



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I
EKOLOGIJU



Tijana Nikolić

**Vijabilnost populacije tekunice
(*Spermophilus citellus*) pod uticajem promene
klime i staništa**

-doktorska disertacija-

Novi Sad, 2019.

Zahvalnica

Zahvaljujem se mentorima, prof. dr Dubravki Milić i prof. dr Dušku Ćiroviću na saradnji i usmeravanju u toku izrade doktorata, članovima komisije na novim veštinama, korisnim sugestijama i podršci. Posebnu zahvalnost dugujem prof. dr Ante Vujiću koji mi je omogućio da radim u Laboratoriji za istraživanje i zaštitu biodiverziteta i koji mi je pomogao da se na akademskom nivou bavim zaštitom prirode.

Veliku zahvalnost dugujem kolegama ornitolozima iz Društva za zaštitu i proučavanje ptica Srbije i kolegama iz Pokrajinskog zavoda za zaštitu prirode, kolegama iz Wageningena – Wieger Wamelink-u i Rogier Pouwels-u i kolegama iz Sevilje – Ricardo Diaz Delgado-u i Paco Carro-u. Hvala svima na velikoj pomoći tokom rada na tezi, a posebno na podršci u početnoj i završnoj fazi moje doktorske ekskurzije.

Posebnu zahvalnost dugujem kolegama sa Departmana za Biologiju i Ekologiju i sa Instituta Biosens, a među njima kolegi Dimitriju Radišić, sa kojim sam napravila prve korake u ekološkom modelovanju i sa kojim sam provela mnogo dana u terenskim istraživanjima, Sonji Trifunov i Sonji Mudri sa kojima od prvih akademskih dana provodim vreme na Univerzitetu, Andrijani Andrić koja je uvek tu kad je najpotrebnije i Sanji Brdar, Sanji Kojić i Predragu Lugonji na divnim prvim i svim ostalim danima na Institutu. Zahvaljujem se na pomoći i konsultacijama prof. Snežani Radenković sa Departmana za Biologiju i Ekologiju, kolegi Dejanu Stojanović sa Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, kolegama botaničarima sa Departmana za Biologiju i Ekologiju Bojani Bokić i Marku Rućandu, kolegi sa FTN-a Branku Brkljaču, svojim studentima Maji Arok, Marku Mirč, Lea Velaji, Ireni Radulović i Ferencu Sič i drugarima Ljubomiru Pejčiću, Milovanu Iliću, kao i Silviji Simonček na pomoći tokom vrelih julskih terenskih dana, kolegama iz različitih zemalja koji su me na stručnim boravcima i putovanjima inspirisali da unapredim svoj rad, Couch surfer zajednici, Damster diver-ima ali i svim kolegama sa BioSens-a na divnoj predivnoj radoj atmosferi.

Na kraju, želim da se zahvalim članovima svoje porodice. Njihova podrška bila je presudna za završetak ove neobične priče. Veliko Hvala mojoj Mariji Ivanović, jer je ipak trebalo sve to na dnevnom nivou i slušati!

Sadržaj

Lista ilustracija.....	iv
Lista tabela.....	vii
1 UVOD.....	1
2 CILJEVI I HIPOTEZE	6
2.1 Cilj.....	6
2.2 Hipoteza	7
3 PREGLED LITERATURE	8
3.1 Niša i stanište	8
3.2 Heterogenost poljoprivrednog predela.....	11
3.3 Otvoren travnata staništa i njihova zaštita.....	15
3.4 Ugroženost tekunice.....	18
3.5 Obrazloženje predmeta i objekta istraživanja	22
4 MATERIJAL I METODE	26
4.1 Ekološka niša u prostoru i vremenu	26
4.1.1 Prikupljanje materijala, područje istraživanja i prostorni podaci ..	26
4.1.2 Kalibracija modela.....	30
4.1.3 Identifikacija projektovanih područja	32
4.2 Populacija u prostoru i vremenu.....	33
4.2.1 Prikupljanje materijala, područje istraživanja i prostorni podaci ..	33
4.2.2 Kalibracija modela.....	35
4.2.3 Analiza senzitivnosti.....	36
4.3 Ekološki faktori staništa.....	36
4.3.1 Prikupljanje materijala, područje istraživanja i obrada materijala.	36
4.3.2 Statistička analiza - kompozicija	41
4.3.3 Statistička analiza – diverzitet	42
4.4 Obrasci distribucije staništa	43
4.4.1 Prikupljanje materijala, područje istraživanja i obrada materijala.	43

4.4.2	Evaluacija rasprostranjenja populacija	46
4.4.3	Modelovanje selekcije staništa	49
4.5	Ekološka mreža staništa	50
4.5.1	Klasifikacija staništa	50
4.5.2	Kalibracija modela	50
4.5.3	Identifikacija ekološke mreže	53
4.6	Konzervacioni status i predlog mera	54
5	REZULTATI.....	57
5.1	Ekološka niša u prostoru i vremenu	57
5.1.1	Performanse modela distribucije.....	57
5.1.2	Prostorna distribucija - trenutna i buduća	57
5.1.3	Distribucija niše tekunice u Vojvodini	66
5.2	Populacija u prostoru i vremenu.....	67
5.2.1	Populacioni rast i kondiciono stanje individua	67
5.2.2	Ekološke promenljive	68
5.3	Ekološki faktori staništa	72
5.3.1	Kompozicija biljnih vrsta i sredinske promenljive	72
5.3.2	Diverzitet vrsta, korišćenje zemljišta i menadžment na staništu ...	76
5.4	Obrasci distribucije staništa	82
5.4.1	Karakteristike lokalnih stanišnih pečeva	82
5.4.2	Karakteristike podregiona stanišnih pečeva.....	85
5.4.3	Karakteristike regionalnog rasprostranjenja	90
5.5	Ekološka mreža staništa	91
5.5.1	Vijabilnost populacija	91
5.5.2	Povezanost populacija.....	94
5.6	Konzervacioni status i predlog mera za zaštitu travnatih staništa i tekunice	98
5.6.1	Status zaštite područja trenutne niše i buduće niše.....	98
5.6.2	Status zaštite mapiranih stanišnih pečeva	99

5.6.3 Konzervacione zone, projektovana niša i koridori	100
6 DISKUSIJA	107
6.1 Ekološka niša u prostoru i vremenu	107
6.2 Populacija u prostoru i vremenu.....	112
6.3 Ekološki faktori staništa	115
6.4 Obrasci distribucije staništa	121
6.5 Ekološka mreža staništa	125
6.6 Konzervacioni status i pregled mera za očuvanje populacija tekunice	132
7 ZAKLJUČCI.....	137
Literatura.....	142
LISTA PRILOGA.....	176
Prilog 1 Ekološka niša u prostoru i vremenu	176
Prilog 2 Ekološka niša u prostoru i vremenu	177
Prilog 3 Populacija u prostoru i vremenu.....	179
Prilog 4 Ekološki faktori staništa	180
Prilog 5 Obrasci distribucije staništa.....	191
Prilog 6 Ekološka mreža staništa	193

Lista ilustracija

Slika 1 Područja istraživanja potencijalne niše i distribucije tekunice (<i>S.citellus</i>).	27
Slika 2 Mapa odabranog skupa nalaza korišćenog za kalibraciju modela; crvene tačke predstavljaju 18 jedinstvenih nalaza korišćenih za parametarizaciju prilikom kalibracije modela.	31
Slika 3 Distribucije kolonija tekunica na području lokalne ekološke mreže stepa i slatina srednjeg Banata.	34
Slika 4 Lokalni koridora srednjeg Banata i prostorni raspored 56 plotova (A) Šema uzorkovanja vegetacijske biomase i uzorka zemljišta na plotu od 2x2 m, unutar kojeg se nalaze kvadrati 50x50 cm (B).	39
Slika 5 Distribucija tekunice u Vojvodini (A) Mapa nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva južnom delu rasprostarnjenja u Vojvodini (B) Mapa klasterisane distribucije nastanjenih stanišnih pečeva (C).	45
Slika 6 Pregleda devet jedinstvenih kombinacija O, A i OA podregionalnih kategorija predela. Prvi (unutrašnji krug) predstavlja podregiona od 413 ha, drugi od 1650, treći od 6600 i četvrti podregion od 24600 ha. Ukupan broj O, A i OA podregionalnih kategorija različit je na svakoj testiranoj skali.	49
Slika 7 Mreže staništa sa disperzionim „baferima“ 0.5 km, 1 km, 2 km, 5 km, 10 km i 15 km.	53
Slika 8 Prikaz modela niše (A) i distribucije optimalnih uslova niše (B) na analiziranom području	60
Slika 9 Prikaz trenutne distribucije niše tekunice na području: Vojvodine (A) na Fruškoj gori (B) Titelskom bregu i širem području Deliblatske peščare (C) dominantnom poljoprivrednom matriksu na severozapadu Vojvodine (D). ..	61
Slika 10 Buduća projekcija osnovnog modela F (A) modela E (B) modela S (C) za 2050. godinu.....	63
Slika 11 Buduća projekcija osnovnog modela F (A) modela E (B) modela S (C) za 2070. godinu.....	65
Slika 12 Prikaz razlika u brojnosti različitih uzrasnih kategorija (A) i razlika u kondicionom stanju individua (bc) različitih uzrasnih kategorija (B) unutar populacija na staništima srednjeg Banata.	68

Slika 13 Prikaz linearne zavisnosti odnosa ulaznih veličina brojnosti populacija i površina pod travnjacima (A) površina pod kulturama (B) kapaciteta staništa (C) površinama pod vodom (D) odnosa ulaznih veličine kondicionog stanja individua i produktivnosti sistema (NDVI) po uzrastu jedinki (E).	71
Slika 14 Ordinacioni dijagram kanonijske korelacione analize lokaliteta i sredinskih promenljivih.*bC- sadržaj ugljenika u biljnom materijalu; C/N-odnos azota i ugljenika; sumba-stopa aktivnosti mikroorganizama; pH-pH; moistM-vlažnost zemljišta; sm-suva biomasa; Fe-gvožđe; cow-broj krava po hektaru.....	75
Slika 15 Ordinacioni dijagram kanonijske korelacione analize za datu kompoziciju biljnih vrsta i sredinske promenljive.*Lista skraćenica i punog naziva vrsta data je u Prilogu 4 Tabela S 4.2.....	75
Slika 16 Grafički prikaz apsolutne i relativne raspodele diverziteta na analiziranim lokalitetima unutra zaštićenim područja (A) i teritorije ekološke mreže (B).	79
Slika 17 Box plotovi srednje (95% CI), minimalnih i maksimalnih vrednosti: suve biomase (A) Shanonovog indeksa (B) i invSimpsonovog indeksa (C) za IGM, LGM i SIGM grupe.....	81
Slika 18 Box plot srednje (95% CI), minimalnih i maksimalnih vrednosti površine stanišnih pečeva za Occ p, Abon p i OA p grupe.....	83
Slika 19 Intenzitet korišćenja zemljišta na nastanjenim (Occ p) i napuštenim (Abon p) staništima.* “marginalna” kategorija y-osi odnosi se na smetlišta i zapušteno poljoprivredno zemljište na stanišnim pečevima.	84
Slika 20 Diverzitet staništa za Occ p, Abon p i OA p grupe stanišnih pečeva * DUP- diskontinuirano urbano zemljište, Or – oranice; GR-grmlje; MZP-mozaično poljoprivredno zemljište.....	85
Slika 21 Kanonijski plot za O, A i OA grupe podregionalnih predela u Vojvodini (A) na skali od 6600 ha (B) na skali od 26400 ha.*DUP – diskontinuirano urbano zemljište; P – pašnjaci; PT – prirodni travnjaci; Or – oranice; Gr – grmlje; MPZ – mozaično poljoprivredno Zemljište; SHDI-Shanonov indeks diverziteta; BP- broj pečeva; GI- gustina ivica; CP- centralna površina.....	88
Slika 22 Istorijsko i trenutno maksimalno rasprostranjenje tekunice u Vojvodini na 10x10 km: Istorijsko rasporstranjenje vrste u region pre 1960. godine (A) Rasprostranjenje mapiranih staništa u region za 2014. godinu (B)	

Rasprostranjenje mapiranih nastanjenih i nedavno napuštenih staništa za period od 2009-2014. godine (C) Rasprostranjenje koje ukazuje promenu distribucije prema jugu i istoku regiona od 1960. godine (D).....	91
Slika 23 Prikaz nastanjenih i napuštenih pečeva unutar definisanih mreža staništa u LARCH-u (A) Mapa kapaciteta pečeva unutar definisanih mreža staništa u LARCH-u (B) Prikaz održivosti definisanih mreža u LARCH-u (C).....	96
Slika 24 Prikaz povezanosti staništa na osnovu pristupa otpornosti (resistance by distance) (A) popustljivosti predela za kretanje individua procenjena na osnovu teorije strujnih kola između svih mapiranih staništa u pairwise modu (B) srednjeg protoka kretanja na osnovu 1:1 iteracija između ključnih pečeva (KP) i ostalih pečeva (C).....	98
Slika 25 Prikaz strukturne distribucije 5 prostorno klasterisanih grupa lokalnih populacija tekunice, njihovih lokaliteta i tri genetička klastera (A) Pregled Corine mape unutar 19 konzervacionih Zona (B) Mapa preklapanja konzervacionih mreža i Zona (C) Prikaz preklapanja koridora KP unutar konzervacionih Zona (D). *Legenda: 1-Diskontinuirana urbana područja; 2-Rekreativne površine; 3-Ne navodnjavano poljoprivredno zemljište; 4-Vinogardi; 5-Voćnjaci; 6-Pašnjaci; 7-Mozaišno poljoprivredno zemljište; 8-Zemljište pod poljoprivredom sa značajnim prisustvo prirodne vegetacije; 9-Litopadne šume; 10- Zimzelene šume; 11-Mešovite šume; 12-Travnjaci; 13-Grmlje; 14-Vlažna staništa; 15-Rečica i kanali; 16-Reke i jezera; REM-regionalna ekološka mreža, NZP-zasićena područja, ProNZP-područja u postupku zaštite.....	103
Slika 26 Prikaz preklapanja trenutne distribucije niše i konzervacionih Zona (A) Prikaz preklapanja konzervacionih Zona i niše za 2050. godinu dobijene iz tri modela sa različiti rep projekcijama i prostornim scenarijima. (B) Prikaz preklapanja konzervacionih Zona i niše za 2070. godinu dobijene iz tri modela sa različiti rep projekcijama i prostornim scenarijima (C).....	105

Lista tabela

Tabela 1 Procenat projektovanih povoljnih površina na širem analiziranom području ekološke niše.....	62
Tabela 2 Prikaz broja piksela distribucije postojeće niše za 3 rcp projekcije i tri prosečne projekcije u tri prostorna scenarija za dva analizirana perioda u širem području istraživanja u odnosu na trenutni broj piksela (27.537) optimalnih uslova niše tekunice.....	64
Tabela 3 Prikaz prosečnih razlika buduće distribucije niše E i S za dva analizirana buduća perioda u odnosu na osnovni model F	66
Tabela 4 Procenat trenutnih i budućih projektovanih područja unutar geografskih regiona u Vojvodini	67
Tabela 5 Rezultati multi-model selekcije na osnovu AICc (Akaike Information Criterion corrected for small sample size) vrednosti i LL vrednosti (log Likelihood) za podskup modela (kompozicija, kapacitet, produktivnost) unutar populacionog GLM-a i individualnog GLMM-a modela.	69
Tabela 6 Rezultat CCA kompozicije vrsta i sredinskih faktora na slanim staništima lokalnog koridora.....	74
Tabela 7 Procentualna varijacija (V) kompozicije vrsta objašnjena sredinskim promenljivim u CCA korišćenjem dve metode: V_1 marginalni efekat (jedna varijabla po modelu) i V_2 uslovni efekat ('forward' selekcija promenljivih) na slanim staništima lokalnog koridora srednjeg Banata	76
Tabela 8 Prikaz apsolutnih i relativnih vrednosti za bogatstvo vrsta u zaštićenim (NM) područjima.	77
Tabela 9 Prikaz apsolutnih i relativnih vrednosti za Simpsonov indekse u zaštićenim (NM) područjima.	77
Tabela 10 Prikaz apsolutnih i relativnih vrednosti za bogatstvo vrsta na područjima ekološke mreže (TEC).	78
Tabela 11 Prikaz vrednosti suve biomase, indeksa diverziteta i broj lokaliteta nastanjen tekunicom unutar područja različitog intenziteta korišćenja.	80
Tabela 12 Pregled karakteristika zemljišta na 24 lokaliteta koja su unutar staništa tekunica i na 36 lokaliteta na kojima je vrsta odsutna.	80
Tabela 13 Procenti različitih tipova vegetacijskog pokrivača-strukturalna kompleksnost	86

Tabela 14 Analiza varijansi strukture i kompozicije podregiona istraživanog područja.....	89
Tabela 15 Prikaz selekcionih testova značaja kanonijskih dimenzija za nastanjene (O), napuštene (A) i kombinovane (OA) grupe podregionalnih predela na dve odabrane skale.	90
Tabela 16 Prikaz rezultat modela LARCH za mrežu staništa lokalnih populacija tekunice	92
Tabela 17 Prikaz (%) područja niše unutar konzervacionih mreža i područja planiranih za zaštitu	99
Tabela 18 Prikaz (%) staništa unutar konzervacionih, ne-zaštićenih i područja planiranih za zaštitu	100
Tabela 19 Pregled prostornih karakteristika Zona (A) i prostornih karakteristika grupisanih po prisustvu nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva unutar definisanih Zona (B).....	106

1 UVOD

Planeta Zemlja je iz stabilnog ravnotežnog stanja geološkog razdoblja Holocena do danas ušla u novo stanje i geološko razdoblje koje se naziva Antropocen (Crutzen 2002; Steffen i sar. 2007, 2011). Dok je u Holocenu kapacitet životne sedine planete kontrolisao sve prirodne procese i omogućio razvoj čovečanstva, pokretač svih prirodnih procesa Antropocena je čovek. Svojim aktivnostima na planeti čovek utiče na sve njene bio-fizički podsisteme – na Planetarne granice planete Zemlje u okviru kojih procesi podsistema neometano funkcionišu (Rockström i sar. 2009). Klimatske promene, povećanje potražnje za hranom i očuvanje biodiverziteta prepoznati su kao najveći ekološki izazovi. Iz ovog razloga septembra 2015 u Njujorku u Ujedinjenim Nacijama, lideri 190 zemalja sveta složili su se oko 17 Globalnih ciljeva za održivi razvoj čovečanstva. Ovi ciljevi treba da omoguće ekonomski prosperitet i smanjenje gladi u svetu i obezbede socijalnu inkluziju svih zajednica kao i održivu životnu sredinu (UN SDG 2015). Osnovni stub ovih ciljeva je zaštita planete Zemlje od dalje degradacije što podrazumeva održivo gazdovanje prirodnim resursima. Održivo korišćenje resursa je eksplicitno navedeno kao prioritet u ciljevima 2 (Bez gladi), 13 (Akcija za klimu) i 15 (Održivi život na kopnu), kao i cilju 6 (Čista voda i sanitarni uslovi), 8 (Dobri poslovi i ekonomija), 11 (Održivi gradovi i zajednice).

Posledice globalnog zagrevanja i klimatskih promena su: porast nivoa mora; intenzivne oluje; sve veća učestalost suša i poplava; pad prinosa useva usled rastućih temperatura; bolesti koje su zavisne od temperature koje prenose komarci kao što je virus Zika koji je u ekspanziji od kada je planeta toplija i sve intenzivniji prenos malarije u različite delova sveta; ljudska nelagoda i gubitak produktivnosti zbog povećanja temperature, itd. Ovi rizici su naveli čitav svet da se sastane u decembru 2015 u Parizu i da se svi dogovore oko

jasnih ciljeva kako da se zagrevanje zadrži ispod 2°C ali i kako da se nastave naponi da se zagrevanje smanji ispod 1.5°C (Paris Agreement 2015; SDG Cilj 13 – Akcija za Klimu). Sveukupno gledano, čovečanstvo se suočava sa velikim izazovima i očekuje se da različiti sektori u određenom procentu doprinesu smanjenu globalne emisiju gasova staklene bašte. Na primer, sektor poljoprivrede i korišćenja zemljišta bi trebalo da doprinese sa 20 do 30% ukupnog napora globalom smanjenju gasova (mitigacija) neophodnog za stabilizaciju klime ispod 2°C. Očekuje se preduzimanje mera koje će smanjiti direktnu emisiju gasova staklene bašte iz poljoprivredne proizvodnje i emisija koja nastaje promenom korišćenja zemljišta (zbog npr. proširenja poljoprivrednog zemljišta) ili mera koja će poboljšati zadržavanje ugljen dioksida poput izgradnja postrojenja za prikupljanje i/ili skladištenje ugljenika. Do 2050 godine očekuje se da će svetska populacija dostići 9.7 milijardi i da će broj neuhranjenih ljudi biti kao u poslednjih trideset godina, skoro milijardu. U isto vreme, ključnu ulogu sa svojim ekonomskim, ekološkim i socijalnim uticajem imaće inovativna transformacija energetskog i prehrambenog sistema (SDG Cilj 13 – Akcija za Klimu) i povećanje površina pod prirodnim zaštićenim područjima za čak 50% na globalnom nivou (Dinerstein i sar. 2019).

Na regionalnom nivou, Republika Srbija se takođe suočava sa povećanjem temperature, kao i sve intenzivnijim i učestalijim ekstremnim događajima. Najugroženiji sektori su poljoprivreda, vodoprivreda, šumarstvo, zdravstvo, biološka raznolikost. Procena je da od 2000 godine šteta nastala kao posledica promene klime i vremenskih prilika prelazi pet miliona evra. Više od 70% ovih gubitaka je posledica visokih temperatura i suše - toplotni talas iz 2007.godine, suša iz 2012.godine, ali i poplave iz 2014.godine kao i prolećni mraz iz 2017.godine. Republika Srbija je potpisnica Pariskog sporazuma, i dokumentom *Intended Nationally Determined Contribution* (NDC 2015) se obavezala da će

smanjiti nacionalnu emisiju gasova staklene bašte. Ovim dokumentom projektovano je smanjenje emisije za 9.8% u odnosu na 1990 godinu (nacionalna referentna godina).

Holistički pristup održivog gazdovanja i upravljanja poljoprivrednim područjima, maksimiziraće ekološku, društvenu i ekonomsku bezbednost. U evidentno izmenjenim uslovima (temperatura se povećava, ekstremni događaji su sve intenzivniji i učestaliji) dalji razvoj (uz smanjenje emisije gasova) i održivo korišćenja resursa (uz sve veći broj ljudi i ograničenu raspoloživost zemljišta) moguć je sprovođenjem mera (adaptacija) na lokalnom nivou. Ovo podrazumeva prilagođavanje aktivnosti i balansiranje različitih zahteva korišćenja zemljišta i interesa. Kako bi se minimizirao ili redukovao uticaj promena klime i vremenskih prilika u poljoprivrednim područjima potrebno je obezbediti kako proizvodnju hrane tako i zaštitu prirode (IPBES 2019). Preporuka je da se kao adaptacija u proizvodnji hrane primenjuju nova tehnička rešenja, precizno planiranje vremena setve i žetve, izbor kultura ili varijeteta koji su bolje prilagođeni na novonastale uslove, efikasno korišćenje vode, povećana diverzitet predela, poboljša kvalitet zemljišta, itd. (FAO 2017). Takođe, jedna od preporuka je da se na nacionalnom nivo zaštiti 30% površine i tome doda još 20% teritorije, sve u cilju stabilizacije klime pre 2030.godine (Dinerstein i sar. 2019). Klimatski stabilizacione zone su izvan tradicionalnog sistema zaštite, koje je potrebno identifikovati i prostorno povezati sa već zaštićenim područjima (Dinerstein i sar. 2019). Neke od mera u zaštiti prirode su identifikacija agroekoloških zona, područja značajnih za očuvanje biodiverziteta u poljoprivrednim područjima i uključivanje lokalnih farmera u aktivnu zaštitu prirode (FAO 2017).

Identifikacijom agroekoloških zona unutar poljoprivrednog predela izdvajaju se delovi područja sa sličnim skupom mogućnosti i ograničenja za dalji ruralni

razvoj, proizvodnju hrane i zaštitu prirode (Fischer i sar. 2001). Svrha zoniranja je identifikacija potencijalnih područja od značaja za zaštitu prirode i razvoj poljoprivrede, tj. područja visoke prirodne vrednosti u kojima se sprovode poljoprivredne aktivnosti različitog intenziteta. U zonama visoke prirodne vrednosti se dalje sprovode agroekološke mere kako bi se stimulisalo aktivno učešće lokalnih poljoprivrednika, smanjio rizik po životnu sredinu i očuvale prirodne i obradive površine (Altieri i sar. 2015). Mere se kreiraju na nacionalnom, regionalnom i lokalnom nivou i specifične su za svako pojedinačno definisano područje. Održive poljoprivredne sisteme visoke prirodne vrednosti karakteriše nizak intenzitet korišćenja zemljišta, prisustvo povezanih prirodnih i poluprirodnih staništa i veći diverzitet vegetacijskog pokrivača (Altieri i sar. 2015). Sprovedenjem agroekološkog zoniranja omogućava se veća uloga u zaštiti prirode malim, ekološki svesnim poljoprivrednicima, a prirodna i poluprirodna staništa se povezuju u sistem strukturno povezane celine. Sistem povezanih područja od velikog je značaja za očuvanje biodiverziteta unutar poljoprivrednog predela. Sistem podržava zaštitu vrsta i njihovih staništa, razvoj funkcionalne zelene infrastrukture, pružanje ekosistemskih usluga kao i povećanje otpornosti čitavog područja na klimatske promene (Evropska Komisija 2012, 2014; Koppreinen Itkonen i Nimelä 2014).

Gubitak i degradacija prirodnih staništa ugrožava opstanak biljnih i životinjskih vrsta u poljoprivrednim područjima. Sa druge strane ubrzano opadanje prirodnih sistema koja podržavaju život na zemlji ugrožava i opstanak čoveka (Tilman i Lehman 2001). Izgradnja naselja i sveukupan razvoj društva transformisale su prirodan izgled predela, konverzijom npr. otvorenih staništa u poljoprivredno obradivo zemljište. Otvorena travnata staništa prepoznata su kao najugroženiji ekosistemi na planeti (Ceballos i sar. 2010). Gubitak travnatih staništa uzrokovao je opadanja brojnosti velikog

broja sisara koji naseljavaju ove ekosisteme. Međunarodna unija za zaštitu prirode (IUCN) u izveštaju na samita Ujedinjenih Nacija u Parizu 2019.godine objavila je da čak četvrtini sisara preti izumiranje (IPBES 2019). Na globalnom nivou zabeležen je dramatičan pad brojnosti sitnih sisara, socijalnih herbivora. Sve one su prepoznate kao ključne vrste otvorenih travnatih staništa i odlični indikatori promena životne sredine koji pružaju brojne ekosistemske usluge (Davison Detling i Brown 2012; Martínez-Estévez 2013). Posebna se ističe grupa sitnih sisara koja gradi podzemna skloništa na otvorenim staništima i koja kroz svoje herbivorne i inženjerske aktivnosti utiče na veliki broj važnih procese u zemljištu. Ovi sitni sisari svojim aktivnostima poboljšavaju kruženje nutrijenata, podižu kvalitet zemljišta, kreiraju stanište za veliki broj drugih biljaka i životinja, prenose seme biljaka, trofička su baza velikom broju predatora, regulišu eroziju zemljišta, vezivanje ugljenika u zemljištu i dostupnost hrane za sve ostale sekundarne konzumente. Razvoj efikasnih konzervacionih strategija i održavanje ekosistemskih usluga podrazumeva i zaštitu grupe ovih sitnih sisara otvorenih staništa, koji naseljavaju fragmente nekadašnjih staništa koji su danas „utkani“ unutar intenzivno korišćenog poljoprivredna matriksa. Tipičan predstavnik ove grupe sitnih sisara na području Vojvodine je tekunica (*Spermophilus citellus* L 1766).

2 CILJEVI I HIPOTEZE

2.1 Cilj

Ciljevi teze su ispitivanje uticaja promena klime i korišćenja zemljišta na distribuciju optimalnih uslova i staništa tekunice, kao i njihovog uticaja na rasprostranjenje i demografiju populacija tekunice na osnovu čega će se predložiti regionalne konzervacione mere i aktivnosti za očuvanje ispitivane vrste i otvorenih travnatih staništa.

Ciljevi teze se mogu podeliti na fundamentalne i aplikativne. Fundamentalni su pronalaženje funkcionalnih veza između promene uslova sredine i procesa disperzije, preživljavanja i perzistencije tekunice unutar otvorenih travnatih staništa poljoprivrednog predela. U aplikativnom smislu, urađenim analizama se teži definisanju mera i aktivnosti na regionalnom nivou koje će unaprediti zaštitu i očuvanje tekunice, ublažiti efekti promene klime i korišćenja zemljišta i usaglasiti razvoj poljoprivrede sa očuvanjem biodiverziteta.

Da bi se ostvarili postavljeni ciljevi, u radu je analizirano trenutna i potencijalno rasprostranjenje tekunice u korelaciji sa optimalnim uslovima sredine i staništa u Vojvodini. Takođe, analizirana je heterogenost predela i staništa na prostornu organizaciju, veličinu i strukturu populacija tekunica u Vojvodini. Dobijeni rezultati će doprineti evaluaciji efekata konzervacionih aktivnosti na regionalnom nivou koji bi trebalo da doprinesu boljoj zaštiti, očuvanju i uspešnijoj revitalizaciji tekunice kroz preduzimanje mera na ublažavanju efekta promene klime i korišćenja zemljišta uz istovremeno usaglašavanje razvoj poljoprivrede sa očuvanjem i zaštitom prirode u dominantnom ageoekosistemskom matriksu Vojvodine.

2.2 Hipoteza

U tezi su testirane sledeće hipoteze:

- i. Nastupajuće klimatske promene u kombinaciji sa promenom u dostupnosti travnatih staništa značajno će usloviti distribuciju povoljnih uslova za život i opstanak tekunice u Vojvodini.
- ii. Interakcija abiotičkih faktora, strukture predela i menadžmenta na staništu oblikuju demografiju populacija tekunica na slatinsko-stepskom koridora srednjeg Banata.
- iii. Redukcija prostorne heterogenosti na nivou predela povećava verovatnoću da će travnato stanište biti nenaseljeno tekunicama.
- iv. Negativni uticaju klimatskih promena, smanjivanje veličine povoljnih staništa i njihove heterogenosti će narušiti vijabilnost populacija unutar metapopulacione strukture.

3 PREGLED LITERATURE

3.1 Niša i stanište

U izmenjenim uslovima sredine populacija menja svoje prostorne karakteristike i veličinu. Glavna promena koja se javlja je gubitak prostornog kontinuiteta, čime populacija u prostornom smislu postaje struktuirana (Pulliam 1988; Hanski 1999; Hanski i Ovaskainen 2000; Revilla i Wiegand 2008). Sa jedne strane geografsko rasprostranjenje organske vrste oblikuje klima (Guisan i Thuiller 2005) dok disperzija, dostupnost resursa i delovanje lokalnih faktora ugrožavanja (npr. varijabilnost vremenskih prilika, fragmentiranost staništa, barijere) oblikuju distribuciju populacija. Klima utiče na prirodne sisteme lokalno, regionalno i globalno (Stork 2010; Hooper i sar. 2012). Promena klime utiče na promenu ekološki optimalnih uslova niše i staništa, i promenu njihove distribucije u prostoru. Pod uticajem globalnog zagrevanja uočene su promene u brojnosti populacija i ponašanju životinja (Parmesan 2006; Moritz i sar. 2008; Bellard i sar. 2012), sezonskoj dinamici biljaka (Parmesan i Yohe 2003; Parmesan 2006; Bellard i sar. 2012) kao i u distribuciji biljnih i životinjskih vrsta, pri čemu se one pomeraju prema polovima ili većim nadmorskim visinama (Levinsky i sar. 2007; Moritz i sar. 2008; Chan i sar. 2011, Bellard i sar. 2012; Rowe i sar. 2014).

Koncept niše i koncept staništa podjednako su važni u razumevanju distribucije vrste i mehanizama koji podržavaju život i reprodukciju organizama (Morrison i sar. 2006). Ekološka niša, kao centralna tema u ekologiji, koja i danas ima nekoliko interpretacija, predmet je velikog broja istraživanja (Grinnell 1917,1924; Elton 1927; Hutchinson 1957; Odum 1959; Schoener 1989; Jackson i Overpack 2000; Chase i Leibold 2003, Peterson i sar. 2011). Ekološka niša je deo ekološkog prostora sa svim mogućim

kombinacijama abiotičkih i biotičkih uslova sredine u kome organizmi opstaju i reprodukuju se (Hutchinson 1957), koriste resurse (Grinnell 1917,1924) i utiču na životnu sredinu (Elton 1927). Ove različite interpretacije niše razlikuju se u isticanju različitih ključnih faktora koji oblikuju potencijalnu distribuciju i njenu realizaciju u geografskom prostoru, a razlikuje se po prostornoj i vremenskoj skali na koju se ključni faktori odnose (Soberon i Nakamura 2009). Sa druge strane, faktori koji određuju zauzetost staništa i deo su koncepta staništa jednim delom uključuju i faktore niše koji kontrolišu reprodukciju i preživljavanje organizama (James i sar 2001). Stoga je stanište svake vrste sa kombinacijom biotičkih i abiotičkih uslova u datom prostoru za vrstu specifičan koncept, i potrebno je posmatrati ga zajedno sa tipom vegetacije i upotrebom hrane unutar prostora na kome neka vrsta živi i reprodukuje se (Hall Krausman i Morrison 1997; Morrison Marcot i Mannan 2006; McDonald i sar. 2012). Važno je istaći da životinje biraju stanište u okviru pogodnog na mnogo većoj geografskoj skali, a resurse na manjoj (finijoj) razmeri. Razmera dostupnih podataka definiše svrhu za koju se isti mogu koristiti a to se odnosi pre svega na rezoluciju podataka i površinu samog i istraživanog područja (Austin i sar. 2006).

U literaturi, u poslednjih 15 godina veliki je broj studija modelovanja potencijalne distribucije vrsta, projektovanja potencijalne distribucije u prošlost/budućnost ili u neki drugi prostor kao što je slučaj sa invazivnim vrstama. Modelovanje potencijalne distribucije zasniva se na konceptu koji se odnosi na zahteve vrste koji uglavnom predstavljaju (mada ne isključivo) reprezentaciju abiotičkih faktora koji kontrolišu distribuciju (Franklin 2010). S obzirom da modeli distribucije koriste informacije o prisustvu vrste u određenom prostoru, i da se na osnovu toga pravi model sa sredinskim prediktorima iz istog, njegova reprezentacija u geografskom prostoru predstavljaće potencijalnu nišu ili mapu potencijalnih pogodnih staništa

(Araújo i Guisan 2006, Philips Anderson i Shapire 2006). Potencijalna niša je deo fundamentalne niše sa pripadajućim sredinskim faktorima u datom vremenu (Jackson i Overpack 2000). Usled promena sredinskih uslova niša će promeniti svoj oblik, veličinu i poziciju u matriksu promenljivih sredinskih faktora (Jackson i Overpack 2000). Realizovana niša koja je deo fundamentalne niše u datom prostoru u kojem vladaju određeni uslovi i čija distribucija je rezultat faktora koji utiču na disperziju, faktora disturbanci (uznemiravanja) i faktora koji utiču na dostupnost resursa (Guisan i Thuiller 2005; Guisan i Zimmermann 2000; Pulliam 2000; Austin 2002; Austin i sar. 2006). Peterson i sar. (2011) sumirajući nišu kao idejni koncept u ekologiji u cilju razumevanja geografske distribucije vrsta ističu dimenziju niše koju definiše Grinnell-ov koncept i Hutchinson-ove eng. *scenopoetic* promenljive u geografskom prostoru, koje su značajne na većim razmerama. Sa druge strane isti autori ističu važnost koncepta Elton-ove niše na manjoj razmeri koji se odnosi na uticaj vrste na sredinu i vezani su za fenomene na lokalnom nivou.

Odnos distribucije populacija i distribucije pogodnog staništa oblikuje u vremenu i prostoru veličina niše, uslovi sredine, kompeticija i disperzija (Pulliam 2000). Koristeći se teoretskim konceptom *source* i *sink* dinamike Pulliam (2000) je u svom radu pokazao da stopa disperzije utiče na procenat prisustva jedinki jedne populacije u pogodnom (*source*) i manje pogodnom (*sink*) staništu. Ukoliko je ova stopa disperzije manja, deo jedinki će se nalaziti u manje pogodnom (*sink*) staništu, a ukoliko je veća sve jedinke jedne populacije nalaziće se u pogodnom (*source*) staništu. Nasuprot ovom konceptu, meta populaciona teorija (Hanski 1999) posmatra distribuciju populacija u prostoru kao izolovanu grupu subpopulacija koje međusobno komuniciraju određenim brojem imigranata. Fokus meta populacionog pristupa je na intraspecijskoj interakciji a ne na pogodnosti staništa koja su usled populacione dinamike ili limitirane disperzije jedinki, iako pogodna

mogu biti prazna. Franklin (2010) sumiranjem ova dva teoretska okvira i koncepte niše zaključuje da se vrsta može nalaziti u manje pogodnom staništu, da vrsta može da odsustvuje iz pogodnog, i zaključuje da bi predikcija zauzetosti staništa umesto predikcije njegove pogodnosti bilo nereavno uprošćavanje realnost. Uzimajući u obzir sve gore navedeno, promene i faktora koji definišu i oblikuju distribuciju optimalnih uslova, potencijalno pogodnog staništa i zauzetog staništa potrebno je posmatrati na nekoliko nivoa, i to u prostornom i vremenskom kontekstu.

3.2 Heterogenost poljoprivrednog predela

Promene u karakteristikama predela dodatno ubrzane modifikovanim klimatskim uslovima i varijabilnim vremenskim prilikama utiču na ranjivost vrsta. Ranjivost vrsta zavisi od veličine promene pomenutih uslova, osetljivost pojedinačnih vrsta na njihov direktan ili indirektan uticaj ali i od adaptivnog kapaciteta samih jedinki (Beever i sar. 2015). Individualni odgovor na promene nastale interakcijom prostornih i abiotičkih prilika zavisiće od heterogenosti uslova unutar predela koji naseljavaju lokalne populacije (Ashcroft Chisholm i French 2009; Opdam Luque i Jones 2009; Bellard i sar. 2012; Van Teeffelen i sar. 2015). Nedavna istraživanja sprovedena unutar poljoprivrednih predela koja su uz pomoć različitih prostornih tehnika ispitivala uslove unutar poljoprivrednih predela visoke konzervacione vrednosti (Lomba i sar. 2017), područja u kojima je registrovan gubitak biodiverziteta radi promovisanje proaktivnog planiranja korišćenja zemljišta i zaštite prirode (Kehoe i sar. 2017) i potencijalnog usmeravanja aktivne zaštite područja sa specifičnim uslovima sredine unutar regiona visokog intenziteta korišćenja zemljišta (Kreidenveis i sar. 2018). Međutim, sve se više priznaje da gubitak poljoprivrednog biodiverziteta i konflikt između poljoprivrede i

prirode, prostorno planiranje i konzervacioni dizajn takođe treba da budu podržani procenama klimatskog rizika (Shackelford i sar. 2013; Lawerel i sar. 2015; Adams i sar. 2017; Newbold 2018).

Gubitak i degradacija prirodnih i poluprirodnih staništa unutar poljoprivrednih područja prepoznati su kao dominantan faktor koji ugrožava opstanak velikog broja vrsta. Zaštita, restauracija ili poboljšanje uslova na staništima zahteva identifikaciju prioriternih područja kako bi se ograničena finansijska sredstava efikasno usmerila ka obezbeđivanju dugoročnog opstanaka vrsta (Bai i sar. 2018). U poljoprivrednim područjima u fokusu konzervacionih aktivnosti su uglavnom retke vrste, vrste koje imaju opadajući populacioni trend i vrste za koje je registrovan drastičan gubitak ili fragmentacija staništa. S obzirom da se radi o dinamičnim sistemima najveći izazov je kako u praksi odgovoriti na potrebe vrsta u vremenu i prostoru. Jedan od mogućih pristupa u planiranju i zaštiti vrsta i staništa unutar poljoprivrednih područja je svakako prostorni koncept mreže staništa. Mreže staništa su strukturno i funkcionalno povezane celine koje odlikuju specifični (slični) uslovi. Unutar njih je omogućeno neometano kretanje i disperzija jedinki, pri čemu se održava genetička povezanost lokalnih populacija (Hobbs 2002; Opdam 2002; Schulte i sar. 2006).

Iz ovog razloga u EU *Agri-Environment Policy* i *Natura 2000* program, upućuju na značaj povezivanja prirodnih i poluprirodnih staništa koridorima (travnjaci, livade, vlažna staništa, reke, kanali, njihove obale, itd.). Ova takozvana zelena infrastruktura je značajna za ublažavanje efekata kako fragmentacije i gubitka staništa tako i varijabilnosti vremenskih/klimatskih prilika. Sa druge strane, neophodno je oceniti posmatrani prostor iz perspektive fokalne vrste ili grupe vrsta od interesa da podrži opstanak populacija. Kapacitet posmatranog predela je veći sa povećanjem prostorne

heterogenosti i zavisi od mehanizama kao što su obezbeđivanje mikro-klimatskih uslova, povezanost staništa npr. otvorenih travnatih ekosistema, sprovođenja određenih adaptivnih mera poput sistematske rotacija kultura i npr. „pametna“ primene đubriva kako bi se što više smanjio negativan uticaj spoljašnje sredine na divlju floru i faunu (Mijatović i sar. 2012; Holland i sar. 2017).

Brojne studije su potvrdile direktan negativan uticaj smanjenja heterogenosti poljoprivrednog predela na stabilnost i opstanak populacija (Hanski 1991, Hanski Moilanen i Gyllenberg 1996; Turner 2005). Na lokalne populacije ove promene utiču kroz povećanje stepena izolacije pojedinačnih staništa, limitiranja disperzije jedinki, što vodi smanjenju veličine okupiranog (naseljenog) staništa (Vos i sar 2001; Opdam Verboom i Pouwels 2003) ali i smanjenju kvaliteta staništa i okolnog područja (matriksa) unutar predela (Wiegand Revilla i Moloney 2005; Niebuhr i sar. 2015). Sve navedeno je posledica fragmentacije, gubitka i/ili degradacije staništa. Na prisustvo vrsta utiče promena raspoloživosti resursa usled promena u korišćenju zemljišta i upravljanja na staništima (Fischer i sar. 2013, Sozio i Mortelliti 2016). Korišćenje staništa od strane velikog broja vrsta zavisi od strukture, količine, kvaliteta i povezanosti staništa u vremenu i prostoru (Hodgson i sar. 2011). Odgovori vrsta na promene u prostornom gradijentu stanišnih karakteristika odražavaju dinamiku i distribuciju lokalnih populacija, kao i istoriju promena osobina populacije u datom prostoru (Guo i sar. 2005). Nađeno je da varijabilnost u strukturi i količini staništa utiče na slučajnu distribuciju lokalnih populacija (Tews i sar. 2004). Druge studije su pokazale da kvalitet staništa i njihova prostorna povezanost povećavaju verovatnoću uspešne reprodukcije i olakšavaju kretanje među različitim staništima (Schooley i Branch 2011; Dickson i sar. 2013).

Prošli i budući sredinski uslovi su u interakciji sa demografskim osobinama populacije kao što su veličina populacije, gustina populacije ili njena struktura, ali i sa osobinama individua kao što su masa, veličina i kondiciono stanje jedinke (Benton Plaistow i Coulson 2006; Brooks i sar. 2016). Efekti ovih interakcija mogu se detektovati praćenjem promena u pomenutim populacionim osobinama i osobinama individua (Benton i sar. 2006). Praćenje procesa (npr. reproduktivnog uspeha i disperzije jedinki, preživljavanja ili opstanka populacije) i kvantifikovanje odgovora (na različite promene sredinskih uslova) u prostoru i vremenu je posebno važno za očuvanja vrsta u visoko fragmentiranim poljoprivrednim predelima.

Stepen fragmentacije (u kombinaciji sa gubitkom staništa) i njegov uticaj na određenu vrstu kvantifikuje se smanjenjem količine staništa za datu vrstu, smanjenjem veličine, povećanjem broja i izolacije dostupnih stanišnih pečeva (Fahrig 2003). Veličina prostorne heterogenosti utiče na meru intenziteta korišćenja i kompleksnosti predela i odražava varijabilnost osobina njegovih osobina u poljoprivrednim područjima sa visokim stepenom fragmentacije i gubitkom staništa (Persson i sar. 2010). U konceptu prezentovanom u radu Persson i sar. (2010) udeo poljoprivrednog zemljišta i useva predstavlja meru koja kvantifikuje intenzitet korišćenja predela. Kompleksnost predela reflektovana je kroz diverzitet korišćenja zemljišta, broj i veličinu poljoprivrednih parcela i njihovih ivica, procentualnu zastupljenost prirodnih i poluprirodnih staništa. Takođe, po istim autorima za ocenu osobina predela za potrebe zaštite biodiverziteta, dominantni tip zemljišta, npr. predeo bogat pašnjacima je mera pravaca prisutne poljoprivredne prakse.

Da bi se kvantifikovali efekti fragmentacije staništa i na adekvatan način upravljalo zaštitom vrsta i staništa veliki broj istraživačkih studija koriste različite indekse zasnovane na karakteristikama pečeva staništa i informacije

o funkcionalnim osobinama (npr. disperzija) vrsta, ne samo kako bi procenili strukturnu, već i funkcionalnu povezanost između populacija (tj. protok gena), identifikovali potencijalno prelazna područja, razumeli razlike u dostupnim staništima (lokalni nivo) i prostorne obrasce (predeoni nivo) koji utiču na prisustvo ili odsustvo lokalnih populacija (Hanski 1999; Vos i sar. 2001; Opdam Verboom i Pouwels 2003; Tournant i sar. 2013; Wang Blanchet i Koper 2014; Mateo-Sanchez i sar. 2015; Méró i sar. 2015, Wilson i sar. 2016) Stoga, za razumevanje faktora koji ograničavaju rasprostranjenost, kretanje ili aktivnosti vezane za ishranu vrsta otvorenih travnatih staništa, prvo je potrebno razumeti prostornu distribuciju i nastanjenost dostupnog staništa u posmatranom prostoru. Razumevanje razlika u lokalnim i predeonim prostornim karakteristikama koje utiču na prisustvo/odsustvo vrsta na staništima je važno za očuvanje i zaštitu biodiverziteta unutar visoko izmenjenih, multifunkcionalnih ekosistema.

3.3 Otvoren travnata staništa i njihova zaštita

Ekosistemi otvorenih travnatih staništa su globalno ugroženi, iako pružaju ključne ekosistemske usluge kao što su sekvestracija (vezivanje) ugljenika, stabilizaciju površinskog sloja zemljišta, oprašivanje, dom su velikom broju vrsta, itd. (IPBES 2019). Kontinuirani mozaik otvorenih travnatih staništa prekinut je intenziviranjem poljoprivrede i degradacijom zemljišta što je dovelo do rasprostranjene fragmentacije i izolacije populacija velikog broja vrsta (Faber-Langendoen i Josse 2010; Brinkert i sar. 2016). Stepska staništa, slatine i slane stepe su izlistana kao prioriteta za zaštitu jer su prepoznata kao najdegradiraniji i najtransformisaniji travnati ekosistemi. Iz ovog razloga implementirano je nekoliko projekata za očuvanja ovih ekosistema u Evropskoj uniji (EU) (Šefferova Janák i Ripka 2008; Direktiva

o staništima 92/43 / EEC; LIFE02NAT / HU / 8638). Međutim i pored prioretizacije njihove zaštite, otvorena travnata staništa u južnim delovima Evrope i Panonskoj niziji su pogođena modernizacijom poljoprivrede i promenama u korišćenju zemljišta. Region Vojvodine, najjužniji deo ovog područja je posebno ugrožen iako je od velikog konzervacionog značaja (Stevart i sar. 2010; Říčanová i sar. 2013). Ovo je posledica trenutne lokalne i regionalne poljoprivredne politike (Puzović i sar. 2015).

Distribuciju i sastav biljnih vrsta travnatih staništa Panonske nizije oblikuje variranje nivoa podzemnih voda, promene u sezonskoj dinamici padavina i temperature, kao i karakteristike zemljišnog pokrivača. Takođe, na prostornu strukturu biljnih zajednica utiče tip upravljanja na staništu (tradicionalne ili konvencionalne ispaša stoke), ali i vrsta stoke koja je na ispaši (ovce, konji i/ili krave) kao i tip i intenzitet košnja na staništu (Klimek Hofmann i Isselstein 2007). U području Hortobágy stepe u Mađarskoj, koju odlikuje variranje podzemnih zaslanjanih voda i specifična flora i fauna, identifikovano je čak 30 različitih tipova biljnih zajednica i 34 vrste biljaka kojima se stoka na ispaši hrani (Molnár 2017). Isti autor navodi da postoje sezonska i godišnja variranja u količini dostupne hrane za stoku koja se hrani na ovim pašnjacima. Sa druge strane, pored karakteristika klimatske zone i zemljišnog pokrivača, intenzitet ispaše takođe ima značajnu ulogu i u vezivanju ugljenika u travnatim ekosistemima (Abdalla i sar. 2018). Poznato je da ovakva variranja ili promene sredinskih uslova kao i promena u režimu gazdovanja travnatih ekosistema utiče na njihovu funkcionalnu održivost i kapacitet da pruže ključne ekosistemske usluge (Lin 2012). Nasuprot delovanju pojedinačnih faktora, sinergistički efekat promena uslova sredine (npr. promena klime i korišćenja zemljišta ili karakteristika zemljišnog pokrivača i produktivnosti sistema) još uvek je nedovoljno poznat, jer zahteva primenu složenih metodoloških pristupa, koji između ostalog podrazumevaju integraciju fenomena na

različitim skalama (npr. prostorne, vremenske, administrativne) (Cash i sar. 2006; Scott i sar. 2002; Opdam i Wascher 2004; Brook i sar. 2009; CBD 2010, 2014). U intenzivno poljoprivrednom području Vojvodine potrebno je dodatno istražiti kapacitet otvorenih travnatih staništa da obezbede sklonište, dom i svojim resursima podrže opstanak velikog broja biljnih i životinjskih vrsta.

Prostorna procena i mapiranje ugroženih vrsta i njihovih staništa u multifunkcionalnom predelu Vojvodine, finansijski su zahtevna, i često se ne sprovode ili su retka. Međutim, ovakve procene pružaju informacije o interakciji između istorije promena osobina posmatranih populacija i prostornih osobina staništa koje su važne za identifikaciju prioriternih područja, unapređenja zelene mreže i upravljanja staništima, razumevanju razlika različitih nivoa fragmentacije i procena rizika od izumiranja (Panevropska strategija biološke i predeone raznolikosti [PEBLDS] 1995, 2003; Panevropska mreža *Natura* 2000, Strategija zelene infrastrukture 2012; Baral i sar. 2013). Kako bi se sprečio gubitak vrsta i staništa usled fragmentacije i gubitka staništa, Pokrajinski zavod za zaštitu i očuvanje prirode dizajnirao je Regionalnu eko mrežu staništa (Službeni glasnik 102/10). Ekološke mreže zajedno sa zaštićenim područjima predstavlja okosnicu buduće regionalne *Natura* 2000 mreže. Ovaj sistem prirodnih, poluprirodnih područja i koridora između njih je integrisan u Regionalni prostorni plan Vojvodine (Službeni list AP Vojvodine 22/11). Zaštićena područja, elementi eko mreže i koridori imaju različit status zaštite i uživaju drugačiji prioritet u smislu ažuriranja i praćenja stanja i statusa svrsta koje ih naseljavaju. Iz ovog razloga potrebna je revizija njihovog doprinosa očuvanju pojedinačnih vrsta. To je posebno važno za područje ekološke mreže čiji je dizajn usmeren na očuvanje određenih grupa i zajednica (područja od značaja za ptice - IBA, područja od značaja bilje - IPA, područja od značaja za dnevne leptire - PBA, Emerald područja, Ramsarska područja), ali se ne zna da li pokrivaju sva

nastanjena staništa drugih ugroženih vrsta kao što su i one iz grupe sitnih sisara koje naseljavaju otvorena travnata staništa.

3.4 Ugroženost tekunice

Izveštaj Evropskog saveta iz 2015. godine pokazuje da veliki broj vrsta i staništa u Evropi još uvek još uvek nema povoljni konzervacioni status. Procenjuje se da 60% životinjskih vrsta i 77% tipova staništa nije ispunilo postavljene ciljeve dobrog konzervacionog statusa. Od 45 procenjenih otvorenih tipova staništa, 22 tipa (49%) su ugrožena. Procena IUCN-a za period od 2007. do 2015. godine pokazuje da je oko 17% sisara u Evropi ugroženo. U ovoj studiji posebno se ističe da rizici izumiranja sisara još uvek nisu dovoljno istraženi i poznati. Na listi ugroženih vrsta IUCN-a za Evropu sa statusom ranjiva (VU) nalazi se i tekunica. Osim toga, ona se nalazi na Aneksu II i IV EU Direktive o staništima i Direktive o vrstama, na Apendiksu II Bernske Konvencije. Prema nacionalnom zakonodavstvu ona je strogo zaštićena vrsta u Republici Srbiji (Službeni glasnik RS, broj 35/10, 5/10 i 47/11). Geografsko rasprostranjenje tekunice u Evropi značajno je redukovano (Janák Marhoul i Matějů 2013). Vrsta je potpuno iščezla iz Nemačke, Hrvatske i Poljske (Matějů i sar. 2010). Pad brojnosti zabeležen je u Češkoj, Austriji, Bugarskoj, Slovačkoj, Mađarskoj (Hoffmann i sar. 2003; Koshev 2008; Matějů i sar. 2008, Michal 2008; Gedeon 2011) i Srbiji. Još sredinom šezdesetih godina prošlog veka registrovano je smanjivanje brojnosti i rasprostranjenja ove vrste kod nas (Ružić 1979). Savremena istraživanja su takođe potvrdila negativan populacioni trend (Nikolić i sar. 2014; Ćosić 2015). Danas, populacije tekunica u Vojvodini se nalaze u samo tri uporišta: duž reke Tise, na Deliblatskoj peščari i na Fruškoj gori (Ćosić i sar. 2013). Savremena mapa distribucije tekunice u Vojvodini (a ni u Srbiji) ne postoji. Ne postoji

precizno mapiran areal ni u drugim zemljama jugoistočne Evrope. Pretpostavka je da je veliki deo lokalnih populacija međusobno izolovan i potencijalno funkcioniše u formi metapopulacija (Janák Marhoul i Matějů 2013).

