

EKO-KORIDORJI

Povezujejo habitate in ohranjajo biodiverziteto

EKOLOŠKI KORIDORI

Povezuju staništa i čuvaju bioraznolikost



CarEx, 2026

Projekt je sofinanciran iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj v okviru Interreg programa Slovenija-Hrvaška. / Projekt je sufinanciran iz sredstava Evropskog fonda za regionalni razvoj u okviru Interreg programa Slovenija – Hrvatska.

Uredil /uredio: Dr. Davorin Tome¹

Avtorji besedil /autori teksta: Dr. Davorin Tome¹, Dr. sc. Suzana Buzjak², Dr. sc. Martina Šašić², Dr. sc. Jelena Kralj³, Louie Thomas Taylor³, Dr. Miha Krofel⁴, Dr. Nataša Mori¹

Prevodi/prevodi: Dr. sc. Jelena Kralj³, Ema Jevšnik⁶, Jan Kopinič⁶, Dr. Davorin Tome¹

Oblikovanje poročila /oblikovanje izvješća: Andrea Blažević⁵

¹ Nacionalni inštitut za biologijo, Oddelek za raziskave organizmov in ekosistemov, Večna pot 121, Ljubljana, Slovenija

² Hrvatski prirodoslovni muzej, Demetrova 1, Zagreb, Hrvatska

³ Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za ornitologiju, Gundulićeva 24, Zagreb, Hrvatska

⁴ Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Rožna Dolina, cesta XV 31, Ljubljana, Slovenija

⁵ Javna ustanova Park prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“, Sošice 25b, Sošice, Hrvatska

⁶ Javni zavod Kozjanski park, Podsreda 45, Podsreda, Slovenija

Avtorji fotografij / autori fotografija: Davorin Tome, Suzana Buzjak, Martina Šašić, Miha Krofel

Naslovna fotografija: Cestni prehodi za divjad so oblika eko-koridorjev (Črni log) / *Prijelazi za divlje životinje jedan su oblik ekoloških koridora (Črni log)* (foto: D. Tome)

Avgust / kolovoz 2026

Poročilo je nastalo v okviru projekta »CarEx – V skrbi za suhe travnike pomembne za biotsko pestrost«, ki se izvaja preko Programa Interreg Slovenija – Hrvaška 2021 – 2027 in sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj (ESRR).

Izvješće je nastalo u sklopu projekta „CarEx – Brigom o suhim travnjacima čuvamo bioraznolikost“ koji se provodi kroz Interreg Program Slovenija – Hrvatska 2021. – 2027. i sufinancira Europskim fondom za regionalni razvoj (EFRR).

Poročilo je dostopno samo v elektronski obliki / *Izvješće se može dobiti samo u elektronskoj verziji.*

VSEBINA / SADRŽAJ:

FRAGMENTACIJA NARAVNEGA OKOLJA IN POMEN EKO-KORIDORJEV / FRAGMENTACIJA PRIRODNOG OKOLIŠA I VAŽNOST EKOLOŠKIH KORIDORA	1
Ekološki okvir fragmentacije in koridorjev / <i>Ekološki okvir fragmentacije i ekoloških koridora</i>	<i>5</i>
Pozitivni in negativni učinki eko-koridorjev / <i>Pozitivni i negativni učinci ekoloških koridora</i>	<i>6</i>
Oblike in vloge eko-koridorjev / <i>Oblici i funkcije ekoloških koridora.....</i>	<i>7</i>
Literatura	9
RASTLINE / FLORA	11
Vloga ekoloških koridorjev za rastline / <i>Uloga ekoloških koridora za biljke</i>	<i>13</i>
Primeri dobrih praks in njihov pomen za upravljanje prostora / <i>Primjeri dobre prakse i značaj za upravljanje prostorom.....</i>	<i>14</i>
Žumberak in Kozjansko – primer pomena povezanosti travniških habitatov / <i>Žumberak i Kozjansko – primjer važnosti povezanosti travnjačkih staništa</i>	<i>15</i>
Literatura	17
VLOGA KORIDORJEV PRI VAROVANJU POPULACIJ METULJEV / ULOGA KORIDORA U OČUVANJU POPULACIJA LEPTIRA	18
Metulji in fragmentacija / <i>Leptiri i fragmentacija</i>	<i>19</i>
Ključna področja delovanja za ohranjanje metuljev v fragmentirani krajini / <i>Ključna područja djelovanja za očuvanje leptira u fragmentiranom krajoliku.....</i>	<i>23</i>
Literatura	25
PTICE.....	26
Različne prostorske ravni odvisnosti od koridorjev / <i>Različite prostorne razine ovisnosti od koridora</i>	<i>27</i>
Pomen koridorjev za travniške ptice / <i>Važnost koridora za travnjačke vrste ptica.</i>	<i>30</i>
Literatura.....	33
POMEN EKO-KORIDORJEV ZA VARSTVO VELIKIH ZVERI / VAŽNOST EKOLOŠKIH KORIDORA ZA ZAŠTITU VELIKIH ZVIJERI	34
Transportna infrastruktura	37
Druge oblike prekinjene povezanosti habitatov / <i>Drugi oblici prekinute povezanosti staništa.....</i>	<i>38</i>
Plan B	40
Literatura	41

