2).

Npr., ekološki profil s obzirom na nadmorsku visinu pojavljivanja temelji se, s jedne strane na podacima porijeklom iz digitalnog modela terena (DEM), tj. prosječnim nadmorskim visinama za svaki kvadratni kilometar nacionalnog teritorija, a s druge strane na svim poznatim nalazima

odabrane svojte. Npr. planinski kotrljan (*Eryngium alpinum* L.) se sa 56,6 % svih svojih poznatih nalaza pojavljuje u visinskom rasponu 1200 - 1500 m n. m (Sl. 2/1). Nalik ovom primjeru je i ekološki profil s obzirom na prosječnu godišnju temperaturu prema BIOCLIM podacima za područje Hrvatske (WorldClim - Global Climate Data, Free climate data for ecological modeling and GIS <http://www.worldclim.org/>) na također referentnoj mreži 1 x 1 km (Sl. 2/2) iz kojega je vidljivo da se planinski kotrljan s gotovo 70% svih nalaza pojavljuje u područjima gdje godišnja prosječna temperatura ne prelazi 6°C.



**Slika 2.** Primjer analize pojavljivanja određene svojte s obzirom na 1/ nadmorsku visinu (m) i 2/ prosječnu godišnju temperaturu (°C) za planinski kotrljan (*Eryngium alpinum* L.), običnu borovicu (*Juniperus communis* L.) i brnistru (*Spartium junceum* L.).



**Slika 3.** Primjer analize ekološkog profila bukve (*Fagus sylvatica* L.) s obzirom na pojavljivanje u određenom tipu staništa sukladno NKS klasifikaciji i osnovna karta nalazišta.

Npr., ekološki profil s obzirom na staništa u kojima se svojta pojavljuje, temelji se, s jedne strane na podacima porijeklom iz digitalne Karte staništa Republike Hrvatske ([www.dzzp.hr](http://www.dzzp.hr)), te svim poznatim nalazima odabrane svojte. Npr. ekološki profil za bukvu (*Fagus sylvatica* L.) (Sl. 3), pokazuje najveću učestalost pojavljivanja u prostornim poligonima za koje su definirani stanišni tipovi E.3.1. Mješovite hrastovo-grabove i čiste grabove šume, E.4.5. Mezofilne i neutrofilne čiste bukove šume, E.5.2. Dinarske bukovo-jelove šume itd. Naravno, ovo je primjer odabran radi slikovitosti i s očekivanim rezultatima.

Sukladno ovim primjerima, korisnik može izraditi ekološki profil bilo koje svojte s obzirom na bilo koju pohranjenu prostornu temu - godišnje prosječne količine oborina, godišnju prosječnu temperaturu, tip tla i dr. Također, korisnik može dodati vlastitu prostornu temu od interesa radi sasvim specifične analize za bilo koje područje, upotrebom modula Prostorni podaci (NIKOLIĆ i sur., ovaj broj Glasnika).

Zbog osnovne fleksibilnosti sustava, korisnik može odabrati i temu koja nema smisla u kontekstu ekološkog profiliranja vrsta (npr. administrativne prostorne jedinice), što treba imati na umu. Također, samo potpuno poznat areal vrste može dati i cjeloviti uvid u odnos s odabranim prostornim sadržajem, tj. kvaliteta rezultata neposredno ovisi o količini i disperziji poznatih nalazišta. Drugim riječima, kvaliteta rezultata ovisi o poznavanju areala svojte, kao i preciznosti prostorne teme.

Kako je vidljivo (Sl. 2, 3), rezultati se prikazuju u grafičkom obliku histogramom, ali i tablicom priređenom za preuzimanje u xls formatu sa svim vrijednostima nužnim za daljnju lokalnu obradu i upotrebu. Broj razreda histograma, kao i granične vrijednosti pojedinog razreda, apsolutne ili relativne vrijednosti na y osi, moguće je mijenjati neposredno na web stranicama prema vlastitom nahođenju.