Efekti promena sredinskih (abiotičkih) uslova na populacije i staništa tekunica su još uvek nedovoljno istraženi (Janák Marhoul i Matějů 2013). Poznato je da promena klime direktno utiče na distribuciju potencijalno pogodnog staništa i predmet je istraživanja velikog broja studija modelovanja distribucije vrsta (Franklin 2010). Modeli distribucije koriste informacije o prisustvu vrste i faktorima sredine u određenom prostoru, na osnovu čega se pravi model koji u geografskom prostoru prikazuje potencijalnu nišu, ili mapu potencijalno pogodnih staništa (Araújo i Guisan 2006; Philips i sar. 2006). Analize koje identifikuju postojanje i veličinu potencijalno pogodnih staništa za tekunicu nije urađena u većini zemalja čije prostore ona naseljava (Janák Marhoul i Matějů 2013). Posledice klimatskih promena (IPCC 2001, 2007, 2014), na populacije tekunica su takođe nedovoljno istražene. Do sada je poznato da zadržavanjem u jazbinama tekunice tolerišu visoke temperature (Vaczi 2005; Vaczi Koósz i Altbäcker 2006), da ambijentalna temperatura ne utiče na hibernacione procese (Németh Nyitrai i Altbäcker 2009), ali da negativno utiče na energetske zalihe potrebne za hibernaciju (Strijkstra Hut i Millesi 2006). Međutim, u velikom broju istraživanja uočeno je da povećanje temperature, povećanje broja ekstremno toplih dana ili ekstremnih padavina utiču na kvalitet i/ili kapacitet pogodnog staništa (Foppen i sar. 1999; Verboom i sar. 2010; Pearson i sar. 2011; Cormont i sar. 2014) i indirektno na veličinu i rasprostranjenje populacije (Easterling 2000; Turrini i sar. 2008; Ye Skidmore i Wang 2013). Iz ovog sledi da odnos distribucije pogodnog staništa (različitog kvaliteta i/ili kapaciteta) i rasprostranjenja populacija objašnjavaju širinu niše tekunica, zajedno sa konceptom *source-sink* dinamike (Pulliam 1988) i stope

disperzije. Stopa disperzije uz navedeno određuje i procentualno prisustvo jedinki u pogodnom (*source*) ili manje pogodnom (*sink*) tipu staništa (Pulliam 2000).

U većini zemalja koje se nalaze unutar prirodnog rasprostranjenja tekunice fragmentacija, gubitak ili degradacija staništa prepoznati su kao kritični ugrožavajući faktori za opstanak vrste (Janák Marhoul i Matějů 2013). Usled promena u heterogenosti koja je posledice fragmentacije, menja se kompozicija i prostorna konfiguracija predela (matriks, koridor, *patch* - fragment) pri čemu se povećava varijabilnost uslova unutar/između stanišnih elemenata (npr. oblik, veličina, kvalitet) (Gustafson i Gardner 1996; Peles Bowne i Barrett 1999; Turner 2005; Fraterrigo Pearson i Turner 2009; Brook i sar. 2009). Empirijski i prostorno eksplicitni modeli potvrdili su značaj strukture predela. Tako veća površina fragmenta obezbeđuje veću stopu preživljavanja, dok manja udaljenost fragmenata obezbeđuje veću stopu kolonizacije, što u celini omogućava bolje uslove za opstanak populacije. Takođe, modelovanjem je potvrđeno da kvalitet staništa (npr. procentualni odnos pogodnog i manje pogodnog staništa), kvalitet i kompozicija prostornog matriksa, kao i strategija kretanja u predelu utiču na vijabilnost populacija (Vos i sar. 2001; Wiegand 1999, Wiegand Revilla i Moloney 2005; Revilla i Wiegand 2008; Niebuhr i sar. 2015), što je potrebno proveriti i za tekunicu. Osim toga, promena heterogenosti ima veći negativan efekat na vrste specijaliste. To je posebno izraženo kod onih vrsta koje su adaptirane na život na otvorenim travnatim staništima (Katayama 2014), kakva je i tekunica. Fenomeni fragmentacije, izolacije i lokalnog nestajanja populacija tekunica su registrovani od strane različitih istraživača (Kryštufek 1999; Hoffman 2003; Gedeon 2011; Čosić 2015).

Međutim, pregledom literature uočeno je da evaluacija strukture predela i njenog uticaja na tekunicu nije do sada adekvatno analizirana. Osim jedne studije u Bugarskoj, koja je analizirala srednju udaljenost staništa, izolaciju i povezanost staništa aktivnih i neaktivnih kolonija (Koshev 2009), nema drugih istraživanja na ovu temu. Sa druge strane, još uvek se nedovoljno zna u kojoj meri su promene u strukturi predela i kvalitetu/kapacitet staništa unutar/između fragmenata utiču na funkcionalnost predela i opstanak tekunice. Utvrđeno je da analiza funkcionalnosti predela na opstanak tekunica do sada nije značajnije istraživana. Izuzetak tome je studija koja se uz upotrebu genetičkih metoda bavila funkcionalnom povezanošću odabranih populacija u Mađarskoj i Austriji (Gedeon 2011). Pored strategije kretanja i stope preživljavanja jedinki tokom disperzije, i povezanost populacija kroz funkcionalnu mrežu pogodnih staništa, predstavlja važnu komponentu vijabilnosti prostorno struktuiranih populacija (Niebuhr i sar. 2015), kao što je to slučaj i kod tekunice.

Istraživanja na nivou predela, koja su bazirana na paradigmi ekološke mreže (u kojoj disperzija individua ima ključnu ulogu) i ključnog fragmenta (koji je nastao iz metapopulacione teorije), korišćene su u velikom broju studija kako bi se kvantifikovao odnos prostornih obrazaca i populacionih procesa u kontekstu klimatskih promena i funkcionalnosti predela na dugoročni opstanak vrsta (Vos i sar. 2001; Verboom i sar. 2001; Opdam Verboom i Pouwels 2003; Verboom i Pouwels 2004, Verboom i sar. 2010). Pretpostavka pristupa ekološke mreže i ključnog fragmenta je da svaki fragment koji se nalazi na udaljenosti disperzionog kapaciteta individue, formira mrežu povoljnih staništa. Sa druge strane, veličina fragmenta utiče na njegov kapacitet i sposobnost da podrži lokalnu populaciju vijabilnom. Prema sredinskom stohaizmu ključni fragment dovoljno velike površine ima veći potencijal da podrži opstanak veće populaciju (Verboom i sar. 2001), ili da

posluži kao prelazno stanište za vrste čije se rasprostranjenje pomera u odnosu na geografsku skalu (Vos i sar. 2008). Ovaj koncept ekološke mreže i ključnog fragmenata omogućava da se uz pomoć različitih klimatskih modela (IPCC 2001, 2007, 2014) i mreže pogodnih staništa može proceniti funkcionalna održivost ekološke mreže sa aspekta opstanka određene vrste. Rezultati ovih analiza omogućavaju usmeravanje konzervacione prakse i aktivnosti koje bi trebalo da idu u korak sa budućim promenama, na lokalno, predeonom i regionalnom nivou (Opdam i Steingröver 2008; Vos i sar. 2008; Termorshuizen i Opdam 2009; Vos i sar. 2010; Verboom i sar. 2010).

3.5 Obrazloženje predmeta i objekta istraživanja

Posledice promena ekosistemskih procesa i obrazaca u Vojvodini još uvek nisu dovoljno istražene. Pojedine faunističke i florističke studije realizovane na prostorima zaštićenih područja SRP “Slano Kopovo”, SRP “Okanj bara” i PP “Rusanada” ukazuju na značaj posebnih prostornih celina (*keystone structure*, Tews i sar. 2004) unutar dominantnih poljoprivrednih predela Vojvodine. Ove prostorne celine obezbeđuju stanište i resurse velikom broju vrsta uključujući i tekunicu. Međutim, usled stalnog povećanja zemljišta pod poljoprivrednim kulturama i urbanih površina, struktura i kompozicija ovih celina značajno je izmenjena.

Kontinuitet unutar mozaika otvorenih travnatih površina (stepskih, slatinskih i slane-stepe) je prekinut, a njihovo nestajanje je dodatno ubrzano napuštanjem prakse tradicionalnog pašarenja (Frisnyák 2004). Sve veća varijabilnosti vremenskih prilika dovela je do promena odlika vodnog režima, zemljišnog pokrivača i promena kompozicije biljnih vrsta (Szabados i sar. 2011; Panjković i Szabados 2012; Izveštaj ZZPS 2007, 2009). Predviđene promene

klime bi trebalo da dodatno intenziviraju ove promene i takođe doprinesu nestajanju karakterističnog vegetacijskog pokrivača unutar pomenutih posebnih prostornih celina. Takođe nastale promene heterogenosti predela i veličine staništa unutar njih, značajno ugrožavaju opstanak životinjskih vrsta (Opdam Verboom i Pouwels 2003, Opdam i Wascher 2004). Opstanak lokalnih populacija tekunice unutar fragmentisanih i međusobno izolovanih prirodnih staništa, zavisi od načina na koji su takva staništa povezana i razmene jedinki između njih (Wiegand Revilla i Moloney 2005; Revilla i Wiegand 2008). Mogućnost komunikacije između lokalnih populacija je posebno značajna, jer u izmenjenom predelu lokalno izumiranje se kompenzuje rekolonizacijom dostupnih praznih stanišnih fragmenata, koji su povoljni za život i opstanak vrsta (Hanski 1991; Wiegand 1999; Wiegand Revilla i Moloney 2005). Stoga, potrebna su dodatna istraživanja da bi se utvrdilo kako populacije koriste predeo i koje su karakteristike staništa i predela koja naseljavaju lokalne populacije tekunice. Terenskim istraživanjima i eksperimentalnim modelovanjem niše i metapopulacionim modelovanjem ispitan je kvalitet zauzetog staništa (staništa koje je naseljeno tekunicama) i dostupnost povoljnih staništa, uticaj promene klime na populaciju tekunice kao i uticaj strukture i funkcije poljoprivrednog predela Vojvodine na očuvanje vijabilne metapopulacije na južnim obodima Panonske nizije.

Tekunica je decenijama unazad privlačila pažnju istraživača u Srbiji. Rezultat tog interesovanja je bilo publikovanje velikog broja studija o različitim aspektima njene biologija, ekologije, genetike. Na primer 1920tih i 1930tih godina prošlog veka sistematski je praćenja brojnost populacija radi kontrole štete u poljoprivredi (Gradojević 1936; Ružić 1950). Kasnije 1950tih i 1960tih godina prošlog veka, u fokusu su i opsežna istraživanja biologije i fiziologije vrste radi razumevanja hibernacije i biološki ritmova (Stojilkovic i

sar. 2005). Tada je između ostalog radom na istraživanjima vrste tekunica čuvena Beogradska škola fiziologija dala veliki naučni doprinos u oblasti termodinamike. Začetak prvih ekološki i zaštitarskih istraživanja bio je tek početkom 1970tih godina (Ružić 1979). Ova istraživanja se sprovode i danas kako u Vojvodini tako i u istočnoj Srbiji (Ćosić 2015; Nikolić i sar. 2014, 2016 a b i c, 2018 a b i c).

Tekunica je tipičan predstavnik faune otvorenih travnatih (stepskih, slatinskih, peščarskih itd.) staništa Vojvodine. Ona kao strukturni deo ovih ekosistema ima veliki značaj i ulogu (IAP 1996, 2006; Carpaneto i sar. 2011; GAP 2014). Stoga je prepoznata kao kišobran vrsta (*umbrella species*) sa potencijalom da se pokaže i kao ključna vrsta (*keystone*) unutar ovih staništa (Janák Marhoul i Matějů 2013; Lindtner i sar. 2017). Upravo nesumnjivi ekološki značaj tekunice za funkcionisanje otvorenih travnatih ekosistema je kvalifikuje kao idealna model organizam za praćenje promena i procesa unutar ovih ekosistema.

Za potrebe dobijanja odgovora na pitanja kojima se ovo istraživanje bavi odabrana upravo tekunica jer je vrsta za koju postoje potrebni prostorni podaci ili ih je bilo moguće sakupiti. Pa tako za potrebe eksperimenata modelovanja postoje digitalne informacije unutar područja istraživanja (mapa korišćenja zemljišta, ortografskih faktora, klimatskih prilika) na odgovarajućoj rezoluciji koje se mogu iskoristiti za prostorne stanišne analize. Poznato je iz literature da je tekunica vrsta koja je na velikoj geografskoj skali osetljiva na prisustvo barijera u svom arealu (Ćosić i sar. 2013). Međutim osetljivost vrste na prisustvo barijera na finijoj skali i varijabilnost vremensko/klimatskih uslova do sada nije istraživana. Treće, tekunica je pogodan model organizam za prostorne analiza barem iz dva razloga. Prvi od njih je da se status i trend lokalnih populacija relativno jednostavno i lako može pratiti na otvorenim

travnatim staništima. Drugi je da se radi o vrsti koju odlikuje sezonska dinamika u aktivnostima jedinki zbog smene perioda hibernacije i aktivnog perioda koji su sinhronizovani sa hladnim i toplim mesecima u godini. Iz svega navedenog u ovom disertaciji je bilo moguće mapiranjem staništa i modelovanjem prikupljenih prostornih informacija i populacionih parametara dodatno ispitati potencijalnu osetljivost lokalnih populacija na ugrožavajuće faktore (vremenske prilike, klimatski uslovi, upravljanje na staništu) i prostorne barijere (karakteristike predela i tip korišćenje zemljišta).

4 MATERIJAL I METODE

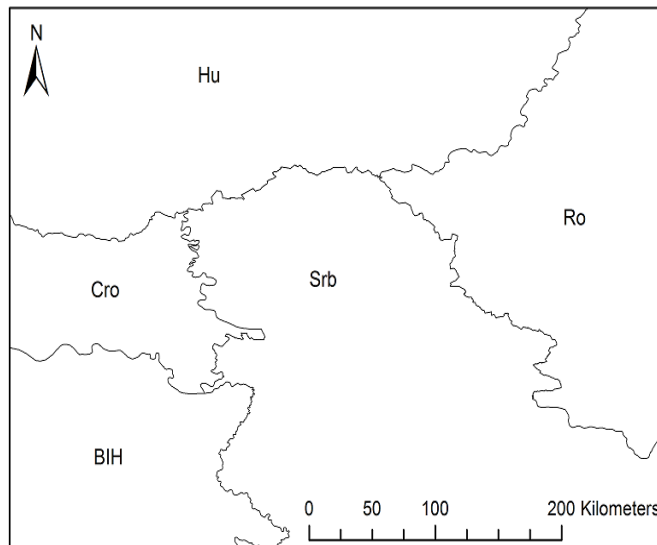
4.1 Ekološka niša u prostoru i vremenu

4.1.1 *Prikupljanje materijala, područje istraživanja i prostorni podaci*

Prikupljanje materijala Podaci o prisustvu tekunica (*Spermophilus citellus* L1766) na teritoriji Vojvodine za period od 2009 do 2013 godine prikupljeni su iz različitih izvora. Primarno, urađena je inventarizacija svih literaturnih podataka o prisustvu vrste na ovom prostoru (sumirano prema: Petrov 1992; Izvešaj PZZP 2011; Ćosić 2015), baze podataka Društva za proučavanje i zaštitu ptica Srbije i terenskih istraživanja koja su obavljena u okviru nekoliko nedavno realizovanih projekata. Na osnovu navedenih izvora, evidentirano je 250 lokaliteta na kojima je tekunica bila prisutna u bližoj prošlosti. Proverom svih ovih lokaliteta tokom terenskih istraživanja u okviru ove teze, registrovano je prisustvo povoljnih travnatih staništa na svega 209 lokaliteta. Od toga prisustvo vrste je evidentirano na 130 lokaliteta. Sva travnata staništa (naseljena i nenaseljena) su georeferencirani i mapirana. Mapiranje je podrazumevalo izradu poligona koji predstavljaju povoljno travnato stanište i naseljeni deo travnatog staništa lokalnom populacijom tekunice.

Područje istraživanja Istraživanje je rađeno na teritoriji Vojvodine i šire okoline. Šira okolina Vojvodine uzeta je u obzir kako bi se ispunio uslov generalizacije optimalnih uslova sredine korišćenjem klimatskih modela. Klimatski modeli koriste podatke na maksimalnoj rezoluciji od 1x1 km i zahtevaju analizu na široj prostornoj skali od teritorije koju zauzima Vojvodina. Konačno područje istraživanja koje je modelovano zauzima teritoriju Vojvodine, delove Mađarske (Hu), Hrvatske (Cro), Bosne i Hercegovine (BIH), Rumunije (Ro) i delove zapadne, centralne i istočne Srbije

(Srb; Slika 1; 17. 99986 – 21.99986 N; 44. 00014 – 47. 00014 E). Područje istraživanja odlikuje kontinentalni tip klime, pod tip semiaridna kontinentalna panonska klima. Srednje godišnje temperature kreću se u intervalu od 10.2 do 11.7°C. Godišnje variranje temperature iznosi čak i do 80°C. Količina padavina kreće se od 520 do 590 mm godišnje.



Slika 1 Područja istraživanja potencijalne niše i distribucije tekunice (*S.citellus*).

Sredinske promenljive Grupa promenljivih varijabli značajnih za definisanja dela fundamentalne (po nekim autorima potencijalne) niše (*existing niche*) su odabrane prema preporukama koje je Anderson (2013) dao u svojoj studiji, kao i na osnovu naših prethodnih istraživanja na području Vojvodine (Arok 2014; Nikolić i sar. 2014). Iz dole navedenih dostupnih baza podataka preuzete su sledeće promenljive:

1. Klimatske varijable modela na 30 arc secundi (približno 1x1 km) su korišćene za studirani period (BioClim, Prilog 1) i dva u budućnosti koji

su centrirani na +/-10 godina oko 2050. godine i +/-10 godina oko 2070. godine (Prilog 1). Svaki od budućih perioda ima tri scenarija istog modela koji su preuzeti su iz WorlClim baze čiji se podaci koriste u ekološkom modelovanju i nalaze se na stranici www.worldclim.org/bioclim. Od svih dostupnih model ansambla izabrani su rezultati MPI-ESM-LR modela (model Max Planck Instituta) za tri RCP (*Representative Concentration Pathways*) scenarija (RCP 2.6, RCP 4.5 i RCP 8.5), jer je ovaj model u simulaciji buduće klime koristio dinamičku vegetacionu mapu (Moss i sar. 2010; Giorgetta i sar. 2013; IPCC 2014). RCP 2.6 scenario pretpostavlja da će se emisija (globalna) gasova staklene bašte (GHG) merena u ekvivalentnima ugljen dioksida (koncentracija ugljen dioksida koja je funkcionalno ekvivalentna količini svih GHG i koristi se kao referenca za opis globalnog zagrevanja) imati svoj pik u periodu od 2010-2020 i da će postepeno opadati sa verovatnoćom čak i negativne emisije ugljen-dioksida ukoliko globalna mitigacija i primena novih tehnološka rešenja bude sprovedena. Po RCP 4.5 scenariju emisija ugljen dioksida ima pik oko 2040 godine. Nakon toga bi došlo do opadanja, ali samo pod pretpostavkom da će veliki broj tehnoloških rešenja i strategija biti primenjeno. Smanjenu emisije značajno će doprineti upravo i sprovođenje lokalnih mera adaptacija na klimatske promene. Po RCP 8.5 scenariju emisija ugljen dioksida nastavlja da raste tokom dvadesetog veka i 2010. godine će dostići koncentraciju od 1000 ppm. Ovaj scenario pretpostavlja nastavak korišćenja resursa dosadašnjim tempom (Đurđević i Tošić 2017). Za proveru relevantnosti klimatskih promena za posmatran fenomen moguće je koristiti jedan model sa različitim budućim projekcijama. Međutim za sagledavanje efekata klimatskih promena za posmatrani fenomen potrebno je koristiti više

modela i više RCP scenarija iz dostupnih model ansambla. Pri tome svaki model i pripadajuće projekcije moraju biti iz barem jednog od pet klastera u koje su grupisani na osnovu sličnosti/različitosti u projekciji buduće klime (Mendlik i Gobiet 2015).

2. Topografske promenljive (nadmorska visina, nagib terena i orijentacija nagiba [*aspect*] terena) dobijene su iz digitalnog modela nadmorske visine (DEM - *Digital Elevation Model*) na 30 arc secundi koji je preuzet iz baze USGS (*United States Geological Survey*; www.usgs.gov).
3. Mapa otvorenih travnatih staništa (pašnjaka, prirodnih livada i livada; OTS) preuzete su iz CORINE mape (*Corine Land Cover 2000 – CLC 2006* na 100 m iz baze podataka Evropske Agencije za Životnu Sredinu (www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover).

Predviđene mere adaptacija na klimatske promene (aforestacija) i promene u korišćenju zemljišta (dodatna proizvodnja hrane i/ili bio-goriva) dramatično će ugroziti opstanak mozaika otvorenih travnatih staništa unutar poljoprivrednih predela (Wolff i sar. 2018). Sa druge strane, ublažavanje efekata promene klimatskih uslova na biodiverzitet unutar intenzivno korišćenih sredina zahteva očuvanje izvornih biljnih i životinjskih staništa (CBD 2010). Da bi se sagledao relevantni značaj promena u korišćenju zemljišta i klimatskih promena na populacije tekunice, od osnovne mape otvorenih travnatih staništa (u daljem tekstu OTS) korišćenjem programa ArcGIS 10 (ArcMap) napravljena su dva potencijalna buduća prostorna scenarija. U prvom prostornom scenariju površina OTS smanjena za 5% u korist površina pod oranicama dok je u drugom je povećana površina OTS za 5% na račun površina pod oranicama.

U kombinaciji sa budućim klimatskim projekcijama, simulirano smanjenja OTS površina u suštini predstavlja ugrožavajući scenario (S) dok simulirano povećanja OTS površina predstavlja konzervacioni scenario (E) za populacije tekunice u Vojvodini. S obzirom da projekcije budućih klimatskih modela po RCP scenarijima nemaju fiksiran set pretpostavki u vezi ekonomskog razvoja (rasta populacije ili tehnološkog razvoja) moguće testirati, koristeći iste buduće projekcije, više različitih soci-ekonomskih budućih scenarija (CICERO 2015).

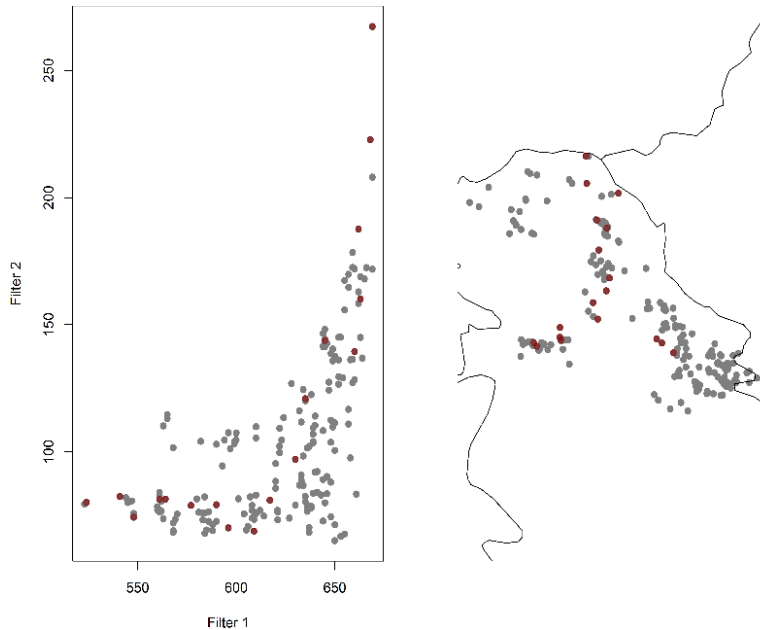
Sve analizirane promenljive su isečene na veličinu površine područja istraživanja i konvertovane u WGS84 koordinatni sistem u rezoluciji od 30 arc sekundi u programu ArcGIS 10 (ArcMap).

4.1.2 Kalibracija modela

Mape potencijalnog rasprostranjenja tekunice u Vojvodini su dobijene korišćenjem softvera Maxent (Phillips Anderson i Shapire 2006; Phillips i Dudik 2008). Program je dizajniran da modeluje rasprostranjenje vrste korišćenjem principa maksimalne entropije sa ciljem da se prikaže distribucija koja je najbliža uniformnoj (Phillips Anderson i Shapire 2006). Kombinovanjem georeferenciranih nalaza samo prisustva vrste na nekom prostoru i sredinskih varijabli (npr. klimatskih, stanišnih) izračunava se potencijalno rasprostranjenje optimalnih uslova/vrste u geografskom prostoru.

Korišćenjem paketa EnvFilter analiziran je sredinski matriks (više-dimenzionalni prostor) svih odabranih promenljivih i nalaza tekunice te je eliminisana pristrasnost ulaznih promenljivih u matriksu (*enviromental bias*). Ova filtracija koristi se u slučajevima kada su sredinske razlike u npr. temperaturi ili padavinama na istraživanom području male (Varela i sar. 2014). Rezultat je skup jedinstvenih nalaza koji nepristrasno predstavljaju sredinski gradijent dela fundamentalne niše koja postoji unutar istraživanog područja

(Slika 2). Ovom metodom izdvojen je skup od 18 jedinstvenih nalaza koji su korišćeni u paketu ENMeval za parametarizaciju kompleksnosti modela potencijalne distribucije niše pri čemu je dobijeno 48 model kandidata (Muscarella i sar. 2014).



Slika 2 Mapa odabranog skupa nalaza korišćenog za kalibraciju modela; crvene tačke predstavljaju 18 jedinstvenih nalaza korišćenih za parametarizaciju prilikom kalibracije modela.

Od njih je na osnovu kriterijuma AICc vrednosti odabran “najbolji” model kandidat čiji su parametri korišćeni u daljim analizama (Bruham i Anderson 2004; Warren i Seifert 2011). Korišćenjem paketa Dismo i k 5 fold kros validacije (Hijmans i sar. 2016) analizirano je svih 209 lokaliteta na osnovu čega je dobijen model potencijalne trenutne distribucije postojeće niše u istraživanom petogodišnjem periodu i potencijalne buduće distribucije niše (2050. i 2070. godine). Model je dodatno evaluiran Kappa i TSS statistikom

koja se preporučuje i za modele koji koriste samo podatke o prisutnosti vrste (Liu White i Newell 2016).

Model trenutne distribucije niše je projektovan u budućnost:

- sa osnovnim setom parametara buduće vrednosti odabranih klimatski promenljivih i trenutnom zastupljenost OTS-a (model F)
- sa osnovnim setom parametara buduće vrednosti odabranih klimatski promenljivih i konzervacioni OTS scenariom (model E)
- sa osnovnim setom parametara buduće vrednosti odabranih klimatski promenljivih i ugrožavajući OTS scenario (model S).

4.1.3 Identifikacija projektovanih područja

Dobijeni modeli potencijalne distribucije postojeće niše kao i tri modela (F, E i S) sa tri projekcije (rcp26, rcp45, rcp85) za 2050 i 2070 godinu potencijalne distribucije niše u budućnosti (ukupno 18 budućih modela) su pripremljeni za dalju analizu u R programskom jeziku ver. 3.3.2 (R Development Core Team 2016). Prvo je od svakog F, E i S seta modela dobijen po jedan budući model za 2050. i 2070 godinu (ukupno 6 modela). Najveću vrednost dobile su one projektovane površine (rasterske ćelije 1 x 1 km) koje u sve tri korišćene rcp projekcije predviđaju povoljne sredinske uslove za F, E i S modele. Zatim je korišćenjem M SSS “praga” značaja trening omisije (*Maximum training sum of sensitivity and specificity*) od sadašnjeg i budućih modela dobijena binarna mapa potencijalne niše gde su sve vrednosti iznad odabranog praga značajnosti smatrane povoljnim područjima (Liu White i Newell 2013; Liu White i Newell 2016). Dobijene binarne mape sadašnje i buduće povoljne niše su korišćene u gap analizi za ocenu relevantnosti promena u procentualnoj zastupljenosti povoljnih područja niše u prostoru i vremenu. Osim toga vektorski skup podataka najznačajnijih promenljivih unutar potencijalno pogodnih područja

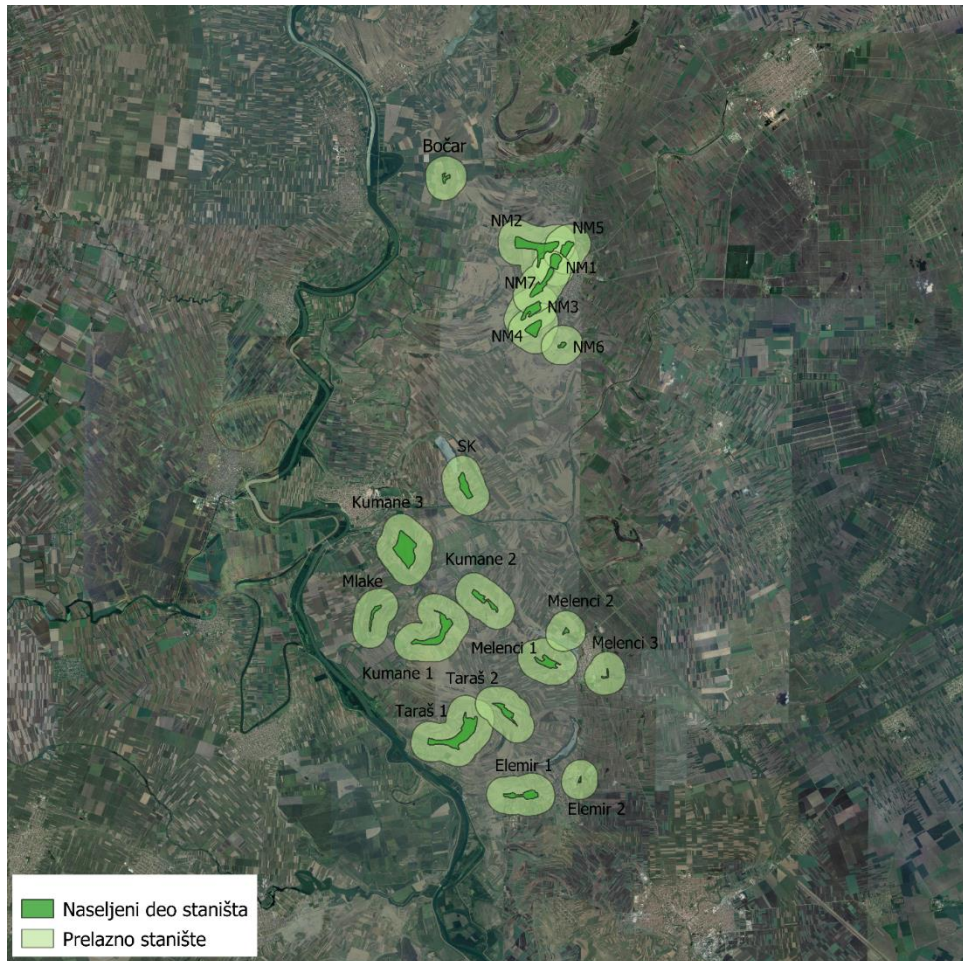
niše korišćen je za dobijanje informacija o opsegu ekološki optimalnih uslova za tekunicu na istraživanom prostoru. Za potrebe ovih analiza korišćen je ArcMap 10 (ArcGIS) programski paket.

4.2 Populacija u prostoru i vremenu

4.2.1 Prikupljanje materijala, područje istraživanja i prostorni podaci

Prikupljanje materijala Procenjivanje gustine i brojnosti populacija tekunica vršeno je u periodu od 2013. do 2015. godine na 20 kolonija na teritoriji srednjeg Banata. Procena je vršena jednom godišnje (juli mesec) metodom kvadrata površine 50x50 m. Tekunice su unutar ovih kvadrata izlovljavanje (hvatane) od ranih jutarnjih časova do zalaska sunca. Sve uhvaćene jedinke su do završetka hvatanja (večeri) smeštene u kaveze. Za svaku uhvaćenu jedinku beležen je pol i uzrast (juvenilana ili adultna), izmerena je težina i dužina tela. Regresijom izmerene mase jedinke i dužine tela izračunat je koeficijent kondicionog stanja individua (Schulte i sar. 2005). Nakon završetka procene sve uhvaćene jedinke su puštene na površinu gde su uhvaćene. U programu ArcMap 10 nacrtani su poligoni koji prikazuju naseljeni deo staništa i dobijena je mapa naseljenih poligona. Poligoni su urađeni za svih 20 odabranih lokaliteta i za svaku godinu (2013. 2014. i 2015.) posebno.

Područje istraživanja Prikupljanje materijala je rađeno unutar 20 kolonija koje se nalaze na teritoriji lokalnog koridora srednjeg Banata, na potezu Bočar, Novo Miloševo – Novi Bečej – Kumane – Melenci – Novi Bečej – Elemir (Slika 3).



Slika 3 Distribucije kolonija tekunica na području lokalne ekološke mreže stepa i slatina srednjeg Banata.

Prostorni podaci Sa satelitskih snimaka (*RapidEye* i *Landsat 8*) dobijene su prostorne varijable unutar radijusa od 1 km oko centralne ose svakog mapiranog staništa. Ovo je distance koja predstavlja maksimalni disperzioni kapacitet tekunice (Ramos-Lara i sar. 2014). Korišćene su i mape useva za period od 2013 do 2015 godine čija klasifikacija je detaljnije opisano u Crnojević i sar. 2014. Iz ovih digitalnih mapa izračunati su prosečni sezonski NDVI (*Normalized difference vegetation index*) i AWEI (*Automated Water*

Extraction Index) indeksi. Na osnovu korišćenja, tipa staništa, prisustva vode i vegetacijskog pokrivača unutar središnjeg područja (*core area*) kvalitativno je ocenjen kvalitet mapiranih staništa (videti detaljnije u Poglavlju 4.5 Ekološka mreža staništa). Pored toga, izračunat je i kapacitet staništa, koji predstavlja odnos kvaliteta, površine staništa i prosečne gustine populacija koji je dobijen njihovim množenjem unutar svakog pojedinačnog mapiranog lokaliteta (Verboom i Pouwels 2004).

4.2.2 Kalibracija modela

Za analizu relativnih veza između demografskih promena (veličini populacije i kondicionog stanja individua) i strukture predela (sredinskih uslova = staništa + okruženje unutar radijusa od 1km), kao zavisnosti relativnih veza od godine istraživanja primenjene su linearno regresione analize i analize linearno mešovutih efekata. Korišćen je pristup prezentovan u radu Merrick i Koprowski (2017) u kome je za populacione analize korišćen regresioni model (GLM) dok je za analizu odgovora jedinki korišćen regresioni model linearnih mešovutih efekata (GLMM) u paketu lme4 (Bates i sar. 2014) u R programskom jeziku ver 3.3.2 (R Core Development Team 2016). Odnos veličine populacije i sezonskih promena strukture vegetacionog pokrivača je modelovan linearno regresionim modelom (GLM), dok je odnos kondicionog stanja individua i sezonskih promena strukture vegetacionog pokrivača regresionom analizom linearnih mešovutih efekata (GLMM). Razvijena su tri podskupa strukture posmatranih predeonih celina: kompozicija, kapacitet i produktivnost. Korišćenjem ova tri podskupa modelovan je populacioni (“bezuslovan” GLM) i individualni (“uslovan” GLMM) odgovor, za svaku zavisnu promenljivu. Unutar svakog pojedinačnog modela ispitali smo značaj pojedinačnih varijabli u predviđanju promene u

veličini populacija i kondicionom stanju individua. Varijable su za potrebe analize grupisane u tri pod skupa:

1. Podskup 1 predstavlja kompoziciju definisanog predela: % kultura, % travnjaka, prosečna površina pod vodom - AWEI
2. Podskup 2 predstavlja kapacitet staništa: kvalitet x površina
3. Podskup 3 produktivnost sistema: prosečan NDVI.

4.2.3 Analiza senzitivnosti

Da bi smo dobili pun značaj interakcije populacija i individua sa strukturom definisanog predela uporedili smo top modele svakog podskupa zajedno sa Globalnim (sve promenljive) i null modelom. Za modelovanje promena kondicionog stanja individua u GLMM-u fiksni efekti su bili: udeo svih površina pod kulturama, površine travnjaka, NDVI, AWEI i kapacitet staništa, dok su slučajni efekti (*random effects*), bili godina, uzrast i lokalitet. Kriterijumske varijablu su bile: brojnost lokalnih populacija u GLM-u i kondiciono stanje individua u GLMM-u. Na osnovu AICc vrednosti dobijenih pojedinačnih modela sa različitim kombinacijama korišćenih promenljivih izabran je top kandidat model koji izdvaja najznačajnije faktore koji definišu analiziran odnose. Poređene su varijacije svih modela u okviru istog osnovnog modela na osnovu vrednosti testa maksimalne verodostojnosti (Bruham i Anderson 2004; Warren i Seifert 2011).

4.3 Ekološki faktori staništa

4.3.1 Prikupljanje materijala, područje istraživanja i obrada materijala

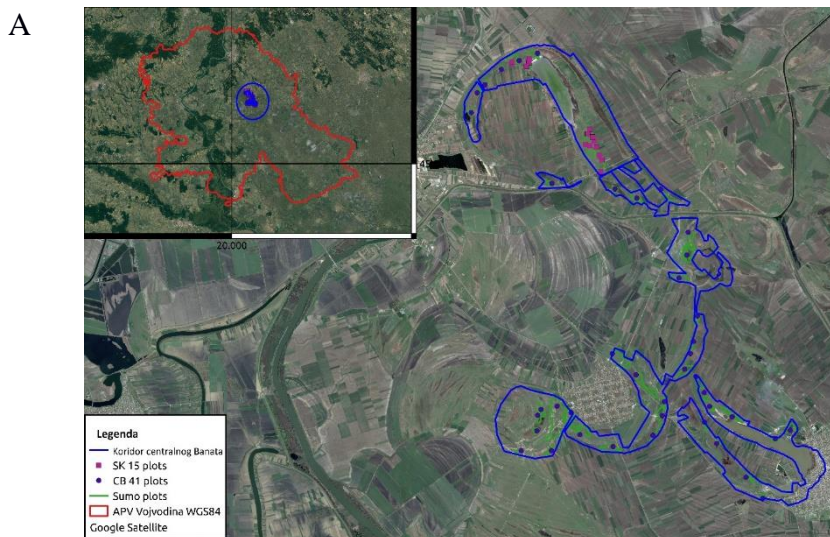
Prikupljanje materijala Prikupljanje podataka o kompoziciji vrsta, uzorka biljnog materijala i uzorka zemljišta vršeno je na delu lokalnog

koridora srednjeg Banata. Površina područja koje je obuhvaćeno ovim analizama iznosi 2500 ha unutar koga se razlikuje četiri tipa zemljišnog pokrivača (JRC ESDAC portal za zemljište 2011). Tipovi zemljišnog pokrivača su: solonjec - srednje fine agregacija čestica, plitki karbonatni černoziem - srednje agregacije čestica, plitki karbonatni černoziem - srednje fine agregacije čestica i ritska glinovita crnica - srednje fine agregacije čestica. Broj plotava za analizu unutar svakog tipa zemljišnog pokrivača je bio proporcionalan površini koju svaki od ova četiri tipa zauzima. U tom smislu broj plotova po tipu zemljišnog pokrivača je bio u odnosu 27:8:7:12. Uzorci za analize uzeti su sa ukupno 56 plotova (Slano Kopovo -SK 15 i 41 Centralni Banat - CB) veličine 2x2 m unutar površina koje su smatrane kompozicijski ujednačenim celinama (Slika 4 A). Na ovim osnovnim plotovima veličine 2x2m uzimani su fitocenološki snimci. Za potrebe definisanja karakteristika zemljišta i produktivnosti vegetacijskog pokrivača u okviru osnovnih plotova velične 2x2 m formirani su subplotovi veličine 0.50x0.50 m. Sa tri subplota (Slika 4 B) uzorkovana je celokupna biljna biomasa i zemljište do dubine 30 cm. Uzorci zemljišta iz svakog od tri subplota je izmešano nakon čega je odmeren uzorak od 250 g koji je dalje obrađen. Uzrokovanje za potrebe procene produktivnosti, karakteristika zemljišta i karakterizacije biocenoza je rađeno u periodu vegetacijskog pika tokom maja i juna 2012. i 2013. godine.

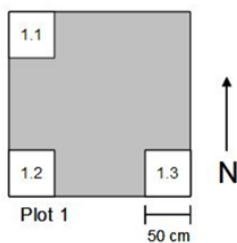
Osim podataka o kompoziciji zajednica, produktivnosti staništa i karakteristika zemljišta, tokom terenskog rada takođe su prikupljeni podaci o:

1. broju stoke na ispaši (krava i ovaca)
2. tipu korišćenja zemljišta: intenzivno pašarenje [IG], intenzivno pašarenje i košenje [IGM], poluintenzivno pašarenje i košenje[SIGM])
3. menadžmentu na staništu: zaštićeno područje [NP] ili deo ekološke mreže staništa [TEC]).

Područje istraživanja Istraživanje je rađeno na delu slatino-stepskog lokalnog koridora srednjeg Banata (www.zzpv.com), na potezu Kumane-Melenci-Slano Kopovo-Novo Miloševo (Slika 4 A). Lokalni koridor srednjeg Banata odlikuje očuvan kompleks vlažnih i slanih livada koje se prostiru između Specijalnog rezervata prirode Slano Kopovo, Parka prirode Rusanda i Specijalnog rezervata prirode Okanj bara (SRP SK, 1999; PP Rusanda, 2011; SRP Okanj bara, 2011). Tipična zajednice na ovom području su slane travnate formacije na solončaku, panonske slatine, panonske slane stepe i utrine (Puzović i sar. 2015). Na ovom području se nalazi 5 aktivnih kolonija tekunica. Kolonije su pozicionirane unutar zaštićenih područja (NP) - jedna u PP "Rudnada", tri u SRP "Okanj bara" i jedna u SRP "Slano Kopovo".



B



Slika 4 Lokalni koridora srednjeg Banata i prostorni raspored 56 plotova (A) Šema uzorkovanja vegetacijske biomase i uzorka zemljišta na plotu od 2x2 m, unutar kojeg se nalaze kvadrati 50x50 cm (B).

Kompozicija zajednica U svakom plotu određena je zastupljenost (abudanca) biljnih vrsta korišćenjem Braun Blanquet skale (Braun-Blanquet 1964). Prikupljeni biljni materijal je determinisan pomoću standardnih ključeva: Flora Srbije (Josifović 1970-1977; Sarić 1986 i 1992; Stevanović 2012), Flora Evrope (Tutin 1993) i ilustrovani ključevi za determinaciju flore (Čanak Parabućski i Kojić 1978; Jávorka i Csapody 1975).

Procena produktivnosti zajednica U laboratoriji za fiziologiju biljaka, Departmana za biologiju i ekologiju, PMF Novi Sad odrađena je analiza produktivnosti. Sakupljeni biljni materijal prvo je osušen na sobnoj temperaturi, nakon čega je samleven, izmeren (suva biomasa na svakom plotu), a zatim u sistemu za mikrotalasnu digestiju u smeši cHNO_3 i H_2O_2 pripremljen za dalju analizu. Koncentracije katjona (K, Mg, Ca), i odnos C/N u biljnom materijalu izmereni su na Institutu za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad.

Analiza karakteristika zemljišta U laboratoriji za zemljište i agroekologiju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo NS seme, urađena je analiza zemljišta, dok na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu (Laboratorija za zemljište) izmerena je aktivnost zemljišnih bakterija. Uzorci zemljišta su vazdušno sušeni i potom saturisani destilovanom vodom do gornje granice plastičnosti. Nakon toga merene su sledeće promenljive:

1. Aktivna kiselost - pH u vodi koja je određena u suspenziji ($10\text{g}:25\text{ cm}^3$) zemljišta sa vodom.
2. Vrednost električne provodljivosti zemljišta (EC) je rađena konduktometrijskom metodom
3. Određivanje sadržaja ukupnog azota (N) i sadržaja ugljenika (C) koje su određene automatskom metodom uz pomoć CHNS analizatora (AOAC metoda 972.43).
4. Sadržaj humusa (Hm) određen metodom Tjurin-a.
5. Koncentracije Fe i Zn izmerena je uređajem „Vista Pro“-Varian, metodom indukovan kuplovane plazme ICP-OES.
6. Aktivnost zemljišnih bakterija (nitrifikatora i denitrifikatora) određen je metodom najverovatnijeg broja u roku od 24 h po uzimanju uzoraka zemljišta na dubini od 30 cm (Alexander 1982).

4.3.2 Statistička analiza - kompozicija

Da bi se koristio odgovarajući model u odnosu na tip odgovora koji se očekuje od odnosa ulaznih promenljivih (vegetacijske i sredinske karakteristike staništa) analizirana je dužina gradijenta prve ose Diskriminantnom (De-trend) korespondentnom analizom (DCA). DCA je pokazala dužinu gradijenta prve ose veću od 4. Dobijeni rezultat potvrđuje da je skup heterogen, i ovim rezultatom očekuje se unimodalan odgovor. Pretpostavljeni unimodalni odgovor odnosa vegetacijskih i sredinskih promenljivih upućuje na korišćenje kanonijske korespondentne analize (CCA). CCA predstavlja indirektnu analizu gradijenta u kojoj je ordinacija ispraćena sredinskim gradijentom koji detektuje obrasce u varijabilnosti kompozicije i bogatstva vrsta na staništu (Goodall 1954). Za potrebe CCA analize proverena je multikolinearnost ulaznih promenljivih VIF funkcijom. (paket Vegan; Oksanen i sar. 2018). Dalje, metodom dodavanja jedne po jedne sredinske promenljive tzv.-selekcijom unapred (*forward* selekcijom) odabran je konačan izbor promenljivih. U finalnom modelu Monte Carlo testom sa maksimalnim brojem permutacija 500 ocenjeni su marginalni efekti (pojedinačnih promenljivih) i uslovni efekti (“najbolja” kombinacija pojedinačnih promenljivih) modela analiziranog odnosa. Dobijeni model odnosa vegetacijskih i sredinskih promenljivih izdvojio je dominantine ekološke faktore (biotičke i abiotičke) na staništu unutar istraživanog područja. Sve statističke analize rađene su u R programskom jeziku ver 3.3.2 (R Core Development Team 2016). Dobijeni sredinski gradijent i obrasci kompozicije na CCA osama upoređen je sa Ellenbergovim koeficijentima za vlažnost, koncentraciju azota, pH i salinitet (Ellenberg i Leuschner 2010).

4.3.3 Statistička analiza – diverzitet

Analiza diverziteta vrsta urađena je u paketu *vegan* (Oksanen i sar. 2018) i izračunate su vrednosti α (alpha), β (beta) i γ (gamma) diverziteta unutar zaštićenih područja (NM) i područja ekološke mreže (TEC). Za kvantifikaciju apsolutne i relativne raspodele diverziteta vrsta na području NM i TEC, korišćeni su indeksi:

- (i) bogatstva biljnih vrsta (S) u okviru kojeg se očekuje značajan efekat retkih vrsta (Morris i sar. 2014).
- (ii) Simpsonov indeks diverziteta (D_1) koji je osetljiv na prisustvo dominantnih biljnih vrsta (Morris i sar. 2014).

Korišćenjem S i D_1 indeksa uzet je u obzir efekat retkih i značaj dominantnih biljnih vrsta na biološko bogatstvo vrsta na analiziranom prostoru. Za ocenu apsolutne i relativne raspodele diverziteta unutar lokaliteta i između lokaliteta, na nivou regiona zaštićenog područja i ekološke mreže korišćen je diferencioni indeks bogatstva vrsta (D_{ST}) i diferencioni indeks diverziteta (D_{DT}) (Lu Wagner i Chen 2007).

U oceni efekata korišćenja zemljišta različitog intenziteta (IGM, SIGM, IG) na bogatstvo biljnih vrsta, diverziteta biljnih vrsta i produktivnosti ekosistema korišćeni su Shanonov indeks diverziteta (H) i inverzivni Simpsonov indeks predominantnosti (D_2). Eksponent Shanon indeksa (H) je u linearnoj vezi sa inverznim Simpsonovim indeksom (D_2), gde je H osetljiviji na prisustvo retkih/abudantnih vrsta tj. njihov relativni doprinos (Morris i sar. 2014). Korišćenjem H i D_2 indeksa uzet je u obzir relativni doprinos retkih, dominantnih i čestih biljnih vrsta u oceni diverziteta unutar različitog intenziteta korišćenja zemljišta (IGM, SIGM, IG). Razlike su analizirane linearnom regresionom analizom u paketu *vegan* (Oksanen i sar. 2018). Sve

navedene statističke analize rađene su u R programskom jeziku ver 3.3.2 (R Core Development Team 2016).

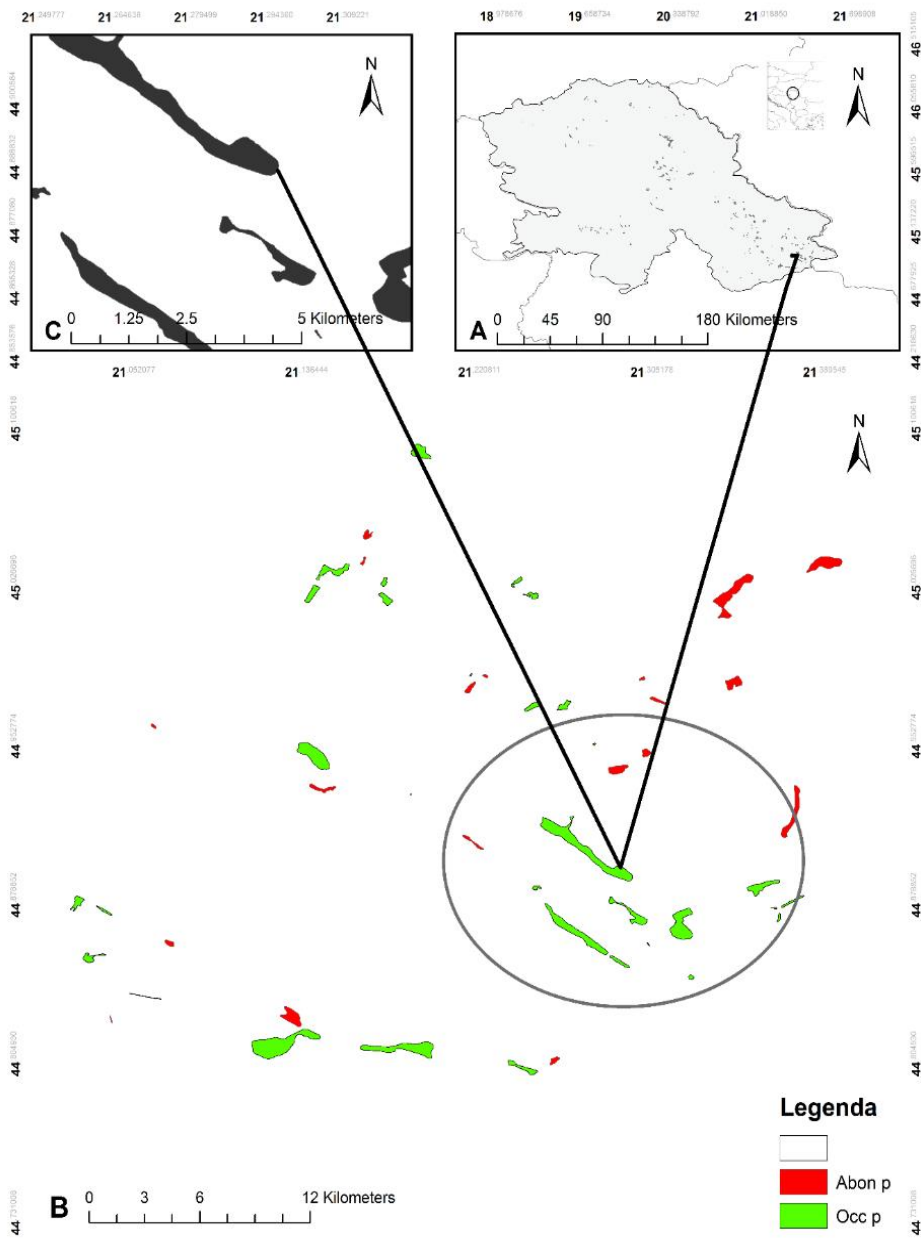
4.4 Obrasci distribucije staništa

4.4.1 *Prikupljanje materijala, područje istraživanja i obrada materijala*

Prikupljanje materijala Da bi se analizirali obrasci trenutnog rasprostranjenja teknice u Vojvodini, izvršeno je mapiranje svih staništa na kojima je vrsta prisutna. Na ovom prostoru egzistiraju populacije koje su zadržale relativno visok genetički diverzitet u odnosu na centralno-evropske populacije (Stewart i sar. 2010; Čosić i sar. 2013; Řičanová i sar. 2013). Prisustvo populacija potvrđeno je terenskim istraživanjima tokom 2009-2013. U tom periodu urađena je inspekcija svih preostalih povoljnih staništa (209) na kojim je vrsta istorijski bila prisutna. Ovi lokaliteti su u navedenom petogodišnjem period poseći barem jednom (u slučaju pozitivnog nalaza). Da bi se eliminisala mogućnost pogrešne detekcije, svaki lokalitet na kome nisu uočene tekunice ili njihove aktivne rupe posećen je više puta u različitim godinama.

Na staništima na kojima je registrovano prisustvo tekunica u istraživanom period, urađeno je mapiranje prostora koji je naseljem. Mapiranje je izvršeno tako što su ručnim GPS uređajem beležene periferne aktivne rupe na svakom naseljenom lokalitetu. Tako su dobijeni naseljeni pečevi koji su predstavljeni poligonima. Korišćenjem Google Earth programa dobijena je digitalna mapa nastanjenih i napuštenih pečeva tako što su obeleženi poligoni oko perifernih jazbina. Prikupljeni su i kvalitativni podaci o intenzitetu korišćenja staništa (poput ispaše, košenja ili zapuštenih lokacija) i režimu podzemnih voda (prisustvo ili odsustvo voda na lokalitetima tokom aktivne sezone tekunice).

Područje istraživanja Dostupna staništa tekunice su proveravana na prostoru čitave Vojvodine (gornja leva tačka 46.1894N, 18.0805E i donja desna 44.6129N, 21.5662E; WGS-84) koja pokriva 21.506 km² (Slika 5). Ovaj region je prošao kroz period razvoja poljoprivrede koja je uključivala i intenzivno pašarenje krajem 20. i početkom 21. veka. Ova praksa se napušta ubrzano nakon Drugog Svetskog rada kada počinje da se razvija intenzivna poljoprivredna proizvodnja bazirana na masovnoj upotrebi mašina u poljoprivredi i pretvaranja otvorenih travnatih površina u obradivo zemljište (Petrović i sar. 2012; Puzović i sar. 2015). Trenutno je od ukupne površine regiona svega 6.4% pod zaštitom, što ukupno čini 138.000 ha (Puzović i sar. 2015). Danas su preostala travnata staništa u Vojvodini okružena i međusobno izolovana oranicama na kojima se sprovodi poljoprivredna praksa različitog intenziteta. Većina ovog poljoprivrednog zemljišta je u privatnom vlasništvu.