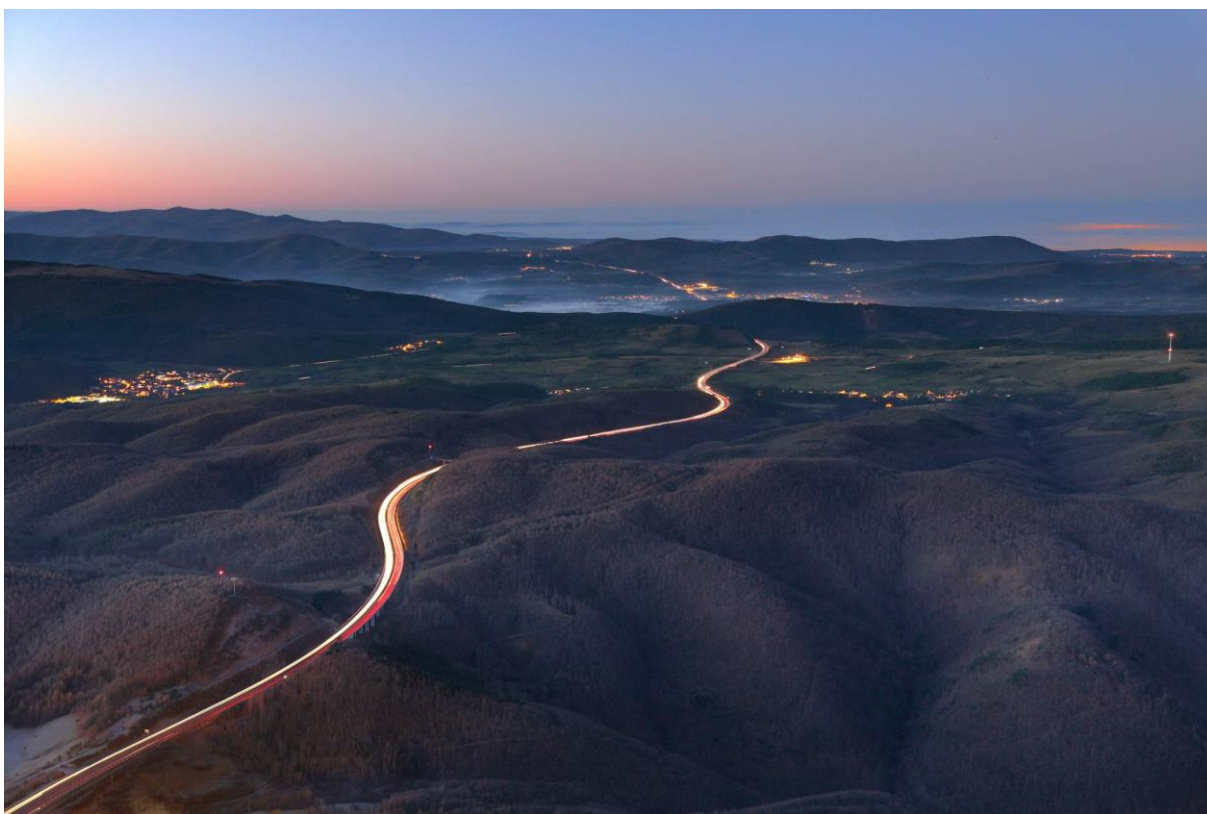
REKE KOT EKOLOŠKI KORIDOR / RIJEKE KAO EKOLOŠKI KORIDOR	44
Vzroki za prekinitev ekoloških koridorjev / <i>Uzroci poremećaja ekoloških koridora</i>	49
Pristopi k reševanju problematike / <i>Pristupi rješavanju problema</i>	50
Literatura	53
CASE STUDY - fragmentacija habitatov in povezanost populacij travniškega postavneža (<i>Euphydrys aurinia</i>) na območju Parka prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« / fragmentacija staništa i povezanost populacija močvarne riđe (<i>Euphydrys aurinia</i>) na području PP „Žumberak Samoborsko gorje“	55
Raziskava / <i>Istraživanje</i>	57
Rezultati	58
Zaključek / <i>Zaključak</i>	59
CASE STUDY - razdrobljenost območij Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji / fragmentiranost područja Natura 2000 u Hrvatskoj i Sloveniji	61
Metodologija analize / <i>Metodologija analiza</i>	63
Analiza najbližjih sosedov / <i>Analiza metodom najbližeg susjeda</i>	66
Analiza razdrobljenosti travnikov v Natura 2000 območjih Hrvaške in Slovenije / <i>Analiza fragmentacije travnjačkih staništa Natura 2000 područja Hrvatske i Slovenije</i>	67
Analiza razdrobljenosti Natura 2000 travnikov med biogeografskimi regijami / <i>Analiza fragmentacije Natura 2000 travnjačkih staništa između biogeografskih regija</i>	69
Analiza razdrobljenosti habitatov v Parku prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« in v Kozjanskem parku / <i>Analiza fragmentacije staništa u Parku prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“ i u Kozjanskom parku</i>	73
Zaključek / <i>Zaključak</i>	76
Literatura.....	78

FRAGMENTACIJA NARAVNEGA OKOLJA IN POMEN EKO- KORIDORJEV

FRAGMENTACIJA PRIRODNOG OKOLIŠA I VAŽNOST EKOLOŠKIH KORIDORA

Dr. Davorin Tome, Nacionalni inštitut za biologijo

Dr. sc. Martina Šašić, Hrvatski prirodoslovni muzej



Slika 1. Pogosto se niti ne zavedamo koliko in kje vse smo že fragmentirali nekoč homogeno pokrajino (odsek ceste Postojna – Divača) (foto: D. Tome).

Slika 1. Često nismo ni svjesni koliko i gdje sve smo već fragmentirali nekada homogeni krajobraz (dionica ceste Postojna – Divača) (foto: D. Tome).

Dandanes sledove človekovega delovanja zasledimo praktično po vseh predelih sveta, na kopnem tudi v oceanih in morjih. Na več kot tri četrtine kopenskih površin so posledice že zelo očitne, kažejo se v obsežni degradaciji prvotnih ekosistemov (Hilty in sod. 2019). Nekoč velike, homogene površine so razdrobljene v posamezne ekosistemske krpe. Matriks med njimi je sicer še vedno ekosistem, a s spremenjeno funkcijo in drugačno, praviloma bolj siromašno, biodiverzitetu. Proces razpadanja velikih ekosistemov v razdrobljene krpe, ki zmanjšuje habitatno povezanost prostora imenujemo fragmentacija naravnega okolja (Fahrig 2019).

Fragmentacija sama po sebi nima pomembnih negativnih vplivov na bioto, vsaj pri manjših vrstah. Zelo velike vplive na vse vrste pa imajo posledice, ki spremljajo fragmentacijo: zmanjševanje površin habitatov, zmanjšana možnost disperzije, ter s tem povezana povečana izoliranosti organizmov in robni učinek razdrobljenega prostora, pri katerem se na meji med naravnim in antropogenim delom spremenijo okoljske razmere (Haddad 2015). Zaradi tega se zmanjšajo možnosti izmenjave osebkov in genov med populacijami in poveča občutljivost vrst na spremembe – verjetnost lokalnega izumrtja se s tem poveča.