## (2) Analiza bioraznolikosti

Analiza bioraznolikosti je trenutno najkompleksniji analitički modul FCD-a. Omogućuje:

1. utvrđivanje prostorne razdiobe  $\alpha$ -diverziteta vaskularne flore, shvaćenog kao prikaz ukupnog broja različitih svojti na jedinici površine. Drugim riječima ovaj će modul na temelju geokodiranih nalaza izračunati  $\alpha$ -diverzitet za npr. svako polje odabrane mreže, svaki tip staništa ili tip biljnog pokrova, visinski sloj, zaštićeno područje ili administrativnu jedinicu, tj. sukladno sadržaju odabrane prostorne teme;
2. utvrđivanje intenziteta istraženosti s prikazom ukupnog broja nalaza, tipovima nalaza, najstarijim i najrecentnijim nalazom s poveznica na izvor ovih informacija;
3. prikaz ekoloških indeksa za sve svojte. Ekološki su indeksi pri tome izgrađeni kao FCD indeksi za sve svojte za koje su isti bili dostupni (45-90%, ovisno o indeksu);
4. gradnju trenutnog popisa flore za odabranu prostornu temu ili jedinicu;
5. preuzimanje rezultata u formatima prilagođenim daljnjoj GIS upotrebi i analizi (shp) i/ili

tabličnom obliku (xls).

Korisniku je omogućeno da odabire (1) izvor podataka za analizu (literatura, opažanje, herbar, geokodirane fotografije), (2) preciznost geokodiranja (nivoi 1 - 11, za npr. uklanjanja nedovoljno preciznih navoda), (3) vremensko razdoblje tijekom kojega su podaci sabrani (godina nalaza od - do), (4) pojedinačne svojte ili više njih istovremeno i (5) predefinirane skupine svojti (po 1 - tipovima endema, po 2 - kategorijama ugroženosti, 3 - zakonskoj zaštiti, 4 - invazivnosti), te naravno (6) prostornu temu na koju se analiza odnosi. Korisnik može birati bilo koju kombinaciju od pet skupina ponuđenih rezultata:  $\alpha$ -diverzitet, intenzitet istraženosti, ekološke indekse, *check-listu* tj. popis flore, te proširenu prostornu temu - GIS oblik rezultata (shp format) s pripadnim podacima (prošireni dbf). Naime, ovaj posljednji oblik analize, rezultat je spajanja florističkih podataka s prostornim temama na temelju položaja u prostoru i njihova uzajamna odnosa.

Evo primjera analize sa sljedećim ulaznim postavkama: samo invazivne svojte, po prostornoj temi Županije, na temelju svih tipova geokodiranih nalaza (literatura, opažanja, herbar, fotografije), za period od 1950. do 2014. g., s razinama preciznosti geokodiranja nalaza koji su  $\geq 6$  nivo (Tab. 1 - 3). U trenu provedbe, analiza je uključila ukupno 7163 nalaza na ukupno 3219 različitih lokaliteta. Rezultat izračuna  $\alpha$ -diverziteta, intenziteta istraženosti, ekološki indeksi i selektivni popisi flore sadržani su u ponuđenoj Excel tablici.

Iz Tablica 1. vidljivo je da je najveći broj invazivnih vrsta zabilježen u Splitsko-dalmatinskoj županiji (ALPHAD\_MAX = 44), no najveći je broj nalaza u Gradu Zagrebu (FINDINGCNT = 1483), dominantno na temelju opažanja na terenu (OBSERV\_TOT = 1448) na ukupno 407 lokaliteta (OBSERV).

**Tablica 1.** Isječak tablice s rezultatima analize raznolikosti (sortirano po najvećem broju vrsta u prostornoj jedinici - županija).

Županija	ALPHAD_MIN	ALPHAD_MAX	FINDINGCNT	HERBARIUMS	LIT	LIT_TOTAL	OBSERV	OBSERV_TOT	PHOTOS
Splitsko-dalmatinska županija	44	44	701	0	0	0	253	701	0
Primorsko-goranska županija	43	43	186	0	0	0	69	186	0
Sisačko-moslavačka županija	41	41	570	0	0	0	50	570	0
Grad Zagreb	40	40	1483	12	1	18	407	1448	5
Zadarska županija	39	39	443	0	0	0	176	442	1
Zagrebačka županija	38	38	535	3	1	5	122	516	11
Dubrovačko-neretvanska županija	38	38	292	1	0	0	113	287	4
Krapinsko-zagorska županija	35	35	675	0	0	0	463	593	82
Šibensko-kninska županija	35	35	225	0	0	0	101	225	0
Ličko-senjska županija	34	34	422	0	0	0	244	421	1
Varaždinska županija	32	32	317	1	0	0	66	300	16
Virovitičko-podravska županija	32	32	180	0	0	0	94	180	0
Požeško-slavonska županija	32	32	155	0	0	0	69	155	0
Karlovačka županija	20	20	306	0	0	0	243	302	4
Međimurska županija	19	19	164	0	0	0	42	164	0
Osječko-baranjska županija	12	12	18	0	0	0	9	18	0
Istarska županija	11	11	67	0	0	0	49	67	0
Brodsko-posavska županija	10	10	17	0	0	0	6	17	0
Koprivničko-križevačka županija	9	9	23	0	0	0	10	23	0
Vukovarsko-srijemska županija	5	5	22	0	0	0	21	22	0
Bjelovarsko-bilogorska županija	2	2	2	0	0	0	1	2	0