Slika 5 Distribucija tekunice u Vojvodini (A) Mapa nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva južnom delu rasprostarnjenja u Vojvodini (B) Mapa klasterisane distribucije nastanjenih stanišnih pečeva (C).

4.4.2 *Evaluacija rasprostranjenja populacija*

Istorijsko rasprostranjenje Za maksimalno recentno rasprostranjenje tekunice u Vojvodini uzet je period sredine XX veka. Već tokom 1960-tih i 1970-tih, zbog snažnog razvoja savremene poljopivrede (upotreba mehanizacije, pesticide, mineralnih đubriva, navodnjavanja itd.) zabeležen drastičan pad brojnosti tekunica na ovom području (Ružić 1979; Petrov 1992). Staništa na kojima su tekunice potvrđena tokom ovih istraživanja su prikazana i na UTM gridu 10x10 km. Obzirom da u istom formatu postoji mapa koja prikazuje maksimalno recentno rasprostranjenje tekunice (Petrov 1992) bilo moguće porediti veličinu promena distribucije na vremenskoj skali od približno 70 godina. Ove promene rasprostranjenja su analizirane uz pomoć programa ArcMap 10.

Lokalni stanišni pečevi Digitalna mapa nastanjani i napuštenih pečeva (staništa) je korišćena kako bi se opisale njihove strukturne i kompozicione karakteristike. Ovim pristupom izračunate su i analizirane razlike površina, veličine centralnog područja (*core area*), gustine ivice i tip korišćenja nastanjenih ili napuštenih stanišnih pečeva. Sve navedene analize su urađene u R programskom jeziku ver. 3.3.2 (R Core Development Team 2016).

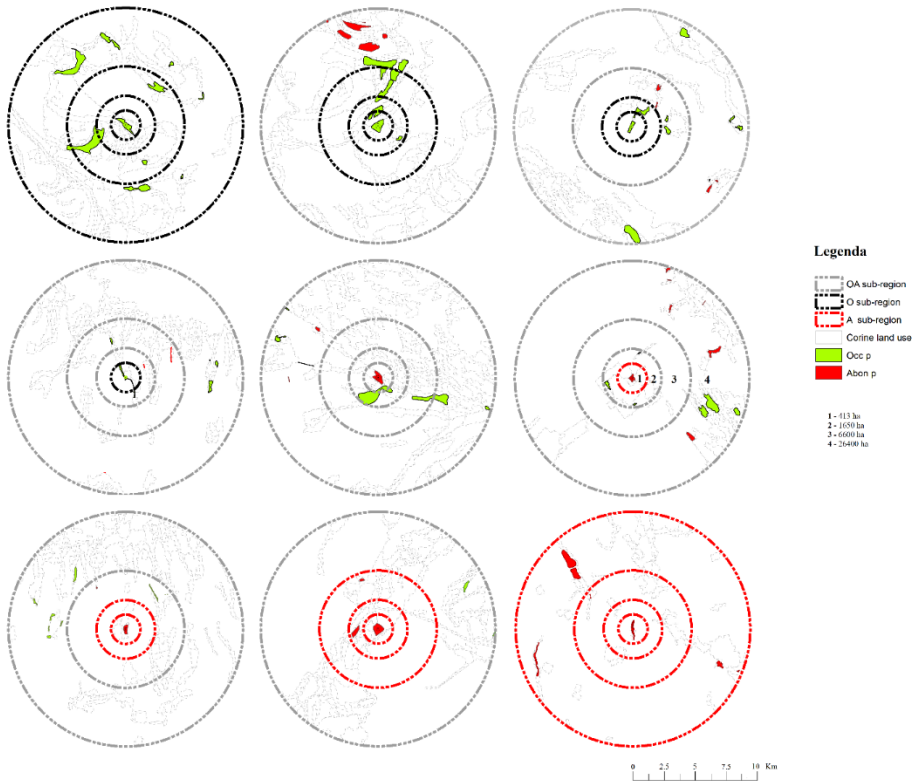
Kompozicija mapiranih stanišnih pečeva (tj. broj različitih tipova vegetacijskog pokrivača) obrađen je u programu ArcGIS vs. 10. Prostorna raspodela grupa nastanjenih (Occ p), napuštenih (Abon p) i kombinovanih stanišnih pečeva (OA p) u okviru područja istraživanja procenjene su Moranovim indeksom u istom program. Varijacije u karakteristikama pečeva među datim grupama testirane su F statistikom. Na ovaj način su upoređena ova tri jednostavna modela. Kako bismo procenili efekat izolacije pečeva na vojvođanskom zemljištu, dalje je izračunata strukturna povezanost nastanjenih (Occ p) i napuštenih (Abon p) stanišnih pečeva. Korišćena je Hausdorffovu

dimenzija (rastojanje Rgeos) i maksimalni kapacitet širenja vrste od 1km (Ramos-Lara i sar. 2014). Sve analize su urađene u R programskom jeziku ver. 3.3.2 (R Core Development Team 2016).

Podregioni stanišnih pečeva Kako bi se opisali podregioni predela svih stanišnih pečeva nadogradili smo digitalnu mapu nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva na Corine mapu korišćenja zemljišta (Nivo 3) i generisali novu mapu korišćenja zemljišta sa dve dodane kategorije, Occ p. i Abon p. Zatim smo koristili prečnik (1147 m, približno ekvivalentan maksimalnom kapacitetu širenja tj. disperzije vrste) najvećeg obeleženog peča (263.8 ha) u našem skupu podataka. Na ovaj način su definisane kružne površine podregiona koje su se pružale na 413 ha površine. Sve one su centrirane na svaki postojeći nastanjeni ili napušteni stanišni peč u intenzivnom poljoprivrednom predelu koji ih okružuje (O'Regan 2008). Zatim se sistematski menjao obim datih podregiona postepenim povećavanjem njihovog prečnika na 2294, 4588 i 9176 m. Kako bi se osigurala potpuna pokrivenost područja oko svakog mapiranog stanišnog peča, korišćen je metod preklapajućih kružnica definisanih podregiona. Svakoju od datih podregija dodeljene su kategorije O, A ili OA (Slika 6) u odnosu na prisustvo nastanjenih, napuštenih ili kombinovanih stanišnih pečeva tekunica unutar svake definisane podregionalne skale (od 413 ha do 26400 ha).

Komponente definisanih podregija izračunate su korišćenjem softvera FRAGSTATS-a v4 (McGarigal i Marks 1995). Na ovaj način smo za svaku pojedinačnu podregiju izračunali broj pečeva (BP), prosečno centralno područje peča (CP), gustinu ivice (GI) peča i Shenonov index diverziteta (SHDI). Zatim je analizom varijanse (ANOVA) za svaku konfiguraciju podregija testirana statistička značajnost razlika za sve uzastopne grupe na definisanim predeonim skalama (413 ha, 1650 ha, 6600 ha, 26400 ha; Slika 6).

Naposletku, da bi se objasnio podregionalni intenzitet, kompleksnost i kompoziciona heterogenost dodatno je izračunat i procentualni sastav vegetacijskog pokrivača (% LAND) na odabranim skalama. Skale su odabrane na osnovu postojanja statistički značajne razlike između definisanih O, A i OA kategorija. Statistički značajne razlike nađene su na nivou dve šire analizirane skale, trećoj i četvrtoj (Z i T statistika; videti rezultate 5.4.2; Tabela 13 i Tabela 14). Za njih je zatim i izračunata razlika u procentualnom sastavu vegetacijskog pokrivača za svaku od O, A i OA kategoriju u R programskom jeziku ver. 3.3.2 (R Development Core Team 2016).



Slika 6 Pregleda devet jedinstvenih kombinacija O, A i OA podregionalnih kategorija predela. Prvi (unutrašnji krug) predstavlja podregiona od 413 ha, drugi od 1650, treći od 6600 i četvrti podregion od 24600 ha. Ukupan broj O, A i OA podregionalnih kategorija različit je na svakoj testiranoj skali.

4.4.3 Modelovanje selekcije staništa

Stepen diferencijacije između podregiona analiziran je kanonijskom diskriminativnom analizom (CDA) u paketu Candisc (Friendly i Fox 2016). CDA je korišćena da bi se utvrdilo koje varijable najbolje opisuju definisane podregije i da se vizualizuju podaci definisanih podregionalnih karakteristika predela O, A i OA duž jedne ili dve ose. DCA je zasnovana na BP, GI, CP, SHDI i procentualnog prisustva sledećih tipova vegetacijskog pokrivača: prirodni travnjaci (PT), pašnjaci (P), mozaično poljoprivredno zemljište

(MPZ), grmlje (Gr), diskontinuirano urbano područje (DUP) i obradivo zemljište (Or). Prvo je ispitano da li se izabrane klase razlikuju za podregije O, A i OA koristeći parametarsku multivarijantnu analizu varijanse (MANOVA). Potom je korišćena kanonijska korelaciona analiza da bi se bolje razdvojili skupovi odabranih klasa podregionalnih predeonih varijabli i prikazala diskriminativna funkcija podregija O, A i OA. Koristeći skor (rezultat) diskriminativne funkcije podregija dobijen je grafički prikaz ovog višedimenzionalni skupa. Analiza je rađena u R programskom jeziku ver 3.3.2 (R Core Development Team 2016).

4.5 Ekološka mreža staništa

4.5.1 Klasifikacija staništa

Ocena povoljnosti svakog pojedinačnog mapiranog staništa (nastanjeno ili napušteno) urađena je na osnovu skupa kriterijuma i terenskog iskustva. Odabrani su sledeći kriterijumi i kategorije čiji rezultati su detaljno prikazani u Prilogu 6 S Tabela 6.1:

- i) Najzastupljeniji tip zemljišta na osnovu CORINE mape na nivou 3 [Corine kod 12;20;21;26;29;11;12;23/25/36]
- ii) Broj tipova zemljišta na staništu [od 1 do 4]
- iii) Intenzitet korišćenja staništa [intenzivan, ekstenzivan, nema]
- iv) Prisustvo podzemnih voda [Da, Ne]
- v) Vegetacioni pokrivač unutar središnjeg (*core area*) područja staništa [stepa, slatina, ruderalno stanište]

4.5.2 Kalibracija modela

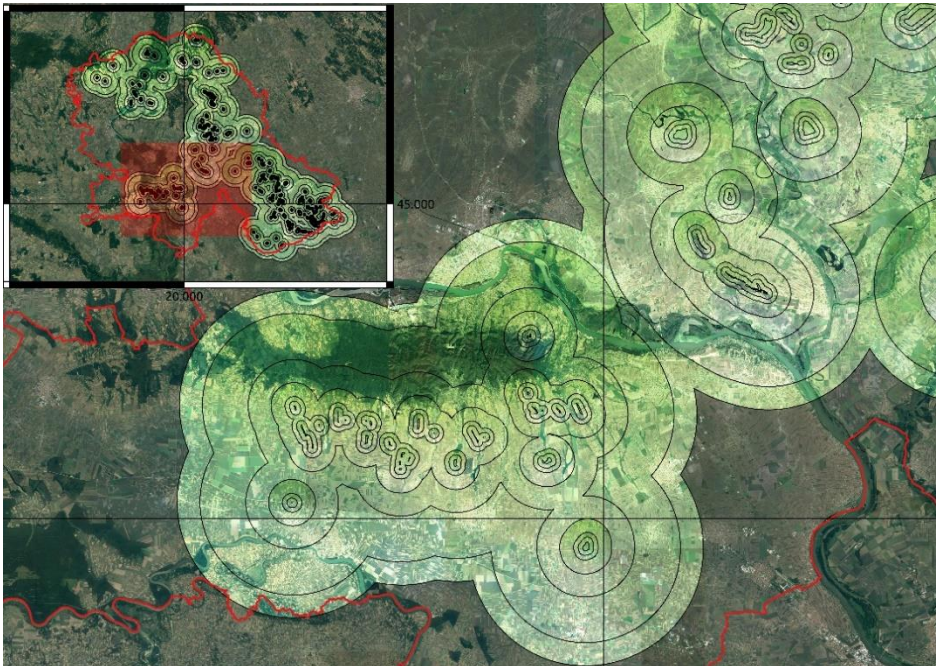
Modelovanje funkcionalne povezanosti ekološke mreže mapiranih staništa urađena je korišćenjem softvera LARCH (*Landscape ecological Analysis and Rules for the Configuration of the Habitat*, razvijen na Alterra

Institutu, Wageningen Holandija). LARCH je osmišljen kao ekspertski sistem koji se koristi za analize i evaluacije različitih potencijalnih scenarija u planiranju zaštite prirode (Groot i sar. 2003; Verboom i Pouwels 2004; Van De Sluis i sar. 2009). U analizi povezanosti mapiranih staništa prvo je u LARCH modelu procenjen kapacitet staništa. Na ovaj način je pristupom ključnog peča evaluirana metapopulaciona struktura na maksimalnoj udaljenosti od 10 km između dva staništa i potencijalnom maksimalnom disperzionom kapacitetu od 5 km (Slika 7; Verboom i sar. 2001). Prag maksimalne udaljenosti od 10 km i disperzije od 5 km odabran je na osnovu rezultata u analizi selekcije staništa (Poglavlje 4.4.3 i Poglavlje 5.4.2). Dobijeni rezultati pokazuju da se potencijalna metapopulaciona struktura očekuje na površini koja zauzima područje između 6600 ha i 24600 ha, što približno odgovara prečniku kruga od 5 i 10 km. Kapacitet staništa određene je na osnovu veličine staništa i procenjenog broja reproduktivnih jedinica u svakom fragmentu staništa (RU) u programu LARCH. Kod grupe sitnih sisara očekuje se da svaki fragment ocenjen najvećim indeksom kvaliteta (raspon indeksa u LARCH-u je od nula do jedan) podržava minimum pet reproduktivnih jedinica (Verboom i Pouwels 2004). Zatim su na osnovu dobijenog rezultata identifikovana ključna staništa (KP). Za grupu sitnih sisara u modelu LARCH ključno stanište (KP) je ono koje može da podrži 100 reproduktivnih jedinki (RU).

Za ocenu funkcionalne povezanosti od Corine mape generisana je digitalna kartografska podloga otpornosti predela za tekunicu. Dobijena digitalna mapa je metodologijom udaljenosti po otpornosti površine (*distance by resistance*) dalje korišćena za dobijanje opšte slike o povezanosti staništa. Za potrebe ovih analiza korišćen je ArcGIS 10 (ArcMap). Za identifikaciju potencijalnih koridora između populacija unutar definisanih podregiona korišćen je program Circuitscape v 4.0 (McRea i sar. 2008; McRea Shah i Mohapatra 2009).

Program Circuitscape koristi teoriju strujnih kola na osnovu koje kreira predikciju povezanosti lokaliteta. Generisana je mapa putanja kretanja individua i mapa funkcionalne permeabilnosti predela:

- i) U cilju generisanja mape putanja kretanja individua korišćene su ključne populacije koje predstavljaju populacije iz kojih disperzione individue kreću (tzv. – *polazni nodovi*) i ostale populacija koje predstavljaju populacije u koje individue dolaze (tzv. – *uzemljenja*). Modelovana je povezanost sa predhodno generisanom mapom otpornosti predela. Na ovaj način je izračunat srednji protok „struje“ na osnovu 1:1 iteracija između nezavisnih nodova i uzemljenja, pri čemu je čitav set nodova imao je vrednost 1, dok su uzemljenja imala vrednost 0.
- ii) U cilju ocene funkcionalna permeabilnost predela generisana je mapa protoka „struje“ unutar regiona Vojvodine. Model je pušten sa predhodno definisanom mapom otpornosti i svih mogućih putanja kojom individua potencijalno može da se kreće na osnovu svakog mogućeg para lokacija u takozvanom “*pairwise modu*”.



Slika 7 Mreže staništa sa disperzionim „baferima“ 0.5 km, 1 km, 2 km, 5 km, 10 km i 15 km.

4.5.3 Identifikacija ekološke mreže

Evaluacija održivosti potencijalne mreže staništa u LARCH modelu za tekunicu na radijusu od 5 km zasniva se na sledećim kriterijumima (Verboom i sar. 2001; Opdam Verboom i Pouwels 2003):

- totalnoj površini mreže u predelu Vojvodine
- kapacitetu staništa (*carrying capacity*):
 - veličina staništa u ha x kvaliteta staništa x gustine populacija
 - kapacitetu definisane mreže staništa
- broju ključnih fragmenata unutar definisane mreže
 - i) mreža nema ključni fragment
 - ii) mreža ima fragment koji može da podrži 50 RU (50% KP)

- iii) mreža ima jedan ključni fragment i više od 2 aktivne populacije
- iv) mreža ima 2 i više ključnih fragmenata

Mreža je održiva ako ispunjava jedan od sledeća tri uslova:

- jedan stanišni peč unutar mreže podržava populaciju veću od minimalno vijabilne populacije;
- unutar mreže postoji minimalno jedan ključni fragment;
- ukupan kapacitet mreže je dovoljno velik (veći od MVP) i mreža je dovoljno velikog kapaciteta (veći od MVP) iako ni jedan stanišni peč nije ključni (Verboom i Pouwels 2004).

Evaluacija povezanosti mreže staništa zasnovana je na principu da je njihova konekcija u funkciji otpornosti predela. Otpornost < 0 smatrana je dobrom jer omogućava potencijalnu imigracije individua unutar definisanog područja.

Evaluacija funkcionalne povezanosti zasnovana je na jednostavnom principu da je povezanost staništa između ključnih i ostalih populacija visoka ukoliko je protok „struje visok“, a permeabilnost predela veća ukoliko ima više protoka između svih testiranih lokaliteta.

4.6 Konzervacioni status i predlog mera

Prostorni podaci Pokrajinski Zavod za Zaštitu Prirode razvio je mape konzervacionih mreža (<http://www.pzzp.rs/rs/sr/zastita-prirode/ekoloska-mreza.html>). Sve mape koje su korišćene u ovoj studiji relevantne su za 2016 godinu.

Identifikacija statusa Status zaštite projektivane sadašnje i buduće niše, mapiranih nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva procenjen je preklapanjem mapa zaštićenih područja (NZP i ProNZP), regionalne ekološke mreže (REM) i područja planiranog za zaštitu (PlaNZP) u ArcGis vs. 10. (ArcMap). Zatim je upoređen broj i status stanišnih pečeva unutar i izvan ove tri konzervacione mreže. Svi stanišni pečevi za koje je utvrđeno da nemaju konzervacioni status (VaKM) i one koji su bili na ivicama konzervacionih mreža (IvKM) smatrani su nezaštićenim. U većini slučajeva područja planirana za zaštitu čine proširena područja koja su trenutno proglašena delovima regionalne ekološke mreže (REM). Iz toga razloga ona su posebno i procenjena.

Agroekološko zoniranje Za identifikaciju populacione strukture unutar predela Vojvodine korišćeni su radijus od 9.2 km i 4.6 km (Rivers i sar. 2010); koji su se pokazali kao značajni u analizi selekcije staništa (Poglavlje 4.4.3 i Poglavlje 5.4.2). Poznato je da prostorna, ekološka i nasledna ograničenja limitiraju disperziju individua (Vasudev i sar. 2016). S obzirom da tekunica ima pozitivnu povezanost selekcije staništa na relativno maloj prostornoj skali (Ramos-Lara i sar. 2014) identifikovana potencijalna konzervaciona područja (dalje u tekstu konzervacione Zone) od značaja za zaštitu i opstanak tekunice. Korišćenjem rezultata iz analize selekcije staništa (9.2 km) mapirane populacije tekunica u Vojvodini su prostorno podeljene na različit broj klastera regionalnih populacija. Potom su upoređena populaciona prostorna strukturu sa prethodno potvrđenom distribucijom tri genetička klastera u Vojvodini (Ćosić i sar. 2013). Takođe, korišćenjem rezultata iz analize selekcije staništa (4.6 km) grupisani su lokalitete sa sličnim sredinskim uslovima unutar klastera regionalnih populacija. Razlike u karakteristikama sredinskih uslova između grupisanih lokalnih populacija testirane su Spermanovim koeficijentom korelacije. Unutar konzervacionih Zona testirane su razlike između količine i

površine obradivog zemljišta i količine i površine otvorenih travnjaka sa veličinom i brojem mapiranih lokaliteta. Takođe su poređene razlike u prostornoj distribuciji konzervacionih mreža, koridora i permeabilnosti predela unutar identifikovanih konzervacionih Zona.

5 REZULTATI

5.1 Ekološka niša u prostoru i vremenu

5.1.1 Performanse modela distribucije

Korišćenjem softvera Maxent regularizovana obuka finalnog modela (*training gain*) od 0.984 dobijena je korišćenjem hinge funkcije i β multiplajera 2.5. Dobijen rezultat modela ima nisku stopu omisije (*omission rate*) od 0.11, malu srednju razliku AUC vrednosti test i trening od 0.12 i malu razliku varijacije AUC vrednosti od 0.85. Konačan model sa svim podacima ima relativno visoku test AUC vrednost od 0.83 i zadovoljavajuću trening AUC vrednost 0.75. Za korišćeni prag (M SSS) binominalni test pokazao je veliku statističku značajnost ($p > 0.001$). Rezultati jackknife testa značajnosti pojedinačnih promenljivih su pokazali da je procentualna zastupljenost otvorenih travnatih staništa (OTS), količina padavina u toku najtoplijeg kvartala (bio 18), nadmorska visina (DEM), količina padavina u toku najhladnijeg kvartala (bio 19), nagib terena (*slope*), srednja temperatura najtoplijeg kvartala (bio 10), maksimalna temperatura najtoplijeg perioda (bio 5), precipitacija u mesecu sa najvećom količinom padavina (bio13) i srednja mesečna temperatura (bio2) promenljive sa najvećim doprinosom i najznačajniji prediktori distribucije niše. Takođe, TSS i Kappma vrednosti pokazale su dobru prediktivnost modela (0.53 i 0.78).

5.1.2 Prostorna distribucija - trenutna i buduća

Rezultati modela trenutnog rasporostranjenja postojeće (*existing*) niše na širem području istraživanja pokazuje da se 31.7 % sredinskog prostora šireg istraživanog područja nalazi u opsegu optimalnih vrednosti ekološke niše. Veličina područja koje je pogodno za život i reprodukciju tekunica na korišćenom pragu značajnosti (M SSS) iznosi 27.537 km² (15.9 %) sredinskog

(abiotički faktori i distribucija travnjaka) prostora (Slika 8 A i B). Kvalitativan pregled binarnog rezultata dobijenog modela aktuelne niše i lokaliteta korišćenih u ovoj analizi pokazuje jasno poklapanje sa trenutnom distribucijom lokalnih populacija u Vojvodini (Slika 9). Projektovana distribucija niše korišćenjem softvera Maxent pokazala je distribuciju optimalnih uslova i na delovima na kojima bi tekunica još mogla da živi, ali za koja nismo imali potvrdu prisustva populacija. Drugim rečima, predikacija povoljnih uslova se ne podudara samo sa nalazima prisustva na određenim lokalizovanim područjima već je obuhvatila i šire područje istraživanja.

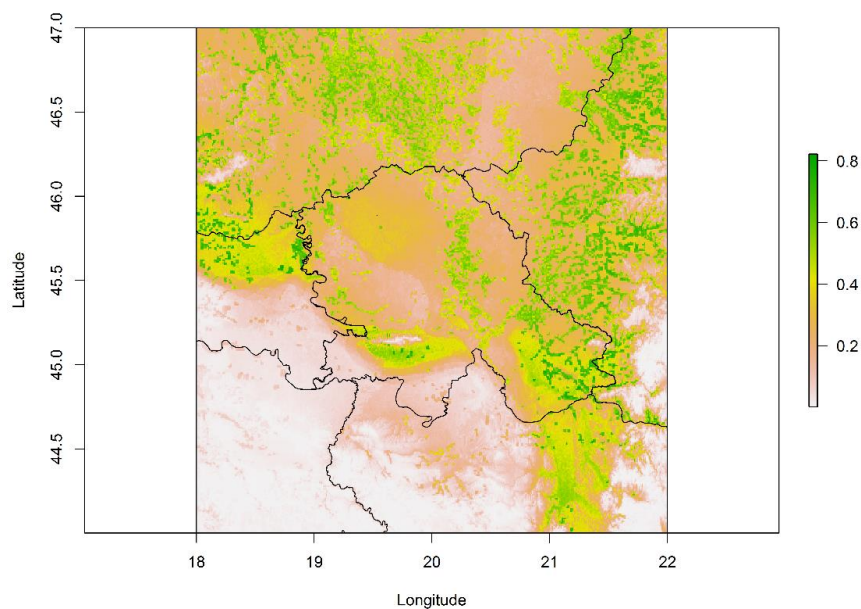
Optimalni uslovi OTS površina na području istraživanja kretali su se u proseku od 25.7 % pokrovnosti u sadašnjem modelu unutar područja niše i od 21.3 % do 24.5 % pokrovnosti u budućim modelima unutar područja niše za oba perioda (Prilog 2 S Tabela 2.1).

Prosek padavina u toku najtoplijeg kvartala (bio 18) je 190.1 mm u sadašnjem modelu unutar područja niše. Nasuprot tome predviđa se znatno manje padavina u budućnosti. U budućim modelima unutar područja niše za oba perioda procenjuje se da će biti od 117.3 do 162.1 mm padavina. Nešto drugačiji obrazac je dobijen za najhladniji period (bio 19). Prosek količine padavina u sadašnjem modelu je 125.6 mm. U budućem modelu unutar područja niše očekuje se od 120.5 do 133.1 mm padavina za oba analizirana perioda. Tokom meseca sa najvećom količinom padavina (bio13) očekuje se takođe pad precipitacije unutar povoljnog područja niše. Prosek padavina u sadašnjem modelu je 78.3 mm, dok se u budućim modelima unutar povoljnog područja za oba perioda predviđa od 61.2 do 70.9 mm padavina (Prilog 2 S Tabela 2.2).

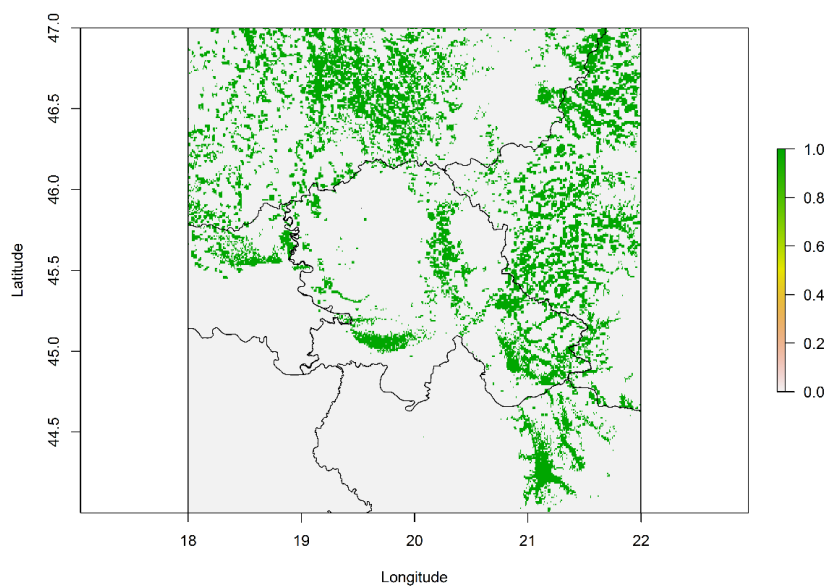
Prosek srednje temperature najtoplijeg kvartala (bio 10) je 20.4° C u sadašnjem modelu. Nasuprot tome predviđa se veća temperatura u budućnosti.

U budućim modelima unutar područja niše za oba perioda procenjuje se da će biti od 22.1° do 25.1° C. Prosek maksimalne temperature najtoplijeg perioda (bio 5) u sadašnjem modelu je 27.4° C. U budućem modelu unutar područja niše očekuje se od 28.9° do 32.9° C za oba perioda. Prosek srednje mesečne temperature (bio2) u sadašnjem modelu je 9.8° C, dok se u budućim modelima unutar povoljnog područja za oba perioda predviđa od 9.4° do 9.7° C (Prilog 2 S Tabela 2.2).

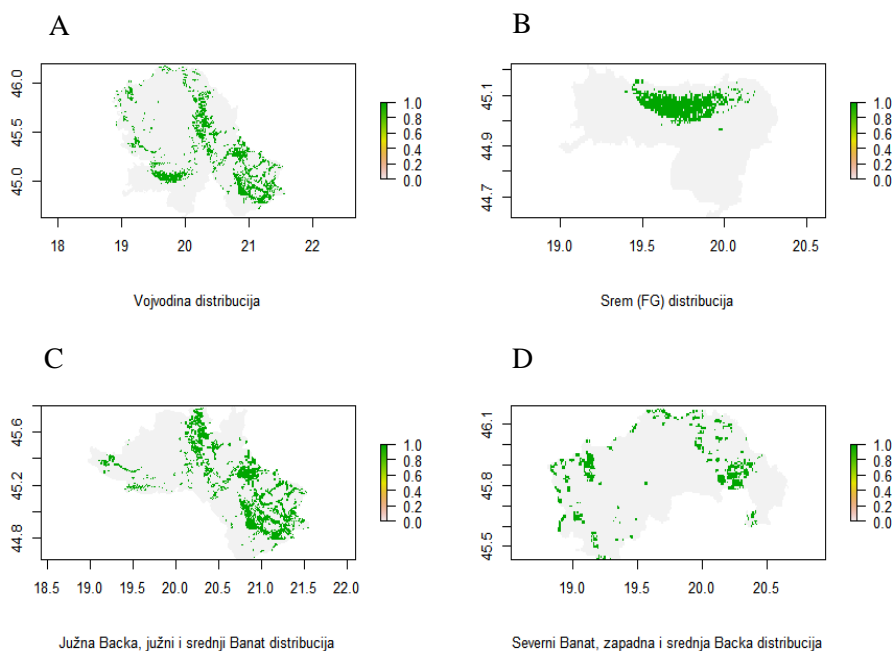
A



B



Slika 8 Prikaz modela niše (A) i distribucije optimalnih uslova niše (B) na analiziranom području



Slika 9 Prikaz trenutne distribucije niše tekunice na području: Vojvodine (A) na Fruškoj gori (B) Titelskom bregu i širem području Deliblatske pešcare (C) dominantnom poljoprivrednom matriksu na severozapadu Vojvodine (D).

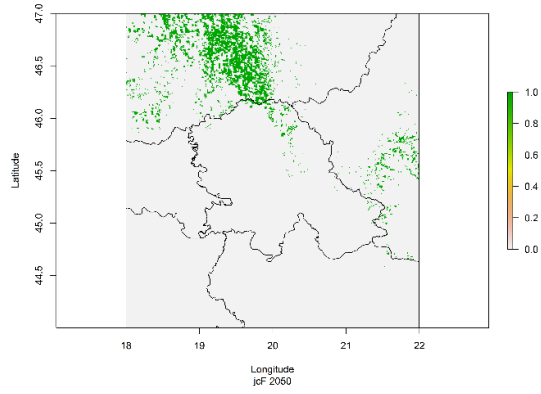
Prema prosečnom budućem modelu F (JoF), modelu E (JoE) i modelu S (JoS) može se očekivati smanjivanje veličine područja potencijalne (*existing*) niše. U period 2050. ona će zauzimati oko 55% manje pogodnog područja u odnosu na trenutno stanje (Slika 10; Tabela 1). Dok za period 2070. projektovano je oko 40% manje pogodnog područja u odnosu na trenutno projektovano područje (Slika 11; Tabela 1). Vrednosti promene distribucije postojeće niše za svaki pojedinačnu RCP projekciju i tri prostorna scenario za oba analizirana perioda prikazan je u Tabeli 2.

Tabela 1 Procenat projektovanih povoljnih površina na širem analiziranom području ekološke niše

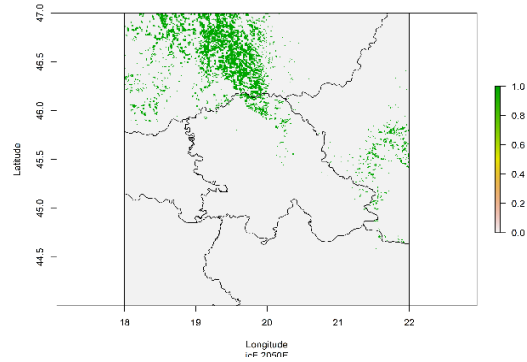
	TD	JoF2050	JoF2070	JoE2050	JoE2070	JoS2050	JoS2070
%	15.93	7.14	8.96	7.63	9.95	7.06	8.85
	(100)	(-55.2)	(-52.1)	(-55.6)	(-43.7)	(-37.5)	(-44.5)

TD – trenutna distribucija projektovane niše; JoF2050 - osnovni model F buduća projekcija za 2050. godinu; JoF2070 osnovni model F buduća projekcija za 2070.godinu; JoE2050 – model E buduća projekcija za 2050.godinu; JoE2070 – model E buduća projekcija za 2070.godinu; JoS2050 – model S buduća projekcija za 2050.godinu; JoE2070 – model S buduća projekcija za 2070. godinu.

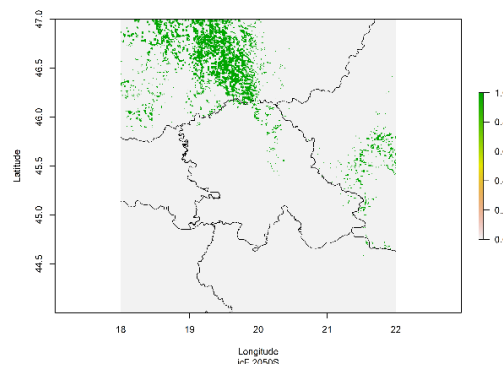
A



B



C



Slika 10 Buduća projekcija osnovnog modela F (A) modela E (B) modela S (C) za 2050. godinu.

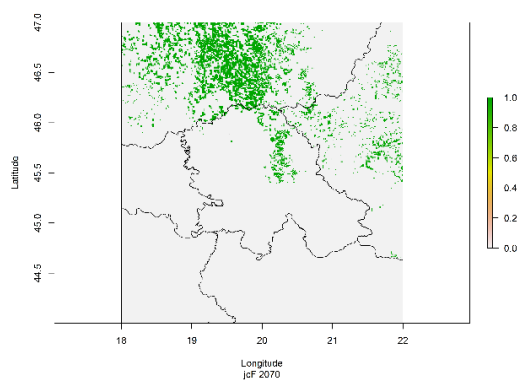
Prema modelu sa povećanjem (E) i smanjenjem (S) procentualne zastupljenosti otvorenih travnatih staništa rezultati pokazuju, u odnosu na osnovni model F, dodatno povećanje ili smanjenje rasprostranjenja povoljnih uslova niše za tekunicu (Tabela 2). Iako svi projektovani budući modeli ukazuju na redukciju povoljnih područja niše, kada se pogledaju pojedinačne RCP projekcije za sva tri modela (F, E i S) gubitak povoljnih područja je najveći na RCP 2.6 projekciji za oba analizirana perioda. (S Tabela 2.1). Sa druge strane kod uprosečenih modela, najintenzivniji gubitak povoljnih područja je kod modela S u oba analizirana perioda (Tabela 3).

Tabela 2 Prikaz broja piksela distribucije postojeće niše za 3 rcp projekcije i tri prosečne projekcije u tri prostorna scenarija za dva analizirana perioda u širem području istraživanja u odnosu na trenutni broj piksela (27.537) optimalnih uslova niše tekunice.

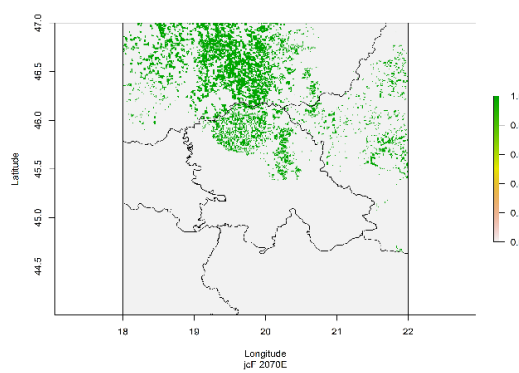
Buduće projekcije niše						
Godina	2050.			2070.		
Model	F	E	S	F	E	S
rcp26	10.905	11.218	10.717	14.975	16.784	14.775
rcp45	14.720	15.922	10.717	15.941	17.742	15.726
rcp85	14.880	16.316	14.631	17.156	18.827	16.949
Prosečne projekcije za rcp26, rcp45 i rcp85						
Model	2050.			2070.		
joF	12.334			15.490		
joE	13.187			17.201		
joS	12.210			15.287		

*joF- prosečan model niše F modela; joE- prosečan model niše E modela; joS- prosečan model niše sa S modela.

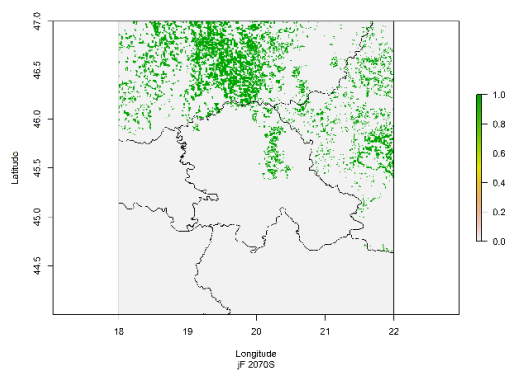
A



B



C



Slika 11 Buduća projekcija osnovnog modela F (A) modela E (B) modela S (C) za 2070. godinu.

Tabela 3 Prikaz prosečnih razlika buduće distribucije niše E i S za dva analizirana buduća perioda u odnosu na osnovni model F

	2050	2070
JoE	+0.5%	+1%
JoS	-0.7%	-0.1%

*JoS – buduća projekcije niše sa 10% većim prisustvom otvorenih travnatih staništa (prostorni scenario E);
 JoS – buduća projekcije niše sa 10% manjim prisustvom otvorenih travnatih staništa (model S); u osnovnom modelu F projektovan procenat otvorenih travnatih staništa u budućnosti jednak je trenutnom procentu (npr. u Vojvodini 15 %).

5.1.3 Distribucija niše tekunice u Vojvodini

U Vojvodini prema trenutnom modelu 16.5% područja je pogodno za život i reprodukciju tekunice. U Tabeli 4 dat je prikaz procentualne zastupljenosti povoljnih područja unutar pojedinačnih regija u Vojvodini. Najveća frakcija projektovane niše je u južnom i srednjem Banatu. Prema budućim modelima uočava se drastičan gubitak povoljnih područja (Tabela 4). Veći deo trenutno pogodnog područja ostaće relativno stabilan na području sliva reke Tise, i to delu severnog i srednjeg Banata i severne Bačke na projekcijama za oba analizirana perioda (2050. i 2070. godina) u sva tri modela (Tabela 4). U globalu, veća zastupljenost povoljnih područja projektovana je u uslovima veće procentualne zastupljenosti otvorenih travnatih površina. Nasuprot tome, u nepromenjenim uslovima (% zastupljenosti OTS) unutar predela dobijeni rezultati ukazuju na značajno smanjenje pogodnog područja niše. Dodatno smanjenje OTS ukazuje na rizik još većeg gubitak povoljnih područja za oba analizirana perioda.

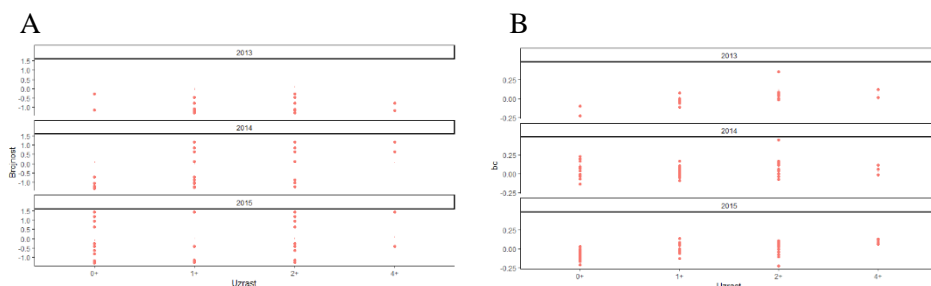
Tabela 4 Procenat trenutnih i budućih projektovanih područja unutar geografskih regiona u Vojvodini

	TD	JoF50	JoF70	JoE50	JoE70	JoS50	JoS70
Vojvodina	16.5	1.1	3.3	1.6	8.6	0.95	2.7
Srem (FG)	12.8	0	0	0	0	0	0
Banat	22.7	0.33	2.53	0.32	3.14	0.32	2.45
Bačka	8.67	3.43	6.58	4.98	25.7	2.66	4.83
južna Bačka	0.58	0	0.2	0	1.6	0	0.1
južni Banat	33.6	0.4	0	0.9	0	0.2	0
srednji Banat	32.2	0.7	9.1	0.7	9.4	0.7	8.7
severna Bačka	2.2	3.3	4.4	6.6	62.2	2.3	2.6
severni Banat	11.8	7.1	15.3	9.18	27.6	5.6	11.5
zapadna Bačka	9.9	0.1	0.6	0.19	7.6	0.1	0.4

5.2 Populacija u prostoru i vremenu

5.2.1 *Populacioni rast i kondiciono stanje individua*

Na osnovu dobijenih rezultata staništa na kojima se nalaze populacije tekunice u srednjem Banatu razlikuju se po svojoj kompoziciji, kapacitetu i produktivnosti u period 2013. 2014. i 2015. godine. Kako bi se razumele razlike u strukturi predela linearno regresijom modelovanu su populacioni rast (GLM modelom) i kondiciono stanje individua (GLMM modelom). Rezultati pokazuju da su razlike u strukturi predela uticale na brojnost lokalnih populacija i kondiciono stanje individua, Slika 12 A i B.



Slika 12 Prikaz razlika u brojnosti različitih uzrasnih kategorija (A) i razlika u kondicionom stanju individua (bc) različitih uzrasnih kategorija (B) unutar populacija na staništima srednjeg Banata.

Globalni GLM model koji uključuje sve tri komponente strukture predela (kompoziciju, kapacitet i produktivnost) pokazao se kao najznačajniji za praćenje populacionog rasta u funkciji strukture predela (Tabela 5). Individualni GLMM za predviđanje kondicionog stanja individua u funkciji strukture predela pokazao je da je model produktivnosti ekosistema najznačajniji. U populacionom modelu sledeći po rangu značajnosti je kapacitet staništa, zatim kompozicija predela, a na kraju produktivnost (Tabela 5). Za individualne razlike posmatrane heterogenosti unutar istraživanih radijusa sledeći po rangu značajnosti je Globalni model (kompoziciju, kapacitet i produktivnost), zatim model kompozicije i na kraju model produktivnosti ekosistema.

5.2.2 Ekološke promenljive

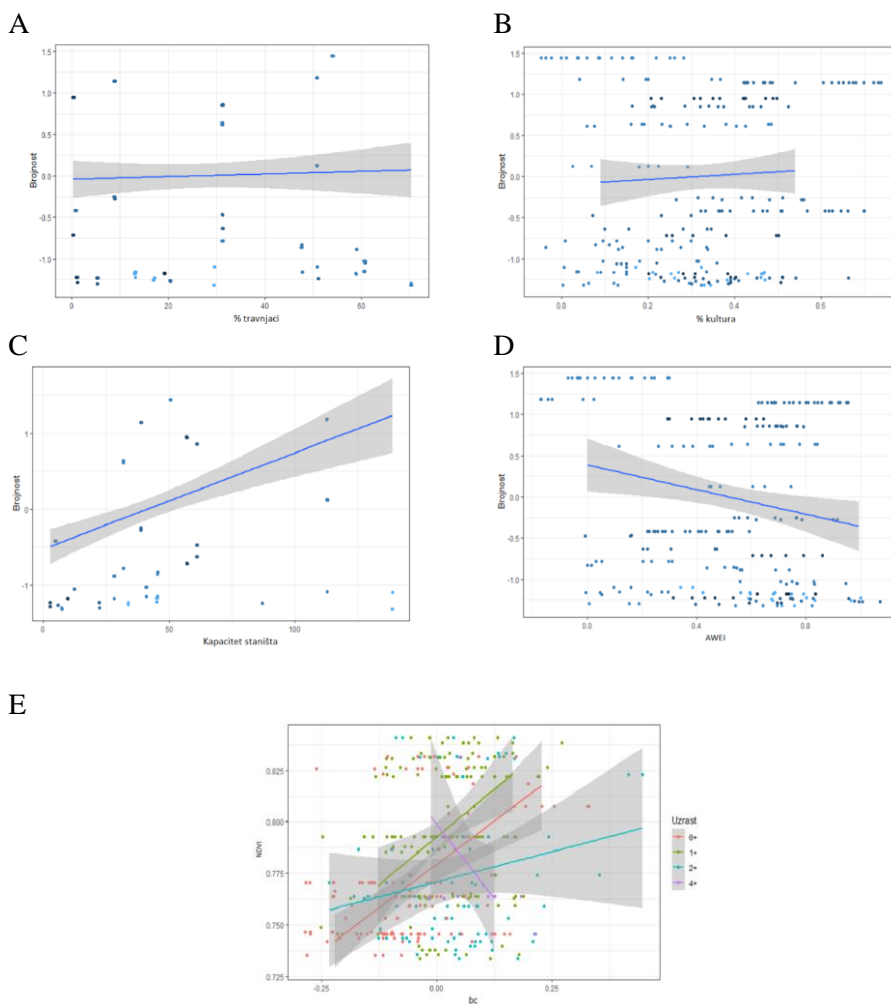
Svaki podskup ekoloških promenljivih i njihov rang može da se posmatra kao dodatni limitirajući sredinski gradijent za rast populacije i kondiciono stanje individua. Kod svih populacija na posmatranim lokalitetima ograničavajući faktor populacionog rasta je procentualni odnos prisustava travnatih površina, poljoprivrednih kultura i prosečne površine pod vodom u aktivnoj sezoni. Kao veoma važan izdvaja se i kapacitet staništa. On zavisi od kvaliteta i površine koju pojedinačna populacija na svakom lokalitetu naseljava tokom sezone.

Unutar posmatranih predela čak i neznatno povećanje površina pod travnjacima i kulturama utiče pozitivno na rast lokalne populacije kao i na povećanje kapaciteta staništa (Slika 13 A, B i C).

Tabela 5 Rezultati multi-model selekcije na osnovu AICc (*Akaike Information Criterion corrected for small sample size*) vrednosti i LL vrednosti (*log Likelihood*) za podskup modela (kompozicija, kapacitet, produktivnost) unutar populacionog GLM-a i individualnog GLMM-a modela.

	K	AICc	delta AIC	AIC wt	LL
Populacioni nivo “bezuslovni” modeli					
<i>Podskup 1: kompozicija predela</i>					
AWEI + % kulture + % travnjaci	5	135.18	0.00	0.98	-62.42
AWEI	3	143.64	8.46	0.01	-68.75
AWEI + % travnjaci	4	145.34	10.16	0.01	-68.56
% kulture + % travnjaci	4	149.15	13.97	0.00	-70.46
% kulture	3	150.17	14.99	0.00	-72.02
% travnjaci	3	150.29	15.11	0.00	-72.08
<i>Podskup 2: Kapacitet staništa</i>					
Kapacitet (površina x kvalitet)	2	125.32	NA	NA	NA
<i>Podskup 3: Produktivnost</i>					
NDVI	2	148.94	NA	NA	NA
Postavka rangiranja modela (najbolji po kategoriji)					
<i>Globalni (Kompozicija+Kapacitet+Produktivnost)</i>					
Podskup 2: Kapacitet (površina x kvalitet)	3	125.45	17.62	0	-59.66
Podskup 1: AWEI + % kulture + % travnjaci		135.18	27.35	0	-62.42
Null (intercept)	2	148.45	40.61	0	-72.19
Podskup 3: NDVI	3	149.07	41.24	0	-71.47
Individualni nivo “uslovni” modeli					
<i>Podskup 1: kompozicija predela</i>					
AWEI + % kulture + % travnjaci	7	-426.97	0	0.67	220.80
% kulture + % travnjaci	6	-425.90	1.07	0.24	219.19
AWEI	5	-425.24	1.73	0.28	217.79
AWEI+% travnjaci	6	-425.13	1.84	0.16	218.80
% kulture	5	-420.84	6.13	0.03	215.59
% travnjaci	5	-418.53	8.44	0.01	214.43
<i>Podskup 2: Kapacitet staništa</i>					
Kapacitet (površina x kvalitet)	5	-419.50	NA	NA	214.74
<i>Podskup 3: Produktivnost</i>					
NDVI	5	-430.90	NA	NA	220.45
Postavka rangiranja modela (najbolji po kategoriji)					
Podskup 3: NDVI	5	-430.57	0	0.74	220.45

<i>Globalni (Kompozicija+Kapacitet+Produktivnost)</i>	9	-427.12	3.46	0.13	223.08
<i>Podskup 1: AWEI + % kulture + % travnjaci</i>	7	-426.97	3.6	0.12	220.8
<i>Null (uzrast + Lokalitet:Godina)</i>	4	-420.55	10.02	0	214.39
<i>Podskup 2: Kapacitet staništa</i>	5	-419.15	11.42	0	214.74



Slika 13 Prikaz linearne zavisnosti odnosa ulaznih veličina brojnosti populacija i površina pod travnjacima (A) površina pod kulturama (B) kapaciteta staništa (C) površinama pod vodom (D) odnosa ulaznih veličine kondicionog stanja individua i produktivnosti sistema (NDVI) po uzrastu jedinki (E).

Na rast populacija negativno utiče povećavanje površine pod vodom (Slika 13 D). Kada se uzme u obzir posmatrana heterogenost na individualne razlike kondicionog stanja najvažniji faktor je produktivnost sistema. Ona je u vezi sa dnevnim aktivnostima pojedinačnih životinja i prosečnom količinom dostupne hrane tokom aktivne sezone (Tabela 5). Rast produktivnosti sistema pozitivno utiče na kondiciono stanje individua različitih uzrasnih klasa unutar

posmatranih populacija (Slika 13E). Koeficijenti top modela na populacionom i individualnom nivou dati su u Prilog 3 S Tabela 3.1.

5.3 Ekološki faktori staništa

5.3.1 Kompozicija biljnih vrsta i sredinske promenljive

Na 56 vegetacijskih plotova lokalnog koridora srednjeg Banata zabeleženo je 102 biljne vrste od kojih su najbrojnije bile: *Alopecurus pratensis*, *Trifolium repens*, *Medicago lupulina*, *Mentha pulegium*, *Festuca pseudovina*, *Rorippa kernerii*, *Puccinellia limosa*, *Allium vineale*, *Matricaria chamomilla*, *Poa bulbosa*, *Scorzonera cana*, *Limonium gmelini*, *Artemisia maritima*, *Cerastium semidecandrum*, *Hordeum hystrix*, *Achillea pannonica*, *Geranium molle*, *Cynodon dactylon* (Prilog 4, S Tabela 4.1). Plot sa najvećim brojem registrovanih biljnih vrsta je na lokalitetu 20 (Slika 14, Prilog 4 S Tabela 4.1, S Tabela 4.2 i S Tabela 4.3).

Rezultat kanonijske korespondentne analize (CCA) pokazao je značajnu korelaciju između odabranih sredinskih faktora i biljnih vrsta (Table 6). Najznačajnija promenljiva za kompoziciju vrsta je vlažnost zemljišta (moist), količina humusa (hu), koncentracija gvožđa (Fe), sadržaj ugljenika u biljnom materijalu (bC) i odnos ugljenika i azota (C/N) u zemljištu (Tabela 7). Prema Monte Carlo testu, rezultati pokazuju da su vlažnost zemljišta (moist) i sadržaj humusa (hu), stope aktivnosti nitrifikatora i denitrifikatora (sumba), sadržaj ugljenika u biljnom materijalu (bC) i odnos ugljenika i azota u zemljištu bili značajni tokom 'forward' selekcije, i imaju 59.5 % ukupne varijabilnosti (Slika 14; Tabela 7).

Niska vlažnost zemljišta (moistL) i odnos ugljenika i azota (C/N) su dominantne sredinske promenljive u pozitivnoj korelaciji sa prvom CCA osom (Slika 14). Stopa aktivnosti zemljišnih nitrifikatora i denitrifikatora (sumba) i broj krava

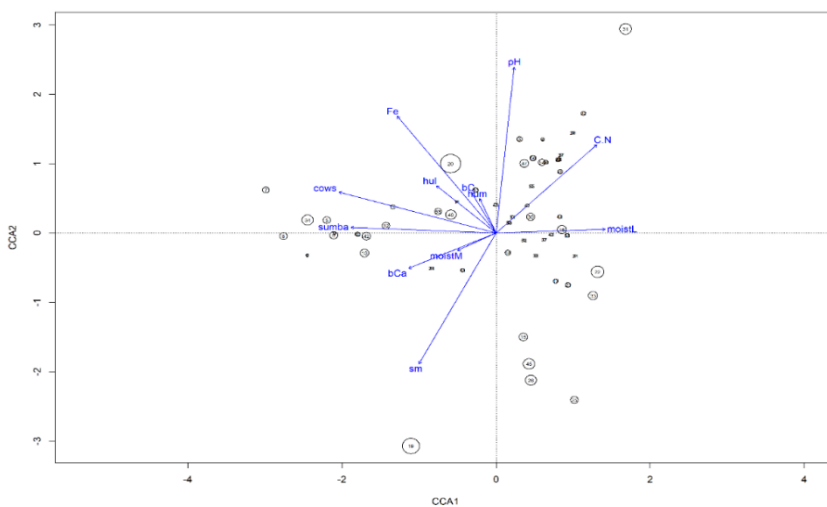
po hektaru (cow) su u negativnoj korelaciji sa prvom osom. Zemljišni pH vrednost (pH) i koncentracije gvožđa (Fe) su u pozitivnoj korelaciji sa drugom osom, dok su srednja vlažnost zemljišta (moistM) i izmerena suva biomasa (sm) u negativnoj korelaciji sa drugom osom (Slika 14, Tabela 7).

Vrste *Crepis setosa*, *Achillea collina*, *Cynodon dactylon*, *Arenaria serpyllifolia*, *Plantago schwarzenbergiana*, *Cichorium intybus*, *Trifolium striatum* su u pozitivnoj korelaciji sa prvom osom. Navedene biljnevrste najčešće naseljavaju suvlje terene, koje karakteriše nakupljanje organske materije u zemljištu i veća aktivnost zemljišnih mikroorganizama. Vrste *Mentha pulegium*, *Rorippa kernerii*, *Ranunculus laterifolius*, *Cerastium dubium*, *Eleocharis palustris*, *Rorippa austriaca*, *Lathyrus palustris*, *Oenanthe silaifolia* su u negativnoj korelaciji sa prvom osom. Ove vrste su tipične za sezonski plavljene terene koje karakteriše i manja aktivnosti zemljišnih mikroorganizama i manji broj goveda po hektaru (Slika 15, Prilog 4 S Tabela 4.8).