Do določene mere je fragmentacija naravna danost okolja in ne samo posledica človekovega delovanja: celine so ločene z oceani, jezera so ločena s kopnim, gore so ločene z nižinami ipd. A na naravno fragmentacijo se je biodiverzitetu v toku evolucije prilagodila. Fragmentacija, ki jo povzročamo ljudje, zaradi hitrosti in zaradi obsega v katerem se dogaja, za prostoživeče organizme predstavlja velik negativen vpliv

Ljudsko djelovanje danas je prisutno gotovo u svim dijelovima planeta – na kopnu, u slatkovodnim ekosustavima te u morima i oceanima. Posljedice takvog djelovanja vidljive su na više od tri četvrtine kopnene površine Zemlje, ponajprije kroz opsežnu degradaciju prirodnih ekosustava (Hilty i sur. 2019). Nekada velika i prostorno povezana staništa razlomljena su na manje, međusobno izolirane fragmente. Prostor između njih i dalje predstavlja određeni tip ekosustava, ali s izmijenjenom strukturom i funkcijom te, u pravilu, smanjenom bioraznolikošću. Proces razdvajanja velikih i povezanih staništa na manje, izolirane cjeline, pri čemu se narušava njihova prostorna povezanost, naziva se fragmentacija prirodnog okoliša (Fahrig 2019).

Negativni učinci fragmentacije ne proizlaze samo iz fizičkog razdvajanja staništa, nego ponajprije iz posljedica koje ono uzrokuje. To uključuje smanjenje površine pogodnih staništa, ograničavanje kretanja i disperzije organizama, povećanje izoliranosti populacija te jačanje rubnog učinka, odnosno promjena okolišnih uvjeta na granicama između prirodnih i antropogeno izmijenjenih staništa (Haddad 2015). Takve promjene smanjuju mogućnost razmjene jedinki i gena među populacijama, povećavaju njihovu osjetljivost na slučajne poremećaje te dugoročno povećavaju rizik od lokalnog izumiranja.

Važno je naglasiti da fragmentacija nije isključivo posljedica ljudskog djelovanja. U prirodi postoje brojne prirodne barijere – oceani razdvajaju kontinente, kopno razdvaja jezera, a planinski lanci odvajaju nizinska područja – na koje su se vrste tijekom evolucije uspješno prilagodile. Međutim, antropogena fragmentacija razlikuje se po brzini nastanka, prostornom opsegu i intenzitetu. Ona često nastaje u

na način življenja in preživetje. Pričakujemo lahko, da se bo ta vpliv s časom le še stopnjeval (Fletcher 2026). Zaradi tega v družbi narašča zavedanje, da je trenutna površina zavarovanih območij preveč razdrobljena za učinkovito varovanje biodiverzitete. Ena rešitev je povečati število in/ali velikost zavarovanih območij, kar je ob vseh potrebah po prostoru, ki jih ima človeška družba težko izvedljivo. Druga možnost so eko-koridorji, ki povežejo ključna območja posameznih vrst ali združb. Z vzpostavljanjem funkcionalne povezanosti območij s koridorji se ohranjajo pomembni naravni procesi, kot so na primer disperzija organizmov, izmenjava genov in ponovno naseljevanje območij iz katerih so populacije izginile. Koridorji so pomemben doprinos k dolgoročnemu varstvu vrst in stabilnosti ekosistemov.

Definicij eko-koridorjev je več. Nekaj večkrat citiranih:

1. Območja, ki omogočajo hitro in neselektivno širjenje biote preko regij (Perault in Lomolino 2000).
2. Poti vzdolž katerih lahko potujejo živali z velikimi areali, znotraj katerih se rastline lahko razmnožujejo, s pomočjo katerih se dogaja genetsko mešanje populacij iste vrste, preko katerih se populacije premikajo v odzivu na spremembe v okolju in preko katerih se ogrožene vrste napajajo z novimi osebki od drugod (Walker in Craighead 1997).
3. Linearna pokrajina, ki povezuje dve ali več krp naravnih habitatov in

razdoblju koje je prekratko da bi se populacije prilagodile novim uvjetima, zbog čega predstavlja jedan od najznačajnijih uzroka gubitka bioraznolikosti i ugrožavanja opstanka brojnih vrsta (Fletcher 2026). Zbog toga se posljednjih desetljeća sve više prepoznaje da sama zaštićena područja, ako su međusobno izolirana, ne mogu dugoročno osigurati učinkovito očuvanje bioraznolikosti. Jedan od mogućih pristupa jest povećanje broja ili površine zaštićenih područja, no takvo je rješenje često ograničeno konkurentskim zahtjevima za korištenjem prostora. Stoga se sve veća pozornost usmjerava na uspostavu ekoloških koridora, koji povezuju ključna staništa i omogućuju kretanje organizama između njih. Održavanjem funkcionalne povezanosti krajolika ekološki koridori olakšavaju disperziju, razmjenu gena i ponovno naseljavanje područja iz kojih su populacije nestale, čime značajno doprinose dugoročnom očuvanju vrsta i stabilnosti ekosustava.

Postoji više definicija ekoloških koridora, a među najčešće citiranimi su sljedeće:

1. Područja koja omogućuju brzo i neselektivno širenje organizama kroz različite regije (Perault i Lomolino 2000).
2. Putevi kojima se kreću životinje s velikim arealima rasprostranjenosti, unutar kojih se biljke mogu razmnožavati, koji omogućuju razmjenu gena između populacija iste vrste, migracije populacija kao odgovor na promjene u okolišu te obnavljanje ugroženih populacija jedinkama iz drugih područja (Walker i Craighead 1997).
3. Linearni krajobrazni elementi koji povezuju dva ili više fragmenata prirodnih staništa te organizmima

organizmom omogoča premike (Soulé in Gilpin 1991).

omogućuju kretanje između njih (Soulé i Gilpin 1991).