Tablica 2. sadrži popise invazivnih vrsta za svaku županiju posebno, tako da je uz vrstu zabilježen i ukupan broj nalaza. Drugim riječima popis invazivne flore svake županije sastoji se od svih svojti s ovim vrijednostima > 0.

Tablica 3. sadrži različite podatke o nalazima za svaku pojedinu svojtu godini prvog nalaza (GodPrvogNal), godini posljednjeg nalaza (GodZadnjegN), te poveznicama na izvor podatka (IdPrvogNal, IdZadnjegNa), te o tipu informacije, tj. da li prvi, tj. posljednji nalaz potječe iz literature, opažanja ili zbirke. Iz tablice je vidljivo da je npr. *Abutilon theophrasti* prvi puta zabilježen 1915. g. i to u radu HIRCA (1915): *Floristička izučavanja u istočnim krajevima Istre II. Učka gora i njezina okolina*. Rad JAZU (210): 6-92. (IdPrvogNal = 81). Ova je vrsta posljednji je puta zabilježena 2013. u opažanju D. Šinceka u dolini rijeke Bednje (IdZadnjegNa = 11011). Ista tablica u nastavku sadrži brojne dodatne podatke - status invazivnosti, ekološke indekse, podatke u uporabi, ugroženosti, zaštiti i sl. (izvan prikaza).

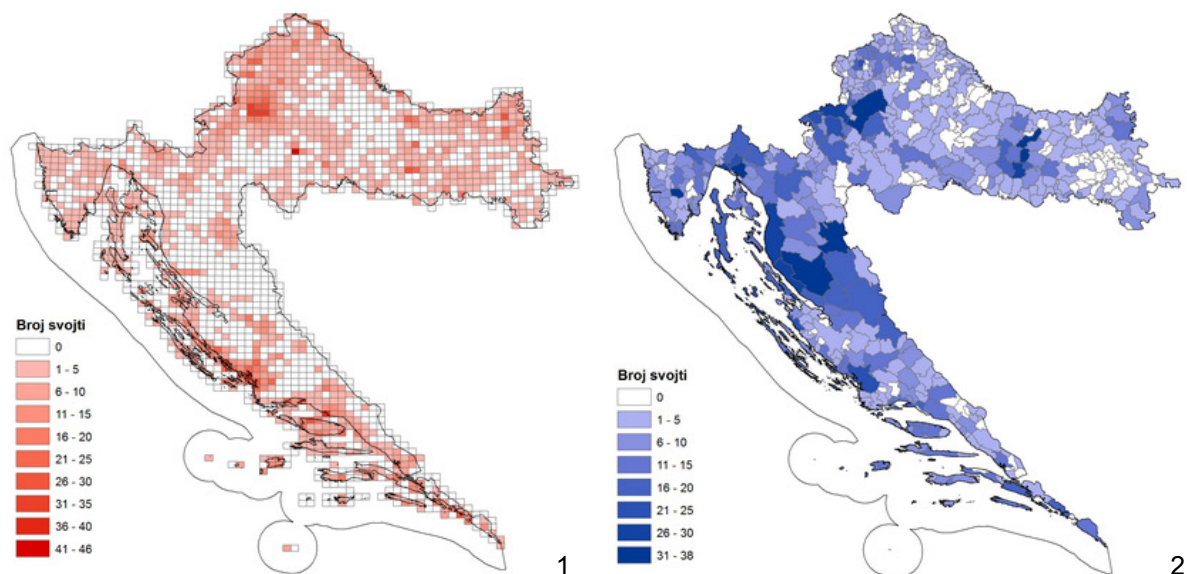


**Tablica 2.** Isječak tablice s popisima invazivne flore po županijama s brojem nalaza (popis flore pojedine županije grade sve svojte s brojem nalaza >0).

