

Utjecaj prostorne preciznosti koroloških podataka na modele povoljnosti staništa invazivnih biljaka

Orešković, Anja

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:587020>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Anja Orešković

**Utjecaj prostorne preciznosti koroloških podataka na modele
povoljnosti staništa invazivnih biljaka**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Ovaj rad je izrađen u Botaničkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom Izv. prof. dr. Svena Jelaske. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra ekologije i zaštite prirode.

ZAHVALE

Ovim putem željela bih se zahvaliti...

... cijeloj svojoj obitelji, a pogotovo mami Jasni, tati Damiru i svome bratu Kreši. Hvala vam na podršci, moralnoj, ali i financijskoj. Bez vas moj studij ne bi bio ostvariv. Volim vas!

... svom bratu Kreši i cimeru Eriku koji su bili odlični cimeri za vrijeme mog boravka u Zagrebu.

... svom Tonetu koji je bio moj oslonac cijelo vrijeme od kad sam krenula studirati, koji me podržava i bodri u svim životnim trenucima, kojeg volim, poštujem i cijenim te čini moj život ljepšim.

... svim svojim kolegama i svim predivnim djelatnicima Biološkog odsjeka PMF-a, odličnim profesorima i asistentima koji su stvarni, a nisu izmišljeni likovi iz bajke, te divnim i susretljivim tetama iz referade.

... posebno svom mentoru Svenu Jelaski, hvala na pomoći oko diplomskog rada, hvala na savjetima, hvala na šaljivim dosjetkama i smjehu, hvala na neponovljivom timskom iskustvu izrade rada.

... profesoru Svenu Jelaski, asistentici Nini Vuković i profesorici Jasni Lajtner koji su prije svega predivni ljudi koji su mi uljepšali studij i svojim savjetima oplemenili život. Možda oni nisu svjesni, ali nekad samo jedna rečenica može puno utjecati na njihove studente. Hvala im na prijateljstvu i susretljivosti.

Svoj diplomski rad posvećujem jednoj posebnoj osobi, posebnoj duši koja je od kad sam se rodila vjerovala u mene, pomagala mi u svemu svojim savjetima, djelima i svojom toplinom – svojoj mami Jasni. Ona je osoba koja vidi koliko sam sposobna, i dok ja to još ne vidim. Ona je ta koja vjeruje u mene i vidi moje mogućnosti. Ona je podržala svaku moju ludu odluku i uvijek je bila uz mene na ovom mom putu, i hvala joj od srca na tome. Hvala ti na svim razgovorima, podršci i svemu što radiš za mene.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

UTJECAJ PROSTORNE PRECIZNOSTI KOROLOŠKIH PODATAKA NA MODELE POVOLJNOSTI STANIŠTA INVAZIVNIH BILJAKA

Anja Orešković
Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

SAŽETAK

Invazivne vrste velik su problem današnjice, te se za njihovo suzbijanje ulažu velika financijska sredstva. Modeli povoljnosti staništa odličan su alat za procjenu potencijalnog rasprostranjenja invazivnih vrsta čime se olakšava proces suzbijanja i traženja istih. Algoritam koji je korišten u ovom istraživanju je MaxEnt. Izvedba modela ovisit će o kvaliteti ulaznih podataka o modeliranim vrstama i setu okolišnih varijabli različite prostorne razlučivosti na temelju kojih se modelira rasprostranjenost pojedine vrste. Modelirano je petnaest invazivnih i pet autohtonih vrsta, dok je za vrste *Erigeron annuus* (L.) Pers. i *Robinia pseudoacacia* L. napravljena detaljna usporedba utjecaja prostorne razlučivosti okolišnih podloga. Prostorna preciznost koroloških podataka pokazala se važnija za izvedbu modela od veličine uzorka i prostorne razlučivosti okolišnih podataka. Također, model koji koristi korološke podatke veće prostorne preciznosti, poput GPS koordinata, imat će točniju izvedbu, te neće doći do precjenjivanja modeliranih površina pogodnog staništa.

(53 stranice, 17 slika, 11 tablica, 62 literaturna navoda, 6 priloga, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: MaxEnt, invazivne biljke, prostorna preciznost, veličina uzorka, prostorna razlučivost

Voditelj: Dr. Sc. Sven Jelaska, izv. prof.

Ocjenitelji: Dr. Sc. Sven Jelaska, izv. prof.

Dr. Sc. Jasna Lajtner, izv. prof.

Dr. Sc. Tomislav Ivanković, doc.

Dr. Sc. Toni Nikolić, prof. (zamjena)

Rad prihvaćen: 14.09.2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Graduation Thesis

ANALYSING IMPACT OF SPATIAL ACCURACY ON HABITAT SUITABILITY MODELS FOR INVASIVE PLANTS

Anja Orešković
Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

SUMMARY

Invasive species are a major problem today, and governments invest huge financial resources in order to control them. Species distribution models are an excellent tool for assessing the potential spread of invasive species, thus facilitating the process of suppressing and searching for them. The algorithm used in this research is MaxEnt. The model performance will depend on the quality of input data on modeled species and the set of environmental variables of different spatial resolution based on which the distribution of a particular species is modeled. Fifteen invasive and five indigenous species were modeled, while for *Erigeron annuus* (L.) Pers. and *Robinia pseudoacacia* L. species a detailed comparison of the spatial resolution of environmental variables was made. Spatial precision of chorological data proved to be more important for the model performance than sample size and spatial resolution of environmental data. Moreover, a model that uses spatial data of greater position accuracy, such as GPS coordinates, will have a more accurate performance and will not overestimate the modeled surfaces of a suitable habitat.

(53 pages, 17 figures, 11 tables, 62 references, 6 appendices, original in: croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: MaxEnt, invasive plants, positional accuracy, sample size, spatial resolution

Supervisor: Dr. Sc. Sven Jelaska, Assoc. Prof.

Reviewers: Dr. Sc. Sven Jelaska, Assoc. Prof.
Dr. Sc. Jasna Lajtner, Assoc. Prof.
Dr. Sc. Tomislav Ivanković, doc.
Dr. Sc. Toni Nikolić, Prof. (replacement)

Thesis accepted: 14.09.2017.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Invazivne vrste.....	1
1.2. Modeli povoljnosti staništa.....	2
1.3. Ciljevi rada.....	5
2. MATERIJALI I METODE.....	6
2.1. Korološki podatci.....	6
2.2. Okolišne varijable.....	7
2.3. Prediktivno modeliranje.....	10
2.3.1. MaxEnt.....	10
2.3.2. SAGA.....	11
2.4. Statistička analiza.....	11
2.4.1. Usporedba predviđenih rasprostranjenosti.....	11
2.4.2. CANOCO.....	12
3. REZULTATI.....	13
3.1. Modeli povoljnosti staništa.....	13
3.2. Usporedba predviđenih rasprostranjenosti.....	28
3.3. CANOCO.....	30
3.3.1. Usporedba utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka.....	30
3.3.2. Usporedba utjecaja prostorne razlučivosti okolišnih podloga i prostorne preciznosti koroloških podataka.....	37
4. RASPRAVA.....	41
4.1. Modeli povoljnosti staništa.....	41
4.1.1. Izvedba MaxEnt-a.....	41
4.1.2. Karte povoljnosti staništa.....	41
4.1.3. Površine modela povoljnosti staništa.....	43
4.2. Usporedba predviđenih rasprostranjenosti.....	43
4.3. Analize glavnih komponenti (PCA).....	43
4.3.1. Utjecaj veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka na izvedbu modela ..	43
4.3.2. Utjecaj prostorne rezolucije na izvedbu modela.....	44
5. ZAKLJUČAK.....	46
LITERATURA.....	47
PRILOZI.....	52
ŽIVOTOPIS	

POPIS KRATICA

FCD – *Flora Croatica Database*

ID – klasa prostorne preciznosti

MaxEnt – *Maximum Entropy Species Distribution Modeling*

PCA – *Principal component analysis* (hrv. analiza glavnih komponenti)

KRATICE ZA VRSTE:

Invazivne vrste

- Ace neg (acne) – *Acer negundo* L.
- Ail alt (aial) – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle
- Ama ret (amret) – *Amaranthus retroflexus* L.
- Amb art (amar) – *Ambrosia artemisiifolia* L.
- Amo fru (amfr) – *Amorpha fruticosa* L.
- Asc syr (assy) – *Asclepias syriaca* L.
- Con can (coca) – *Conyza canadensis* (L.) Cronquist
- Ech lob (eclo) – *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gr.
- Eri ann (eran) – *Erigeron annuus* (L.) Pers.
- Hel tub (hetu) – *Helianthus tuberosus* L.
- Imp gla (imgla) – *Impatiens glandulifera* Royle
- Rob pse (ropse) – *Robinia pseudoacacia* L.
- Sol gig (sogi) - *Solidago gigantea* Aiton
- Sor hal (soha) – *Sorghum halepense* (L.) Pers.
- Ver per (vepe) – *Veronica persica* Poir.

Autohtone vrste

- Arr ela (arel) – *Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl
- Car bet (ca be) – *Carpinus betulus* L.
- Leu vul (levu) – *Leucanthemum vulgare* Lam.
- Lyt sal (lysa) – *Lythrum salicaria* L.
- Que pet (qupe) – *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.

KRATICE ZA OKOLIŠNE VARIJABLE:

Topografske podloge

- Slope – nagib
- Northn – odklon od sjevera
- Eastn – odklon od istoka
- Distwatr – udaljenost od vode

Klimatske podloge

- Sutemp – ljetna srednja temperatura
- Atemp – jesenska srednja temperatura
- Wtemp – zimska srednja temperatura
- Sptemp – proljetna srednja temperatura
- Suprec – ljetna količina padalina
- Aprec – jesenska količina padalina
- Wprec – zimska količina padalina
- Spprec – proljetna količina padalina

Antropogeno uvjetovane podloge

- Popidw – gustoća naseljenosti
- Traffcd – udaljenost od prometnica
- Settldis – udaljenost od naselja

1. UVOD

1.1. Invazivne vrste

Invazivne vrste velik su problem današnjice – naročito u području zaštite prirode pri čemu se ulažu značajna financijska sredstva za njihovo suzbijanje. Invazivna vrsta je ona čije naseljavanje ili širenje ugrožava bioraznolikost, zdravlje ljudi ili uzrokuje gospodarsku štetu, a došla je na neko područje slučajno ili namjerno djelovanjem čovjeka. Čovjek je stvorio invazivnim vrstama nove, antropogene tipove staništa (urbana područja, obradiva područja, industrijska područja, parkove, vrtove, utjecana šumska područja, isušena močvarna staništa i sl.), a istodobno je, na razne načine u njih prenio biljke iz drugih dijelova svijeta (Nikolić i sur. 2014). Uz prethodno navedene štetne utjecaje na okoliš, invazivne biljke također mogu prenositi štetnike, iscrpljivati vodene resurse, postati korov, smanjivati prinose biljaka u kulturi, remetiti sastav faune, ometati plovne puteve, razgrađivati građevine, mijenjati evolucijske tijekove i sl. (Nikolić i sur. 2014).

Flora Hrvatske izrazito je bogata i raznolika, broji 4 520 vrsta, tj. oko 5 010 vrsta i podvrsta (Nikolić 2001). S druge strane, važan i relativno velik udio hrvatske flore čine strane biljke (alohtone, nezavičajne, unesene, egzotične) koje su unesene na područje Hrvatske gdje prirodno nisu bile rasprostranjene. Dosad je registrirano oko 600 stranih vrsta u Hrvatskoj, no njihov broj vjerojatno doseže brojku od 2 500. Za veliki dio hrvatske flore ne zna se je li zavičajna ili strana, te se takva flora svrstava u kategoriju kriptogena flora (Nikolić i sur. 2014).

Brojni negativni utjecaji koje invazivne biljke imaju na biološku raznolikost, okoliš i čovjeka te ogromni troškovi suzbijanja posljedica njihovog djelovanja, razlogom su da se posljednjih desetljeća osobito intenzivno raspravlja o njihovoj kontroli i suzbijanju. S obzirom na to da invazivne vrste ne prepoznaju političke granice i imaju široku rasprostranjenost, međunarodna suradnja je ključna (Nikolić i sur. 2014).

Veliku pomoć prilikom suzbijanja nam mogu dati modeli povoljnosti staništa – koji će možebitno predvidjeti gdje se invazivna vrsta može pojaviti, što olakšava prevenciju i traženje istih.

1.2. Modeli povoljnosti staništa

Iznimno je važno u biogeografiji i ekologiji razumjeti odnos između vrsta i njihovog staništa, budući da je taj odnos vezan uz pitanje prostorne distribucije i abundancije (Huston, 2002). Modeli prostorne rasprostranjenosti vrsta (eng. *species distribution models*) ili modeli povoljnosti staništa važno su sredstvo razumijevanja ovog odnosa i koriste se u brojnim istraživanjima. Modeli služe za rješavanje problema s područja ekologije, evolucijske biologije, biogeografije, i konzervacije (Liu i sur., 2015). Na primjer, modeli povoljnosti staništa koriste se za procjenu relativne uloge okolišnih parametara koji utječu na rasprostranjenje vrsta (Storch i sur. 2003, Gottschalk i sur. 2007), za procjenu potencijalnog rasprostranjenja invazivnih vrsta (Hallstan i sur. 2009, Chytrý i sur. 2012), za procjenu stupnja zaštite ugroženih vrsta (Jackson i Robertson 2011), za predviđanje pomaka u geografskoj rasprostranjenosti vrsta pod utjecajem klimatskih promjena (Hongoh i sur. 2012, Renwick i sur. 2012), za dobivanje procjena raspona promjena u korištenju zemljišta na rasprostranjenje vrsta (Schleupner i Link 2008). Različite metode mogu se koristiti za izradu modela povoljnosti staništa (Guisan i Zimmermann 2000, Franklin 2009), često u kombinaciji s geografskim informacijskim sustavima (GIS), te su mnoge studije pokušale ocijeniti njihovu moć predikcije (Pearce i Ferrier 2000, Elith i sur. 2006, Tsoar i sur. 2007).

Modeli povoljnosti staništa zahtijevaju podatke o prisutnosti vrste i okolišne varijable kako bi mogli proizvesti set pravila koja će identificirati i vrednovati značaj okolišnih čimbenika u prostoru u kojem je vrsta nađena, sakupljena ili viđena, te se mogu dalje koristiti za predviđanje povoljnog ili odgovarajućeg staništa za vrstu (Araújo i Guisan 2006). Podatci koji se koriste za izradu modela povoljnosti staništa obično se dobivaju iz herbarija, prirodoslovnih muzeja i državnih baza podataka (Liu i sur., 2015). Na žalost, postoji mnogo inherentnih izvora nesigurnosti u modelima povoljnosti staništa, što može utjecati na izvedbu modela. Nesigurnost proizlazi iz razlike između kompleksnog, kontinuiranog prirodnog okoliša stvarnog svijeta i pojednostavljenog, diskretno reprezentativnog primjera u GIS-u (Moudrý i Šímová, 2012).

Tri glavna izvora nesigurnosti modela povoljnosti staništa povezani su s tri elementa predviđajuće funkcije: (1) zavisna varijabla, (2) nezavisna (objašnjavajuća) varijabla i (3) algoritam ili funkcija koja se koristi za povezivanje ovih dviju varijabli (Moudrý i Šímová, 2012). Tema koja se već duže istražuje je utjecaj nepreciznosti koroloških podataka na procese modeliranja i njihovu izvedbu (Heuvelink 1998). Neki od izvora nesigurnosti koji se odnose na podatke pojavljivanja vrste jesu: (1) mali uzorak (Stockwell i Peterson 2002, Hernandez i

sur. 2006, Guisan i sur. 2007b, Kaliontzopoulou i sur. 2008, Wisz i sur. 2008, Reside i sur. 2011), (2) prostorna preciznost (Graham i sur. 2008, Johnson i Gillingham 2008, Fernandez i sur. 2009, Osborne i Leitão 2009, Naimi i sur. 2011) i (3) dostupnost podataka o odsutnosti vrste (eng. *true-absence data*) (Lobo i sur. 2010, Lobo i Tognelli 2011).

Također postoji mnogo nesigurnosti po pitanju okolišnih varijabli, na primjer, (1) odabir odgovarajuće okolišne varijable (Austin 2007, Austin i Van Niel 2011, Synes i Osborne 2011, Williams i sur. 2012), (2) podrijetlo podataka (Müller i sur. 2009) i (3) prostorna rezolucija (Ferrier i Watson 1997, Tobalske 2002, Graf i sur. 2005, Guisani i sur. 2007a, Heikkinen i sur. 2007, Kaliontzopoulou i sur. 2008, Seo i sur. 2009, Gottschalk i sur. 2011).

Modeli prostorne rasprostranjenosti pretpostavljaju da je podatak koji govori o lokaciji prisutne vrste precizan i točan. Danas se većina prostornih koroloških podataka prikuplja pomoću tehnologije globalnog pozicijskog sistema (eng. *global positioning system*, GPS) GPS-a s visokom prostornom rezolucijom. Takvi podatci nalaza vrste mogu imati ili imaju prostornu preciznost i do 1 m, ako satelitski signal nije ometan uvjetima na staništu. Postoje automatizirani procesi za georeferenciranje postojećih podataka o nalazu vrste koji dodjeljuju attribute preciznosti (Guralnick i sur. 2006, Hill i sur. 2009).

Što se tiče nepreciznosti prostornih podataka, prema dosadašnjim saznanjima, niti jedna studija nije probala koristiti pozicijsku grešku (eng. *positional error*) direktno kao kovarijantu (eng. *covariate*) ili težinu (eng. *weight*) u modelima. Ukoliko postoji pozicijska greška uvjeti u kojima se vrsta pojavljuje mogu biti krivo okarakterizirani, posebno u područjima s brzim izmjenama uvjeta na staništu (npr. planinska područja) što može dovesti do „precijenjene“ procjene povoljnosti staništa vrste (Feeley i Silman, 2010).

Odabir prostorne skale važna je odrednica za utjecaj lokacije prostorne pogreške na izvedbu modela povoljnosti staništa (Osborne i Leitão, 2009). Kod boljih rezolucija, postoji rizik pogoršanja utjecaja prostorne pogreške geografske lokacije vrsta na izvedbu modela. Na primjer, nalazi o pojavljivanju vrste mogu se smjestiti u polje (eng. *cell*) koje predstavlja drugačije stanište od onog u kojem se vrsta stvarno nalazi (eng. *actually occurred*) (Guisan i sur. 2007a). Utjecaj veličine prostorne greške na izvedbu modela mora se uzeti u obzir, naročito u odnosu na rezoluciju i opseg studije. Zato je preporučljivo za određene vrste ili svrhe pronaći odgovarajuću veličinu poligona (eng. *plot size*) za uzorkovanje pojavljivanja vrsta (Pandit i sur. 2010).

Usprkos dobro poznatih ograničenja prostornih podataka koji se koriste u modelima povoljnosti staništa i njihovog utjecaja na interpretaciju modela, mnogi analitičari koriste prostorne podatke nekritički, bez osvrtnja na navedene probleme (Hunter i sur. 2009). Štoviše, mnoge studije koriste samo podatke koji su čitki bez detaljnog ispitivanja kvalitete istih ili objašnjenja značajnosti odabranih okolišnih varijabli (Elith i Leathwick 2009, Williams i sur. 2012). Zbog toga su nužna daljnja istraživanja ovog problema (Graham i sur. 2008, Austin i Van Niel 2011, Hanberry i sur. 2012).

U preglednom članku (Moudrý i Šímová, 2012) prikazano je da su prostorna preciznost, veličina uzorka i skala kompleksne, usko povezane teme, koje nedvojbeno limitiraju preciznost izvedbe modela povoljnosti staništa i trebale bi biti uzete u obzir na početku svakog procesa modeliranja.

Prema Engler i sur. (2004) i Kaliontzopoulou i sur. (2008) modeli koji se temelje na podacima visoke prostorne preciznosti imaju bolju izvedbu nego oni koji se temelje na podacima niske prostorne preciznosti, iako je veličina uzorka kod njih veća. Reside i sur. (2011) tvrde da ako se u analizu uključe povijesni podatci grube rezolucije, oni mogu umanjiti izvedbu modela. Wisz i sur. (2008) su u svom ispitivanju u kojem im veličina uzorka nije nikada prelazila 100 podataka, zaključili da ni jedan algoritam nije konstantan u dobrom predviđanju ako je veličina uzorka manja od 30. Dok, Hanberry i sur. (2012) uspoređuju izvedbu modela kada su veličine uzorka u rasponu od 30 do 2 500, te zaključuju da oni modeli koji imaju manje od 200 ulaznih podataka najčešće budu nepouzdati (netočni).

Što se tiče samog algoritma za modeliranje (Hernandez i sur. 2006, Guisan i sur. 2007b, Kaliontzopoulou i sur. 2008, Wisz i sur. 2008) MaxEnt-ov algoritam je prilično robustan za varijacije u veličini uzorka i daje korisne rezultate za 30 uzoraka. Graham i sur. (2008) zaključili su da su algoritmi MaxEnt i Boosted Regression Tree (BRT) robusni na prostornu grešku.

S trenutno dostupnim korološkim podacima vrsta, koji mogu sadržavati nesigurnosti, i okolišnim varijablama s prostornom rezolucijom obično reda veličine nekoliko stotina metara i više, trenutna literatura sugerira da su studije izvedene pri razlučivosti od 1-100 km² prikladne za određivanje granica raspona okoliša vrsta i stoga su prikladne i za modeliranje (Moudrý i Šímová 2012).

Što se tiče modeliranja (1) realiziranih i (2) potencijalnih distribucija vrsta razlikujemo dva slučaja prikladna za različite preciznosti podataka. Za modeliranje realizirane distribucije

neke vrste, osobito za potrebe konzervacije koji zahtijevaju minimalnu nesigurnost, Moudrý i Šimová (2012) predlažu da se koriste precizni korološki podatci nalaza vrsta s velikim brojem uzoraka. Ispravni podatci o nalazu vrsta mogu biti dobiveni kroz odgovarajuće filtriranje podataka (Feeley i Silman 2010). Ispitivanje prostorne autokorelacije u prediktorima (Naimi i sur. 2011) minimizirat će mogući utjecaj prostorne nesigurnosti u podacima nalaza vrsta i time nepotrebni pokušaji konzervacije. Ako su podatci oskudni modeli potencijalnih distribucija vrsta mogu se napraviti i pomoću relativno male veličine uzorka. Modeliranje potencijalne raspodjele vrsta treba biti usmjereno prema predviđanju regija koje najbolje odgovaraju minimalnim fiziološkim zahtjevima vrste (Moudrý i Šimová 2012).

1.3. Ciljevi rada

U ovom diplomskom radu istražiti ćemo utjecaj prostorne preciznosti koroloških podataka na modele povoljnosti staništa invazivnih biljaka. Za tu svrhu napraviti ću:

- usporedbu utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka
- usporedbu utjecaja prostorne razlučivosti okolišnih podloga i prostorne preciznosti koroloških podataka.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Korološki podatci

Georeferencirani korološki podatci preuzeti su iz baze podataka *Flora Croatica Database* (FCD, <https://hirc.botanic.hr/fcd/>). Korološki podatci u FCD bazi dobiveni su iz literature, herbarija i terenskih istraživanja, te im je pridružena mjera prostorne preciznosti. Objašnjenje mjera preciznosti prikazano je u Tablici 1. Podacima manje prostorne preciznosti dodijeljen je manji broj (npr. 0 – biljka je prisutna u Hrvatskoj). Što je prostorni podatak precizniji spada u veću klasu. Najprecizniji podatak je podatak dobiven pomoću GPS uređaja, preciznosti od nekoliko metara i spada u klasu 11.

Tablica 1 Podjela prostornih preciznosti koroloških podataka po klasama

OPIS KLASA PROSTORNE PRECIZNOSTI
0 – jako mala prostorna preciznost, pr. razina države; uglavnom stari podatci
1 – mala prostorna preciznost; razina regije, županije
2 – MTB grid / 10x10 km UTM grid (cca 100 km ²)
3 – prostorna preciznost cca. 25 km ² npr. MTB ¼
4 – prostorna preciznost cca. 10 km ² , MTB 1/16
5 – prostorna preciznost cca. 5 km ²
6 – prostorna preciznost cca. 1 km ²
7 – prostorna preciznost cca. 100 – 200 m, topografska karta mjerila 1:100 000
8 – prostorna preciznost cca. 50 – 100 m, topografska karta mjerila 1:50 000
9 – prostorna preciznost cca. 25 – 50 m, topografska karta mjerila 1:25 000
10 – prostorna preciznost cca. 5 – 10 m, topografska karta mjerila 1:5 000
11 – prostorna preciznost cca. 5– 50 m, ovisno o preciznosti GPS uređaja i uvjeta na terenu

Biljke za koje je bilo raspoloživo dovoljno podataka i koje su promatrane u ovom istraživanju dijelimo u dvije grupe (1) invazivne biljke i (2) autohtone. Invazivna grupa biljaka sastoji se od odabranih petnaest vrsta: *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Asclepias syriaca* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gr, *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Helianthus tuberosus* L., *Impatiens glandulifera* Royle, *Robinia*

pseudoacacia L., *Solidago gigantea* Aiton, *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Veronica persica* Poir..

Autohtone biljke koje se svojim ekološkim značajkama preklapaju s pojedinim promatranim invazivnim biljkama jesu: *Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl et C. Presl, *Carpinus betulus* L., *Lythrum salicaria* L., *Leucanthemum vulgare* Lam. i *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.

U Prilogu 1 i 2 prikazane su odabrane vrste (invazivne i autohtone), s količinom raspoloživih podataka unutar klasa prostorne preciznosti (označenene s ID 1 do ID 11).

Najmanju veličinu uzorka (samo 1 podatak) imale su vrste *Amorpha fruticosa* (ID 10), *Helianthus tuberosus* (ID 1, ID 2) te *Impatiens glandulifera* (ID 1, ID 3). Najveću veličinu uzorka imale su vrste *Robinia pseudoacacia* (1158 podataka, ID 11), *Erigeron annuus* (915, ID 11) te *Ambrosia artemisiifolia* (657, ID 11). Općenito, najviše podataka za sve vrste imamo u klasi najveće prostorne preciznosti – ID 11 (raspon 26 – 1158 podataka). Osim ID 11, klase ID 5 (raspon 14 – 325 podataka) i ID 6 (raspon 18 – 261 podataka) te ID 7 (raspon 10 – 234 podataka) imaju nešto veći broj uzoraka od ostalih klasa (veći od 100). Za pojedine vrste (*Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*, *Asclepias syriaca*, *Echinochystis lobata*, *Helianthus tuberosus*, *Impatiens glandulifera*) raspoloživa je manja količina podataka (u rasponu od 1 do 99), primjerice *Impatiens glandulifera* u klasi 11 ima samo 26 podataka.

Autohtone vrste brojnije su po količini podataka od invazivnih vrsta. Najmanju veličinu uzorka imamo za vrstu *Carpinus betulus* u klasi ID 8 sa samo jednim podatkom, klase koje imaju mali broj uzoraka su ID 1 (2 do 10 podataka) te ID 10 (2 do 18 podataka). Najveći broj podataka imaju vrste *Carpinus betulus* (4058 podataka, ID 11), *Quercus petraea* (3210, ID 11), te *Lythrum salicaria* (543, ID 11).

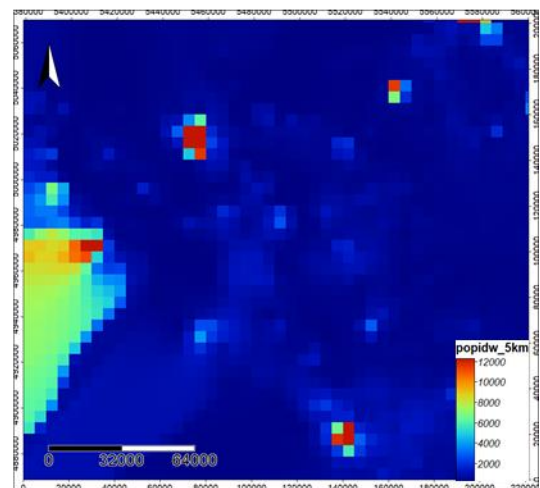
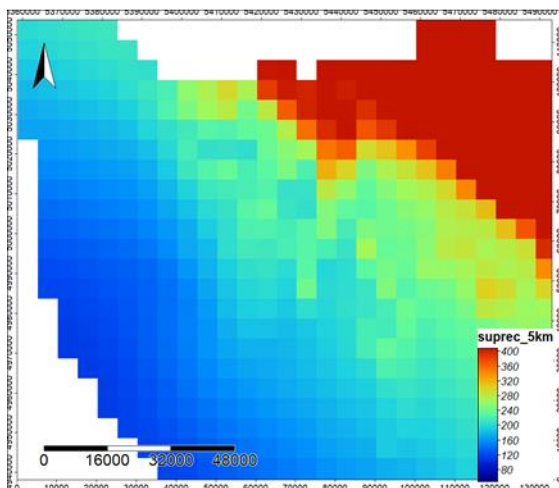
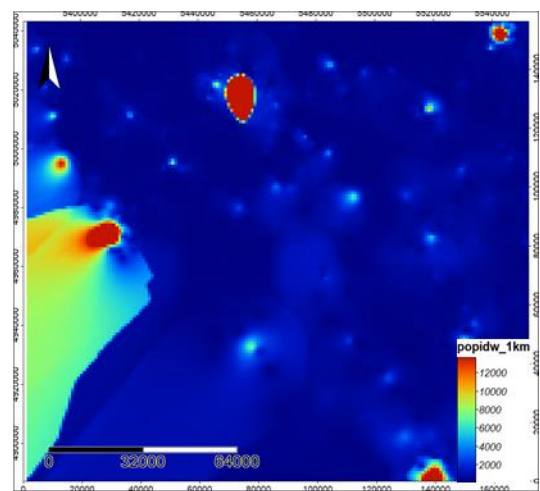
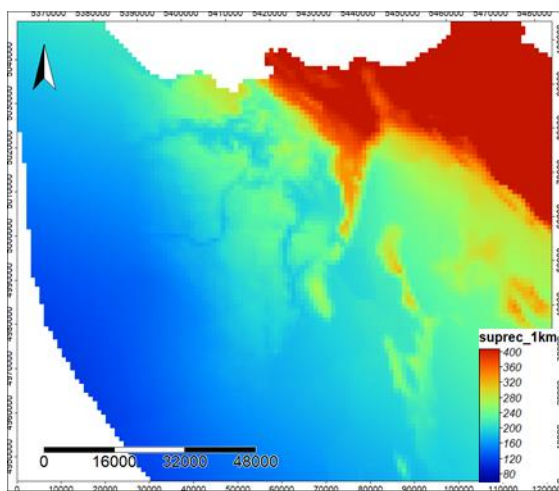
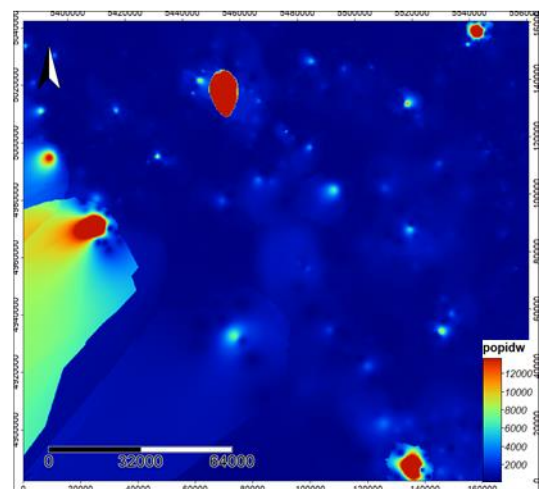
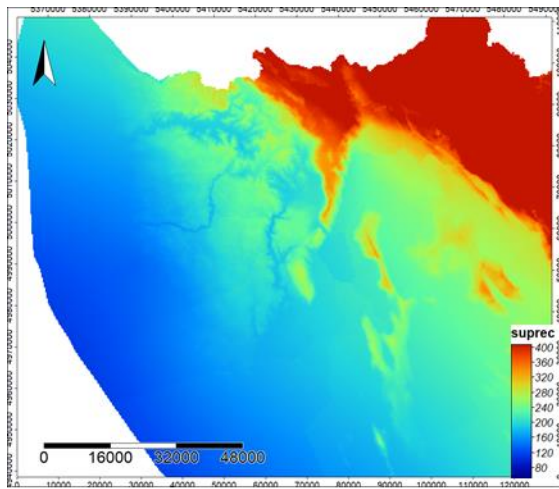
2.2. Okolišne varijable

Prilikom izrade modela povoljnosti staništa korištene su tri vrste podloga (Slika 1), (i) topografske: (1) nagib, (2) otklon od sjevera, (3) otklon od istoka, (4) udaljenost od vode, (ii) klimatske: (5) ljetna srednja temperatura, (6) jesenska srednja temperatura, (7) zimska srednja temperatura, (8) proljetna srednja temperatura, (9) ljetna količina padalina, (10) jesenska količina padalina, (11) zimska količina padalina, (12) proljetna količina padalina, te (iii) antropogeno uvjetovane podloge: (13) gustoća naseljenosti, (14) udaljenost od prometnica, (15) udaljenost od naselja.

Topografske podloge	Nagib Otklon od sjevera Otklon od istoka Udaljenost od vode	Klimatske podloge	Ljetna srednja temperatura Jesenska srednja temperatura Zimska srednja temperatura Proljetna srednja temperatura Ljetna količina padalina Jesenska količina padalina Zimska količina padalina Proljetna količina padalina
Antropogeno uvjetovane podloge	Gustoća naseljenosti Udaljenost od prometnica Udaljenost od naselja		

Slika 1 Okolišne varijable za izradu modela povoljnosti staništa

Podloge korištene za izradu modela povoljnosti staništa bile su s 300-metarskim prostornim razlučenjem. Za potrebe testiranja kompatibilnosti prostorne razlučivosti okolišnih podloga i prostorne razlučivosti koroloških podataka, 300-metarske rasterske podloge pretvorene su u rasterske podloge s 1-kilometarskim i 5-kilometarskim prostornim razlučenjem (Slika 2).



Slika 2 Prikaz tri prostorna razlučenja korištena u istraživanju (područje Istarske županije s dijelom Primorsko-goranske županije). Lijeva kolona prikazuje klimatsku podlogu (ljetnu količinu padalina), desna kolona prikazuje antropogenu podlogu (gustoća naseljenosti). Od gore do dolje: 300-metarsko, 1-kilometarsko, 5-kilometarsko prostorno razlučenje.

2.3. Prediktivno modeliranje

Modeli povoljnosti staništa invazivnih vrsta izrađeni su prema setu koroloških podataka dobivenih iz FCD baze podataka. S obzirom da klase ID 5, ID 6 i ID 11 sadrže veći broj podataka kod većine vrsta, one su odabrane za razvoj modela. Sukladno ovoj podjeli u klase, prilagođena je nova tablica s podacima vrsta. Vrstama su dodijeljene nove oznake. Na primjer, za vrstu *Robinia pseudoacacia* formirana je, ovisno o pripadnosti pojedinoj klasi, „vrsta“ naziva: Robinia5, Robinia6 i Robinia11.

Kako bi se testirala učinkovitost razvoja prediktivnog modela povoljnosti staništa, s obzirom na veličinu uzorka, napravljeni su setovi podataka koji se razlikuju prema količini podataka koji su korišteni za razvoj modela, te za testiranje. Grupe su nazvane i predstavljaju postotke podataka (10, 25, 50, 75 i 90), gdje grupa broj 10 govori da je 10% podataka korišteno za test modela, a 90% za razvoj modela povoljnosti staništa (Tablica 2). Pretpostavlja se da je model bolji ukoliko je više podataka korišteno za razvoj modela.

Tablica 2 Objašnjenje naziva grupa za testiranje i razvoj modela

OBJAŠNENJE NAZIVA GRUPA
10 – 10% podataka korišteno za test modela, a 90% za razvoj modela povoljnosti staništa
25 – 25% podataka korišteno za test modela, a 75% za razvoj modela povoljnosti staništa
50 – 50% podataka korišteno za test modela, a 50% za razvoj modela povoljnosti staništa
75 – 75% podataka korišteno za test modela, a 25% za razvoj modela povoljnosti staništa
90 – 90% podataka korišteno za test modela, a 10% za razvoj modela povoljnosti staništa

2.3.1. MaxEnt

Program korišten za izradu modela povoljnosti staništa u ovom istraživanju bio je *Maximum Entropy Species Distribution Modeling* (MaxEnt), verzija 3.3.3k (Phillips i sur., 2004; Phillips i sur., 2006). MaxEnt je program koji predviđa potencijalnu prostornu raspodjelu (Anderson i Martínez-Meyer, 2004) vrsta na temelju postojećih nalaza vrsta (eng. *presence-only species records*). Potencijalna prostorna raspodjela predstavlja onaj prostor s uvjetima koji su povoljni za preživljavanje vrste. Prediktivni modeli dobiveni MaxEnt-om su među boljima u usporedbi s drugim metodama (Elith i sur. 2006), te od kada je postao dostupan 2004. godine ima široku upotrebu.

Prema Phillips i sur. (2004), MaxEnt, dobiva skup uzoraka poznate distribucije na nekom prostoru, kao i niz značajki (realno vrijednih funkcija) na tom prostoru. Ideja MaxEnt-

a je procjena povoljnog staništa (distribucije) pronalaženjem distribucije maksimalne entropije (tj. najbliže uniformnoj) podložno ograničenju da očekivana vrijednost svake značajke prema ovoj procijenjenoj distribuciji odgovara empirijskom prosjeku. Za modeliranje rasprostranjenosti vrsta, lokaliteti na kojima je zabilježena prisutnost vrste služe kao uzorci točaka; zemljopisna regija od interesa je prostor na kojem će se definirati distribucija, a značajke su varijable okoline (ili njihove funkcije). MaxEnt predviđa potencijalnu distribuciju vrsta stvaranjem karte povoljnosti koja ukazuje na područja visoke i niske povoljnosti staništa na temelju aproksimacije ekološke tolerancije vrste (Lei i sur. 2014).

Kako bi se klasificiralo povoljno stanište, potrebne su binarne karte dobivene iz neprekinutih modela vjerojatnosti postavljanjem vrijednosti praga (eng. *threshold*) iznad potencijalno povoljnog područja (Li i Ding 2016). Dobro pravilo za određivanje odgovarajućeg praga (*threshold*-a) ovisit će o predviđenim vrijednostima dodijeljenim lokacijama za trening set, broju trening lokacija i kontekstu u kojem će se predviđanje koristiti (Steven i sur. 2006). Klasifikacija povoljnog staništa rađena je u programu SAGA GIS.

2.3.2. SAGA

Karte modela povoljnosti staništa izrađene su u programu SAGA GIS verzije 2.1.2.. Prostorna skala koja je korištena je 300 x 300 m *grid*. Dobiveni rezultati MaxEnt-a zatim su reklasificirani. Granična vrijednost koja se najčešće uzima u studijama je 0.5, stoga je bila korištena i u ovom radu. Izgled karte modela prije i nakon reklasifikacije vidljiv je na Slici 4 u poglavlju Rezultati.