4. Jasno določen geografski del prostora, ki je upravljan in vzdrževan z namenom, da vzdržuje učinkovito ekološko povezanost (Hilty in sod. 2019).

4. *Jasno definirani geografski prostori kojima se aktivno upravlja i koji se održavaju s ciljem očuvanja ili uspostavljanja učinkovite ekološke povezanosti (Hilty i sur. 2019).*

Na 15. konferenci ZN o biodiverziteti v Montrealu (COP 15) leta 2022 so bili sprejeti globalni cilji varovanja narave. Med drugim, da se do leta 2030 vrnemo na pot obnove narave in do leta 2050 zaživimo v harmoniji z naravo (UN/CBD, 2022). Pri mednarodni zvezi za varstvo narave (IUCN) so pripravili smernice za ohranjanje povezanosti ekosistemov z eko omrežji in koridorji (Hilty in sod. 2020).

Na 15. konferenciji stranaka Konvencija o biološkoj raznolikosti (COP15), održanoj 2022. godine u Montrealu, usvojeni su novi globalni ciljevi za očuvanje prirode. Među njima su zaustavljanje i preokret gubitka bioraznolikosti do 2030. godine te ostvarenje vizije života u skladu s prirodom do 2050. godine (UN/CBD 2022). Kako bi se ti ciljevi ostvarili, Međunarodna unija za očuvanje prirode izradila je smjernice za očuvanje povezanosti ekosustava putem ekoloških mreža i koridora (Hilty i sur. 2020).

Na območju EU je sistem varstva narave opredeljen z omrežjem Natura 2000, ki predvideva ohranjanje najbolj ogroženih ekosistemov in živalskih ter rastlinskih vrst. Temelji na Ptičji direktivi in Habitatni direktivi, ki sta bili sprejeti že leta 1979 oz. 1992. Aktivnosti so sedaj usmerjene v uvajanje režimov, ki bodo zagotavljali stabilnost biodiverzitete in v zagotavljanje povezanosti razdrobljenih delov narave. Določene so s strategijo EU za biodiverzitetu do leta 2030 (EU commission 2020). V njej je opredeljeno, da bomo do leta 2030 zavarovali vsaj 30 % kopenskih in morskih površin, izboljšali stanje narave v zavarovanih območjih in vzpostavili ekološke koridorje kot del Evropskega omrežja ohranjene narave. Z Uredbo o obnovi narave (EU 2024) smo se nadaljnje zavezali, da bomo do leta 2030 vsaj 20 % degradiranih ekosistemov obnovili in med njimi vzpostavili funkcionalne ekološke koridorje – to ne pomeni samo strukturne povezanosti izoliranih “otokov”, temveč tudi

Na području Europske unije sustav zaštite prirode temelji se na ekološkoj mreži Natura 2000, čiji je cilj očuvanje najvrjednijih i najugroženijih staništa te biljnih i životinjskih vrsta. Mreža se temelji na Direktivi o pticama iz 1979. godine i Direktivi o staništima iz 1992. godine. Danas su aktivnosti usmjerene na uspostavu mjera kojima će se osigurati dugoročno očuvanje bioraznolikosti te povećati povezanost fragmentiranih prirodnih područja. Ti su ciljevi definirani u Strategiji EU-a za bioraznolikost do 2030. godine (Europska komisija 2020).

Strategija predviđa da će se do 2030. godine zaštititi najmanje 30% kopnenih i morskih područja Europske unije, unaprijediti stanje prirode unutar zaštićenih područja te uspostaviti ekološki koridori kao sastavni dio europske mreže očuvane prirode. Dodatni iskorak predstavlja Uredba o obnovi prirode (EU 2024), kojom se države članice obvezuju da će do 2030. godine obnoviti najmanje 20% degradiranih kopnenih i morskih

funkcionalno povezanost podobnih ekosistemov, ki bo omogočala neovirane prehode organizmov in poteke ekoloških procesov.

EKOLOŠKI OKVIR FRAGMENTACIJE IN KORIDORJEV

Dve teoriji, ki opisujeta delovanje narave dajeta ekološko osnovo problemu fragmentacije in načrtovanju eko-koridorjev: otoška biogeografija in teorija metapopulacij.

Otoška biogeografija (MacArthur in Wilson 1976), je teorija dinamičnega ravnovesja biote na izoliranih območjih. Poudarja pomen vpliva velikosti posameznih habitatov in ekosistemov in njihove medsebojne oddaljenosti. Avtorja sta jo razvijala na dejanskih otokih. V osnovi ugotovitve veljajo tudi za "kopenske otoke", kot so npr. zavarovana območja v matriksu pokrajine spremenjene s človeško infrastrukturo, gozdni otoki sredi matriksa kmetijske krajine, travniki sredi matriksa njiv ali gozdov, itd. Čeprav oceanski otoki in dinamika biote na njih niso povsem primerljivi s kopenskimi otoki, teorija vseeno odpira določene ekološke uvide v problematiko fragmentacije in eko-koridorjev na celini.

Teorija metapopulacij (Levins 1969) opisuje naravno dinamiko vrst, ki so sestavljene iz

ekosustava te medu njima uspostaviti funkcionalne ekološke koridore. Time se naglašava da nije dovoljno samo fizički povezati izolirane „otoke“ prirode, već je potrebno osigurati i njihovu funkcionalnu povezanost, odnosno omogućiti nesmetano kretanje organizama i odvijanje prirodnih ekoloških procesa između sličnih ekosustava.

EKOLOŠKI OKVIR FRAGMENTACIJE I EKOLOŠKIH KORIDORA

Ekološku osnovu za razumijevanje posljedica fragmentacije prirodnih staništa i planiranje ekoloških koridora pružaju dvije temeljne teorije: teorija otočne biogeografije i teorija metapopulacija.