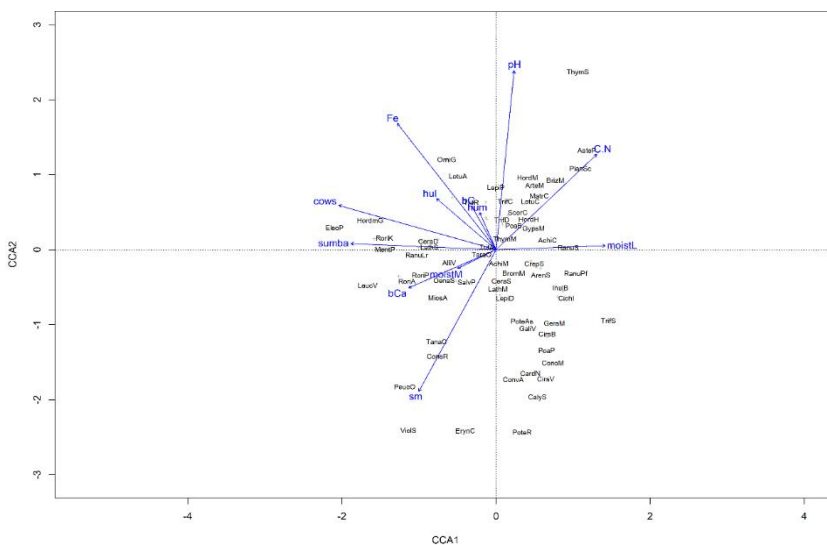
Vrste *Hordeum maritimum*, *Trifolium campestre*, *Scorzonera cana*, *Artemisia maritima*, *Lotus angustissimus*, *Ornithogalum gussonei*, *Lotus corniculatus*, *Briza media*, *Aster pannonicum* su u pozitivnoj korelaciji sa drugom osom koja se nalazi na terenu koji karakteriše neutralna do alkalna pH vrednost zemljišta i rastuća koncentracija gvožđa u zemljištu. Rastvorljivost povećava sa opadanjem pH vrednosti zemljišta. Višegodišnje ili jednogodišnje biljke poput *Peucedanum officinale*, *Myosotis arvensis*, *Poa pratensis*, *Galium verum*, *Tanacetum corymbosum*, *Convolvulus arvensis*, *Eryngium campestre*, *Calystegia sepium*, *Cardus nutans* i *Potentilla reptans* su u negativnoj korelaciji sa drugom osom i na području lokalnog koridora nalaze se na blago alkalnom, neutralnom do alkalnom zemljištu. Ovo zemljište je srednje vlažnosti i sa većom produkcijom biljne mase (Slika 15, Prilog 4 S Tabela 4.8).

Tabela 6 Rezultat CCA kompozicije vrsta i sredinskih faktora na slanim staništima lokalnog koridora.

Ose	1	2	3	4	Varijansa
Sopstvena vrednost (eigen)	0.404	0.366	0.321	0.269	8.12
Kumulativni procenat varjanse kompozicije vrsta	4.97	9.49	13.44	16.75	
Kumulativni procenat varijanse odnosa vrsta–uslovi sredine	15.15	28.09	40.95	51.03	
Suma svih sopstvenih (eigen) vrednosti					8.12
Suma svih kanonijskih sopstvenih (eigen) vrednosti					2.66
Test signifikantnosti prve kanonijske ose	Trace	F	<i>p</i>		
	0.41	3.18	0.001		
Test signifikantnosti svih kanonijske osa	Trace	F	<i>p</i>		
	3.10	1.86	0.001		



Slika 14 Ordinacioni dijagram kanonijske korelacione analize lokaliteta i sredinskih promenljivih.*bC- sadržaj ugljenika u biljnom materijalu; C/N-odnos azota i ugljenika; sumba-stopa aktivnosti mikroorganizama; pH-pH; moistM-vlažnost zemljišta; sm-suva biomasa; Fe-gvožđe; cow-broj krava po hektaru.



Slika 15 Ordinacioni dijagram kanonijske korelacione analize za datu kompoziciju biljnih vrsta i sredinske promenljive.*Lista skraćenica i punog naziva vrsta data je u Prilogu 4 Tabela S 4.2.

Tabela 7 Procentualna varijacija (V) kompozicije vrsta objašnjena sredinskim promenljivim u CCA korišćenjem dve metode: V₁ marginalni efekat (jedna varijabla po modelu) i V₂ uslovni efekat ('forward' selekcija promenljivih) na slanim staništima lokalnog koridora srednjeg Banata

Varijable	λ_1	V ₁	λ_2	V ₂
Sumba	0.17*	3.22	0.31	11.61 ***
bC	0.23 ***	4.34	0.29	11.03 ***
C.N	0.22 ***	4.18	0.28	10.36 ***
Cows	0.20 ***	3.79	0.22	8.45 ***
bCa	0.17 *	3.29	0.21	7.70 ***
pH	0.16	2.97	0.19	7.25 **
Sm	0.19 *	3.54	0.20	7.40 *
Moist	0.36 **	6.74	0.37	13.89 **
Fe	0.26 **	4.79	0.26	9.72 **
Hu	0.33	6.13	0.33	12.57 *

1. λ_1 = sopstvena (eigen) vrednost prve ose u CCA sa jednom promenljivom. $V_1 = [\lambda_1 / \text{suma 'unconstrained' sopstvene (eigen) vrednosti}] \times 100$ (procenat varijacije objašnjen sredinskom promenljivom, marginalni efekat). λ_2 = sopstvena (eigen) vrednost prve ose u CCA sa 'forward' selekcijom sredinskih promenljivom. $V_2 = [\lambda_2 / \text{suma svih kanonijskih sopstvenih (eigen) vrednosti u CCA}] \times 100$ (procenat varijacije u kompoziciji vrsta objašnjen promenljivom u 'forward' selekciji gde je varijacija koju objašnjavaju značajnije promenljive kontrolisan, kondicioni efekat). 2. *, **, *** signifikantno za nivo značajnosti $p < 0.05$, $p < 0.01$ i $p < 0.001$ u Monte Carlo permutacionom testu.

5.3.2 Diverzitet vrsta, korišćenje zemljišta i menadžment na staništu

U 34 plotu koja su unutar zaštićenih prirodnih dobara (NM) vrednost gamma ($S\gamma$) diverziteta iznosi 87, a srednje vrednosti alpha ($S\alpha$) i beta ($S\beta$) diverziteta su 11.08 i 6.84. Diferencioni indeks bogatstva vrsta (D_{ST}) je 0.873. On ukazuje da je najveći udeo diverziteta raspoređen između lokaliteta (Slika 16 A, gore desno). Relativni doprinos devet lokaliteta je bio pozitivan, ukazujući da je njihov udeo u kvantifikovanju bogatstva vrsta veći od prosečnog (20, 22, 25, 26, 30, 33, 34, 40, 49; Tabela 8; Prilog 4 S Tabela 4.3 i S Tabela 4.4).

Tabela 8 Prikaz apsolutnih i relativnih vrednosti za bogatstvo vrsta u zaštićenim (NM) područjima.

Lokalitet	20	22	25	26	30	33	34	40	49
$S\alpha$	0.7059	0.4118	0.6471	0.4706	0.3529	0.3529	0.3529	0.3529	0.3824
$S\beta$	7.0529	3.7203	8.8395	4.1140	2.9260	3.1777	4.9450	4.5375	2.9924
$S\gamma$	7.7588	4.1320	9.4866	4.5846	3.2789	3.5306	5.2980	4.8905	3.3748
$\%S\alpha$	0.3754	0.0813	0.3166	0.1401	0.0225	0.0225	0.0225	0.0225	0.0519
$\%S\beta$	4.6775	1.3448	6.4641	1.7385	0.5505	0.8023	2.5696	2.1621	0.6170
$\%S\gamma$	5.0529	1.4261	6.7807	1.8787	0.5730	0.8247	2.5921	2.1846	0.6689

Srednja vrednost Simpsonovg indeksa diverziteta ($D\alpha$) za lokalitete iznosi 0.88, dok je vrednost diverziteta regiona ($D\gamma$, mreže zaštićenih jedinica) 0.96. Diferencioni indeks (D_{DT}) je 0.078 (Slika 16 A, dole desno) i ukazuje da je najveći udeo raspodele diverziteta unutar lokaliteta. Relativni doprinos je bio pozitivan na dva lokaliteta (34, 40) pa je njihov udeo bio veći od prosečnog udela u kvantifikovanju diverziteta vrsta (Tabela 9; Prilog 4 S Tabela 4.3 i S Tabela 4.5).

Tabela 9 Prikaz apsolutnih i relativnih vrednosti za Simpsonov indekse u zaštićenim (NM) područjima.

Lokalitet	34	40
$D\alpha$	0.9056	0.9062
$D\beta$	0.0779	0.0792
$D\gamma$	0.9836	0.9855
$\%D\alpha$	0.0170	0.0175
$\%D\beta$	0.0029	0.0041
$\%D\gamma$	0.0019	0.0021

U 22 plota koja se nalaze na teritoriji ekološke mreže (TEC) gamma diverzitet ($S\gamma$) je imao vrednost 65, a srednje vrednosti alpha ($S\alpha$) i beta ($S\beta$) diverziteta su 8.95 i 6.25. Diferencioni indeks bogatstva vrsta je (D_{ST}) 0.862 ukazujući da je najveći udeo diverziteta raspoređen između lokaliteta (Slika 16 B, gore desno). Relativni doprinos devet lokaliteta je bio pozitivan (3, 5, 9, 13, 14, 15,

16, 19, 44; Tabela 10; Prilog 4, S Tabela 4.6), ukazujući da je njihov doprinos veći od prosečnog

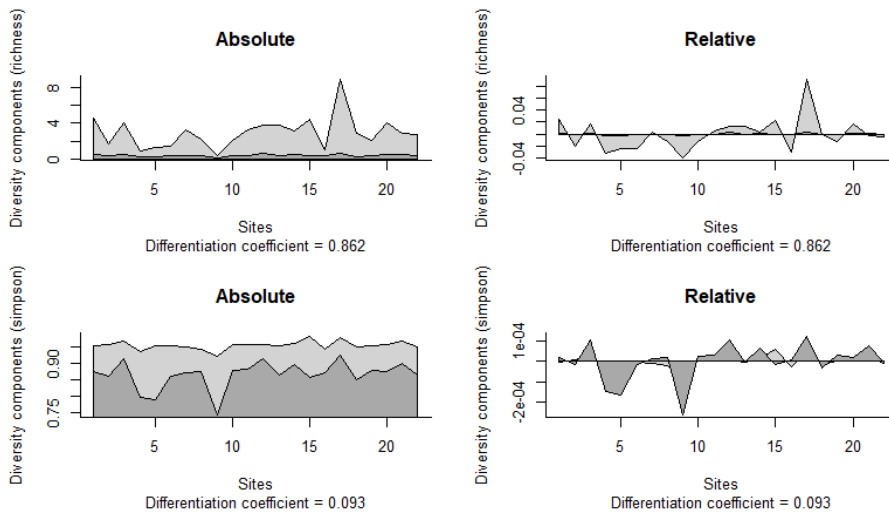
Tabela 10 Prikaz apsolutnih i relativnih vrednosti za bogatstvo vrsta na područjima ekološke mreže (TEC).

Lokalitet	3	5	9	13	14	15	16	19	44
$S\alpha$	0.4545	0.5455	0.4091	0.4091	0.5909	0.4091	0.4545	0.6818	0.4545
$S\beta$	4.1583	3.4516	2.7955	2.8788	3.1648	3.4455	2.7342	8.2791	3.6354
$S\gamma$	4.6129	3.9971	3.2046	3.2879	3.7557	3.8546	3.1887	8.9610	4.0899
% $S\alpha$	0.0475	0.1384	0.0021	0.0021	0.1839	0.0021	0.0475	0.2748	0.0475
% $S\beta$	1.6108	0.9041	0.2479	0.3313	0.6173	0.8979	0.1867	5.7316	1.0879
% $S\gamma$	1.6583	1.0425	0.2500	0.3333	0.8012	0.9000	0.2342	6.0064	1.1354

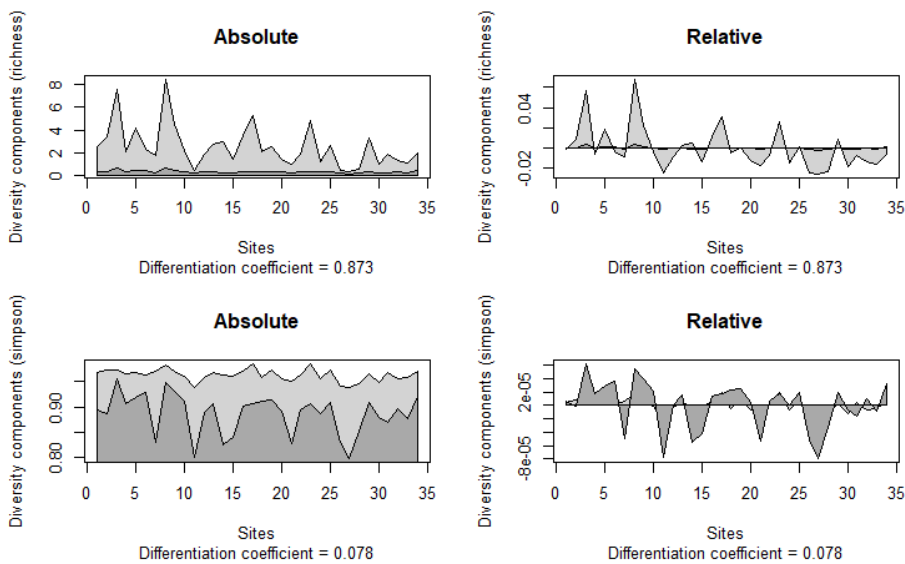
Srednja vrednost Simpsonovog indeksa ($S\alpha$) za jedinice (lokalitete) je 0.86, dok je vrednost Simpsonovog indeksa regiona ($S\gamma$, jedinica ekološke mreže) očekivano bio veći (0.95). Diferencioni indeks (D_{DT}) je 0.093 ukazujući da je najveći udeo raspodele diverziteta unutar lokaliteta (Slika 16 B, dole desno). Relativni doprinos svih lokaliteta je bio ujednačen (Prilog 4 S Tabela 4.7).

Suva biomasa je bila statistički značajno veća na LGM lokalitetima ($F = 42.6$ i $p < 0.00$; Slika 17 A). Nasuprot navedenom slaba signifikantna razlika registrovana je kod srednjih vrednosti Shanonovog indeksa diverziteta (H) i invSimpsonovog indeksa diverziteta ($D2$) na lokalitetima sa različitim intenzitetom korišćenja zemljišta ($F = 3.21$ i $p < 0.05$ i $F = 3.14$ i $p \sim 0.05$; Slika 17 B i C). Oba indeksa imali su najveću vrednost na SIGM lokalitetima (Tabela 11).

A



B



Slika 16 Grafički prikaz apsolutne i relativne raspodele diverziteta na analiziranim lokalitetima unutra zaštićenim područja (A) i teritorije ekološke mreže (B).

Od ukupno 56 lokaliteta na kojima je rađeno uzorkovanje, 23 lokaliteta se nalazi unutar staništa koja su naseljena lokalnim populacijama tekunica (Prilog

4 S Tabela 4.3). Na LGM lokalitetima potvrđeno je odsustvo tekunica (Tabela 11).

Tabela 11 Prikaz vrednosti suve biomase, indeksa diverziteta i broj lokaliteta nastanjen tekunicom unutar područja različitog intenziteta korišćenja.

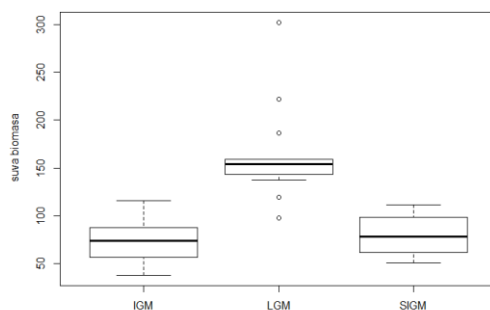
	IGM	LGM	SIGM
Suva biomasa	71.9	164.3	80.4
Shanonov indeks	2.1	2.2	2.3
invSimpson	7.6	8.1	10.1
Broj lokaliteta sa populacijama tekunica	13	0	11

U Tabeli 12 dat je pregled karakteristika zemljišta na lokalitetima sa populacijama tekunica i lokalitetima na kojima nema tekunice.

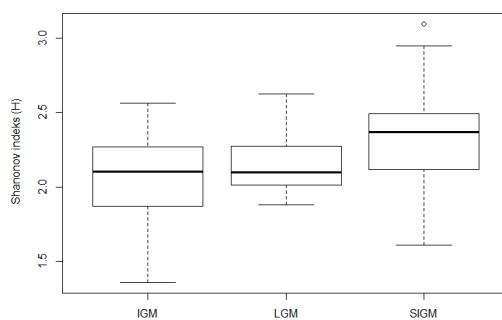
Tabela 12 Pregled karakteristika zemljišta na 24 lokaliteta koja su unutar staništa tekunica i na 36 lokaliteta na kojima je vrsta odsutna.

	lokaliteti sa kolonijama	lokaliteti bez kolonija
sumba	22.04	33.34
N [%]	0.18	0.22
C [%]	2.13	2.29
C/N	12.58	10.90
CaCO ₃ [%]	0.61	0.95
Ece 25°C (ds/m)	2.43	1.74
pH vodnog ekstrakta	7.58	7.62
Humus [%]	3.30	3.29
Zn (mg/kg)	58.25	59.58
Fe (mg/kg)	24435.42	24308.75

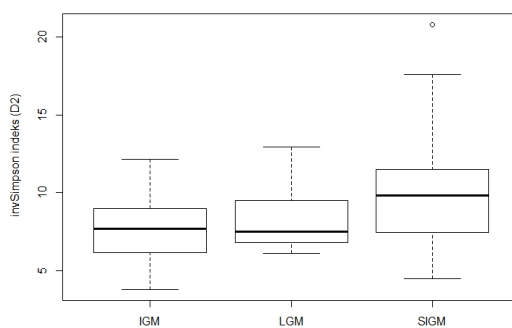
*sumba - suma aktivnosti zemljišnih mikroorganizama



A



B



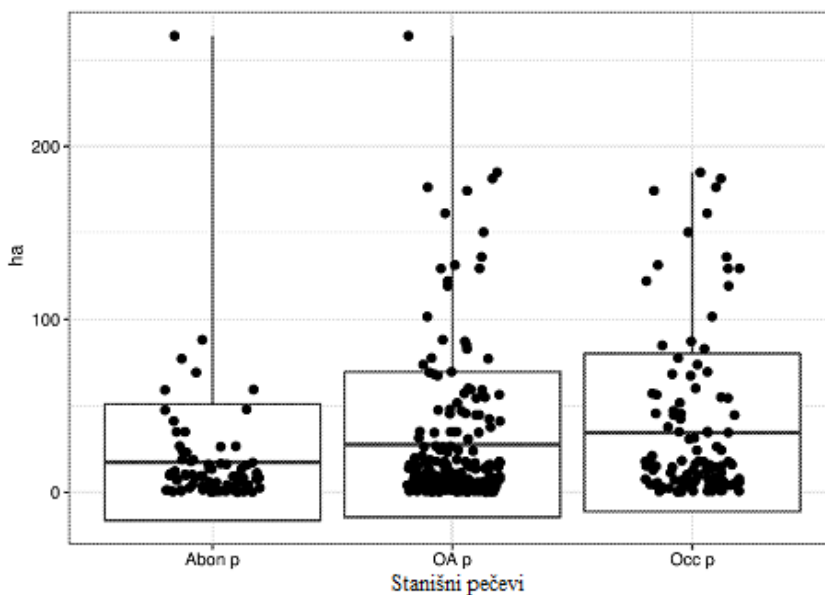
C

Slika 17 Box plotovi srednje (95% CI), minimalnih i maksimalnih vrednosti: suve biomase (A) Shanonovog indeksa (B) i invSimpsonovog indeksa (C) za IGM, LGM i SIGM grupe.

5.4 Obrasci distribucije staništa

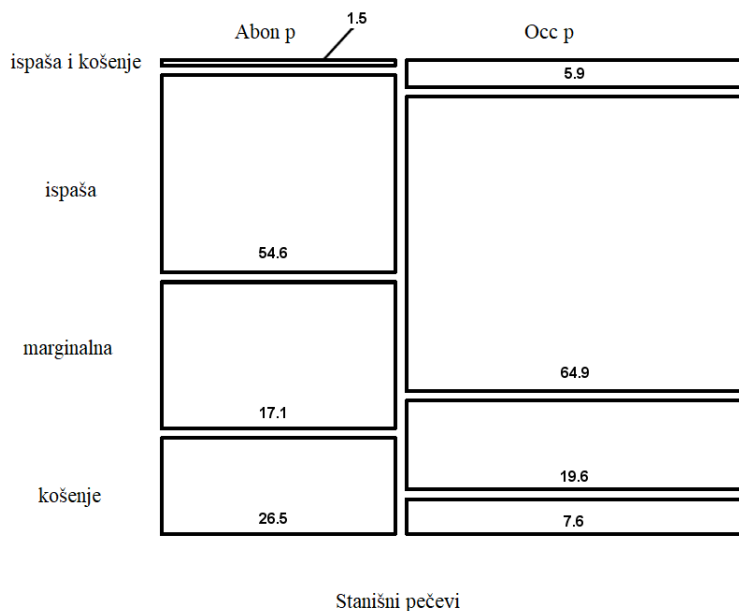
5.4.1 Karakteristike lokalnih stanišnih pečeva

Mapirani pečevi staništa tekunica na području Vojvodine su korišćenom prostornom analizom pokazali normalnu raspodelu (Prilog 5 S Slika 5.1), dok su nastanjeni pečevi pokazali klasternu raspodelu u prostoru (Moranov indeks 0.2; $Z=-4$, $p < 0.01$; Prilog 5 S Slika 5.2). Nastanjeni pečevi ostaju grupisani po klasterima širom gradijenta prostorne konfiguracije na najfinijoj skali (Prilog 5 S Slika 5.2). Nastanjeni pečevi (staništa) se po veličini kreću od 0.1 do 184.9 ha (prosek = 34.5 ± 45.7 ha), a napušteni od 0.03 do 263.8 ha (prosek = 17.3 ± 45.5 ha, Slika 18). Procenat razlike u veličini centralnog područja između nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva je na osnovu F statistike pokazao statistički značajnu razliku (Z vrednost = 3.6, $p < 0.05$). Takođe i razlike procenta srednje veličine ivica između nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva je na osnovu F statistike pokazala statistički značajnu razliku (Z vrednost = -12, $p < 0.001$).



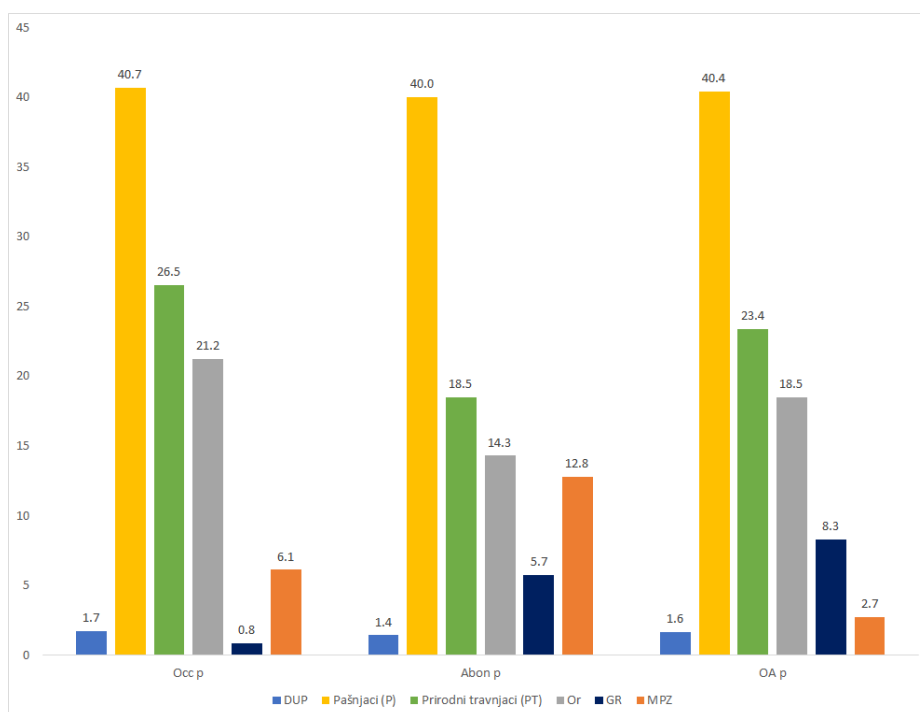
Slika 18 Box plot srednje (95% CI), minimalnih i maksimalnih vrednosti površine stanišnih pečeva za Occ p, Abon p i OA p grupe.

Konektivnost između pečeva staništa bila je više izražena kod nastanjenih (Occ p) nego kod napuštenih pečeva (Abon p). Prosečno rastojanje, na osnovu Hausdorfovu dimenzija rastojanja između nastanjenih iznosilo je 70.8 km, dok je kod napuštenih pečeva bilo 85.8 km (Prilog 5 S Slika 5.3). Kontrolisana ispaša kao oblik korišćenja dominira i na nastanjenim i na napuštenim staništima (Slika 19).



Slika 19 Intenzitet korišćenja zemljišta na nastanjenim (Occ p) i napuštenim (Abon p) staništima.* “marginalna” kategorija y-osi odnosi se na smetlišta i zapuštenu poljoprivredno zemljište na stanišnim pečevima.

U okviru analiziranih pečeva na najfinijoj skali su dominirali pašnjaci, prirodni travnjaci i obradivo zemljište kako u nastanjenim, tako i u napuštenim stanišnim pečevima. Potvrđeno je značajno prisustvo površina pod usevima i prisustvo prelaznih područja pod šumama i grmljem u napuštenim stanišnim pečevima (Slika 20).



Slika 20 Diverzitet staništa za Occ p, Abon p i OA p grupe stanišnih pečeva * DUP- diskontinuirano urbano zemljište, Or – oranice; GR-grmlje; MZP- mozaično poljoprivredno zemljište.

5.4.2 Karakteristike podregiona stanišnih pečeva

Na široj geografskoj skali, na nivou definisane 196 podregije na području Vojvodine, rezultati su pokazali da se podregije sa nastanjenim (O), napuštenim (A) i kombinovanim (OA) grupama podregiona stanišnih pečeva razlikuju u prostornim svojstvima na površinama od 6600 i 26400 ha. Osnovne razlike u zastupljenosti različitog tipa zemljišta i razlike u strukturnim karakteristikama predeonih elemenata na ove dve skale unutar definisanih podregiona predele definišu samu nastanjenost dostupnog staništa za tekunicu. Matrice predela na skali od 6600 ha sastojale su se od 5 do 13 vegetacijskih klasa klasifikovanih prema CORINE, a one od 26 400 ha sadržale su od 7 do 18 klasa. Prirodni travnjaci su najrasprostranjeniji tip vegetacijskog pokrivača (zastupljeni 14.3% i 9.3%, na dve šire skale) za kategoriju O (nastanjenih

podregiona; Tabela 13). Dok za kategoriju A (napuštenih podregiona) najrasprostranjeniji tip vegetacijskog pokrivača na skali 6600 ha su pašnjaci (8.2%), a na skali 26400 ha mozaično poljoprivredno zemljište (4.9%, Tabela13). Broj pečeva (BP), gustina ivica (GI) i SHDI (Shenonov indeks diverziteta podregiona) statistički značajno su se razlikovale između podregionalnih grupa O i A na obe date skale, dok se CP razlikovala samo na skali od 6600 ha (Tabela 14). Napušteni podregioni imaju stanišne pečeve sa nižim vrednostima centralnog područja peča i imaju veće površine pod oranicama. Veća heterogenost i srednja kompleksnost podregiona unutar kojih se nalaze dostupni stanišni pečevi pozitivno utiče na nastanjenost stanišnog peča (Tabela 14; Slika 21 A, B).

Tabela 13 Procenti različitih tipova vegetacijskog pokrivača-
strukturalna kompleksnost

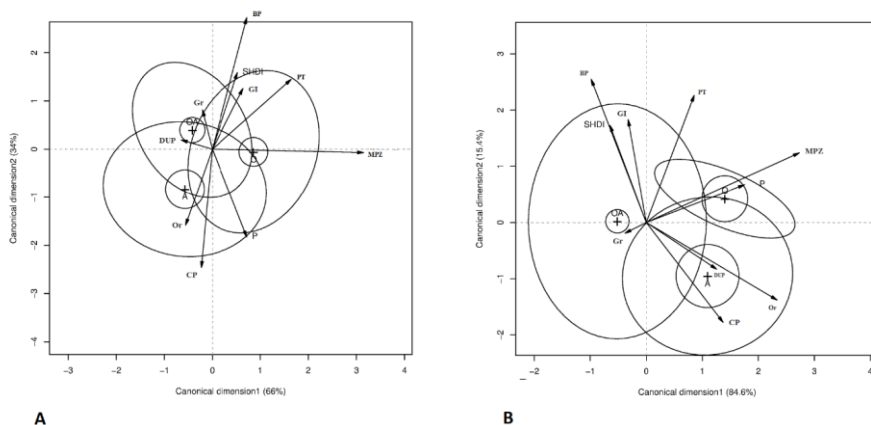
	Podregioni na 6600 ha			Podregioni na 26400 ha		
	O	A	OA	O	A	OA
DUP	3.8	4.1	4.5	3.8	4.2	3.2
P	5	8.2	2.6	4.2	3.2	3.6
PT	14.3	3.2	8.8	9.3	1.9	5.2
Or	59.5	70	59.2	63.5	73.6	61
Gr	4.2	2.3	5.2	2.2	1.8	4.1
MPZ	7.9	6.1	7.3	7.1	4.9	6.5

*DUP – diskontinuirano urbano zemljište; P – pašnjaci; PT – prirodni travnjaci; Or oranice;
Gr – grmlje; MPZ – mozaično poljoprivredno Zemljište

Karakteristike podregionalnih predela značajno su se razlikovale za tri grupe analizirane CDA (Tabela 15). Za skalu na 6600 ha prva diskriminantna osa, koja je odvojila podregione A i OA od podregiona O, pokazala je visok procenat varijabilnosti (66%) među tri kategorije i bila je u pozitivnoj

korelaciji sa prirodnim travnjacima (PT), mozaičnim poljoprivrednim zemljištem (MZP) i gustom ivica (GI) (Slika 21 A). Pomenuta prva diskriminantna osa predstavlja gradijent povećanja površine pod otvorenim travnjacima i smanjenja površine obradivog zemljišta (Slika 3 A), ali i smanjenja srednje strukturne kompleksnosti i površine pod pašnjacima (Slika 21 A). Kategorija podregiona O bila je pozitivno povezana sa krajnjom desnom stranom tog gradijenta koji predstavlja slane, slano-stepske i stepske livade gde se životinjska ispaša i košenje trave obavljaju umereno intenzivno. Značajno prisustvo mozaičnog poljoprivrednog zemljišta među nastanjenim podregionalnim predelima ukazuje na tekuće promene u poljoprivrednoj praksi i na potencijalne stanišne koridore za tekunicu unutar definisanog područja.

Druga diskriminantna osa, koja je pokazala manji procenat varijabilnosti između klasa (34%), izdvojila je podregionalne grupe A i OA dok se grupa O nalazi sa obe strane ove ose (Slika 21 A). Druga diskriminantna osa je bila u pozitivnoj korelaciji sa brojem pečeva (BP), a negativnoj sa oranicama (Or) i prosečnim centralnim područjem (CP). Postoji slaba pozitivna korelacija na drugoj osi sa površinama pod diskontinuiranim urbanim područjem (DUP). Pomenuta druga diskriminantna osa predstavlja gradijent smanjenja površine velikih homogenih područja i povećanje područja koja karakteriše veća heterogenost u pogledu sastav i strukture predela. To su u suštini poljoprivredna područja i pašnjaci sa jako izraženim procesima vegetacijske sukcesije koja je uslovljena nedostatkom održavanja (paše). Kategorija podregiona A bila je negativno povezana sa datim gradijentom (Slika 21 A).



Slika 21 Kanonijski plot za O, A i OA grupe podregionalnih predela u Vojvodini (A) na skali od 6600 ha (B) na skali od 26400 ha. *DUP – diskontinuirano urbano zemljište; P – pašnjaci; PT – prirodni travnjaci; Or – oranice; Gr – grmlje; MPZ – mozaično poljoprivredno Zemljište; SHDI- Shannonov indeks diverziteta; BP- broj peceva; GI- gustina ivica; CP- centralna površina.

Na skali 26400 ha postoji jasno razdvajanje kategorije podregiona OA od podregiona grupa A i O na osnovu prve diskriminantne ose koja pokazuje visok procenat varijabilnosti (84.6%) (Slika 21 B). Prva diskriminantna osa je u pozitivnoj korelaciji sa mozaičnim poljoprivrednim zemljištem (MPZ), pašnjacima (P), obradivim zemljištem (Or) i prosečnim centralnim područjem (CP). Prva diskriminativna funkcija predstavlja gradijent povećanja površine pod poljoprivrednim zemljištem i sve veće prisustvo mozaičnog poljoprivrednog zemljišta tj. sve intenzivniju fragmentaciju i gubitak prirodnog povoljnog staništa za tekunicu. Podregionalne grupe A i O nalaze se na suprotnim krajevima datog gradijenta.

Druga diskriminantna osa za četvrtu skalu analize pokazala je znatno manji procenat varijabilnosti (15.4%) između kategorija. Ova osa je jasno odvojila podregione A i O, dok se grupa OA nalazi sa obe strane ove ose. Druga osa je u pozitivnoj korelaciji sa brojem peceva (BP), prirodnim travnjacima (PT) i gustom ivica (GI), što predstavlja gradijent povećanja površine područja sa

većom heterogenošću u pogledu sastava i strukture definisanih predela podregiona (Slika 21 B). Kategorija OA bila je povezana sa oba ekstrema datog gradijenta.

Tabela 14 Analiza varijansi strukture i kompozicije podregiona istraživaniog područja

ANOVA	Podregionalni predeo (6600 ha)			Podregionalni predeo (26400 ha)		
	O, A i OA			O, A i OA		
	F vrednost		<i>p</i> (>F)	F vrednost		<i>p</i> (>F)
BP	10.435		< .001***	7.9224		<.001***
GI	2.6396		.07	2.7974		0.06
CP	7.5217		< .001***	7.9354		<.001***
SHDI	3.5036		.03**	3.4273		.03**

Pregled statistike	O			A		
	<i>μ</i> ± sd	<i>μ</i> ± sd	<i>p</i>	<i>μ</i> ± sd	<i>μ</i> ± sd	<i>p</i>
BP	38.8 ± 15.8	28 ± 11.3	0.0***	105.9 ± 39.3	76.4 ± 29.9	<0.01***
GI	16.5 ± 8.1	13.4 ± 5.3	0.01***	14.5 ± 5.7	11.3 ± 3.8	0.02**
CP	201.3±125.1	264.9±127.2	0.01***	315.6 ± 258.8	402.8 ± 208.3	0.1***
SHDI	1.17 ± 0.5	0.9 ± 0.4	0.01***	1.2 ± 0.4	0.9 ± 0.4	0.04

** statistički značajne razlike za nivo značajnosti od ($p \leq 0.05$), *** za nivo značajnosti od ($p \leq 0.01$) *SHDI- Shannonov indeks diverziteta; BP- broj pečeva; GI- gustina ivica; CP- centralna površina.

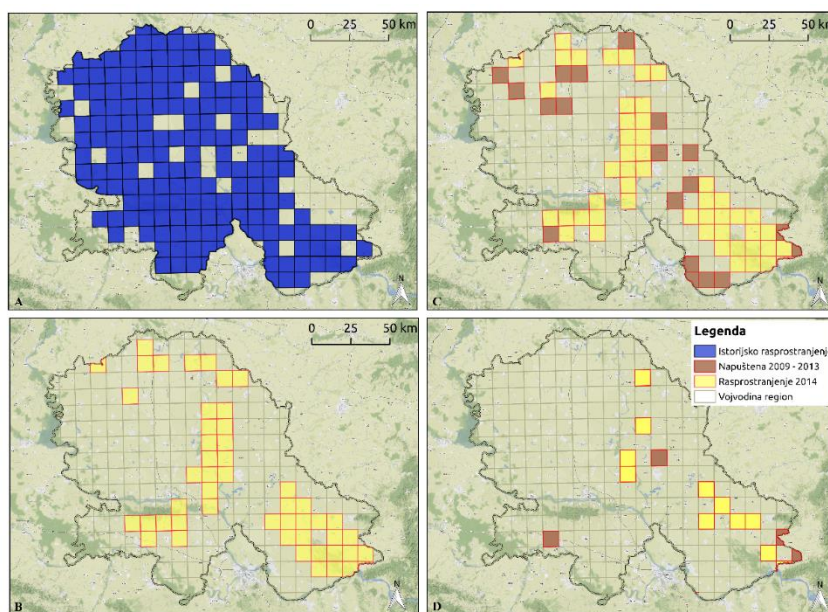
Tabela 15 Prikaz selekcionih testova značaja kanonijskih dimenzija za nastanjene (O), napuštene (A) i kombinovane (OA) grupe podregionalnih predela na dve odabrane skale.

Skala podregiona 6600 ha							
MANOVA	Df	test stat	približan F	Broj Df	den Df	$p (>F)$	*Sig.
Pillai test	3	1.45	17.0	30	543.00	< 2.2e-16	***
Wilks test	3	0.00	143.0	30	526.08	< 2.2e-16	***
CDA	CanRsqr	Eigen	Procenat	Kumulativno	približan F	$p (> F)$	*Sig.
	0.28986	0.40818	65.976	65.976	5.4702	3.112e-12	***
	0.17389	0.21050	34.024	100.000	4.2099	5.862e-05	***
Skala podregiona 26400 ha							
MANOVA	Df	test stat	približan F	broj Df	den Df	$p (>F)$	*Sig.
Pillai test	3	1.447	17.06	30	549.00	< 2.2e-16	***
Wilks test	3	0.006	81.54	30	531.95	< 2.2e-16	***
CDA	CanRsqr	Eigen	Procenat	Kumulativno	približan F	$p (> F)$	*Sig.
	0.40650	0.68492	84.588	84.588	6.8175	5.397e-16	***
	0.11094	0.12479	15.412	100.000	2.5235	0.009508	**

* Sig.-statistički značajne razlike za nivo značajnosti $p = 0$ - '***', $p < 0.001$ - '**'

5.4.3 Karakteristike regionalnog rasprostranjenja

Maksimalno recentno rasprostranjenje populacija tekunica na prostoru Vojvodine smanjeno je za više od 70%. Od ukupno 171 UTM kvadrata 10x10 km u kojima je tekunica istorijsko bila prisutna, danas naseljava staništa koja se nalaze samo unutar 50 mapiranih gridova iste rezolucije (Slika 22).



Slika 22 Istorijsko i trenutno maksimalno rasprostranjenje tekunice u Vojvodini na 10x10 km: Istorijsko rasporstranjenje vrste u region pre 1960. godine (A) Rasprostranjenje mapiranih staništa u region za 2014. godinu (B) Rasprostranjenje mapiranih nastanjenih i nedavno napuštenih staništa za period od 2009-2014. godine (C) Rasprostranjenje koje ukazuje promenu distribucije prema jugu i istoku regiona od 1960. godine (D).

5.5 Ekološka mreža staništa

5.5.1 Vijabilnost populacija

Kako bi se dao uvid u vijabilnost lokalnih populacija tekunice u Vojvodini prostornim tehnikama evaluirana su sva mapirana staništa. Totalna površina mreže mapiranih staništa populacije tekunice u Vojvodini je 2586 ha. Evaluacija kapaciteta staništa koja predstavlja kombinaciju površine i povoljnosti za život tekunice pokazao je da je 12.8%, staništa u Banatu odličnog i dobrog kvaliteta, dok ih je na Fruškoj gori i Bačkoj svega 1%. Na osnovu ove prostorne analize LARCH modelom lokalne populacije tekunice u Vojvodini mogu opstati jedino ako su dostupni stanišni fragmenti povezani u mrežu staništa između kojih postoji komunikacija jedinki. Korišćenjem

LARCH modela na testiranom potencijalno maksimalnom disperzionom kapacitetu individua definisano je 15 potencijalnih mreža. Od 15 mreža dostupnog staništa, devet mreža imaju aktivne lokalne populacije. Od ovih devet mreža šest imaju stanišne pečeve dovoljno velikog kapaciteta da podrže populacije sa više od 100 reproduktivnih jedinki tj. da podrže ključne populacije. Na osnovu prostorne analize dobijene LARCH modelom broj ključnih pečeva unutar tih šest mreža varira (Tabela 16). Takođe dobijeni rezultati pokazuju da se neke aktivne ključne populacije unutar pojedinih mreža npr. mreže ID_13 i ID_8 nalaze pored puteva ili vodenih površina (područje severnog i srednjeg Banata; Slika 23 A).

Tabela 16 Prikaz rezultat modela LARCH za mrežu staništa lokalnih populacija tekunice

ID mreže (5 km)	Ukupno kolonija	Aktivne kolonije	Suma kapacitet staništa	Suma RU	Suma KP
ID_1	5	0	5.92	29.60	0
ID_2	27	21	134.42	672.09	2
ID_3	1	0	0.00	0.02	0
ID_4	5	5	46.91	234.54	1
ID_5	97	59	1001.12	5005.61	15
ID_6	1	0	0.94	4.69	0
ID_7	3	0	0.12	0.61	0
ID_8	32	22	649.08	3245.41	9
ID_9	12	1	48.43	242.17	1
ID_10	1	0	0.17	0.87	0
ID_11	1	1	1.18	5.90	0
ID_12	3	3	1.39	6.97	0
ID_13	3	2	52.48	262.38	1
ID_14	3	3	14.66	73.28	0
ID_15	2	0	1.79	8.97	0
Total	196	117	1958.62	9793.10	29

*ID mreže 5 km se odnosi na udaljenost od pet kilometara u dva pravca od centralne tačke peča, što je ukupno 10 km udaljenosti korišćeno u analizi*RU- reproduktivne jedince; *KP- ključni peč.

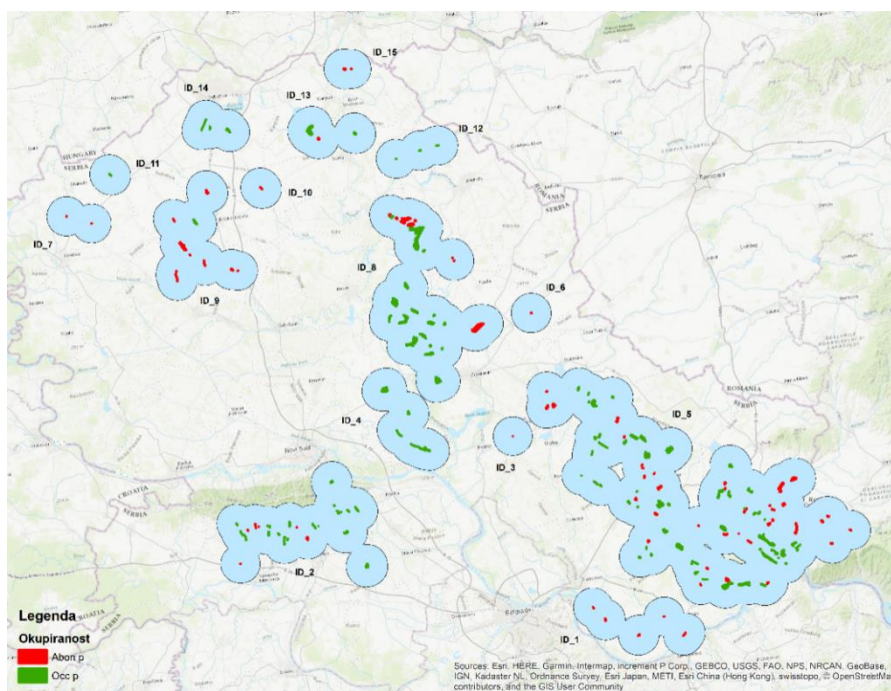
Fragmentacija mapiranih staništa najveća je unutar mreža ID_1, ID_3, ID_6, ID_7, ID_10, ID_11, ID_14 i ID_15 (Tabeli 5.5.1). Mreže ID_9 i ID_13 iako ispunjavaju uslov postojanja barem 1 ključnog peča imaju jednu, odnosno 2 aktivne kolonije zbog čega su takođe okarakterisane kao mreže sa visokim stepenom fragmentacije. ID_4 je mreža koja ima nešto manje od 50% sume kapaciteta staništa sa potencijalno 100 reproduktivnih jedinki i pet aktivnih kolonija, te je okarakterisana kao mreža sa srednje visokim stepenom fragmentacije. Takođe i ID_2 je okarakterisana kao mreža sa srednjim stepenom fragmentacije. Ove mreže nemaju ni jedno stanište koje ima kapacitet za MVP ali ispunjavaju uslov postojanja više od jednog ključnog peča. Unutar mreža ID_5 i ID_8 postoji više od jednog staništa koja imaju kapacitet ključnog peča, a mreža ID_8 ima jedno stanište koje može da podrži MVP i spadaju u kategoriji niskog stepena fragmentisanosti. Ocenjen stepen fragmentacije, prikaz kapaciteta staništa i kapaciteta mreže prikazani su na Slici 23 A, B, C i u Prilogu 6 S Tabela 6.2.

Prema LARCH modelu evaluacija vijabilnosti mreže na osnovu dva korišćena kriterijuma pokazala je da na teritoriji Vojvodine postoji dva ključna područja od kojih je unutar jednog jedna održiva i unutar drugog dve jako održive mreže (Slika 23 C). Većina ključnih pečeva se nalazi na teritoriji dve projektovane mreže (ID_8 i ID_5; Slika 23 C i Slika 24 A), potvrđujući da ove dve mreže mogu da podrže metapopulacionu strukturu. Sa druge strane mreža na teritoriji ID_13 iako ima dobru povezanost odlikuje se malim brojem populacija. Unutar mreže ID_9 postoji 11 napuštenih staništa koja su slabo međusobno povezana (Slika 23 A; Slika 24 A). Kapacitet ove mreže i srednje visok stepen fragmentacije sa samo jednom aktivnom kolonijom kategoriše je kao kritično konzervaciono područje. Ostale mreže karakteriše visok stepen fragmentacije, slaba konektivnost unutar područja i mali kapacitet (Slika 23 B; Slika 24 A).

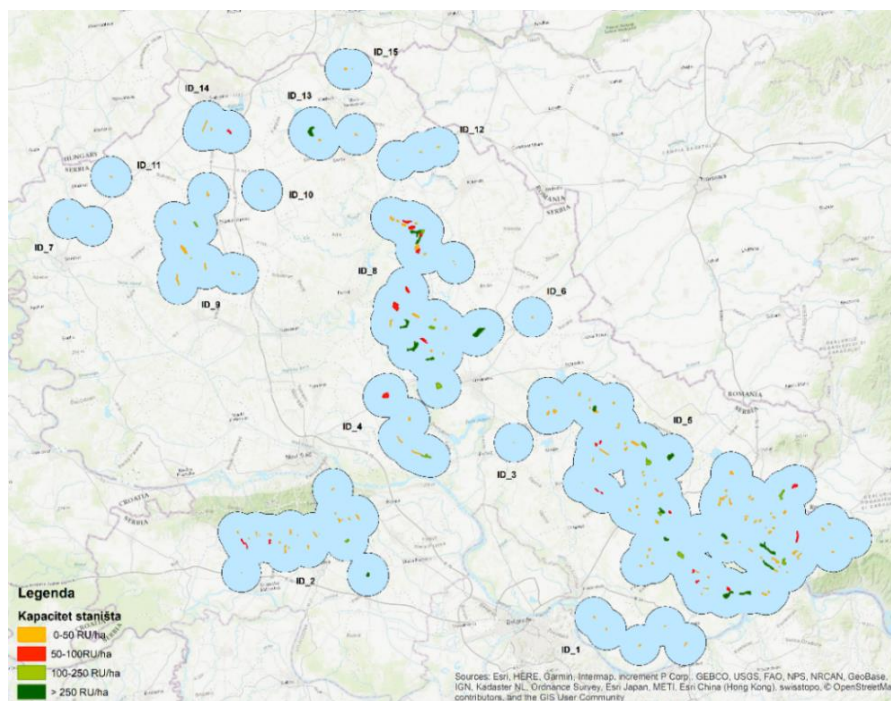
5.5.2 Povezanost populacija

Evaluacija permeabilnosti predela (Slika 24 B) i povezanosti između ključnih i ostalih pečeva (Slika 24 C) metodom “strujnih kola” izdvojila je potencijalne koridore. Analiza je pokazala da su dobijeni rezultati u saglasnosti sa onim što se pretpostavlja kao prohodnost predela i po metodi udaljenost po otpornosti (rezistenciji) predela. Upravo područja sa najvećom prohodnošću su potvrđena i u analizi udaljenost po otpornosti (Slika 24 A). Međutim rezultati analize metodom “strujnih kola” izdvojila su područja funkcionalno dobre prohodnosti koja su znatno manja u površini od one koja se očekuje samo na osnovu dobre strukturne povezanosti predela. Sa druge strane, dobijeni rezultati doprinosa ključnih pečeva u povezanosti lokalnih populacija je manji od očekivanog (Slika 24 A, B i C).

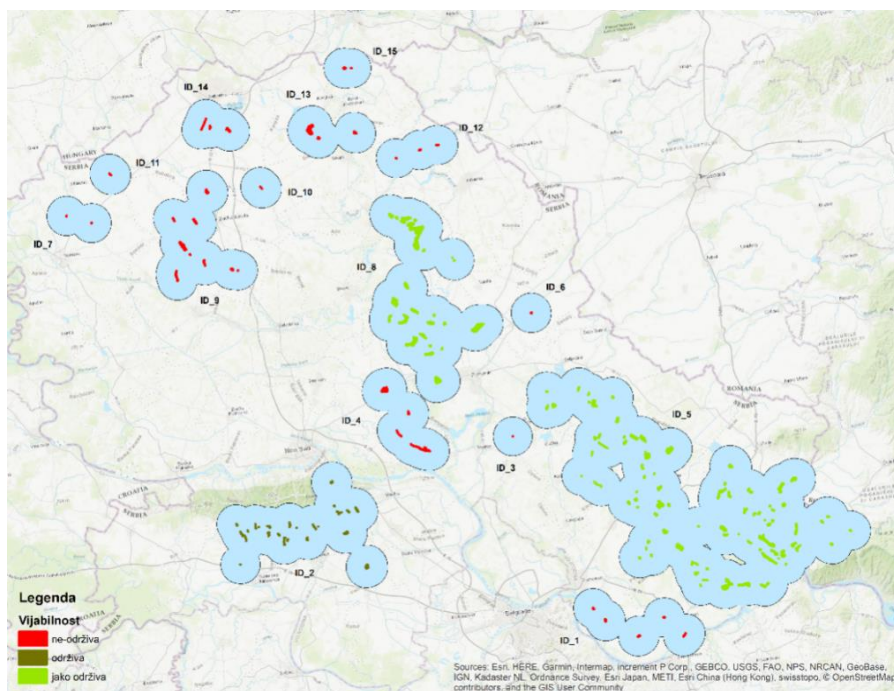
A



B

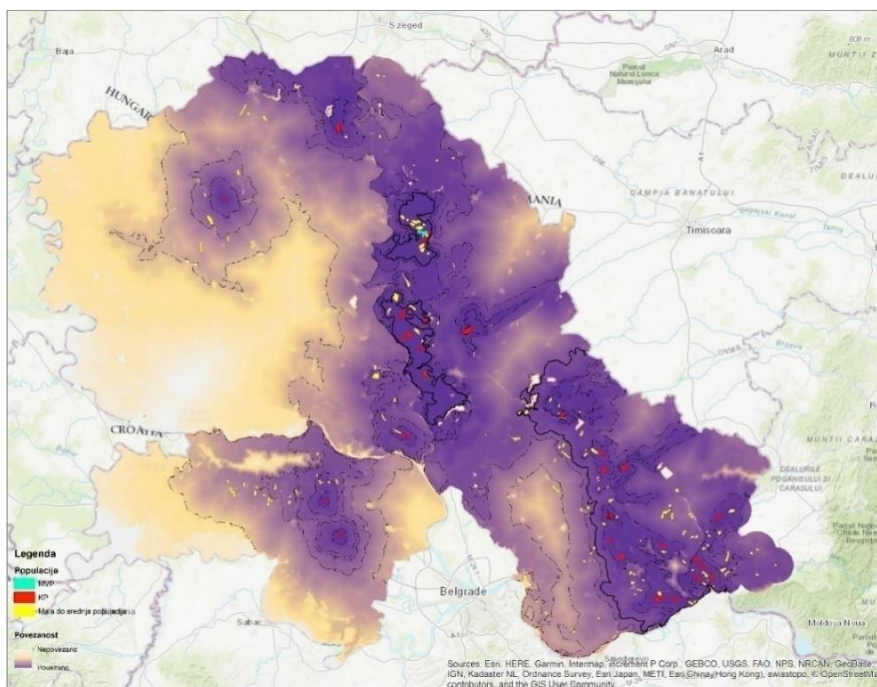


C



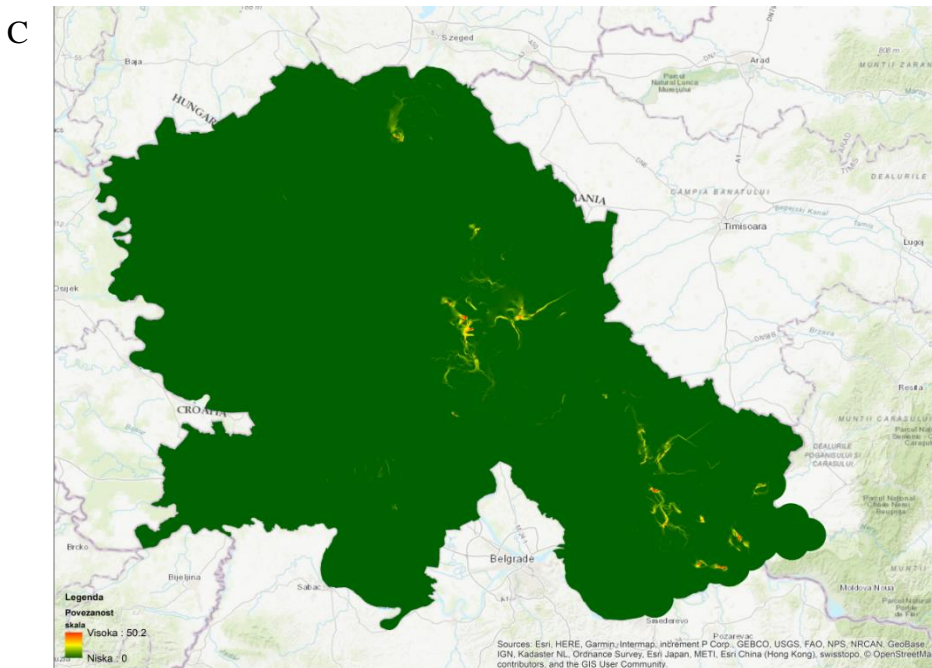
Slika 23 Prikaz nastanjenih i napuštenih pečeva unutar definisanih mreža staništa u LARCH-u (A) Mapa kapaciteta pečeva unutar definisanih mreža staništa u LARCH-u (B) Prikaz održivosti definisanih mreža u LARCH-u (C).