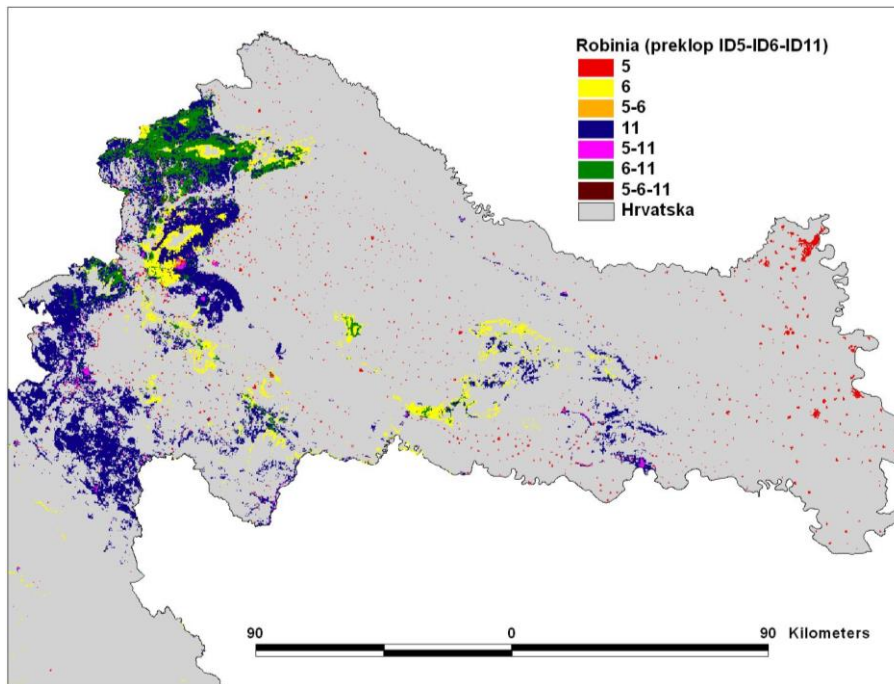
Nakon izrada modela povoljnosti staništa s 300-metarskom prostornom razlučivosti testirana je i kompatibilnost prostorne razlučivosti okolišnih podloga i prostorne preciznosti koroloških podataka pomoću novostvorenih podloga okolišnih varijabli s 1-kilometarskim i 5-kilometarskim prostornim razlučenjima. Ova analiza napravljena je za dvije invazivne vrste (*Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia*) s najvećom dostupnom količinom koroloških podataka. Karte svih poligona vidljive su u Prilogu 3, 4, 5 i 6.

2.4. Statistička analiza

2.4.1. Usporedba predviđenih rasprostranjenosti

Nakon reklasifikacije u programu SAGA, pomoću istog programa izračunate su površine svih poligona (za ID 5, 6 i 11) koji predstavljaju povoljno stanište (po kriteriju da je granična vrijednost jednaka i veća od 0.5) kako bi se mogla vidjeti razlika s obzirom na veličinu ukupne površine povoljnog staništa za pojedini model. Kako bi se usporedile površine

modela povoljnosti staništa s obzirom na pojedine klase prostorne preciznosti, potrebno je bilo napraviti preklape (eng. *Union*) poligona pomoću programa QGIS (Slika 4). Novonastali poligoni obuhvaćali su poligone ID 5, ID 6 i ID 11. Ova analiza korištena je kako bismo vidjeli postotak preklapanja poligona, te kako bismo usporedili prostorni smještaj s obzirom na prostornu preciznost koroloških podataka. Ove analize napravljene su za dvije invazivne vrste s najvećim uzorkom (*Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia*), te dvije autohtone vrste koje se ekološki s njima preklapaju *Arrhenatherum elatius* i *Quercus petraea*.



Slika 3 Preklap poligona modela ID 5, ID 6 i ID 11 vrste *Robinia pseudoacacia*

2.4.2. CANOCO

Canoco verzije 5.0 (ter Braak i Šmilauer 2012), je generalni paket za multivarijatne analize podataka, s naglaskom na smanjenje dimenzije (ordinaciju), regresijsku analizu i integriranu kombinaciju dvije *constrained* ordinacije poznate pod nazivom kanonička (*canonical*) ordinacija. Glavni cilj programa je pomoći znanstvenicima da donesu zaključke o uzorku i strukturi multivarijatnih podataka.

Program Canoco bio je korišten prilikom analize glavnih komponenti (PCA) za okolišne varijable i vrste, gdje su udjeli doprinosa svake pojedine varijable u MaxEnt modelima korišteni kao ulazni podatci (odnosno kao vrijednosti okolišnih varijabli). Promatran je utjecaj veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka na doprinos pojedine okolišne varijable u modelu, te utjecaj prostorne razlučivosti okolišnih podloga i prostorne preciznosti koroloških podataka.

3. REZULTATI

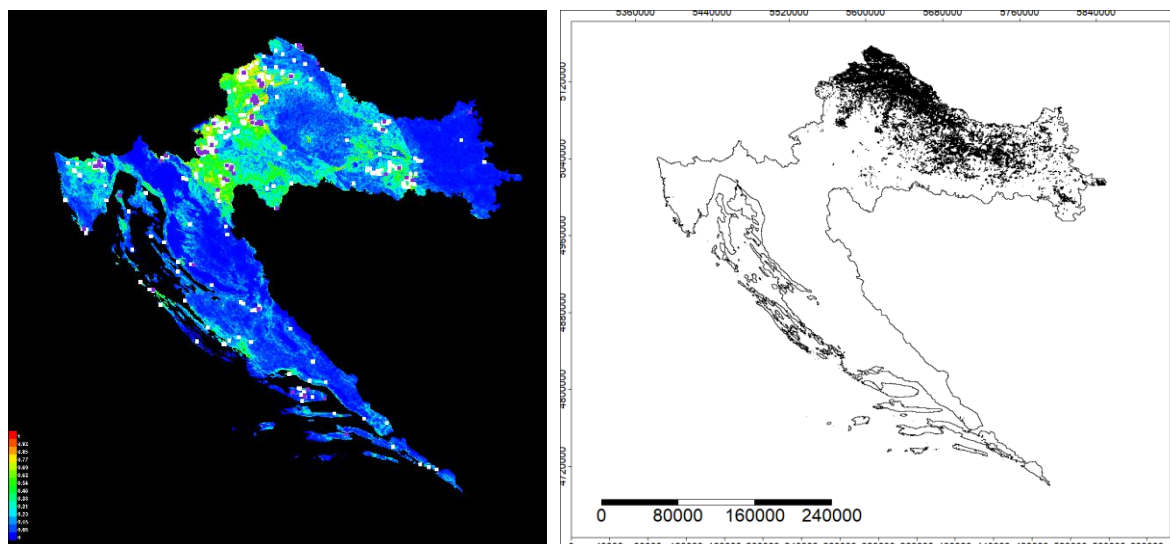
3.1. Modeli povoljnosti staništa

Programom MaxEnt, s ozirom na kombinacije veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka, dobiveno je ukupno 495 modela povoljnosti staništa za odabrane invazivne i autohtone vrste pri prostornom razlučenju 300 metara (Tablica 3).

Tablica 3 Ukupan broj modela povoljnosti staništa za 300 metarski grid

	VRSTA	UKUPAN BROJ MODELA POVOLJNOSTI STANIŠTA
	Invazivne vrste	
300-metarsko prostorno razlučenje	<i>Acer negundo</i>	22
	<i>Ailanthus altissima</i>	24
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	26
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	28
	<i>Amorpha fruticosa</i>	21
	<i>Asclepias syriaca</i>	20
	<i>Conyza canadensis</i>	27
	<i>Echinocystis lobata</i>	21
	<i>Erigeron annuus</i>	29
	<i>Helianthus tuberosus</i>	20
	<i>Impatiens glandulifera</i>	18
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	28
	<i>Solidago gigantea</i>	27
	<i>Sorghum halepense</i>	24
	<i>Veronica persica</i>	25
		Autohtone vrste
	<i>Arrhenatherum elatius</i>	26
	<i>Carpinus betulus</i>	28
	<i>Leucanthemum vulgare</i>	26
	<i>Lythrum salicaria</i>	28
	<i>Quercus petraea</i>	27

Za vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* izrađeno je još dodatnih 60 modela za prostorne razlučivosti 1 km i 5 km. Dakle u cijelom radu ukupno imamo 555 modela povoljnosti staništa. Karte dobivenih modela povoljnosti staništa prikazane su u Prilozima 3, 4, 5 i 6. Primjer karte dobivene programom MaxEnt prije reklasifikacije, te karta nakon reklasifikacije dobivena u programu SAGA za vrstu *Robinia pseudoacacia*, za 300-metarski grid prikazane su na Slici 4.



Slika 4 Prikaz karte povoljnosti staništa za vrstu *Robinia pseudoacacia*, za klasu 11 te grupu 10. Desno je prikazana karta dobivena pomoću programa MAXENT, a lijevo je karta nakon reklasifikacije u programu SAGA GIS s odabranom graničnom vrijednosti 0.5

Nakon reklasifikacije modela povoljnosti staništa izračunate su površine za svaku grupu i ID što vidimo u Tablicama 4, 5, 6 i 7.

Tablica 4 Ukupne površine invazivnih vrsta za 300-metarski grid

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Acer5	10	19	453953824
Acer6	10	19	1525374336
Acer7	10	44	266310000
Acer9	10	18	721617408
Acer11	10	87	157590000
Acer3	25	6	15761424384
Acer4	25	5	11103435776
Acer5	25	16	684344704
Acer6	25	16	1588464512
Acer7	25	36	247140000
Acer9	25	15	1167377280
Acer10	25	5	4929955328
Acer11	25	72	388889024
Acer5	50	11	2301577216

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Acer6	50	11	19765540864
Acer11	50	48	311669344
Acer5	75	6	2265534720
Acer6	75	6	15615165440
Acer11	75	24	270809984
Acer5	90	3	5742926336
Acer6	90	3	5600152576
Acer11	90	10	1383557504
Ailanthus3	10	15	1567253120
Ailanthus4	10	13	8696869888
Ailanthus5	10	32	254790000
Ailanthus6	10	46	3353776640
Ailanthus7	10	50	382139872
Ailanthus9	10	11	5374431232
Ailanthus11	10	137	1189962496
Ailanthus2	25	6	5778260480
Ailanthus3	25	12	3269273344
Ailanthus4	25	11	6071105024
Ailanthus5	25	27	234000000
Ailanthus6	25	39	3507341568
Ailanthus7	25	42	623248640
Ailanthus9	25	9	7556887552
Ailanthus11	25	114	1077196032
Ailanthus5	50	18	257310000
Ailanthus6	50	26	3404838400
Ailanthus11	50	76	1427909248
Ailanthus5	75	9	1650144128
Ailanthus6	75	13	6946618880
Ailanthus11	75	38	1215155456
Ailanthus5	90	4	822598272
Ailanthus6	90	6	12170564608
Ailanthus11	90	16	1885788160
Amaranthus2	10	37	6005005312
Amaranthus3	10	22	5958673408
Amaranthus4	10	18	2889448192
Amaranthus5	10	101	944628928
Amaranthus6	10	90	3072978688
Amaranthus7	10	63	687058944
Amaranthus9	10	11	9858149376
Amaranthus11	10	175	1844974464
Amaranthus1	25	4	28972173312
Amaranthus2	25	31	6028033536
Amaranthus3	25	18	5827564032
Amaranthus4	25	15	3525921536

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Amaranthus5	25	84	1040116608
Amaranthus6	25	75	4328817664
Amaranthus7	25	53	767337856
Amaranthus9	25	9	12768718848
Amaranthus11	25	146	1695936768
Amaranthus5	50	56	1033899776
Amaranthus6	50	50	4603143168
Amaranthus11	50	97	1532852864
Amaranthus5	75	28	1074400384
Amaranthus6	75	25	3617988864
Amaranthus11	75	49	3717935104
Amaranthus5	90	12	4668937216
Amaranthus6	90	10	16378618880
Amaranthus11	90	20	5004430848
Ambrosia2	10	97	7248765440
Ambrosia3	10	18	6150621184
Ambrosia4	10	10	20607152128
Ambrosia5	10	79	666443840
Ambrosia6	10	92	2108314496
Ambrosia7	10	92	394649536
Ambrosia9	10	12	8160865792
Ambrosia10	10	12	5867868160
Ambrosia11	10	403	1985286784
Ambrosia1	25	3	13999888384
Ambrosia2	25	81	6298401792
Ambrosia3	25	15	6497319424
Ambrosia4	25	9	20321179648
Ambrosia5	25	66	727462912
Ambrosia6	25	77	3114617344
Ambrosia7	25	77	850857600
Ambrosia9	25	10	5625610752
Ambrosia10	25	10	6030373888
Ambrosia11	25	336	1834177280
Ambrosia5	50	44	839243264
Ambrosia6	50	51	2635332864
Ambrosia11	50	224	1848667008
Ambrosia5	75	22	461877760
Ambrosia6	75	26	2873737984
Ambrosia11	75	112	1401364480
Ambrosia5	90	9	1837249280
Ambrosia6	90	11	8419576832
Ambrosia11	90	45	3172817408
Amorpha5	10	13	4529373184
Amorpha6	10	15	2372045568

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Amorpha7	10	36	270089984
Amorpha11	10	70	1633372544
Amorpha2	25	6	12039355392
Amorpha3	25	6	10234060800
Amorpha4	25	7	21841659904
Amorpha5	25	11	3300584448
Amorpha6	25	12	15632608256
Amorpha7	25	30	323009440
Amorpha9	25	5	7431632384
Amorpha11	25	58	2118720128
Amorpha5	50	7	5709683200
Amorpha6	50	8	7296061440
Amorpha11	50	39	2340453120
Amorpha5	75	4	1410476928
Amorpha6	75	4	9505593344
Amorpha11	75	20	2211716608
Amorpha5	90	2	1017976064
Amorpha6	90	2	10093032448
Amorpha11	90	8	5515753984
Asclepias5	10	23	563664512
Asclepias6	10	24	1125803392
Asclepias7	10	31	259110000
Asclepias11	10	89	102600000
Asclepias2	25	4	14106232832
Asclepias3	25	5	12076658688
Asclepias4	25	3	4448052224
Asclepias5	25	19	743746688
Asclepias6	25	20	1197352064
Asclepias7	25	26	356759552
Asclepias11	25	74	376559168
Asclepias5	50	13	1350616576
Asclepias6	50	13	3186598144
Asclepias11	50	49	390058816
Asclepias5	75	7	5783775232
Asclepias6	75	7	4804578816
Asclepias11	75	25	532707584
Asclepias5	90	3	5437458432
Asclepias6	90	3	8038057984
Asclepias11	90	10	1522602880
Conyza2	10	37	6559805952
Conyza3	10	29	3843177984
Conyza4	10	42	3714082560
Conyza5	10	183	1541124864
Conyza6	10	130	2965334784

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Conyza7	10	114	716127296
Conyza9	10	15	4822888448
Conyza11	10	280	3648708096
Conyza1	25	5	18870743040
Conyza2	25	31	6757167104
Conyza3	25	24	7140259840
Conyza4	25	35	4063667200
Conyza5	25	153	1307216640
Conyza6	25	108	2124679808
Conyza7	25	95	734484736
Conyza9	25	12	14331810816
Conyza10	25	3	1922902528
Conyza11	25	234	4030704640
Conyza5	50	102	1271047040
Conyza6	50	72	3143037696
Conyza11	50	156	3457902848
Conyza5	75	51	1268692480
Conyza6	75	36	3610723328
Conyza11	75	78	4527172608
Conyza5	90	21	959662592
Conyza6	90	15	3146880256
Conyza11	90	32	5383983616
Echinoystis2	10	25	4923223040
Echinoystis5	10	31	946061568
Echinoystis6	10	17	599752448
Echinoystis7	10	26	314910016
Echinoystis11	10	49	1715461632
Echinoystis2	25	21	4038765824
Echinoystis4	25	7	13727286272
Echinoystis5	25	26	981162432
Echinoystis6	25	14	2359160576
Echinoystis7	25	21	425697888
Echinoystis9	25	4	16546852864
Echinoystis11	25	41	1871787904
Echinocystis5	50	17	450537024
Echinocystis6	50	9	7874469376
Echinocystis11	50	27	2000850432
Echinocystis5	75	9	3341965568
Echinocystis6	75	5	12982381568
Echinocystis11	75	14	3841690112
Echinocystis5	90	4	11090447360
Echinocystis6	90	2	13628771328
Echinocystis11	90	6	8578046464
Erigeron2	10	54	8075310592

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Erigeron3	10	36	7989367296
Erigeron4	10	31	5458237440
Erigeron5	10	91	1260704000
Erigeron6	10	207	2741608448
Erigeron7	10	149	530188480
Erigeron9	10	30	3132914944
Erigeron10	10	15	1612254848
Erigeron11	10	693	3269097728
Erigeron1	25	3	13999888384
Erigeron2	25	45	10170565632
Erigeron3	25	30	6185612288
Erigeron4	25	26	5758915072
Erigeron5	25	76	1116619392
Erigeron6	25	173	2713892352
Erigeron7	25	124	438479424
Erigeron8	25	3	4286996224
Erigeron9	25	25	3509573120
Erigeron10	25	12	3169341696
Erigeron11	25	577	3352809984
Erigeron5	50	51	1084762624
Erigeron6	50	115	1974031232
Erigeron11	50	385	3528668672
Erigeron5	75	26	1432862336
Erigeron6	75	58	3807575552
Erigeron11	75	193	3952475136
Erigeron5	90	11	6532972032
Erigeron6	90	23	4414968320
Erigeron11	90	77	5077852672
Helianthus4	10	9	7247683584
Helianthus5	10	23	616489344
Helianthus6	10	29	1399561856
Helianthus7	10	9	11466765312
Helianthus11	10	64	1019512448
Helianthus4	25	8	9144502272
Helianthus5	25	19	610460672
Helianthus6	25	24	1312435328
Helianthus7	25	8	10150988800
Helianthus9	25	6	7803073024
Helianthus11	25	54	819082752
Helianthus5	50	13	1673905152
Helianthus6	50	16	1661348992
Helianthus11	50	36	824842880
Helianthus5	75	7	7165088768
Helianthus6	75	8	6248518656

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Helianthus11	75	18	1032648832
Helianthus5	90	3	24675190784
Helianthus6	90	4	11695064064
Helianthus11	90	8	6941976064
Impatiens5	10	51	433619648
Impatiens6	10	16	2208222720
Impatiens7	10	9	6448875520
Impatiens11	10	21	137340000
Impatiens4	25	6	4373118464
Impatiens5	25	42	467909152
Impatiens6	25	13	4027813376
Impatiens7	25	8	4532256768
Impatiens11	25	18	149220000
Impatiens5	50	28	458459488
Impatiens6	50	9	6315815424
Impatiens11	50	12	502648768
Impatiens5	75	14	1052004224
Impatiens6	75	5	2823642368
Impatiens11	75	6	3303381760
Impatiens5	90	6	619019264
Impatiens6	90	2	1590508416
Impatiens11	90	3	3791484928
Robinia2	10	13	7570104832
Robinia3	10	27	10003689472
Robinia4	10	25	5804925440
Robinia5	10	44	865423872
Robinia6	10	125	2031362944
Robinia7	10	72	1035268608
Robinia9	10	41	2216043008
Robinia10	10	11	4354641920
Robinia11	10	753	3896565504
Robinia1	25	5	21347854336
Robinia2	25	11	8775426048
Robinia3	25	22	9987340288
Robinia4	25	21	4377802240
Robinia5	25	36	944258432
Robinia6	25	104	1560574080
Robinia7	25	60	979107328
Robinia9	25	34	1690893184
Robinia10	25	9	7140786688
Robinia11	25	627	3807283200
Robinia5	50	24	571939264
Robinia6	50	69	2835631872
Robinia11	50	418	3546466048

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Robinia5	75	12	5044992000
Robinia6	75	35	3332845312
Robinia11	75	209	3884689664
Robinia5	90	5	4666669056
Robinia6	90	14	9931383808
Robinia11	90	84	4652488192
Solidago2	10	11	21238528000
Solidago3	10	10	9208648704
Solidago4	10	12	8563372032
Solidago5	10	27	847699840
Solidago6	10	46	1339815424
Solidago7	10	38	313469888
Solidago9	10	21	3133508864
Solidago10	10	13	3357748736
Solidago11	10	234	916824000
Solidago2	25	9	18266089472
Solidago3	25	9	11365417984
Solidago4	25	10	8317016576
Solidago5	25	22	773091904
Solidago6	25	39	1307234560
Solidago7	25	32	361169664
Solidago9	25	18	2757753344
Solidago10	25	11	4144646656
Solidago11	25	195	945263040
Solidago5	50	15	1289856640
Solidago6	50	26	1548071552
Solidago11	50	130	668694400
Solidago5	75	8	5183612416
Solidago6	75	13	2464383488
Solidago11	75	65	3020476160
Solidago5	90	3	1891062272
Solidago6	90	6	5508104704
Solidago11	90	26	2001387648
Sorghum2	10	12	4395968512
Sorghum3	10	12	5696717824
Sorghum4	10	16	1124446336
Sorghum5	10	63	1050185216
Sorghum6	10	48	2540200448
Sorghum7	10	52	712347264
Sorghum11	10	132	1579571968
Sorghum2	25	10	5825355264
Sorghum3	25	10	8423188480
Sorghum4	25	13	4402289664
Sorghum5	25	52	1154395904

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Sorghum6	25	40	2224702464
Sorghum7	25	44	545487872
Sorghum9	25	7	15357329408
Sorghum11	25	110	1710340096
Sorghum5	50	35	851734784
Sorghum6	50	27	2679441920
Sorghum11	50	73	3651785216
Sorghum5	75	18	1031918848
Sorghum6	75	14	4610579456
Sorghum11	75	37	3187693568
Sorghum5	90	7	6346801152
Sorghum6	90	6	13559351296
Sorghum11	90	15	1714733824
Veronica2	10	84	8370681856
Veronica3	10	24	4922140672
Veronica4	10	21	5264606720
Veronica5	10	99	1044793536
Veronica6	10	97	1939378176
Veronica7	10	95	202500000
Veronica11	10	235	1799081856
Veronica1	25	3	15555693568
Veronica2	25	70	9193098240
Veronica3	25	20	3895533312
Veronica4	25	18	4166764544
Veronica5	25	83	1215243008
Veronica6	25	81	1942716416
Veronica7	25	79	319859872
Veronica9	25	6	5421161984
Veronica11	25	196	1641939968
Veronica5	50	55	1529606016
Veronica6	50	54	2073202816
Veronica11	50	131	1152795008
Veronica5	75	28	1238184320
Veronica6	75	27	1985627136
Veronica11	75	66	2827746304
Veronica5	90	11	6209751040
Veronica6	90	11	6342120448
Veronica11	90	27	2665715968

Raspon površina za invazivne vrste bio je od $1.03 \times 10^8 \text{ m}^2$ (Asclepias11, grupa 10, veličina uzorka 89) do $2.90 \times 10^{10} \text{ m}^2$ (Amaranthus1, grupa 25, veličina uzorka 4). Zanimljivo je uočiti da najveću ukupnu površinu (veću od $2 \times 10^{10} \text{ m}^2$) imaju modeli s veličinom uzorka

manjom od 11 te klasom prostorne preciznosti manjom od ID 5. Najveću površinu (2.90×10^{10} m²) ima „vrsta“ Amaranthus1 s veličinom uzorka od samo 4 podatka (75% podataka uzeto za razvoj modela). Prostorno precizniji podatci (raspon ID 5 – 11) imaju manju površinu (raspon 1.03×10^8 - 8.58×10^9 m²), te je za razvoj modela uglavno korišteno 90 ili 75 posto podataka.

Tablica 5 Ukupne površine autohtonih vrsta za 300-metarski grid

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Arrhenatherum2	10	26	8807069696
Arrhenatherum3	10	24	12260152320
Arrhenatherum4	10	27	8442936832
Arrhenatherum5	10	76	1386599424
Arrhenatherum6	10	81	1882594816
Arrhenatherum7	10	41	7170002944
Arrhenatherum9	10	18	1229021952
Arrhenatherum11	10	368	3915937280
Arrhenatherum2	25	21	9849796608
Arrhenatherum3	25	20	8405578240
Arrhenatherum4	25	23	6397018112
Arrhenatherum5	25	63	1430334464
Arrhenatherum6	25	67	2446821120
Arrhenatherum7	25	34	8407799808
Arrhenatherum8	25	7	1489476096
Arrhenatherum9	25	15	850490880
Arrhenatherum11	25	306	3901909504
Arrhenatherum5	50	42	1457499008
Arrhenatherum6	50	45	1848829312
Arrhenatherum11	50	204	3788328960
Arrhenatherum5	75	21	1631476608
Arrhenatherum6	75	23	1221250560
Arrhenatherum11	75	102	3279947776
Arrhenatherum5	90	9	10744422400
Arrhenatherum6	90	9	14402635776
Arrhenatherum11	90	41	8778753024
Carpinus2	10	21	4735143936
Carpinus3	10	50	7631852032
Carpinus4	10	63	7065411584
Carpinus5	10	63	1282391424
Carpinus6	10	167	1706656000
Carpinus7	10	60	2378458368
Carpinus9	10	100	4053086208
Carpinus10	10	15	3182101248
Carpinus11	10	2007	4168293376
Carpinus1	25	6	35067203584
Carpinus2	25	18	4294446848

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Carpinus3	25	42	7089684480
Carpinus4	25	52	6430895616
Carpinus5	25	52	1596132096
Carpinus6	25	139	1765963136
Carpinus7	25	50	2075283072
Carpinus9	25	84	4134358272
Carpinus10	25	12	9942930432
Carpinus11	25	1672	4099520000
Carpinus5	50	35	1417658624
Carpinus6	50	93	1301566464
Carpinus11	50	1115	3962740736
Carpinus5	75	18	797562176
Carpinus6	75	47	2385805824
Carpinus11	75	558	3667979776
Carpinus5	90	7	3908173312
Carpinus6	90	19	1798706688
Carpinus11	90	223	3665757184
Leucanthemum2	10	27	6829615616
Leucanthemum3	10	26	7985318400
Leucanthemum4	10	42	8132349440
Leucanthemum5	10	85	1271325312
Leucanthemum6	10	126	2225678848
Leucanthemum7	10	63	4305408000
Leucanthemum8	10	10	4552815104
Leucanthemum11	10	342	3725207808
Leucanthemum2	25	22	4857611776
Leucanthemum3	25	21	7349897216
Leucanthemum4	25	35	9025088512
Leucanthemum5	25	71	1749582848
Leucanthemum6	25	105	2331877376
Leucanthemum7	25	53	3859131648
Leucanthemum8	25	9	6787480576
Leucanthemum9	25	5	2927973376
Leucanthemum11	25	285	3874247680
Leucanthemum5	50	47	1131018752
Leucanthemum6	50	70	3179631616
Leucanthemum11	50	190	3884251392
Leucanthemum5	75	24	1273398144
Leucanthemum6	75	35	3637501952
Leucanthemum11	75	95	3890181376
Leucanthemum5	90	10	3087650816
Leucanthemum6	90	14	3687927040
Leucanthemum11	90	38	5364430336
Lythrum2	10	20	11772848128

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Lythrum3	10	28	7338145792
Lythrum4	10	64	6959747584
Lythrum5	10	111	1206075904
Lythrum6	10	99	2079140096
Lythrum7	10	57	6145858048
Lythrum9	10	36	4815019008
Lythrum10	10	10	2432952832
Lythrum11	10	238	3833779456
Lythrum1	25	5	11656892416
Lythrum2	25	17	10106575872
Lythrum3	25	24	5956748800
Lythrum4	25	54	6441814528
Lythrum5	25	93	1216337664
Lythrum6	25	82	2277613312
Lythrum7	25	48	7278883328
Lythrum9	25	30	5689930240
Lythrum10	25	9	3949087232
Lythrum11	25	198	3433716480
Lythrum5	50	62	1213004800
Lythrum6	50	55	4802980352
Lythrum11	50	132	4221153280
Lythrum5	75	31	2858776320
Lythrum6	75	28	2906878208
Lythrum11	75	66	5216020992
Lythrum5	90	13	6914598400
Lythrum6	90	11	10024100864
Lythrum11	90	27	5012503040
Quercus2	10	24	3099462912
Quercus3	10	32	4783568384
Quercus4	10	35	2426767872
Quercus5	10	28	1427200768
Quercus6	10	146	1172420992
Quercus7	10	46	1508639744
Quercus9	10	72	1228937344
Quercus11	10	1510	3115618560
Quercus1	25	3	21221083136
Quercus2	25	20	4098878208
Quercus3	25	27	5672099840
Quercus4	25	29	1897689600
Quercus5	25	24	1374280832
Quercus6	25	122	1031932288
Quercus7	25	39	1451851776
Quercus9	25	60	1128410112
Quercus10	25	3	1717633024

VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
Quercus11	25	1258	3101583104
Quercus5	50	16	1321713408
Quercus6	50	81	1560676224
Quercus11	50	839	3019687680
Quercus5	75	8	3133915136
Quercus6	75	41	1323169664
Quercus11	75	420	3218967808
Quercus5	90	4	2807746304
Quercus6	90	17	1033102976
Quercus11	90	168	2766624256

Raspon površina za autohtone vrste bio je od $7.98 \times 10^8 \text{ m}^2$ do $3.51 \times 10^{10} \text{ m}^2$. Što se tiče autohtonih vrsta, uočavamo isti obrazac raspona veličina ukupnih površina. Najveću ukupnu površinu (veću od $2.12 \times 10^{10} \text{ m}^2$) imaju modeli s veličinom uzorka manjom i jednakom 6, te klasom prostorne preciznosti 1. Najveću površinu ($3.51 \times 10^{10} \text{ m}^2$) ima „vrsta“ Carpinus1 s veličinom uzorka od 6 podataka dok drugu najveću površinu ima Quercus1 ($2.12 \times 10^{10} \text{ m}^2$) s veličinom uzorka 3. Prostorni podatci s ID 5, 6 i 9 imaju najmanje površine (raspon $7.98 \times 10^8 - 3 \times 10^9 \text{ m}^2$). Kod autohtonih vrsta imamo veće veličine uzorka, stoga je dobro promotriti raspon ukupnih površina za najprecizniju klasu prostornih podataka ID 11. Takve površine imaju raspon od $2.77 \times 10^9 \text{ m}^2$ do $8.78 \times 10^9 \text{ m}^2$.

Tablica 6 Ukupne površine odabranih invazivnih vrsta za 1-kilometarski grid

PROSTORNA RAZLUČIVOST – 1 km	VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
	Erigeron5	10	91	2168989696
	Erigeron6	10	199	2554994688
	Erigeron11	10	504	5153979904
	Erigeron5	25	76	3325972224
	Erigeron6	25	166	2231996416
	Erigeron11	25	420	5167975424
	Erigeron5	50	51	2122990080
	Erigeron6	50	111	1754998016
	Erigeron11	50	280	5233976832
	Erigeron5	75	26	2415987712
	Erigeron6	75	56	2594994176
	Erigeron11	75	140	5779972608
	Erigeron5	90	11	7276920320
	Erigeron6	90	23	1906998400
	Erigeron11	90	56	10043104256
	Robinia5	10	44	1413993216
	Robinia6	10	126	1744997504
	Robinia11	10	483	7017984000
	Robinia5	25	36	1598991104
Robinia6	25	105	1789996800	
Robinia11	25	365	7082980352	
Robinia5	50	24	1849982080	
Robinia6	50	70	2930998528	
Robinia11	50	243	7633975296	
Robinia5	75	12	4830913024	
Robinia6	75	35	2890995968	
Robinia11	75	122	7867968512	
Robinia5	90	5	3780950016	
Robinia6	90	14	4923991040	
Robinia11	90	49	8997989376	

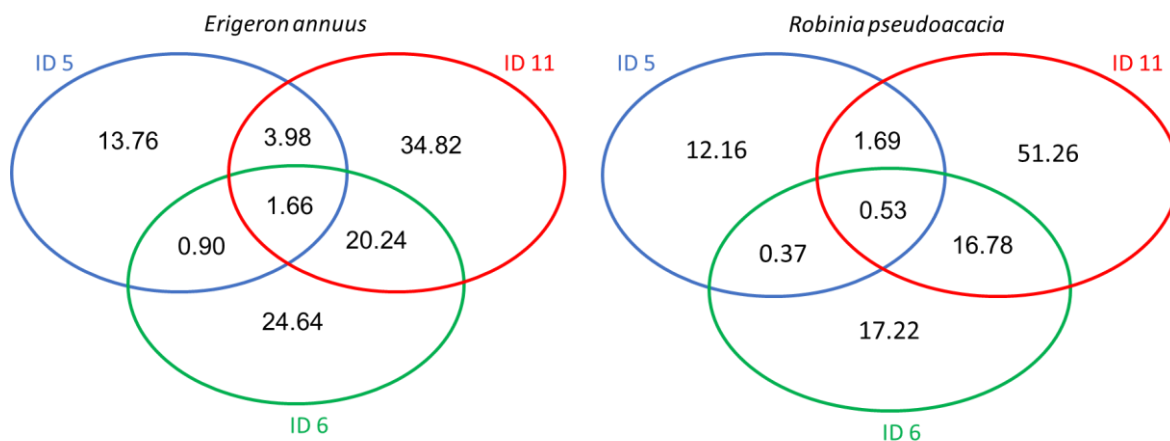
Raspon površina za 1-kilometarski grid bio je $1.41 \times 10^9 \text{ m}^2$ do $1.00 \times 10^{10} \text{ m}^2$. Najmanju površinu imala je vrsta Robinia5 (grupa 10) s veličinom uzorka 44, a najveću vrsta Erigeron11 (grupa 90) s veličinom uzorka 56. Raspon površina za 5-kilometarski grid bio je $5.15 \times 10^9 \text{ m}^2$ do $2.65 \times 10^{10} \text{ m}^2$. Najmanju površinu imala je vrsta Robinia6 (grupa 75) s veličinom uzorka 17, a najveću vrsta Robinia6 (grupa 90) s veličinom uzorka 7.

Tablica 7 Ukupne površine odabranih invazivnih vrsta za 5-kilometarski grid

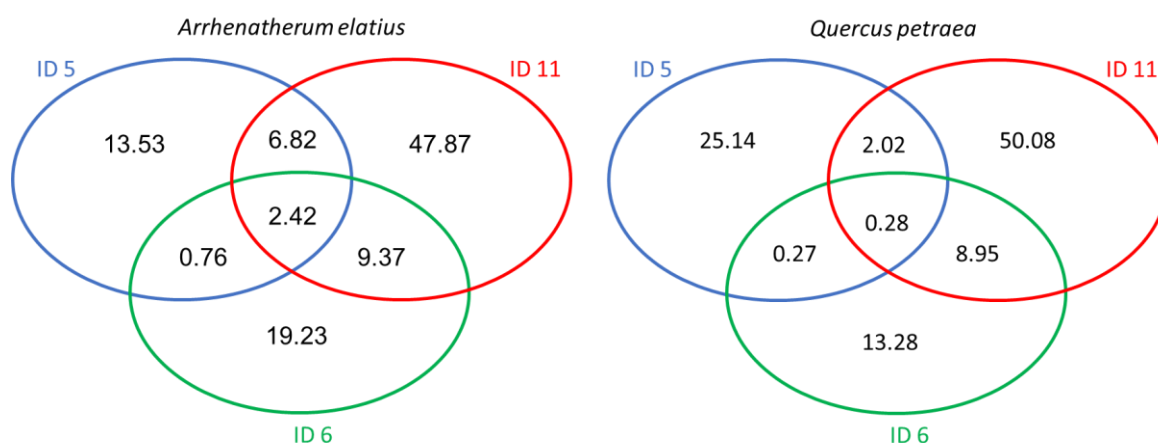
PROSTORNA RAZLUČIVOST – 5 km	VRSTA	POSTOTAK UZORKA ZA TEST	UZORAK	UKUPNA POVRŠINA (m ²)
	Erigeron5	10	81	8149998080
	Erigeron6	10	80	6374996992
	Erigeron11	10	213	10249996288
	Erigeron5	25	67	8899997696
	Erigeron6	25	66	6949997568
	Erigeron11	25	177	9774997504
	Erigeron5	50	45	10974995456
	Erigeron6	50	44	5724997632
	Erigeron11	50	118	8599997440
	Erigeron5	75	23	8624998400
	Erigeron6	75	22	5299998208
	Erigeron11	75	59	11924997120
	Erigeron5	90	9	10249997312
	Erigeron6	90	9	18674993152
	Erigeron11	90	24	12649997312
	Robinia5	10	41	6599996416
	Robinia6	10	60	8149997056
	Robinia11	10	195	12074995712
	Robinia5	25	34	5874996224
Robinia6	25	50	8949996544	
Robinia11	25	162	11524997120	
Robinia5	50	23	7299997184	
Robinia6	50	33	5499998208	
Robinia11	50	108	11599996928	
Robinia5	75	12	10974994432	
Robinia6	75	17	5149997056	
Robinia11	75	54	15524997120	
Robinia5	90	5	20299991040	
Robinia6	90	7	26549995520	
Robinia11	90	22	17349994496	

3.2. Usporedba predviđenih rasprostranjenosti

Kako bi predviđene rasprostranjenosti mogli usporediti napravljeni su preklopi podloga za invazivne vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* te *Arrhenatherum elatius* i *Quercus petraea* i to za ID s najvećim brojem uzoraka – 5, 6 i 11. Rezultati preklapanja prikazani su Venn-ovim dijagramima, gdje postotak označuje površinu kombinacije u odnosu na ukupnu površinu svih modela (Slike 5 i 6). Za invazivne vrste dodatno je napravljeno preklapanje modela s različitim veličinama uzorka unutar iste klase prostorne razlučivosti. Rezultati su prikazani na Slici 7.

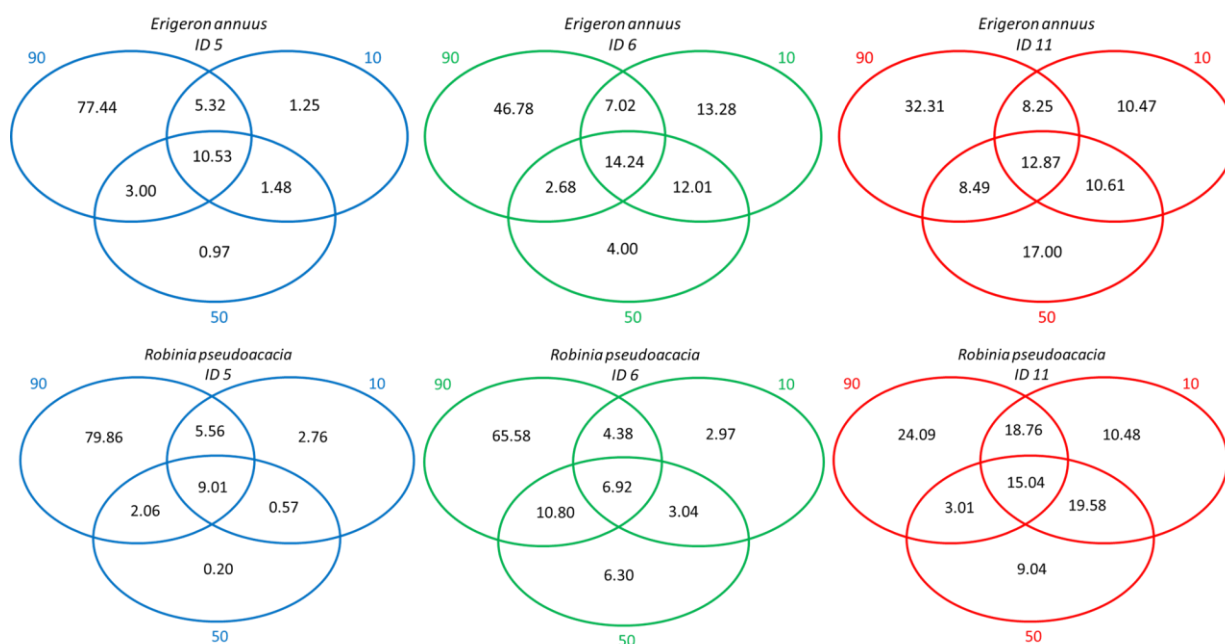


Slika 5 Venn-ovi dijagrami koji prikazuju udio (%) preklapanje površina različitih ID-eva za invazivne vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia*



Slika 6 Venn-ovi dijagrami koji prikazuju udio (%) preklapanje površina različitih ID-eva za autohtone vrste *Arrhenatherum elatius* i *Quercus petraea*

Izračunom površina preklapanja podloga poligona ID 5, 6 i 11 za invazivne vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* te autohtone *Arrhenatherum elatius* i *Quercus petraea* koje su prikazane postotkom preklapanja na Venn-ovim dijagramima (Slike 5 i 6) uočeno je najveće preklapanje za ID-eve 6 i 11 (raspon od 8.95% do 20.24%). U ukupnoj površini najveći udio zauzimaju zasebni ID-ovi, među kojima postotno dominira ID 11 (više od 34.82%). Sva tri modela prostornih preciznosti 5, 6 i 11 imaju vrlo mali udio preklapanja u odnosu na ukupnu površinu. Za *Erigeron annuus* udio preklapanja iznosi 1.66%, za *Robinia pseudoacacia* 0.53%, dok za autohtone *Arrhenatherum elatius* iznosi 2.42%, te za *Quercus petraea* 0.28%.