Teoriju otočne biogeografije razvili su MacArthur i Wilson (1976) kako bi objasnili dinamičku ravnotežu živog svijeta na izoliranim otocima. Ona naglašava važnost veličine staništa i njihove međusobne udaljenosti za održavanje bioraznolikosti. Iako je izvorno razvijena na oceanskim otocima, njezina se načela mogu primijeniti i na tzv. „kopnene otoke“, odnosno izolirane fragmente prirodnih staništa unutar antropogeno izmijenjenog krajolika. Primjeri takvih staništa su zaštićena područja okružena urbanim ili infrastrukturnim površinama, šumski fragmenti unutar poljoprivrednog krajolika ili travnjaci okruženi oranicama ili šumom. Premda oceanski i kopneni otoci nisu potpuno usporedivi, teorija pruža vrijedan konceptualni okvir za razumijevanje učinaka fragmentacije i važnosti povezivanja izoliranih staništa.

Teoriju metapopulacija postavio je Levins (1969), a ona opisuje populacije vrsta kao

ločenih, med sabo povezanih sub-populacij (realnost vseh vrst na planetu). Dolgoročni obstoj vrst razlaga z dinamiko med lokalnimi izumiranji na posameznih krpah in ponovno naselitvijo osebkov iz sosednjih naseljenih habitatnih krp. Teorija je pomembna za razumevanje dinamike vrst v umetno fragmentiranih habitatih in za načrtovanje eko-koridorjev.

skup međusobno povezanih lokalnih populacija koje nastanjuju odvojene fragmente pogodnih staništa. Dugoročni opstanak vrste temelji se na ravnoteži između lokalnih izumiranja pojedinih populacija i njihove ponovne uspostave zahvaljujući doseljavanju jedinki iz susjednih staništa. Ova teorija ima posebno značenje za razumijevanje dinamike populacija u fragmentiranim krajolicima te predstavlja jedno od ključnih teorijskih polazišta za planiranje i uspostavu ekoloških koridora.

POZITIVNI IN NEGATIVNI UČINKI EKO-KORIDORJEV

Eko-koridorji omogočajo disperzijo in migracijo organizmov v pokrajini, zmanjšujejo negativne učinke fragmentacije ter s tem povezano gensko izoliranost. Odvisno od tega, kako so načrtovani, lahko vrstam tudi povečajo prostor primeren za razmnoževanje, prehranjevanje. S koridorji se poveča odpornost organizmov na lokalna izumiranja in na okoljske spremembe, kar je še posebej pomembno v vidu pričakovanih podnebnih sprememb. Dobro načrtovani koridorji namreč vrstam omogočajo premik areala na območja, kjer so podnebne razmere bližje njihovim prilagoditvam.

Pri načrtovanju eko-koridorjev je treba biti pozoren tudi na nekatere stranske učinke. Koridorji so pogosto ozki, zaradi česar imajo poudarjen robni efekt, ki lahko zavira pozitivne učinke. Koridorji lahko omogočijo ali pospešijo prehod neželenih vrst, kot so tujerodne, invazivne vrste, novi zajedavci, plenilci ... Koridorji in z njimi povezane spremembe v bioti lahko sprožijo negativne reakcije bližnjih prebivalcev. Načrtovanje in

POZITIVNI I NEGATIVNI UČINCI EKOLOŠKIH KORIDORA

Ekološki koridori omogućuju disperziju, migraciju i svakodnevno kretanje organizama kroz krajolik, ublažavaju negativne posljedice fragmentacije te smanjuju genetsku izoliranost populacija. Ovisno o načinu oblikovanja, koridori mogu povećati površinu pogodnu za razmnožavanje, hranjenje i sklonište pojedinih vrsta. Time se povećava otpornost populacija na lokalna izumiranja i njihova sposobnost prilagodbe promjenama u okolišu. Posebno su važni u uvjetima klimatskih promjena jer vrstama omogućuju postupno pomicanje područja rasprostranjenosti prema područjima s povoljnijim klimatskim uvjetima.

Međutim, ekološki koridori mogu imati i određene neželjene posljedice. Budući da su često uski, kod njih je izražen rubni učinak, što može smanjiti njihovu učinkovitost. Istodobno mogu olakšati širenje invazivnih stranih vrsta, novih predatora, nametnika ili uzročnika bolesti, te sinhronizaciju populacijskih ciklusa. U pojedinim slučajevima promjene u korištenju prostora potrebne za uspostavu koridora mogu

gradnja učinkovitih koridorjev so lahko povezani z velikimi stroški.

izazvati i negativne reakcije lokalnog stanovništva. Osim toga, planiranje, uspostava i dugoročno održavanje funkcionalnih ekoloških koridora često zahtijevaju znatna financijska sredstva.

OBLIKE IN VLOGE EKO-KORIDORJEV

Oblike in vloge koridorjev so zelo različne (Hilty in sod. 2019, Anderson in Jenkins 2001). Koridorji so lahko naravni ali jih zgradi človek. Zelo očitni naravni koridorji so rečne struge z obrežno vegetacijo, gorske verige, sklenjeni gozdovi. Tudi nekateri krajinski elementi, ki jih je načrtoval človek a ne z namenom dobrobiti za biodiverzitetu, imajo lahko vlogo koridorjev, kot na primer ozelenitve ob cestah in nekateri drugi primeri zelene infrastrukture.

Koridorji so lahko predvideni za posamezne vrste ali za združbe, lahko so linijski, zelo kratki in/ali ozki ali krajinski, dolgi, široki, veliko površinski. Lahko so zgrajeni lokalno ali pa se raztezajo preko več regij ali držav. Zato, da opravljajo svojo vlogo morajo nekateri koridorji biti zvezni, drugi so lahko točkasti, v obliki ločenih povezovalnih habitatov (angl. *stepping stones*). Kar se tiče funkcije, morajo nekateri organizmom zagotavljati samo prostor za premikanje, širjenje ali selitev, drugi morajo zagotavljati tudi prostor za pridobivanje osnovnih dobrin pomembnih za preživetje, kot sta voda, hrana in zatočišče. Nekaterim vrstam morajo koridorji zagotavljati tudi razmere za razmnoževanje. Nekateri koridorji morajo opravljati svojo funkcijo preko celega leta, drugi le sezonsko.