Svojta	Zagrebačka županija	Krapinsko-zagorska županija	Sisačko-moslavačka županija	Karlovačka županija	Varaždinska županija	Koprivničko-križevačka županija	Bjelovarsko-bilogorska županija	Primorsko-goranska županija
271-Acer negundo L.	0	5	32	0	2	0	0	0
1352-Artemisia verlotiorum Lamotte	1	0	33	9	1	0	0	2
6844-Oenothera biennis L.	0	5	3	0	1	1	0	1
8449-Reynoutria japonica Houtt.	35	1	27	1	2	0	0	1
10361-Sorghum halepense (L.) Pers.	10	4	32	0	1	0	0	0
11486-Veronica persica Poir.	77	23	27	11	8	0	0	5
5397-Impatiens parviflora DC.	3	3	2	0	0	2	0	1
3756-Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray	7	1	14	0	3	0	0	3
3968-Erigeron annuus (L.) Pers.	57	70	38	75	47	4	0	44
1749-Bidens frondosa L.	5	0	0	0	5	1	0	1
3518-Datura stramonium L.	2	7	1	1	0	0	0	1
5549-Juncus tenuis Willd.	9	7	6	1	4	0	0	8
3123-Conyza canadensis (L.) Cronquist	19	13	32	3	10	0	0	16
895-Ambrosia artemisiifolia L.	162	10	40	13	145	5	0	8
8604-Robinia pseudoacacia L.	32	403	28	162	31	4	1	12
10289-Solidago canadensis L.	4	3	16	7	4	0	0	3

**Tablica 3.** Isječak tablice s popisom invazivnih vrsta i podacima o godinama prvog i posljednjeg nalaza, tipu i citatu nalaza, te ekološkim indeksima (u nastavku tablice izvan područja prikaza).

Svojta	GodPrvogNal	IdPrvogNal	TipPrvogNal	GodZadnjegN	IdZadnjegNa	TipZadnjegN	Arheofit	Neofit
265-Abutilon theophrasti Medik.	1915	81	Literatura	2013	17011	Opažanja	0	0
9259-Rudbeckia laciniata L.	1985	540	Literatura	2013	17325	Opažanja	0	0
6519-Mesembryanthemum crystallinum L.	1979	163	Literatura	2010	11528	Literatura	0	0
4554-Galinsoga ciliata (Raf.) S.F.Blake	1974	3395	Literatura	2011	8812	Opažanja	0	1
8449-Reynoutria japonica Houtt.	1978	1890	Literatura	2013	16886	Opažanja	0	1
5393-Impatiens balfourii Hooker f.	1994	5050	Literatura	2013	17166	Opažanja	0	0
4555-Galinsoga parviflora Cav.	1954	11546	Literatura	2013	16910	Opažanja	0	1
873-Amaranthus hybridus L.	1965	331	Literatura	2013	47656	Slike	0	1
4127-Euphorbia maculata L.	1957	295	Literatura	2013	17097	Opažanja	0	0
3756-Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray	1956	290	Literatura	2014	17337	Opažanja	0	1
3971-Erigeron annuus (L.) Pers. ssp. strigosus (Mühlb. ex Willd.) Wagenitz	1970	401	Literatura	2006	8433	Literatura	0	1

**Slika 4.** Karta nastala iz priređene GIS teme (proširena prostorna tema), kao dijela rezultata analize raznolikosti: 1/ broj invazivnih vrsta po jediničnom MTB 1/4 polju, 2/ broj ugroženih svojti (kategorija ugroženosti VU) po administrativnim jedinicama (općine).

Rezultati analize omogućuju jedinstven uvid u nacionalni prostor, geografsku razdiobu florističkog bogatstva koje je od značenja, kako za znanost, tako i za struku i praktičnu primjenu. Primjera radi na Sl. 4/1, prikazan je broj invazivnih vrsta na jedinici površine (MTB 1/4), a na Sl. 4/2 broj ugroženih vrsta (kategorija VU) u administrativnim jedinicama (općine). Oba su prikaza nastala iz podataka pohranjenih u proizvedenoj proširenoj prostornoj temi (shp datoteka) modula Analiza bioraznolikosti daljnjom lokalnom primjenom GIS alata. Analiza bioraznolikosti je modul dostupan uz zahtjev registriranim korisnicima FCD-a.