Slika 7 Venn-ovi dijagrami koji prikazuju udio (%) preklapanje površina različitih grupa podataka (10, 50 i 90) za invazivne vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia*

Izračunom površina preklapanja podloga poligona grupa 90, 50 i 10 (grupa 10 ima najviše uzoraka) za pojedinačne klase prostorne preciznosti koroloških podataka ID 5, 6 i 11, dobiveno je šest Venn-ovih dijagrama (Slika 7). Podatci najveće prostorne preciznosti (ID 11), imaju najveće udjele preklapanja poligona. Raspon preklapanja svih triju poligona za *Erigeron annuus* je od 10.53% do 14.24%, a za vrstu *Robinia pseudoacacia* od 6.92% do 15.04%. Nadalje, najveće preklapanje imamo za grupe 10 i 50 u klasi 11, za vrstu *Robinia pseudoacacia*, te iznosi 19.58%. Najmanje preklapanje imamo za grupe 10 i 50, klase 5 za vrstu *Robinia pseudoacacia* od 0.57%, te 1.48% za vrstu *Erigeron annuus*. Najveći pojedinačni udio površine predviđenog povoljnog staništa imamo za podatke manje prostorne preciznosti (ID 5) te za najmanji uzorak (grupa 90) te iznose 77.44% za vrstu *Erigeron annuus*, te 79.86% za vrstu *Robinia pseudoacacia*.

3.3. CANOCO

3.3.1. Usporedba utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka

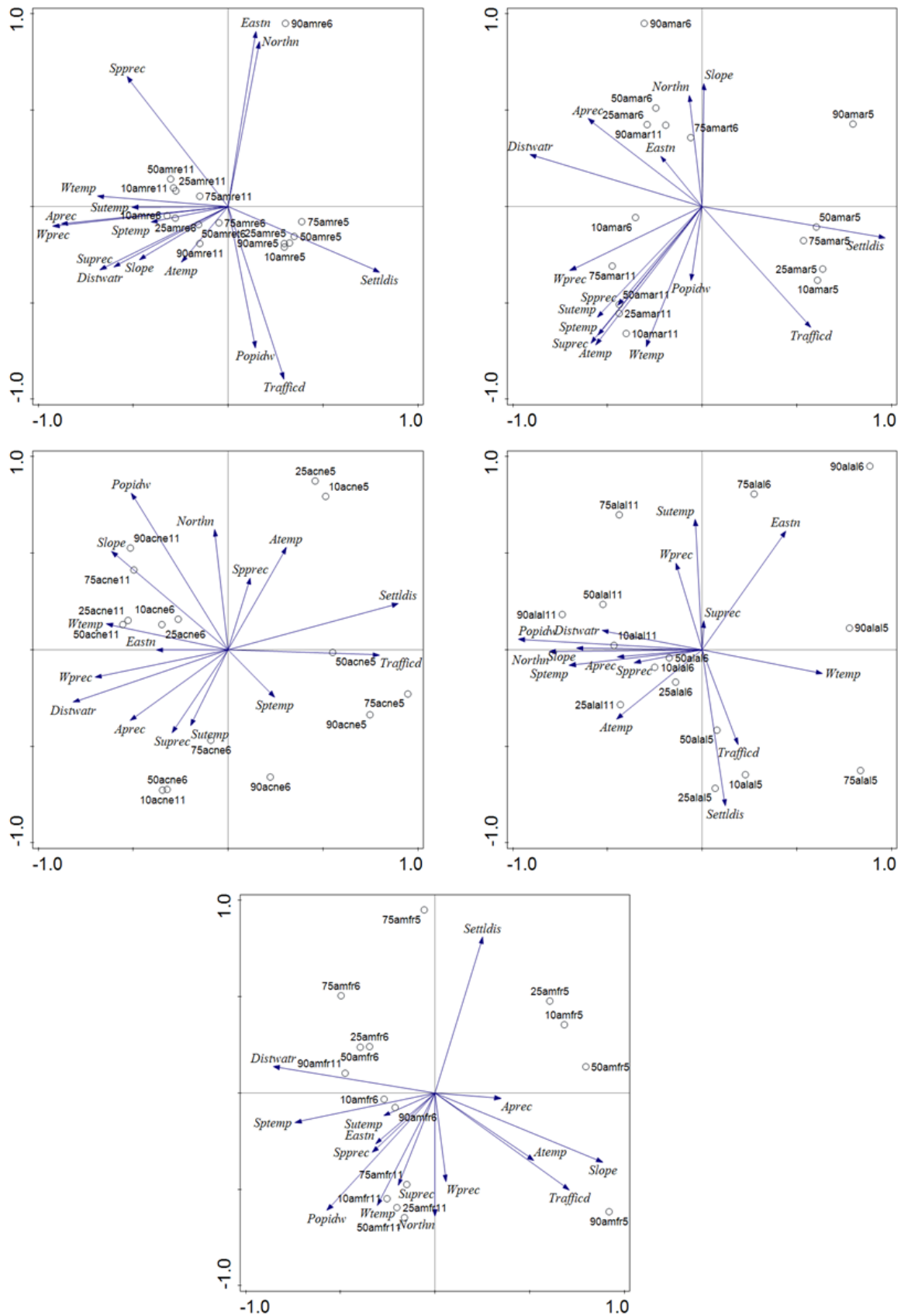
Rezultati analize glavnih komponenti (PCA) usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka prikazani su ordinacijskim dijagramima prve dvije ordinacijske osi na Slikama 8 do 11, te svojstvenim vrijednostima i kumulativnom objašnjenom varijabilnosti podataka na prve četiri ordinacijske osi prikazanim u Tablicama 8 i 9.

Valja uočiti grupiranje podataka s obzirom na pripadnost klasi prostorne preciznosti za većinu vrsta. Najbolji primjeri kod kojih je jasno uočena podjela u tri grupe prostorne preciznosti za invazivne biljke jesu kod vrsta *Erigeron annuus*, *Ambrosia artemisiifolia* te *Robinia pseudoacacica*. Kod invazivnih vrsta *Acer negundo*, *Amaranthus retroflexus* te *Ailanthus altissima* nije jasno uočeno grupiranje u tri grupe, ili postoji slučaj da je formirana jedna grupa (pr. *Amaranthus retroflexus* ID 5) dok su ostale raspršene.

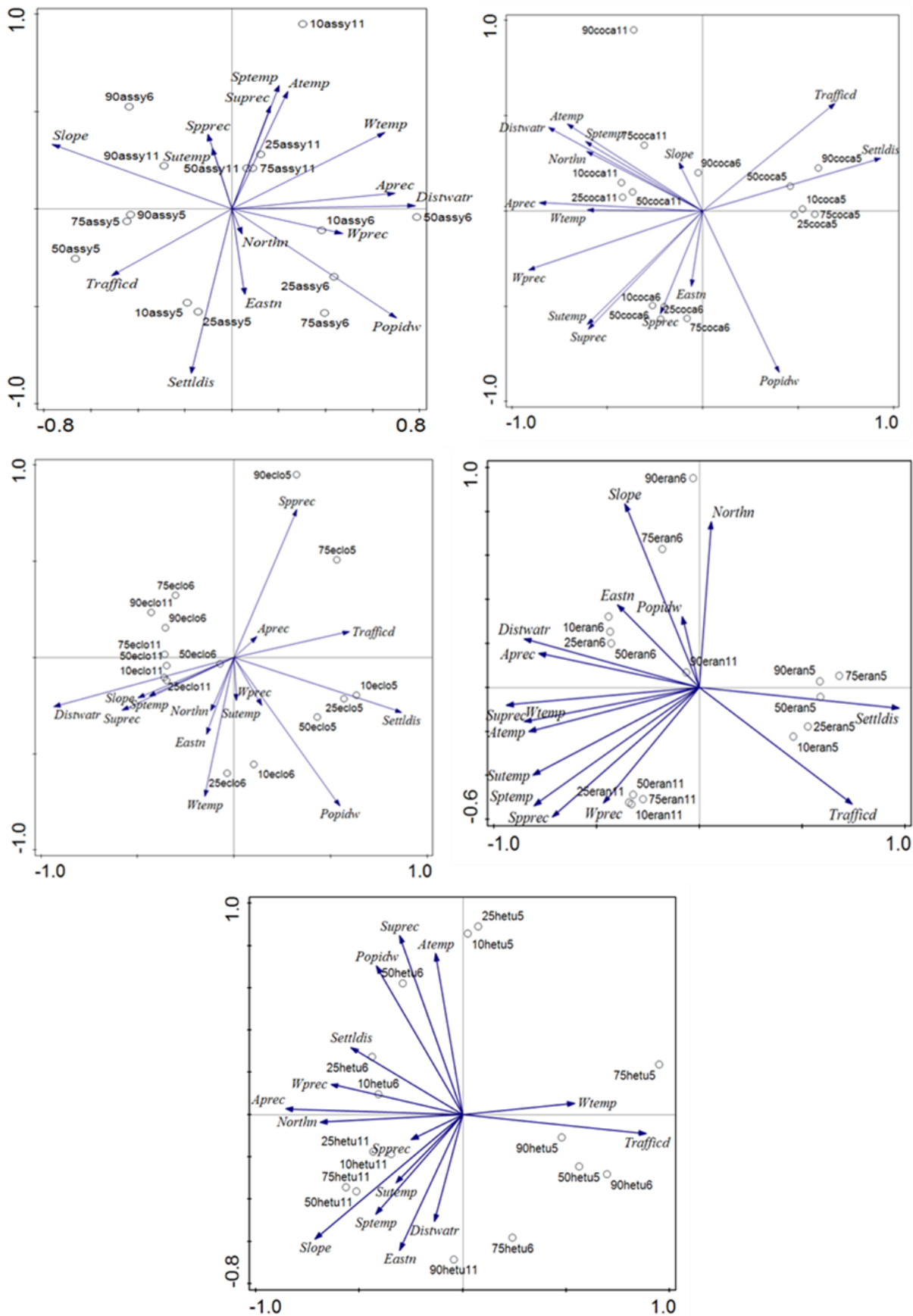
Raspon objašnjene varijabilnosti prvom osi za invazivne vrste bio je od 28.31% do 60.18%. Najmanju objašnjenu kumulativnu varijabilnost prvom osi imale su vrste *Sorghum halepense* (28.31%), *Helianthus tuberosus* (30.17%) i *Ailanthus altissima* (30.63%). Najveću objašnjenu kumulativnu varijabilnost prvom osi imale su vrste *Erigeron annuus* (60.18%), *Conyza canadensis* (54.59%) te *Robinia pseudoacacia* (48.48%).

Kod autohtonih vrsta također je uočeno grupiranje s obzirom na pripadnost klasi prostorne preciznosti, od čega je to najvidljivije kod vrsta *Carpinus betulus* i *Arrhenatherum elatius*. Raspon objašnjene varijabilnosti prvom osi za autohtone vrste bio je od 41.67% do 62.73%. Najmanju objašnjenu kumulativnu varijabilnost prvom osi imala je vrsta *Lythrum salicaria*, dok je *Carpinus betulus* imao najveću objašnjenu varijabilnost.

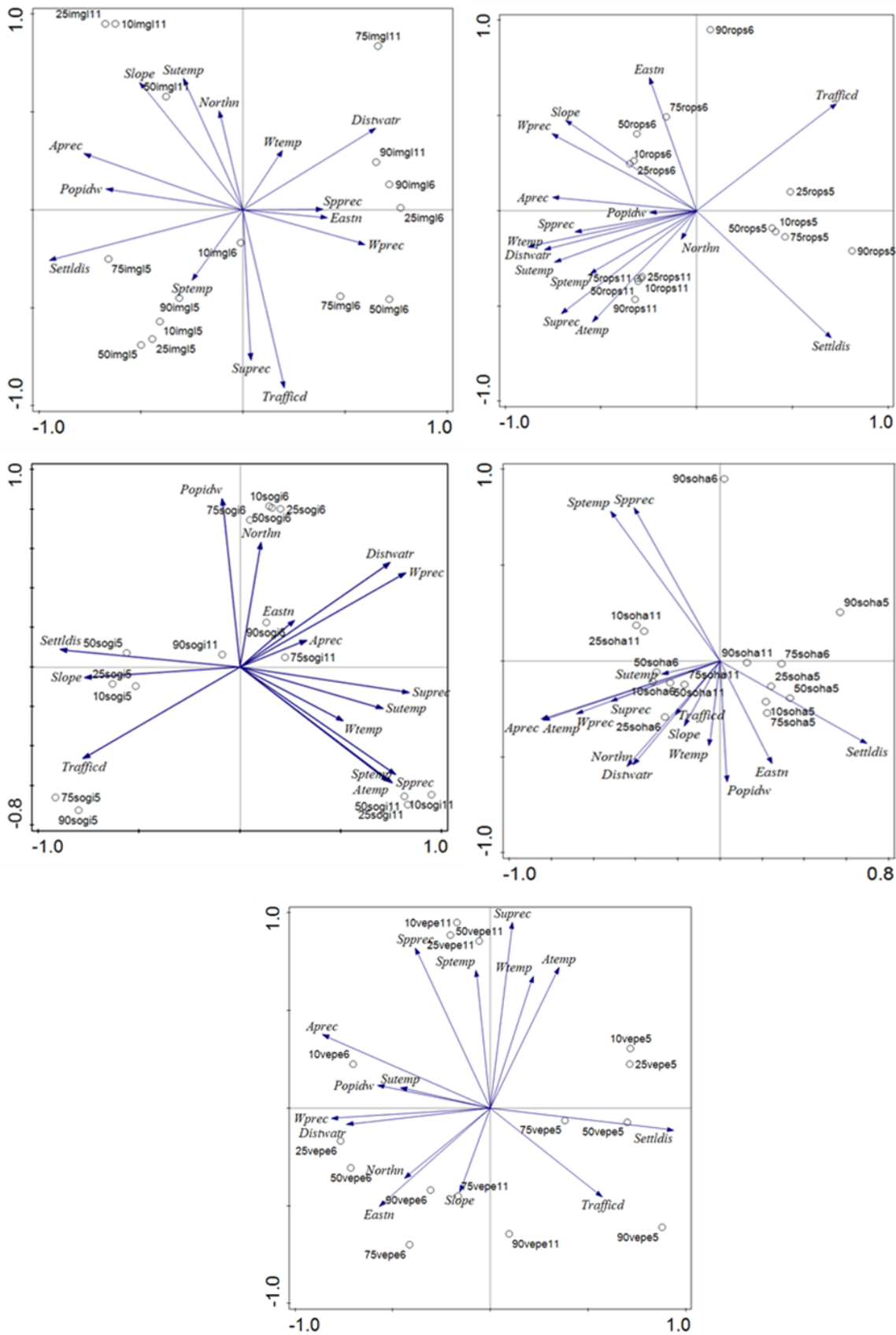
Raspon ukupne objašnjene varijabilnosti prve četiri osi za invazivne vrste bio je od 76.70% do 91.85%, dok je za autohtone bio 86.82% do 95.26%. Od invazivnih vrsta najmanje ukupne objašnjene varijabilnosti prve četiri osi imale su vrste *Sorghum halepense* (76.70%), *Asclepias syriaca* (78.54%) te *Ailanthus altissima* (78.89%). Najviše ukupne objašnjene varijabilnosti prve četiri osi imale su invazivne vrste *Erigeron annuus* (91.58%), *Solidago gigantea* (91.30%) te *Conyza canadensis* (90.82%). Najvišu ukupnu objašnjenu varijabilnost za prve četiri osi kod autohtonih vrsta imala vrsta *Carpinus betulus*, a najnižu je imala vrsta *Lythrum salicaria*.



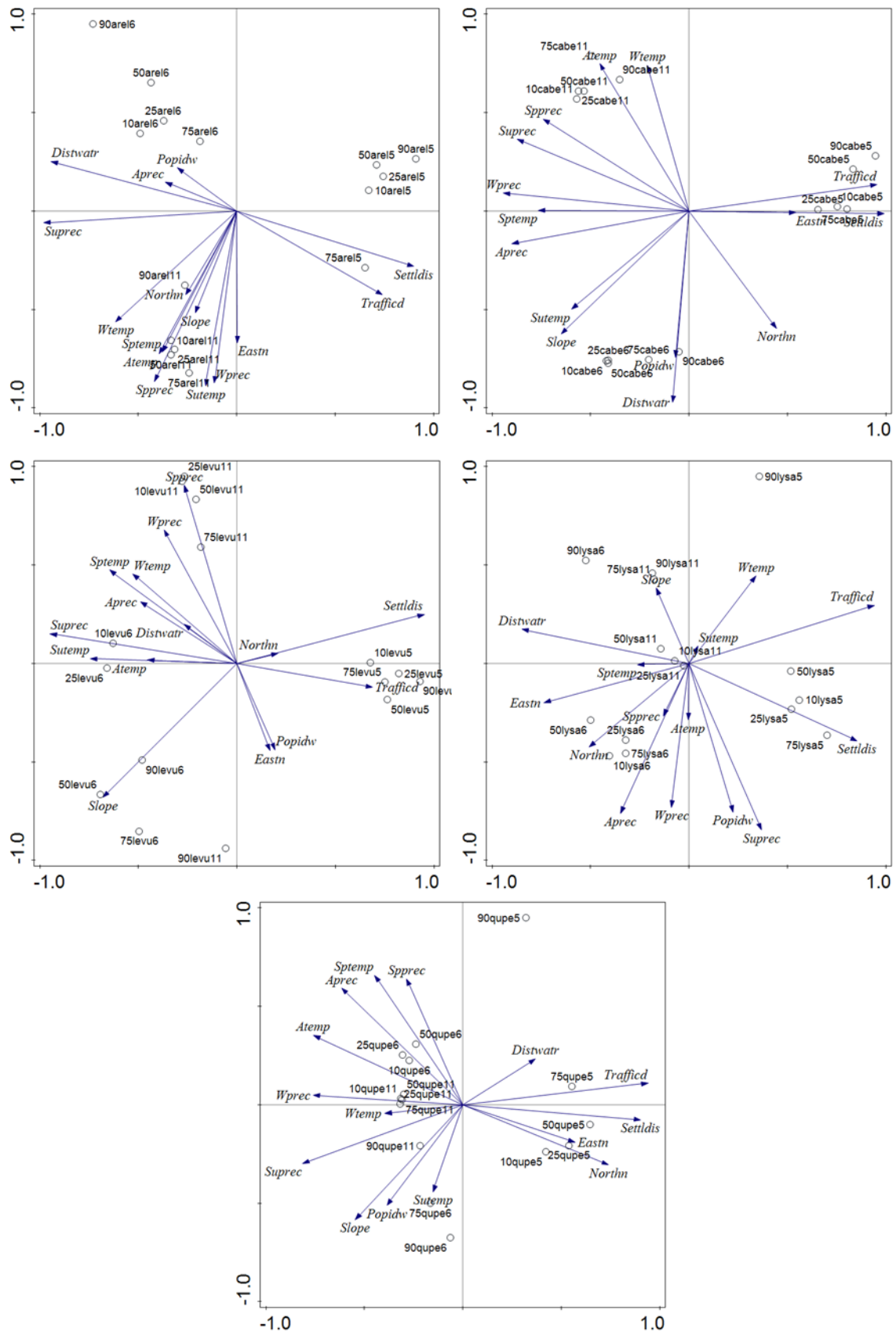
Slika 8 Ordinacijski dijagrami prve dvije osi PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka invazivnih vrsta, prostorne razlučivosti 300 metara. (Objašnjenje oznaka imamo u Popisu kratica, broj ispred oznake vrste označava pripadnost grupi, a broj iza oznake vrste pripadnost klasi prostorne preciznosti)



Slika 9 Ordinacijski dijagrami prve dvije osi PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka invazivnih vrsta, prostorne razlučivosti 300 metara. (Objašnjenje oznaka imamo u Popisu kratica, broj ispred oznake vrste označava pripadnost grupi, a broj iza oznake vrste pripadnost klasi prostorne preciznosti)



Slika 10 Ordinajski dijagrami prve dvije osi PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka invazivnih vrsta, prostorne razlučivosti 300 metara. (Objašnjenje oznaka imamo u Popisu kratica, broj ispred oznake vrste označava pripadnost grupi, a broj iza oznake vrste pripadnost klasi prostorne preciznosti)



Slika 11 Ordinacijski dijagrami prve dvije osi PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka autohtonih vrsta, prostorne razlučivosti 300 metara. (Objašnjenje oznaka imamo u Popisu kratica broj ispred oznake vrste označava pripadnost grupi, a broj iza oznake vrste pripadnost klasi prostorne preciznosti)

Tablica 8 Rezultati PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka invazivnih vrsta, pri 300 metarskoj prostornoj razlučivosti okolišnih podloga, na prve četiri ordinacijske osi.

STATISTIKA (PCA)		VRSTA, GRID 300 m														
		Ace neg	Ail alt	Ama ret	Amb art	Amo fru	Asc syr	Con can	Ech lob	Eri ann	Hel tub	Imp gla	Rob pse	Sol gig	Sor hal	Ver per
Svojtvene vrijednosti	Os 1	0.40	0.31	0.37	0.43	0.34	0.31	0.55	0.40	0.60	0.30	0.36	0.48	0.46	0.28	0.39
	Os 2	0.17	0.20	0.21	0.24	0.24	0.21	0.21	0.18	0.16	0.22	0.23	0.19	0.23	0.22	0.23
	Os 3	0.13	0.17	0.15	0.12	0.20	0.16	0.12	0.12	0.11	0.16	0.13	0.11	0.14	0.16	0.16
	Os 4	0.09	0.12	0.10	0.10	0.08	0.10	0.04	0.10	0.05	0.12	0.12	0.08	0.08	0.10	0.08
Objašnjena varijabilnost (kumulativna)	Os 1	40.45	30.63	36.84	42.94	34.40	30.91	54.59	39.62	60.18	30.17	36.12	48.48	46.43	28.31	38.88
	Os 2	57.11	50.47	57.93	66.61	58.53	52.12	75.19	57.96	75.79	52.63	58.78	67.19	69.47	50.13	62.07
	Os 3	70.46	67.06	72.66	78.45	79.01	68.25	87.16	70.01	86.65	69.03	72.21	78.31	83.54	66.51	78.52
	Os 4	79.00	78.89	82.22	88.30	86.89	78.54	90.82	79.60	91.85	81.34	84.12	85.98	91.30	76.70	86.42
Ukupna varijabilnost		234.57	186.71	209.94	149.22	208.84	199.29	172.07	223.33	180.25	213.99	218.7	178.4	205.9	235.1	134.8

Tablica 9 Rezultati PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka autohtonih vrsta, pri 300 metarskoj prostornoj razlučivosti okolišnih podloga, na prve četiri ordinacijske osi.

STATISTIKA (PCA)		Vrste, grid 300 m				
		Arr ela	Car bet	Leu vul	Lyt sal	Que pet
Svojtvene vrijednosti	Os 1	0.442	0.627	0.533	0.417	0.516
	Os 2	0.272	0.199	0.177	0.224	0.138
	Os 3	0.134	0.098	0.093	0.138	0.134
	Os 4	0.065	0.029	0.068	0.088	0.091
Objašnjena varijabilnost (kumulativna)	Os 1	44.180	62.730	53.270	41.670	51.610
	Os 2	71.370	82.580	70.990	64.010	65.370
	Os 3	84.810	92.380	80.330	77.850	78.810
	Os 4	91.280	95.260	87.080	86.620	87.870
Ukupna varijabilnost		186.696	211.171	178.022	151.730	190.351

3.3.2. Usporedba utjecaja prostorne razlučivosti okolišnih podloga i prostorne preciznosti koroloških podataka

Utjecaj prostorne razlučivosti okolišnih podataka i prostorne preciznosti koroloških podataka analiziran je na modelima vrsta s najvećim uzorkom *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia*. Za ove vrste napravljene su analize s prostornom razlučivosti (i) 300 metara, (ii) 1 kilometar i (iii) 5 kilometara. Analize su napravljene isključivo s korološkim podacima koji pripadaju klasama 5, 6 i 11. Rezultati su prikazani na Slikama 12 i 13, te Tablicom 10.

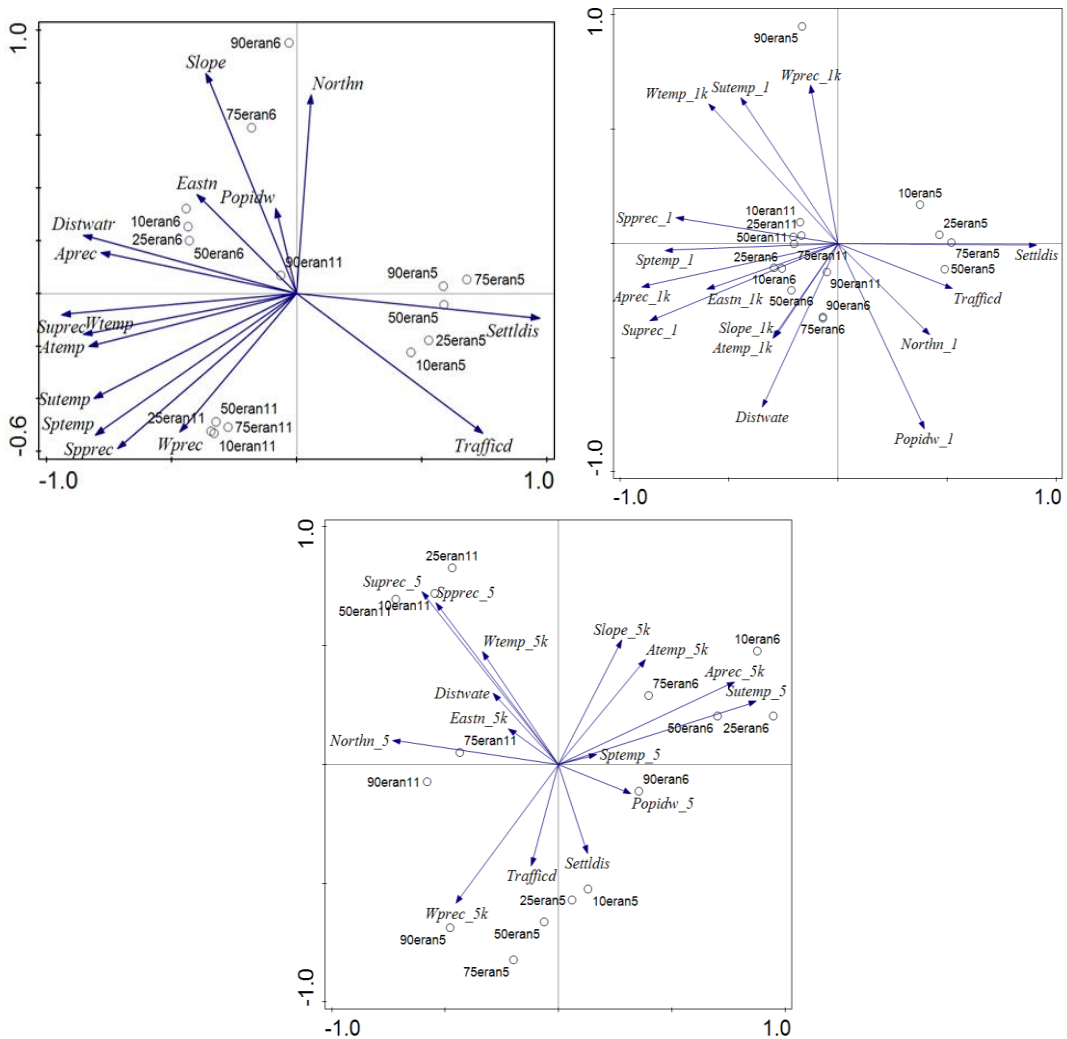
Grupiranje s obizrom na pripadnost klasi prostorne preciznosti vidljivo je u rezultatima ovih analiza, te ostaje više-manje dosljedno s promjenom prostorne rezolucije okolišnih podataka. Za vrstu *Erigeron annuus*, ID 5 bio je „najosjetljiviji“ na promjenu rezolucije okolišnih podloga jer zadržava važnost istih okolišnih varijabli za razvoj modela. S druge strane, ID 6 i ID 11 mijenjali su odabir najbitnijih okolišnih varijabli zavisno o promjeni rezolucije okolišnih podataka. Za vrstu *Robinia pseudoacacia* također je ID 5 „najosjetljiviji“ na promjenu rezolucije okolišnih podataka, no pri 5-kilometarskoj rezoluciji mijenja se značaj klimatskih okolišnih varijabli u usporedbi s 300-metarskom i 1-kilometarskom prostornom rezolucijom. ID 6 te ID 11 zadržavaju dosljednost grupiranja za sve tri prostorne rezolucije.

Raspon objašnjene varijabilnosti prvom osi za *Erigeron annuus* bio je od 29.12% do 60.18%. Najmanju objašnjenu kumulativnu varijabilnost prvom osi imali su podatci 5-kilometarske prostorne rezolucije, dok su najveću imali oni s 300-metarskim gridom. Raspon objašnjene varijabilnosti prvom osi za vrstu *Robinia pseudoacacia* bio je od 32.76% do 48.48%. Najmanju objašnjenu kumulativnu varijabilnost prvom osi imali su podatci s 5-kilometarskim gridom, a najveću s 300-metarskim gridom.

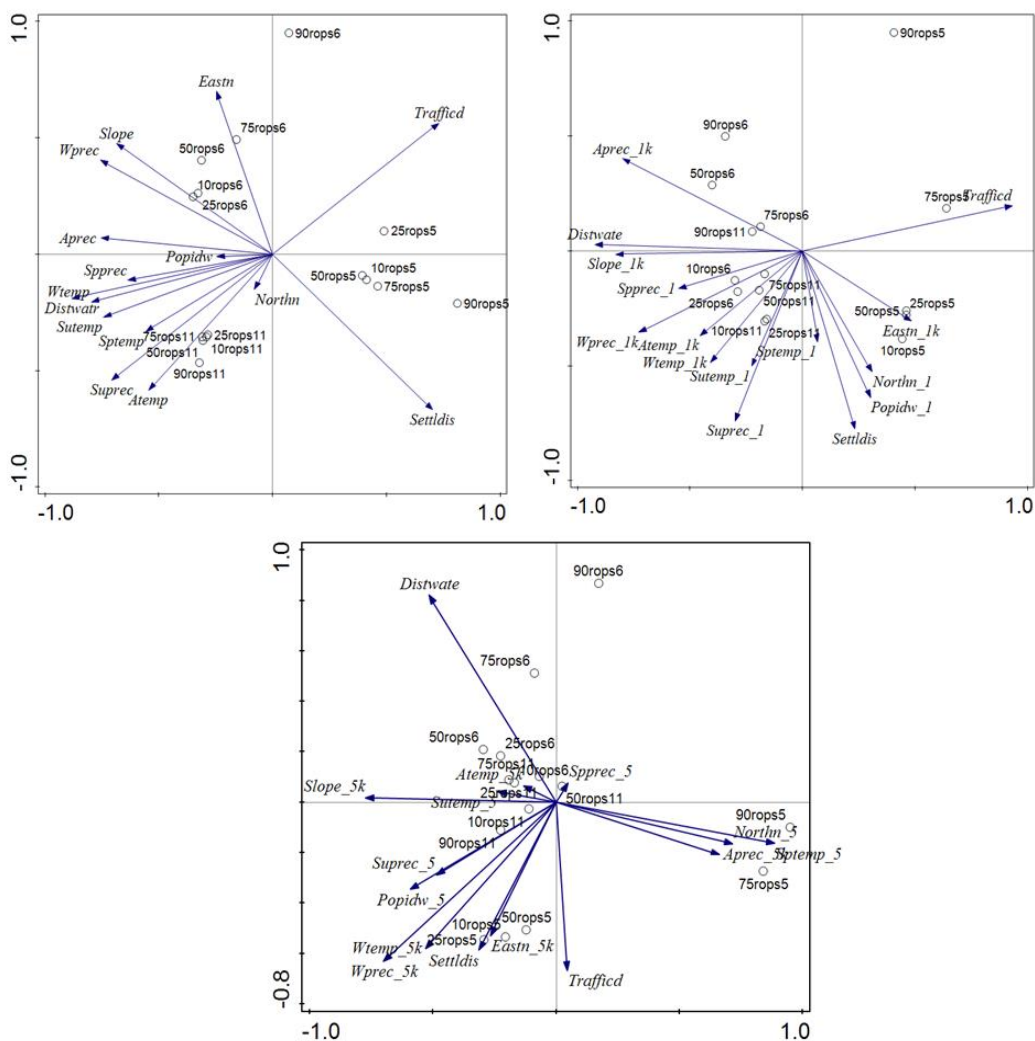
Raspon ukupne objašnjene varijabilnosti prve četiri osi za *Erigeron annuus* bio je od 79.92% do 91.85%, dok je za vrstu *Robinia pseudoacacia* bio od 81.38% do 89.17%. Najveću ukupnu objašnjenu varijabilnost imao je 300-metarski grid za vrstu *Erigeron annuus*, dok je za vrstu *Robinia pseudoacacia* to imao 1-kilometarski grid. Najmanju ukupnu objašnjenu varijabilnost za prve četiri osi za obje vrste imao je 5-kilometarski grid.

Tablica 10 Rezultati PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka invazivnih vrsta, pri prostornoj razlučivosti okolišnih podloga 300 m, 1 km i 5 km, na prve četiri ordinacijske osi.

STATISTIKA (PCA)		300 m grid		1 km grid		5 km grid	
		Eri ann	Rob pse	Eri ann	Rob pse	Eri ann	Rob pse
Svojsvene vrijednosti	Os 1	0.602	0.485	0.471	0.442	0.291	0.328
	Os 2	0.156	0.187	0.202	0.207	0.199	0.235
	Os 3	0.109	0.111	0.144	0.159	0.185	0.174
	Os 4	0.052	0.077	0.080	0.083	0.125	0.078
Objašnjena varijabilnost (kumulativna)	Os 1	60.180	48.480	47.120	44.240	29.120	32.760
	Os 2	75.790	67.190	67.270	64.930	49.000	56.240
	Os 3	86.650	78.310	81.650	80.830	67.450	73.620
	Os 4	91.850	85.980	89.630	89.170	79.920	81.380
Ukupna varijabilnost		180.247	178.434	177.496	188.038	164.775	212.980



Slika 12 Ordinacijski dijagrami prve dvije osi PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka za vrstu *Erigeron annuus*, prostorne razlučivosti 300 metara, 1 km i 5 km. (Objašnjenje oznaka imamo u Popisu kratica, broj ispred oznake vrste označava pripadnost grupi, a broj iza oznake vrste pripadnost klasi prostorne preciznosti)

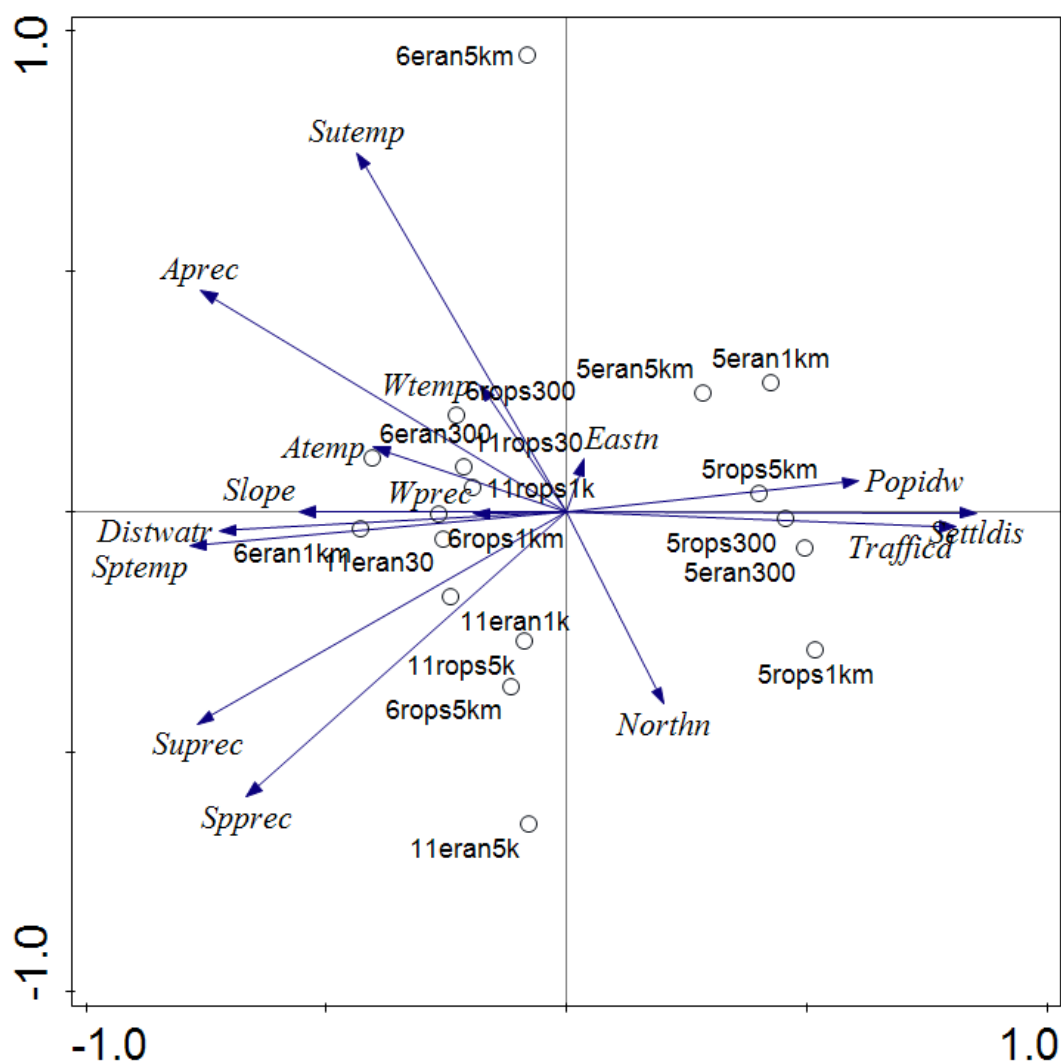


Slika 13 Ordinacijski dijagrami prve dvije osi PCA analize usporedbe utjecaja veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka za vrstu *Robinia pseudoacacia*, prostorne razlučivosti 300 metara, 1 km i 5 km. (Objašnjenje oznaka imamo u Popisu kratica, broj ispred oznake vrste označava pripadnost grupi, a broj iza oznake vrste pripadnost klasi prostorne preciznosti)

Eliminacijom utjecaja veličine uzorka na razvoj modela, odnosno korištenjem ulaznih podataka koji pripadaju isključivo grupi 10 (najveća veličina uzorka) promatran je utjecaj prostorne razlučivosti okolišnih podataka na razvoj modela za vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* zajedno (Slika 14, Tablica 11).