OBLICI I FUNKCIJE EKOLOŠKIH KORIDORA

Ekološki koridori mogu imati vrlo različite oblike, prostorne razmjere i funkcije (Hilty i sur. 2019; Anderson i Jenkins 2001). Mogu biti prirodni ili nastati kao rezultat ljudskog djelovanja. Primjeri prirodnih koridora uključuju riječne tokove s obalnom vegetacijom, planinske lance i velike, kontinuirane šumske komplekse. Istodobno, pojedini elementi koje je čovjek izgradio bez izravne namjere očuvanja prirode također mogu imati važnu ulogu u povezivanju staništa, primjerice vegetacijski pojasevi uz prometnice ili drugi elementi zelene infrastrukture.

Koridori se mogu planirati za pojedinačne vrste ili za čitave zajednice organizama. Mogu biti uski linearni elementi, ali i široki krajobrazni pojasevi koji obuhvaćaju velike površine i protežu se kroz više regija ili država. Neki moraju biti prostorno neprekinuti, dok je za druge dovoljna mreža manjih međusobno povezanih staništa, tzv. prijelaznih staništa (stepping stones), koja omogućuje postupno kretanje organizama kroz krajolik. Funkcija koridora također može biti različita. Nekima je svrha omogućiti isključivo kretanje, migraciju ili širenje vrsta, dok drugi moraju osiguravati i osnovne resurse potrebne za preživljavanje, poput hrane, vode i skloništa. Za određene vrste koridori moraju sadržavati i pogodna mjesta za razmnožavanje. Neki svoju funkciju ostvaruju tijekom cijele godine, dok su drugi važni samo u razdobljima sezonskih migracija.

Pri načrtovanju eko-koridorjev moramo biti pozorni na strukturo elementov, kakor tudi na funkcijo prostora, ki mora vrstam omogočati preživetje. Ker imajo posamezne vrste in združbe različne ekološke zahteve, je pomembno, da pred začetkom načrtovanja določimo, komu bo koridor namenjen.

Eko-koridorji so pomemben del prostora tudi v morjih in oceanih, a v tem poročilu se osredotočamo le na kopenske eko-koridorje.

Pri planiranju ekoloških koridora potrebno je voditi računa ne samo o njihovi prostorni strukturi nego i o njihovi funkcionalnosti, odnosno sposobnosti da organizmima omoguće uspješno preživljavanje i kretanje. Budući da različite vrste imaju različite ekološke zahtjeve, prvi korak u planiranju koridora jest jasno definirati za koju se vrstu ili skupinu organizama koridor uspostavlja.

Iako su ekološki koridori jednako važni i u morskim ekosustavima, ovo se izvješće usredotočuje isključivo na kopnene ekološke koridore.

LITERATURA:

Anderson, A.B., Jenkins, C.N. 2001: Applying Nature's Design – corridors. Columbia University press, New York.

EU 2024: Uredba evropskega parlamenta in sveta o obnovi narave
(<http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj>)

EU Commission 2020: EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives. Communication from the Commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Brussels, 20.5.2020 COM(2020) 380 final. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF.

Fahrig, L. 2019: Habitat fragmentation. A long and tangled line. *Global Ecology and Biogeography* 28:33-41.

Fletcher, R.J., Bullock, J.M., Graham, L.J., Kortessis, N., Wats, K. 2026: Resurrecting habitat fragmentation as a process over time. *Trends in Ecology & Evolution* 41:598-606doi.org/10.1016/j.j.tree.2026.03.009

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., Orrock, J. L., Song, D.-X., Melbourne, B. A., Nichols, J. D., Townshend, J. R. 2015: Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1: e1500052.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

Hilty, J.A., Keeley, A.T.H., Lidicker, W.Z., Merenlender, A.M. 2019: Corridor Ecology, Island Press, Washington.

Hilty, J., Worboys, G.L., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J.W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R., and Tabor, G.M. 2020: Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 30. Gland, Switzerland: IUCN.

Levins, R. 1969: Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15(3): 237-240.

MacArthur, R., Wilson, E.O. 1976: The Theory of Island Biogeography. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Perault L. L. H., Lomolino, M. V. 2000: Corridors and mammal community structure across a fragmented, old-growth forest landscape. *Ecological monographs* 20(3): 401-422.

Soulé M. E., Gilpin M. E. 1991: The theory of wildlife corridor capability. *Nature Communication* 2: The Role of corridors, ed. D. A. Saunders and R. J. Hobbs, 3-8, Chipping Norton, New South Wales, Australia.

UN/CBD 2022: Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework

Walker R., Craighead, F. 1997: Analysing wildlife movement corridors in Montana using GIS. ESRI User conference proceedings, California.

Dr. sc. Suzana Buzjak, Hrvatski prirodoslovni muzej



Slika 1. Fragmentirana pokrajina v Parku prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« (foto: S. Buzjak).

Slika 1. Sitno fragmentirani travnjački krajobraz u Parku prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“ (foto: S. Buzjak).

Rastlinske združbe tvorijo osnovo kopenskih ekosistemov, saj zagotavljajo habitat, hrano in pogoje za preživetje številnih drugih organizmov. Za razliko od večine živali rastline nimajo možnosti aktivnega premikanja skozi prostor, temveč je njihovo širjenje odvisno od prenosa semen, cvetnega prahu in vegetativnih delov s pomočjo vetra, vode, živali in človeka. Prav zato ima povezanost habitatov pomembno vlogo pri dolgoročnem preživetju rastlinskih populacij in ohranjanju biotske raznovrstnosti.

Sposobnost širjenja se med vrstami razlikuje. Medtem ko nekatere rastline razširjajo semena le nekaj metrov stran od matične rastline, se lahko druge s pomočjo vetra, ptic ali rečnih tokov širijo na veliko večje razdalje. Takšni procesi omogočajo naravno obnovo habitatov, izmenjavo genetskega materiala in prilagajanje okoljskim spremembam (Nathan in Muller-Landau 2000).