A



B





Slika 24 Prikaz povezanosti staništa na osnovu pristupa otpornosti (*resistance by distance*) (A) popustljivosti predela za kretanje individua procenjena na osnovu teorije strujnih kola između svih mapiranih staništa u pairwise modu (B) srednjeg protoka kretanja na osnovu 1:1 iteracija između ključnih pečeva (KP) i ostalih pečeva (C).

5.6 Konzervacioni status i predlog mera za zaštitu travnatih staništa i tekunice

5.6.1 Status zaštite područja trenutne niše i buduće niše

Prema modelu trenutne distribucije niše i uprosečnim budućim modelima (F, E i S) najveći procenat projektovane distribucije nalazi se unutar područja u Procesu zaštite (ProNZP) i Planiranog za zaštitu (PlaNZP). Distribucija sadašnje i buduće niše unutar konzervacionih mreža data je u Tabeli 17.

Tabela 17 Prikaz (%) područja niše unutar konzervacionih mreža i područja planiranih za zaštitu

	Zaštićena			U planu zaštite
	REM	NZP	ProNZP	PlaNZP
TD	4.6	25.3	27.3	40.5
joF2050	3.8	3.6	13.3	6.5
joE2050E	2.5	3.8	11.2	4.8
joS2050	2.4	11.2	11.2	9.6
joF2070	10.3	7.1	24.5	15.3
joE2070E	9.34	6.8	22.1	15.1
joS2070	7.6	5.2	20.7	11.2

*TD- model trenutne distribucije niše; joF2050-osnovini budući model centriran na 2050; joE2050- konzervacioni budući model E centriran na 2050; joS2050-ugržavajući budući model S centriran na 2050; joF2070-osnovini budući model F centriran na 2070; joE2070- konzervacioni budući model E centriran na 2070; joS2070-ugržavajući budući model S centriran na 2070.

5.6.2 Status zaštite mapiranih stanišnih pečeva

Od ukupno popisanih stanišnih pečeva unutar NZP nalazi se 9.1%, ProNZP 4.08 % i REM 42.8%. Procenat mapiranih stanišnih pečeva bez statusa zaštite (VaKM i IvKM) je 23.4% za nastanjene i 20.4% za napuštene pečeve. Stanišni pečevi koje naseljava tekunica činili su 60.6%, a napušteni 49.3% u svim analiziranim konzervacionim mrežama. REM pokriva čak 43% napuštenih stanišnih pečeva (Tabela 18).

Tabela 18 Prikaz (%) staništa unutar konzervacionih, ne-zaštićenih i područja planiranih za zaštitu

	Zaštićena			Ne-zaštićena		U planu zaštite
	REM	NZP	ProNZP	IvKm	VaKM	PlaNPZ
OA p	42.8	9.1	4.08	10.7	33.2	23.4
Occ p	25.5	6.6	4.08	7.1	16.3	13.8
Abon p	17.3	2.5	-	3.6	16.8	9.6
						Ukupno 196
Occ p	42.7	11.1	6.8	11.9	27.3	23.1
						Ukupno 117
Abon p	43	6.3	-	8.8	41.7	24
						Ukupno 79

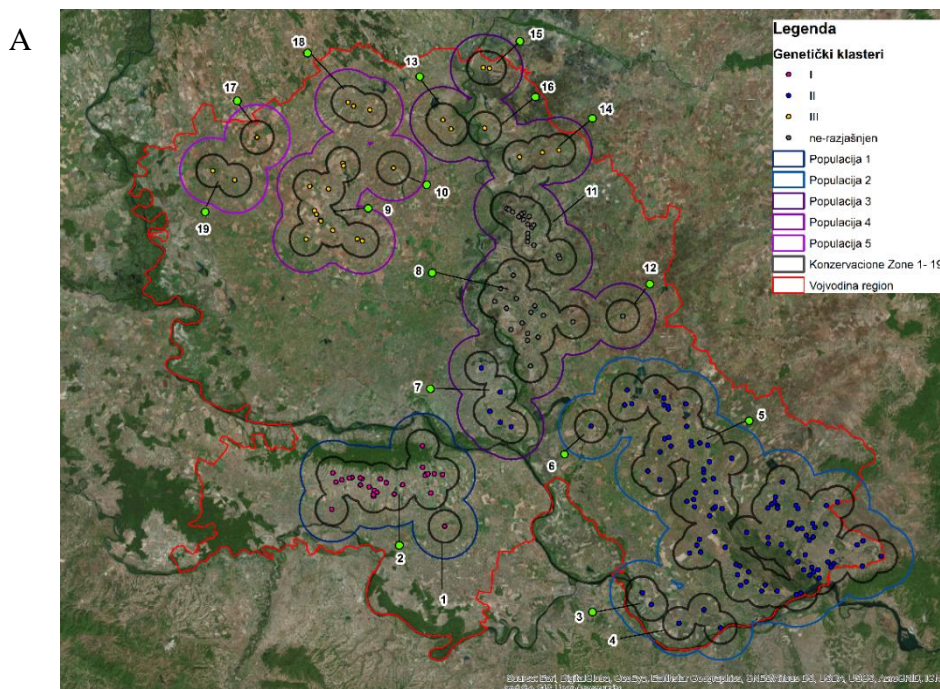
*REM-regionalna ekološka mreža; NZP-zaštićena područja; ProNZP-područja u procesu zaštite; IvKM-područja koja se graniče sa nekom konzervacionom mrežom; VaKM- područja koja su van konzervacionih mreža; PlaNPZ-područja planirana za zaštitu.

Ukupno devet stanišnih pečeva će biti dodatno zaštićeno PlaNPZ (četiri nastanjena i pet napuštenih pečeva).

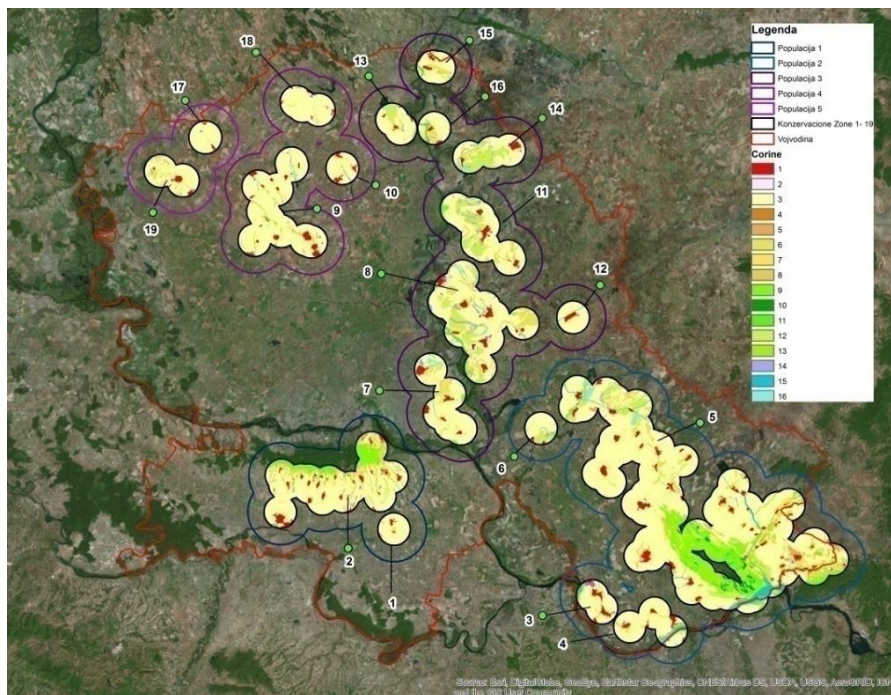
5.6.3 Konzervacione zone, projektovana niša i koridori

Na osnovu bafer područja od 9.2 km na području Vojvodine identifikovana je distribucija pet regionalnih klastera lokalnih populacija (u daljem tekstu Populacija 1,2,3,4 i 5) pri čemu se dve populacije preklapaju sa predhodno utvrđenim prvim i drugim genetičkim klasterom (Slika 25 A). Tri severne populacije preklapaju se sa trećim genetičkim klasterom. Jedna severna populacija duž reke Tise (Populacija 3) se delom preklapa sa drugim genetičkim klasterom, potvrđujući važnost ove genetički još ne razjašnjene ali potencijano hibridizacione klaster grupe (Slika 25 A). Bafer područja od 4.6 km grupisale su mapirane lokalitete u 19 jedinstvenih zona (Slika 25 A i B). Površine unutar svake zone razlikovale su se u strukturi i kompoziciji, broju nastanjenih i napuštenih područja lokalnih populacija, prisustva

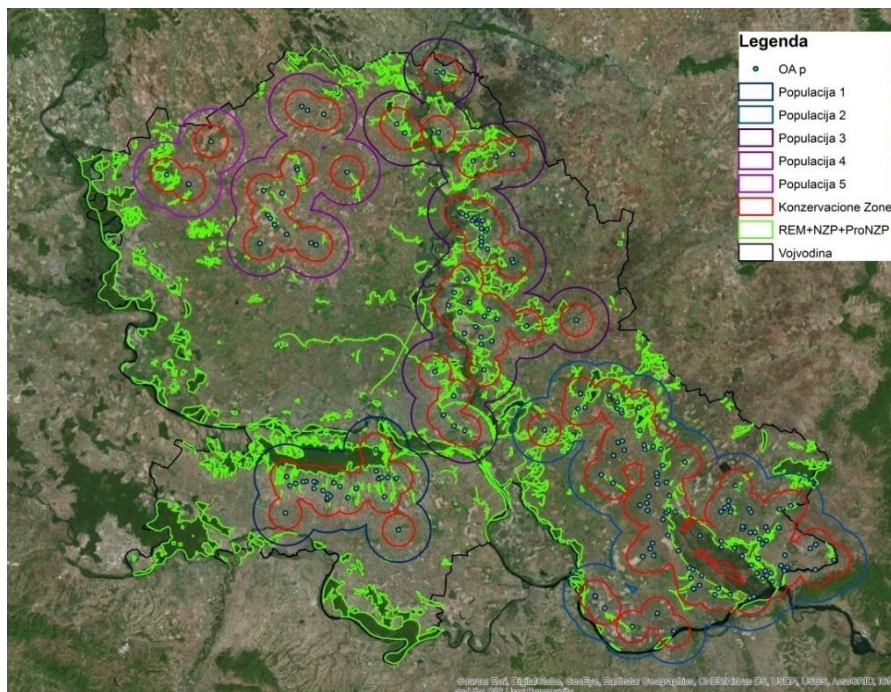
konzervacionih mreža (Tabela 19, Slika 25 B i C). Funkcionalnoj povezanost ključnih populacija sa ostalim populacijama i distribucija optimalnih uslova trenutne i buduće niše razlikovale su se unutar svake definisane Zone (Slika 25 D i Slika 26 A, B i C). Broj nastanjenih lokaliteta i procenat nastanjenih pečeva unutar 19 konzervacionih Zona je u korelaciji sa srednjom površinom mapiranih pečeva (0.3 i 0.28, $p < 0.05$) i procentom otvorenih travnatih staništa (0.42 i 0.38, $p < 0.05$). Broj i procenat svih lokaliteta je u negativnoj korelaciji sa površinama pod poljoprovredom (-0.42 i -0.29, $p < 0.05$).

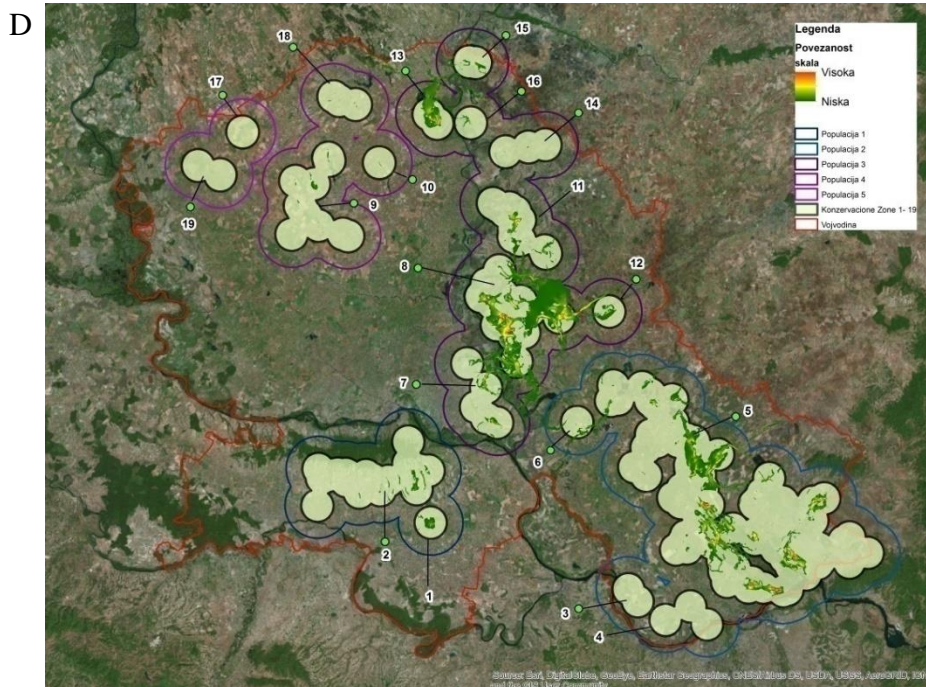


B



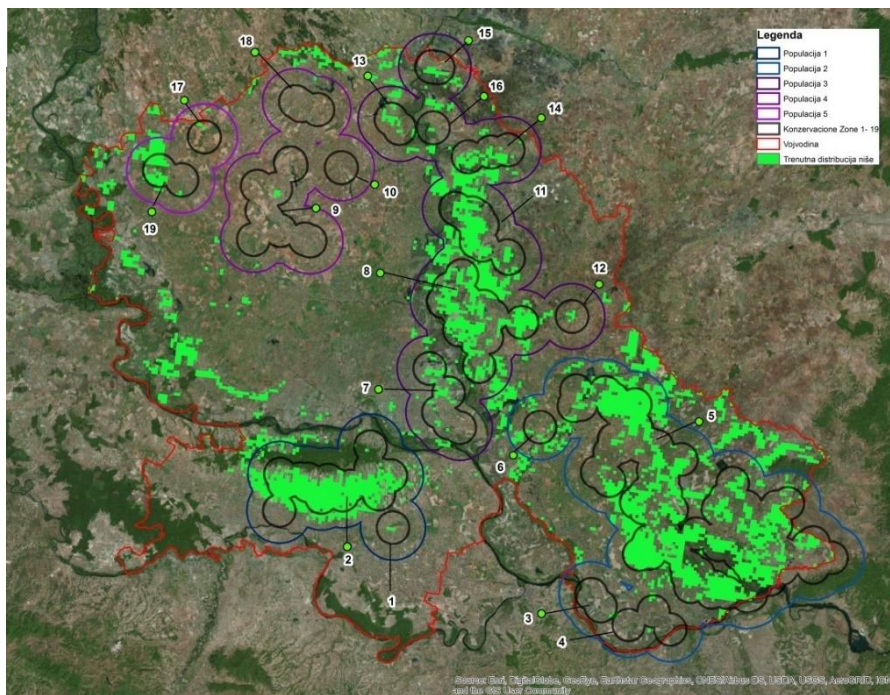
C



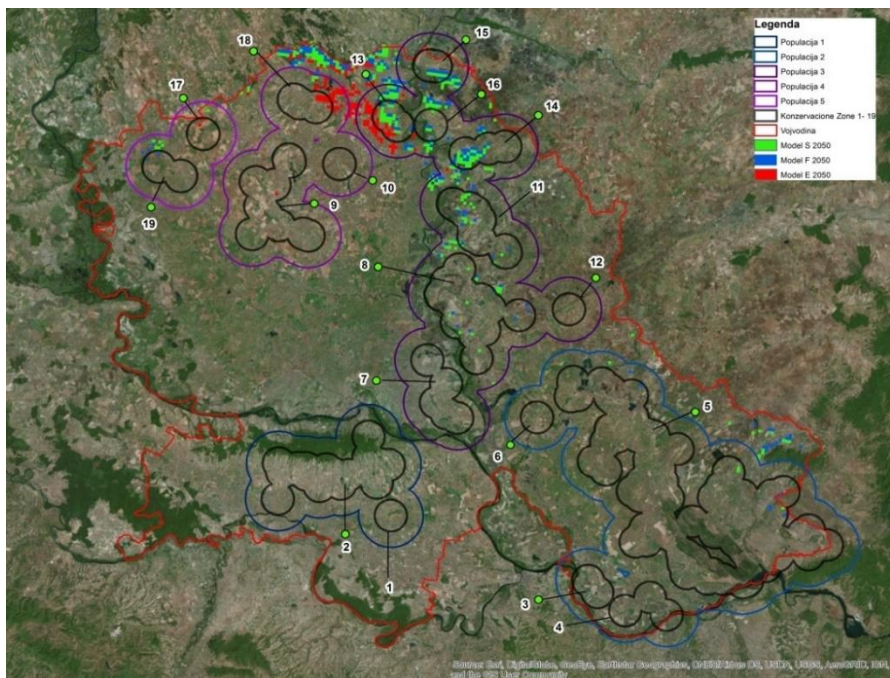


Slika 25 Prikaz strukturne distribucije 5 prostorno klasterisanih grupa lokalnih populacija tekunice, njihovih lokaliteta i tri genetička klastera (A) Pregled Corine mape unutar 19 konzervacionih Zona (B) Mapa preklapanja konzervacionih mreža i Zona (C) Prikaz preklapanja koridora KP unutar konzervacionih Zona (D). *Legenda: 1-Diskontinuirana urbana područja; 2-Rekreativne površine; 3-Ne navodnjavano poljoprivredno zemljište; 4-Vinogardi; 5-Voćnjaci; 6-Pašnjaci; 7-Mozaišno poljoprivredno zemljište; 8-Zemljište pod poljoprivredom sa značajnim prisustvo prirodne vegetacije; 9-Litopadne šume; 10- Zimzelene šume; 11-Mešovite šume; 12-Travnjaci; 13-Grmlje; 14-Vlažna staništa; 15-Rečica i kanali; 16-Reke i jezera; REM-regionalna ekološka mreža, NZP-zasićena područja, ProNZP-područja u postupku zaštite.

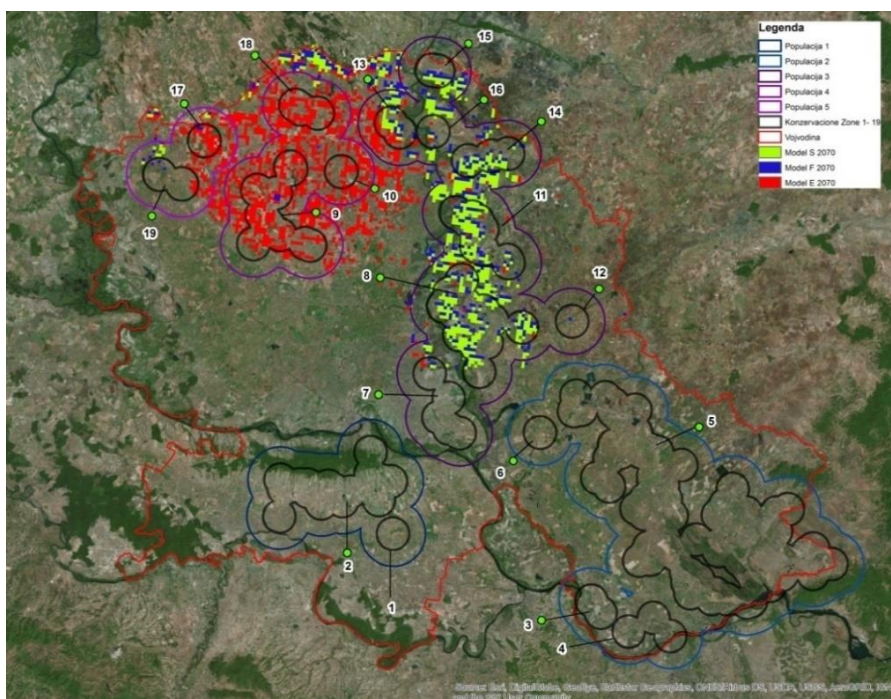
A



B



C



Slika 26 Prikaz preklapanja trenutne distribucije niše i konzervacionih Zona (A) Prikaz preklapanja konzervacionih Zona i niše za 2050.godinu dobijene iz tri modela sa različiti rcp projekcijama i prostornim scenarijima. (B) Prikaz preklapanja konzervacionih Zona i niše za 2070. godinu dobijene iz tri modela sa različiti rcp projekcijama i prostornim scenarijima (C).

Tabela 19 Pregled prostornih karakteristika Zona (A) i prostornih karakteristika grupisanih po prisustvu nastanjenih i napuštenih stanišnih pečeva unutar definisanih Zona (B).

A	Z	Occ	OA	nOcc	nOA	cZ	mZ	mG A	% GA	mA	% A
Zone I	3	0	2	0.0182	0.0234	51	201.0	45.0	6.6	1796.0	70.1
	4	0	3	0.0089	0.0089	64	286.7	67.9	6.3	1773.1	77.3
	6	0	1	0	4.61-06	39	166.8	100	21.7	915.4	70.4
	10	0	1	0	0.0005	15	433.7	34.8	3.2	2704.0	83.1
	12	0	1	0.0007	0.0007	8	813.1	53.0	1.6	2905.5	89.3
	15	0	2	0	0.0022	47	171.4	90.0	13.4	1183.6	73.5
	19	0	3	0	0.0015	51	235.6	58.6	17.1	4577.0	76.2
Zone II	1	1	1	0	0.0001	15	433.7	31.3	4.8	5935.0	91.2
	9	1	12	0.0028	0.0028	97	434.9	27.0	0.6	7478.8	88.6
	13	1	2	0.0195	0.0210	33	281.6	130	19.7	2281.7	73.6
	16	1	1	0.0008	0.0008	44	147.8	128	19.7	1022.3	62.9
	17	1	1	0.0007	0.0048	6	1084.2	43.0	0.7	6313.0	97.0
	14	3	3	0.0086	0.0113	73	217.9	192	33.8	601.0	52.9
	18	3	3	0.0072	0.0072	21	583.4	56.3	2.8	5689.5	92.9
	7	5	5	0	0.0002	83	298.8	94.0	14.0	2319.8	74.8
	11	8	17	0.0156	0.0233	118	238.2	129	24.9	2281.5	64.9
	8	14	15	0.0022	0.0022	305	166.9	124	24.2	1335.9	60.4
	2	20	26	0.0028	0.0033	339	171.5	55.7	8.4	1309.8	63.1
5	59	97	0	0.0010	1023	221.7	87.3	10.8	1664.0	63.8	
B				% A	Ampa	%GA	mGA	cZ			
	Zone I			77.1	2264.9	9	64	39.2			
	Zone II			73.8	3186.1	13.7	91.6	179.7			

* Z – Zona; Occ – broj nastanjenih mapiranih staništa; OA – broj svih mapiranih staništa; nOcc - normalizovana Occ površina; nOA -normalizovana OA površina; cZ – broj peševa svih klasa unutar površine pojedinačne Zone; mZ –srednja površina pečeva unutar Zone u ha; mGA – površina otvorenih travnjaka (livade + pašnjaci + mozaično poljoprivredno zemljište) u ha; % GA –procenat površina otvorenih travnjaka (livade+ pašnjaci+ mozaično poljoprivredno zemljište) unutar Zone; mA - srednja površina poljoprivrednog zemljišta u ha; % A - procenat poljoprivrednog zemljišta unutar Zone.

6 DISKUSIJA

6.1 Ekološka niša u prostoru i vremenu

Korišćenje klimatskih modela za predikciju niše i distribucije vrsta u prostoru i vremenu je u širokoj upotrebi u zaštiti vrsta i njihovih staništa (Franklin 2010). Odnos niše i distribucije vrste definiše pozitivan populacioni rast, meta-populacionu strukturu i *sorce-sink* dinamika unutar optimalnih uslova sredine (Pulliam 1998, 2000; Hanski 1999; Peterson i sar. 2011). U modelima distribucije (sa podacima prisustva ili modelima sa podacima prisustvo/odsustvo) korišćenje samo klimatskih ili klimatskih u kombinaciji sa drugim prediktorima zavisi da li je rezultat modela opseg optimalnih uslova (fundamentalna niša) ili potencijalno okupirano stanište (realizovana niša; Soberon i Peterson 2005). Međutim, u praksi se fundamentalna i realizovana niša na maloj rezoluciji (*coarse resolution*) ne razlikuju mnogo (Gaussine i Zimmerman 2000; Austin 2002; Hirzel i Le Lay 2008). Razlike između dve niše su takođe značajno male ako se koriste prediktori koji su indikativni i za određivanje praga tolerancije sredinskih uslova (Hutchinson niša) i potreba za resursima (Grinnell-ova niša; Peterson i sar. 2011). Ovo bi u slučaju tekunice značilo da se kao prediktor na maloj rezoluciji koriste informacije o distribuciji otvorenih travnatih staništa, koja direktno determinišu prisustvo jedinki. Uzimajući u obzir gore navedene teorijske postavke, primenjena metodologija u ovom radu je omogućila da se za distribuciju niše proveri relevantnost promene klimatskih uslova u kombinaciji sa prostornom distribucijom otvorenih travnatih staništa. Korišćen pristup u modelovanju niše je uključio interakciju predela (dostupnog staništa) i regionalnih (klimatski) faktora u definisanju distribucije optimalnih uslova niše. Informacija o distribucije otvorenih travnatih staništa tj. prostornog ograničenja koje uslovljava

distribuciju populacija tekunice indirektno je omogućio da u model niše budu uračunati zahtevi vrste za potrebnim resursima (videti detaljnije u Ramos-Lara i sar. 2014).

Naši rezultati nedvosmisleno ukazuju da što je veći procenat otvorenih travnatih staništa u Vojvodini populacije imaju veće šanse da opstanu u delovima područja koju su identifikovana kao klimatski povoljna, i obrnuto. Veliki deo područja sa trenutno optimalnim sredinskim uslovima (npr. Fruška gora i južni Banat) u budućnosti neće biti u toj meri povoljan bez obzira da li su otvorena travnata staništa još uvek dostupna. Međutim, u delovima koji po trenutnom modelu nisu povoljni (npr. severna Bačka) i na kojima je potvrđeno prisustvo malog broja populacija, u budućnosti će biti povoljni uz malo povećanje procenta dostupnih otvorenih travnatih zona. Korišćenjem ovog pristupa koji uzima u obzir predeono-klimatsku interakciju dobijene su relevantnije informacije značaja prisustva otvorenih travnatih staništa u formiranju optimalnih uslova niše (model E i S) u odnosu na otvorena staništa (model F) u kome je distribucija fiksna. Takođe, rezultati ukazuju na područja u kojima bi se uz strateški planirane zaštitarske aktivnosti (npr. blagovremena trans-lokacija populacija) trebalo povećati površine pod otvorenim travnatim staništima (npr. severno-zapadni deo Vojvodine). Rezultati ovog istraživanja potvrđuju veliku osetljivost vrste tekunica na promenu sredinskih uslova, na šta ukazuje i činjenica da se radi o sezonski aktivnoj vrsti sa dominantom herbivornom ishranom, usko specijalizovanoj na otvorena travnata staništa i vrsti malog disperzionog kapaciteta (Ramos-Lara i sar. 2014).

Dobijeni rezultati pokazuju da je za oblikovanje niše najznačajnija kombinacija optimalnih klimatski prediktora i distribucija otvorenih travnatih staništa (Modeli E i S). U budućnosti, potencijalno povećanje količine padavina i smanjenje temperature uticaće na dinamiku vegetacije tokom

aktivne sezone životinja. Ovako će klimatske promene i indirektno uticati na kondiciono stanje i reproduktivni uspeh jedinki unutar lokalnih populacije na otvorenim travnatim staništima.

Analize su pokazale da se potencijalna distribucija niše poklapa sa trenutnom distribucijom tekunice. Ipak, potencijalna distribucija niše je šira i ukazuje da faktori disperzije, biotičke i trofičke interakcije takođe značajno utiču na distribuciju populacija (Grinnell 1917; Pearson i Dawson 2003; Soberón 2007; Peterson i sar. 2011; Gillingham i sar. 2012a). Modeli buduće projekcije distribucije ukazuju na značajnu redukciju rasprostranjenja optimalnih uslova, koja je najveća za period do 2050 godine. Na ovako dobijen rezultat dodatno su uticala i ograničenja samog korišćenog pristupa. Naime, rezolucija prediktora i totalna površina (*extent*) istraživanog područja su bile male (Gillingham i sar. 2012b). Takođe, korišćen je jedan model sa više projekcija, ali ne i model ansambl jer je cilj bio da se utvrdi relevantnost sredinskih promena za tekunicu. Korišćenje model ansambla (više različitih modela i više projekcija) omogućio bi sagledavanje efekata klimatskih promena i razumevanje nekompatibilnosti (Araújo i New 2007) u rezultatima dobijenim u ovoj studiji (npr. rezultat buduće projekcije RCP 2.6 i RCP 8.5). U analizi nisu korišćene ni informacije povezanosti predela između populacija. Stoga, za tumačenje rezultata i potpuniju sliku za sada nedostaju i dostupne informacija o ekološkoj plastičnosti tekunice čiji adaptivni odgovori na promenu sredinskih uslova bi mogao biti reflektovan u npr. promenama u ponašanju individua (većoj disperziji), odnosno promenama u periodu aktivne sezone životinja.

Prema dobijenim rezultatima najveći gubitak povoljnih područja po svim modelima (F, E i S) je na RCP 2.6 projekciji za period od 2040. do 2060. godine. Iako RCP 2.6 ima pik emisije 2020. godine, one posle toga opadaju. Ovaj rezultat pokazuje kako je model promene niše odreagovao na pik

2020.godine Iako će se po ovoj projekciji emisije gasova staklene bašte potencijalno smanjivati posle 2020. godine (po RCP 2.6) koncentracije CO₂ u atmosferi će se i dalje povećavati (Đurđević i Tošić 2017). Razlog ovom je činjenica da vrlo male dodatne emisije CO₂, koji ima dugo vreme rezistencije, mogu i dalje doprinositi povećavaju koncentraciju CO₂ u atmosferi. Zbog navedenog, trend povećanja koncentracije CO₂ u atmosferi se može zaustaviti tek kada emisija ovog gasa dostigne nulu. Čak i tada, klimatski sistem će zbog svoje inercije još neko vreme nastaviti da se zagreva. Upravo ova inercija klimatskog sistema donekle objašnjava dobijeni rezultat na RCP 2.6 projekciji. Rezultat modela niše na RCP 2.6 ukazuje na činjenicu da će se za tekunicu promena optimalnih uslova po ovoj projekciji desiti mnogo brže, jer je pik projektovan ranije. Tekunica, čija ekološka plastičnost je nedovoljno poznata, će tako imati manje vremena da odgovori adaptacijom na novonastale uslove (period od 2040. do 2060. godine) što bi moglo dovesti do nestajanja većeg broja lokalnih populacija. Ipak iako se pik u ostalim projekcijama očekuje kasnije, posledice ovog odlaganja do oko 2100. godine uz nepredvidivost klimatskog sistema su nesagledive.

Sve ukupno gledano, dobijeni rezultati imaju važne implikacije za pravljenje dugoročnih strateških planova očuvanja tekunice na područje istraživanja u budućim klimatski izmenjenim uslovima. Interakcija između sredinskih faktora, dostupnosti staništa u kombinaciji sa padavinama i temperaturom je na prvi pogled skrivena. Ovo se pre svega odnosi na značaj dostupnih travnatih staništa u budućnosti u području koja su sada pod intenzivnom poljoprivredom. U delovima budućih povoljnih područja ona bi trebala da budu veća po površini kako bi mogla da obezbede dugoročni opstanak lokalnih populacija. Sa druge strane ovaj rezultat ukazuje na budući rastući konflikt između zaštite prirode i poljoprivrede, na koje će takođe uticati izmenjena klima. Budući planovi trebalo bi da nađu rešenja koja će ublažiti

rastući konflikt i omogućiti očuvanje biodiverziteta panonskih otvorenih staništa, čiji je neodvojiva strukturna komponenta i tekunica. U tom smislu aktivne prostorne mere promena predeonih karakteristika trebalo bi da budu prioritet (Simmons i Thomas 2004). Cilj ovakvih mera je da se u budućnosti kroz kreiranje odgovarajućih predeonih elemenata stepskim životinjama omogući veća prohodnost u pogodnija područja (Duckworth 2008). Mera prostorne adaptacije predela možda neće biti dovoljne za neke populacije ukoliko ne budu mogle da podrže kretanje jedinki. Sa jedne strane nije poznato koliki je disperzioni kapacitet jedinki tekunice unutar predela južnog Banata, što bi dodatno trebalo istražiti. Područje južnog Banata takođe neće biti povoljno u budućnosti za tekunice i potrebno je omogućiti kretanje jedinki između staništa i/ili na nova staništa ovih najbrojnijih populacija u Vojvodini, adekvatnim prostornim merama. Sa druge strane, najveći problem biće očuvanje populacija koje se nalaze na Fruškoj gori koje su prostorno odvojene šumskim kompleksom i rekam Dunav od ostalih lokalnih populacija (Ćosić i sar. 2013; Nikolić i Pouwels 2018a). Zbog izrazite izolovanosti ovih populacija biće potrebno blagovremeno pravljenje posebnih akcionih planova u cilju njihovog očuvanja.

Konačno, predloženi koncept interakcije predeono-klimatskih faktora mogao bi da bude korišćen za sagledavanje relevantnosti ili efekata sredinskih promena kod drugih manje ili više mobilnih vrsta koje naseljavaju otvorena travnata staništa. U studiju je prikazan višestruko koristan metodološki pristup koji indirektno u model buduće niše uračunava prostorna ograničenja i potrebe za hranom analizirane vrste. S obzirom da se radi o široko korišćenju, lako dostupnoj i relativno brzom metodi, predloženi radni okvir bi mogao značajno da doprinese ne samo trenutnoj zaštiti flore i faune Vojvodine već i strateškom planiranju očuvanja vrsta na ovom prostoru u budućnosti.

6.2 Populacija u prostoru i vremenu

U analizi populacija u prostoru i vremenu pokazano je da kompozicija i kapacitet staništa utiču na veličinu populacije tekunice. Sa druge strane, produktivnost sistema utiče na kondiciono stanje individua kada se u obzir uzmu i varijacije u starosnoj strukturi i godina istraživanja unutar istraživanih populacija. Ovo pokazuje da u poljoprivrednom području uslovi sredine koje su nastali ljudskim aktivnostima (npr. rotacija kultura, prisustvo vode na travnjacima ili intenzitet pašarenja) su osnovni faktori koji utiču na veličinu populacije i indirektno strukturu populacije. Abiotički faktori (npr. dužina sušne sezone ili precipitacija) utiču na produktivnost sistema i individualne razlike u kondicionom stanju individua, i indirektno na populacionu dinamiku tekunice.

U ovoj studiji integrisane su kompozicione i strukturne karakteristike elemenata lokalnog peča (staništa) i njegovog okruženja kako bi se dobio odgovori koji objašnjavaju zašto su danas nastanjena staništa lokalnim populacijama tekunica u nizijskom predelu Vojvodine. Pokazano je da su rezultati ove studije u saglasnosti sa već dobijenim rezultatima u studiji Stirnemann i sar. (2015) na lokalnom nivou i Fischer i sar. (2011) na nivou staništa i njegovog okruženje. Pokazano je da za nastanjenost staništa pored tipa staništa, ključni faktori su kako nivo kompozicione heterogenosti staništa i njegovog okruženja, tako i količina dostupnih resursa na staništu.

Predeona ili stanišna heterogenost i prostorna skala su činioci koji utiču na naseljenost (okupiranost) staništa različitim brojem vrsta ili grupa vrsta (Tews i sar. 2004). Ove prostorne karakteristike su značajnije za prisustvo vrsta stanišnih specijalista nego generalista (Ye i sar. 2013). Florističke i

faunističke studije u ravničarskim područjima Vojvodine, kao što su Specijalni rezervati prirode Slano Kopovo, Okanj bara i Park prirode Rusanda (Pokrajinski Institut za Zaštitu Prirode Vojvodine, 1999, 2011 a,b) su ukazale na značaj ovih prostornih struktura unutar poljoprivrednog područja gde je kontinuitet otvorenih travnatih staništa prekinut. Iz ovoga sledi da svaka komponenta strukturne kompozicije u korišćenoj analizi može biti posmatrana kao dodatni sredinski faktor koji limitira rast populacija. Dobijeni rezultati pokazuju da kapacitet staništa koji se indirektno odnosi i na upravljanje na staništu i pogodnost staništa takođe utiče na veličinu lokalne populacije. Veličina populacije varira u odnosu na kapacitet staništa zato što staništa koja su veća i heterogenija u strukturi, omogućavaju bolje uslove za preživljavanje individua (Mérő i sar. 2016). Sa druge strane tekunice imaju ulogu ekosistemskih inženjera koji doprinose heterogenosti unutar samog staništa tako što pomeraju zemljište, utiču na lokalnu distribuciju biljaka i stvaranje dominantnih zajednica (Seabloom i sar. 2005; Barker i Derocher 2010; Bylo Koper i Molloy 2014; Lindtner i sar. 2019). Stoga tekunica ima ključnu ulogu u održavanju diverziteta i funkcionalnosti stepe i otvorenih travnatih staništa, koja su jedna od najugroženijih staništa Evrope (Lindtner i sar. 2017). Zbog toga bi nestajanjem tekunice bila ugrožena stabilnost čitavog staništa i zajednica unutar njega.

Tekunica je dominantno herbivorna vrsta, koja se hrani zeljastim biljkama, pre svega travama i leguminozama (Győri-Koósz Katona i Altbäcker 2013; Arok i sar. 2018). Győri-Koósz (2015) pokazala je značajan efekat sušnih i vlažnijih godina na vegetaciju travnjaka i samim tim na ishranu tekunice. Procenat dikotila na staništu tokom vlažnijih godina je bio veći i životinje su favorizovale ovu grupu biljnih vrsta na račun monokotila. Ovakav efekat vremenskih prilika na dostupnost hrane je posebno važan tokom ranog

proleća, perioda kada se životinje bude iz hibernacije i tokom kasnog proleća, perioda reprodukcije. Dalje, istraživanje Čalivić i sar. (2017) pokazano je da će klimatske promene negativno uticati na brojnost i kompoziciju biljnih vrsta na dva istraživana lokaliteta u Vojvodini što će indirektno uticati i na ishranu tekunice.

Predeone promene imaju značajan efekat na genetički diverzitet tekunice i ključni je faktor koji kontroliše preživljavanje (Gedeon i sar. 2017). Sa druge strane, visoke temperature, ali ne i ekstremne padavine mogu biti tolerisane od strane tekunice (Vaczi i sar. 2005, 2006). Rezultati modelovanja budućih klimatskih uslova pokazuju da će područje na kome se nalaze istraživani lokaliteti biti pod uticajem sve veće suše, povećanog intenziteta i frekventnosti događaja sa ekstremnim padavinama (Vuković i sar. 2018). Posledica ovih promena biće promene ne samo produktivnost ovih ekosistema već će i promene stope preživljavanja jedinki tekunice na ovim lokalitetima, na koju utiče između ostalog i dostupnost resursa. Uzimajući u obzir interakciju predeonih karakteristika i promenu klimatskih uslova, zaštita otvorenih travnatih staništa bi u budućnosti trebala da uključi i blagovremenu translokaciju populacija na staništa sa optimalnijim sredinskim uslovima ili gazdovanjem na nivou čitavog predela koje bi unapredilo njegovu permeabilnost za tekunicu.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na važnost ocene odnosa demografskih osobina vrste i promena sredinskih uslova u prostoru i vremenu kako bi se uspešnije procenio mogući gubitak populacija. Ovaj odnos reflektovan je u veličini populacije i okupiranosti područja koje je jedinkama dostupno. Kako bi se osigurao opstanak lokalnih populacija tekunice potrebno je promovisati opstanak i zaštitu lokalnih travnatih fragmenata i njihovih okolnih područja. Na ovaj način bi se omogućilo jedinkama da koriste širi spektar mikro

klimatski uslova (McCain i King 2014). Kondiciono stanje individua i ponašanje su u vezi sa ishranom jedinki i količinom dostupne hrane kod sitnih sisara. Iako je tekunica relativno tolerantan na visoke temperature, njena plastičnost na predviđene promene vremena/klime koje su u vezi sa dostupnošću resursa bi trebalo dodatno istražiti (Janák Marhoul i Matějů 2013).

Izveštaji o stalnom opadanja populacije tekunice širom geografskog rasprostranjenja vrste bi trebali da uračunaju i predviđenu varijabilnost klime, uz dodatno praćenje demografskih osobina i ponašanja jedinki, kako bi se omogućila realnija procena rizika od lokalnog iščezavanja i/ili izumiranja tekunice. Trend promene fenotipa kod sisara kao odgovor na promenu klime su većinom rezultat fenotipske plastičnosti ispitivanih vrsta. Međutim ova vrsta promena do sada nije potvrđena kod tekunica (McCain i King 2014; Boutin i Lane 2014). Stoga bi njihovu otpornost i plastičnost trebalo dodatno i detaljno istražiti. Konzervaciono planiranje i aktivnosti u poljoprivrednom predelu trebalo bi da imaju za cilj povećanje ekosistemske stabilnosti i da uključe prostornu adaptaciju predela kao efikasan odgovor na predviđene klimatske promene na ovom području.

6.3 Ekološki faktori staništa

Na osnovu ekološke analize sredinskih promenljivih ispitivani lokalni koridor srednjeg Banata okarakterisan je kao umereno vlažno područje sa mozaikom neutralnog, slabo kiselog do blago zaslanjanog površinskog sloja zemljišta (A₁, A₂ i B₁ horizont). Zemljište je srednje bogatom mineralnim i organskim materijama sa promenljivom aktivnošću zemljišnih mikroorganizama i dominantnim poluintenzivnim korišćenjem zemljišta za

ispašu krava. Proučavanje uslova koji kontrolišu florističko bogatstvo i diverzitet otvorenih travnjaka sa alkalnim zemljištem je ključno za njihovo održivo korišćenje i održavanje produktivnosti, posebno u uslovima promenjenih vremenskih i klimatskih prilika (Čalović i sar. 2017; Metera i sar. 2010). Ova staništa odlikuje prisustvo retkih i endemičnih vrsta biljaka zbog čega su na nacionalnom i evropskom nivou prepoznata kao staništa prioriteta za zaštitu („Službeni glasnik“ broj 102/2010; Direktiva o staništima - *Habitat Direktive*, 2010). Takođe na ispitivanom lokalnom koridoru srednjeg Banata najveći diverzitet biljnih vrsta nađen je na lokalitetima sa poluintenzivnim pašarenjem i košenjem. Područja otvorenih travnjaka visoke prirodne vrednosti pravilnim upravljanjem mogu biti korišćena za dodatne sekvencije (vezivanja) ugljenika, restauraciju i zaštitu zemljišta od erozije (vetra i vode), kao i za unapređenje prihoda lokalnih poljoprivrednika (Ghosh i Mahanta 2014). Poznato je da su staništa na alkalnom zemljištu dom i velikom broju vrsta životinja uključujući tekunicu koja je optimalna stepska staništa na crnici zamenila suboptimalnim staništima alkalnog karaktera (Matějů i sar. 2011; Kryštufek i sar. 2012; Janák Marhoul i Matějů 2013; Zaharia Petrencu i Baltag 2016). Broj kolonija tekunica najveći je na lokalitetima sa intenzivnim pašarenjem i poluintenzivnim pašarenjem i košenjem, koja se odlikuje širim odnosom C/N na manju stopu aktivnosti mikroorganizama i potencijalno sporije razlaganje organske materije.

Vlažnost zemljišta u aridnim stepsko-slatinskim ekosistemima koja se intenzivno pašare zavisi od sezonska raspodela padavina i oscilacije nivoa podzemnih voda (Hadžić 1980). U proseku na području koridora srednjeg Banata ukupna količina padavina tokom vegetacijskog perioda je oko 341 mm, sa junskim pikom od oko 80 mm i izraženim dugim letnjim sušnim periodima (Bukosa 2013). Nivo podzemnih voda utvrđen na ovim

zemljištima nalazi se na 150-280 cm od površine (Živković i sar. 1973). U ovoj studiji vlažnost zemljišta pokazala se kao najznačajniji faktor koji utiče na kompoziciju biljnih vrsta. Međutim ova staništa karakteriše niska vodopropustljivost podpovršinskog horizonta zemljišta, osrednja produktivnost (prosečan prinos 0.5 do 2t po ha) te im je korišćenje ograničeno na poluintenzivnu ispašu (Vasin i sar. 2010). Biljne vrste karakteristične za stepsko-slatinske ekosisteme imaju maksimalnu produktivnost u proleće kada je vlažnost zemljišta najveća što je potvrđeno i u ovom istraživanju. Ova staništa zbog nešto povoljnijih mehaničkih svojstava površinskog horizonta zemljišta i odsustva soli usled jesenje-zimskog odsoljavanja karakterišu optimalniji uslovi za rast vegetacije (Živković i sar. 1973). Očekuje se da će promene u sezonskoj raspodeli padavina značajno uticati na promene u dinamici kretanja soli u površinskom sloju zemljišta i samim tim na kompoziciju vrsta i produktivnost na ovim staništima. Biljne vrste koje za svoj razvoj potrebuju veću količinu vode postaće najosetljivije na predviđene klimatske promene (Čalović i sar. 2017) s obzirom da se očekuje da će broj sušnih dana na ovom području biti još veći tokom leta i jeseni, a manji u proleće Lalić Mihailović i Podračanin (2011).

Količina humusa u zemljištu, odnos uglednika i azota kao i sadržaj ugljenika u biljnom materijalu su selektivni faktori na otvorenim travnatim staništima koji ukazuju na značaj kruženja nutrijenata u sistemu biljka – zemljište (Ghosh i Mahanta 2014). Razgradnja organske materije, usvajanje nutrijenata i efikasna izgradnja biljnog materijala zavise od vlažnosti zemljišta i pH reakcije koji utiču na procese zemljišnih mikroorganizama na ispitivanom staništu (Carmanchahi i sar. 2018). Vlažnost utiče direktno na aeraciju zemljišta zbog toga visoka ili niska vlažnost može biti limitirajući faktor za aktivnost mikroorganizama i metaboličkih procesa u zemljištu (Jarak

i Čolo 2007). U ovoj studiji značaj pomenutih faktora dodatno potvrđuje dobijeni rezultat uticaja stope aktivnosti mikroorganizama u zemljištu na kompoziciju vrsta, koji bi u budućnosti dodatno trebalo istražiti. Veće količine humusa i širi odnos ugljenika i azota karakteriše površinske slojeve zaslanjanog zemljišta gde su procesi razgradnje organske materije i usvajanje nutrijenata donekle olakšani usled blage kisele reakcije površinskih slojeva zemljišta. Na istraživanim lokalitetima rezultati pokazuju da je aktivnost mikrobioloških procesa od kojih zavisi razgradnja organske materije i usvajanje nutrijenata do 100 puta manji nego u poljoprivrednim plodnim zemljištima. Na delovima koridora srednjeg Banata gde je potvrđena veća koncentracija organske materije i veća aktivnost zemljišnih mikroorganizama pretpostavlja se intenzivnije vezivanje ugljenika. Organski ugljenik u zemljištu je glavna komponenta zemljišne baze i ima značajnu ulogu u održavanju produktivnosti čitavog ekosistema (Lal 2004). Sa druge strane zemljišni azot je gradivni element i njegova dostupnost ukazuje na plodnost zemljišta i direktno određuje kompoziciju vrsta i produktivnost ispitivanog sistema. Sama nitrifikacija se najbrže odvija u neutralnim zemljištima sa pH 6,6 - 8. Ukoliko su zemljišta alkalna, dolazi do nakupljanja amonijevog jona koji inhibira transformaciju NO_2^- do NO_3^- . Indirektna uloga nitrifikatora u zemljištu je to što nastali nitriti i nitrati sa vodom u zemljištu grade azotastu i azotnu kiselinu koje rastvaraju u vodi nerastvorljiva jedinjenja i tako oslobađaju fosfate i druge biljne asimilative (Jarak i Čolo 2007). Veća količina organske materije u zemljištu povoljno deluje na nitrifikatore jer njenom mineralizacijom nastaje amonijak. Razumevanje zemljišnih procesa na staništima koja nisu dodatno izložena organskom đubrenju mogle bi da posluže kao osnov za razumevanje kompleksnog odnosa između mikrobioloških procesa i biljnog pokrivača unutar uslovno „neizmenjenih“ sistema. Ovo saznanje bi moglo da bude

korišćeno prilikom razvoja mera i programa restauracije travnatih površina, najčešće planiranih sa ciljem oporavka kvaliteta i stanja ispošćenog poljoprivrednog zemljišta. Na primer koncentracije gvožđa i pH zemljišta koji direktno utiču na dostupnost nutrijenata i kompoziciju vrsta bi dodatno trebalo istražiti na staništima sa tradicionalnom ispašom stoke, što je slučaj na staništima koridora srednjeg Banata.

U studija na alkalnoj stepi u Mađarskoj (Török i sar. 2016) pokazano je da visok intenzitet pašaranja na ovim specifičnim staništima kontroliše kompoziciju vrsta ali da pašarenje srednjeg intenziteta određuje bogatstvo vrsta. Intenzitet pašarenja i vrsta stoke koja pase na otvoreni travnatim staništima uslovljavaju visok funkcionalni diverzitet ili specijski diverzitet vrsta. Na primer, ispaša krava niskog intenziteta podržava visok funkcionalni diverzitet vrsta na stepsko-slatinskim staništima, dok ispaša krava visokog intenziteta podržava veliko bogatstvo vrsta (Török i sar. 2016). Naši rezultati potvrđuju da je na staništima sa poluintenzivnim i intenzivnim pašarenjem diverzitet biljnih vrsta veći, a na staništima sa neintenzivnim manji. Sa druge strane iskustava iz Mađarske u restauraciji otvorenih travnatih staništa pokazala su da brojnost i diverzitet npr. sitnih sisara raste proporcionalno sa procentom restauriranih površina i procentom prirodnih pašnjaka na nivou predela. Na lokalnom nivou prisustvo sitnih sisara zavisi od upravljanja (korišćenja) staništa koji je najznačajniji faktor ali i od visine vegetacije tj. produktivnosti sistema (Mérő i sar. 2016).

Ova studija je pokazala da karakteristike zemljišta (vlažnost, odnos C/N i baterijska aktivnosti u zemljištu) i intenzitet pašarenja, ali ne toliko i diverzitet biljnih vrsta na staništu imaju značajan uticaj na prisustvo lokalnih populacija tekunice. Razlog ovome je verovatno određen brojem biljnih vrsta unutar travnatih zajednica koje tekunica zaista koristi u ishrani. Sa

obzirom da ova staništa karakteriše prisustvo biljnih vrsta kojima se tekunica hrani, uglavnom biljkama iz familija *Fabaceae* i *Poaceae* (Györi-Koós i sar. 2013), njihovu brojnost i diverzitet bi dodatno trebalo istražiti zajedno sa ishranom tokom aktivne sezone na ispitivanim lokalitetima. U istraživanju Lindtner i sar. (2019) pokazano je da tekunica na travnjacima utiču na plodnost i proces kruženja nutrijenata u zemljištu i samim tim utiče pozitivno na dostupnost resursa za druge vrste. Sa jedne strane na analiziranim staništima registrovano je prisustvo populacija tekunica na lokalitetima koje odlikuje manja plodnost i koji imaju manju stopu aktivnosti zemljišnih mikroorganizama u odnosu na lokalitete bez prisustva populacija tekunica. Sa druge strane činjanica da tekunica ima funkciju vrste koja vrši ekosistemsku uslugu poboljšanja plodnosti zemljišta i dostupnosti nutrijenata ostalo je otvoreno pitanje u kojoj meri aktivnost ove vrste doprinosi poboljšanju uslova za rast i razvoj biljnih brsta na ispitivanim lokalitetima koja su jedinke tekunice naselile.

Za održavanje produktivnosti otvorenih travnatih staništa na alkalnom zemljištu potrebno je poluintenzivno pašarenja i praćenje vlažnosti, pogotovo u uslovima sve izraženije promenjene dinamike padavina. Treba napomenuti da je cilj ove studije bio da se sagledaju ključni faktori koji kontrolišu broj biljnih vrsta i kompoziciju fitocenoza. Ova saznanja su dala uvid u postavljanje novog istraživanja unutar ovih područja koji treba da ispita kompleksne odnose mikrobioloških aktivnosti zemljišta - dostupnost nutrijenata - kompoziciju vrsta. Proširenje područja pod travnjacima na račun poljoprivrednog zemljišta je jedna od mera na nastupajuće klimatske promene. Veća pokrovnost travnatom vegetacijom bi omogućila veće vezivanje ugljenika i smanjenje emisija gasova staklene bašte (metana, azot oksida, ugljen dioksida) gasova koji dolaze iz poljoprivrede. Tekunica svojim aktivnostima utiče na karakteristike zemljišta i travnate vegetacije.

Ulogu tekunice u kompleksnim interakcijama zemljište-biljka u budućnosti bi dodatno trebalo istražiti.