S ordinacijskog dijagrama moguće je očitati da su za model s prostornom preciznošću koja spada u klasu 5, neovisno o prostornoj razlučivosti okolišnih podloga najbitnije antropogene varijable. Kod modela ID 6 i ID 11, 300-metarskog i 1-kilometarskog grida vidimo zajedničko grupiranje dok se 5-kilometarski grid izdvaja. Objasnjenje varijabilnosti

prvom osi iznosi 47.08%, dok je ukupna objašnjena varijabilnosti prve četiri osi za vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* 76.82%.



Slika 14 Ordinacijski dijagrami dobiveni PCA analizom prikazuju usporedbu utjecaja prostorne različitosti okolišnih podloga i prostorne preciznosti koroloških podataka za vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* (Objašnjenje oznaka imamo u Popisu kratica broj ispred oznake vrste označava pripadnost klasi prostorne preciznosti, a broj iza oznake vrste prostornu različitost okolišnih podataka)

Tablica 11 Usporedba utjecaja prostorne različitosti okolišnih podloga i prostorne preciznosti koroloških podataka za vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia*

STATISTIKA (PCA)	Os 1	Os 2	Os 3	Os 4
Svojtvene vrijednosti	0.4708	0.1122	0.0964	0.0888
Objašnjena varijabilnost (kumulativna)	47.08	58.3	67.94	76.82
Ukupna varijabilnost	166.9092			

4. RASPRAVA

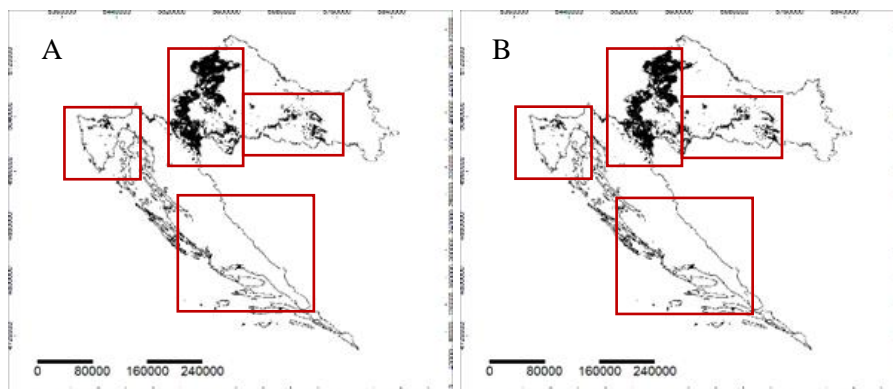
4.1. Modeli povoljnosti staništa

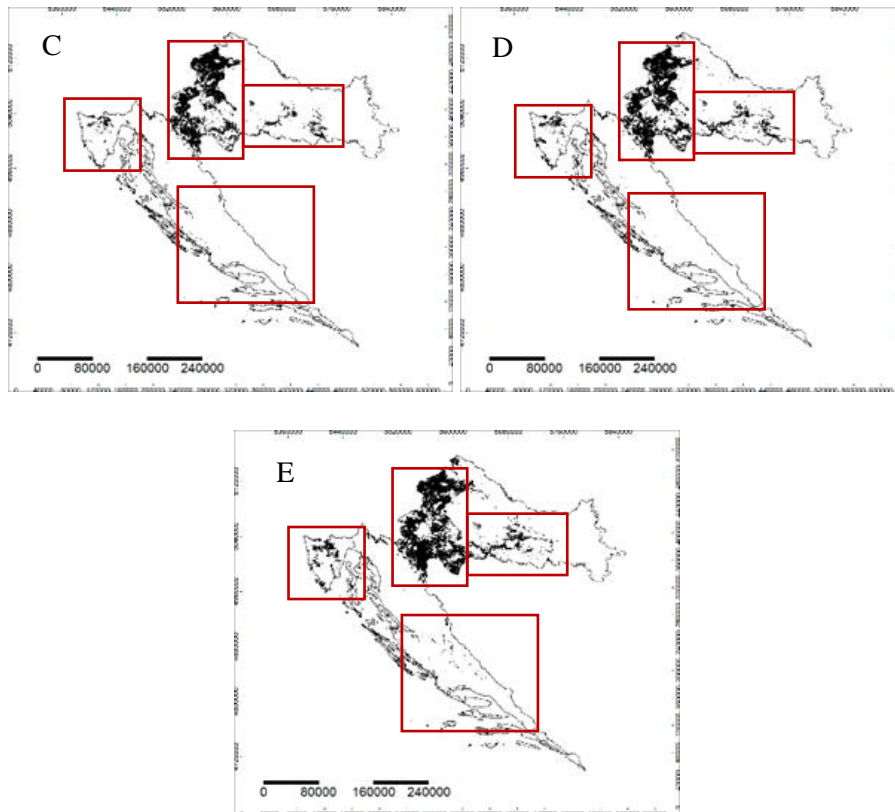
4.1.1. Izvedba MaxEnt-a

Algoritam za izradu modela povoljnosti staništa MaxEnt pokazao se kao odličan alat s vrlo velikom robusnošću na veličinu uzorka. Algoritam je napravio modele povoljnosti staništa s veličinom uzorka od samo dva (Echinocystis6, Amorpha6, Impatiens6, Amorpha5, Helianthus5) do čak 2007 (Carpinus11 – 90% podataka korišteno za razvoj modela) podataka. Time se potvrđuje MaxEnt-ova robusnost na veličinu uzorka (Hernandez i sur. 2006, Guisan i sur. 2007b, Kaliontzopoulou i sur. 2008, Wisz i sur. 2008). No, dobivene podatke i izvedbu MaxEnt-a valja uzeti sa zadržkom jer je to ipak samo model, a ne podatci dobiveni temeljitim terenskim istraživanjem. Primjerice, u istraživanju Giovanetti i sur. (2014) korišten je MaxEnt za predviđanje povoljnog staništa za invazivnu vrstu biljke *Acacia delbata* Link. nakon čega je uslijedilo planirano terensko istraživanje. Stanište u kojem je vrsta nađena bila je zapadna obala Istre, dok nije nađena na istočnoj obali Istre, kako je bilo predviđeno modelom. Međutim, područje Dalmacije sjeverno od Šibenika i oko Zadra model je predvidio kao povoljno stanište za vrstu, no ona terenskim istraživanjem nije nađena na istom. Nužno je dakle provoditi terenska istraživanja, a model je samo sredstvo koje znanstvenicima može pomoći.

4.1.2. Karte povoljnosti staništa

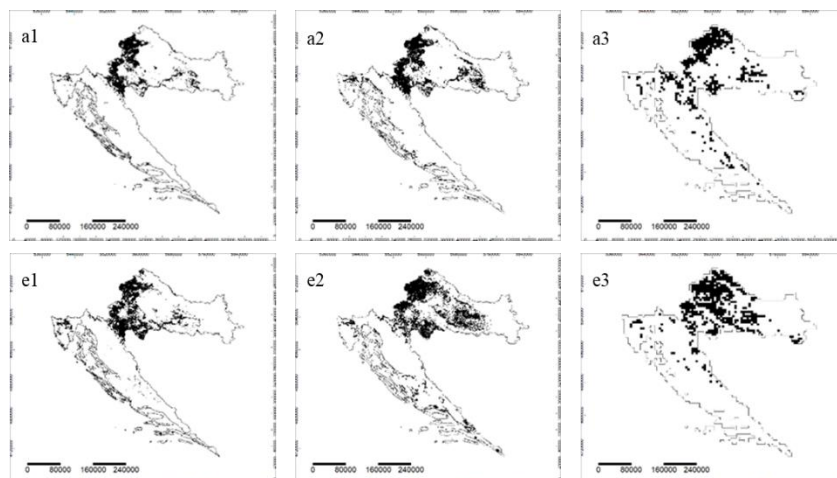
Vizualnim promatranjem izgleda karti povoljnosti staništa za invazivne i autohtone vrste, može se uočiti obrazac povećavanja predviđene površine povoljnog staništa s padom broja ulaznih podataka unutar istog ID-a, s tim da se prostorni raspored samog povoljnog staništa zadržava, te se „proširuje“ s padom ulaznih podataka (vidjeti Priloge 3 – 6). Izdvojit ćemo vrstu *Robinia pseudoacacia* kao ogledni primjerak na Slici 15, s klasom najveće prostorne preciznosti ID 11.





Slika 15 Model povoljnosti staništa za vrstu *Robinia pseudoacacia*, ID 11, A – grupa 10, B – grupa 25, C – grupa 50, D – grupa 75, E – grupa 90

Možemo uočiti u kvadratima na slici E, koja prikazuje model povoljnosti staništa koji je izrađen s 10% podataka, dodavanje novih poligona u sva četiri kvadrata, koji se nisu pojavljivali u prethodnim (npr. posebno uočljivo za područje Dalmacije). Drugim riječima, uočeno je povećanje prostora povoljnog staništa s padom veličine ulaznih podataka za izradu modela. Ovakav obrazac uočljiviji je i s padom veličine klase prostorne precizosti, te s padom kvalitete prostorne razlučivosti okolišnih podataka (Slika 16).



Slika 16 Prikaz karata modela povoljnosti staništa za vrstu *Robinia pseudoacacia*, ID 11; a – pripadnost grupi 10, e – pripadnost grupi 90; 1 – prostorna razlučivost 300 m, 2 – prostorna razlučivost 1 km, 3 – prostorna razlučivost 5 km

4.1.3. Površine modela povoljnosti staništa

Uočeno je povećanje površine modeliranog povoljnog staništa s padom broja ulaznih podataka, padom prostorne preciznosti, te padom kvalitete razlučivosti okolišnih podataka, dok se prostorni raspored staništa zadržava.

4.2. Usporedba predviđenih rasprostranjenosti

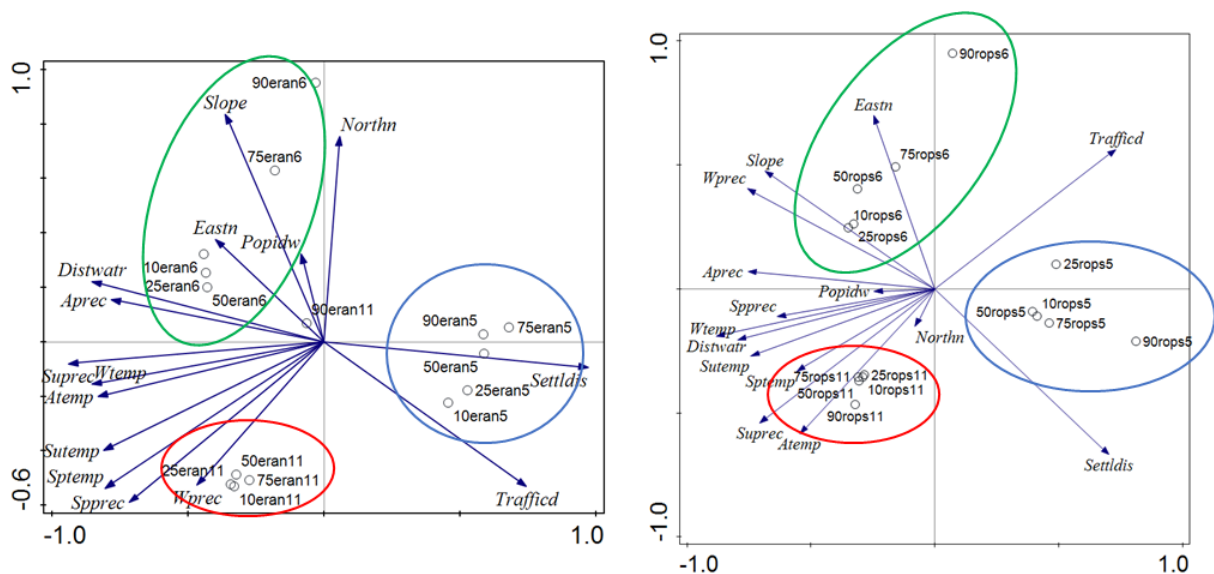
Katušić i sur. (2017) koristili su MaxEnt za modeliranje povoljnog staništa vrste *Lucanus cervus* L., te su koristili dva seta okolišnih varijabli (antropogene te klimatskotopografske) za izradu modela. Pokazan je utjecaj različitih setova okolišnih varijabli na razvoj modela pomoću promatranja preklapanja okolišnih podloga. U radu Katušića i sur. (2017) udio preklapanja setova okolišnih varijabli za razvoj modela bio je manji od zasebnih udjela (13.2% i 28.8%), slično kao i u ovom istraživanju.

U ovom istraživanju gledan je i utjecaj prostorne preciznosti ulaznih podataka na razvoj modela, te utjecaj veličine uzorka pomoću usporedbe površina predviđenih rasprostranjenosti. Udjeli preklapanja površina sve tri prostorne preciznosti za četiri promatrane vrste manji su od 2.42% što je mali udio preklapanja. Međutim, očekivano je da će udio preklopljenih površina u ukupnoj površini biti manji od udjela površina pojedinačnih modela. Osim toga budući da imamo tri, a ne dva kao u Katušić i sur. (2014) preklapanja, dobiveni rezultat u skladu je s očekivanjima. Dodatnom analizom utjecaja veličine uzorka za vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia*, uočeno je da su kod najpreciznijih podataka preklapanja među uzorcima najveća, odnosno da su rezultati s obzirom na prostorni smještaj konzistentniji. Nadalje, što je manja prostorna preciznost podataka, sa smanjenjem uzoraka smanjuje se međusobno prostorno preklapanje modela, što upućuje na veću potencijalnu nesigurnost (eng. *uncertainty*) tih modela.

4.3. Analize glavnih komponenti (PCA)

4.3.1. Utjecaj veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka na izvedbu modela

Ordinacijski dijagrami kojima uspoređujemo utjecaj veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka odvajaju vrste s obzirom na pripadnost klasama prostornih preciznosti, a ne s obzirom na pripadnost pojedinoj grupi za test. Jasnije odvajanje uočavamo ukoliko su veličine ulaznih podataka za izradu modela veće kao što to imamo kod vrsta *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* (Slika 17) te kod autohtonih vrsta.



Slika 17 Utjecaj veličine uzorka i prostorne preciznosti koroloških podataka na vrste *Erigeron annuus* (lijevo) i *Robinia pseudoacacia* pri 300-metarskoj prostornoj razlučivosti okolišnih podataka (desno), kružnice: **plavo** – ID 5, **zeleno** – ID 6, **crveno** – ID 11

Dolazimo do zaključka da je za izvedbu modela bitnija prostorna preciznost koroloških podataka od veličine uzorka, a usporedivši to s dobivenim kartama modela povoljnosti staništa vidimo da je bolja izvedba onog modela u kojem su korološki podatci imali veću prostornu preciznost. To je uočeno i u istraživanjima Englera i sur. (2004), Kaliontzopoulou i sur. (2008) te Residea i sur. (2011). Izvedba modela također je bolja ukoliko se koristi veći uzorak (Wis i sur. 2008, Hanberry i sur. 2012). Prema Hanberry i sur. (2012) modeli povoljnosti staništa nepouzdati su ukoliko je za izradu modela bilo manje od 200 ulaznih podataka. U našem istraživanju imamo za 300-metarski grid samo 30 modela (15 za invazivne setove, te 15 za autohtone setove) koji imaju „zadovoljavajuću“ veličinu ulaznih podataka po Hanberryjevom napatku, što je manje od 6.06% dobivenih modela povoljnosti staništa.

4.3.2. Utjecaj prostorne rezolucije na izvedbu modela

Ferrier i Watson (1997) koristili su okolišne podatke s 4-hektarskom (finijom) i 25-kilometarskom (grubljom) prostornom rezolucijom za procjenu utjecaja prostorne rezolucije na izvedbu modela. Ustanovljeno je da je korištenje grublje prostorne rezolucije uzrokovalo smanjenu točnost (izvedbu) modela. Guisan i sur. (2007a) smatraju da 10-struko korištenje prostorne rezolucije (od 1 do 100 km²) značajno ne mijenja izvedbu modela. Međutim, Kaliontzopoulou i sur. (2008) zaključuju da su izvedbe modela s 10-kilometarskom prostornom rezolucijom znatno manje u usporedbi s korištenjem 1-kilometarske prostorne rezolucije. Tobalske (2002) tvrdi suprotno, da je korištenje grublje prostorne rezolucije okolišnih podataka (4-kilometarski grid) učinkovitije nego korištenje 1-kilometarskog grida. Nadalje, Graf i sur.

(2005) postupno povećavaju rezoluciju od 1 ha do 11 km² i zaključuju da je prediktivna moć najveća prilikom korištenja srednje prostorne rezolucije (1- do 2-kilometarski grid). Prema saznanjima Gottschalka i sur. (2011) finija prostorna rezolucija manja od 1 ha najpriladnija je za stvaranje najtočnijeg modela povoljnosti staništa.

Što se tiče utjecaja prostorne rezolucije okolišnih podataka i prostorne preciznosti koroloških podataka za vrste *Erigeron annuus* i *Robinia pseudoacacia* u ovom istraživanju, uočeno je da pada vrijednost objašnjavajuće varijable s padom kvalitete prostorne rezolucije okolišnih varijabli (Tablica 10, os 1). Drugim riječima, izvedba modela bila je bolja pri finijoj prostornoj rezoluciji okolišnih podataka s 300-metarskim gridom, nego li s okolišnim podacima s 1-kilometarskom i 5-kilometarskom prostornom rezolucijom. Međutim, vrste i dalje ostaju grupirane s obzirom na pripadnost klasi prostorne preciznosti koroloških podataka po obrascu kojeg vidimo na Slici 17 što potvrđuje činjenicu da je za razvoj modela važnija prostorna preciznost koroloških podataka.

Usporedivši zatim, kako utječu prostorna preciznost koroloških podataka i prostorna rezolucija okolišnih podataka za dvije različite vrste bez utjecaja veličine uzorka, primijećeno je da je za razvoj modela važnija prostorna preciznost koroloških podataka. Različite vrste grupiraju se prema pripadnosti klasi prostorne preciznosti koroloških podataka (Slika 14).

Različiti zaključci i rezultati koje nalazimo u navedenim istraživanjima o utjecaju prostorne rezolucije okolišnih podataka na izvedbu modela vjerojatno su posljedica velikog broja parametara (npr. veličina uzorka, prostorna preciznost, ravnomjernost uloženog istraživačkog napora itd.). Budući da parametre nije moguće jednako iskombinirati u svim njihovim mogućim vrijednostima poželjno bi bilo ovu problematiku istražiti na računalno kreiranim setovima podataka kao što predlažu Moudrý i Šimová (2012).

5. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata ovog diplomskog rada donijeti su sljedeći zaključci:

- MaxEnt-ov algoritam za izradu modela povoljnosti staništa robustan je na veličinu uzorka te daje rezultate i s vrlo malim brojem ulaznih podataka.
- Prostorna preciznost koroloških podataka ima veći utjecaj na izradu modela od veličine uzorka i prostorne razlučivosti okolišnih podataka.
- Izvedba modela konzistentnija je pri 300-metarskoj prostornoj rezoluciji okolišnih podataka u usporedbi s grubljim 1-kilometarskim i 5-kilometarskim prostornim rezolucijama.
- Modeli dobiveni na osnovu manjeg broja podataka teže većim površinama modeliranim kao povoljno stanište, te nisu pouzdani za korištenje radi velike vjerojatnosti precjenjivanja (eng. *overestimation*) modela tj. veće potencijalne nesigurnosti modela.

LITERATURA

- Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E. (2004): Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*. **116**: 167-179.
- Araújo M.B., Guisan A. (2006): Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*. **33 (10)**: 1677-1688
- Austin M. (2007): Species distribution models and ecological theory: a critical assessment and some possible new approaches. *Ecological Modelling*. **200 (1-2)**: 1-19
- Austin M.P., Van Niel K.P. (2011): Improving species distribution models for climate change studies: variable selection and scale. *Journal of Biogeography*. **38 (1)**: 1-8
- Chytrý, M., Wild J., Pyšek, P. (2012): Projecting trend sin plant invasion in Europe under different scenarios of future land-use change. *Global Ecology and Biogeography*. **21 (1)**: 75-87
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., i sur. (2006): Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*. **29**: 129-151.
- Elith J., Leathwick J.R. (2009): Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. **40 (1)**: 677-697
- Engler R., Guisan A., Rechsteiner L. (2004): An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *Journal of Applied Ecology*. **41 (2)**: 263-274
- Feeley K.J., Silman M.R. (2010): Modelling the responses of Andean and Amazonian plant species to climate change: the effects of georeferencing errors and the importance of dana filtering. *Journal of Biogeography*. **37 (4)**: 733-740
- Fernandez M., Blum S., Reichle S. (2009): Locality uncertainty and the differential performance of four common niche-bias modeling techniques. *Biodiversity Informatics*. **6 (1)**: 36-52
- Ferrier S., Watson G. (1997): An evaluation of the effectiveness of environmental surrogates and modelling techniques in predicting the dsitribution of biological diversity. Canberra: Environment Australia.
- Franklin J. (2009): Mapping species distributions: spatial inference and predictions. Cambridge: Cambridge University Press
- Giovanetti M., Vuković N., Jelaska S.D. (2014): Australian acacias across eastern Adriatic – abundant but not aggressive. *Periodicum Biologorum*. **116 (3)**: 275–283
- Gottschalk T.K., Diekötter T., Ekschmitt K. (2007): Impact of agricultural subsidies on biodiversity at the landscape level. *Landscape Ecology*. **22 (5)**: 643-656
- Gottschalk T.K., Aue B., Hotes S. (2011): Influence of grain size on spatial-habitat models. *Ecological Modelling*. **222 (18)**: 3403-3412

- Graf R.F., Bollmann K., Suter W. (2005): The importance of spatial scale in habitat models: capercaillie in the Swiss Alps. *Landscape Ecology*. **22** (5): 643-656
- Graham C.H., Elith J., Hijmans R.J. (2008): The influence of spatial errors in species occurrence data use in distribution models. *Journal of Applied Ecology*. **45** (1): 239-247
- Guisan A., Zimmermann N.E. (2000): Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. **135**: 147-186
- Guisan A., Zimmermann N.E., Elith, J. (2007a): Sensitivity of predictive species distribution models to change in grain size. *Diversity and Distributions*. **13** (3): 332-340
- Guisan A., Zimmermann N.E., Elith, J. (2007b): What matters for predicting the occurrences of trees: techniques, data, or species' characteristics? *Ecological Monographs*. **77** (4): 615-630
- Guralnick R.P., Wiczorek J., Beaman R. (2006): BioGeomancer: automated georeferencing to map the world's biodiversity data. *PloS Biology*. **4** (11): 1908-1909
- Hallan S., Grandin U., Goedkoop W. (2009): Current and modeled potential distribution of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Sweden. *Biological Invasions*. **12** (1): 285-296
- Hanberry B.B., He H.S., Dey D.C. (2012): Sample size and model comparison metrics for species distribution models. *Ecological Modelling*. **227**: 29-33
- Heikkinen R.K., Luoto M., Kuussaari M. (2007): Modelling the spatial distribution of a threatened butterfly: impacts of scale and statistical technique. *Landscape and Urban Planning*. **79** (3-4): 347-357
- Hernandez, P.A., Graham C.H., Master L.L. (2006): The effect of sample size and species characteristics on performance on different species distribution modeling methods. *Ecography*. **29** (5): 773-785
- Heuvelink G.B.M. (1998): Error propagation in environmental modelling with GIS. London: Research Monographs in GIS Series
- Hill A.W., Guralnick R., Flemons P. (2009): Location, location, location: utilizing pipelines and services to more effectively georeference the world's biodiversity data. *BMC Bioinformatics*. **10** (Suppl. 14) S3
- Hongoh V., Berrang-Ford L., Scott M.E. (2012): Expanding geographical distribution of the mosquito, *Culex pipiens*, in Canada under climate change. *Applied Geography*. **33**: 53-62
- Hunter G.J., Bregt A.K., Heuvelink G.B.M. (2009): Spatial data quality: problems and prospects. U Navratil G., ed. *Research trend in geographic information science. Lecture notes in geoinformation and cartography*. Heidelberg: Springer, 101-122
- Huston, M.A. (2002): Introductory essay: critical issues for improving predictions. U: Scott J.M., Heglund P.J., Samson F., Haufler J., Morrison M., Raphael M., Wall B., eds.

- Predicting species occurrences: issue of accuracy and scale. Washington, DC: Island Press, 7-21
- Jackson C.R., Robinson M.P. (2011): Predicting the potential distribution of an endangered cryptic subterranean mammal from few occurrence records. *Journal for Nature Conservation*. **19** (2): 87-94
- Johnson C.J., Gillingham M.P. (2008): Sensitivity of species-distribution models to error, bias, and model design: an application to resource selection functions for woodland caribou. *Ecological Modelling*. **213** (2): 143-155
- Kaliontzopoulou A., Brito J.c., Carretero M.A. (2008): Modelling the partially unknown distribution of wall lizards (*Podarcis*) in North Africa: ecological affinities, potential areas of occurrence, and methodological constraints. *Canadian Journal of Zoology*. **86** (9): 992-1001
- Katušić L., Jelaska S.D., Jelaska Šerić L. (2017): Monitoring of saproxylic beetles in Croatia: following the path of the stag beetle. *Nature Conservation*. **19**: 39-56
- Lei J.C., Xu H.G., Cui P., Guang Q.W., Ding H. (2014): The potential effects of Climate change on suitable habitat for the Sichuan Hill Partridge (*Arborophila rufipectus*, Boulton): based on the Maximum Entropy Modelling. *Polish Journal of Ecology*. **62**: 771-787
- Li Y., Ding C. (2016): Effects of sample size, sample accuracy and environmental variables on predictive performance of MaxEnt model. *Polish Journal of Ecology*. **64**: 303-312
- Liu, C., Newell, G., White, M. (2015): On the selection of thresholds for predicting species occurrence with presence-only data. *Ecology and Evolution*. **6** (1): 337-348
- Lobo J.M., Jiménez-Valverde A., Hortal J. (2010): The uncertain nature of absences and their importance in species distribution modelling. *Ecography*. **33** (1): 103-114
- Lobo J.M., Tognelli M.F. (2011): Exploring the effects of quantity and location of pseudo-occurrence data. *Journal for Nature Conservation*. **19** (1): 1-7
- Moudrý V., Šimová P. (2012): Influence of positional accuracy, sample size and scale on modelling species distributions: a review. *International Journal of Geographical Information Science*. **26** (11): 2083-2095
- Müller D., Schröder B., Müller J. (2009): Modelling habitat selection of the cryptic Hazel Grouse *Bonasa bonasia* in montane forest. *Journal of Ornithology*. **150** (4): 717-732
- Naimi B., Skidmore A.K., Groen T.A. (2011): Spatial autocorrelation in predictors reduce the impact of positional uncertainty in occurrence data on species distribution modelling. *Journal of Biogeography*. **38** (8): 1497-1509
- Nikolić T. (2001): The diversity of Croatian vascular flora based on the Checklist and CROFlora database. *Acta Botanica Croatica*. **60** (1): 49-67
- Nikolić T., Mitić B., Boršić I. (2014): *Flora Hrvatske Invazivne biljke*. Alfa d.d., Zagreb

- Osborne P.E., Leitão P.J. (2009): Effects of species and habitat positional errors on the performance and interpretation of species distribution models. *Diversity and Distributions*. **15** (4): 671-681
- Pearce J., Ferrier S. (2000): Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. *Ecological Modelling*. **133**: 225-245
- Phillips S.J., Dudík M., Schapire R.E. (2004): A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*, 655-662.
- Phillips S.J., Anderson, R., Schapire R.E. (2006): Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. **190**: 231-259
- Renwick A.R., Massimino D., Newson S.E. (2012): Modelling changes in species' abundance in response to projected climate change. *Diversity and Distributions*. **18** (2): 121-132
- Reside A.E., Watson I., VanDerWal J. (2011): Incorporating low-resolution historic species location data decreases performance of distribution models. *Ecological Modelling*. **222** (18): 3444-3448
- Schleupner C., Link P.M. (2008): Potential impacts on important bird habitats in Eiderstedt (Schleswig-Holstein) caused by agricultural land use changes. *Applied Geography*. **28** (4): 237-247
- Seo C., Thorne J.H., Hannah L. (2009): Scale effects in species distribution models: implications for conservation planning under climate change. *Biology Letters*. **5** (1): 39-43
- Steven J.P., Robert P.A., Robert E.S. (2006): Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. **190**: 231-259
- Stockwell D.R., Peterson A.T. (2002): Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling*. **148** (1): 1-13
- Storch D., Konvicka M., Benes J. (2003): Distribution patterns in butterflies and birds of the Czech Republic: separating effects of habitat and geographical position. *Journal of Biogeography*. **30** (8): 1195-1205
- Syens N.W., Osborne P.E. (2011): Choice of predictor variables as a source of uncertainty in continental-scale species distribution modelling under climate change. *Global Ecology and Biogeography*. **20** (6): 904-914
- ter Braak C.J.F., Šmilauer P. (2012): *CANOCO Reference Manual and User's Guide Software for Ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA). 496 str.
- Tobolske C. (2002): Effects of spatial scale on the predictive ability of habitat models for the green woodpecker in Switzerland. U: Scot J.M., Heglund P., Samson F., Haufler J., Morrison M., Raphael M., Wall B., eds. *Predicting species occurrences: issue of accuracy and scale*. Washington, DC: Island Press, 197-204

Tsoar A., Allouche O., Steinitz O. (2007): A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. *Diversity and Distributions*. **13** (4): 397-405

Williams K.J., Belbin L., Austin M.P. (2012): Which environmental variables should I use in my biodiversity model? *International Journal of Geographical Information Science*.

Wisz M.S., Hijmans R.J., Li J. (2008): Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*. **14** (5): 763-773

<https://hirc.botanic.hr/fcd/>

PRILOZI

Popis priloga

PRILOG 1 Popis veličine uzorka za pojedine klase prostornih preciznosti (ID) petnaest invazivnih vrsta

PRILOG 2 Popis veličine uzorka za pojedine klase prostornih preciznosti (ID) pet autohtonih vrsta

PRILOG 3 Karte povoljnosti staništa invazivnih vrsta, 300-metarska prostorna razlučivost

PRILOG 4 Karte povoljnosti staništa autohtonih vrsta, 300-metarska prostorna razlučivost

PRILOG 5 Karte povoljnosti staništa invazivnih vrsta (odabir), 1-kilometarska prostorna razlučivost

PRILOG 6 Karte povoljnosti staništa invazivnih vrsta (odabir), 5-kilometarska prostorna razlučivost

PRILOG 1 Popis veličine uzorka za pojedine klase prostornih preciznosti (ID) petnaest invazivnih vrsta

Latinsko ime vrste	ID	Veličina uzorka
Acer negundo L.	1	2
Acer negundo L.	2	3
Acer negundo L.	3	8
Acer negundo L.	4	9
Acer negundo L.	5	22
Acer negundo L.	6	23
Acer negundo L.	7	81
Acer negundo L.	9	21
Acer negundo L.	10	13
Acer negundo L.	11	126
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	1	2
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	2	8
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	3	20
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	4	18
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	5	39
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	6	57
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	7	72
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	9	12
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	10	2
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	11	179
Amaranthus retroflexus L.	1	6
Amaranthus retroflexus L.	2	46
Amaranthus retroflexus L.	3	27
Amaranthus retroflexus L.	4	22
Amaranthus retroflexus L.	5	156
Amaranthus retroflexus L.	6	110
Amaranthus retroflexus L.	7	96
Amaranthus retroflexus L.	9	12

Latinsko ime vrste	ID	Veličina uzorka
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	11	212
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1	4
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	2	111
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	3	22
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	4	11
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	5	124
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	6	110
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	7	154
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	9	14
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	10	13
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	11	657
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	1	2
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	2	9
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	3	7
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	4	12
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	5	14
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	6	18
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	7	73
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	9	6
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	10	1
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	11	99
<i>Asclepias syriaca</i> L.	2	5
<i>Asclepias syriaca</i> L.	3	6
<i>Asclepias syriaca</i> L.	4	5
<i>Asclepias syriaca</i> L.	5	29
<i>Asclepias syriaca</i> L.	6	28
<i>Asclepias syriaca</i> L.	7	59
<i>Asclepias syriaca</i> L.	9	2
<i>Asclepias syriaca</i> L.	10	7
<i>Asclepias syriaca</i> L.	11	130

Latinsko ime vrste	ID	Veličina uzorka
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	1	8
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	2	45
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	3	39
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	4	52
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	5	325
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	6	165
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	7	174
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	9	16
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	10	5
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	11	336
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	1	2
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	2	28
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	4	9
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	5	40
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	6	24
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	7	41
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	9	5
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	10	4
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gr	11	62
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	1	4
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	2	62
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	3	46
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	4	45
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	5	130
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	6	261
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	7	234
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	8	5
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	9	33
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	10	17
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	11	915

Latinsko ime vrste	ID	Veličina uzorka
Helianthus tuberosus L.	1	1
Helianthus tuberosus L.	2	1
Helianthus tuberosus L.	3	3
Helianthus tuberosus L.	4	12
Helianthus tuberosus L.	5	28
Helianthus tuberosus L.	6	32
Helianthus tuberosus L.	7	10
Helianthus tuberosus L.	9	11
Helianthus tuberosus L.	11	82
Impatiens glandulifera Royle	1	1
Impatiens glandulifera Royle	2	2
Impatiens glandulifera Royle	3	1
Impatiens glandulifera Royle	4	7
Impatiens glandulifera Royle	5	59
Impatiens glandulifera Royle	6	21
Impatiens glandulifera Royle	7	15
Impatiens glandulifera Royle	9	4
Impatiens glandulifera Royle	10	2
Impatiens glandulifera Royle	11	26
Robinia pseudoacacia L.	1	6
Robinia pseudoacacia L.	2	14
Robinia pseudoacacia L.	3	33
Robinia pseudoacacia L.	4	34
Robinia pseudoacacia L.	5	53
Robinia pseudoacacia L.	6	150
Robinia pseudoacacia L.	7	112
Robinia pseudoacacia L.	9	46
Robinia pseudoacacia L.	10	12
Robinia pseudoacacia L.	11	1158
Solidago gigantea Aiton	1	3

Latinsko ime vrste	ID	Veličina uzorka
Solidago gigantea Aiton	2	13
Solidago gigantea Aiton	3	12
Solidago gigantea Aiton	4	13
Solidago gigantea Aiton	5	34
Solidago gigantea Aiton	6	56
Solidago gigantea Aiton	7	73
Solidago gigantea Aiton	9	23
Solidago gigantea Aiton	10	14
Solidago gigantea Aiton	11	343
Sorghum halepense (L.) Pers.	1	2
Sorghum halepense (L.) Pers.	2	13
Sorghum halepense (L.) Pers.	3	22
Sorghum halepense (L.) Pers.	4	22
Sorghum halepense (L.) Pers.	5	77
Sorghum halepense (L.) Pers.	6	61
Sorghum halepense (L.) Pers.	7	90
Sorghum halepense (L.) Pers.	9	9
Sorghum halepense (L.) Pers.	10	3
Sorghum halepense (L.) Pers.	11	158
Veronica persica Poir.	1	5
Veronica persica Poir.	2	104
Veronica persica Poir.	3	29
Veronica persica Poir.	4	25
Veronica persica Poir.	5	138
Veronica persica Poir.	6	120
Veronica persica Poir.	7	176
Veronica persica Poir.	9	8
Veronica persica Poir.	10	3
Veronica persica Poir.	11	322

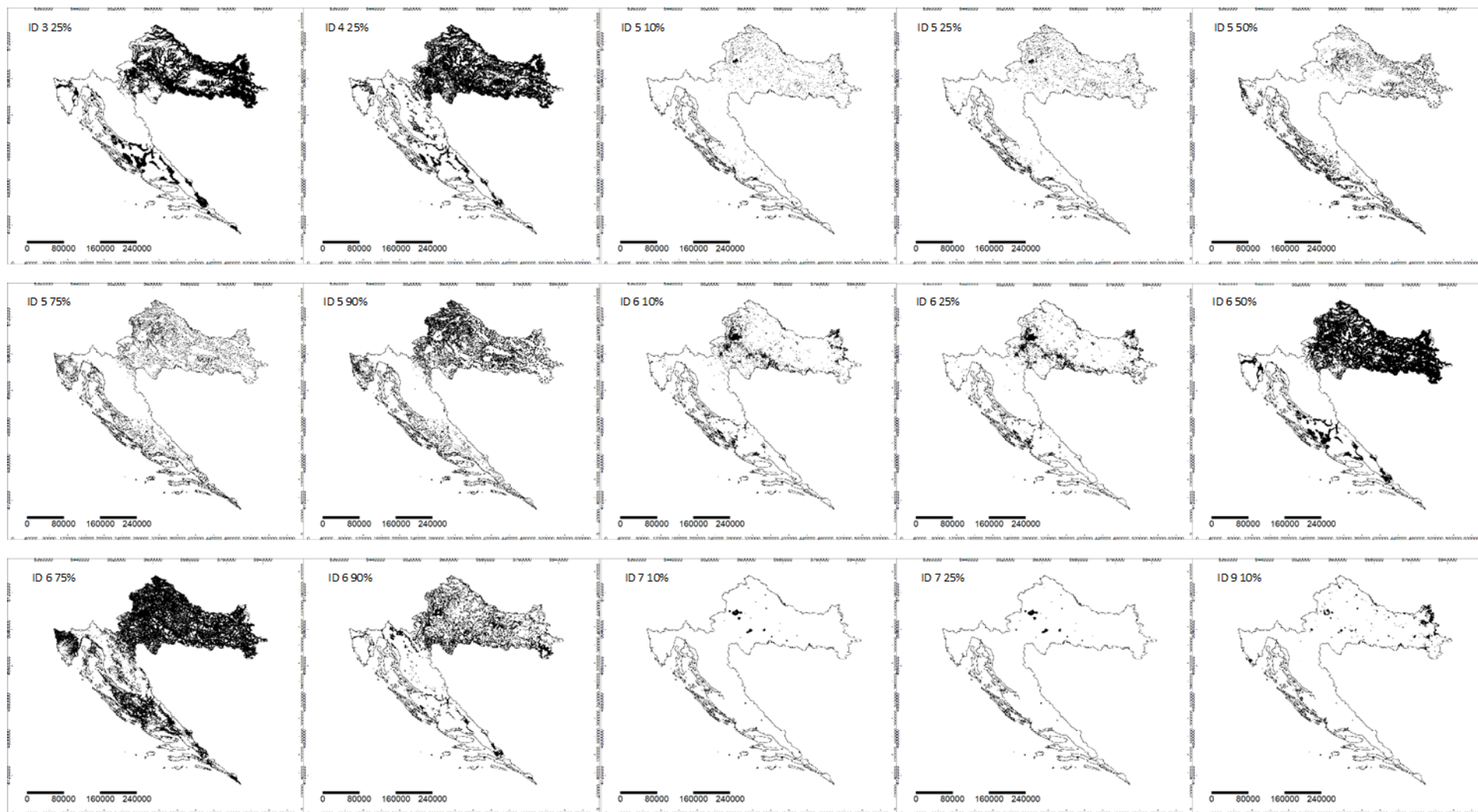
PRILOG 2 Popis veličine uzorka za pojedine klase prostornih preciznosti (ID) pet autohtonih vrsta