V sodobni krajini so naravni in polnaravni habitatni vse bolj razdrobljeni zaradi prometne infrastrukture, urbanizacije, intenzivnega kmetijstva in drugih oblik rabe prostora. Posebej ranljive so majhne in izolirane populacije. Ko se neprekinjeni habitatni razdelijo na manjše in med seboj izolirane površine, se prenos semen in cvetnega prahu med populacijami oteži, kar dolgoročno zmanjšuje njihovo odpornost in stabilnost (Fahrig 2003). Zmanjšana povezanost lahko privede do slabšega pretoka genov, pogostejšega samoopraševanja in postopne izgube genetske pestrosti (Young in sod. 1996). Dolgoročno to povečuje tveganje za lokalno izumrtje posameznih rastlinskih vrst, zlasti tistih, ki imajo omejene možnosti širjenja ali pa so odvisne od specifičnih habitatnih razmer.

Zato se krajina danes vse bolj obravnava kot povezana mreža naravnih in polnaravnih območij, skozi katero potekajo pomembni

Biljne zajednice čine osnovo kopnenih ekosustava jer osiguravaju stanište, hranu i uvjete za opstanak brojnih drugih organizama. Za razliku od većine životinja, biljke nemaju mogućnost aktivnog kretanja kroz prostor, već njihovo širenje ovisi o prijenosu sjemena, peludi i vegetativnih dijelova pomoću vjetra, vode, životinja i čovjeka. Upravo zato povezanost staništa ima važnu ulogu u dugoročnom opstanku biljnih populacija i očuvanju bioraznolikosti.

Mogućnost širenja razlikuje se među vrstama. Dok neke biljke rasprostiru sjeme svega nekoliko metara od matične biljke, druge se uz pomoć vjetra, ptica ili riječnih tokova mogu širiti na mnogo veće udaljenosti. Takvi procesi omogućuju prirodnu obnovu staništa, razmjenu genetskog materijala i prilagodbu okolišnim promjenama (Nathan i Muller-Landau 2000).

U suvremenom krajoliku prirodna i poluprirodna staništa sve su više rascjepkana prometnicama, urbanizacijom, intenzivnom poljoprivredom i drugim oblicima korištenja prostora. Posebno su osjetljive male i izolirane populacije. Kada se kontinuirana staništa razdvoje na manje i međusobno izolirane površine, otežava se prijenos sjemena i peludi između populacija, što dugoročno smanjuje njihovu otpornost i stabilnost (Fahrig 2003). Smanjena povezanost može dovesti do slabijeg protoka gena, povećanog samooprašivanja i postupnog gubitka genetske raznolikosti (Young i sur. 1996). Dugoročno to povećava rizik lokalnog nestanka pojedinih biljnih vrsta, osobito onih koje imaju ograničene mogućnosti širenja ili ovise o specifičnim stanišnim uvjetima.

Zbog toga se krajolik danas sve više promatra kao povezana mreža prirodnih i poluprirodnih područja kroz koju se odvijaju važni ekološki

ekološki procesi, in ne le kot skupek ločenih habitatov (Taylor in sod. 1993).

procesi, a ne samo kao skup odvojenih staništa (Taylor i sur. 1993).

VLOGA EKOLOŠKIH KORIDORJEV ZA RASTLINE

V mnogih delih Evrope naravni habitat preživijo kot izolirani fragmenti znotraj intenzivno upravljanih krajin, kar otežuje dolgoročno ohranjanje povezanih rastlinskih populacij. Ekološki koridorji premostijo te prostorske bariere in omogočajo pretok genov med rastlinskimi populacijami (Opdam in Wascher 2004). Za razliko od živali, ki koridorje pogosto uporabljajo kot prehode, skozi katere se relativno hitro premikajo, se rastline širijo postopoma skozi več generacij. Seme najprej prispe v del koridorja, kjer mora rastlina uspešno vzkaliti, rasti in ustvariti novo seme. Šele naslednje generacije omogočijo nadaljnje širjenje vrste skozi prostor. Pri rastlinah koridor zato ni »pot«, po kateri se premikajo osebk, temveč prostor, ki omogoča širjenje in povezovanje populacij.

Povezani habitat praviloma omogočajo boljše ohranjanje rastlinske pestrosti in lajšajo naravno širjenje rastlinskih vrst skozi krajino v primerjavi z izoliranimi območji (Damschen in sod. 2006).

Vendar pa učinkovitost ekoloških koridorjev ni odvisna le od njihove prisotnosti v prostoru, temveč tudi od kakovosti habitatov, ki jih sestavljajo, ter od načina rabe okoliške krajine. Koridor sicer lahko povezuje dva habitata, a bo njegova funkcija omejena, če ga sestavljajo degradirane ali intenzivno upravljane površine. Zato imata kakovost koridorja in okoliška krajina pogosto enako velik pomen kot sama fizična povezanost habitatov (Fischer in Lindenmayer 2007).

ULOGA EKOLOŠKIH KORIDORA ZA BILJKE

U mnogim dijelovima Europe prirodna staništa opstaju kao izolirani fragmenti unutar intenzivno korištenih krajolika, što otežava dugoročno očuvanje povezanih biljnih populacija. Ekološki koridori premošćuju te prostorne barijere i omogućuju protok gena između biljnih populacija (Opdam i Wascher 2004). Za razliku od životinja, koje koridore često koriste kao prolaze kroz koje se relativno brzo kreću, biljke se šire postupno, kroz više generacija. Sjeme najprije dopijeva u dio koridora gdje biljka mora uspješno klijati, rasti i stvarati novo sjeme. Tek sljedeće generacije omogućuju daljnje širenje vrste kroz prostor. Kod biljaka koridor stoga nije „put“ kojim se jedinke kreću, nego prostor koji omogućuje širenje i povezivanje populacija.

Povezana staništa u pravilu omogućuju bolje očuvanje biljne raznolikosti i olakšavaju prirodno širenje biljnih vrsta kroz krajolik u usporedbi s izoliranim područjima (Damschen i sur. 2006).

Međutim, učinkovitost ekoloških koridora ne ovisi samo o njihovoj prisutnosti u prostoru, već i o kvaliteti staništa koja ih čine te načinu korištenja okolnog krajolika. Koridor može povezivati dva staništa, ali njegova funkcija bit će ograničena ako se sastoji od degradiranih ili intenzivno korištenih površina. Stoga kvaliteta koridora i okolnog krajolika često ima jednaku važnost kao i sama fizička povezanost staništa (Fischer i Lindenmayer 2007).