6.4 Obrasci distribucije staništa

Pokazali smo da je trenutno rasprostranjenje tekunice unutar istraživanog područja 500 km², što ukazuje na dramatično smanjenje njenog istorijsko rasprostranjenja u Vojvodini. Smer i veličina ove promene su u saglasnosti sa razvojem poljoprivrede u prethodnih nekoliko decenija i konvertovanje zemljišta za potrebe proizvodnje hrane, izgradnju infrastrukture i naselja. Kao posledica ovih promena u korišćenju zemljišta, tekunica koja je istorijski vrsta stepskih staništa, danas živi na poluoptymalnim staništima koja se intenzivno kose i na koja se vodi stoka na ispašu, pretežno slanim pašnjacima i livadama koja su čak delimično obrasla u nisko žbunje i drveće (Matějů i sar. 2011; Kryštufek Glasnović i Petkovski 2012; Janák Marhoul i Matějů 2013; Zaharia Petrencu i Baltag 2016). Po starim navodima Ružić A. iz 1987. godine; „...zbog prevelikog pritiska od strane čoveka (izlovljavanje) tekunica je promenila način života i ponašanje, i od vrste kojoj je najveći deo aktivnosti bio na otvorenom prostoru, postala vrsta koja se prilikom traženja hrane zavlači u kamenje, granje i grmlje i koja iza zaklona osmatra okolinu“. Rezultati ove studije dodatno potvrđuju i negativan uticaj promene korišćenja zemljišta i pokazuju na smer pomeranja regionalnog rasprostranjenja populacija tekunice prema istoku i jugu Vojvodine. U ovim delovima Vojvodine se nalazi manje plodno zemljište, ali sa većim prisustvom vlažnih livada i slanah travnatih površina koja se intenzivno koriste za ispašu i košenje. Ćosić i sar. (2013) pokazali su obrasce protoka gena između populacija tekunice i sagledali uticaj jakih i slabih prostornih barijera i ljudskih aktivnosti

na kretanje jedinki. Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima pomenute studije i potvrdili su da se tri genetička klastera preklapaju sa obrascima prostorne distribucije lokalnih populacija i karakteristikama zemljišnog pokrivača. Populacije tekunica ovog istraživačkog područja su od velikog značaja zbog svog visokog genetičkog diverziteta. Ove populacije imaju uslovno govoreći „virgine“ distribuciju s obzirom na činjenicu da je na čitavom regionu bila samo jedna jedina translokacija. Stoga je na ovim populacijama idealno istražiti detalje i strategije kretanja jedinki tekunice koji za sada ostaju nerazjašnjeni. Sa druge strane ishrana i izbegavanje predatora su dobro proučeni (Hoffmann Turrini i Brenner 2008; Baltag Zaharia i Bolboacă 2015 citirano u Zaharia Petrencu i Baltag 2016).

U istraživanju Turrini i sar. (2008), pokazano je da heterogenost staništa takođe utiče na veličinu areala aktivnosti životinja i distancu koju juvenilne jedinke prelaze na staništu u toku dana. Ovo kretanje je bilo uslovljeno i tipom vegetacije. Teritorije i pređene distance su bile značajno manje na staništu deteline nego na stepskom staništu (Turrini i sar. 2008). Preliminarni rezultati Kachamakova i Koshev (2018) ukazuju da je areal aktivnosti jedinki koje su premeštene na novo stanište (15-29 ha) i lokalnih jedinki (4.7-5.6 ha) veći od srednje vrednosti areala aktivnosti iz literature (u proseku 0.25 ha; Ramos-Lara i sar. 2014). Nova istraživanja u vezi sa aktivnostima prilikom kretanja jedinki u novu sredinu značajno će doprineti adekvatnom planiranju zaštite otvorenih travnatih površina unutar poljoprivrednog predela. Promene u strukturi predela oblikovale su trenutnu distribuciju populacija tekunice i odsustvo populacija u područjima sa intenzivnijom poljoprivredom praksom uzgajanja kultura, i potencijalno reflektuju odgovor vrste na promene u korišćenju zemljišta.

Rezultati ocene predonih karakteristika pokazali su da nema razlika u diverzitetu strukturnih elemenata između dve najšire testirane skale (6600 ha i

24600 ha). Atributi poput zatupljenosti tranzicionih površina ili velike homogene površine obradivog zemljišta utiču na zauzetost staništa tekunicom. Mozaično zemljište (napuštene parcele i parlog u našem istraživanju) mogu imati značajnu ulogu kao skokoviti (*stepping stone*) koridori, što je i potvrđeno za druge taksone (Neumann i sar. 2016; Dufлот i sar. 2017). Ovo je pogodno samo do određenog stepena kada efekti sukcesije nisko žbunaste vegetacije prema složenijim strukturama ugrožavaju povezanost otvorenih travnatih staništa. Sa druge strane, konfiguracija staništa utiče na zauzetost jer lokaliteti sa većom površinom centralnog područja, manjom površinom ivica i/ili bliži jedan drugom povećavaju šansu preživljavanja jedinki. Rezultati su pokazali da su na istraživanom području nastanjena staništa ostala prostorno grupisana duž gradijenta dostupnosti. Upravljačke mere na staništu takođe su uticale na njihovu zauzetost. Značajno prisustvo pašnjaka u obe kategorije – napuštenih i nastanjenih predela ističe značaj pašarenja. Dobijeni rezultat potvrđuje da odsustvo pašarenja uzrokuje napuštenost pogodnih staništa za život i reprodukciju tekunice.

Različit broj nastanjenih i napuštenih staništa na različitoj prostornoj skali ilustruje efekte povećanja površina pod oranicama, redukciju prirodnih travnatih staništa i smanjenu kompozicionu heterogenost predela. Svi ovi procesi doprinose gubitku i fragmentaciji staništa (Fahrig, 2003), i bili su izraženiji u intenzivnijim u napuštenim podregionalnim kategorijama na obe šire skale. Međutim, neke vrste podzemnih veverica (*ground squirrels*) adaptirale su se na život u prelaznim područjima veće kompleksnosti (visoke trave i dominacija niskog grmlja sa malim intenzitetom pašarenja, u vinogradima ili jednogodišnjim kulturama) (Ružić 1979; Hannon i sar. 2006; Hoffman Turrini i Brenner 2008). Ova sposobnost adaptacije je krucijalna za disperziju jedinki između staništa, opstanak i za održavanje vijabilnosti populacija (Wiegand Revilla i Moloney 2005; Niebuhr i sar. 2015). Prikazana

svojstva predela (podregionalne kategorije), potvrđen pad brojnosti populacija tekunica i prostorna distribucija lokalnih populacija je u saglasnosti sa konceptom prikazanim u Hanski i Gaggiotti 2004. Ukratko, rezultati pokazuju da se potencijalna (meta) populaciona struktura unutar poljoprivrednog područja može se očekivati na oko prostoru veličine od 60 km². Dobijanje ovakvih informacija u prostornoj analizi strukture predela je dobra podloga za dalje ocenu njegove funkcionalnosti - funkcionalne heterogenosti (Fahrig i sar. 2011).

Prikazano istraživanje ukazuje na korisnost detaljnog mapiranja staništa kako bi se identifikovala staništa i delovi predela koje istraživana vrsta koristi. Alternativni pristupi koriste modelovanje distribucije vrsta za posredno dobijanje odgovora o rasprostranjenju populacija u prostoru. Međutim, njihov rezultat je najčešće pojednostavljena verzija aktuelne distribucije populacija jer kontekst prostornog ograničenja za analiziranu vrstu najčešće nije uzet u obzir (Vasudev i sar., 2015). Nedavno objavljene studije koje su vezale demografske modele sa modelima distribucije pokazale su da je najvažnija prediktorska promenljiva upravo zauzetost staništa; i da lokalne i klimatske interakcije rafiniraju predikciju distribucije vrsta u promenjenim klimatskim uslovima (Pearson i sar. 2014; Staniczenko i sar. 2017). Međutim, ovakve aplikacije moguće su samo ukoliko postoje dostupni podaci, što za tekunice nije slučaj. Konačno, ostali limitirajući faktori koji nisu korišćeni u kontekstu primenjenog prostornog pristupa koje je potrebno spomenuti su ocena genetičkog diverzitet, *source* i *sink* dinamike lokalnih populacija i individualno ponašanje jedinki. Sa druge strane, na mnogo manjem području i samo na 20 lokalnih populacija ocenjena je varijabilnost populacija i kondiciono stanje individua, a u analizi ocene funkcionalne heterogenosti predela Vojvodine procenjen je kapacitet staništa.

6.5 Ekološka mreža staništa

Ovo istraživanje je bilo zasnovano na činjenici da postoje razlike u prostornim karakteristikama definisanih područja distribucije lokalnih populacija. Ove karakteristike odlikuje različit stepen funkcionalne povezanosti i održivost unutar definisanih regiona. U istraživanju je definisano 15 ključnih mreža koje se razlikuju u povezanosti, veličini, kapacitetu i održivosti da podrže opstanak lokalnih populacija. Identifikovana su područja koja imaju staništa kapaciteta do 100 reproduktivnih jedinica (RU) sa aktivnim lokalnim populacijama. Veliki deo ovih staništa je jako slabe prostorne povezanosti. Ključno za održivost ovih malih populacija je prostorno povezivanje u funkcionalne celine. Sa druge strane, identifikovana su područja unutar 15 mreža sa staništima kapaciteta od preko 100 RU i 29 ključnih staništa (KP) od kojih je čak 27 sa aktivnim populacijama. Dobijeni rezultati pokazuju održivost (vijabilnost) kod samo tri od 15 definisanih mreža.

Različite strategije su moguće u definisanim područjima za poboljšanje održivosti mreža koje zahtevaju prostorne adaptacije na nivou predela. Prostorne adaptacije podrazumevaju povećanje površine, gustine i povezanosti staništa (Verboom i Powels 2004; Bierwagen 2007; Kalarus i Nowicki 2015). Manipulacijom upravljačkih aktivnosti na staništima pogodnim i/ili povećanjem njihove površine i pogodnosti za tekunicu unutar poljoprivrednog zemljišta povećao bi se kapacitet definisanih mreža (npr. Fruška gora - ID_2, Tomislavci - ID_9 ili Trešnjvac- ID_13). Takođe pozitivno na kapacitet mreža uticalo bi i povećanje konektivnosti između staništa. Neke od identifikovanih mreža su relativno dobro povezane. Kod njih je potrebno održavati funkcionalnu povezanost populacija u onim zonama gde je ona zadovoljavajuća. Kod mreža gde je povezanost slabija (npr. Lok- ID_4, Velika

južnobanatska -ID_5 i Centralno banatska - ID_8) potrebno je restauracijom poljoprivrednog zemljišta kreirati skokovite (*stepping stone*) koridore koji bi omogućili komunikaciju jedinkama iz susednih lokalnih populacija.

Poboljšanje prostorne povezanosti između staništa različite kategorije npr. ključnih i ostalih staništa ili između samo „ostalih“ staništa (ona koja nemaju kapacitet za ključnu populaciju) ili samo povećanjem njihovih površina obezbedio bi se opstanak populacija unutar npr. funkcionalne metapopulacione strukture. Poboljšanje prostorne povezanosti potrebno je uraditi tako da ukupni kapacitet svih povezanih staništa bude dovoljan za minimalno vijabilnu populaciju (MVP). U ovoj studiji potvrđena je slaba povezanost staništa u južnim delovima Fruške gore u mreži ID_2, između mreže Centralno banatske -ID_8 i mreže Aradac -ID_12, zapadnih populacija unutar mreže Velika južnobanatska i između staništa mreže Mala južnobanatska ID_1 i Velika južnobanatska ID_5. Takođe, identifikovan je mali kapacitet staništa u delovima severne, zapadne i srednje Bačke, jugozapadnim delovima južnog Banata - npr. u mreži Mala južnobanatska - ID_1, Gakovo- ID_7, Alekse Šantića - ID_11, Bikovo - ID_14, Srpski Krstur - ID_15 čije je površine potrebno povećati. U ovim područjima potrebno je strateško planiranje na nivou predela kako bi se povećala površina pod otvorenim travnjacima, obezbedilo adekvatno upravljanje na staništu i omogućila efikasna zaštita travnatih staništa.

Povećavanje broja nastanjenih staništa unutar mreža i njihovo povezivanje u održivu mrežu ili povezivanje staništa između mreža (održivih i neodrživih) takođe vodi dugoročnom opstanku populacija tekunica u Vojvodini. Ključne populacije ili staništa koja imaju kapacitet da podrže ključne populacije (KP) imaju veću otpornost na promene sredinskih uslova i oporavak populacija nakon ovih događaja je brži (Verboom i sar. 2001). Povezivanje ključnih

populacija sa ostalim populacijama (u koje jedinke iz ključnih populacija imigriraju) omogućava komunikaciju - razmenu genetičkog materijala i veću stabilnost lokalnih populacija (Smallwood 2001). Ovakva smernica može biti korišćena da se određena lokalna staništa povežu sa staništem koja imaju kapacitet da podrže minimalno vijabilne populacije (MVP) ili staništem kapaciteta da podrže ključne populacije (KP) a koja su naseljana tekunicama. Tako bi se na najefikasniji način omogućilo uspostavljanje funkcionalnih održive mreže na regionalnom nivou. U konkretnom slučaju, ovaj pristup bi mogao biti korišćen unutar Centralno banatske - ID_8 mreže. Identifikovanu MVP na ovom prostoru je potrebno povezati sa lokalnim populacijama na severu ove mreže ili unutar mreže Tomislavci - ID_9. Dalje bi se moglo KP stanište na kome je jedina aktivna kolonija unutar mreže Tomislavci povezati koridorima sa ostalim mapiranim ali napuštenim staništima tekunice na ovom prostoru. Unutar mreže Tomislavci - ID_9 bi takođe trebalo uraditi translokaciju jedinki na staništa koja su napuštena, a upravljanjem na staništu (košenjem ili pašarenjem) dodatno obezbediti stabilnost lokalnih populacija. Unutar mreže Lok - ID_4 trebalo bi poboljšati povezanost staništa u onim delovima u kojima je to moguće zbog mreže saobraćajnica drugog reda koja je u nekim delovima i glavna barijera. Ovim konzeracionim akcijama bi se na regionalnom nivou relativno brzo mogle uspostaviti dugoročno održive metapopulacije koje su sposobne da bez većih rizika podnesu nastupajuće promene klime.

Učvršćivanje stabilnosti unutar održivih mreža čiji je ukupan kapacitet staništa i broj aktivnih populacija dovoljno velik takođe vodi povećanoj održivosti. Ukoliko je povezanost ovakvih staništa slaba, njihovim povezivanjem povećaće se održivost i stabilnost definisane mreže. Dobar primer su populacije u mreži Fruška gora - ID_2 koja se nalazi na južnom obodu Fruške gore. Ove populacije su modelovanjem ocenjene kao održive. Unutar njih samo dva

staništa imaju kapaciteta ključne populacije (KP) koja su sa ostalim staništima slabo povezana. U toj mreži većina ostalih staništa ima mali ili srednje mali kapacitet. Njihova dobra povezanost bi svakako značajno poboljšala stabilnost ove održive mreže. Ćosić (2015) je u svom radu pokazala da vijabilnost populacije na Fruškoj gori u mnogo većoj meri zavisi od sredinskog nego od demografskog stohaizma što govori o značaju prostornog aspekta za očuvanje vrste na ovom delu areala. Povezivanje lokalnih populacija Fruške gore u jedinstvenu funkcionalnu mrežu koridorima, povećanje površine travnatih staništa, gustine staništa i adekvatnim upravljanjem na staništu bi im se unapredio kapacitet čitave ove mreže i omogućio opstanak svih lokalnih populacija. Ovim bi se njihova otpornost na npr. ekstremne vremenske prilike značajno uvećala, jer veće i stabilnije populacije imaju bolje šanse da opstanu. Sa druge strane, unutar mreže Velika južnobanatska - ID_5 koja je ocenjena kao jako održiva jedan deo jugozapadnih populacija je u slaboj ili nikakvoj povezanosti sa KP staništima i ostalim populacijama u drugim delovima ove mreže. Njihovo povezivanje skokovitim koridorima bi se takođe povećala komunikacija i dodatno obezbedila stabilnost . Ovo bi moglo da utiče i na povezivanje jugozapadnih lokalnih populacija ove mreže (Velika južnobanatska - ID_5) sa napuštenim staništima unutar mreže Mala južnobanatska - ID_1 na kojima bi moralo da se poboljša i kapacitet staništa. Identifikacija skokovitog koridora i njihova integracija u ekološku mrežu staništa moglo bi efikasno da pomogne opstanku tekunica.

Predložene mere koje se odnose na povećanje površina samih staništa i/ili totalne površine travnjaka unutar poljoprivrednog predela imaju za cilj povećanje održivosti potencijalnih metapopulacionih struktura. Time bi se evidentno i umanjio rizik od lokalnog iščezavanja populacija, što bi dalje kaskadno vodilo daljem nestanku svih aktivnih populacija unutar definisanih mreža na ovom prostoru. Koje od predloženih mera će se koristiti u zaštiti

tekunice zavisice od planova i programa određenih institucija, sredstava, aktivista u zaštiti prirode ali i od strategija i planova poljoprivrednog sektora zaštite. Rezultati ove studije i prikazane mape trebalo bi da posluže kao primer dobrog koncepta prostornog upravljanja koji bi mogao da se primeni i na druge vrste. Iako u ovoj analizi nisu uračunati efekti predviđanih klimatskih promena, presek trenutnog stanja mogao bi značajno da pomogne u planiranju konzervacionih aktivnosti u cilju očuvanja i revitalizacije lokalnih populacija, i ekoloških mreža.

Kretanje životinja unutar populacija i disperzija jedinki između populacija zavise od karakteristika staništa i matriksa kroz koji se jedinke kreću ali i od osobine individua i populacija (Nathan i sar. 2008). Disperzija jedinki na velike udaljenosti kod sitnih sisara je najčešće događaj koji jedna individua može da proživi jednom ili nikad u životu (Vasudev i sar. 2015). Tranziciona staništa koja jedinke tokom disperzionog kretanja koriste bitno se razlikuju po svojim karakteristikama od onih koja su pogodna za život i reprodukciju (Pulliam 2000; Cushman i sar. 2013). Upravo veliku ulogu u povezanosti grupa lokalnih populacija u Vojvodini imaju ona područja na kojima se nalazi samo jedno ili dva naseljena ili napuštena staništa u predelu (Farkaždin - ID_3, Begejci- ID_6, Gakovo - ID_7, Bačko Dušanovo - ID_10, Srpski Krstur - ID_15). Ovo je očekivano s obzirom da je mali broj imigranata dovoljan za optimalan protoka gena između populacija. Možda upravo ta činjenica i potvrđuje da u bliskoj prošlosti u Vojvodini nije bilo genetičkih uskih grla (Ćosić i sar. 2013). Tekunica je vrsta čiji odgovor na promene korišćenja zemljišta može biti povećanje disperzionog kretanja. U izvesnoj meri ovo je potvrđeno ovim istraživanjem. U odnosu na istorijsko rasprostranjenje populacije su se pomerile ka istoku i jugu u Vojvodini. Odnosno na ovom području se nalaze najbrojnije populacije na ovom prostoru. Sa druge strane, razlog ovog pomeranja može biti i robusnost dostupnih podataka koja se

odnosi pre svega na njihovu malu preciznost, drugim rečima možda literaturni podaci koji su na raspolaganju ne daju potpunu sliku potvrde prisustva populacija u prošlosti.

LARCH model se odlično pokazao u proceni vijabilnosti populacija u predelu na nekoliko disperzionih skala (Van der Sluis Pedroli i Corridore 2003; Van der Sluis i sar. 2005, 2009). Model koristi ekološki vrednovane predeone indekse (pogodnost i kapacitet staništa, disperzioni kapacitet i veličinu populacija) iz perspektive analizirane vrste ili grupe vrsta. Dosadašnja praksa je pokazala da je najosetljiviji parametar u proceni vijabilnosti upravo kapacitet staništa (Verboom i sar. 2001; Verboom i Powels 2004). Iz ovog razloga terenskim istraživanjem validiran je dobijen rezultat kapaciteta staništa. Na većini staništa kapacitet je potvrđen i odstupa (manji je od očekivanog) na staništima koja se nalaze na južnom obodu Fruške gore. Razlog ovome je verovatno činjenica da se populacije na Fruškoj gori nalaze na stepskim staništima koja su optimalna za vrstu. Na ovakvim staništima čak i manje površine mogu da podrže veće i stabilnije populacije što je pokazano i genetičkim analizama (Ćosić 2015). Iz ovog razloga za poboljšanje robusnosti modela prilikom kalibracije pogodnosti staništa poželjna je procena kvaliteta staništa kvantitativnim metodama (npr. upotreba satelitskih snimaka i preračunavanje vegetacionih indeksa) umesto korištenih kvalitativnih.

Prostorna povezanost je ocenjena na osnovu udaljenosti, prema otpornosti i teorijom strujnih kola. Po prvoj metodi dat je pregled opštih mesta povezanosti, a po drugoj ocenjena permeabilnost predela (MecRae i sar. 2008; Zeller McGarigal i Whiteley 2012). Informacije o konektivnosti delova unutar predeone celine su korisne za zoniranje područja kojima je potrebno dodatno povezati staništa. Sa druge strane, nakon identifikovanja potencijalno dobro povezanih područja i ključnih staništa teorijom strujnih kola su označene veze

unutar predela koje omogućavaju komunikaciju između populacija. Dobijeni rezultat takođe ukazuje i na delove područja unutar definisanih mreža koji bi uz relativno malo ulaganja mogli da poboljšaju komunikaciju između populacija. U studiji Čosić i sar. (2013) pokazano je da Dunav jeste ali da Tisa nije barijera između populacija. Ovo je potvrđeno i rezultatima prohodnosti matriksa unutar predela Vojvodine. Međutim, ne možemo da potvrdimo ili pretpostavimo koliko su kretanja na kritičnim tačkama razdvajanja uz reku Tisu česta. Razlog je činjenica da ocena povezanosti staništa unutar heterogenog matrisa pored osobina individua zavisi i od dostupnih empirijskih podataka o kretanju jedinki vrste koja se analizira (Zeller McGarigal i Whiteley 2012; Zeller i sar. 2014). Modeli otpornosti imaju izvesna ograničenja koja se odnose na predikciju disperzije jedinki između populacija na velike udaljenosti (Mateo-Shanchez i sar. 2015). Glavno ograničenje u našem radu je upravo nedostatak ovih informacija. Mapa otpornosti predela napravljena je isključivo na osnovu expertskih procena a ne na osnovu empirijskih podataka. Da bi se ove ograničenja prevazišla potrebno je u budućim istraživanjima staviti fokus na telemetrijske studije i daljinsko praćene uz pomoć satelitskih snimaka. Tako bi se značajno unapredilo znanje o kretanju individua tekunice kroz predeoni matris, ali i omogućila dodatna saznanja o odgovoru individua i populacija na promenu u korišćenju zemljišta.

Primena prostornog koncepta zahteva dodatnu evaluaciju područja predloženih za zaštitu od strane nadležnih institucija. Aktivne mere ne mogu biti planirane bez npr. promene vlasničke strukture parcela na kojima su označene kao potencijalne zone od interesa za povezivanje staništa. Takođe, planiranje korišćenja označenih Zona nije preporučljivo bez komparativne analize potreba drugih grupa organizama koja žive na otvorenim travnatim staništima. Predloženi koncept nudi mogućnost zajedničkog rada različitih

sektorskih grupa na strateškom planiranju i unapređenju zaštite otvorenih travnatih staništa u poljoprivrednom području Vojvodine.

6.6 Konzervacioni status i pregled mera za očuvanje populacija tekunice

Naše analize potvrđuju da za zaštitu otvorenih travnatih staništa i vrsta koje zavise od ovih staništa, kao što je tekunica, unutar poljoprivrednog područja zahteva strateški planiranu prostornu agendu na nivou predela (Scherr i McNeely 2008, Janišová i sar. 2014). Uticaj poljoprivrede na agrobiodiverzitet zavisice u budućnosti od toga kako su planirane i razvijene mreže zaštićenih područja, ali i od upravljanja na poljoprivrednim površinama na nivou predela.

Kako bi se optimizovala efektnost zaštite konzervacionih mreža, moraju se identifikovati skupovi sredinskih uslova koji omogućavaju opstanak biodiverziteta otvorenih travnatih staništa unutar poljoprivrednog predela. Ovakav skup uslova trebalo bi da ima kapacitet da nadoknadi intenzivno korišćenje zemljišta za proizvodnju hrane na račun kontinuiranog mozaika travnatih staništima koja su manje ili srednje veličine. Dobar primer su područja unutar konzervacionih Zona 9 i 17 (koje se nalaze u centralnoj i zapadnoj Bačkoj) gde bi površine pod otvorenim travnjacima trebalo povećati, što bi omogućilo bolji protok gena između prisutnih populacija. Dodatno, uslovi za konvencionalnu poljoprivrednu praksu ili olakšice za organsku poljoprivredu unutar definisanih zona bi mogle da budu i efektivna strategija za očuvanje agrobiodiverziteta koji uključuje i travnata staništa u poljoprivrednom matriksu. Pripremanje odgovarajuće prostorne agende na nivou predela unaprediće povezanost otvorenih travnatih staništa i olakšati

mobilnost fokalnih vrsta između njih. Osim toga iste mere će povećati adaptivni kapacitet ekosistema i ublažiti efekat klimatskih promena.

EU Akcioni Plan (Janák Marhoul i Matějů 2013), ističe da su fragmenatcija i gubitak staništa najveće pretnje opstanku vrste. Iz tog razloga bi trebalo da ovi uticaji budu kvantifikovani unutar čitavog geografskog rasprostranjenja. Rezultati izneti u ovom radu takođe pokazuju negativan efekat fragmentacije i gubitka staništa na korišćenje otvorenih travnatih staništa na regionalnom nivou. Kada se posmatraju odvojeno, 39.2% nastanjena i 50.5% napuštena staništa se nalazi izvan ekoloških mreža. Ovaj rezultat ističe važnost mreža konzervacionih područja i potrebu za povećavanjem u veličini i povezanosti kako bi se postigli konzervacioni ciljevi u zaštiti tekunice koja je stanišni specijalista. Sličan rezultat pokazala je studija Vujić i sar. (2016) gde je nakon evaluacije ekoloških mreža za grupu Syrphidae (Insect:Diptera) i na predelu Srbije (koji uključuje i region Vojvodine) zaključeno da proširenje zaštićenih područja od svega 1.36 % nacionalne teritorije Srbije bi dramatično poboljšalo zaštitu druge po važnosti grupe oprašivača. Pa bi tako evaluacije ekoloških mreža trebala da bude urađena i za druge ugrožene populacije biljaka i životinja.

Prema prostornom planu Republike Srbije (Službeni glasnik 88/10) trenutnih 6.5 % teritorije zaštićenih područja Srbije bi trebalo proširiti na 12 %. Mapiranje i monitoring staništa, tranzicionih područja i lokaliteta na kojima se nalaze strogo zaštićene i zaštićene vrste pomogla bi označavanju područja unutar poljoprivrednog predela koja bi mogla da budu uzeta u obzir za nova područja ekoloških mreža ili za zoniranje predela i planiranje odgovarajuće poljoprivredne prakse.

Rezultati ovog rada pokazuju da je za potrebe zaštite ugroženih vrsta i staništa neophodno konzervaciono zoniranje predela. Unutar zona koja se identifikuju

kao značajna za zaštitu određenih ekosistema (npr. stepskih) moguće je planirati nova područja ekoloških mreža koja povezuju ova staništa na malim rezolucijama. Ovakav pristup je esencijalna u naporima da se očuvaju, zaštite i unaprede preostala otvorena travnata staništa na području Vojvodine. Takođe, promene strategije razvoja i planiranja u savremenoj poljoprivrednoj praksi koja bi bila bazirana na poštovanjima ekoloških principa i zakonitosti, značajno bi doprinela očuvanju ovih staništa, stepskih ekosistema i agrobiodiverziteta u celini. Korišćenje ovakvo definisanog prostornog pristupa u očuvanju svih otvorenih travnatih staništa (bez obzira da li su naseljena tekunicama ili ne), zajedno sa translokacijom životinja biće od ključne važnosti za održavanje ili ponovo uspostavljanje dugoročno održivih, međusobno povezanih populacija unutar dominantno poljoprivrednog predeonog matriksa. Sagledavanje uticaj kompozicije i strukture staništa i predela na zauzetost dostupnog staništa daju korisne informacije za sprovođenje programa reindrotukcije, unutar već definisanih konzervacionih Zona poljoprivrednog područja. Dalje, permeabilnost poljoprivrednog predela, dostupnost staništa i postojanje koridora unutar Zona omogućiće prilagođavanje mera i aktivnosti u skladu sa karakteristikama svake pojedinačne Zone. Na ovaj način će se upravljačima, donosiocima odluka i poljoprivrednicima obezbediti odgovarajuće informacija i podrška za donošenje odluka koje će očuvati prirodu i unaprediti poljoprivrednu praksu.

Zapuštena staništa, parlozi i ivične zone poljoprivrednih parcela imaju veliki konzervacioni značaj jer u izmenjenim uslovima sredine divlja flora i fauna koristi sva moguća dostupna prirodna i poluprirodna staništa. Ovakve površine obezbeđuju ekosistemske usluge i povećavaju površinu i dostupnost staništa za vrste unutar poljoprivrednih područja (Poschlod i Braun-Reichert 2017). Povećanje kompozicije i strukture homogenog poljoprivrednog predela i restauracija prirodnih staništa trebalo bi da bude prioritet unutar predloženih

konzervacionih Zona. Na taj način bi se smanjio negativan uticaj čoveka na životnu sredinu, omogućio opstanak divljih vrsta i povećala otpornost čitavog ekosistema na promenjene vremenske prilike, klimatske uslove, ali i povećalo vezivanje ugljenika iz atmosfere i time usporile povećavanje koncentracija gasova staklene bašte. Planiranje i adaptacija na buduće klimatske uslove u sektoru poljoprivrede se razlikuju od područja do područja u zavisnosti od uslova i potreba. Ove aktivnosti uključuju nekoliko sektora zbog čega je na čitavom panevropskom nivou potrebno napraviti plan upravljanja na nivou predeone celine (Leventon i sar. 2016, 2017). Prema tome, evropski predeoni program je neophodan kako bi se unapredila održiva produktivnost, osigurale potrebne količine hrane, zaštitio biodiverzitet, obezbedila ekosistemska otpornost unutar konzervacionih Zona (npr. različita procentualna zastupljenost travnjaka i njiva) i ekosistemske usluge.

Međutim, u planiranju mera i aktivnosti posebno se mora obratiti pažnja na uticaj buduće klime na distribuciju niše i staništa biljnih i životinjskih vrsta. U našoj analizi prilikom provere uticaja klimatskih promena na poziciju i distribuciju niše za tekunicu ukazano je na značajnu redukciju optimalnih područja. Najveći deo ovih optimalnih područja je van postojećih ekoloških mreža. Sektor poljoprivrede će se na promenjene vremenske uslove prvo prilagođavati merama koje se odnose na kontrolisano navodnjavanje i đubrenje. U okviru predviđene varijabilnosti klime u narednih dvadesetak godina prilagođavanje će ići u pravcu odabira drugih sorti, dok u daljoj budućnosti u zavisnosti na intenzitet promene i realizovane klimatske projekcije verovatno će se preći na uzgajanje potpuno novih kultura (Klimatska Platforma – Copernicus Program 2018). Sa druge strane, divlja flora i fauna će u velikoj meri zavisiti od ekološke plastičnosti, tipu disperzije i sposobnosti za migratorna kretanja, permeabilnosti predela i postojanju koridora koji će omogućiti prelasku na povoljnija staništa. Najveći broj vrsta

će direktni ili indirektno zavisiti od aktivnog angažovanja ljudi i njihovih resursa za potreba očuvanja biodiveziteta. Planove i programe za očuvanje divljih vrsta u budućnosti potrebno je praviti već danas. Rezultati dobijeni u ovo tezi su dali radni okvir i metodološki pristup koji se može primeniti ne samo na tekunicu već na i veliki broj biljnih i životinjskih vrsta, staništa i ekosistema.

7 ZAKLJUČCI

U radu je procenjen značaj potencijalnog uticaja klimatskih promena na tekunicu u intenzivno korišćenom poljoprivrednom predelu Vojvodine. Rezultati analiza pokazuju da će tekunica biti izložena značajnoj promeni distribucije optimalnih uslova za život i reprodukciju koju će usloviti promena abiotičkih faktora i dostupnosti travnatih staništa. Ekstrapolacija pogodnog područja dobijena na osnovu informacija o prisustvu vrste dala je mogućnost da se ukaže na zone koja će biti ključne za dugoročno očuvanje populacija tekunice i otvorenih travnatih staništa u Vojvodini.

U radu je potvrđeno da na području lokalnog slatino-stepskog koridora srednjeg Banata dostupnost resursa kao i delovanje lokalnih faktora ugrožavanja (npr. barijere, upravljanje na staništu, varijabilnost vremenskih prilika, predatorstvo, poljoprivredne aktivnosti) oblikuju populacionu dinamiku u prostoru i vremenu. Dobijene informacije o efektima lokalnih uslova na prisustvo, brojnost lokalnih populacija i kondicionom stanju jedinki omogućile su da se predlože aktivne konzervacione mere i usmere buduća istraživanja slatino-stepskih staništa na ovom delu areala tekunice.

U radu je takođe prikazana prva empirijski potvrda negativnog uticaja fragmenatcije i gubitka staništa na distribuciju populacija na regionalnom nivou. Rezultati nedvosmisleno ukazuju da kompozicija i struktura predela utiču na povezanost dostupnih staništa tekunice. Postoje je značajne razlike gazdovanja i upravljanja predelom unutar regiona Vojvodine. U radu je ukazano na zone potencijalno pogodne za razvoj konflikta između potrebe za očuvanjem prirode i proizvodnje hrane. Identifikovane su mreže travnatih staništa koje se razlikuju u odnosu na okupiranost i povezanost usled razlike u permeabilnost dominantnog poljoprivrednog matriksa. Rezultati su omogućili

uvid u i) potrebe za dodatnim ulaganjem relativno malih sredstava za potrebe očuvanja i zaštite otvorenih travnatih staništa unutar čitavog regiona Vojvodine i ii) potrebe za razvojem dobrih poljoprivredne praksi unutar područja Bačke u kojoj se dominantno proizvodi hrana a u kojem bi trebalo povećati zastupljenost i unaprediti zaštitu otvorenih travnatih staništa.

Na osnovu urađenih analiza i modelovanja efekata promene klime i korišćenja zemljišta dobijeni su sledeći specifični zaključci:

Klima:

- Promena klime u kombinaciji sa distribucijom otvorenih travnatih staništa imaće u budućnosti značajan uticaj na distribuciju optimalnih uslova za život i razmnožavanje tekunice.
- Najveći deo klimatski povoljnih područja u budućnosti nalaziće se u delovima Bačke, severnog i srednjeg Banata.
- Povećanje procenta dostupnih otvorenih travnatih staništa povećava šansu tekunica da opstane u budućim klimatski povoljnim područjima.
- Efekte promena klimatskih uslova potrebno je dodatno sagledati korišćenjem složenijeg i sofisticiranijeg model ansambla (*model chain*) koji u analizu može uključiti veći broj različitih sredinskih varijabli, populacionih parametara i karakteristika menadžmenta.

Populacija:

- Kompozicija i kapacitet staništa utiču na veličinu populacija na području analiziranog lokalnog koridora na području srednjeg Banta.
- Veća produktivnost staništa koje naseljavaju tekunice značajno utiče na bolje kondiciono stanje individua na području koridora srednjeg Banata.

- Praćenje promena sezonske raspodele padavina i produktivnosti sistema važno je za sprovođenje aktivnih i blagovremenih konzervacionih i upravljačkih mera kako bi se omogućilo uspostavljanje metapopulacione strukture na regionalnom nivou i dugoročni opstanak vrste na staništima koje naseljava.
- Ponašanje i plastičnost individua kao važne karakteristike koje definišu adaptibilnost svake vrste, dodatno i detaljnije bi trebalo istražiti kod tekunice.

Stanište:

- Za održavanje produktivnosti otvorenih travnjaka lokalnog koridora srednjeg Banata potrebno je održavati poluintenzivno pašarenje kao oblik najdelotvornijeg upravljanja i praćenje količine vlažnosti u zemljištu koja će de značajnije menjati u uslovima sve izraženije promenjene dinamike padavina.
- Diverzitet i bogatstva biljnih vrsta na otvorenim travnjacima lokalnog koridora srednjeg Banata bio je najveći u delovima sa poluintenzivnim pašarenjem, što jasno ukazuje na mere koje treba preduzimati u sadašnjem u budućem upravljanju ovim staništima.
- Populacije tekunica registrovane su gotovo isključivo na lokalitetima sa intenzivnim, poluintenzivnim pašarenjem ili košenjem.
- Ulogu i uticaj jedinki tekunice na procese u zemljištu trebalo bi dodatno istražiti na području srednjeg Banata.

Distribucija:

- Trenutna distribucija lokalnih populacija tekunice unutar istraživanog područja je na površini od svega 500 km² ukazuje na dramatično i

kontinuirano smanjenje njenog istorijsko rasprostranjenja u Vojvodini tokom poslednjih nekoliko decenija.

- Različit broj nastanjenih i napuštenih staništa na različitoj prostornoj skali ilustruje efekte povećanja površina pod oranicama, redukciju prirodnih travnjaka i smanjenu kompoziciju heterogenost predela
- Potencijalna (meta) populaciona struktura unutar poljoprivrednog područja može se očekivati na površini od 60 km².
- Razvoj poljoprivrede u prethodnih nekoliko decenija i konvertovanje zemljišta za potrebe proizvodnje hrane, izgradnja infrastrukture i naselja negativno su uticali na distribuciju otvorenih travnatih staništa i njihovu naseljenost lokalnim populacijama tekunice.

Mreža:

- Definisano je 15 ključnih mreža koje se razlikuju u povezanosti, veličini, kapacitetu i održivosti da podrže dugoročni opstanak lokalnih populacija na regionalnom nivou.
- Potvrđena je održivost (vijabilnost) kod samo tri definisane mreže, jedna mreža na području Fruške gore je održiva, dok su jako održive jedna mreža na području centralnog Banata i druga mreža na području južnog Banata.
- Povezanost staništa unutar predela je ključna za održivost populacija tekunice u Vojvodini.
- Zbog specifičnosti u odnosu na druge regione i staništa u kojima je tekunica prisutna, kapacitet stepskih staništa na Fruškoj gori bi trebalo dodatno istražiti.
- Maksimalni disperzioni kapacitet tekunice bi dodatno trebalo istražiti.

Zaštita:

- Konzervacioni mreže na području Vojvodine u velikoj meri ali ne u potpunosti podržavaju zaštitu i opstanak populacija tekunica.
- Predloženo je 19 Agro ekoloških zona za koje je potrebno izraditi strategije gazdovanja (za svaku zonu pojedinačno). Ove strategije gazdovanja treba da imaju za cilj da sa odgovarajućim merama upravljanja za svaku pojedinačnu zonu obezbede uslove za zaštitu i očuvanje otvorenih travnatih zajednica i proizvodnju dovoljne količine. To bi omogućilo usaglašavanje ovih na izgled suprotstavljenih ciljeva i ublažio rastući konflikt dva sektora.
- Koristeći radni okvir prikazan u ovoj tezi predložene agroekološke zone i mrežu otvorenih travnatih staništa Vojvodine bi trebalo evaluirati i za druge vrste travnatih ekosistema na širem prostoru Srbije.

Iako je u ovoj disertaciji fokus istraživanja bio na tekunici kao model organizmu, dobijeni rezultati nisu usko fokusirani i specifični. Nasuprot, rezultati ovih istraživanja, njihov konceptualni i metodološki pristup je lako primenjiv na gotovo sve životinjske vrste koje su adaptirane na život u otvorenim travnatim zajednicama što ovim istraživanjima daje daleko širi konzervacioni značaj.

Literatura

1. Abdalla M, Hastings A, Chadwick D R, Jones D L, Evans C D, Jones M B, Rees R M, Smith P (2018) Critical review of the impacts of grazing intensity on soil organic carbon storage and other soil quality indicators in extensively managed grasslands. *Agriculture, ecosystems and environment* 253:62-81.
2. Adams V M, Álvarez-Romero J G, Capon S J, Crowley GM, Dale A P, Kennard M J, Douglas M M, Pressey RL (2017) Making time for space: The critical role of spatial planning in adapting natural resource management to climate change. *Environmental Science and Policy* 74:57-67.
3. Alexander M (1982) MPN for Microbial Population In: Methods of Soil Analysis Part 2 Chemical and Microbiological Properties Page A E (ed) Madison Wisconsin USA pp 815-820.
4. Altieri M A, Nicholls C I, Henao A, Lana M A (2015) Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for sustainable development* 35(3):869-890.
5. Anderson R P (2013) A framework for using niche models to estimate impacts of climate change on species distributions *Annals of the New York Academy of Sciences* 1297(1):8-28.
6. Araújo M B, Guisan A (2006) Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography* 33:1677-1688.
7. Araújo M B, New M (2007) Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology and Evolution* 22:42-47.
8. Arok M (2014) *Analiza stanišnih tipova populacija tekunica (Spermophilus citellus) na teritoriji srednjeg Banata*. Master teza 2014 Deptman za biologiju i ekologiju Prirodno matematički fakultet Univerzitet u Novom Sadu
9. Arok M, Nikolić T, Mirč M, Radišić D, Győri-Koós B, Čirović B (2018) Seasonal changes in European Ground Squirrel (*Spermophilus*

- citellus) feeding habits on a saline pasture in Vojvodina (Serbia). Book of abstracts: VII European Ground Squirrel Meeting & Subterranean Rodents Workshop. 1-5 October, Budapest, Hungary. 2018 p 60.
10. Ashcroft M B, Chisholm L A, French K O (2009) Climate change at the landscape scale: predicting fine-grained spatial heterogeneity in warming and potential refugia for vegetation. *Global Change Biology* 15(3):656-667.
 11. Austin M P (2002) Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling* 157:101–118.
 12. Austin M P, Belbin L, Meyers J A, Doherty M D, Luoto M (2006) Evaluation of statistical models used for predicting plant species distributions: role of artificial data and theory. *Ecological Modelling* 199(2):197-216.
 13. Bai J, Tang L, Wang Q, Li F (2018) A Landscape-Scale Adjoining Conservation (LAC) Approach for Efficient Habitat Expansion: The Case of Changbai Mountain, Northeast China. *Sustainability* 10(8):2919.
 14. Baltag E Ș, Zaharia G, Bolboacă L E (2015) *Popândăul, specie periclitată la nivel global. Iasi, Romania: StudIS* (in Romanian)
 15. Baral H, Keenan R J, Fox J C, Stork N E, Kasel S (2013) Spatial assessment of ecosystem goods and services in complex production landscapes: a case study from south-eastern Australia. *Ecological Complexity* 13:35-45.
 16. Barker O E, Derocher A E (2010) Habitat selection by arctic ground squirrels (*Spermophilus parryii*). *Journal of Mammalogy* 91(5):1251-60.
 17. Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S (2014) Fitting linear mixed-effects models using lme4 arXiv preprint arXiv: 14065823.
 18. Beever E A, O'Leary J, Mengelt C, West J M, Julius S, Green N, Magness D, Petes L, Stein B, Nicotra A B, Hellmann J J, Robertson A

- L,Staudinger M D, Rosenberg A A, Babij E, Brennan J, Schuurman G W, Hellmann J J (2016) Improving conservation outcomes with a new paradigm for understanding species' fundamental and realized adaptive capacity. *Conservation Letters* 9(2):131-137.
19. Bellard C, Bertelsmeier C, Leadley P, Thuiller W, Courchamp F (2012) Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology letters* 15(4):365-377.
 20. Benton T G (2011) Individual variation and population dynamics: lessons from a simple system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Science* 367:200-210.
 21. Benton T G, Plaistow S J, Coulson T N (2006) Complex population dynamics and complex causation: devils, details and demography. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273(1591):1173-81.
 22. Bernske konvencije o zaštiti divlje flore i faune (1979) eng. Convention on Conservation of European Wild Life and Natural Habitats, Bern 1979. Appendix II, Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Bern 19.11.1979 (<http://conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/104-2.htm>).
 23. Bierwagen B G (2007) Connectivity in urbanizing landscapes: The importance of habitat configuration urban area size and dispersal. *Urban Ecosystems* 10(1): 29-42.
 24. Boutin S, Lane J E (2014) Climate change and mammals: evolutionary versus plastic responses. *Evolutionary Applications* 7(1):29-41.
 25. Braun-Blanquet J (1964) Pflanzensozioilogie: Grundzuge der Vegetationskunde Springer Wien.
 26. Brinkert A, Hölzel N, Sidorova T, Kamp J (2016) Spontaneous steppe restoration on abandoned cropland in Kazakhstan: grazing determines successional pathways. *Biodiversity and Conservation* 25:2543–2561. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-015-1020-7>.

27. Brook B W, Akçakaya H R, Keith D A, Mace G M, Pearson R G, Araújo M B (2009) Integrating bioclimate with population models to improve forecasts of species extinctions under climate change. *Biology Letters* 723-725.
28. Brooks M E, Mugabo M, Rodgers G M, Benton T G, Ozgul A (2016) How well can body size represent effects of the environment on demographic rates? Disentangling correlated explanatory variables. *Journal of Animal Ecology* 85(2):318-328.
29. Bukosa B (2013) Analiza prostorne distribucije padavina u Vojvodini (2011-2012) Master rad Departman za fiziku Prirodno matematički fakultet Univerzitet Novi Sad.
30. Burnham K P, Anderson D R (2004) Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods and Research* 33:261–304.
31. Bylo L N, Koper N, Molloy K A (2014) Grazing intensity influences ground squirrel and American badger habitat use in mixed-grass prairies. *Rangeland Ecology and Management* 67(3):247-54.
32. Čanak M, Parabućski S, Kojić M (1978) Ilustrovana korovska flora Jugoslavije Matica Srpska Odeljenje za prirodne nauke Novi Sad.
33. Carmanchahi P, Panebianco A, Jun Y, Suarez A, Gregorio P, Sherman Ch, Steinberger Y (2018) Functional Diversity of Soil Microbial Communities in the Vicinity of *Panicum urvilleanum* and *Neosparton aphyllum* in a Semi-arid Environment at La Payunia Provincial Reserve, North Patagonia. *Journal of Applied Microbial Research* 1:2 ISSN: 2581-7566.
34. Carpaneto G M, Mazziotta A, Pittino R, Luiselli L (2011) Exploring co-extinction correlates: the effects of habitat, biogeography and anthropogenic factors on ground squirrels–dung beetles associations. *Biodiversity and Conservation* 20(13):3059-3076.

35. Cash D W, Adger W N, Berkes F, Garden P, Lebel L, Olsson P, Young O (2006) Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and society* 11(2):8.
36. Čavlović D, Beloica J, Obratov-Petković D, Đurđević V, Košanin O (2017) Simulation of long-term changes in environmental factors and grassland composition in three protected areas of Serbia. *Tuexenia* (37):431-46.
37. CBD (2010) *Global Biodiversity Outlook 3* Secretariat of the Convention on Biological Diversity Montreal Page 94.
38. CBD (2014) *Global Biodiversity Outlook 4* Secretariat of the Convention on Biological Diversity Montreal Page 155.
39. Ceballos G, Davidson A, List R, Pacheco J, Manzano-Fischer P, Santos-Barrera G, Cruzado J (2010). Rapid decline of a grassland system and its ecological and conservation implications. *PLoS One* 5(1):e8562.
40. Chase J M, Leibold M A (2003) *Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches*. University of Chicago Press Chicago.
41. Chen I C, Hill J K, Ohlemüller R, Roy D B, Thomas C D (2011) Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science* 333(6045):1024-1026.
42. CICERO 2015 <https://www.cicerooslo.no/en/posts/news/a-guide-to-representative-concentration-pathways>
43. Cormont A, Vos C C, Verboom J, van Turnhout C A, Foppen R P, Goedhart P W (2014) Population dynamics of Great Bittern (*Botaurus stellaris*) in the Netherlands: interaction effects of winter weather and habitat fragmentation. *Regional environmental change* 14(3):943-952.
44. Coroiu C, Kryštufek B, Vohralík V, Zagorodnyuk I (2008) *Spermophilus citellus* (Linnaeus, 1766). In: IUCN International Union for Conservation of Nature (2017). The IUCN Red List of Threatened Species. ver.3.1 <http://www.iucnredlist.org/>. Accessed 26 June 2017.

45. Ćosić N Doktorska disertacija (2015). Vijabilnost populacija tekunica (*Spermophilus citellus* L.1766) na području Srbije; Biološki fakultet, Univerzitet Beograd Srbija.
46. Ćosić N, Řičanová Š, Bruja J, Penezić A, Ćirović D (2013) Do rivers and human-induced habitat fragmentation affect genetic diversity and population structure of the European ground squirrel at the edge of its Pannonian range? *Conservation Genetics* 14:345-354.
47. Craine J M, Ocheltree T W, Nippert J B, Towne E G, Skibbe A M, Kembel S W, Fargione J E (2013) Global diversity of drought tolerance and grassland climate-change resilience. *Nature Climate Change* 3(1):63.
48. Crnojević V, Lugonja P, Brkljač B N, Brunet B (2014) Classification of small agricultural fields using combined Landsat-8 and RapidEye imagery: case study of northern Serbia. *Journal of Applied Remote Sensing* 8(1):083512.
49. Crutzen P J (2002) The Anthropocene: geology of mankind *Nature* 415: 23.
50. Cushman S A, McRae B, Adriaensen F, Beier P, Shirley M, Zeller K (2013) Biological corridors and connectivity [Chapter 21]In: Macdonald DW; Willis KJ eds Key Topics in Conservation Biology 2 Hoboken NJ: Wiley-Blackwell pp 384-404.
51. Davidson A D, Detling J K, Brown J (2012). Ecological roles and conservation challenges of social, burrowing, herbivorous mammals in the world's grasslands. *Frontiers in Ecology and the Environment* 10(9):477-486.
52. Dickson B G, Roemer G W, McRae B H, Rundall J M (2013) Models of regional habitat quality and connectivity for pumas (*Puma concolor*) in the southwestern United States. *Plos One* 8(12):e81898.
53. Dinerstein E, Vynne C, Sala E, Joshi A R, Fernando S, Lovejoy T E, Mayorga J, Olson D, Asner G P, Baillie J E M, Burgess N D, Burkart K, Noss R F, Zhang Y P, Baccini A, Birch T, Hahn N, Joppa L N

- Wikramanayake E, Burgess N D (2019) A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science advances* 5(4) eaaw2869.
54. Direktiva o staništima - The Habitats Directive 92/43/EEC. Available from http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/habitats_dir_en.htm (accessed 12.12.17.).
55. Duckworth R A (2008) Adaptive dispersal strategies and the dynamics of a range expansion. *American Naturalist* 172:S4–S17.
56. Dufлот R, Ernoult A, Aviron S, Fahrig L, Burel F (2017) Relative effects of landscape composition and configuration on multi-habitat gamma diversity in agricultural landscapes. *Agriculture Ecosystems and Environment* 241:62-69.
57. Đurđević i Tošić (2017) *Klimatske promene*. Fizički fakultete Univerzitet u Beogradu Beograd ISBN 978-86-920795-0-4.
58. Easterling D R, Meehl G A, Parmesan C, Changnon S A, Karl T R, Mearns L O (2000) Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *Science* 289(5487):2068-2074.
59. Ellenberg H, Leuschner C (2010) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer dynamischer und historischer Sicht* (Vol 8104) Utb.
60. Elton C (1927) *Animal Ecology*. Sedgwick and Jackson, London.
61. European Commission (2012) *Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020*.
62. European Environment Agency (2014) *Spatial analysis of green infrastructure in Europe*. Technical report 2.
63. Faber-Langendoen D, Josse C (2010) *World Grasslands and Biodiversity Patterns*. NatureServe Arlington VA. 20 pp. + Appendices.

64. Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics* 34:487-515.
65. Fahrig L, Baudry J, Brotons L, Burel F G, Crist T O, Fuller R J, Sirami C, Siriwardena G M, Martin J L (2011) Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecological Letters* 14:101-112.
66. FAO (2017) Ziadat F, Bunning S, De Pauw E with contributions from Nachtergaele F, Groppo P, Biancalani R, Zelaya Bonilla S, Fetsi T, de la Rosa R, Hammond T, Schlingloff S, Mantel S (ISRIC). *Land resource planning for sustainable land management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome 2017.
67. Fischer C, Flohre A, Clement L W, Batáry P, Weisser W W, Tschardt T, Thies C (2011) Mixed effects of landscape structure and farming practice on bird diversity. *Agriculture Ecosystem and Environment* 141(1):119-125.
68. Fischer G, Shah M, van Velthuis H, Nachtergaele F (2001). Global Agro-ecological Assessment for Agriculture in the 21 Century. Executive Summary. IIASA, Laxenburg. Summary report contains the highlights of methodology and selected results described in Fischer et al. 2002.
69. Fisher J T, Anholt B, Bradbury S, Wheatley M, Volpe JP (2013) Spatial segregation of sympatric marten and fishers: the influence of landscape and species-scapes. *Ecography* 36(2):240-248.
70. Foppen R, ter Braak CJF, Verboom J, Reijnen R (1999) Dutch sedge warblers *Acrocephalus schoenobaenus* and West-African rainfall: empirical data and simulation modelling show low population resilience in fragmented marshlands. *Ardea* 87:113–127.
71. Franklin J (2010) *Mapping Species Distributions – Spatial Inference and Prediction*. Cambridge University Press.

72. Fraterrigo J M, Pearson S M, Turner M G (2009) Joint effects of habitat configuration and temporal stochasticity on population dynamics. *Landscape ecology* 24(7): 863-877.
73. Friendly M, Fox J (2016) Package ‘candisc’
Available at:
<https://cran.r-project.org/web/packages/candisc/index.html>.
74. Frisnyák S (2004) *Az Alföld történeti földrajza*. Az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testülete és Nyíregyházi Főiskola Földrajzi Tanszéke Nyíregyháza.
75. GAP (2014) *Saker falcon (Falco cherrug) Global Action Plan 2014, Saker GAP including the management and monitoring system to conserve the species*. The Coordinating Unit of the Memorandum of Understanding on the Conservation of Migratory Birds of Prey in Africa and Eurasia.
76. Gedeon C (2011) PhD Thesis; *Environmental factors and intrinsic processes affecting habitat use of European ground squirrels (Spermophilus citellus): putting science into conservation practice*. Department of Ethology. Biological Institute Faculty of Science Eötvös Loránd University Hungary.
77. Gedeon C, Hoffmann I, Váczi O, Knauer F, Hichem S, Lehoczky É, Laborczy A (2017) The role of landscape history in determining allelic richness of European ground squirrels (*Spermophilus citellus*) in Central Europe. *Hystrix-Italian journal of mammalogy* 28(2).
78. Ghosh P K, Mahanta S K (2014) Carbon sequestration in grassland systems. *Range Management and Agroforestry* 35(2):173-181.
79. Gillingham P K, Palmer S C, Huntley B, Kunin W E, Chipperfield J D, Thomas C D (2012a) The relative importance of climate and habitat in determining the distributions of species at different spatial scales: a case study with ground beetles in Great Britain. *Ecography* 35(9):831–8.