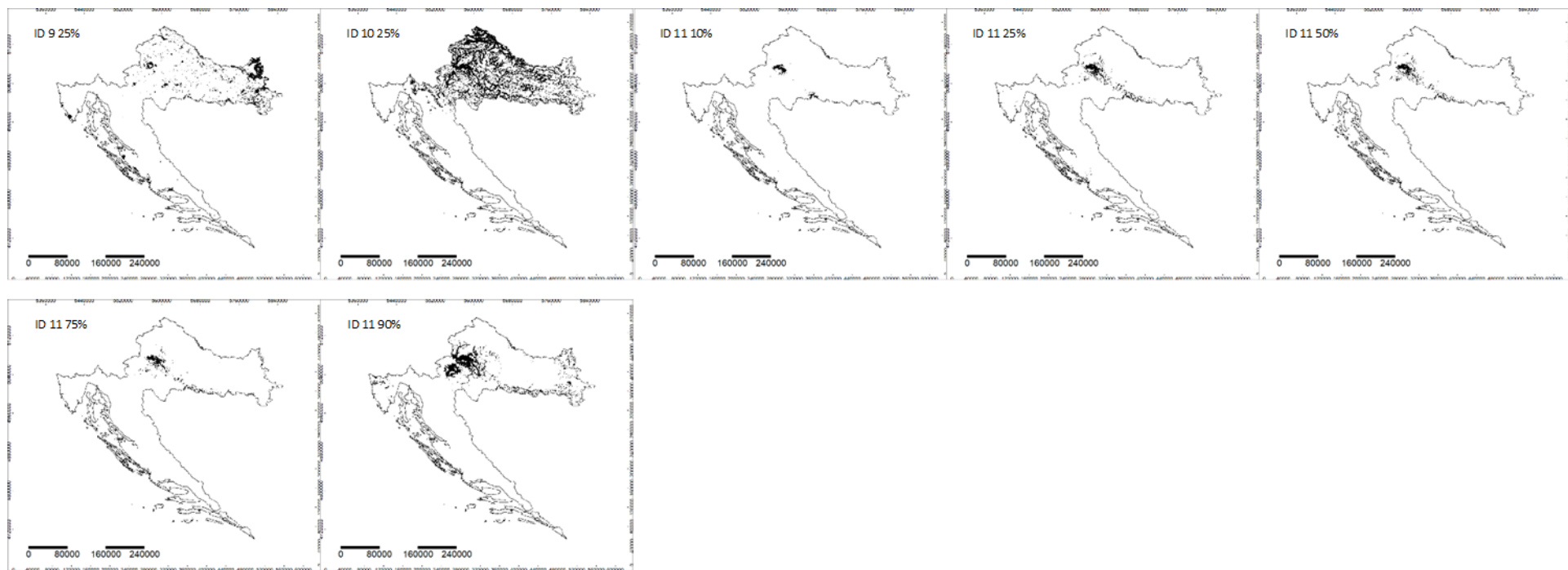
Latinsko ime vrste	ID	Veličina uzorka
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	1	2
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	2	30
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	3	29
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	4	39
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	5	94
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	6	124
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	7	73
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	8	11
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	9	20
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	10	2
Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl et C.Presl	11	457
Carpinus betulus L.	1	10
Carpinus betulus L.	2	30
Carpinus betulus L.	3	62
Carpinus betulus L.	4	96
Carpinus betulus L.	5	80
Carpinus betulus L.	6	222
Carpinus betulus L.	7	73
Carpinus betulus L.	8	1
Carpinus betulus L.	9	119
Carpinus betulus L.	10	18
Carpinus betulus L.	11	4058
Lythrum salicaria L.	1	7
Lythrum salicaria L.	2	31
Lythrum salicaria L.	3	42
Lythrum salicaria L.	4	98
Lythrum salicaria L.	5	177
Lythrum salicaria L.	6	173

Latinsko ime vrste	ID	Veličina uzorka
Lythrum salicaria L.	7	134
Lythrum salicaria L.	8	4
Lythrum salicaria L.	9	65
Lythrum salicaria L.	10	20
Lythrum salicaria L.	11	543
Leucanthemum vulgare Lam.	1	2
Leucanthemum vulgare Lam.	2	37
Leucanthemum vulgare Lam.	3	35
Leucanthemum vulgare Lam.	4	72
Leucanthemum vulgare Lam.	5	133
Leucanthemum vulgare Lam.	6	175
Leucanthemum vulgare Lam.	7	84
Leucanthemum vulgare Lam.	8	14
Leucanthemum vulgare Lam.	9	7
Leucanthemum vulgare Lam.	10	3
Leucanthemum vulgare Lam.	11	422
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	1	5
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	2	31
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	3	45
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	4	50
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	5	36
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	6	224
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	7	57
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	9	87
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	10	4
Quercus petraea (Matt.) Liebl.	11	3210

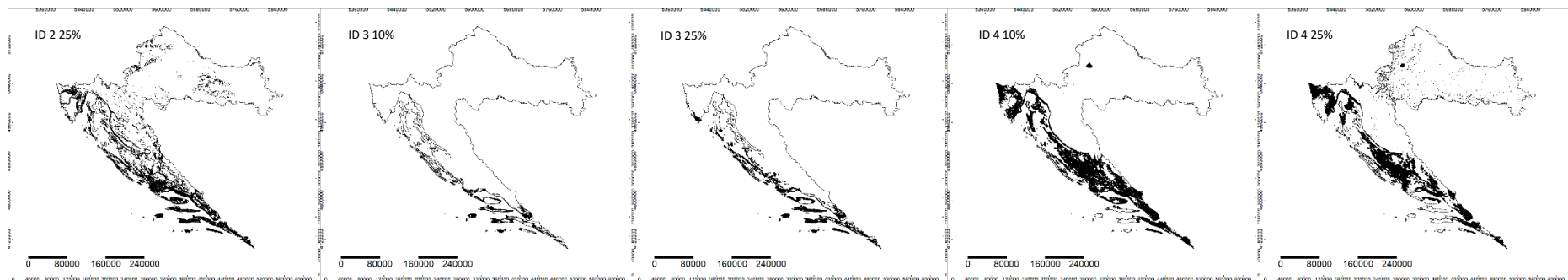
PRILOG 3 Karte povoljnosti staništa invazivnih vrsta, 300-metarska prostorna razlučivost

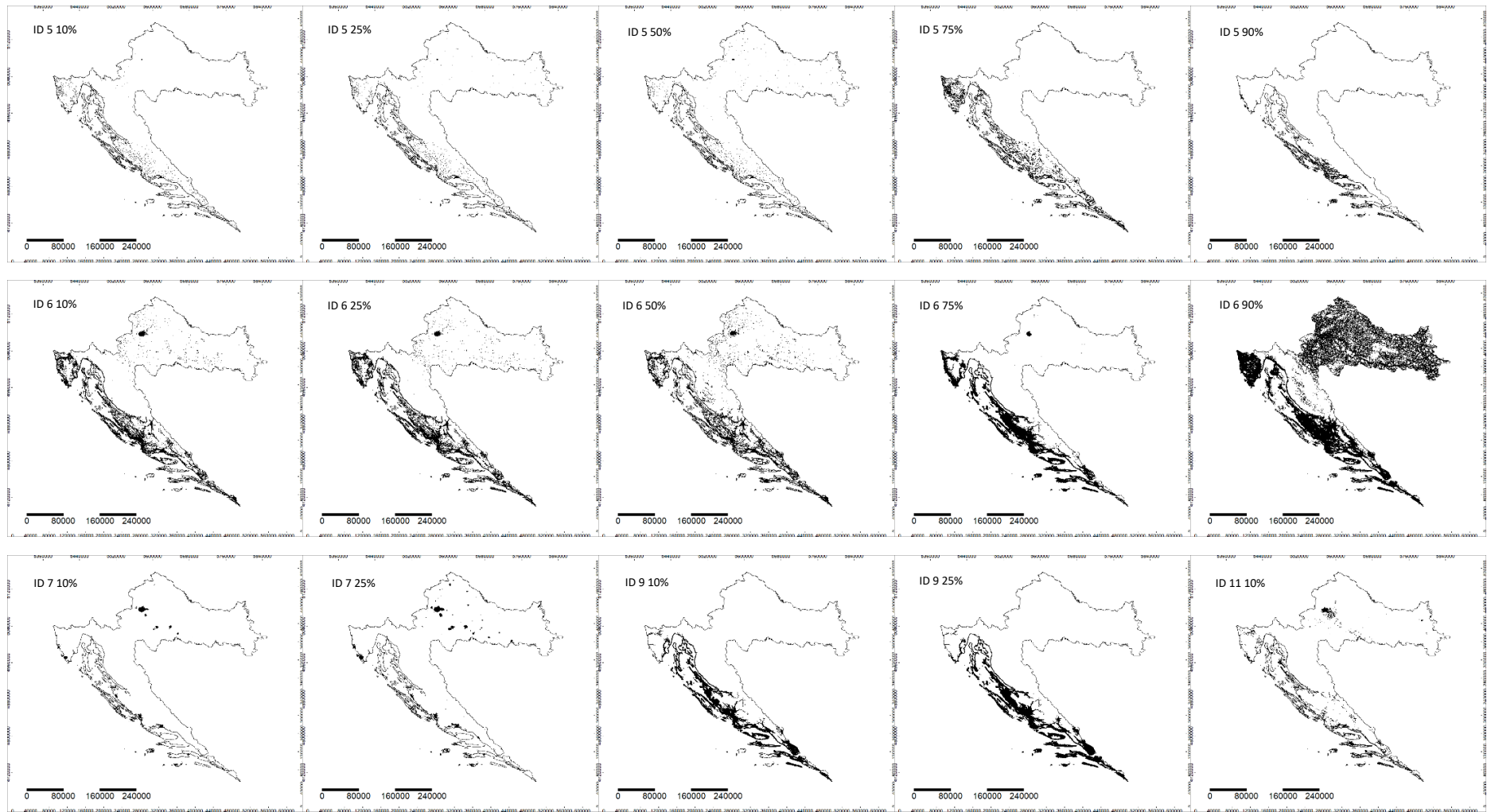
1. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Acer negundo*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

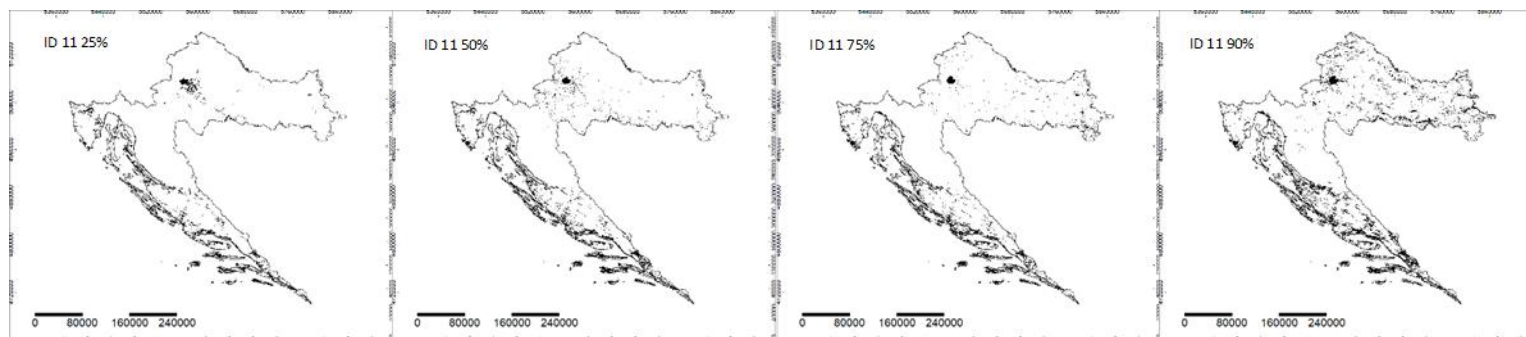




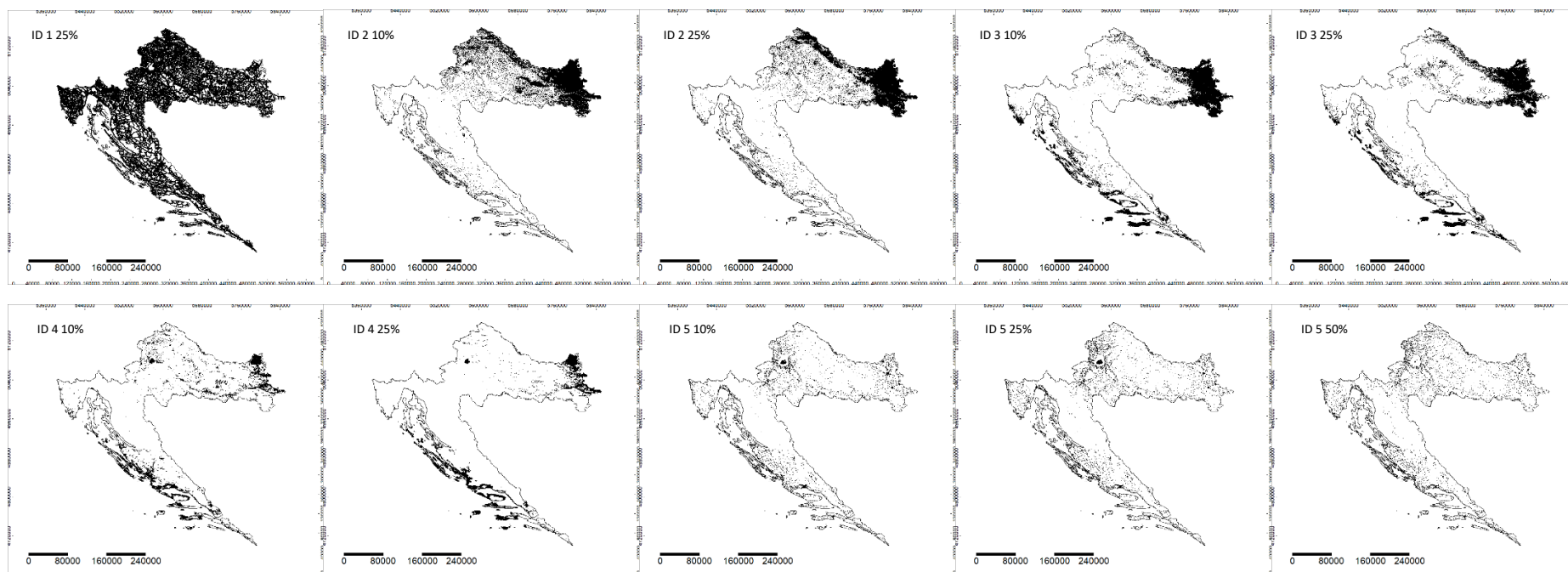
2. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Ailanthus altissima*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

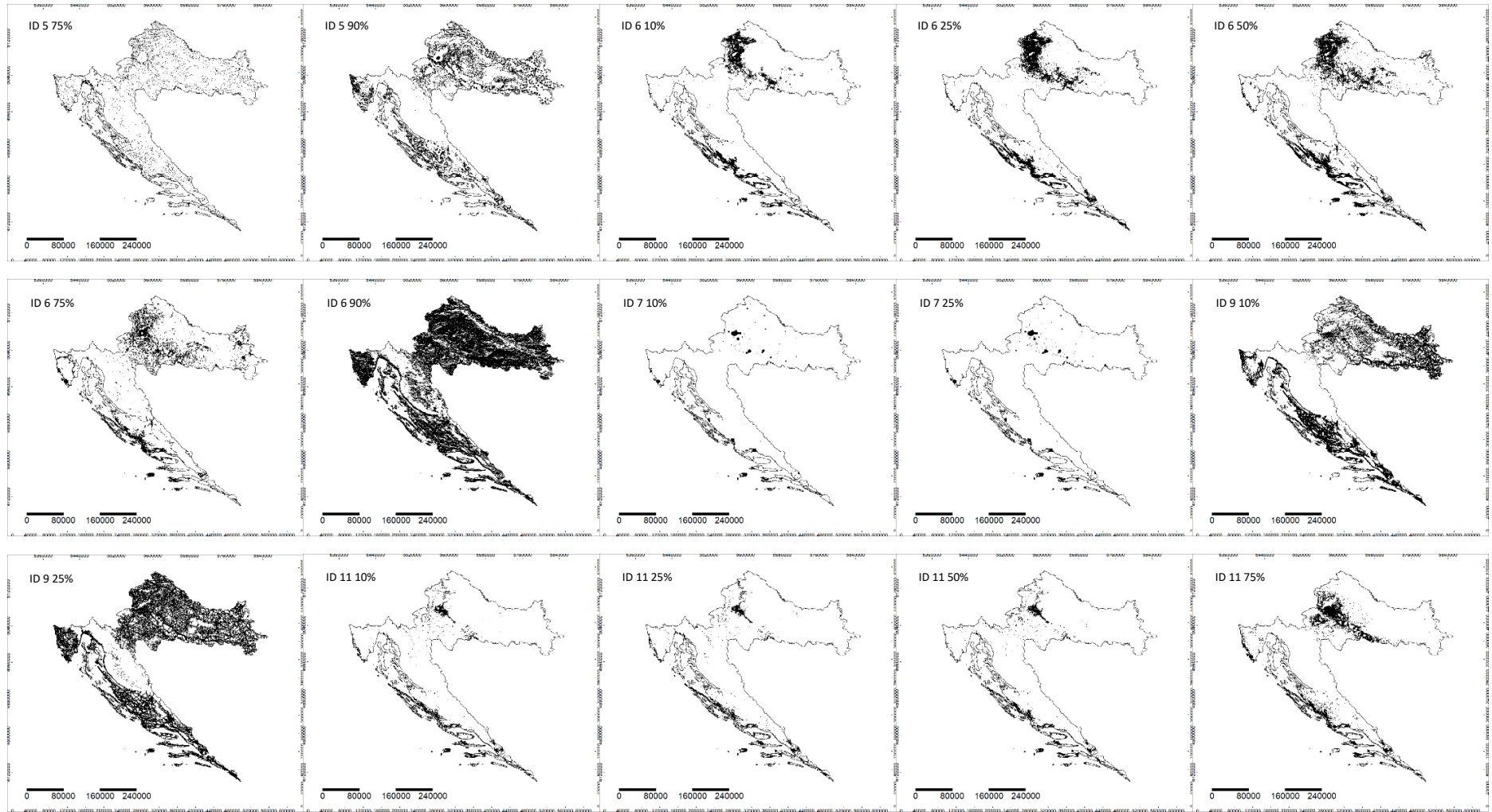


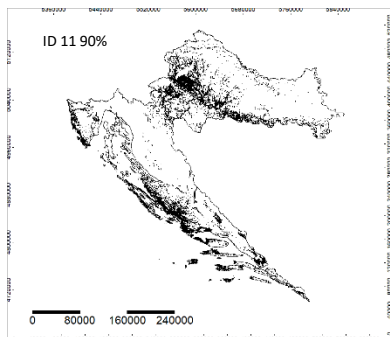




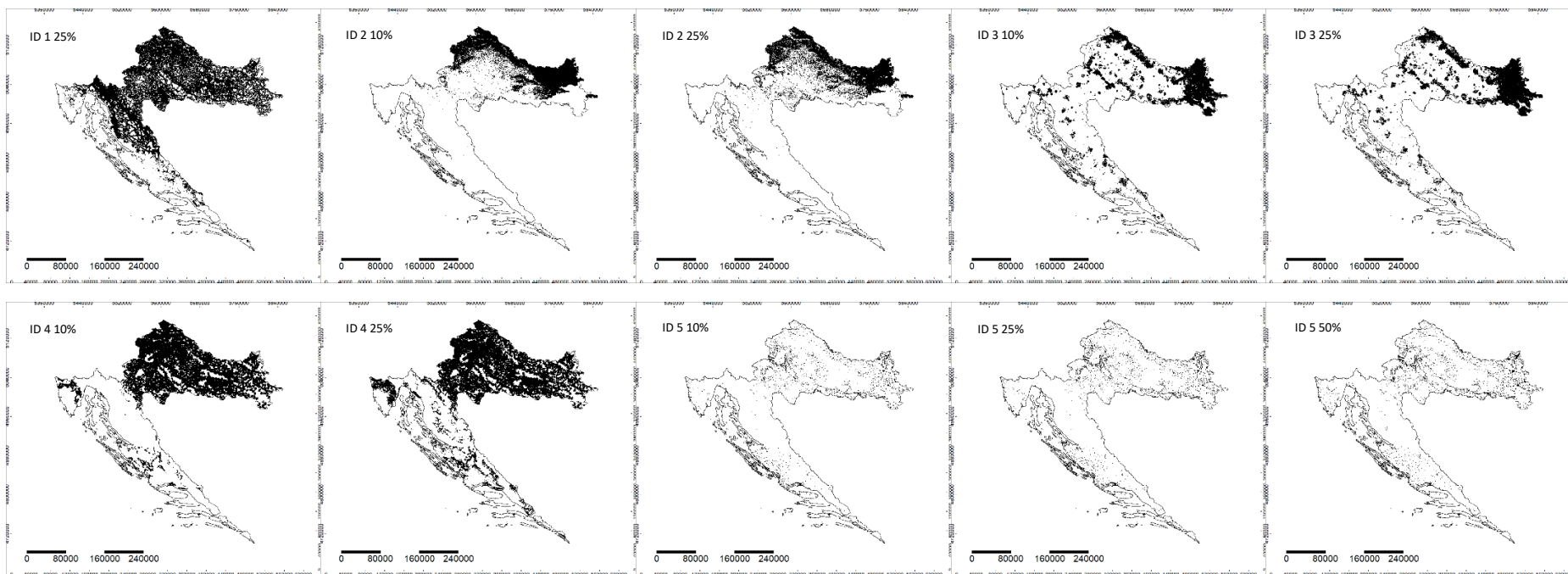
3. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Amaranthus retroflexus*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

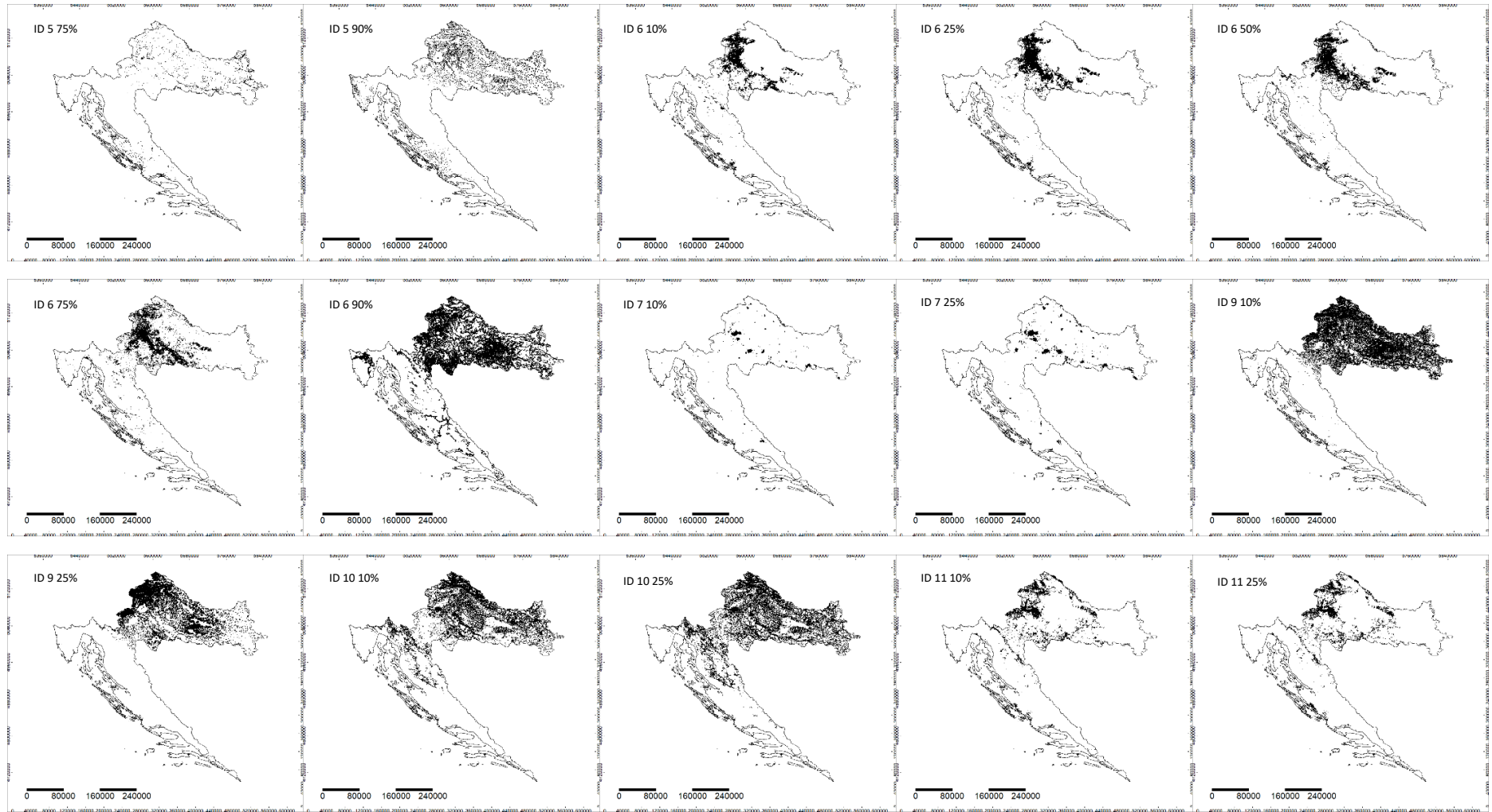


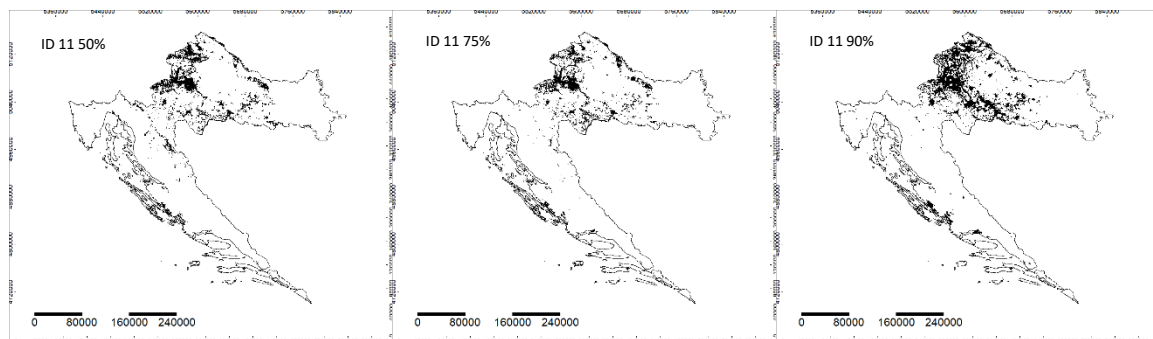




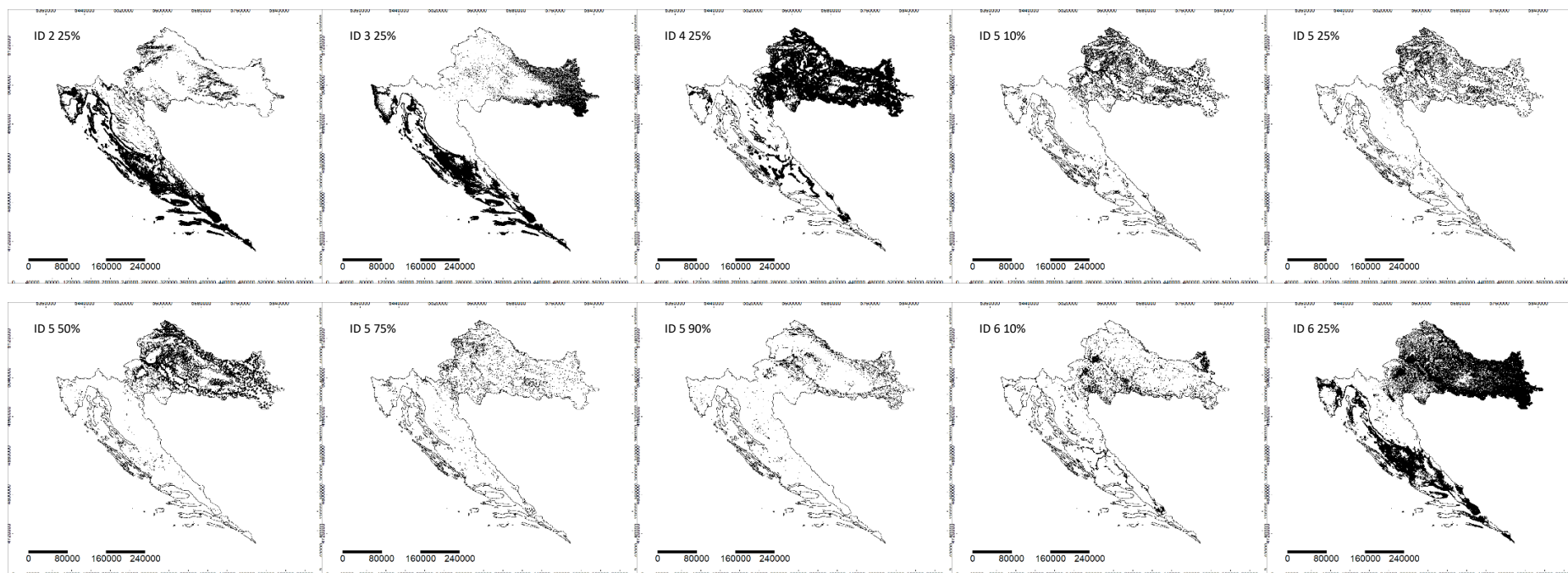
4. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Ambrosia artemisiifolia*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

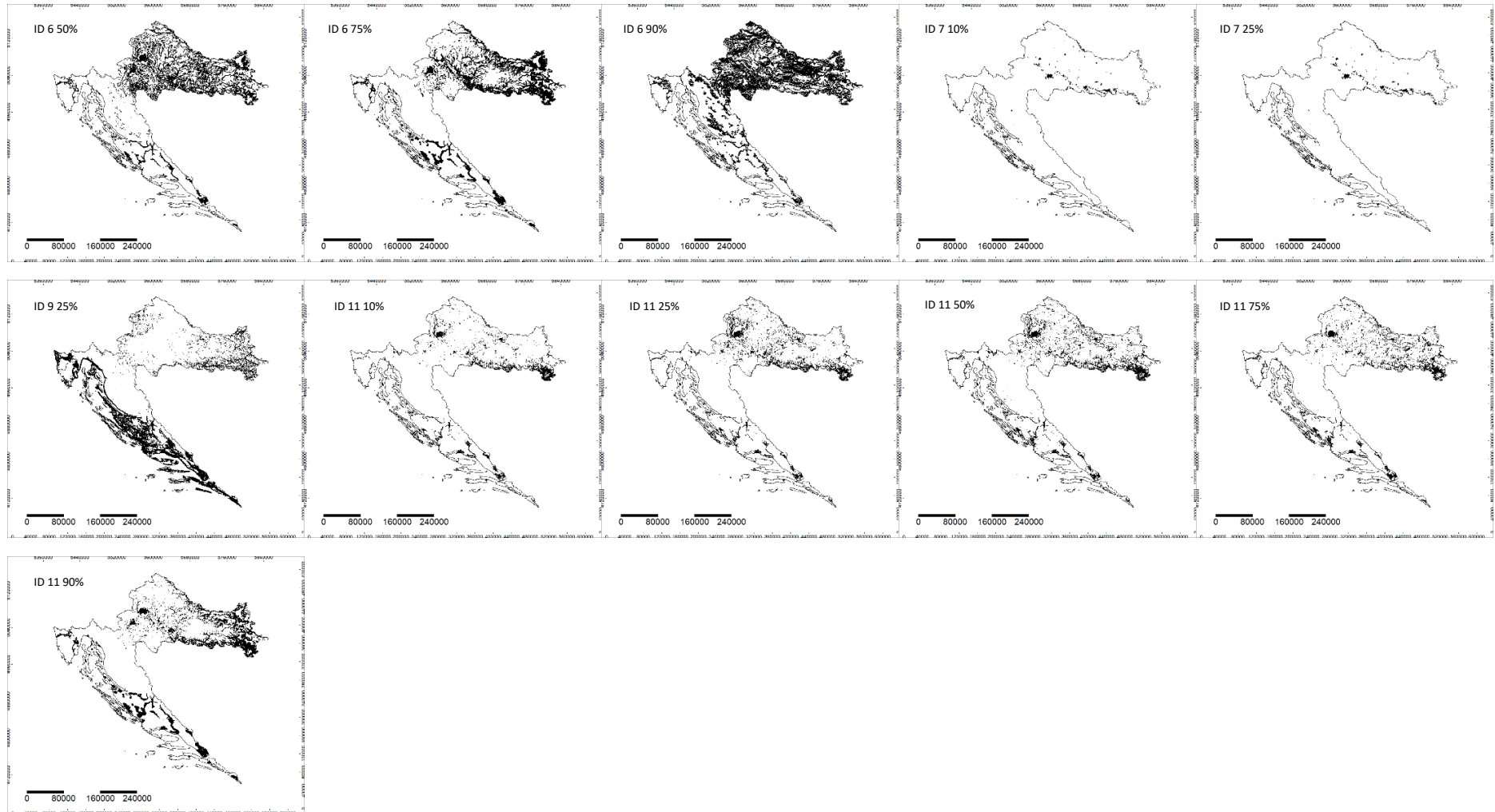




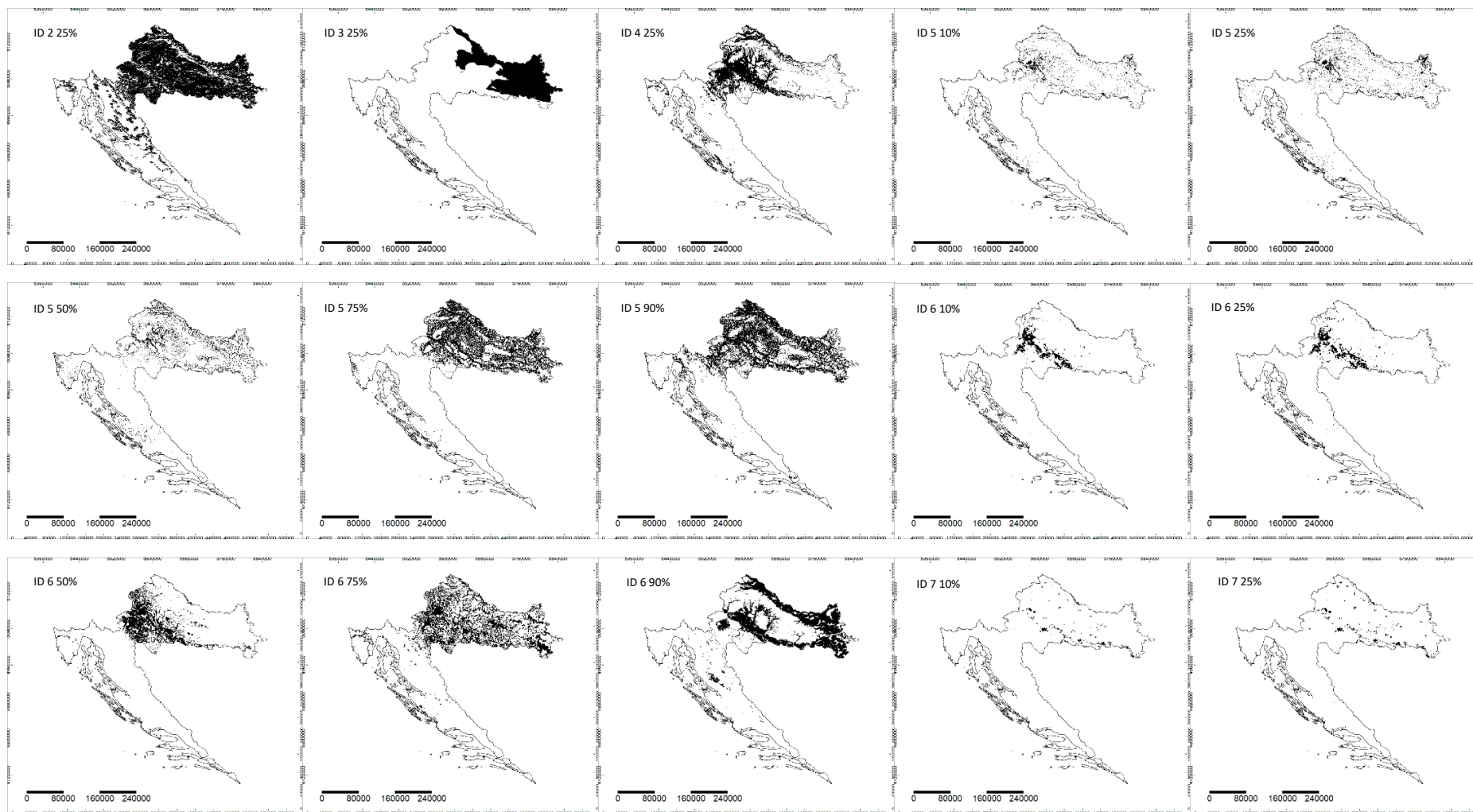


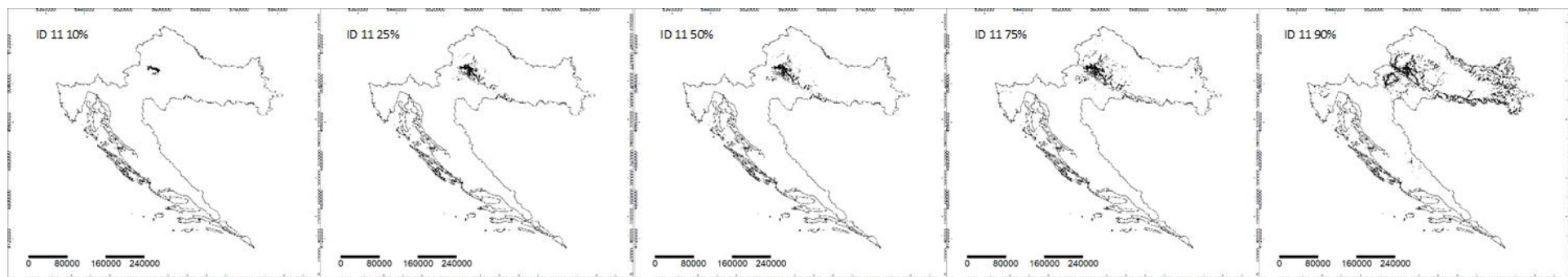
5. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Amorpha fruticosa*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



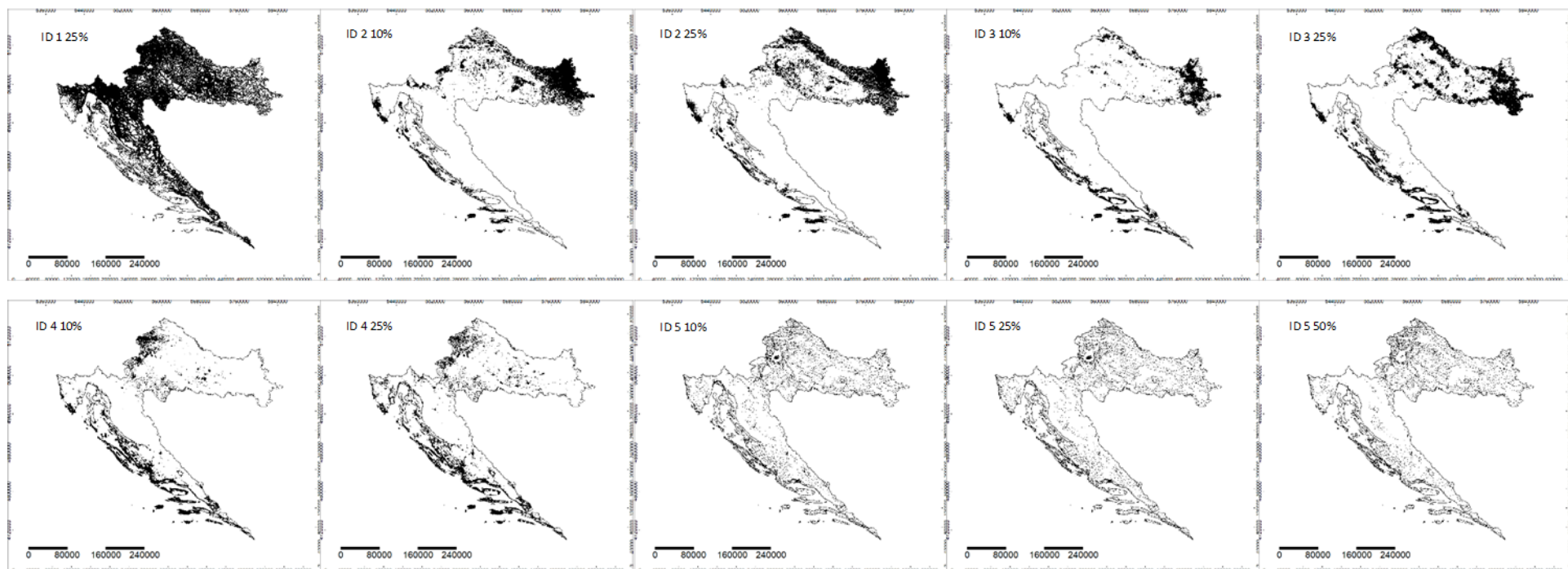


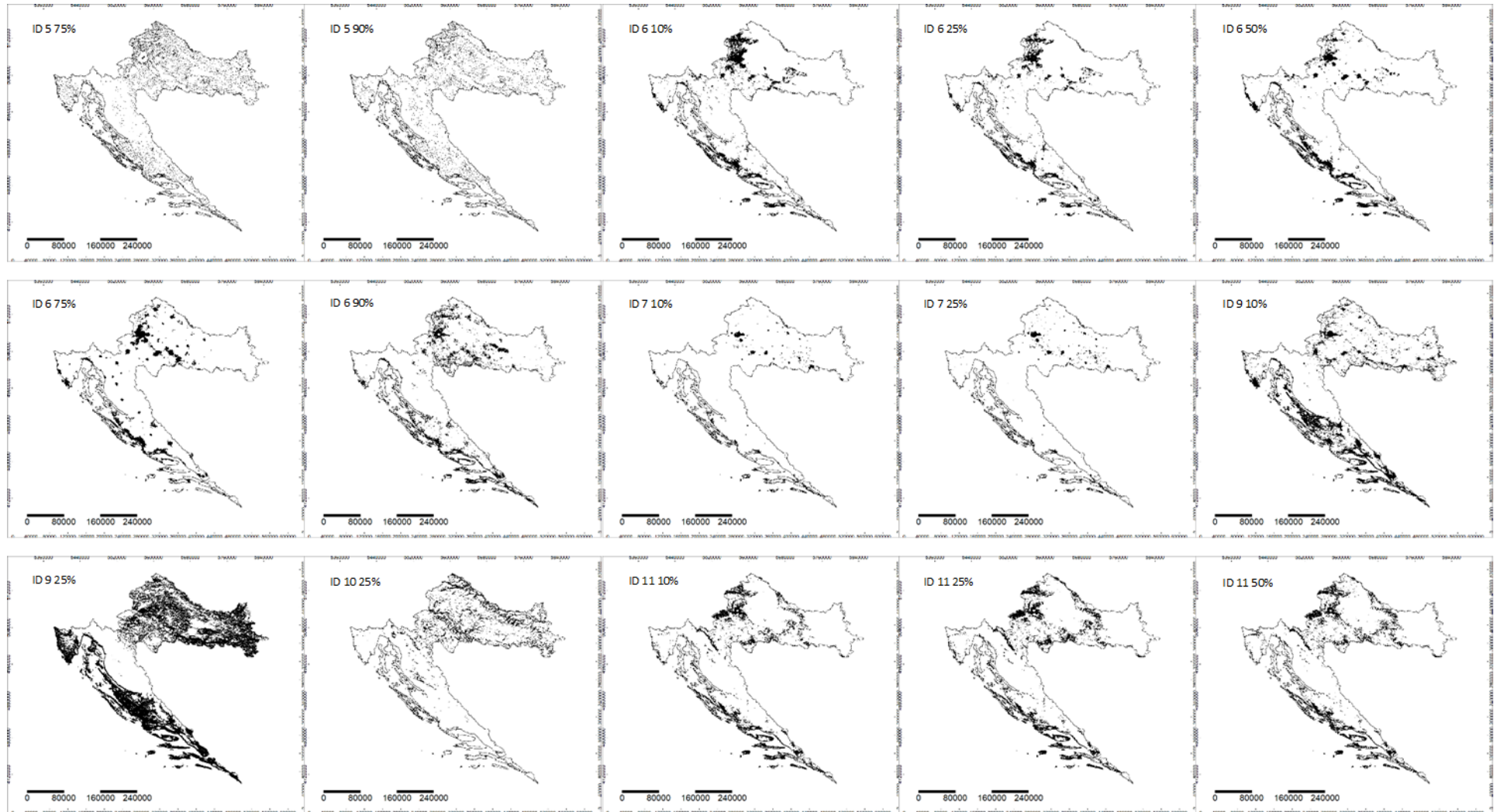
6. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Asclepias syriaca*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

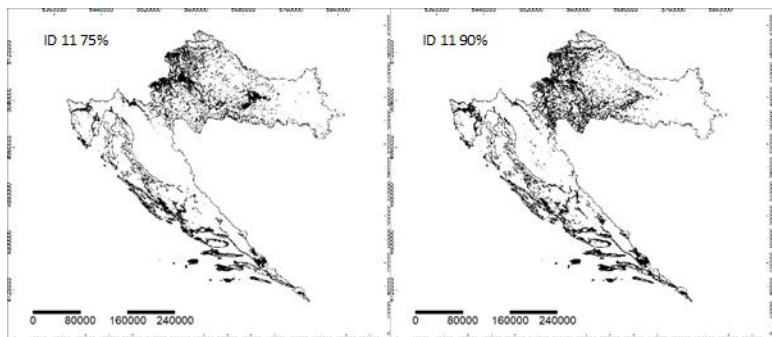




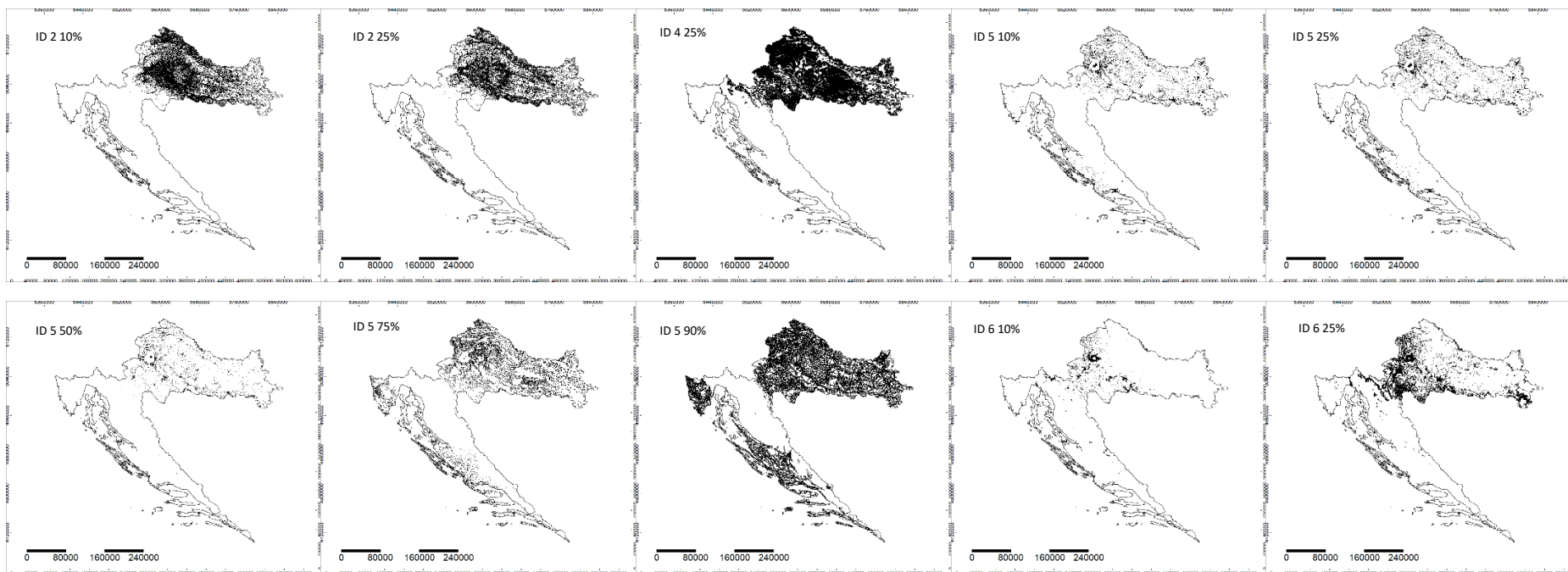
7. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Conyza canadensis*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

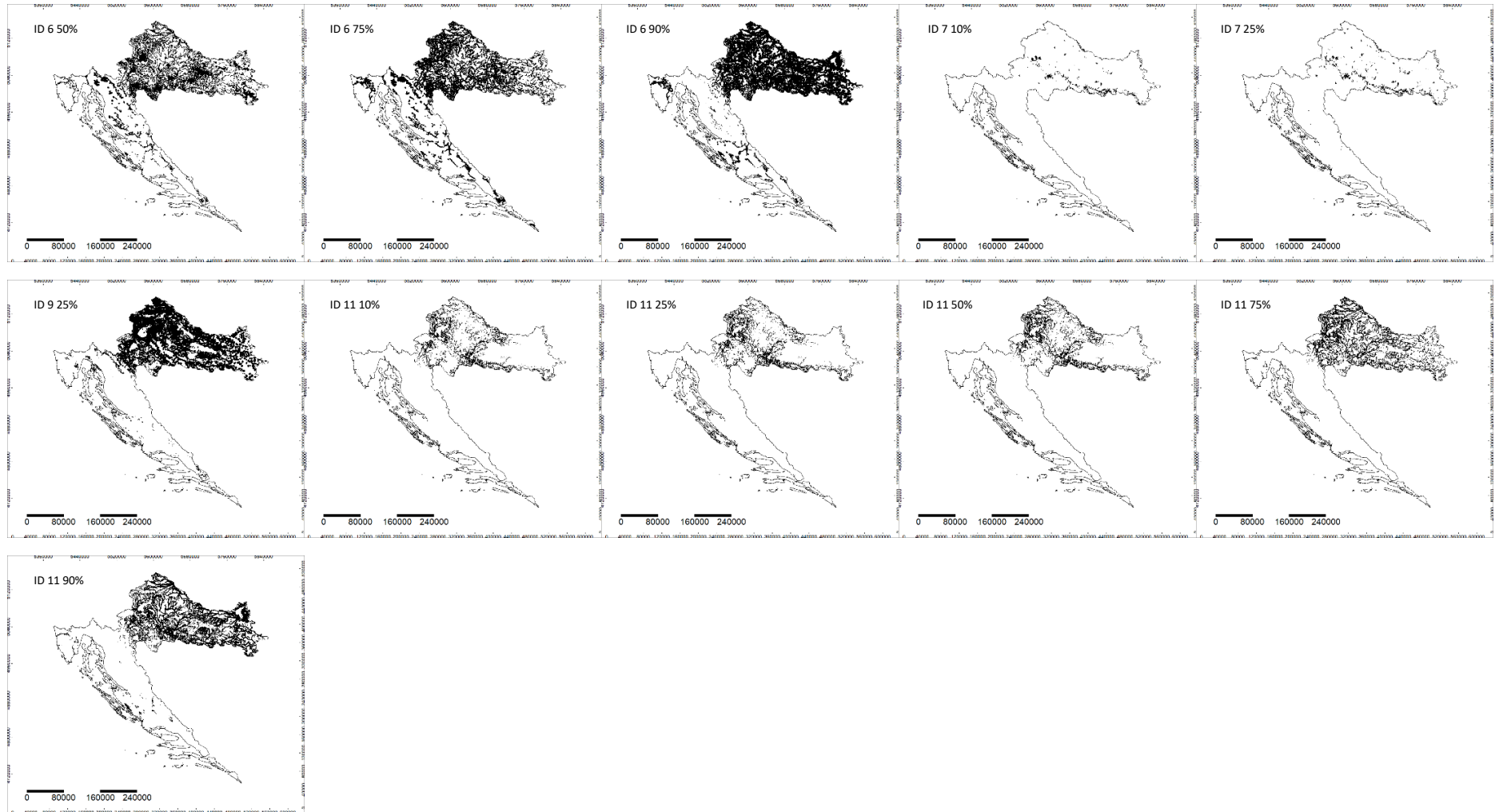




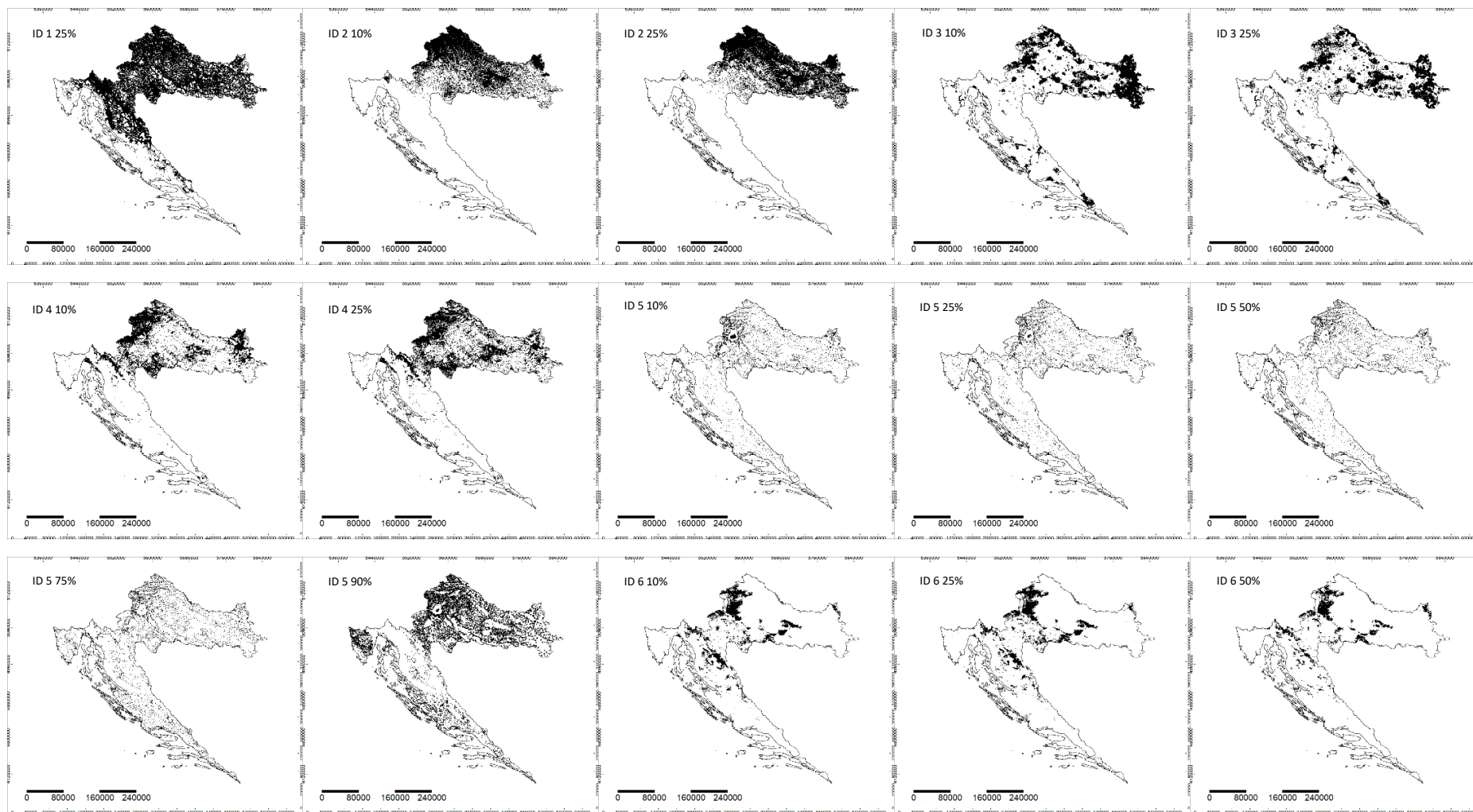


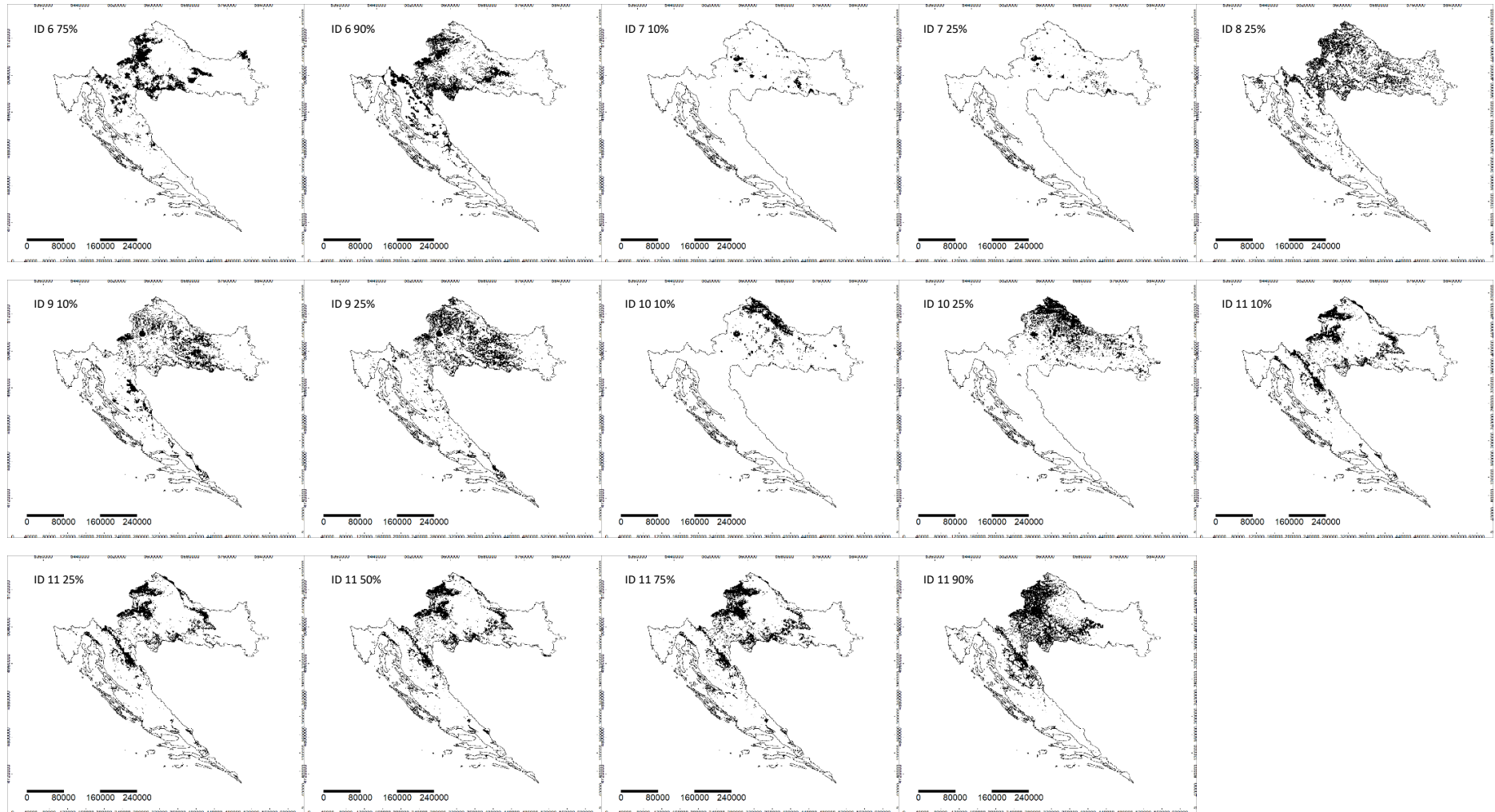
8. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Echinocystis lobata*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



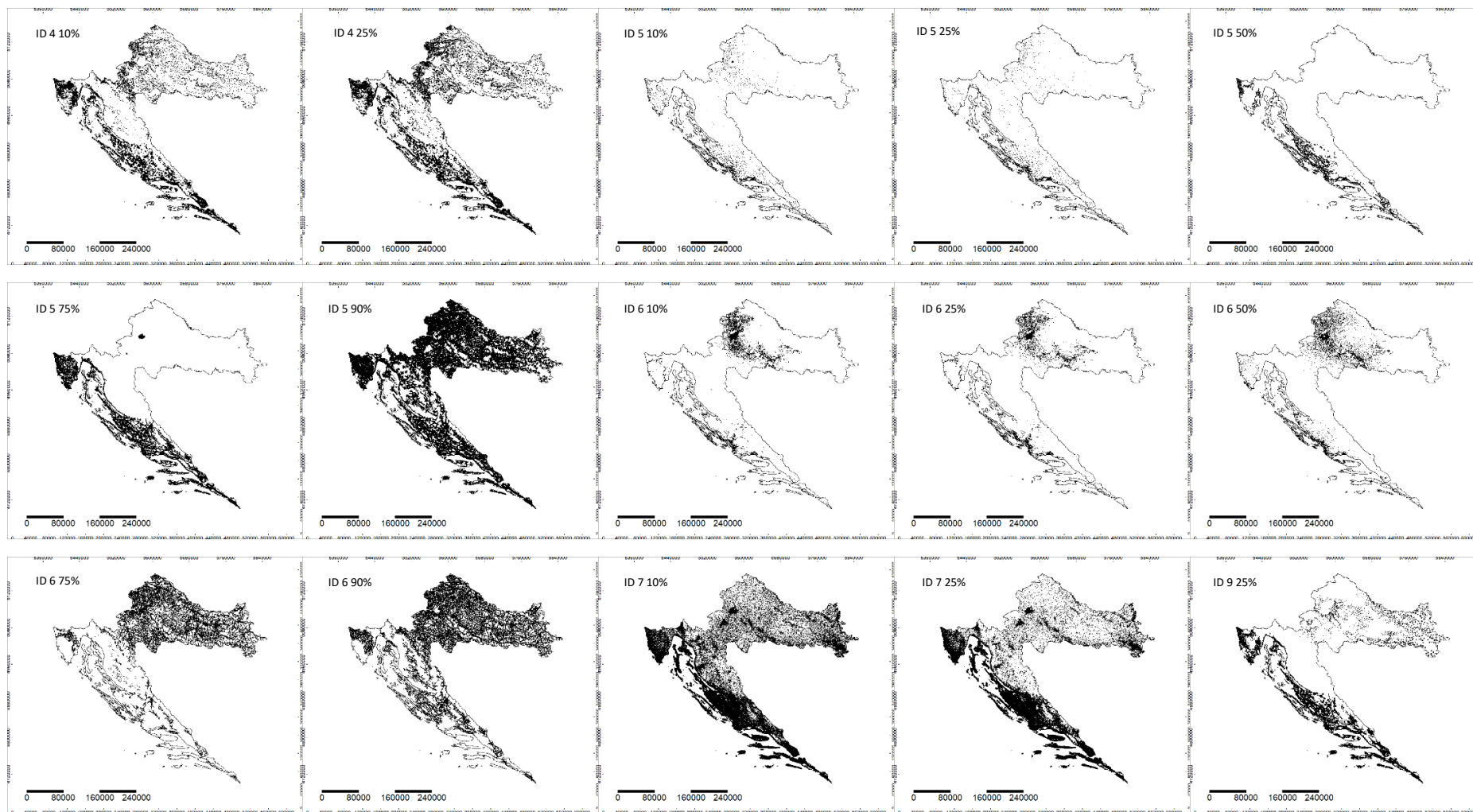


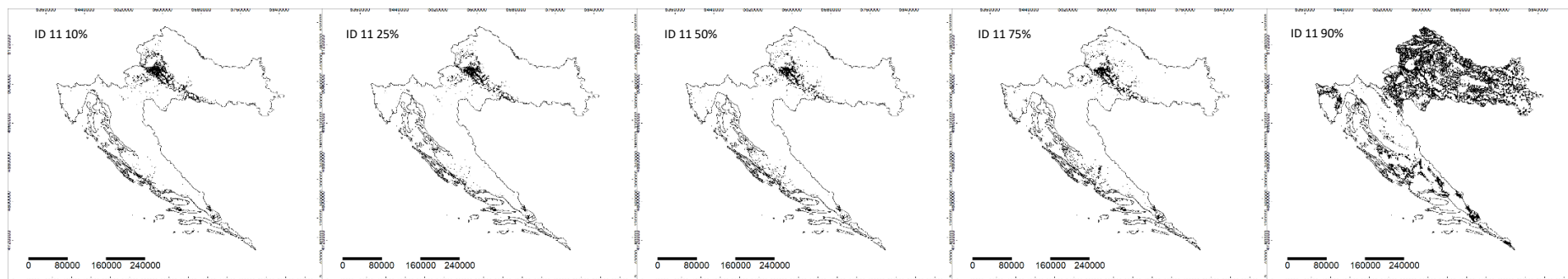
9. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Erigeron annuus*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



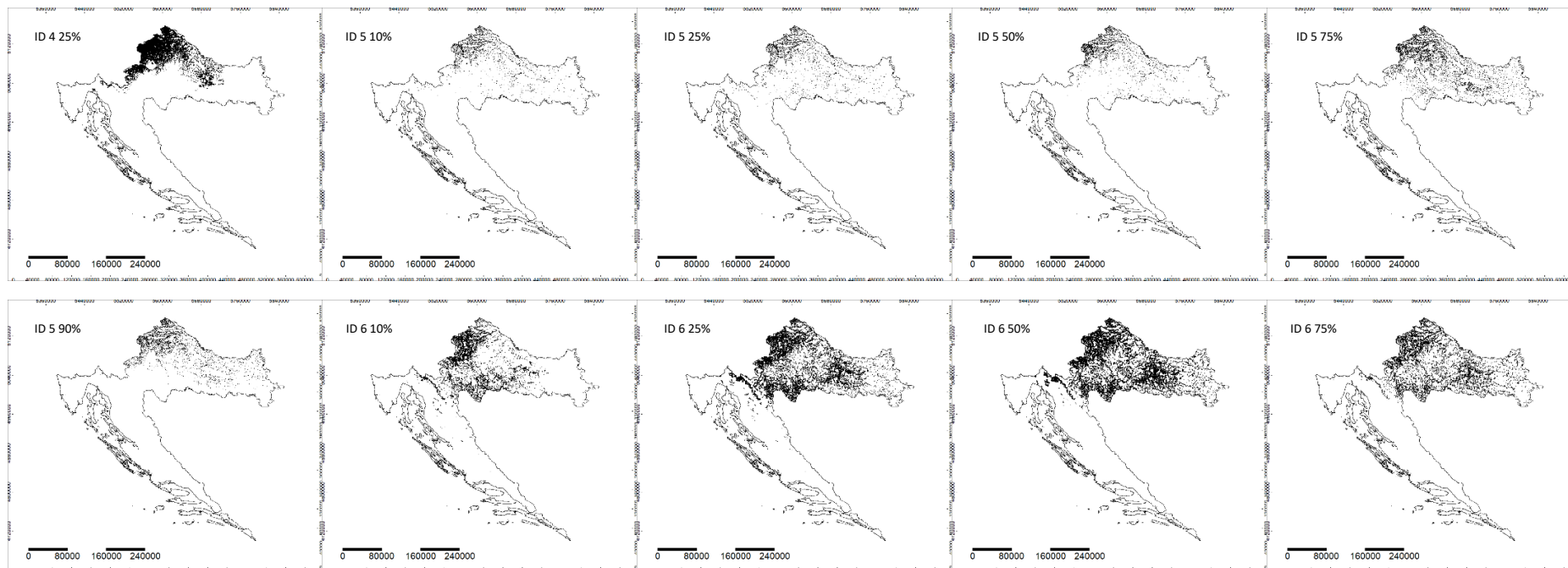


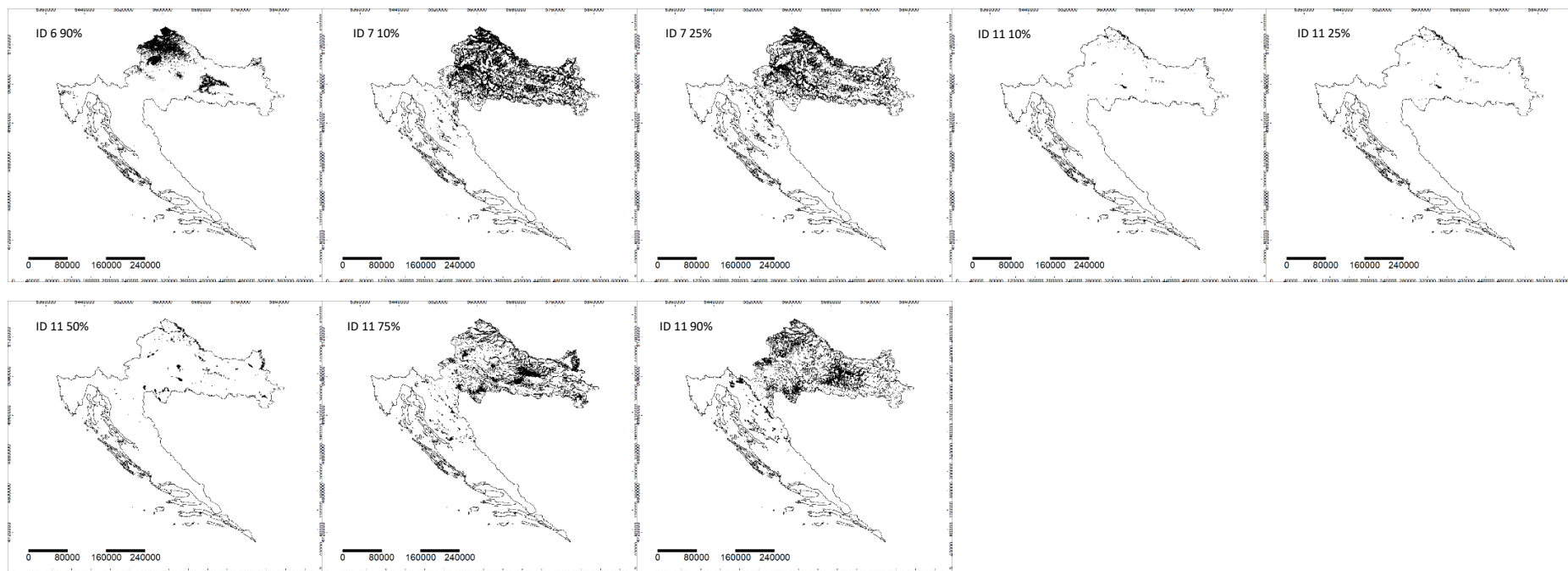
10. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Helianthus tuberosus*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



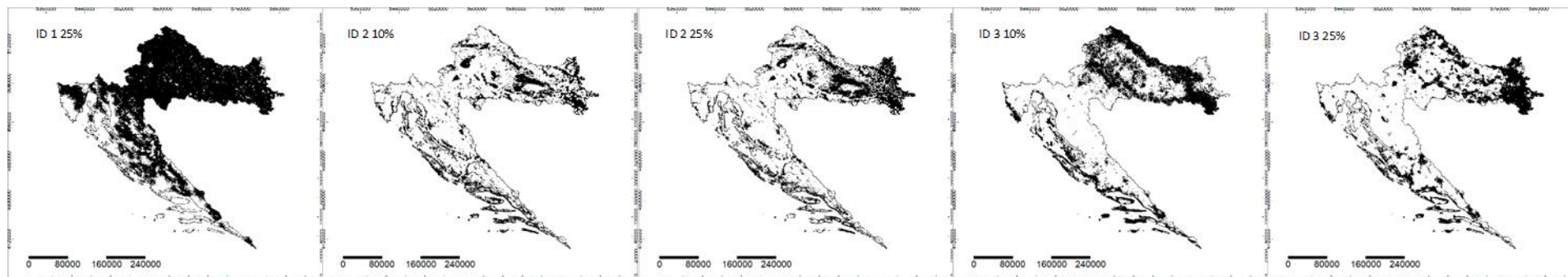


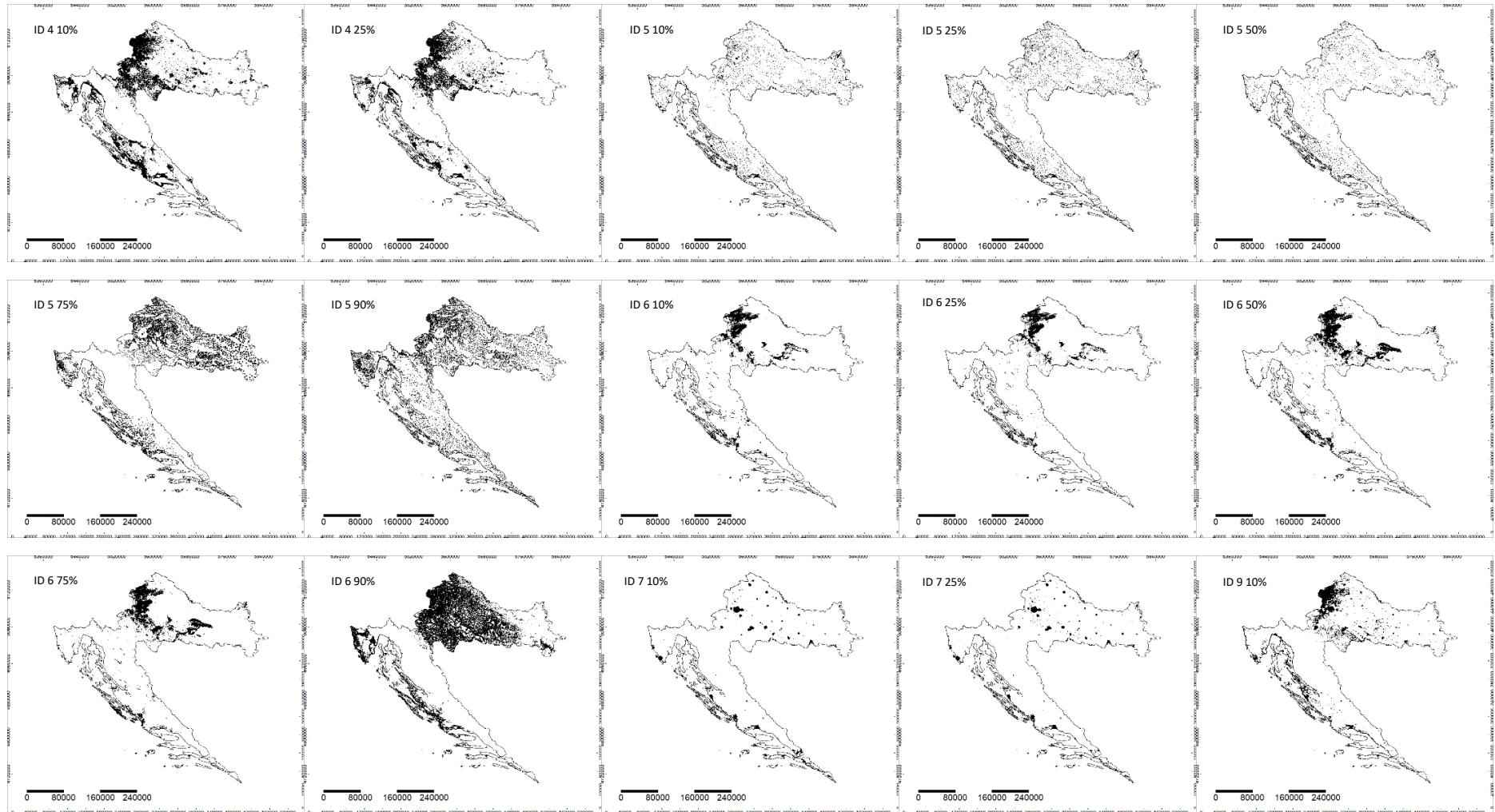
11. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Impatiens glandulifera*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

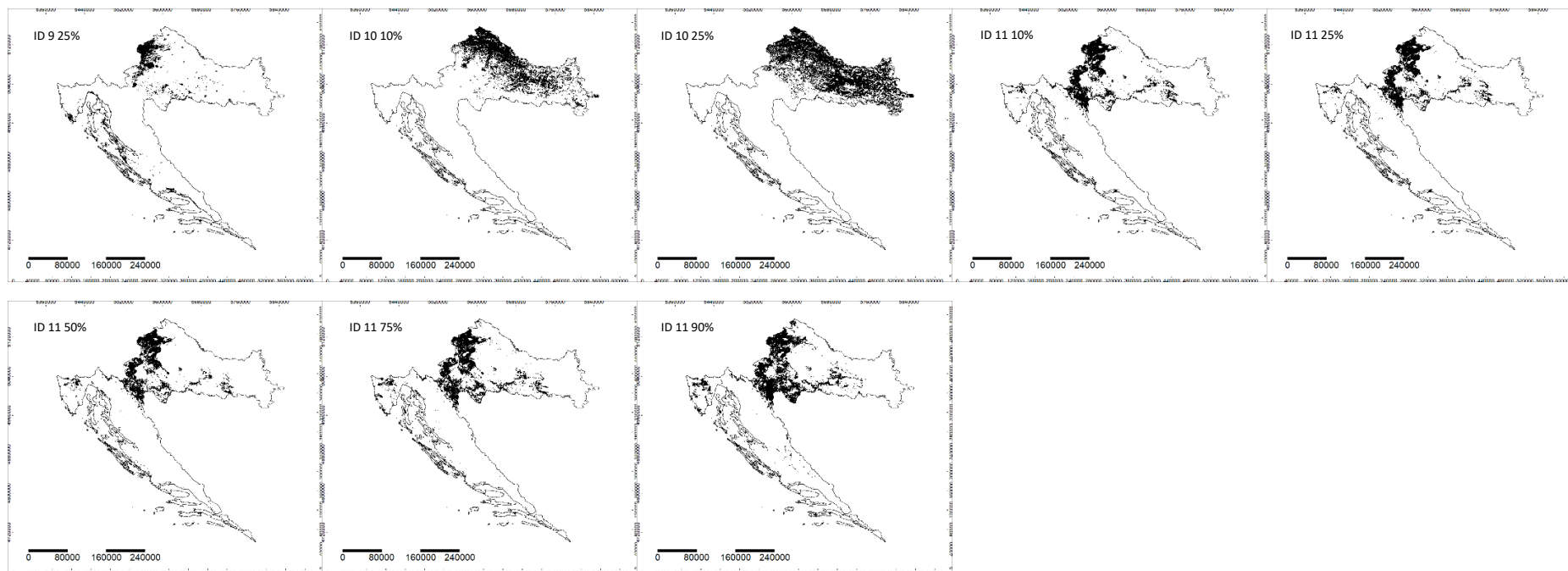




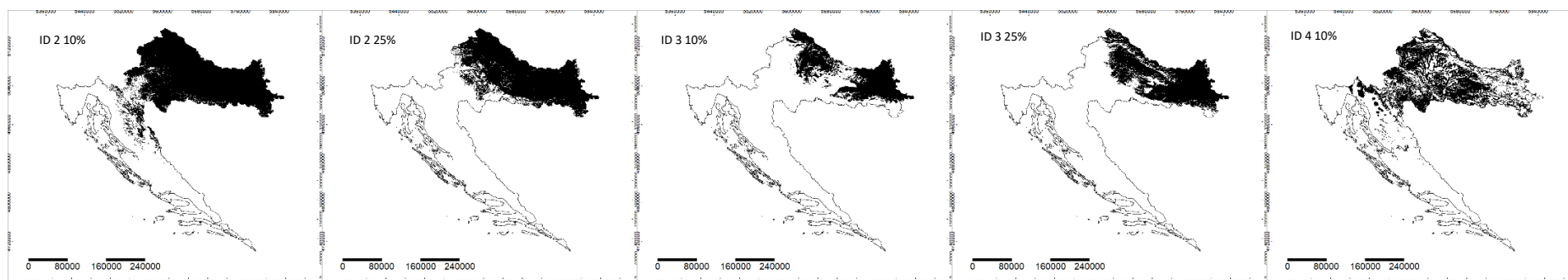
12. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Robinia pseudoacacia*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