80. Gillingham P, Huntley B, Kunin W, Thomas C (2012b) The effect of spatial resolution on projected responses to climate warming. *Diversity and Distributions* 18(10):990–1000.
81. Giorgetta M A, Jungclaus J, Reick C H, Legutke S, Bader J, Böttinger M, Brovkin V, Crueger T, Esch M, Fieg K, Glushak K, Grayer V, Haak H, Hollweg H D, Ilyina T, Kinne S, Kornblueh L, Matei D, Mauritsen T, Mikolajewicz U, Mueller W, Notz D, Pithan F, Raddatz T, Rast S, Redler R, Roeckner E, Schmidt H, Schnur R, Segschneider J, Six D K, Stockhause M, Timmreck C, Wegner J, Widmann H, Wieners K H, Claussen M, Marotzke J, Stevens B (2013) Climate and carbon cycle changes from 1850 to 2100 in MPI-ESM simulations for the Coupled Model Intercomparison Project phase 5 *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* 5(3):572-597.
82. Goodall D W (1954) Objective methods for the classification of vegetation III An essay in the use of factor analysis. *Australian Journal of Botany* 1:39-63.
83. Gradojević M. (1936) Suzbijanje hrčkova i tekunica. Štampa dunavske banovine Novi Sad 796-36.
84. Green Infrastructure Strategy 2012
Available at
http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm
(accessed 12.12.17).
85. Grinnell J (1917) The niche-relationships of the California Thrasher. *Auk* 34:427–433.
86. Grinnell J (1924) Geography and evolution. *Ecology* 5(3):225-229.
87. Groot B, van der Sluis G T, Lammertsma D, Opdam P, Powels R (2003) Designing a coherent ecological network for large mammals in Northwestern Europe. *Conservation Biology* 17:1-9.
88. Guisan A, Thuiller W (2005) Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecological Letters* 8:993-1009.

89. Guisan A, Zimmermann N (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*. 135:147–186.
90. Guo Q, Taper M, Schoenberger M, Brandle J (2005) Spatial-temporal population dynamics across species range: from centre to margin. *Oikos* 108(1):47-57.
91. Gustafson E J, Gardner R H (1996) The effect of landscape heterogeneity on the probability of patch colonization. *Ecology* 77(1): 94-107.
92. Győri-Koósz B (2015) Diet preference of the European ground squirrel [*Spermophilus citellus* (Linnaeus, 1766)] in Hungarian natural and seminatural grassland habitats investigation by floristic composition and microhistological faeces analysis. [Theses of the doctoral (Ph.D.) dissertation.] Sopron. University of West Hungary, Faculty of Forestry, Institute of Wildlife Management and Vertebral Zoology pp 16.
93. Győri-Koósz B, Katona K, Altbäcker V (2013) *Az ürge (Spermophilus citellus) étrendjének vizsgálata legelt és kaszált gyepterületeken [Diet composition of European Ground Squirrel in grazed or mowed grasslands]*. Magyar Ápróvad Közlemények (Hungarian Small Game Bulletin) Hungarian with an English abstract 11:215-25.
94. Hadžić V (1980) Prilog proičavanja dinamike vodnog i sonog režima u Vojvođanskim slatinama Skraćeni tekst doktorske disertacije Poljoprovredni fakultet Univerzitet Novi Sad.
95. Hall L, Krausman R P, Morrison L M (1997) The habitat concept and a plea for standard technology. *Wildlife Society Bulletin* 25.
96. Hannon M J, Jenkins S H, Crabtree R L, Swanson A K (2006) Visibility and vigilance: behavior and population ecology of uinta ground squirrels (*Spermophilus armatus*) in different habitats. *Journal of Mammalogy* 87:287-295.

97. Hanski I (1991) Single-species metapopulation dynamics - concepts, models and observations. *Biological Journal of the Linnean Society* 42(1-2):17-38.
98. Hanski I (1999) Habitat connectivity habitat continuity and metapopulations in dynamic landscapes. *Oikos* 209-219.
99. Hanski I, Gaggiotti OE (2004) Ecology, genetics, and evolution of metapopulations. Academic Press.
100. Hanski I, Moilanen A, Gyllenberg M (1996) Minimum viable metapopulation size. *American Naturalist* 527-541.
101. Hanski I, Ovaskainen O (2000) The metapopulation capacity of a fragmented landscape. *Nature* 404(6779):755-758.
102. Hijmans R J, Phillips S, Leathwick J, Elith J (2016) dismo: Species Distribution Modeling. R package version 1.1-1. <https://CRAN.R-project.org/package=dismo>.
103. Hirzel A H, Le Lay G (2008) Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology* 45(5):1372-1381.
104. Hobbs R J (2002) Habitat networks and biological conservation. In applying landscape ecology in biological conservation. Springer New York NY pp. 150-170.
105. Hodgson J A, Moilanen A, Wintle B A, Thomas C D (2011) Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation. *Journal of Applied Ecology* 48:148-152.
106. Hoffmann I E, Millesi E, Huber S, Everts L G, Dittami J P (2003). Population dynamics of European ground squirrels (*Spermophilus citellus*) in a suburban area. *Journal of Mammalogy* 84(2):615–626.
107. Hoffmann I E, Turrini T, Brenner M (2008) Do European ground squirrels in Austria adjust their life history to anthropogenic influence? *Lynx* 39:241-250.
108. Hofman M P, Hayward M W, Kelly M J, Balkenhol N (2018) Enhancing conservation network design with graph-theory and a

- measure of protected area effectiveness: Refining wildlife corridors in Belize Central America. *Landscape and Urban Planning* 178:51-59.
109. Holland M B, Shamer S Z, Imbach P, Zamora J C, Moreno C M, Hidalgo E J L, Donatti C I, Martínez-Rodríguez M R, Harvey C A (2017) Mapping adaptive capacity and smallholder agriculture: applying expert knowledge at the landscape scale. *Climatic Change* 141(1):139-153.
110. Hooper D U, Adair E C, Cardinale B J, Byrnes J E, Hungate B A, Matulich K L, Gonzalez A J, Emmett Duffy J, Gamfeldt L, O'Connor M I (2012) A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature* 486(7401): 105-108.
111. Hutchinson G E (1957) *Concluding remarks*. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology 22:415–427.
112. IAP (1996) *International action plan for the Imperial eagle (Aquila heliaca) 1996*. Borja Heredia, BirdLife International.
113. IAP (2006) *International action plan for Saker falcon (Falco cherrug) 2006*. Convention of the conservation of european wildlife and natural habitats, BirdLife International.
114. IPBES (2019) *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* 6 May 2019.
115. IPCC (2001) Climate change, the scientific basis. *Contributions of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change*.
116. IPCC (2007) Climate change. *Synthesis report*.
117. IPCC (2014) Team C W, Pachauri R K , Meyer L A Climate change synthesis report. Contribution of Working Groups I,II and III to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland.

118. IUCN European species under threat (2015) The IUCN Red List of Threatened Species Regional Assessment.
119. IUCN International Union for Conservation of Nature (2016) - The IUCN Red List of Threatened Species (<http://www.iucnredlist.org/>).
120. Izveštaj ZZPS (2007) Monitoring ugroženih biljnih i životinjskih vrsta i njihovih zajednica na području AP Vojvodine. Izveštaj za 2006. godinu, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode 2007 Novi Sad.
121. Izveštaj ZZPS (2009) Monitoring osetljivih ekosistema i ugroženih biljnih i životinjskih vrsta na području AP Vojvodine. Izveštaj za 2008. godinu, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode 2009 Novi Sad.
122. Jackson S T, Overpeck J T (2000) Responses of plant populations and communities to environmental changes of the late Quaternary. *Paleobiology* 26:194–220.
123. James F C, Hess C A, Kicklighter B C, Thum R A (2001) Ecosystem management and the niche gestalt of the red-cockaded woodpecker in longleaf pine forests. *Ecological Applications* 11(3):854-870.
124. Janák M, Marhoul P, Matějů J (2013) *Action Plan for the Conservation of the European Ground Squirrel Spermophilus citellus in the European Union*. European Commission.
125. Janišová M, Michalcová D, Baccaro G, Ghisla A (2014) Landscape effects on diversity of semi-natural grasslands. *Agriculture Ecosystem and Environment* 182:47–58.
126. Jarak M, Čolo J (2007) *Mikrobiologija zemljišta*. Poljoprivredni fakultet Univerzitet Novi Sad Novi Sad 2007 ISBN 978-86-75201-13-7. pp 215.
127. Jávorka S, Csapody V (1975) Közép-európa délkeleti részének flórája képekben Akadémiai Kaidó Budapest.
128. Josifović M (1979) 1970-1977 Flora SR Srbije I-IX Srpska Akademija nauka i umetnosti Odeljenje prirodno-matematičkih nauka Beograd.

129. JRC ESDAC
portal za zemljište (2011) <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/>.
130. Kachamackova M, Koshev J (2018) Preliminary results on *Spermophilus citellus* home range formation after conservation translocation in Bulgaria p 45 4-6.06.2018 Galway Ireland.
131. Kalarus K, Nowicki P (2015) How do landscape structure management and habitat quality drive the colonization of habitat patches by the dryad butterfly (Lepidoptera: Satyrinae) in fragmented grassland? *PloS one* 10(9):e0138557.
132. Katayama N, Amano T, Naoe S, Yamakita T, Komatsu I, Takagawa S I, Sato N, Ueta M, Miyashita T (2014) Landscape heterogeneity–biodiversity relationship: effect of range size. *PloS One* 9(3): e93359.
133. Kehoe L, Romero-Muñoz A, Polaina E, Estes L, Kreft H, Kuemmerle T. (2017) Biodiversity at risk under future cropland expansion and intensification. *Nature Ecology and Evolution* 1:1129.
134. Khadka K K, Kannan R, Ilyas O, Abbas F I, James D A (2017) Where are they? Where will they be? In pursuit of current and future whereabouts of endangered Himalayan musk deer. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 85:30-36.
135. Klimatska Platforma Copernicus Program 2018
<https://ulsclimatecopernicuseu>
136. Klimek S, Hofmann M, Isselstein J (2007) Plant species richness and composition in managed grasslands: the relative importance of field management and environmental factors. *Biological conservation* 134(4):559-570.
137. Kopperoinen L, Itkonen P, Niemelä J (2014) Using expert knowledge in combining green infrastructure and ecosystem services in landuse planning: an insight into a new place-based methodology. *Landscape Ecology* 29:1361–1375.
138. Koshev Y (2008) Distribution and status of the European Ground Squirrel (*Spermophilus citellus*) in Bulgaria. *Lynx* 39(2): 251–261.

139. Koshev Y (2009) Distribution, isolation and recent status of European ground squirrel (*Spermophilus citellus* L.) in Pazardzhik district, Bulgaria. Annual of Shumen University “Konstantin Preslavsky” Shumen Faculty of Natural Science Vol. XIX B6: 97-109.
140. Kreidenweis U, Humpenöder F, Kehoe L, Kuemmerle T, Bodirsky BL, Lotze-Campen H, Popp A (2018) Pasture intensification is insufficient to relieve pressure on conservation priority areas in open agricultural markets. *Global Change Biology* 24:3199-3213.
141. Kremen C, Iles A, Bacon C (2012) Diversified farming systems: an agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. *Ecology and Society* 17:44. doi./10.5751/ES-05103-170444.
142. Kryštufek B (1999) *Spermophilus citellus*. In: Mitchell-Jones A J, Amori G, Bogdanowicz W, Kryštufek B , Reijnders P J H, Spitzenberger F, Stubbe M , Thissen J B M , Vohralík V, Zima J (eds) *The Atlas of European Mammals*. Academic Press London UK pp. 190–191.
143. Kryštufek B, Glasnović P, Petkovski S (2012) The status of a rare phylogeographic lineage of the Vulnerable European souslik (*Spermophilus citellus*) endemic to central Macedonia. *Oryx* 46:442-445.
144. Lal R (2004) Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security *Science* 304:1623–1627.
145. Lalić B, Mihailović D T, Podraččanin Z (2011) Buduće stanje klime u Vojvodini i očekivani uticaj na ratarsku proizvodnju. *Field and Vegetable Crops Research/Ratarstvo i povrtarstvo* 48(2).
146. Lawler J, Watson J, Game E (2015) Conservation in the face of climate change: recent 775 developments. *F1000 Research* 4, F1000 Faculty Rev-1158.
150. Leventon J, Newig J, Schaal T, Velten S (2016) Governance approaches to address scale issues in Biodiversity Management-

- current situation and ways forward. Available at: [03.https://www.cec.lu.se/sv/sites/cec.lu.se.se/files/brief3_governance_approaches_to_address_scale_issues.pdf](https://www.cec.lu.se/sv/sites/cec.lu.se.se/files/brief3_governance_approaches_to_address_scale_issues.pdf).
151. Leventon J, Schaal T, Velten S, Dänhardt J, Fischer J, Abson DJ, Newig J (2017) Collaboration or fragmentation? Biodiversity management through the common agricultural policy. *Land Use Policy* 64:1-12.
 152. Levinsky I, Skov F, Svenning J C, Rahbek C (2007) Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. *Biodiversity and Conservation* 16(13):3803-3816.
 153. LIFE02NAT / HU / 8638
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/gp/wetlands/05case_hortobagy.html.(accessed 12.12.17.).
 154. Lin Y P (2012) Sustainability of Ecosystem Services in a Changing World. *Journal of Ecosystems and Ecography* 2:e111. doi:10.4172/2157-7625.1000e111.
 155. Lindtner P, Gömöryová E, Gömöry D, Stašiov S, Kubovčík V (2019) Development of physico-chemical and biological soil properties on the European ground squirrel mounds. *Geoderma* 339: 85-93.
 156. Lindtner P, Ujházy K, Svitok M, Kubovčík V (2017) The European ground squirrel increases diversity and structural complexity of grasslands in the Western Carpathians. *Mammal Research* 63: 223-229.
 157. Liu C, Newell G, White M (2016) On the selection of thresholds for predicting species occurrence with presence-only data. *Ecology and evolution* 6(1):337-348.
 158. Liu C, White M, Newell G (2013) Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. *Journal of Biogeography* 40:778–789.
 159. Lomba A, Strohbach M, Jerrentrup J S, Dauber J, Klimek S, McCracken D I (2017) Making the best of both worlds: Can high-

- resolution agricultural administrative data support the assessment of High Nature Value farmlands across Europe? *Ecological indicators* 72:118-130.
160. Lu H P, Wagner H H, Chen X Y (2007) A contribution diversity approach to evaluate species diversity. *Basic and Applied Ecology* 8(1) 1-12.
161. Martínez-Estévez L, Balvanera P, Pacheco J, Ceballos G (2013) Prairie dog decline reduces the supply of ecosystem services and leads to desertification of semiarid grasslands. *PLoS One* 8(10):e75229.
162. Matějů J, Nová P, Uhlíková J, Hulová Š, Cepáková E (2008) Distribution of the European ground squirrel (*Spermophilus citellus*) in the Czech Republic in 2002–2008. *Lynx* 39(2):277–294.
163. Matějů J, Říčanová Š, Ambros M, Kala B, Hapl E, Matějů K (2010) Reintroductions of the European ground squirrel (*Spermophilus citellus*) in Central Europe (Rodentia: Sciuridae). *Lynx* 41:175–191.
164. Matějů J, Šašek J, Vojta J, Poláková S (2011) Vegetation of *Spermophilus citellus* localities in the Czech Republic (Rodentia: Sciuridae). *Lynx series nova* 42.1.
165. Mateo-Sanchez M C, Balkenhol N, Cushman S, Perez T, Dominguez A, Saura S (2015) Estimating effective landscape distances and movement corridors: comparison of habitat and genetic data. *Ecosphere* 6:1-16.
166. McCain C M, King S R (2014) Body size and activity times mediate mammalian responses to climate change. *Global change biology* 20(6):1760-9.
167. McDonald L, Wallace P E, Boyce M S, Alldredge J R (2012) In book: *The Wildlife Techniques Manual*. Volume 1. Research Edition: 7. Chapter: 17. Publisher: Johns Hopkins University Press Editors: Silvy N J.
168. McGarigal K, Marks B J (1995) FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Rep.*

- PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p, 351.*
169. McRae B H, Dickson B G, Keitt T H, Shah V B (2008) Using circuit theory to model connectivity in ecology evolution and conservation. *Ecology* 89:2712–2724.
170. McRae B, Shah V B, Mohapatra T K (2009) Circuitscape v 405.
171. Mendlik T, Gobiet A (2016) Selecting climate simulations for impact studies based on multivariate patterns of climate change *Climatic change* 135(3-4):381-393.
172. Méró T O, Bocz R, Polyák L, Horváth G, Lengyel S (2015) Local habitat management and landscape-scale restoration influence small-mammal communities in grasslands. *Animal Conservation* 18:442-450
173. Merrick M J ,Koprowski J L (2017) Circuit theory to estimate natal dispersal routes and functional landscape connectivity for an endangered small mammal. *Landscape Ecology* 32:1163-1179.
174. Metera E, Sakowski T, Słoniewski K, Romanowicz B (2010) Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland-a review. *Animal Science Papers and Reports* 28(4): 315-334.
175. Michal A (2008) Current knowledge on the distribution of the European Ground Squirrel (*Spermophilus citellus*) in Slovakia in 1996–2008. *Lynx* 39 (2):219–233.
176. Mijatović D, Van Oudenhoven F, Eyzaguirre P, Hodgkin T (2013) The role of agricultural biodiversity in strengthening resilience to climate change: towards an analytical framework. *International journal of agricultural sustainability* 11(2): 95-107.
177. Molnár Z (2017) “I See the Grass Through the Mouths of My Animals”–Folk Indicators of Pasture Plants Used by Traditional Steppe Herders. *Journal of ethnobiology* 37(3): 522-542.

178. Moritz C (2014) Spatially heterogeneous impact of climate change on small mammals of montane California. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 282(1799):20141857.
179. Moritz C, Patton J L, Conroy C J, Parra J L, White G C, Beissinger S R (2008) Impact of a century of climate change on small-mammal communities in Yosemite National Park USA. *Science* 322(5899): 261-264.
180. Morris E K, Caruso T, Buscot F, Fischer M, Hancock C, Maier T S, Meiners T, Müller C, Obermaier E, Prati D, Socher S A, Sonnemann I, Wäschke N, Wubet T, Wurst S, Rillig M C (2014) Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. *Ecology and evolution* 4(18): 3514-3524.
181. Morrison M L, Marcot B G, Mannan R W (2006) *Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Applications*. Third Edition Island Press Washington DC 493 pp. ISBN 1-59726-094-0.
182. Moss R H, Edmonds J A, Hibbard K A, Manning M R, Rose S K, Van Vuuren D P, Moss R H, Edmonds J A, Hibbard A K, Manning M R, Rose S K, van Vuuren D P, Carter T R, Emori S, Kainuma M, Kram T, Meehl G A, Mitchell J F B, Nakicenovic N, Riahi K, Smith S J, Stouffer R J, Thomson A M, Weyant J P, Wilbanks J T (2010) The next generation of scenarios for climate change research and assessment *Nature* 463(7282):747.
183. Muscarella R, Galante P J, Soley-Guardia M, Boria R A, Kass J M, Uriarte M, Anderson R P (2014) ENMeval: An R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for Maxent ecological niche models. *Methods in Ecology and Evolution* 5(11):1198-1205.
184. Nathan R, Getz W M, Revilla E, Holyoak M, Kadmon R, Saltz D, Smouse P E (2008) A movement ecology paradigm for unifying organismal movement research. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(49):19052-19059.

185. NDC (2015)
<http://www4.unfccc.int/ndcregistry/PublishedDocuments/Serbia%20First/>.
186. Németh I, Nyitrai V, Altbäcker V (2009) Ambient temperature and annual timing affect torpor bouts and euthermic phases of hibernating European ground squirrels (*Spermophilus citellus*). *Canadian Journal of Zoology* 87(3):204-210.
187. Neumann J L, Griffiths G H, Hoodless A, Holloway G J (2016) The compositional and configurational heterogeneity of matrix habitats shape woodland carabid communities in wooded-agricultural landscapes. *Landscape Ecology* 31:301-315.
188. Newbold T (2018) Future effects of climate and land-use change on terrestrial vertebrate community diversity under different scenarios. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285(1881):20180792.
189. Niebuhr B B, Wosniack M E, Santos M C, Raposo E P, Viswanathan G M, da Luz M G, Pie M R (2015) Survival in patchy landscapes: the interplay between dispersal habitat loss and fragmentation. *Scientific Report UK* 5 11898.
190. Nikolić T, Pouwels R (2018a) EGS green eco net in agricultural region of Vojvodina, SCCS 2018 University of Cambridge Cambridge 26 - 30 March 2018.
191. Nikolić T, Pouwels R., Rasišić D, Arok M, Čirović D, Wamelink G.W.W (2018c) Connectivity of landscape in Vojvodina is threat for sustainability of European ground squirrel (*Spermophilus citellus*, EGS) populations, Abstract book from the 7th European Ground Squirrel Meeting, p 70 3-5.10.2018 Budapest Hungary.
192. Nikolić T, Radišić D, Arok M, Mirč M, Čosić N, Čirović D (2014) Habitat maps of the European ground squirrel (*Spermophilus citellus* European ground squirrel) in the south-eastern Pannonia plain (Vojvodina Serbia) Abstract book from the 5th European Ground Squirrel Meeting p 20 2-5.10.2014 Rust Austria 978-3-200-03792-2.

193. Nikolić T, Radišić D, Ćosić N, Ćirović D (2016 a) Future perspectives for European Ground Squirrel, *Spermophilus citellus* (Rodentia: Sciuridae) in south-eastern Pannonian plain (Serbia); Rufford Small Grants Conference in Bosnia and Herzegovina “Nature knows no boundaries” p 44 21-22.03.2016 Bosnia and Herecegovina.
194. Nikolić T, Radišić D, Ćosić N, Ćirović D (2016 b) Spatial structure analysis of European Ground Squirrel (*Spermophilus citellus*) habitat patches in south-eastern Pannonian plain (Serbia) p24 10th Hungarian Conference on Conservation Biology Mórahalom Hungary.
195. Nikolić T, Radišić D, Ćosić N, Ćirović D (2016 c) European Ground Squirrel (*Spermophilus citellus*) population in an agricultural landscape - species perspective, Abstract book from the 6th European Ground Squirrel Meeting p 14 4-6.11.2016 Belgrade Serbia.
196. Nikolić T, Rasišić D, Ćosić N, Ćirović D (2018b) *Spermophilus citellus* L.1766 From pest to endangered species – history of EGS research in Serbia, Abstract book from the 8th Colloquium on squirrels p 71 4-6.06.2018 Galway Ireland.
197. Odum E P (1959) A descriptive population ecology of land animals. *Ecology* 40(1):166-166.
198. Oksanen J, Blanchet F G, Friendly M, Kindt R, Legendre P, Minchin P R, McGlenn D, Minchin P R, O’Hara R B, Simpson G L, Solymos P, Stevens M H H, Szoecs E, Wagner H (2013) Package ‘vegan’ *Community ecology package version 2(9)*.
199. Opdam P i Wascher D (2004) Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological conservation* 117(3): 285-297.
200. Opdam P, Luque S, Jones K B (2009) Changing landscapes to accommodate for climate change impacts: a call for landscape ecology. *Landscape ecology* 24:715. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9377-1>.

201. Opdam P, Steingröver E (2008) Designing Metropolitan Landscapes for Biodiversity Deriving Guidelines from Metapopulation Ecology. *Landscape journal* 27(1): 69-80.
202. Opdam P, Verboom J, Pouwels R (2003) Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. *Landscape ecology* 18(2): 113-126.
203. Opdam, P. (2002). *Assessing the conservation potential of habitat networks*. In *Applying landscape ecology in biological conservation* Springer New York NY pp 381-404.
204. ÖPUL-Maßnahme Ziesel (2015) *Evaluierung der ÖPUL-WF-Maßnahme Ziesel. I naturschutzbund nö I Bericht* Wien im März 2015.
205. O'Regan T, Initiative A L A I (2008) *A guide to undertaking a landscape circle study in seven easy steps* Cork: Landscape Alliance Ireland
206. Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy [PEBLDS].
Available at <https://www.cbd.int/doc/nbsap/rbsap/peblids-rbsap.pdf>
and
http://www.ceeweb.org/wpcontent/uploads/2011/12/from_CEEW_point_PEBLDS_analys_recomm.pdf (accessed 12.12.17).
207. Pan-European Network Natura 2000.
Available at
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm
(accessed 12.12.17).
208. Panjković B, Szabados K (2012) Stanja i perspektiva zaštite prirode u Vojvodini. Srbija u procesu EU Integracija. Konferencija Zasavica 2012 Novembar 2012 Sremska Mitrovica 6-16.
209. Paris Agreement (2015) *Paris Agreement, Conference of Parties*. Twenty first session Paris 30 November to 11 December 2015.

210. Parmesan C (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 637-669.
211. Parmesan C, Yohe G (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems *Nature* 421(6918):37-42.
212. Pearson R G, Dawson T P (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global ecology and biogeography* 12(5):361-371.
213. Pearson R G, Stanton J C, Shoemaker K T, Aiello-Lammens ME, Ersts P J, Horning N, Fordham A D, Raxworthy C J, Ryu H Y, McNeese J, Akçakaya H R (2014) Life history and spatial traits predict extinction risk due to climate change. *Nature and Climate Change* 4:217.
214. Pearson S M, Fraterrigo J M, Liu J, Hill V, Morzillo A T, Wiens J A (2011) Habitat quality, niche breadth, temporal stochasticity, and the persistence of populations in heterogeneous landscapes. *Sources, sinks and sustainability* 115-138.
215. Peles J D, Bowne D R, Barrett G W (1999). *Influence of landscape structure on movement patterns of small mammals*. In Landscape ecology of small mammals Springer New York pp 41-62.
216. Persson, A S, Olsson O, Rundlöf M, Smith H G (2010) Land use intensity and landscape complexity - Analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden. *Agriculture, ecosystems and environment* 136:169-176.
217. Peterson A T, Soberón J, Pearson R G, Anderson R P, Martínez-Meyer E, Nakamura M, Araújo M B (2011) *Ecological niches and geographic distributions* MPB-49 Vol 56 Princeton University Press.
218. Petrov M B (1949) *Bilten Prirodnjačkog muzeja Srbije*. Serija B Naučna knjiga Beograd knjiga 1-2.
219. Petrov M B (1992) *Mammals of Yugoslavia Insectivores and Rodents* Natural History Museum of Belgrade Belgrade

220. Petrović M P, Petrović M M, Petrović C V, Muslić R D, Ilić Z, Petrović M, Pavlovski Z (2012) Principles of livestock development in the Republic of Serbia. *Biotechnology in Animal Husbandry* 28:147-154.
221. Phillips S J, Anderson R P, Shapire R E (2006) Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231e259.
222. Phillips S J, Dudík M (2008) Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31(2):161-175
223. Poschlod P, Braun-Reichert R (2017) Small natural features with large ecological roles in ancient agricultural landscapes of Central Europe-history, value, status, and conservation. *Biological Conservation* 211:60-68.
224. PP Rusanda -Pokrajinski Zavod za zaštitu prirode. Park prirode “Rusanda” - predlog za stavljanje pod zaštitu kao zaštićenog područja II kategorije 2011.
225. Pulliam H R (1988) Sources sinks and population regulation. *American naturalist* 652-661.
226. Pulliam H R (2000) On the relationship between niche and distribution. *Ecology letters* 3(4):349-361.
227. Puzović S, Panjković B, Tucakov M, Stojnić N, Sabadoš K, Stojanović T, Vig L, Marić B, Tešić O, Kiš A, Galamboš L, Pil N, Kicošev V, Stojšić V, Timotić D, Perić R, Bošnjak T, Delić J, Dobretić V, Stanišić J (2015) *Upravljanje prirodnom baštinom Vojvodine*. Pokrajinski sekretarijat za urbanizam, graditeljstvo i zaštitu životne sredine. Pokrajinski zavod za zaštitu prirode. “Stojkov” Novi Sad.
228. R Development Core Team 2016 R: *a language and environment for statistical computing* R Foundation for Statistical Computing Vienna.

229. Ramos-Lara N, Koprowski J L, Kryštufek B, Hoffmann IE (2014) *Spermophilus citellus* (Rodentia: Sciuridae) Mammalian Species 46:71-87.
230. Revilla E, Wiegand T (2008) Individual movement behavior, matrix heterogeneity, and the dynamics of spatially structured populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(49):19120-19125.
231. Řičanová Š, Koshev Y, Řičan O, Ćosić N, Ćirović D, Sedláček F, Bryja J (2013) Multilocus phylogeography of the European ground squirrel: cryptic interglacial refugia of continental climate in Europe. *Molecular Ecology* 22:4256-4269.
232. Rivers M C, Bachman S P, Meagher T R, Lughadha E N, Brummitt N A (2010) Subpopulations locations and fragmentation: applying IUCN red list criteria to herbarium specimen data. *Biodiversity and Conservation* 19:2071-2085
233. Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson Å, Chapin III F S, Lambin E F, Lenton T M, Scheffer M, Folke C, Schellnhuber H J, Nykvist B, de Wit C A, Hughes T, van der Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder P K, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corell R W, Fabry V J, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P, Foley J A (2009) A safe operating space for humanity. *Nature* 461:472-475 doi:10.1038/461472a.
234. Rodríguez J P, Keith D A, Rodríguez-Clark K M, Murray N J, Nicholson E, Regan T J, Miller R M, Barrow E G, Bland L M, Boe K, Brooks T M, Oliveira-Miranda M A, Spalding M, Wit P (2015) A practical guide to the application of the IUCN Red List of Ecosystems criteria *Philosophical Transactions Royal Society B* 370(1662):20140003.
235. Rowe K C, Rowe K M, Tingley M W, Koo M S, Patton J L, Conroy C J, Perrine D J, Beissinger S R,
236. Ružić A (1950) Prilog poznavanja ekologije *Citellus citellus* L. Zbornik Radova Instituta za ekologiju i biogeografiju SAN 97-140.

237. Ružić A (1979) Decreasing number of *Citellus citellus* L populations in Yugoslavia in the period 1947 to 1979 *Ekologija* 14:185-194.
238. Saker GAP (2014) Saker falcon (*Falco cherrug*) *Global Action Plan 2014 (including the management and monitoring system to conserve the species)*. The Coordinating Unit of the Memorandum of Understanding on the Conservation of Migratory Birds of Prey in Africa and Eurasia.
239. Sarić M (1986) Flora SR Srbije X Srpska Akademija nauka i umetnosti Odeljenje prirodno-matematičkih nauka Beograd.
240. Scherr S J, McNeely J A (2008) Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of “ecoagriculture” landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363:477-494.
241. Schoener T W (1989) Food webs from the small to the large: the Robert H. MacArthur Award Lecture. *Ecology* 70(6):1559-1589.
242. Schooley R L, Branch, L C (2011) Habitat quality of source patches and connectivity in fragmented landscapes. *Biodiversity and Conservation* 20(8):1611-1623.
243. Schulte L A, Mitchell R J, Hunter Jr M L, Franklin J F, McIntyre R K, Palik B J (2006) Evaluating the conceptual tools for forest biodiversity conservation and their implementation in the US. *Forest Ecology and Management* 232(1-3):1-11.
244. Schulte-Hostedde A I, Zinner B, Millar J S, Hickling G J (2005) Restitution of mass–size residuals: validating body condition indices. *Ecology* 86:155-163.
245. Scott J M, Heglund P J, Haufler J B, Morrison M, Raphael M G, Wall W B, Samson F B (2002) *Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale*. Island Press Washington DC ISBN 1-55963-787-0 pp 868.
246. SDG Cilj 13 Akcija za Klimu. UN Sustainable Development Knowledge Platform The SDGs:

- <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>. Retrieved 20 August 2018.
247. Seabloom E W, Bjørnstad O N, Bolker B M, Reichman O J (2005) Spatial signature of environmental heterogeneity dispersal and competition in successional grasslands. *Ecological monographs* 75(2):199-214.
248. ŠeffEROVÁ S V, Janák M, Ripka J (2008) *Management of Natura 2000 habitats. 1530 Pannonic salt steppes and salt marshes*. European Commission.
249. Shackelford N, Hobbs J R, Burgar J M, Erickson T E, Fontaine J B, Laliberté E, Ramalho C E, Michael P P, Standish R J (2013) Primed for Change: Developing Ecological Restoration for the 21st Century. *Restoration Ecology* 21:297-304.
250. Simmons A D, Thomas C D (2004) Changes in dispersal during species' range expansions. *American Naturalist* 164: 378–395.
251. Službeni glasnik Republike Srbije. Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva 5/2010,35/2010 i 47/2011.
252. Službeni glasnik Republike Srbije. Prostorni plan Republike Srbije 88/2010.
253. Službeni glasnik Republike Srbije. Uredba o ekološkoj mreži 102/2010.
254. Službeni list AP Vojvodine. Regionalni prostorni plan APV 22/2011.
255. Smallwood K S (2001) Linking habitat restoration to meaningful units of animal demography. *Restoration Ecology* 9(3):253-261.
256. Soberón J (2007). Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecological letters* 10(12):1115-1123.
257. Soberón J, Nakamura M (2009) Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106:19644-19650.

258. Sozio G, Mortelliti A (2016) Empirical evaluation of the strength of interspecific competition in shaping small mammal communities in fragmented landscapes. *Landscape Ecology* 31(4):775-789.
259. SRP- Slano Kopovo Pokrajinski Zavod za zaštitu prirode. Specijalni rezervat prirode "Slano Kopovo" – predlog za stavljanje pod zaštitu kao zaštićenog područja I kategorije. 1999.
260. SRP-Okanj Bara Pokrajinski Zavod za zaštitu prirode. Specijalni rezervat prirode "Okanj bara" – predlog za stavljanje pod zaštitu kao zaštićenog područja I kategorije 2011.
261. Staniczenko P P, Sivasubramaniam P, Suttle K B, Pearson R G (2017) Linking macroecology and community ecology: refining predictions of species distributions using biotic interaction networks. *Ecological Letters* 20:693-707.
262. Steffen W, Crutzen P J, McNeill J R (2007) The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8):614-622.
263. Steffen W, Persson Å, Deutsch L, Zalasiewicz J, Williams M, Richardson K, Crumley C, Crutzen P, Folke C, Gordon L, Molina M, Ramanathan V, Rockström J, Scheffer M, Schellnhuber H J, Svedin U (2011) The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 40(7):739.
264. Stevanović V (2012) Flora Srbije 2 Drugo dopunjeno i prerađeno izdanje Srpska Akademija nauka i umetnosti Odeljenje hemijskih i bioloških nauka Odbor za floru i vegetaciju Srbije Beograd.
265. Stewart J R, Lister A M, Barnes I, Dalén L (2010) Refugia revisited: individualistic responses of species in space and time. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277:661-671.
266. Stirnemann I, Mortelliti A, Gibbons P, Lindenmayer D B (2015) Correction: Fine-Scale Habitat Heterogeneity Influences Occupancy in Terrestrial Mammals in a Temperate Region of Australia. *Plos One* 10(10).

267. Stojilkovic S S, Živadinović D, Hegediš A, Marjanović M (2005) Radoslav K. Andjus (1926–2003) A Brief Summary of His Life and Work. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1048(1):1-9.
268. Stork N (2010) Re-assessing current extinction rates. *Biodiversity and Conservation* 19:357-371.
269. Strijkstra A M, Hut R, Millesi E (2006) Hibernation energetics in European susliks: negative effects of global warming. 1st European Ground Squirrel Meeting 2006 Felsotarkany Hungary.
270. Szabados K, Bošnjak T, Kiš A, Dragaš K (2012) Potrebe i mogućnosti revitalizacije vlažnih staništa Vojvoine. Konferencija o zaštiti prirode Pokrajinski zavod za zaštitu prirode Novi Sad 2012.
271. Termorshuizen J W, Opdam P (2009) Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology* 24(8):1037-1052.
272. Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann M C, Schwager M, Jeltsch F (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31(1):79-92.
273. Tilman, D. and Lehman C. (2001) Human-Caused Environmental Change: Impacts on Plant Diversity and Evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* 98:5433-5440. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.091093198>.
274. Török P, Valkó O, Deák B, Kelemen A, Tóth E, Tóthmérész B (2016) Managing for species composition or diversity? Pastoral and free grazing systems in alkali steppes. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 234:23-30.
275. Tournant P, Afonso E, Roué S, Giraudoux P, Foltête J C (2013) Evaluating the effect of habitat connectivity on the distribution of lesser horseshoe bat maternity roosts using landscape graphs. *Biological Conservation* 164:39-49.

276. Turner M G (2005) Landscape ecology: what is the state of the science? *Annual review of ecology evolution and systematics* 319-344.
277. Turrini T A, Brenner M, Millesi E, Hoffmann I E (2008) Home ranges of European Ground Squirrels (*Spermophilus citellus*) in two habitats exposed to different degrees of human impact. *Lynx* 39:323- 332.
278. Tutin T G (1993) *Flora Europaea* Cambridge Cambridge University Press.
279. UN SDG (2015) *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations – Sustainable Development knowledge platform. Retrieved 23 August 2015.
280. Váczi O (2005) *The effects of abiotic environmental factors on spatio-temporal activity pattern of the European ground squirrel (Spermophilus citellus)*. PhD thesis Eötvös Loránd University Budapest.
281. Váczi O, Koósz B, Altbäcker V (2006) Modified ambient temperature perception affects daily activity patterns in the European ground squirrel (*Spermophilus citellus*). *Journal of Mammalogy* 87:54-59.
282. Van der Sluis G T, Gosselink J M J, Slim P A, Verhagen A, van Keulen H (2009) Restoration of degraded steppe land – opportunities for Lugansk Oblast Eastern Ukraine Wageningen Alterra Alterra report 1935. p 62.
283. Van der Sluis T B, Pedrolì H B, G Corridore (2003) *Ecological networks a challenge for territorial planning – the case of region Abruzzo Italy* Proceedings of Ecosystems and sustainable development ECOSUD vol I Siena Italy EdETiezzi CA Brebbia & J-L Uso pp 66-79 Wessex Institute of Technology Southampton UK.
284. Van der Sluis T J, Romanowski J, Matuszkiewicz I, Bouwma M (2005) *Comparison of scenarios for the Vistula River Poland* In: Sun-Kee Hong Nobukazu Nakagoshi Bojie Fu and Zukihifo Morimoto Springer Press Landscape Ecological Application in Man-Influenced Areas Linking Man and Nature Systems Chapter 25 pp 417-433.

285. Van Teeffelen A J, Vos C C, Jochem R, Baveco J M, Meeuwse H, Hilbers J P (2015) Is green infrastructure an effective climate adaptation strategy for conserving biodiversity? A case study with the great crested newt. *Landscape Ecology* 30(5):937-954.
286. Varela S, Anderson R P, García-Valdés R, Fernández-González F (2014) Environmental filters reduce the effects of sampling bias and improve predictions of ecological niche models. *Ecography* 37(11):1084-1091.
287. Vasin Jovica, Milivoj M, Belić Nešić Lj, Ninkov J, Zeremski T (2010) Influence of physical properties of saline soils in Vojvodina at biomass production. *Savremena poljoprivredna tehnika* 36(3):220-227.
288. Vasudev D, Fletcher R J, Goswami V R, Krishnadas M (2015) From dispersal constraints to landscape connectivity: lessons from species distribution modeling. *Ecography* 38:967-978.
289. Verboom J, Foppen R, Chardon P, Opdam P, Luttikhuisen P (2001) Introducing the key patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. *Biological Conservation* 100:89-101.
290. Verboom J, Pouwels R (2004) *Ecological functioning of ecological networks: a species perspective*. In: Jongman RHG, Pungetti G (eds) *Ecological networks and greenways: concept design implementation*. Cambridge University Press Cambridge UK pp 65–72.
291. Verboom J, Schippers P, Cormont A, Sterk M Vos C C, Opdam P F (2010) Population dynamics under increasing environmental variability: implications of climate change for ecological network design criteria *Landscape Ecology* 25(8):1289-1298.
292. Vos C C, van der Hoek D C, Vonk M (2010) Spatial planning of a climate adaptation zone for wetland ecosystems. *Landscape ecology* 25(10):1465-1477.

293. Vos C C, Verboom J, Opdam P F, Ter Braak C J (2001) Toward ecologically scaled landscape indices *The American Naturalist* 157(1):24-41.
294. Vos CC, Berry P, Opdam P, Baveco H, Nijhof B, O’Hanley J, Bell C, Kuipers H (2008) Adapting landscapes to climate change: examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. *Journal of Applied Ecology* 45:1722–1731.
295. Vujić A, Radenković S, Nikolić T, Radišić D, Trifunov S, Andrić A, Markov Z, Jovičić S, Mudri-Stojčić S, Janković M, Lugonja P (2016) Prime Hoverfly (Insecta: Diptera: Syrphidae) areas (PHA) as a conservation tool in Serbia. *Biological Conservation* 198:22-32.
296. Vuković A, Vujadinović M, Rendulić S, Djurdjević V, Ruml M, Babić V, Popović, D (2018) Global warming impact on climate change in Serbia for the period 1961-2100. *Thermal Science* 22(6):2267-80.
297. Wang X, Blanchet FG, Koper N (2014) Measuring habitat fragmentation: an evaluation of landscape pattern metrics. *Methods in Ecology and Evolution* 5:634-646.
298. Warren D L, Seifert S N (2011) Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria *Ecological Application* 21:335–342.
299. Wiegand T, Moloney K A, Naves J, Knauer F (1999) Finding the missing link between landscape structure and population dynamics: a spatially explicit perspective. *The American Naturalist* 154(6):605-627.
300. Wiegand T, Revilla E, Moloney K A (2005) Effects of habitat loss and fragmentation on population dynamics. *Conservation Biology* 19(1):108-121.
301. Wilson M C, Chen X Y, Corlett R T, Didham R K, Ding P, Holt R D, Holyoak M, Hu G, Hughes A C, Jiang L, Liu J, Pimm L S, Robinson K S, Russo E S, Si X, Wilcove S D, Wu J, Yu M, Laurance W F (2016)

- Habitat fragmentation and biodiversity conservation: key findings and future challenges. *Landscape Ecology* 31:219-227.
302. Wolff S, Schrammeijer E A, Schulp C J, Verburg P H (2018) Meeting global land restoration and protection targets: What would the world look like in 2050? *Global Environmental Change* 52:259-272.
303. Ye X, Skidmore A K, Wang T (2013) Within-patch habitat quality determines the resilience of specialist species in fragmented landscapes. *Landscape ecology* 28(1):135-147.
304. Zaharia G, Petrencu L, Baltag EŞ (2016) Site selection of European ground squirrels (*Spermophilus citellus*) in Eastern Romania and how they are influenced by climate, relief, and vegetation. *Turkish Journal of Zoology* 40:917-924.
305. Zeller K A, McGarigal K, Beier P, Cushman S A, Vickers T W, Boyce W M (2014) Sensitivity of landscape resistance estimates based on point selection functions to scale and behavioral state: pumas as a case study. *Landscape Ecology* 29(3):541-557.
306. Zeller K A, McGarigal K, Whiteley A R (2012) Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology* 27(6):777-797.
307. Živković V, Nejgebauer V, Tanasijević Đ, Miljković N, Stojković L, Drezgić P (1972): Zemljišta Vojvodine Institut za poljoprivredna istraživanja Novi Sad.

LISTA PRILOGA

Prilog 1 Ekološka niša u prostoru i vremenu

S Tabela 1.1 Klimatske varijable iz WorldClim baze podataka

BIO1, mp26_45_85_bi501/50/70	Srednja godišnja temperatura
BIO2, mp26_45_85_bi502/50/70	Srednja mesečna temperatura (dnevni opseg)
BIO5, mp26_45_85_bi505/50/70	Maksimalna temperatura najtoplijeg perioda
BIO6, mp26_45_85_bi506/50/70	Minimalna temperatura najhladnijeg perioda
BIO8, mp26_45_85_bi508/50/70	Srednja temperatura kvartala sa najvećom količinom padavina
BIO9, mp26_45_85_bi509/50/70	Srednja temperatura kvartala sa najmanjom količinom padavina
BIO10, mp26_45_85_bi5010/50/70	Srednja temperatura najtoplijeg kvartala
BIO11, mp26_45_85_bi5011/50/70	Srednja temperatura najhladnijeg kvartala
BIO12, mp26_45_85_bi5012/50/70	Godišnja količina padavina
BIO13, mp26_45_85_bi5013/50/70	Precipitacija u mesecu sa najvećom količinom padavina
BIO16, mp26_45_85_bi5016/50/70	Precipitacija kvartala sa najvećom količinom padavina
BIO18, mp26_45_85_bi5018/50/70	Količina padavina u toku najtoplijeg kvartala
BIO19, mp26_45_85_bi5019/50/70	Količina padavina u toku najhladnijeg kvartala

Prilog 2 Ekološka niša u prostoru i vremenu

S Tabela 2.1 Prikaz procenata otvorenih travnatih stanštima (OTS) u modelu trenutne distribucije (TD) niše, budućim projekcijama po rcp26. Rcp45 i rcp85 i prosečnim budućim projekcijama za sva tri prostorna scenarija u oba analizirana perioda.

Rezultat Modela	Procenat
Binarni TD	25.72
Binarni rcp26 2050	29.94
Binarni rcp26 2050E	28.27
Binarni rcp26 2050S	29.33
Binarni rcp26 2070	30.54
Binarni rcp26 2070E	26.48
Binarni rcp26 2070S	29.88
Binarni rcp45 2050	33.49
Binarni rcp45 2050E	29.62
Binarni rcp45 2050S	29.33
Binarni rcp45 2070	31.43
Binarni rcp45 2070E	27.36
Binarni rcp45 2070S	30.68
Binarni rcp85 2050	32.31
Binarni rcp85 2050E	28.45
Binarni rcp85 2050S	31.50
Binarni rcp85 2070	32.29
Binarni rcp85 2070E	28.66
Binarni rcp85 2070S	31.67
Prosečno JoF 2050	32.07
Prosečno JoE 2050	30.71
Prosečno JoS 2050	31.47
Prosečno JoF 2070	32.08
Prosečno JoE 2070	27.49
Prosečno J S2070	31.34

S. Tabela 2.2 Prikaz vrednosti klimatskih promenljivih za budućnost unutar projektovanih budućih optimalnih uslova za tekunicu.

Rezultat Modela	Bio2	Bio5	Bio10	Bio13	Bio18	Bio19
povoljno rcp26 2050	9.46	28.95	22.06	70.90	161.99	127.35
povoljno rcp26 2050E	9.46	28.95	22.06	70.90	162.00	127.28
povoljno rcp26 2050S	9.45	28.95	22.06	70.89	161.96	127.40
povoljno rcp26 2070	9.65	29.30	22.19	65.70	157.27	131.42
povoljno rcp26 2070E	9.70	29.36	22.20	65.62	157.38	132.09
povoljno rcp26 2070S	9.65	29.30	22.19	65.72	157.29	131.48
povoljno rcp45 2050	9.50	30.09	22.94	70.16	148.05	120.59
povoljno rcp45 2050E	9.50	30.10	22.94	70.13	148.02	120.54
povoljno rcp45 2050S	9.49	30.09	22.94	70.17	148.05	120.65
povoljno rcp45 2070	9.58	30.35	22.99	65.87	142.37	130.15
povoljno rcp45 2070E	9.62	30.40	23.00	65.84	142.69	130.69
povoljno rcp45 2070S	9.58	30.35	22.99	65.91	142.35	130.23
povoljno rcp85 2050	9.62	31.21	23.80	61.18	131.57	132.13
povoljno rcp85 2050E	9.62	31.22	23.80	61.12	131.46	132.07
povoljno rcp85 2050S	9.62	31.21	23.80	61.19	131.58	132.20
povoljno rcp85 2070	9.71	32.84	25.00	62.56	117.36	132.49
povoljno rcp85 2070E	9.75	32.91	25.02	62.50	117.53	133.08
povoljno rcp85 2070S	9.70	32.84	25.00	62.61	117.35	132.55
prosečno JoF 2050	9.52	30.09	22.66	67.41	147.21	126.69
prosečno JoE 2050	9.53	30.09	22.93	67.38	147.15	126.62
prosečno JoS 2050	9.52	30.08	22.93	67.41	147.19	126.74
prosečno JoF 2070	9.65	30.83	22.39	64.71	138.99	131.3
prosečno JoE 2070	9.69	30.89	23.41	64.65	139.21	131.95
prosečno JoS 2070	9.64	30.83	23.39	64.75	138.99	131.41

Prilog 3 Populacija u prostoru i vremenu

S Tabela 3.1 Prikaz koeficijenata odabranog populacionog (GLM) i individualnog (GLMM) top modela demografskih osobina za svaku promenljivu kako bi se video pojedinačni značaj u predviđanju veličine populacije i kondiciona stanja individua na staništima srednjeg Banata u Vojvodini.

	Procena	Std greš.	Podeš. std. greš.	Z	$p(> z)$	
Populacioni nivo GLM						
(Intercept)	-0.3879697	0.879718	0.8857399	0.438	0.66137	ns
Kapacitet staništa	0.0050159	0.000923	0.00093	5.393	1.00E-07	***
% Travnjaka	0.0043888	0.002051	0.0020654	2.125	0.03359	*
% Kultura	1.5547895	0.347607	0.3499865	4.442	8.90E-06	***
NDVI	0.4005007	1.235111	1.2435669	0.322	0.74741	ns
AWEI	-0.5163714	0.185564	0.1868347	2.764	0.00571	**
Individualni nivo GLMM						
(Intercept)	-0.8615	0.2519	0.2534	3.399	0.000675	***
NDVI	1.1398	0.3082	0.3103	3.673	0.000239	***

* $p < .05$, ** $p < .001$, *** $p < .000$, ns- nije signifikantno; Std. greš.-standardna greška; Podeš. Std. greš. Podešena standardna greška.

Prilog 4 Ekološki faktori staništa

S Tabela 4.1 Prikupljeni podaci travnatih staništa centralnog Banata. Tabela sadrži 56 plotova (kolone) i 108 vrsta (redovi). Na levoj strani je spisak imena vrsta (skraćena) izlistanih punim imenom u S Tabeli 4.2 sa desne strane. Ove skraćene su korišćene prilikom analize kompozicije i diverziteta vrsta u Poglavlju Ekološki faktori staništa. Abundance vrsta prikazane su po Braun-Blanquet skali.