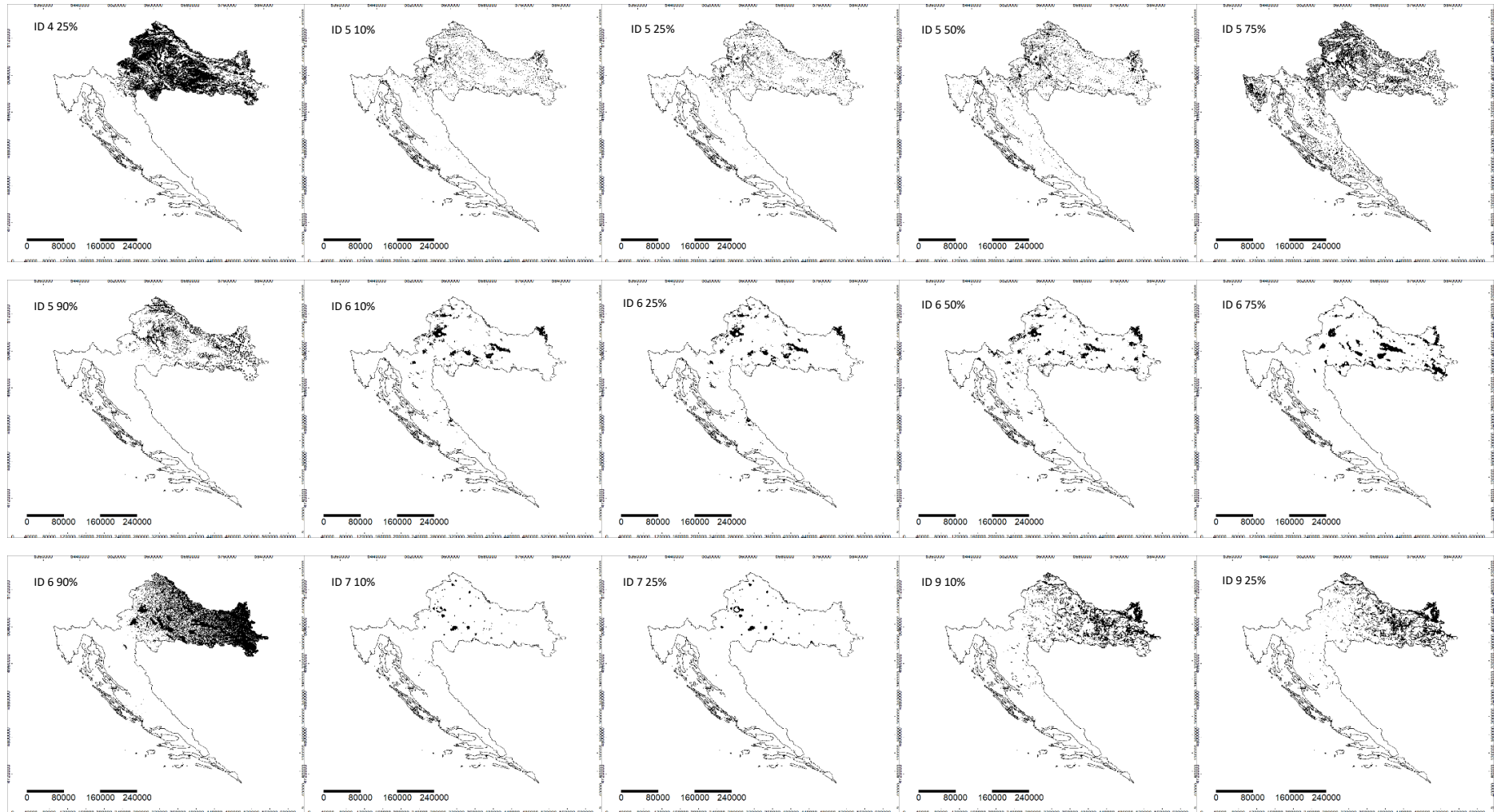


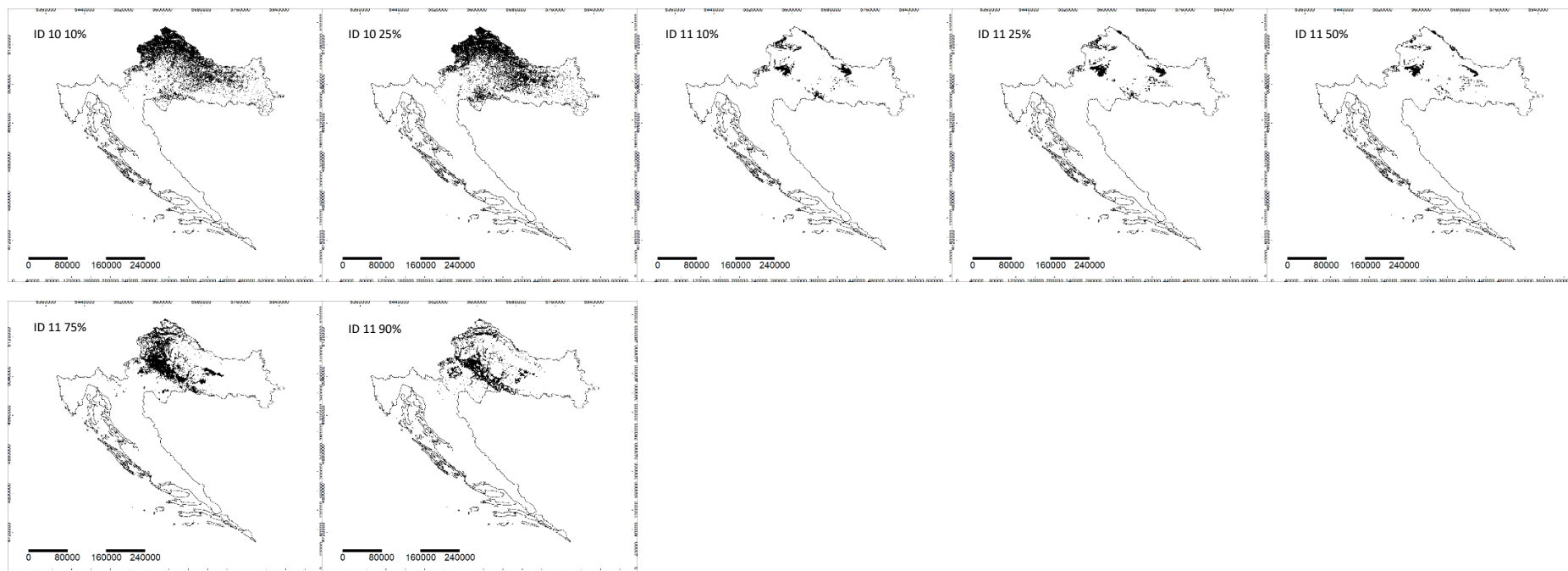




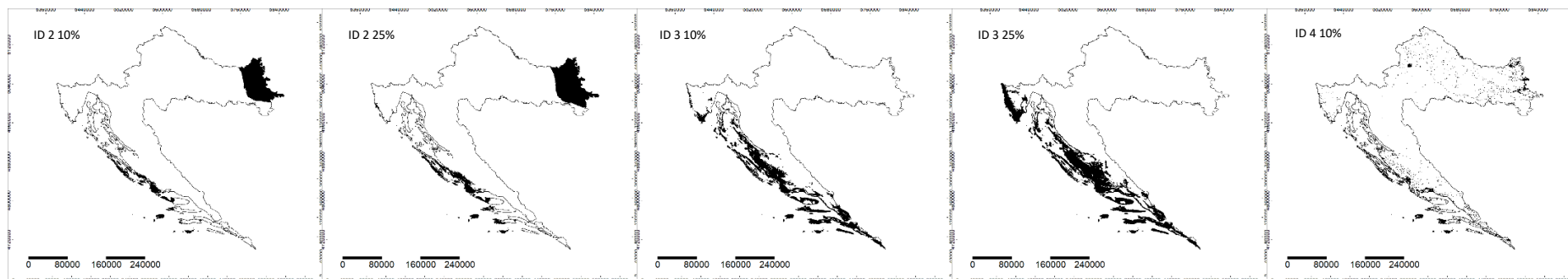
13. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Solidago gigantea*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

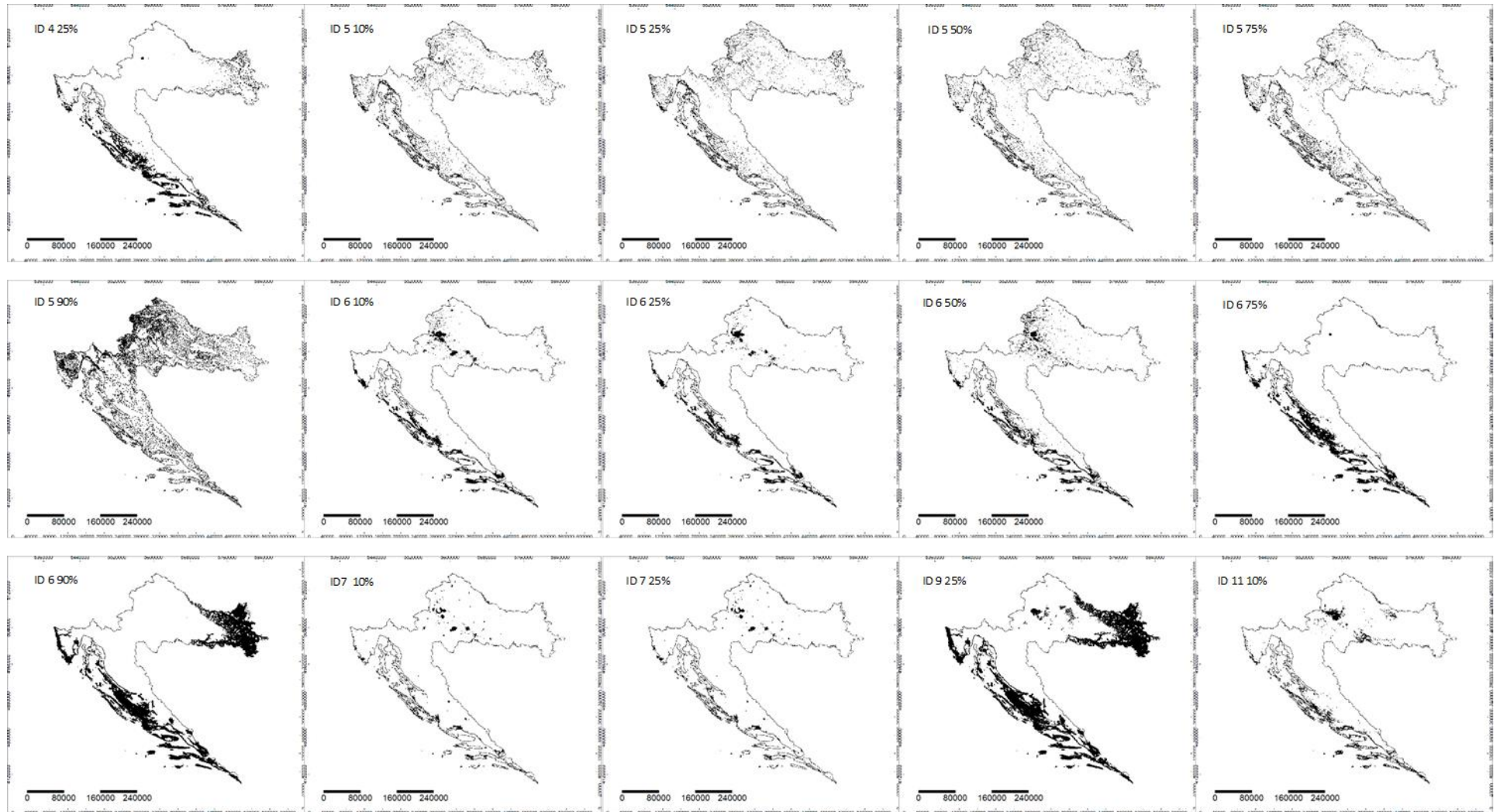


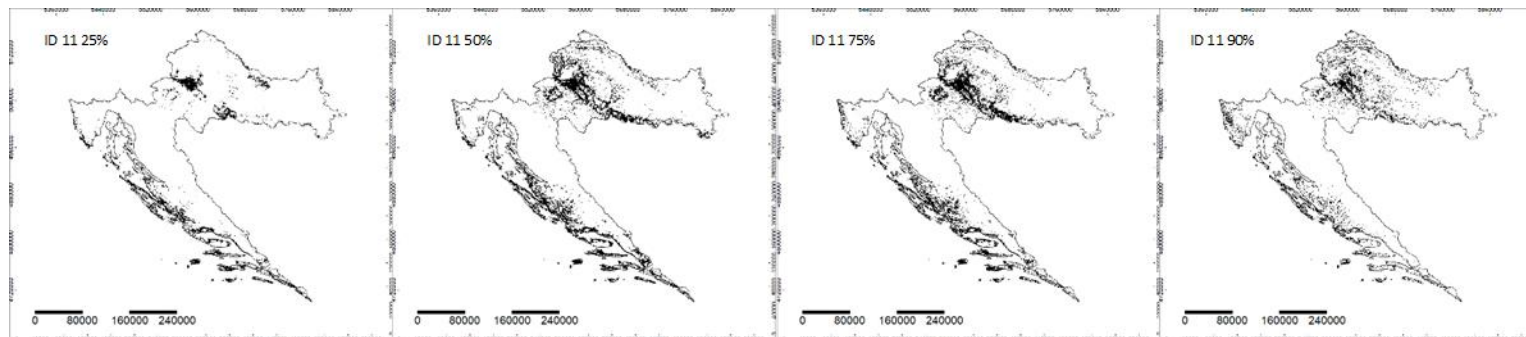




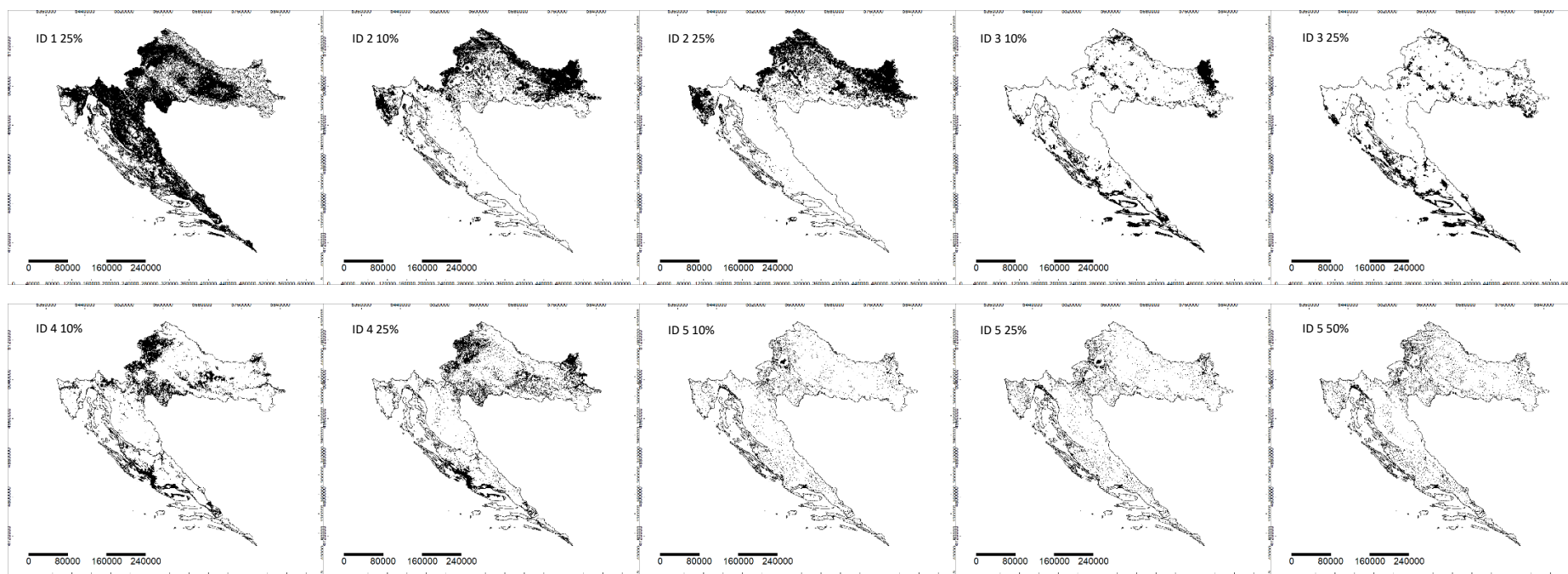
14. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Sorghum halepense*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

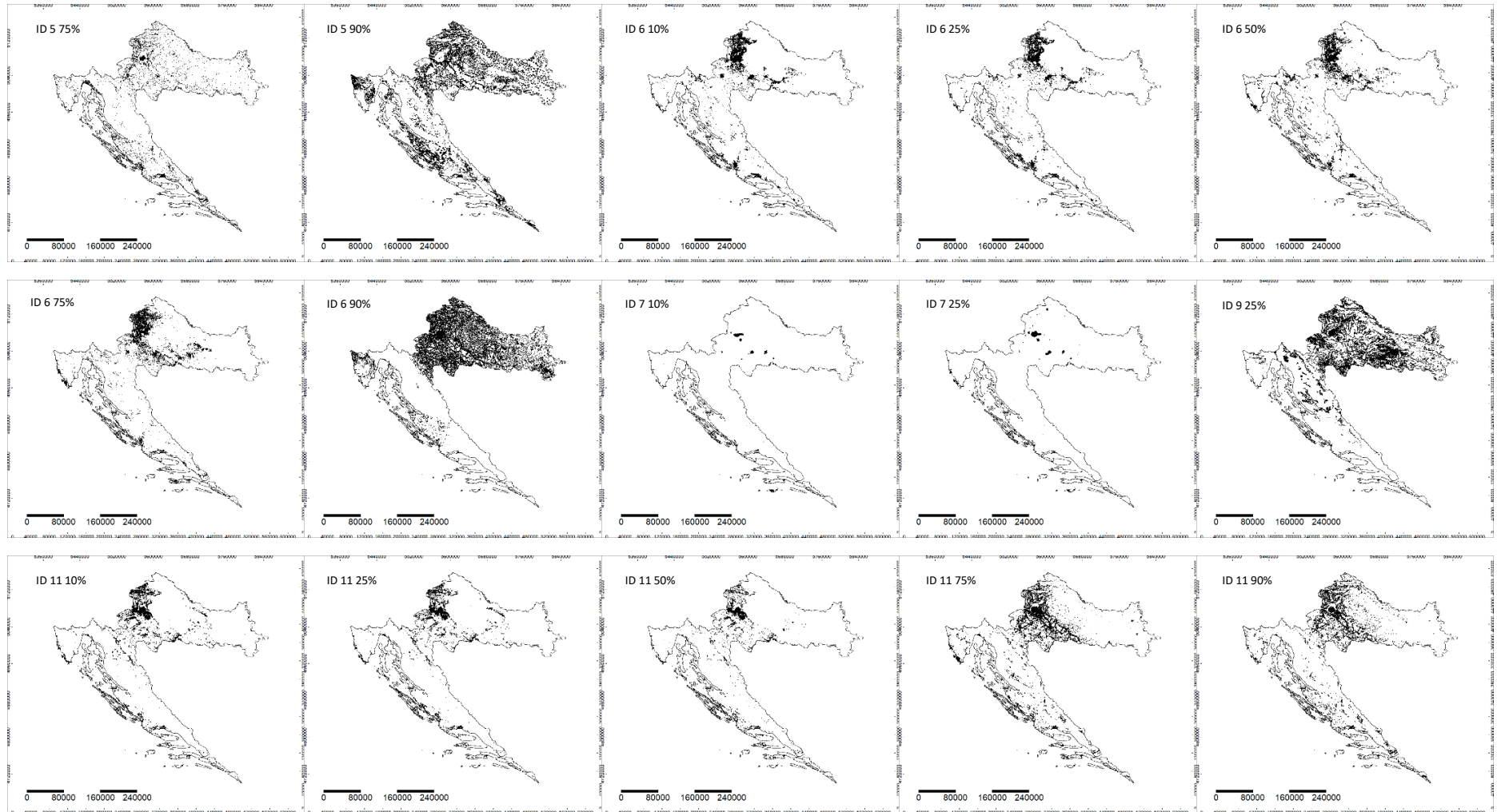






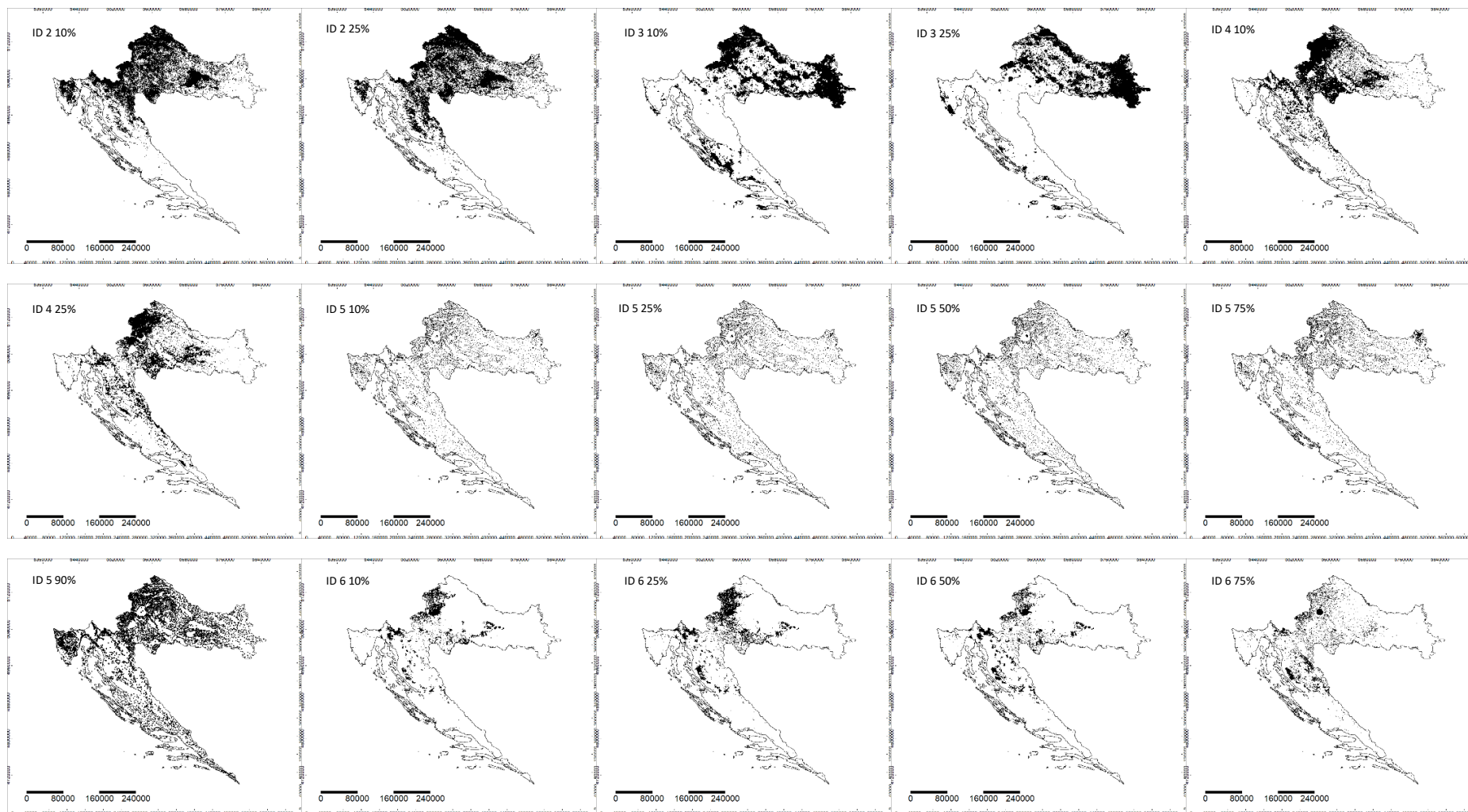
15. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Veronica persica*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

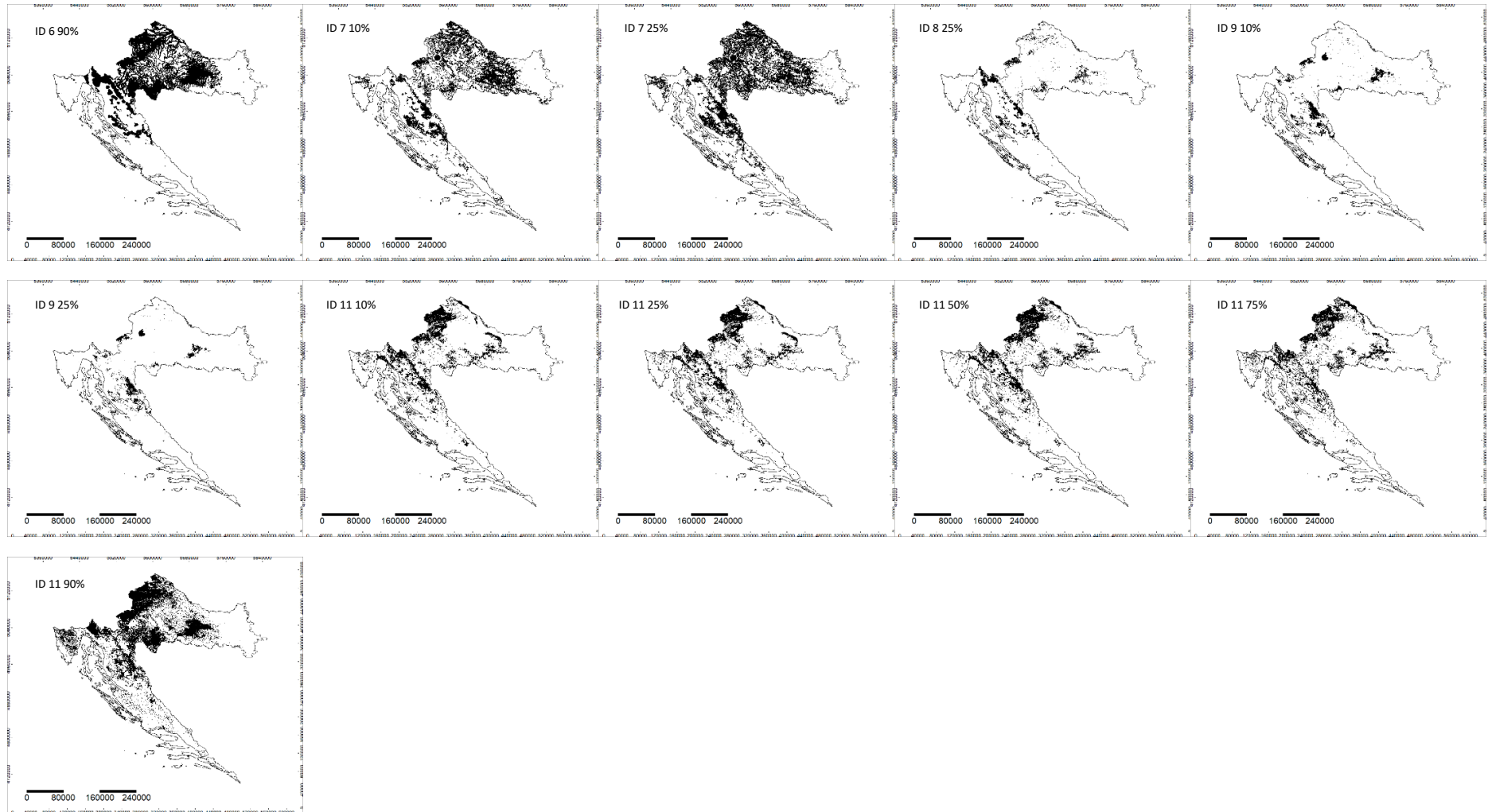




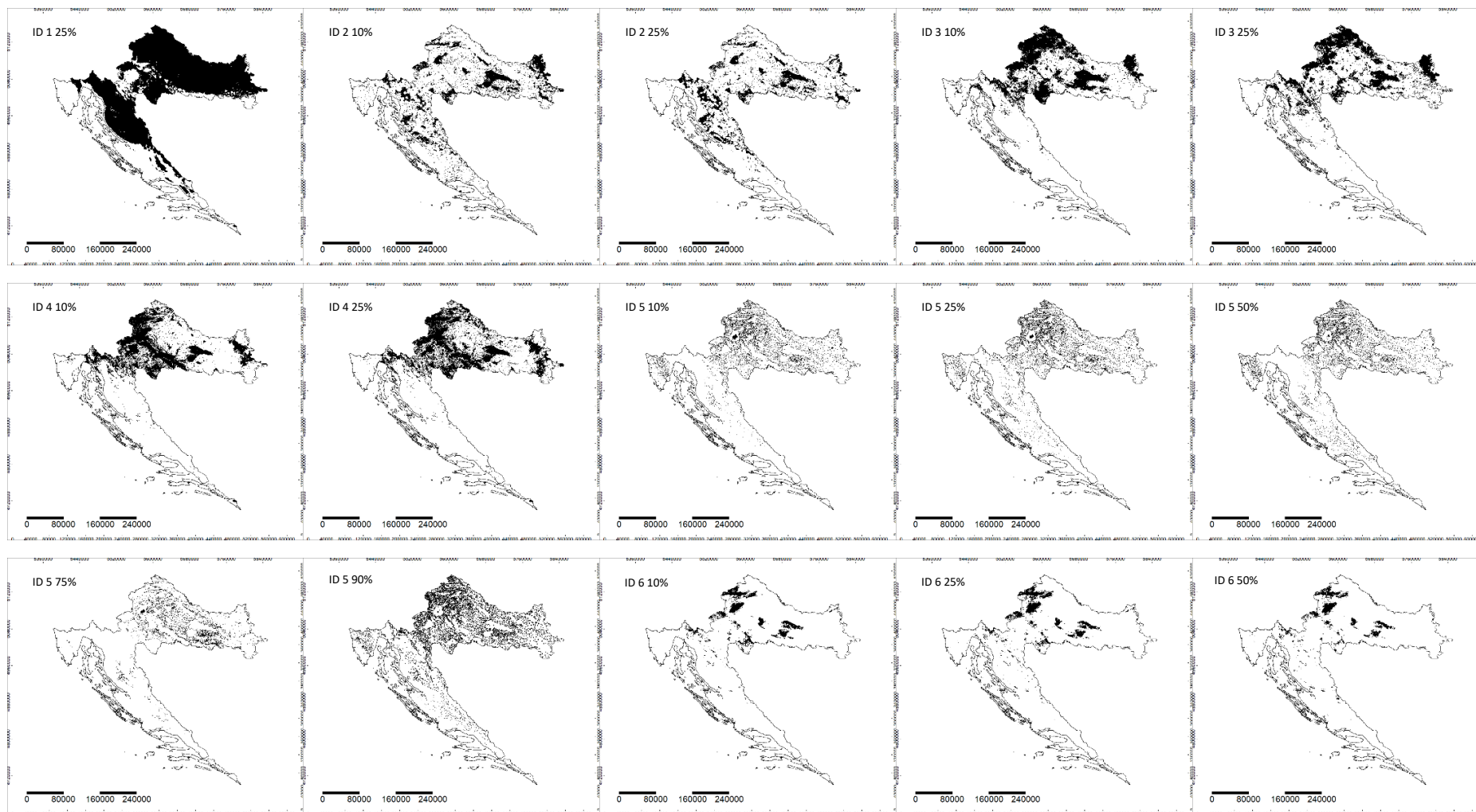
PRILOG 4 Karte povoljnosti staništa autohtonih vrsta, 300-metarska prostorna razlučivost

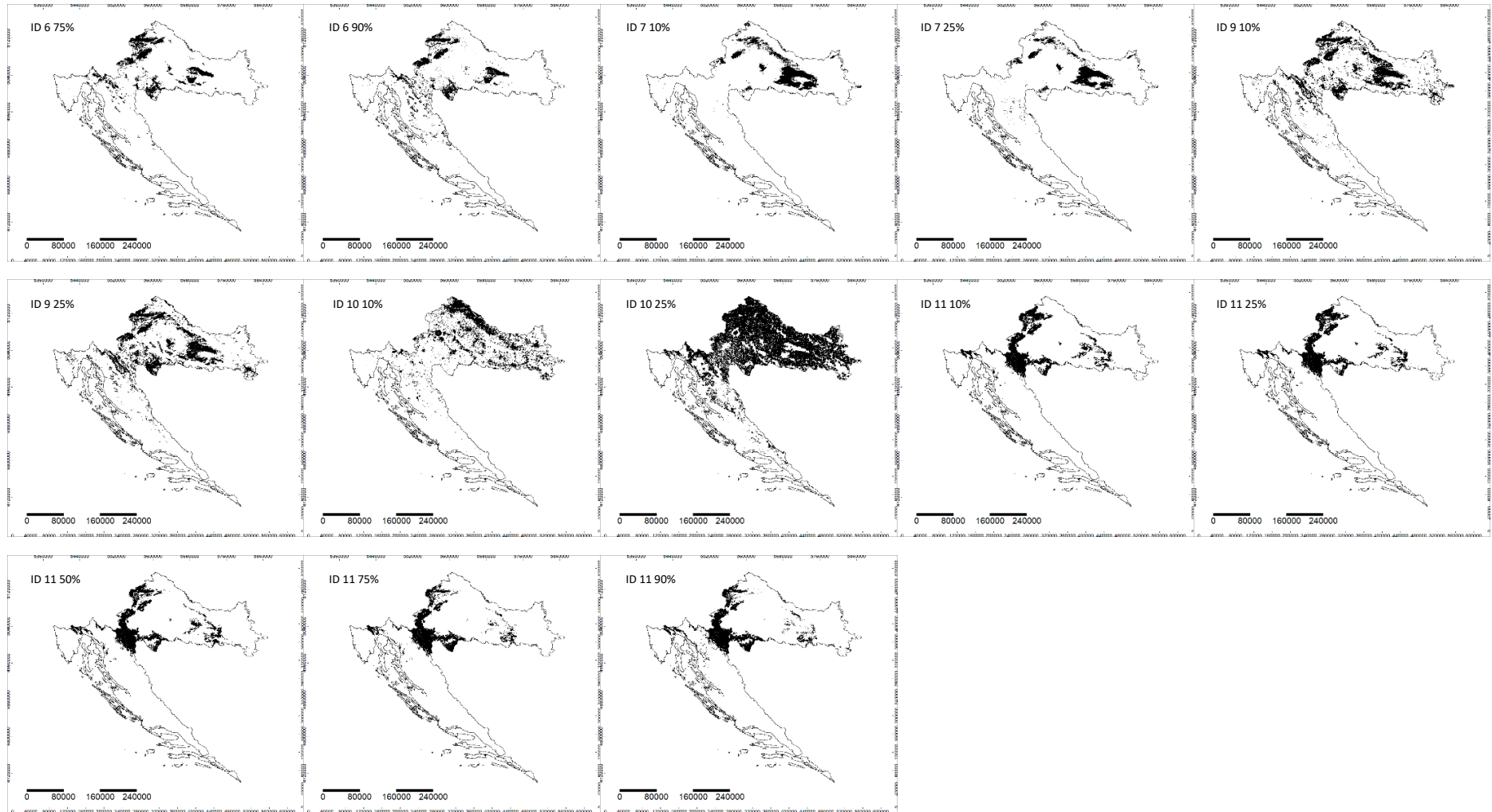
1. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Arrhenatherum elatius*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



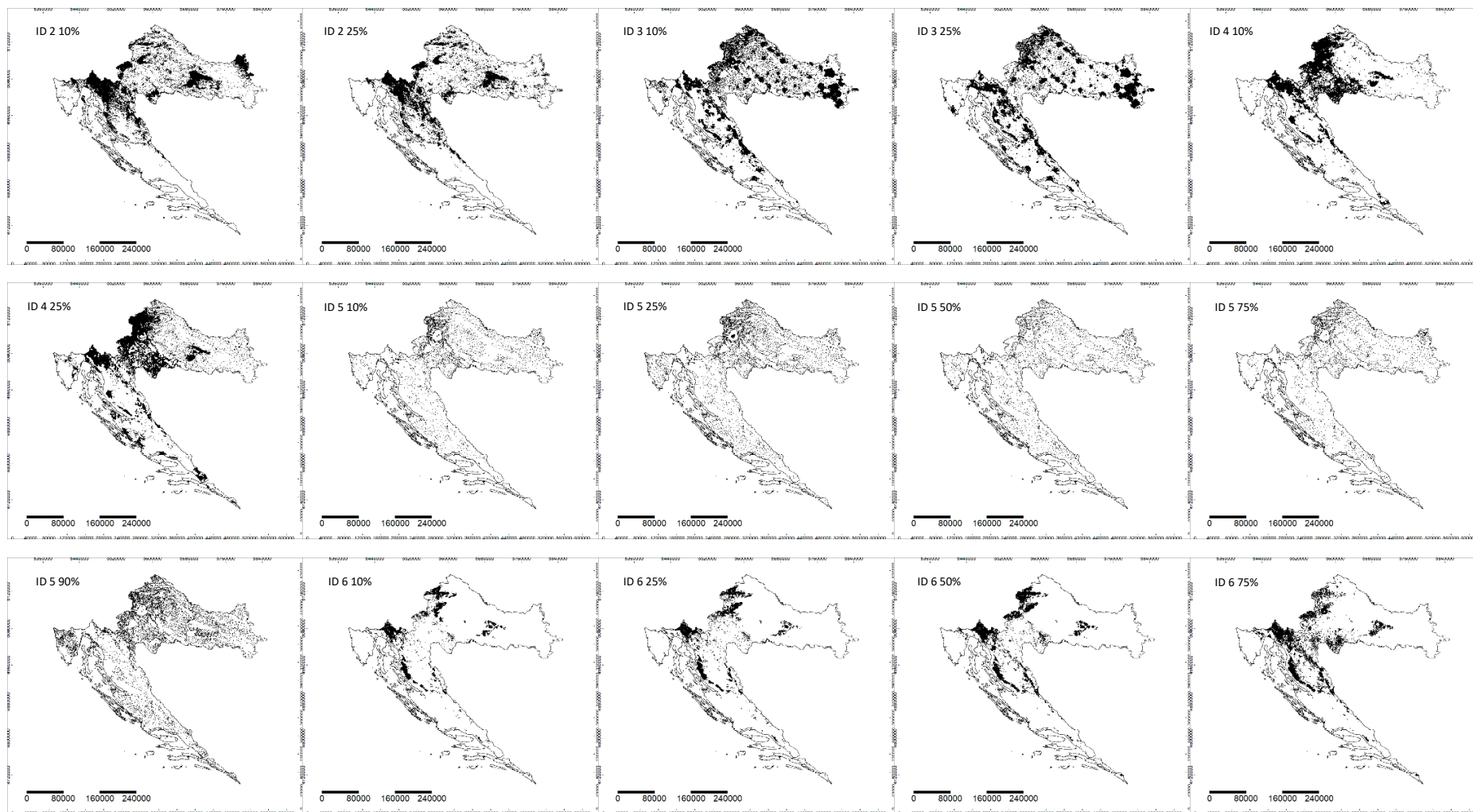


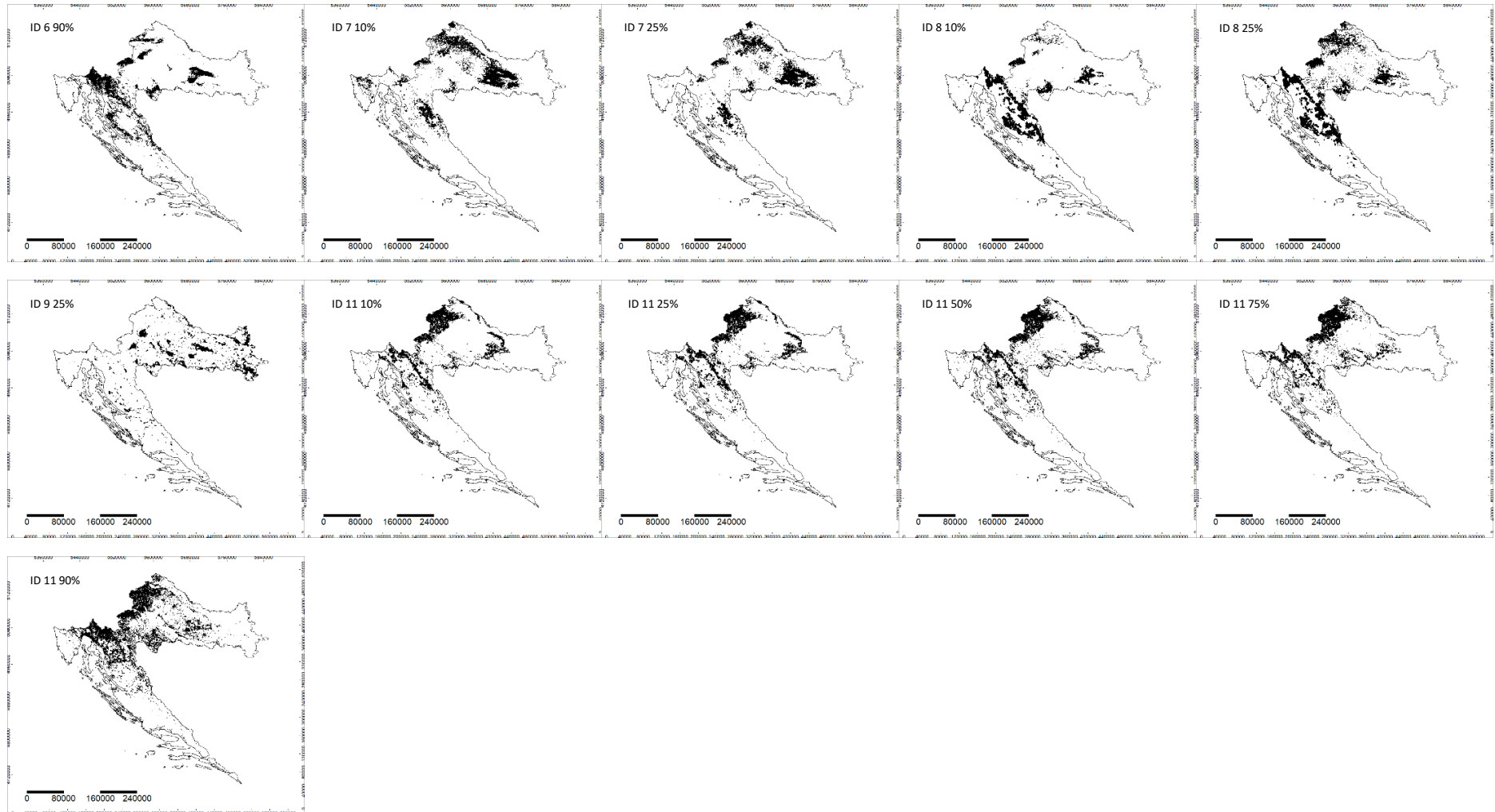
2. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Carpinus betulus*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



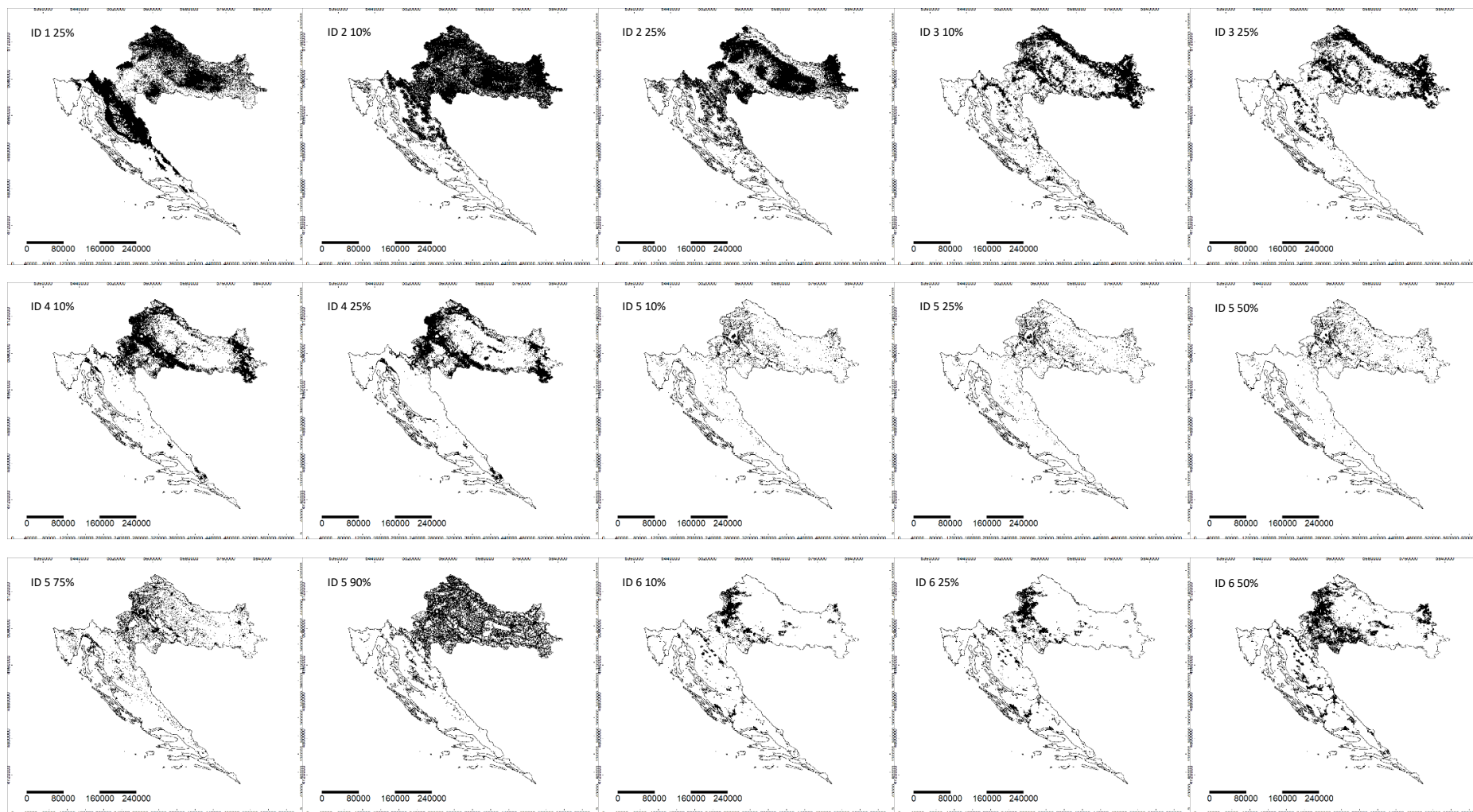


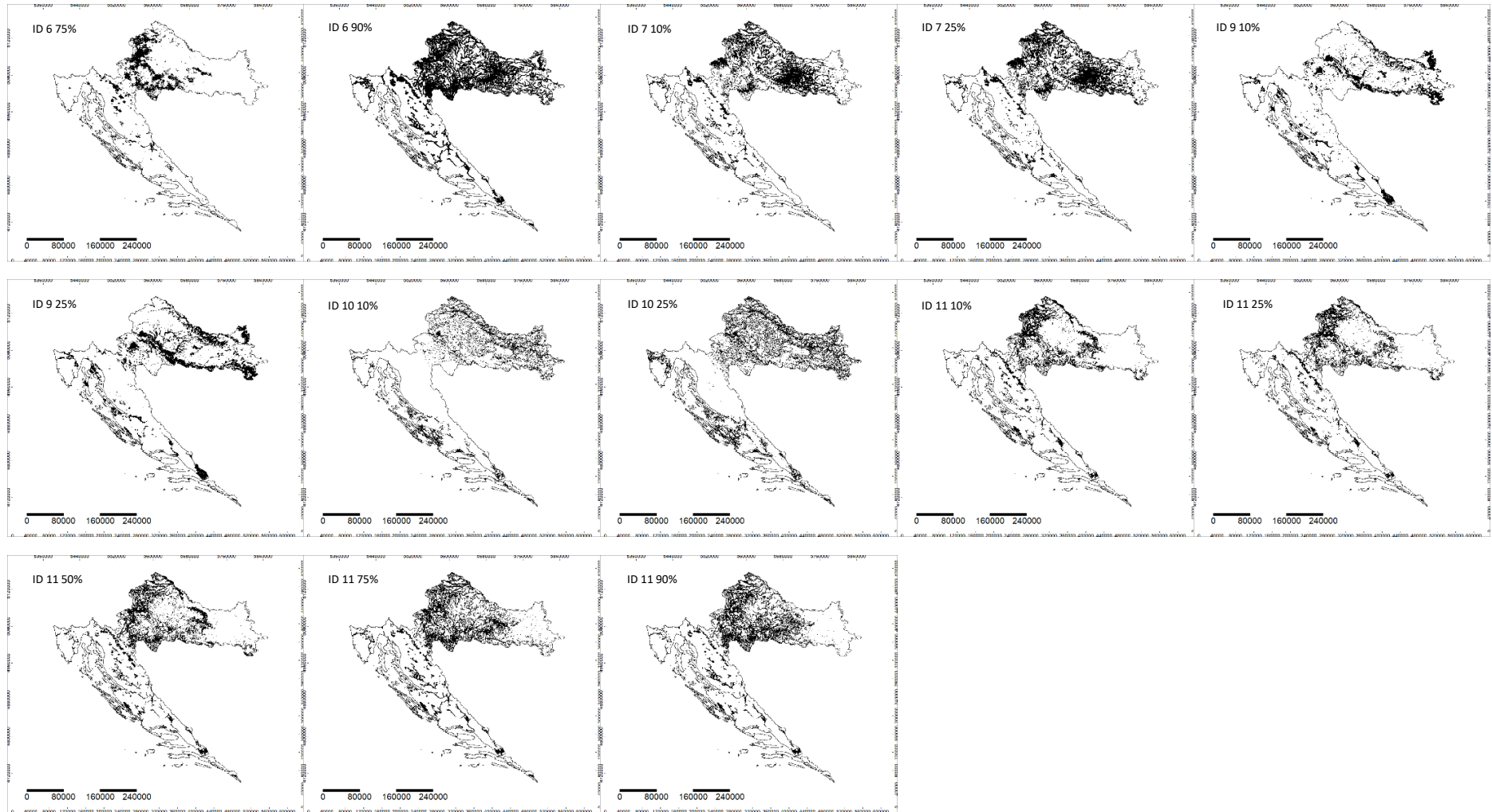
3. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Leucanthemum vulgare*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



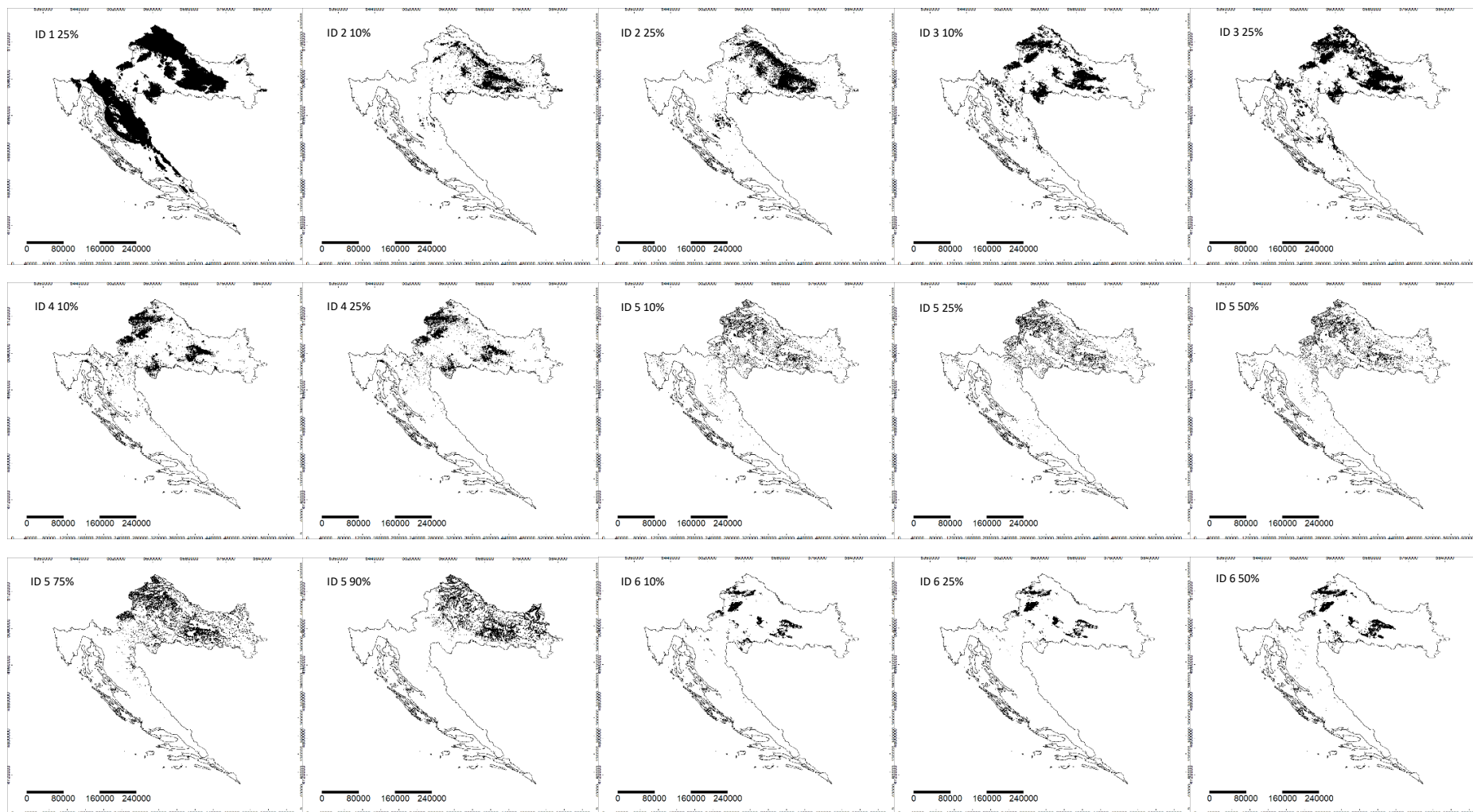


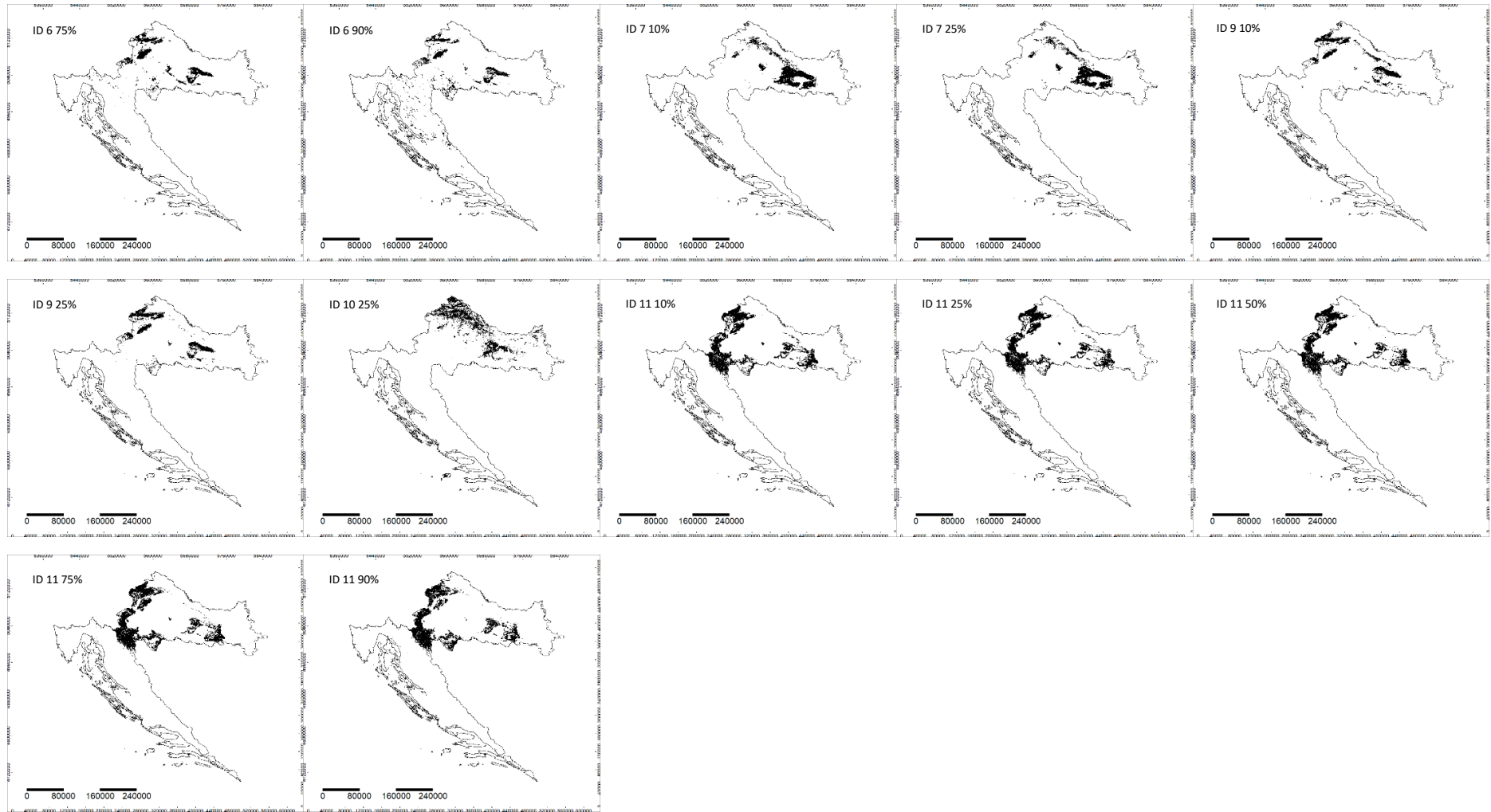
4. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Lythrum salicaria*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste





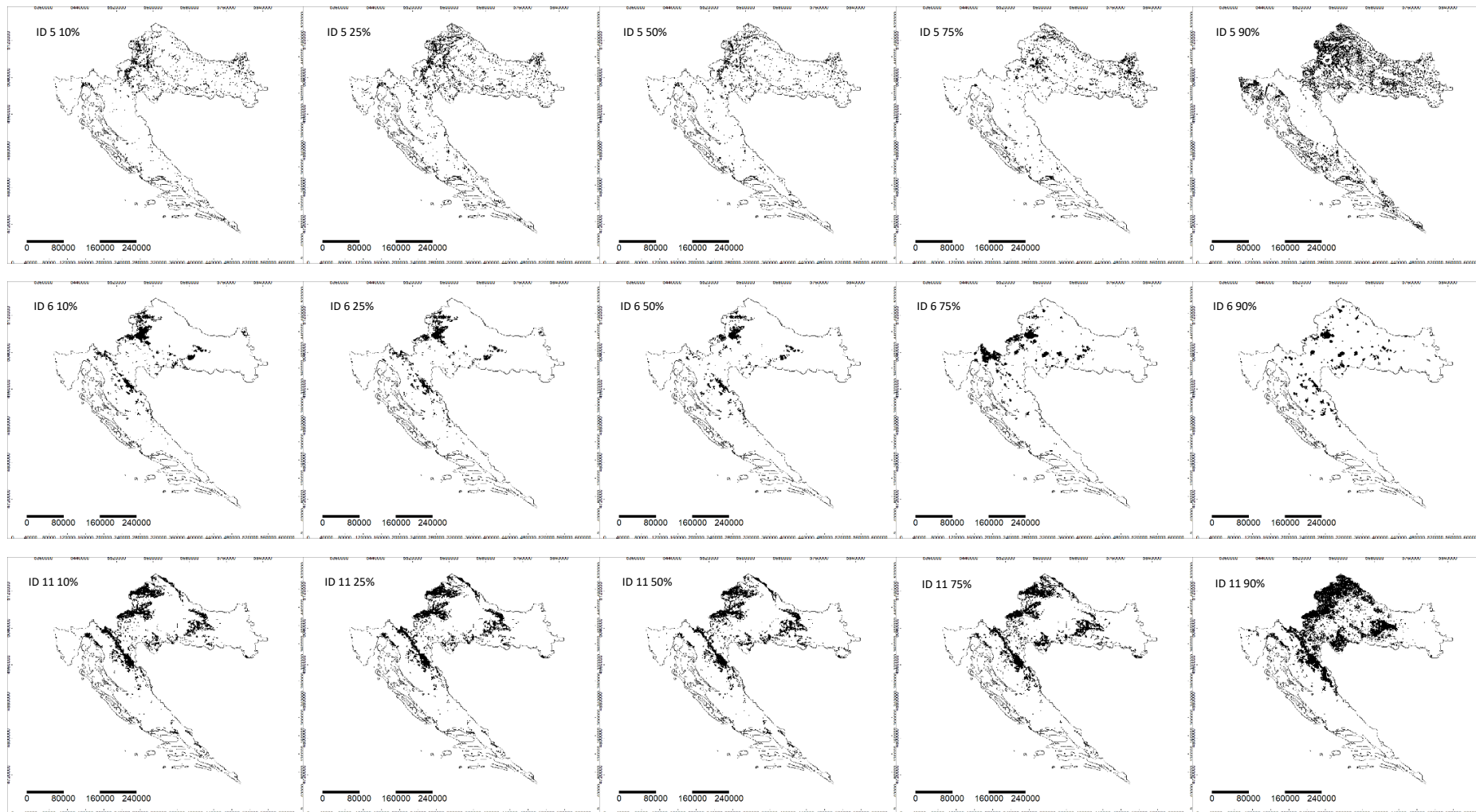
5. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Quercus petraea*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



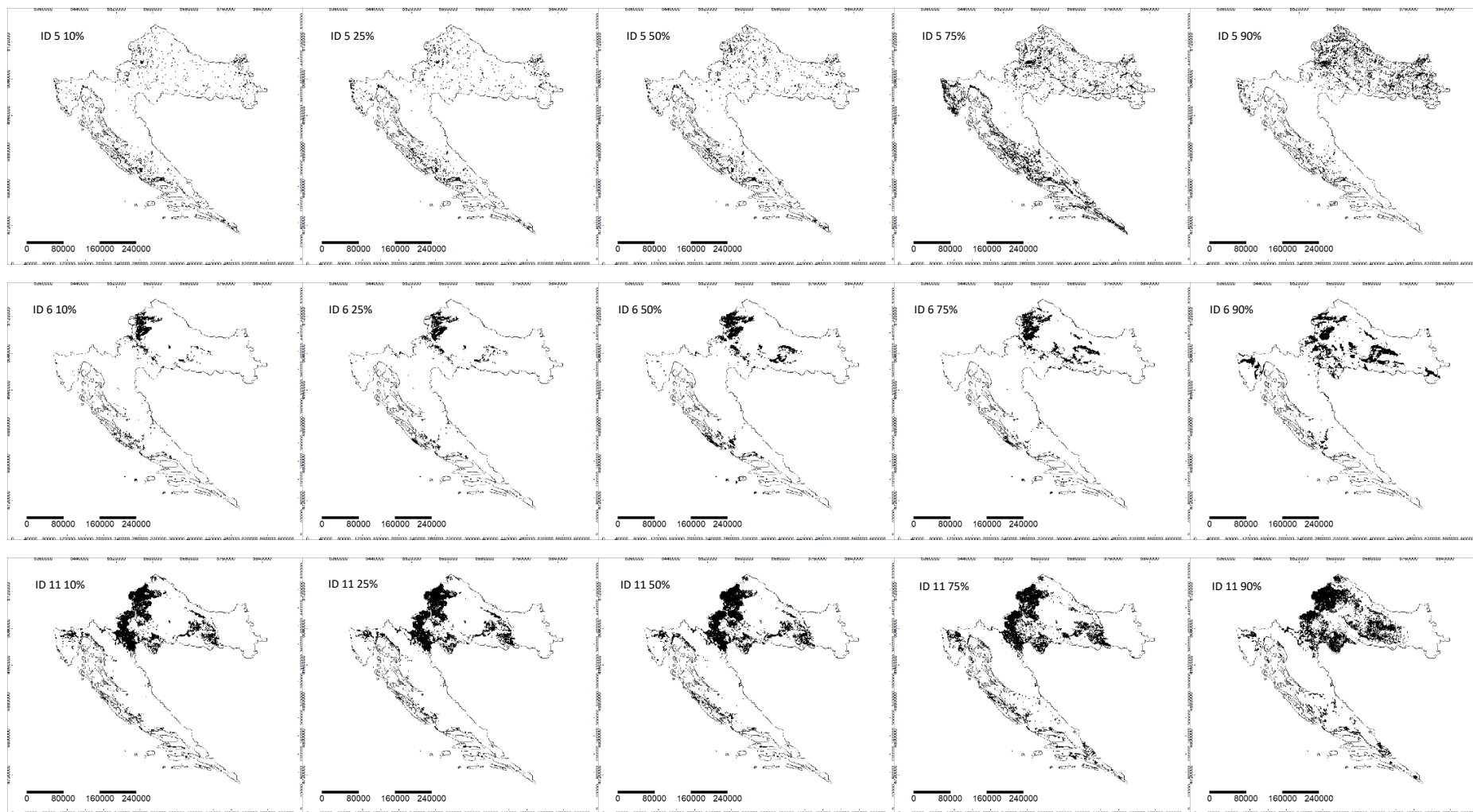


PRIOLOG 5 Karte povoljnosti staništa invazivnih vrsta (odabir), 1-kilometarska prostorna razlučivost

1. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Erigeron annuus*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

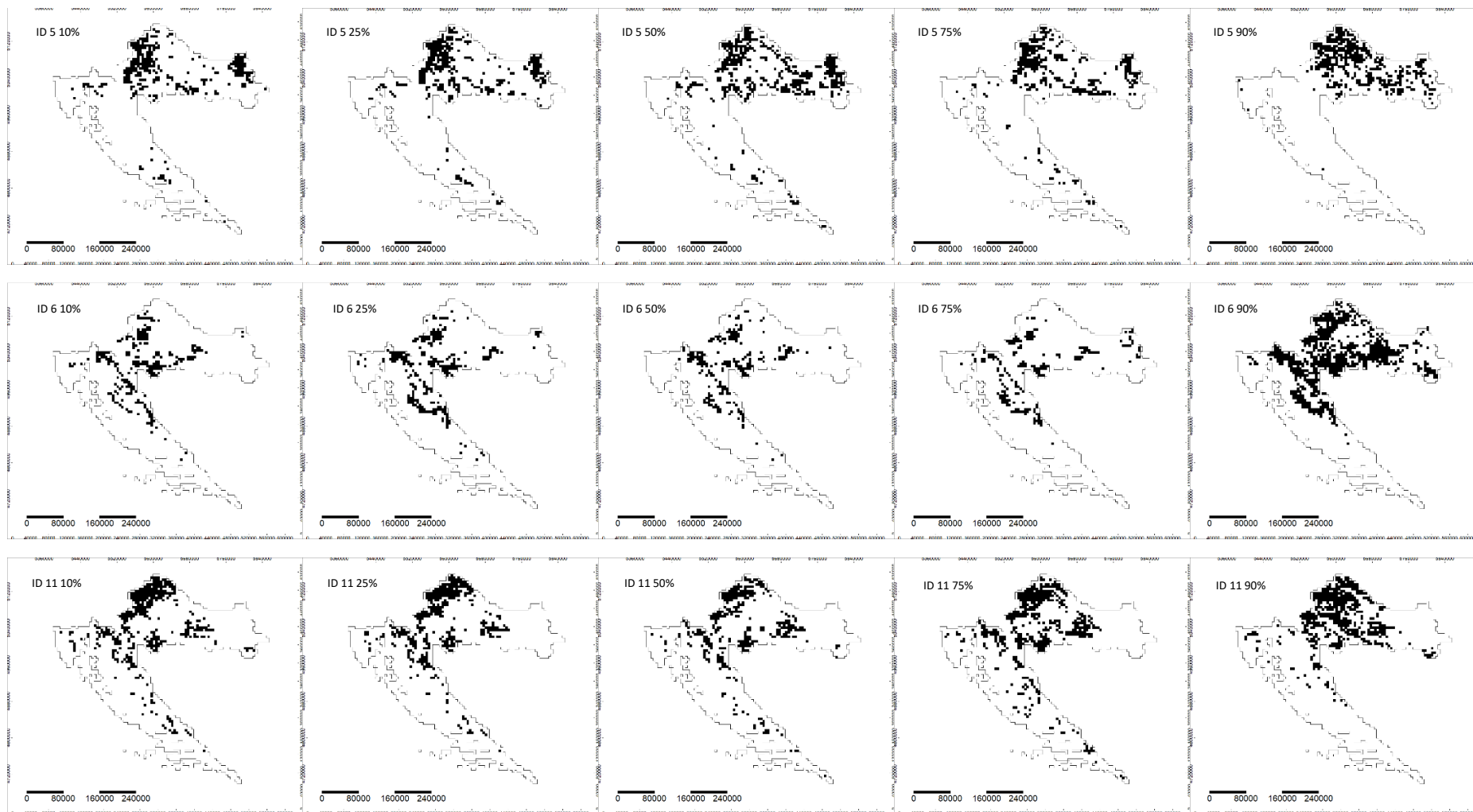


2. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Robinia pseudoacacia*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste

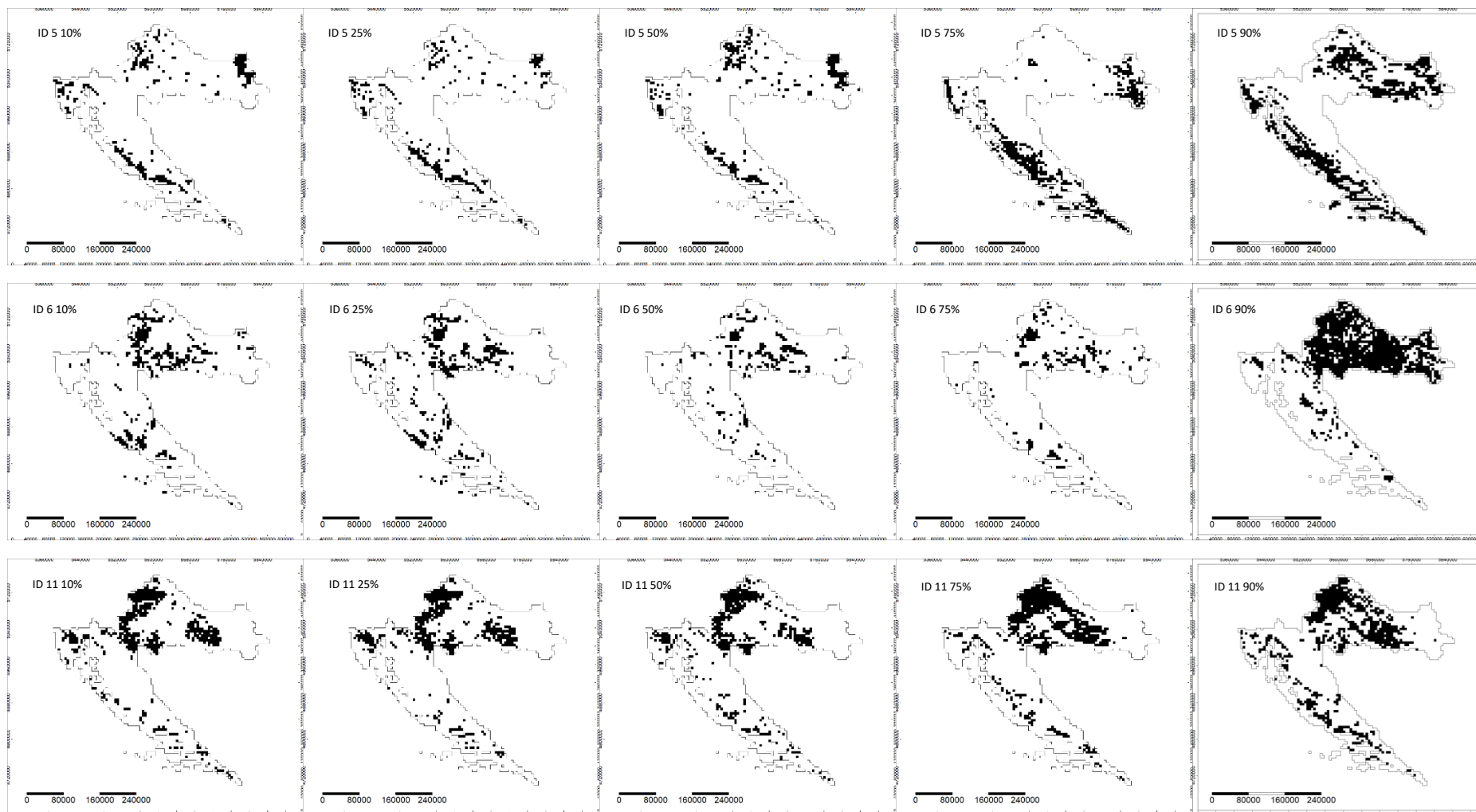


PRILOG 6 Karte povoljnosti staništa invazivnih vrsta (odabir), 5-kilometarska prostorna razlučivost

1. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Erigeron annuus*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



2. Karte povoljnosti staništa za vrstu *Robinia pseudoacacia*; bijelo – prostor Republike Hrvatske; crno – predviđeno povoljno stanište vrste



ŽIVOTOPIS

Anja Orešković rođena je 19. rujna 1992. u Puli. Završila je OŠ Veruda i Opću Gimnaziju u Puli. Preddiplomski sveučilišni studij biologije na Prirodoslovno – matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu upisuje 2012. godine. Akademski naziv sveučilišna prvostupnica biologije stječe 9. rujna 2015. godine izradom završnog rada *Međuovisnost socioekonomskog stanja i bioraznolikosti* pod mentorstvom dr. sc. Marka Miliše, izv. prof. na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno – matematičkog fakulteta. Iste godine upisuje diplomski sveučilišni studij ekologije i eksperimentalne biologije na Prirodoslovno – matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Dodatno osposobljavanje:

- **02/2017 IUCN kategoriziranje - 1.stupanj**
Odslušan prvi stupanj tečaja za stjecanje licence za IUCN kategorizaciju i pisanje projekata u edukativnoj radionici pod vodstvom dr. sc. Dušana Jelića.
- **2016 Suradnja s udrugom BIOM (Zagreb)**
05/12/2016 Radionica: Izrada hranilica za ptice, za zimsko hranjenje ptica u gradovima i parkovima.
07/05/2016 Edukativni botaničko-ornitološki izlet u Ninskom zaljevu pod organizacijom Hrvatskog botaničkog društva i udruge BIOM.
- **01/05/2016 Teren na području značajnog krajobraza Kamenjak u organizaciji Sekcije za ptice, udruge BIUS (Pula)**
Promatranje ptica
- **04/2016–06/2016 Laboratorijska stručna praksa (120 sati)**
Praksa je odrađena na Prirodoslovno - matematičkom fakultetu Zoologijskog zavod pod mentorstvom dr. sc. Jasne Lajtner, doc.
OPIS PRAKSE: Izrada zbirke puževa i školjkaša uzoraka rijeke Save i uzoraka iz Slovenije.
- **03/2015–06/2015 Laboratorijska stručna praksa (60 sati)**
Praksa je odrađena na Prirodoslovno - matematičkom fakultetu Botaničkog zavoda pod mentorstvom dr. sc. Svena Jelaske, izv. prof.
OPIS PRAKSE: Računanje indeksa bioraznolikosti za staništa i *landscape forms* zaštićenih područja (parkova prirode i nacionalnih parkova RH) pomoću programa SAGA GIS i Excel.
- **12/2015 Volonter u udruzi Bioteka (Zagreb)**
Pomaganje oko izvedbe znanstvenih radionica.
- **16/09/2015–18/09/2015 Volonter u Javnoj ustanovi NP "Brijuni" (Pula)**
OPIS ZADUŽENJA: Sređivanje baze podataka koja je uključivala kartice s nazivima biljnih vrsta koje se nalaze u Mediteranskom botaničkom vrtu nacionalnog parka, rad u Excel-u, stručni obilazak parka.

- **02/2015–04/2015 Asistent na praksi (volonter) u JU „Maksimir“ (Zagreb)**

Kako bi proširila znanje o djelatnostima vezanim za zaštitu prirode djelatnici JU „Maksimir“, na upit o suradnji, pokazuju studentici kako obavljaju neke od svojih djelatnosti: upravljanje šumama (vizualna procjena stanja drveća na temelju kojih se vrši doznaka, nadgledanje segmentalne siječe drveća), monitoring divljih životinja, edukacije za djecu, promocija "Prvog dana proljeća" u suradnji s DZZP.

- **03/03/2015–25/04/2015 Asistent na praksi (volonter) Državni zavod za zaštitu prirode (Zagreb)**

Kako bi proširila znanje o djelatnostima vezanim za zaštitu prirode djelatnici DZZP-a, na upit o suradnji, studentici dodjeljuju zadatak – georeferenciranje podataka vezanih za nalaze morskih kornjača i sisavaca, svrstavanje i analiza podataka vezanih o stopi smrtnosti morskih kornjača i morskih sisavaca, unošenje podataka u sustav za dojavu i praćenje.

Radna iskustva vezana za struku:

- **07/2016–09/2016 Djelatnik u "Kući prirode"**

Poslodavac: JU "Kamenjak" - zaštićeni krajobraz (Pula)

Djelatnosti: vođenje radionica "Mladi čuvari prirode" za djecu uzrasta 7 - 11 godina, planiranje aktivnosti i radnih listića za radionicu, osmišljavanje plana za uređenje Park šume Soline, sudjelovanje u osmišljavanju i realizaciji kreativne radionice na Međunarodnoj noći šišmiša koju je organizirala JU "Kamenjak", čišćenje obale otoka Fenera od plastike i ostalog otpada, provođenje studije prihvatnog kapaciteta zaštićenog područja, anketiranje (stranih i domaćih) posjetitelja zaštićenog područja u svrhu istraživanja zadovoljstva posjetitelja, unošenje podataka iz katastra (katastarske čestice, imena vlasnika i sl.) u bazu podataka za GIS kartu područja, obilazak područja zajedno sa stručnim suradnicima i čuvarima prirode, rad na izložbi udruge Postav - "Lovci na rake"

- **04/2015–12/2016 Edukator**

Poslodavac: JU "Maksimir" (Zagreb)

Djelatnosti: vođenje edukativnih programa za osnovnoškolsku djecu, educiranje o važnosti zaštite prirode, provedba igara i radionica za djecu na Međunarodnom danu bioraznolikosti (22/05/2016)

Sudjelovanje na manifestacijama i simpozijima

- **Noć biologije** (2015./2016., 2016./2017.) na Biološkom odsjeku PMF-a
- **2nd Croatian Symposium on invasive species** (Zagreb) – član tehničke ekipe