	312	4	14	11111154253545441	3	42222233313444552322533	49476089322311045823901668013659456531275370764258879421
ChamA	1						
RumeL	2						
RanuL	2						
PapaR	-2						
Viols	-2						
Peuco	-3		-1				
JuncC		-2					
EleoP		-2	-42				
TanaC	-3	-1			-1		
Becke	-4		-2		-1		
Miosa	-1	-2		-1			
RoriA			3				
RoriK	22	-223		-221		-2	
LeucV			-3				
ConsR	-1			-1			
RanuR		-4		-1	-1		
RanuLr	-3	-23	-2	-21	-2	-1	-1
RanuPd			1	-2			
RoriP			-2				
MentP	3	-1	-133	-2122		-3	-3
RumeC	1	-33	1211	-1		-1	-1
HordmG				-42			
CeraD	2		-2	-1		-2	
Ranna				-2			
SalvP				-2			
AlopP	-2	544	344	555	4345	-544	-3
ViciH				-2			
SchoT	1		-11	-3		-2	
ErynC	-1					-1	
MyosM			-2		-3	-1	
Lolip			-2		-33	-4	
LathS				-2			
Oenas				-1			
LotuT	-1					-1	
Agros					-3		
NardS					-4		
Scila					-1		
AgroA					-3		
OrniG					-2		
Alliv	3	-32		-1	-1	-1	-31
TrifP					-3		
LotuA		-2				-3	-1
CapbP	-3			-1	-2	-22	-3
LepiD	-2			-31	-2	-3	-11
Trifr			-2	-2	-44	-2	-1

LimoG	-----33---32322224---42-1-----11--112--
AchiM	-----243--3-2---1-----33-----
AtriL	1-----1-----1-----
TaraO	-----12-----2-----2-----
TrifD	-----4-----4-----3-----2-----
Trifa	23--3-1223332343334255--25544433355--23455--343423222-3--
CeraS	-----222-----43--2222-2-2---233333231-----
BromM	-2-----213--332223344---3422--2-1---1---2-2--
PoaB	-----12-----3--23143332-----21-----
ConVA	-2-----232-----1-----
PoaP	-----1-----3-----
RanuPf	-----2-----
PlanLt	-----2-----
CardN	-1-----2121-----
ViciS	-----4-----4221-----2-----
HordM	-----3-----233-----1-----
ScorC	-----212---1222222--221---11221--33-----11--
InulB	--1-----11-----1-----
ThymM	-----2-----1--2-----
PuccL	-----3-----11---2234--4-----3-----5-32-5-
MediL	-----3--1-2-2-32-2--3-----233-2-32--322---2--
TrifC	-----2-----324-----22---
CrepS	-----12-----23-----2-----1--3-----
PoteR	-----3-----3-----
CynoD	-----3-----3-----4544-----2-----
AchiC	-----2-----1-----3-----1-----
Calys	-----22-----
PlanLn	-1-----223-----1-----
CirsV	-----15-----
PlanSc	-----3-----11-----
PlanM	-----2-----
DaucC	-----2-----
ConoM	-----3-----
GeraM	-----2-----3342--232-----
PoteA	-----2-----2---1-----
LotuC	1-----1-----2-----1-----
CichI	-----1-11-----
FestP	--2-----1-3--4---331-33333333-2455555-3542444355424
AchiP	-----1-----2-----22433-55-3-----1-----
GypsM	-----2---1-2-----2-2-----13--2-----
HordH	-----2---3---35---2-----2-244-2355--12-3122
Galiv	-----4-----3-----
Trifs	-----3-----
CrypA	-----33-4-----
PoteAs	-----2-----3-----
Ranus	-----11-----
MatrC	-----2-23--1133421-----1---4--1554432-
CirsB	-----1-----
AgroR	-----4-----
LathM	-----2-----
BrizM	-----3-----
ArenS	-----1-----
ArteM	-----3-----5-----4--54455
LepiP	-----4-14-----
AsteP	-----21-----
TrifSp	-----3-----
ThymS	-----1-----

sites species
56 102

S Tabela 4. 2 Spisak skraćenica (levo) i punog naziva vrsta (desno) travnatih staništa srednjeg Banata

<i>AlopP</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>
<i>TrifR</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>TrifA</i>	<i>Trifolium angulatum</i>
<i>MediL</i>	<i>Medicago lupulina</i>
<i>MentP</i>	<i>Mentha pulegium</i>
<i>FestP</i>	<i>Festuca pseudovina</i>
<i>HordmG</i>	<i>Hordeum maritimum subsp. gussoneanum</i>
<i>RoriK</i>	<i>Rorippa kernerii</i>
<i>TaraO</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>PuccL</i>	<i>Puccinellia limosa</i>
<i>CeraD</i>	<i>Cerastium dubium</i>
<i>MyosM</i>	<i>Myosurus minimus</i>
<i>PeucO</i>	<i>Peucedanum officinale</i>
<i>RanuLr</i>	<i>Ranunculus laterifolius</i>
<i>RumeC</i>	<i>Rumex crispus</i>
<i>RanuPd</i>	<i>Ranunculus pedatus</i>
<i>AlliV</i>	<i>Allium vineale</i>
<i>RanuR</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>HordM</i>	<i>Hordeum maritimum</i>
<i>MatrC</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>
<i>PoaB</i>	<i>Poa bulbosa</i>
<i>TrifC</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>ScorC</i>	<i>Scorzonera cana</i>
<i>LimoG</i>	<i>Limonium gmelini</i>
<i>CapbP</i>	<i>Capsella bursa pastoris</i>
<i>ArteM</i>	<i>Artemisia maritima</i>
<i>LotuA</i>	<i>Lotus angustissimus</i>
<i>EleoP</i>	<i>Eleocharis palustris</i>
<i>SchoT</i>	<i>Schoenoplectus triqueter</i>
<i>CeraS</i>	<i>Cerastium semidecandrum</i>
<i>RoriA</i>	<i>Rorippa austriaca</i>
<i>HordH</i>	<i>Hordeum hystrix</i>
<i>RannA</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>LoliP</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>LeucV</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>BeckE</i>	<i>Beckmania eruciformis</i>
<i>LepiD</i>	<i>Lepidium draba</i>
<i>AchiM</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>BromM</i>	<i>Bromus mollis</i>
<i>SalvP</i>	<i>Salvia pratensis</i>
<i>ConsR</i>	<i>Consolida regalis</i>
<i>MiosA</i>	<i>Myosotis arvensis</i>
<i>PoaP</i>	<i>Poa pratensis</i>
<i>CrepS</i>	<i>Crepis setosa</i>

<i>ViciS</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>ViciH</i>	<i>Vicia hirsuta</i>
<i>RanuPf</i>	<i>Ranunculus perfoliatum</i>
<i>PlanLt</i>	<i>Plantago latifolius</i>
<i>PoteA</i>	<i>Potentilla argentea</i>
<i>PoteAs</i>	<i>Potentilla anserina</i>
<i>LathM</i>	<i>Lathyrus megalanthus</i>
<i>GaliV</i>	<i>Galium verum</i>
<i>TanaC</i>	<i>Tanacetum corymbosum</i>
<i>ConvA</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>PapaR</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>CardN</i>	<i>Carduus nutans</i>
<i>ErynC</i>	<i>Eryngium campestre</i>
<i>PlanLn</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>ViolaS</i>	<i>Viola.sp.</i>
<i>AchiP</i>	<i>Achillea pannonica</i>
<i>GeraM</i>	<i>Geranium molle</i>
<i>RanuS</i>	<i>Ranunculus sardous</i>
<i>GypsM</i>	<i>Gypsophila muralis</i>
<i>AchiC</i>	<i>Achillea collina</i>
<i>LepiP</i>	<i>Lepidium perfoliatum</i>
<i>TrifD</i>	<i>Trifolium dubium</i>
<i>JuncC</i>	<i>Juncus compressus</i>
<i>CynoD</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>RoriP</i>	<i>Rorippa pyrenaica</i>
<i>ArenS</i>	<i>Arenaria serpyllifolia</i>
<i>OenaS</i>	<i>Oenanthe silaifolia</i>
<i>TrifP</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>LathS</i>	<i>Lathyrus palustris</i>
<i>PlanSc</i>	<i>Plantago schwarzenbergiana</i>
<i>AgroS</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>
<i>NardS</i>	<i>Nardus stricta</i>
<i>ThymM</i>	<i>Thymus marschallianus</i>
<i>Scila</i>	<i>Scilla autumnalis</i>
<i>AgroA</i>	<i>Agrostis alba</i>
<i>OrniG</i>	<i>Ornithogalum gussonei</i>
<i>CrypA</i>	<i>Crypsis aculeate</i>
<i>CichI</i>	<i>Cichorium intybus</i>
<i>TrifS</i>	<i>Trifolium striatum</i>
<i>LotuT</i>	<i>Lotus tenuis</i>
<i>InulB</i>	<i>Inula britannica</i>
<i>LotuC</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>CirsV</i>	<i>Cirsium vulgare</i>
<i>PlanM</i>	<i>Plantago media</i>
<i>DaucC</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>CalyS</i>	<i>Calystegia sepium</i>
<i>ConoM</i>	<i>Conopodium majus</i>
<i>PoteR</i>	<i>Potentilla reptans</i>

<i>BrizM</i>	<i>Briza media</i>
<i>PhraA</i>	<i>Phragmites australis</i>
<i>TrifSp</i>	<i>Trifolium sp.</i>
<i>ThymS</i>	<i>Thymus serpyllum</i>
<i>AsteP</i>	<i>Aster pannonicum</i>
<i>AtriL</i>	<i>Atriplex littoralis</i>
<i>CirsB</i>	<i>Cirsium brachycephalum</i>
<i>AgroR</i>	<i>Agropyron repens</i>
<i>ChamA</i>	<i>Chamerion angustifolium</i>
<i>RumeL</i>	<i>Rumex latifolius</i>
<i>RanuL</i>	<i>Ranunculus latifolius</i>

S Tabela 4.3 Lista oznaka lokaliteta na kojima je uzorkovana vegetacija i zemljište lokalnog koridora

Lokaliteta	ID Lokaliteta	Latitude[m]	Longitude[m]	Elevation [m]	Tekunice
G1-1	1	438097	5042962	74	+
G1-2	2	438526	5042762	74	+
G1-3	3	438798	5042074	73	-
G1-4	4	439823	5041697	73	-
G1-5	5	441061	5042030	74	-
G1-6	6	441359	5042638	73	-
G1-7	7	441419	5043066	73	-
G1-8	8	440554	5043911	73	+
G1-9	9	439818	5044573	74	T
G1-10	10	442067	5044078	73	-
G1-11	11	442479	5045710	75	-
G1-12	12	441915	5046894	74	-
G1-13	13	442171	5047600	74	-
G1-14	14	442218	5048306	75	-
G1-15	15	439955	5049668	74	-
G1-16	16	440625	5049376	75	-
G1-17	17	441372	5049646	75	-
G1-18	18	438003	5049856	74	-
G2-1	19	437596	5042869	75	+
SK 01	20	439524	5050204	75	+
SK 04	21	439558	5050570	74	+
SK 05	22	439473	5050726	74	+
SK 06	23	439396	5050968	73	+
SK 08	24	439323	5051148	74	+
SK 09	25	439276	5051284	73	+
SK 10	26	439189	5051514	73	+

LISTA PRILOGA

SK 11	27	439122	5051379	73	+
SK 12	28	439052	5051051	73	+
SK 21	29	439185	5051008	73	+
sk13	30	437491	5042684	72	-
sk15	31	437461	5042205	72	+
sk16	32	436966	5041593	73	-
sk17	33	437907	5041588	72	-
sk18	34	435714	5052686	72	-
G3-1	35	435956	5052934	73	-
G3-2	36	435526	5052076	73	--
G3-3	37	437491	5042684	72	-
G2-1a	38	437491	5042684	75	-
G2-2	39	437461	5042205	74	-
G2-3	40	436966	5041593	74	+
G2-4	41	437907	5041588	73	+
G2-5	42	435714	5052686	72	-
G2-6	43	435956	5052934	73	-
G2-7	44	435526	5052076	73	-
G4-1	45	445329	5042151	75	+
G4-2	46	444860	5041896	72	+
G4-3	47	443529	5042583	73	-
G4-4	48	442830	5042911	74	-
G4-5	49	442666	5043337	74	-
G4-6	50	442414	5043836	75	-
G4-7	51	442247	5044554	73	-
G4-8	52	442348	5044927	74	-
G4-9	53	442670	5042419	74	-
G4-10	54	443042	5041760	75	-
G4-11	55	443940	5040705	71	+
G4-12	56	444460	5040052	72	+

*+ prisustvo kolonije tekunica; - odsustvo kolonija tekunica.

S. Tabela 4.4 Prikaz apsolutne i relativne vrednosti indeksa bogatstva vrsta na NM lokalitetima

Lokalitet	1	2	21	23	24	27	28
S α	0.3235	0.2941	0.3529	0.4706	0.2059	0.3824	0.1765
S β	2.2334	3.2420	1.7196	1.8150	1.5692	1.9860	0.3782
S γ	2.5569	3.5361	2.0725	2.2856	1.7751	2.3684	0.5547
%S α	-0.0069	-0.0363	0.0225	0.1401	-0.1246	0.0519	-0.1540
%S β	-0.1421	0.8665	-0.6559	-0.5604	-0.8062	-0.3894	-1.9972
%S γ	-0.1490	0.8302	-0.6334	-0.4203	-0.9308	-0.3375	-2.1512
Lokalitet	29	31	32	35	36	37	38
S α	0.3529	0.2647	0.2059	0.3824	0.3529	0.2941	0.1765
S β	2.1424	3.7515	1.3770	1.7538	2.1699	1.1512	0.8615
S γ	2.4954	4.0162	1.5829	2.1362	2.5229	1.4453	1.0380
%S α	0.0225	-0.0657	-0.1246	0.0519	0.0225	-0.0363	-0.1540
%S β	-0.2330	1.3761	-0.9984	-0.6216	-0.2055	-1.2243	-1.5139
%S γ	-0.2105	1.3103	-1.1230	-0.5697	-0.1830	-1.2606	-1.6679
Lokalitet	39	41	45	46	47	48	50
S α	0.2941	0.2941	0.3529	0.1765	0.1471	0.2059	0.2647
S β	1.6105	0.9629	2.2922	0.2907	0.1963	0.3702	0.6841
S γ	1.9047	1.2570	2.6451	0.4672	0.3434	0.5761	0.9489
%S α	-0.0363	-0.0363	0.0225	-0.1540	-0.1834	-0.1246	-0.0657
%S β	-0.7649	-1.4125	-0.0832	-2.0847	-2.1791	-2.0052	-1.6913
%S γ	-0.8012	-1.4488	-0.0607	-2.2387	-2.3625	-2.1298	-1.7570
Lokalitet	53	54	55	56			
S α	0.2353	0.3235	0.2647	0.4118			
S β	1.6846	1.0345	0.8541	2.3285			
S γ	1.9198	1.3581	1.1188	2.7402			
%S α	-0.0952	-0.0069	-0.0657	0.0813			
%S β	-0.6909	-1.3409	-1.5213	-0.0470			
%S γ	-0.7860	-1.3478	-1.5871	0.0343			

*NM-zaštićena područja

S. Tabela 4.5 Prikaz apsolutne i relativne vrednosti Simpsonovog indeksa na NM lokalitetima

Lokalitet	1	2	21	23	24	26	27
D α	-0.0069	-0.0363	0.0225	0.1401	-0.1246	0.1401	0.0519
D β	-0.1421	0.8665	-0.6559	-0.5604	-0.8062	1.7385	-0.3894
D γ	-0.1490	0.8302	-0.6334	-0.4203	-0.9308	1.8787	-0.3375
%D α	0.0060	-0.0026	0.0181	0.0388	-0.0572	0.0429	0.0215
%D β	-0.0020	0.0109	-0.0168	-0.0387	0.0634	-0.0364	-0.0230

%D γ	0.0040	0.0083	0.0012	0.0001	0.0063	0.0065	-0.0014
Lokalitet	28	29	31	32	35	36	37
D α	-0.1540	0.0225	-0.0657	-0.1246	0.0519	0.0225	-0.0363
D β	-1.9972	-0.2330	1.3761	-0.9984	-0.6216	-0.2055	-1.2243
D γ	-2.1512	-0.2105	1.3103	-1.1230	-0.5697	-0.1830	-1.2606
%D α	-0.0878	0.0077	-0.0187	-0.0483	0.0232	0.0256	0.0033
%D β	0.0671	-0.0091	0.0270	0.0487	-0.0291	-0.0174	-0.0122
%D γ	-0.0207	-0.0014	0.0083	0.0003	-0.0059	0.0082	-0.0088
Lokalitet	38	39	41	45	46	47	48
D α	-0.1540	0.0053	-0.0363	0.0225	-0.1540	-0.1834	-0.1246
D β	-1.5139	-0.0053	-1.4125	-0.0832	-2.0847	-2.1791	-2.0052
D γ	-1.6679	0.0000	-1.4488	-0.0607	-2.2387	-2.3625	-2.1298
%D α	-0.0612	-0.0363	-0.0016	0.0205	-0.0593	-0.0906	-0.0375
%D β	0.0491	-0.7649	-0.0064	-0.0124	0.0369	0.0656	0.0204
%D γ	-0.0121	-0.8012	-0.0080	0.0080	-0.0224	-0.0250	-0.0171
Lokalitet	50	53	54	55	56		
D α	-0.0657	-0.0952	-0.0069	-0.0657	0.0813		
D β	-1.6913	-0.6909	-1.3409	-1.5213	-0.0470		
D γ	-1.7570	-0.7860	-1.3478	-1.5871	0.0343		
%D α	-0.0091	-0.0188	0.0082	-0.0118	0.0334		
%D β	-0.0060	0.0247	-0.0167	0.0055	-0.0250		
%D γ	-0.0151	0.0059	-0.0086	-0.0063	0.0083		

*NM-zašticena područja

S. Tabela 4.6 Prikaz apsolutne i relativne vrednosti indeksa bogatstva vrsta na TEC lokalitetima

Lokalitet	4	6	7	8	10	11	12
S α	0.3636	0.2273	0.2273	0.3636	0.4091	0.1818	0.4091
S β	1.3001	0.6523	1.0997	1.0409	1.7816	0.2394	1.6769
S γ	1.6637	0.8796	1.3269	1.4046	2.1907	0.4212	2.0860
%S α	-0.0434	-0.1798	-0.1798	-0.0434	0.0021	-0.2252	0.0021
%S β	-1.2474	-1.8952	-1.4479	-1.5066	-0.7659	-2.3081	-0.8706
%S γ	-1.2908	-2.0750	-1.6276	-1.5500	-0.7639	-2.5333	-0.8686
Lokalitet	17	18	42	43	51	52	
S α	0.3636	0.3636	0.3182	0.4091	0.5000	0.4091	
S β	4.1042	0.6699	2.5947	1.7225	2.3206	2.2994	
S γ	4.4679	1.0335	2.9129	2.1316	2.8206	2.7085	
%S α	-0.0434	-0.0434	-0.0888	0.0021	0.0930	0.0021	
%S β	1.5567	-1.8776	0.0472	-0.8250	-0.2269	-0.2481	
%S γ	1.5133	-1.9210	-0.0417	-0.8229	-0.1339	-0.2460	

S. Tabela 4.7 Prikaz apsolutne i relativne vrednosti Simpsonovog indeksa na TEC lokalitetima

Lokalitet	3	4	5	6	7	8	9
D α	0.8761	0.8609	0.9152	0.7969	0.7904	0.8609	0.8733
D β	0.0769	0.0978	0.0548	0.1409	0.1636	0.0943	0.0785
D γ	0.9531	0.9587	0.9700	0.9378	0.9539	0.9552	0.9518
%D α	0.0095	-0.0057	0.0486	-0.0698	-0.0763	-0.0057	0.0066
%D β	-0.0124	0.0084	-0.0346	0.0515	0.0742	0.0049	-0.0108
%D γ	-0.0030	0.0026	0.0140	-0.0183	-0.0021	-0.0009	-0.0042
Lokalitet	10	11	12	13	14	15	16
D α	0.8769	0.7451	0.8777	0.8822	0.9149	0.8652	0.8982
D β	0.0681	0.1775	0.0819	0.0747	0.0445	0.0880	0.0647
D γ	0.9450	0.9226	0.9597	0.9569	0.9594	0.9532	0.9629
%D α	0.0102	-0.1216	0.0111	0.0156	0.0482	-0.0014	0.0316
%D β	-0.0213	0.0881	-0.0075	-0.0147	-0.0449	-0.0014	-0.0247
%D γ	-0.0110	-0.0334	0.0036	0.0009	0.0033	-0.0028	0.0069
Lokalitet	17	18	19	42	43	44	51
D α	0.8591	0.8715	0.9254	0.8515	0.8809	0.8761	0.9027
D β	0.1259	0.0710	0.0545	0.0982	0.0750	0.0834	0.0661
D γ	0.9850	0.9425	0.9799	0.9497	0.9559	0.9595	0.9688
%D α	-0.0075	0.0049	0.0588	-0.0152	0.0143	0.0095	0.0361
%D β	0.0365	-0.0184	-0.0349	0.0088	-0.0144	-0.0060	-0.0233
%D γ	0.0290	-0.0135	0.0239	-0.0064	-0.0001	0.0035	0.0128
Lokalitet	52						
D α	0.8652						
D β	0.0860						
D γ	0.9511						
%D α	-0.0015						
%D β	-0.0034						
%D γ	-0.0049						

*TEC-teritorija ekološke mreže

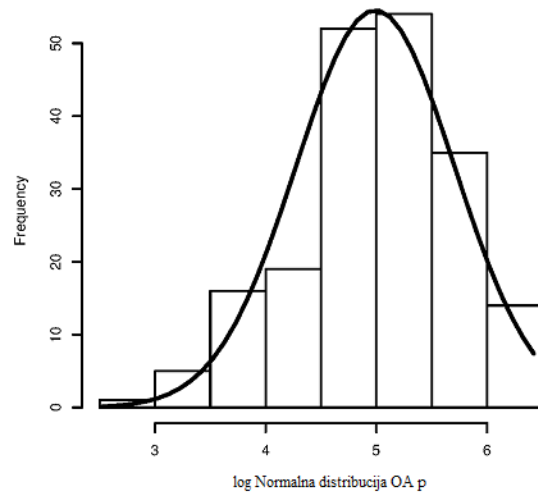
S. Tabela 4.8 Komparativni prikaz Ellenbergovih indikatorskih vrednosti za preference sredinskih uslova biljaka u pozitivnoj i negativnoj korelaciji prve dve ose kanonijske korespondentne analize (CCA).

	F	R	N	S
<i>Crepis setosa</i>	4	7	3	0
<i>Achillea collina</i>	2	7	2	0
<i>Cynodon dactylon</i>	4	x	5	0
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	4	7	x	0
<i>Plantago schwarzenbergiana</i>	-	-	-	-
<i>Cichorium intybus</i>	4	8	5	0
<i>Trifolium striatum</i>	3	2	1	1
<i>Mentha pulegium*</i>	7	7	7	1
<i>Rorippa kernerii</i>	8	8	6	0
<i>Ranunculus laterifolius</i>	-	-	-	-
<i>Cerastium dubium</i>	8	7	5	2
<i>Eleocharis palustris</i>	10	x	?	0
<i>Rorippa austriaca</i>	7	8	8	0
<i>Lathyrus palustris</i>	8	8	3	2
<i>Oenanthe silaifolia</i>	8	7	5	2
<i>Hordeum maritimum</i>	4	7	5	0
<i>Trifolium campestre</i>	4	6	3	0
<i>Scorzonera cana</i>	3	8	2	0
<i>Artemisia maritima</i>	5	x	7	5
<i>Lotus angustissimus</i>	7	8	4	4
<i>Ornithogalum gussonei</i>	3	8	2	1
<i>Lotus corniculatus</i>	4	7	3	0
<i>Briza media</i>	x	x	2	0
<i>Aster pannonicum</i>	-	-	-	-
<i>Peucedanum officinale</i>	4	8	2	0
<i>Myosotis arvensis</i>	5	9	4	0
<i>Poa pratensis</i>	5	x	6	0
<i>Galium verum</i>	4	7	3	0
<i>Tanacetum corymbosum</i>	4	7	4	0
<i>Convolvulus arvensis</i>	4	7	x	0
<i>Eryngium campestre</i>	3	8	3	0

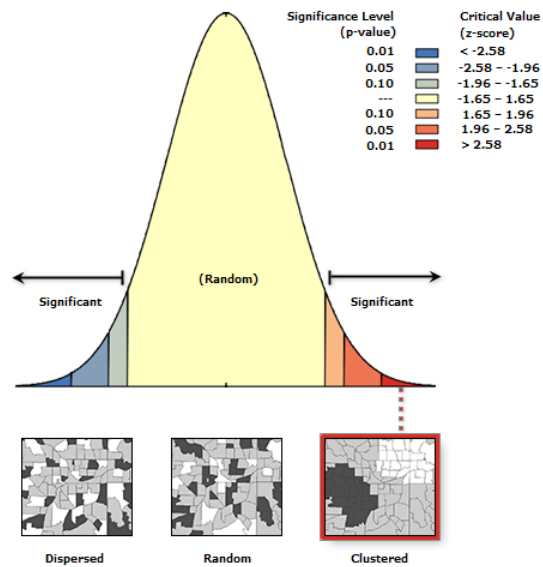
<i>Calystegia sepium</i>	6	7	9	0
<i>Potentilla reptans</i>	6	7	5	0
<i>Carduus nutans</i>	4	8	6	0

F- vlažnost [1-suvo zemljište, 3-odsustvo sa vlažnog zemljišta, 4- navlaženo zemljište, 5- navlaženo zemljište koje se brzo drenira, 7- dobro navlaženo ali ne i vlažno zemljište, 8-10 vlažno zemljište]; R- zemljišni pH [1-kiselozemljište, 5- slabokiselozemljište, 6- blagokiselozemljište do bazno, 7- neutralno do bazno, 8-bazno, 9-ekstremno alkalno]; N- koncentracija azota, hranljivih materija [[1-mala koncentracija, 5- srednja koncentracija, 9-visoke koncentracije] S- salinitet [0-nema,1- nizak salinitet zemljišta, 9- ekstremno slana zemljišta]; x- vrsta je indiferentna na dati abiotički faktor;* biljka pokazivač vlažnosti eng. *moist pointer*.

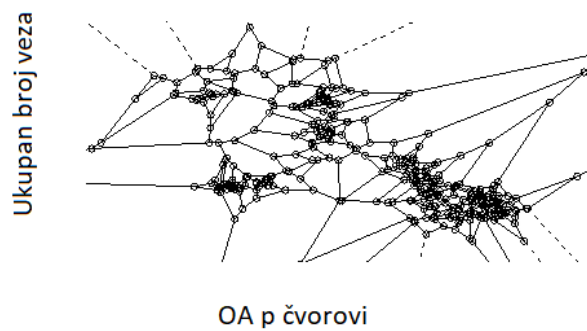
Prilog 5 Obrasci distribucije staništa



S Slika 5.1 Prikaz Normalne distribucije mapiranih stanišnih pečeva (OA p).



S Slika 5.2 Klasterna prostorna distribucija nastanjenih stanišnih pečeva (Occ p).



S Slika 5.3 Klaster ukupnog broja veza stanišnih pečeva u Vojvodini.

Prilog 6 Ekološka mreža staništa

S Tabela 6.1 Prikaz pogodnosti (kvaliteta) mapiranih staništa

ID2	Rezultat	Kvalitet	Region
1	7.25	1	Bačka Z.
2	6.75	0.75	Banat Sr.
3	8.25	1	Banat J.
4	7.5	1	Banat J.
5	6.25	0.75	Srem FG.
6	4	0.5	Bačka S.
7	7.5	1	Banat Sr.
8	6.5	0.75	Banat J.
9	3.5	0.25	Srem FG.
10	6.75	0.75	Bačka S.
11	6.25	0.75	Bačka S.
12	8.25	1	Banat J.
13	4.25	0.5	Banat J.
14	5.25	0.5	Banat J.
15	5.5	0.5	Banat J.
16	7.25	1	Banat J.
17	8.5	1	Banat J.
18	2.25	0.25	Banat J.
19	4.25	0.5	Banat J.
20	4.5	0.5	Banat J.
21	8.25	1	Srem FG.
22	8.25	1	Banat J.
24	7.75	1	Banat J.
30	8.5	1	Banat Sr.
31	6.25	0.75	Banat Sr.
32	6.25	0.75	Banat Sr.
33	7.5	1	Banat J.
37	5.5	0.5	Banat J.
40	6	0.75	Banat J.
41	6	0.75	Banat J.
42	6.5	0.75	Banat J.
43	6.5	0.75	Banat J.
44	4.75	0.5	Banat S.

45	4.75	0.5	Banat S.
46	6	0.5	Banat S.
47	8.5	1	Banat Sr.
48	7.25	1	Banat Sr.
49	8.5	1	Banat J.
50	8.25	1	Banat J.
51	7.25	0.75	Banat Sr.
52	8.5	1	Srem FG.
53	3.25	0.25	Srem FG.
54	5.25	0.5	Banat Sr.
55	5.5	0.5	Banat Sr.
56	6	0.75	Banat Sr.
57	5.5	0.5	Srem FG.
58	6.75	0.75	Bačka J.
59	7.5	0.75	Banat J.
60	5.5	0.5	Srem FG.
61	7.5	1	Srem FG.
62	6.5	0.75	Banat Sr.
63	6.25	0.75	Banat Sr.
64	6.75	0.75	Banat Sr.
65	6.25	0.75	Banat Sr.
66	5.25	0.5	Banat S.
67	4.25	0.5	Banat S.
68	4.25	0.5	Banat S.
69	6.25	0.75	Bačka J.
70	4.5	0.5	Banat J.
72	3.14	0.25	Srem FG
73	6.25	0.75	Srem FG
74	7.75	1	Srem FG
75	4.5	0.5	Srem FG
76	8.25	1	Banat Sr.
77	7.75	1	Banat Sr.
78	5.25	0.5	Banat Sr.
79	6.5	0.75	Banat Sr.
80	7.5	1	Banat Sr.
81	8.5	1	Banat J.
82	7.75	1	Banat Sr.
83	6.5	0.75	Bačka S.

84	7.5	1	Banat J.
85	7.25	1	Banat J.
86	7.5	1	Banat J.
87	8.5	1	Banat J.
88	7.25	1	Banat J.
89	5.25	0.5	Banat J.
90	6.5	0.75	Banat J.
91	6.75	0.75	Banat J.
92	8.25	1	Banat J.
93	7.25	1	Banat J.
94	5.25	0.5	Banat J.
95	5.5	0.5	Srem FG.
96	5.25	0.5	Banat J.
97	5.25	0.5	Banat J.
98	8.75	1	Banat J.
99	6.75	0.75	Banat J.
100	8.5	1	Banat S.
101	7.5	1	Banat J.
102	8.5	1	Srem FG.
103	7.25	0.75	Srem FG.
104	7.5	1	Srem FG.
105	7.5	1	Srem FG.
106	6.5	0.75	Banat J.
107	7.25	1	Banat Sr.
108	7.25	1	Srem FG.
109	7.5	1	Srem FG.
110	7.25	1	Srem FG.
111	7.25	1	Srem FG.
112	6.75	0.75	Banat Sr.
113	6.5	0.75	Banat Sr.
114	8.25	1	Bačka S.
115	7.75	1	Banat S.
116	6.25	0.75	Banat J.
117	5.75	0.75	Banat J.
118	7.25	1	Bačka J.
119	7.25	1	Bačka J.
121	6.25	0.75	Banat J.
122	6.25	0.75	Banat J.

123	6.25	0.75	Banat J.
124	4.25	0.5	Banat J.
125	8.25	1	Banat J.
126	8.25	1	Banat J.
127	5.25	0.5	Banat J.
128	8.75	1	Banat J.
129	6.75	0.75	Bačka J.
130	5.25	0.5	Banat J.
131	5.5	0.5	Bačka S.
132	3.75	0.25	Bačka S.
133	1.25	0	Bačka S.
134	-2	0	Bačka S.
135	4.5	0.5	Bačka S.
136	3.5	0.25	Bačka S.
137	3.25	0.25	Bačka S.
138	3.25	0.25	Bačka S.
139	1.75	0	Bačka S.
140	3.5	0.25	Bačka Z.
141	4.25	0.5	Bačka Z.
142	4.25	0.5	Bačka S.
143	5.25	0.5	Bačka Z.
144	3.25	0.25	Bačka Z.
145	3.25	0.25	Bačka Z.
146	0	0	Banat Sr.
147	6.25	0.75	Banat Sr.
148	7.25	0.75	Banat Sr.
149	6.25	0.75	Banat Sr.
150	7.25	0.75	Banat Sr.
151	7.25	0.75	Banat Sr.
152	7.5	0.75	Banat Sr.
153	7.5	0.75	Banat Sr.
154	5.25	0.5	Banat Sr.
155	8.5	1	Banat Sr.
156	3.5	0.25	Banat Sr.
157	5.25	0.5	Banat Sr.
158	5.25	0.5	Banat Sr.
159	4.25	0.5	Banat J.
160	4.75	0.5	Banat J.

161	6.25	0.75	Banat J.
162	5.25	0.5	Banat J.
163	5.5	0.5	Banat J.
164	6.25	0.75	Banat J.
165	6.25	0.75	Banat J.
166	5.5	0.5	Banat J.
167	5.25	0.5	Banat S.
168	4	0.5	Banat S.
169	7.25	1	Banat S.
170	6.25	0.75	Banat S.
171	3.25	0.25	Banat S.
172	6.25	0.75	Srem
173	5.5	0.75	Srem FG.
174	4.25	0.5	Srem FG.
175	2.25	0.25	Srem FG.
176	8.5	1	Srem FG.
177	7.25	1	Srem FG.
178	7.25	1	Banat J.
179	3.25	0.25	Banat J.
181	6.25	0.75	Banat J.
182	6.5	0.75	Banat J.
183	5.25	0.5	Banat J.
184	8.25	1	Banat J.
185	6.25	0.75	Banat J.
186	8.25	1	Banat J.
187	6.25	0.75	Banat J.
188	8.25	1	Banat J.
189	6.25	0.75	Banat J.
190	6.5	0.75	Banat J.
191	6.25	0.75	Banat J.
192	8.25	1	Banat J.
193	8.25	1	Banat J.
194	8.75	1	Banat J.
195	7.25	1	Banat J.
196	8.25	1	Banat J.
197	7.25	0.75	Banat J.
198	8.25	1	Banat J.
199	7.25	0.75	Banat J.

200	7.25	0.75	Banat J.
201	7.75	0.75	Banat J.
202	7.25	0.75	Banat J.
203	4.25	0.5	Banat J.
204	6.25	0.75	Banat J.
205	3.5	0.25	Banat J.
206	3.25	0.25	Banat J.
207	3.5	0.25	Banat J.
208	6.25	0.75	Banat J.
209	6.5	0.75	Banat J.

* S-severni; Z- zapadni; J-južni; Sr.- srednji; FG- Fruška gora

S Tabela 6.2 Prikaz kapaciteta pojedinačnih mreža (15) staništa tekunice u
Vojvodini

ID2	Occ p i Abon p	Ključni peš(površina*kvalitet*gustina)	Ključni pečevi mreže_D5000	RU_D5000	Mreža_5000_IDbroj
205	0	0	0	30	Distance_5000_1
206	0	0	0	30	Distance_5000_1
207	0	0	0	30	Distance_5000_1
208	0	0	0	30	Distance_5000_1
209	0	0	0	30	Distance_5000_1
142	0	0	0	1	Distance_5000_10
1	1	0	0	6	Distance_5000_11
66	1	0	0	7	Distance_5000_12
67	1	0	0	7	Distance_5000_12
68	1	0	0	7	Distance_5000_12
100	1	0	1	262	Distance_5000_13
115	1	1	1	262	Distance_5000_13
169	0	0	1	262	Distance_5000_13
6	1	0	0	73	Distance_5000_14
10	1	0	0	73	Distance_5000_14
11	1	0	0	73	Distance_5000_14
167	0	0	0	9	Distance_5000_15
168	0	0	0	9	Distance_5000_15
5	1	0	2	672	Distance_5000_2
9	1	0	2	672	Distance_5000_2
21	1	1	2	672	Distance_5000_2
52	1	0	2	672	Distance_5000_2
53	1	0	2	672	Distance_5000_2
57	1	0	2	672	Distance_5000_2
60	1	0	2	672	Distance_5000_2
61	1	0	2	672	Distance_5000_2

72	1	0	2	672	Distance_5000_2
73	1	0	2	672	Distance_5000_2
74	1	0	2	672	Distance_5000_2
75	1	0	2	672	Distance_5000_2
95	1	0	2	672	Distance_5000_2
102	1	1	2	672	Distance_5000_2
103	1	0	2	672	Distance_5000_2
104	1	0	2	672	Distance_5000_2
105	1	0	2	672	Distance_5000_2
108	1	0	2	672	Distance_5000_2
109	1	0	2	672	Distance_5000_2
110	1	0	2	672	Distance_5000_2
111	1	0	2	672	Distance_5000_2
172	0	0	2	672	Distance_5000_2
173	0	0	2	672	Distance_5000_2
174	0	0	2	672	Distance_5000_2
175	0	0	2	672	Distance_5000_2
176	0	0	2	672	Distance_5000_2
177	0	0	2	672	Distance_5000_2
146	0	0	0	0	Distance_5000_3
58	1	1	1	235	Distance_5000_4
69	1	0	1	235	Distance_5000_4
118	1	0	1	235	Distance_5000_4
119	1	0	1	235	Distance_5000_4
129	1	0	1	235	Distance_5000_4
3	1	0	15	5006	Distance_5000_5
4	1	1	15	5006	Distance_5000_5
8	1	0	15	5006	Distance_5000_5
12	1	0	15	5006	Distance_5000_5
13	1	0	15	5006	Distance_5000_5
14	1	1	15	5006	Distance_5000_5
15	1	1	15	5006	Distance_5000_5
16	1	0	15	5006	Distance_5000_5
17	1	0	15	5006	Distance_5000_5
18	1	0	15	5006	Distance_5000_5
19	1	0	15	5006	Distance_5000_5
20	1	0	15	5006	Distance_5000_5
22	1	0	15	5006	Distance_5000_5
24	1	1	15	5006	Distance_5000_5
33	1	1	15	5006	Distance_5000_5

37	1	1	15	5006	Distance_5000_5
40	1	1	15	5006	Distance_5000_5
41	1	0	15	5006	Distance_5000_5
42	1	0	15	5006	Distance_5000_5
43	1	0	15	5006	Distance_5000_5
44	1	0	15	5006	Distance_5000_5
45	1	0	15	5006	Distance_5000_5
46	1	0	15	5006	Distance_5000_5
47	1	0	15	5006	Distance_5000_5
48	1	1	15	5006	Distance_5000_5
49	1	1	15	5006	Distance_5000_5
50	1	0	15	5006	Distance_5000_5
51	1	0	15	5006	Distance_5000_5
59	1	1	15	5006	Distance_5000_5
70	1	0	15	5006	Distance_5000_5
81	1	0	15	5006	Distance_5000_5
84	1	0	15	5006	Distance_5000_5
85	1	0	15	5006	Distance_5000_5
86	1	0	15	5006	Distance_5000_5
87	1	0	15	5006	Distance_5000_5
88	1	0	15	5006	Distance_5000_5
89	1	0	15	5006	Distance_5000_5
90	1	1	15	5006	Distance_5000_5
91	1	1	15	5006	Distance_5000_5
92	1	0	15	5006	Distance_5000_5
93	1	0	15	5006	Distance_5000_5
94	1	0	15	5006	Distance_5000_5
96	1	0	15	5006	Distance_5000_5
97	1	0	15	5006	Distance_5000_5
98	1	0	15	5006	Distance_5000_5
99	1	0	15	5006	Distance_5000_5
101	1	1	15	5006	Distance_5000_5
106	1	1	15	5006	Distance_5000_5
116	1	0	15	5006	Distance_5000_5
117	1	0	15	5006	Distance_5000_5
121	1	0	15	5006	Distance_5000_5
122	1	0	15	5006	Distance_5000_5
123	1	0	15	5006	Distance_5000_5
124	1	0	15	5006	Distance_5000_5
125	1	0	15	5006	Distance_5000_5

126	1	0	15	5006	Distance_5000_5
127	1	0	15	5006	Distance_5000_5
128	1	0	15	5006	Distance_5000_5
130	1	0	15	5006	Distance_5000_5
154	0	0	15	5006	Distance_5000_5
156	0	0	15	5006	Distance_5000_5
157	0	0	15	5006	Distance_5000_5
159	0	0	15	5006	Distance_5000_5
160	0	0	15	5006	Distance_5000_5
161	0	0	15	5006	Distance_5000_5
162	0	0	15	5006	Distance_5000_5
163	0	0	15	5006	Distance_5000_5
164	0	0	15	5006	Distance_5000_5
165	0	0	15	5006	Distance_5000_5
166	0	0	15	5006	Distance_5000_5
178	0	0	15	5006	Distance_5000_5
179	0	0	15	5006	Distance_5000_5
181	0	0	15	5006	Distance_5000_5
182	0	0	15	5006	Distance_5000_5
183	0	0	15	5006	Distance_5000_5
184	0	0	15	5006	Distance_5000_5
185	0	0	15	5006	Distance_5000_5
186	0	0	15	5006	Distance_5000_5
187	0	0	15	5006	Distance_5000_5
188	0	0	15	5006	Distance_5000_5
189	0	0	15	5006	Distance_5000_5
190	0	0	15	5006	Distance_5000_5
191	0	0	15	5006	Distance_5000_5
192	0	0	15	5006	Distance_5000_5
193	0	0	15	5006	Distance_5000_5
194	0	0	15	5006	Distance_5000_5
195	0	0	15	5006	Distance_5000_5
196	0	0	15	5006	Distance_5000_5
197	0	0	15	5006	Distance_5000_5
198	0	0	15	5006	Distance_5000_5
199	0	0	15	5006	Distance_5000_5
200	0	0	15	5006	Distance_5000_5
201	0	0	15	5006	Distance_5000_5
202	0	1	15	5006	Distance_5000_5
203	0	0	15	5006	Distance_5000_5

204	0	0	15	5006	Distance_5000_5
158	0	0	0	5	Distance_5000_6
143	0	0	0	1	Distance_5000_7
144	0	0	0	1	Distance_5000_7
145	0	0	0	1	Distance_5000_7
2	1	1	9	3245	Distance_5000_8
7	1	0	9	3245	Distance_5000_8
30	1	1	9	3245	Distance_5000_8
31	1	0	9	3245	Distance_5000_8
32	1	0	9	3245	Distance_5000_8
54	1	0	9	3245	Distance_5000_8
55	1	0	9	3245	Distance_5000_8
56	1	1	9	3245	Distance_5000_8
62	1	1	9	3245	Distance_5000_8
63	1	0	9	3245	Distance_5000_8
64	1	0	9	3245	Distance_5000_8
65	1	0	9	3245	Distance_5000_8
76	1	0	9	3245	Distance_5000_8
77	1	1	9	3245	Distance_5000_8
78	1	0	9	3245	Distance_5000_8
79	1	0	9	3245	Distance_5000_8
80	1	1	9	3245	Distance_5000_8
82	1	1	9	3245	Distance_5000_8
83	1	0	9	3245	Distance_5000_8
107	1	0	9	3245	Distance_5000_8
112	1	1	9	3245	Distance_5000_8
113	1	0	9	3245	Distance_5000_8
147	0	0	9	3245	Distance_5000_8
148	0	0	9	3245	Distance_5000_8
149	0	0	9	3245	Distance_5000_8
150	0	0	9	3245	Distance_5000_8
151	0	0	9	3245	Distance_5000_8
152	0	0	9	3245	Distance_5000_8
153	0	0	9	3245	Distance_5000_8
155	0	1	9	3245	Distance_5000_8
170	0	0	9	3245	Distance_5000_8
171	0	0	9	3245	Distance_5000_8
114	1	1	1	242	Distance_5000_9
131	0	0	1	242	Distance_5000_9
132	0	0	1	242	Distance_5000_9

133	0	0	1	242	Distance_5000_9
134	0	0	1	242	Distance_5000_9
135	0	0	1	242	Distance_5000_9
136	0	0	1	242	Distance_5000_9
137	0	0	1	242	Distance_5000_9
138	0	0	1	242	Distance_5000_9
139	0	0	1	242	Distance_5000_9
140	0	0	1	242	Distance_5000_9
141	0	0	1	242	Distance_5000_9

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO – MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije: Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada : Doktorska disertacija

VR

Ime i prezime autora: Tijana Nikolić

AU

Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): Prof.dr Dubravka Milić, vanredni profesor
Prof. dr. Duško Ćirović, docent

MN

Naslov rada: Vijabilnost populacije tekunice (*Spermophilus citellus*) pod uticajem promene klime i staništa

NR

Jezik publikacije: Srpski/latinica

JP

Jezik izvoda: Srpski

JI

Zemlja publikovanja: Republika Srbija

ZP

Uže geografsko područje: AP Vojvodina

UGP

Godina: 2019

GO

Izdavač: autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad

MA

Fizički opis rada: poglavlja(8) / stranica (204) / slika (26) / tabela (19) /
FO referenci (307) / priloga(6)

Naučna oblast: Ekologija

NO

Naučna disciplina: Zaštita životne sredine

ND

Predmetna odrednica, Tekunica, promena klime, sitni sisari, zaštićena
ključne reči: područja, mreža staništa, ekološko modelovanje,
PO otvorena travnata staništa, ekološko zoniranje,
diverzitet vrsta, mere zaštite.

UDK

Čuva se: Biblioteka Departmana za biologiju i ekologiju, Trg
ČU Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad

Važna napomena: Disertacija je deo projekta Biosensing tehnologije i
VN globalni sistemi za kontinuirana istraživanja i
integrisano upravljanje ekosistema (III 433002).

Izvod:

IZ

U radu je analiziran odgovor lokalnih populacija tekunice u Vojvodini na promene uslova klime i korišćenja zemljišta. Odgovori populacija tekunice (tipičnog predstavnika otvorenih staništa i idealnog model organizma) na pomenute promene omogućiće razmatranje kako mere na regionalnom nivou: i) mogu unaprediti zaštitu i očuvanje tekunice ii) ublažiti efekti promene klime i korišćenja zemljišta iii) mogu usaglasiti razvoj poljoprivrede sa očuvanjem biodiverziteta travnatih ekosistema.

Kako bi se odgovorilo na pitanja i postavljene hipoteze u radu sprovedeno je terensko istraživanje, korišćen standardni prostorni pristup i ekološko modelovanje. Sve primenjene tehnike su komplementarne jedna drugoj u dobijanju odgovora na postavljena pitanja gde rezultati jedne analize predstavljaju ulazne podatke za drugu analizu. U tezi su korišćeni podaci dobijeni na osnovu terenskog mapiranja lokalnih populacija i podaci iz eksperimenta modelovanja kao i serija podataka dobijena cenzusom kolonija tekunica i terenskim uzorkovanjem zemljišta i vegetacije.

Rasprostranjenje populacija oblikuju klimatski uslovi ali pored abiotičkih faktora uslovljavaju ih i biotički faktori i kretanje jedinki. Promena klime direktno utiče na distribuciju optimalnih uslova. Istraženo je u kojoj meri će doći do promene u distribuciji optimalnih uslova sredine za tekunicu. Potencijalna promena analizirana je uzimajući u obzir klimatski scenario Max Plank Instituta sa tri rcp projekcije i tri generisana prostorna scenarija

distribucije otvorenih travnatih staništa u Vojvodini. Sagledavanje mogućih efekata promene sredinskih uslova dalo je mogućnost da se ukaže na zone koja će biti ključne za očuvanje populacija tekunica i travnatih ekosistema u Vojvodini.

Sledeće, s obzirom da disperzija jedinki, dostupnost resursa kao i delovanje lokalnih faktora ugrožavanja (barijere, menadžment staništa, varijabilnost sredinskih uslova, predatorstvo, poljoprivredne aktivnosti) oblikuju distribuciju populacija u prostoru, u radu je analiziran i uticaj promene ovih faktora na distribuciju populacija. Na području lokalnog slatino-stepskog koridora srednjeg Banata istražene su kompozicija biljnih vrsta, upravljanje na staništu, promena u kompoziciji okolnih poljoprivrednih kultura i dinamika populacije. Dobijene su informacije o efektima lokalnih uslova na prisustvo kolonija, veličinu kolonija i kondiciono stanje jedinki. Informacije dobijene u ovim poglavljima su kasnije korišćeni za formiranje seta kriterijuma radi karakterizacije svih mapiranih staništa u Vojvodini.

Dalje, veliku ulogu u poljoprivrednom predelu imaju tranziciona staništa koja povezuju lokalne populacije. Identifikovanje koja tranziciona staništa koriste jedinke tekunice je ključno za očuvanje populacija i ublažavanje trenu opadanja brojnosti. Na terenu su mapirani distribicioni obrasci lokalnih kolonija tekunice i istraženo je da li postoje razlike na lokalnom i predeonom nivou u distribuciji nastanjenih i napuštenih staništa na području Vojvodine.

U radu je dalje analizirana mapirana mreža staništa lokalnih populacija i pretpostavljano je da populacije funkcionišu i održavaju se u okviru metapopulacione strukture. Sa druge strane, veličina i površina koju zauzimaju potencijalne metapopulacione struktura mapirane mreže staništa koje se razlikuju u odnosu na okupiranost, kapacitet i povezanost nisu bile poznate. Kako bi se kvantifikovale potencijalne metapopulacione jedinice i utvrdila vijabilnost svake definisane pojedinačne metapopulacione mreže korišćen je metod ključnog fragmenta. Mapirane mreže evaluirane su iz perspektive samog taksona i testiran je potencijalni disperzioni kapacitet. Proverena je permeabilnost predeonog matriksa između mapiranih staništa i identifikovani su potencijalni koridori za jedinke. Ovakav pristup daje uvid u koji deo predela je značajno i neophodno ulagati ograničena sredstva za zaštitu prirode unutar regiona Vojvodine.

U tezi je na kraju ocenjen doprinos trenutne regionalne konzervacione prakse zaštiti staništa tekunice, dat pregled slabih tačaka i predlog predeono adaptacionih mera koji će doprineti zaštiti i očuvanju populacije tekunice kao i mozaika otvorenih travnatih staništa.

Datum prihvatanja teme 23.02.2017
od strane Senata:
DP

Datum odbrane:
DO

Članovi komisije: Predsednik: dr Olivera Bjelić-Čabrilo, vanredni
(ime i prezime / titula / profesor
zvanje / naziv
organizacije / status) Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Novi Sad,
KO Departman za biologiju i ekologiju

Član (Mentor): dr Dubravka Milić, vanredni profesor

Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Novi Sad,
Departman za biologiju i ekologiju

Član (Mentor): dr Duško Ćirović, docent

Biološki fakultet, Univerzitet Beograd

Član: dr Vladimir Marković, vanredni profesor

Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Novi Sad,
Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo

Član: dr Vladimir Đurđević, vanredni profesor

Fizički fakultet, Univerzitet Beograd

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE
KEY WORD DOCUMENTATION**

Accession
number:
ANO
Identification
number:
INO
Document type: Monograph documentation
DT
Type of record: Textual printed material
TR
Contents code: PhD thesis
CC
Author: Tijana Nikolić
AU
Mentor: Prof. dr Dubravka Milić, associate professor
MN Prof. dr Duško Ćirović, assistant professor
Title: Viability of European ground squirrel population
TI (*Spermophilus citellus*) under climate and land use change.
Language of text: Serbian/latin
LT
Language of abstract: English
LA
Country of publication: Republic of Serbia
CP
Locality of publication: AP Vojvodina
LP
Publication year: 2019
PY
Publisher: Author's reprint
PU
Publication place: Faculty of Science, Department for Biology and Ecology,
PP Trg Dositeja Obradovića 2

Physical description: Chapters (8) / pages (204) / figures (26) / tables (19) / references (307) / additional lists (6)
 PD
 Scientific field SF Ecology
 Scientific discipline SD Environmental protection
 Subject, Key words SKW European ground squirrel, climate change, small mammals, protected areas, habitat network, ecological modeling, open grassland areas, agroecological zoning, species diversity, active conservation measures.
 UC
 Holding data: HD The Library of Department for Biology and Ecology, Faculty of Science, University of Novi Sad, Department for Biology and Ecology, Trg Dositeja Obradovića 2
 Note: N PhD thesis is part of project III 43002, "Biosensing Technologies and Global System for Long-Term Research and Integrated Management of Ecosystems".
 Abstract: AB

The study analyzes the European ground squirrel (EGS) population response to land use and climate change in Vojvodina. The response of the EGS population (typical species of open grassland habitats and the ideal model organism) to changes in environmental conditions in this region will enable consideration of following measures at the local and landscape level: i) effective protection and conservation of the EGS and habitat it rely on; ii) climate change and land use mitigation and adaptation iii) how can we harmonize the development of agriculture and preserve the biodiversity of grassland ecosystem in agricultural settings.

In order to answer the questions of this study, the field research was conducted, standard spatial approach and ecological modeling were employed. All applied techniques are complementary to one another in obtaining responses to the questions asked. The results of one analysis represent the input data for the following one. The data for the study were obtained: from EGS local populations' field mapping, from the modeling experiment, the census campaigned and the field sampling of soil and vegetation.

Distribution of populations, which in addition to abiotic factors are conditioned by biotic factors and movement of individuals were evaluated in the context of climate change. Climate change directly affects the distribution of optimal

conditions. The potential changes in distribution of optimal environmental conditions for EGS were assessed by considering changes in abiotic factors and the availability of grasslands. The climate scenario obtained using a dynamic vegetation map with three rcp projections and three spatial scenarios for the distribution of open grasslands were used. The extrapolation of a suitable area obtained by presence only model Maxent gives the possibility to point to the zones that will be crucial for preserving the populations and grassland ecosystems in future.

Dispersion of individuals, availability of resources and the operation of local threats (e. g. barriers, habitat management, variability of the central conditions, predation, agricultural activities) shape the distribution of populations in space and time. In the area of the local saline steppe corridor of the central Banat in Vojvodina i) the composition of plant species, ii) open grassland habitat management iii) changes in the composition of surrounding crops and iv) population dynamics of EGS have been investigated. The effects of local conditions on the presence, size of colonies and condition of the individuals of EGS were assessed. The information obtained in these chapters was later used to form a set of criteria for the characterization of all mapped habitats in Vojvodina.

In the agricultural area, transitional habitats connect local populations of many species. Identifying transitional habitats which potentially can be used by focal species is key to protect and mitigate population decline. For this purpose distribution patterns of the colonies were mapped in the field. The characteristics and differences among mapped patches at the local and sub landscape scale were detected and evaluated.

Later in the study the network of mapped habitats patches was evaluated. It was assumed that mapped populations in Vojvodina function within several meta-populations networks. However, the size and area of potential meta-population networks are likely to differ in relation to occupancy, capacity and habitat connectivity. The knowledge of potential population units was scarce. In order to quantify the potential population units, to determine the viability and conservation priority of each defined habitat network the key patch approach was used. Mapped networks were evaluated from the perspective of the taxon itself and potential dispersed capacity was tested. The permeability of the matrix area, connectivity of the mapped habitats and the distribution of potential corridors was verified. This approach gives an opportunity to assess to which part of the area and population it is necessary to invest limited resources for nature protection in Vojvodina.

The contribution of current regional conservation practice to protection of EGS was evaluated, a brief overview of the weak points and the proposal of precise

adaptation measures that should be taken in Vojvodina are presented in final chapter. The results of this study propose the development of spatial adaption measures and conservation design that will contribute not only in preserving EGS and habitats it relay on but also other wild plant and animal species in this intensively used agricultural settings.

Accepted on 23.02.2017

Senate on:

AS

Defended:

DE

Thesis Defend President: dr Olivera Bjelić-Čabrilo, associate professor

Board:

DB Faculty of Science, University of Novi Sad, Department for biology and ecology

Member-supervisor: dr Dubravka Milić, associate professor

Faculty of Science, University of Novi Sad, Department for biology and ecology

Member-supervisor-: dr Duško Ćirović, assistant professor

Faculty of biology, University of Belgrade

Member: dr Vladimir Marković, associate professor

Faculty of Science, University of Novi Sad, Department for geography, tourism and hotel management

Member: dr Vladimir Đurđević, associate professor

Faculty of Physics, University of Belgrade

Biografija



Tijana Nikolić je rođena 20.10.1982. u Novom Sadu. Osnovne studije Prirodno-matematičkog fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu upisala je 2001. godine smer ekologija i zaštita životne sredine i završila ih je 2008. godine. Master studije Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta Novi Sad i Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta Beograd, u okviru Tempus programa pod nazivom Menadžment voda u poljoprivredi – Lolaqua upisala je 2010. godina i stekla diplomu Master ing. Poljoprivrede 2012. godine. Doktorske studije na Departmanu za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu, upisala je 2016. godine na smeru: Doktorske akademske studije ekologije.

U periodu 2010.-2015. godine bila je zaposlena na projektu - Biosensing tehnologije i globalni sistemi za kontinuirana istraživanja i integrisano upravljanje ekosistema (broj projekta III 433002) na Prirodno matematičkom fakultetu, Univerzitet Novi Sad. Tokom 2014. i 2015. godine bila je angažovana da drži vežbe iz predmeta Ugrožene vrste životinja studentima treće i četvrte godine na osnovim studijama biologije i ekologije. Od 1.07.2015. zaposlena je u svojstvu istraživača na Institutu Biosens.

Tokom svog rada na Univerzitetu boravila je na istraživačkoj praksi u Wageningenu na Alterra Institutu, WUR; Doñaana Nacionalnom parku i Laboratoriji za GIS i RS u Seville; bila je na obukama iz modelovanja na Azorskim ostrvima-Portugal i Prag-Češka 2014. godine. Godine 2014. bila je član tima projekta Rufford fondacije - *Building a Better Future for European Ground Squirrel (Spermophilus citellus) in Serbia* i 2016. godine eLTER H2020 Trans-national Access (TA) Scheme projekta - *Raptors' pray life under wing of habitat change*. Od 2016. godine učestvuje u realizaciji projekta - Evaluacije ekološke mreže u cilju efikasnije zaštite prirode u AP Vojvodini (projekat 114-451-2169/2016) i 2018. godine u nacionalnom projektu - Pribavljanje podataka i drugih usluga u cilj nastavka uspostavljanja ekološke mreže u Republici Srbiji (JNOP 01/2018, skraćeno Ekološka mreža). Godine 2016 i 2018 aktivna je u klimatskoj zajednice Karpatskog basena u okviru Pannex mreže i evropeške EIT Clamte KIC grupe. Leto 2018 provela je na obuci u okviru InnoSpace Copernicus Putovanja u Italiji,

Švedskoj i Holandiji, u organizaciji Copernicus Programa EU i EIT Climate KIC -a. 2016. i 2018. godine završila je IUCN Red List trening, na Srebrnom jezeru i u Novom Sadu, Srbija. Rezultati rada i doktorske teze prezentovani su na brojnim naučnim skupovima: Ohrid-Makedonija, Rust-Austria, Mórahalom i Budimpešta-Mađarska, Beograd i Novi Sad-Srbija, Cambridge-UK, Galway- Irska, Milano-Italija.

Član je Akademskog društva za proučavanje i zaštitu prirode, EU Climate KIC Alumnija, Pannex mreže , EGS (tekunica) grupe i Asocijacije za globalnu zaštitu veverica.

Tijana Nikolić

Novi Sad, 26.6.2019