Podnebne spremembe še dodatno povečujejo pomen ohranjanja povezanosti habitatov, kar velja za eno ključnih strategij prilagajanja podnebnim spremembam, saj vrstam omogoča premikanje območja razširjenosti in ohranjanje populacij v spremenjenih okoljskih razmerah (Heller in Zavaleta 2009). Spremembe temperature in režima padavin postopoma spreminjajo razmere, ugodne za posamezne rastlinske vrste, zaradi česar se njihovo naravno območje razširjenosti pomika proti severu ali proti višjim nadmorskim višinam. V razdrobljenih krajinah je takšno širjenje pogosto oteženo ali popolnoma onemogočeno, zato lahko populacije ostanejo »ujete« na območjih, ki postopoma postajajo podnebno neugodna (Opdam in Wascher 2004).

PRIMERI DOBRIH PRAKS IN NJIHOV POMEN ZA UPRAVLJANJE PROSTORA

Na evropski ravni eden najbolj znanih primerov razvoja ekološke povezanosti predstavlja European Green Belt — mreža naravnih in polnaravnih območij, ki se razteza vzdolž nekdanje »železne zavese«. Ta primer kaže, kako lahko povezani krajinski sistemi omogočijo ohranjanje biotske raznovrstnosti na velikih prostorskih ravneh in skozi različne podnebne pasove (<https://www.europeangreenbelt.org>).

Pomembno vlogo imajo tudi rečni koridorji, kot je Drava, kjer poplavni gozdovi, vlažni travniki in obalni habitati omogočajo premikanje in širjenje številnih rastlinskih in živalskih vrst skozi intenzivno upravljano kmetijsko krajino (<https://www.drava-life.hr/hr/naslovnica/>).

Klimatske promjene dodatno povečavaju važnost očuvanja povezanosti staništa, koja se smatra jednom od ključnih strategija prilagodbe klimatskim promjenama jer omogućuje vrstama pomicanje rasprostranjenosti i održavanje populacija u promijenjenim okolišnim uvjetima (Heller i Zavaleta 2009). Promjene temperature i režima oborina postupno mijenjaju uvjete pogodne za pojedine biljne vrste, zbog čega se njihov prirodni raspon rasprostranjenosti pomiče prema sjeveru ili prema višim nadmorskim visinama. U fragmentiranim krajolicima takvo je širenje često otežano ili potpuno onemogućeno, pa populacije mogu ostati „zarobljene“ u područjima koja postupno postaju klimatski nepovoljna (Opdam i Wascher 2004).

PRIMERI DOBRE PRAKSE I ZNAČAJ ZA UPRAVLJANJE PROSTOROM

Na europskoj razini jedan od najpoznatijih primjera razvoja ekološke povezanosti predstavlja European Green Belt — mreža prirodnih i poluprirodnih područja koja se proteže duž nekadašnje „željezne zavjese“. Ovaj primjer pokazuje kako povezani krajolici mogu omogućiti očuvanje bioraznolikosti na velikim prostornim razmjerima i kroz različite klimatske zone (<https://www.europeangreenbelt.org>).

Važnu ulogu imaju i riječni koridori, poput Drave, gdje poplavne šume, vlažni travnjaci i obalna staništa omogućuju kretanje i širenje brojnih biljnih i životinjskih vrsta kroz intenzivno korišten poljoprivredni krajolik. (<https://www.drava-life.hr/hr/naslovnica/>).

V urbanih območjih lahko zelena infrastruktura prispeva k vzpostavitvi funkcionalne mreže ekološko povezanih habitatov. Primer dobre prakse predstavlja mesto Vitoria-Gasteiz v Španiji, kjer je bil z razvojem mreže povezanih parkov, zelenih pasov in obmestnih habitatov vzpostavljen tako imenovani Zeleni pas (Green Belt). Ta mreža izboljšuje povezanost habitatov, prispeva k ohranjanju urbane biotske raznovrstnosti ter povečuje odpornost mestnega okolja na podnebne spremembe. (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/regenerating-nature-the-foundation-of-a-healthy-vibrant-and-resilient-city>; <https://climate-adapt.eea.europa.eu/hr/metadata/case-studies/implementation-of-the-vitoria-gasteiz-green-urban-infrastructure-strategy>).

V prostorskem načrtovanju imajo ekološki koridorji pomembno vlogo kot sestavni del zelene infrastrukture. Njihovo ohranjanje in obnova prispevata ne le k varovanju biotske raznovrstnosti, temveč tudi k ohranjanju ekosistemskih storitev, prilagajanju podnebnim spremembam ter dolgoročno trajnostnemu upravljanju krajine.

ŽUMBERAK IN KOZJANSKO – PRIMER POMENA POVEZANOSTI TRAVNIŠKIH HABITATOV

Območje Parka prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« in Kozjanskega parka zaznamuje mozaik gozdnih skupnosti, kmetijskih površin in travnikov, ki so nastali z dolgotrajno tradicionalno rabo prostora. Med najvrednejšimi habitatmi izstopajo predvsem hribovski suhi travniki, ki s florističnega vidika predstavljajo enega najbogatijših habitatov tega območja. Na relativno majhnih površinah je mogoče najti številne rastlinske

U urbanih področjih zelena infrastruktura može pridonijeti uspostavi funkcionalne mreže ekološki povezanih staništa. Primjer dobre prakse predstavlja grad Vitoria-Gasteiz u Španjolskoj, gdje je razvojem mreže povezanih parkova, zelenih pojaseva i periurbanih staništa uspostavljen tzv. Green Belt (Zeleni pojas). Ova mreža poboljšava povezanost staništa, pridonosi očuvanju urbane bioraznolikosti te povećava otpornost gradskog okoliša na klimatske promjene. (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/regenerating-nature-the-foundation-of-a-healthy-vibrant-and-resilient-city>; <https://climate-adapt.eea.europa.eu/hr/metadata/case-studies/implementation-of-the-vitoria-gasteiz-green-urban-infrastructure-strategy>).

U prostornom planiranju ekološki koridori imaju važnu ulogu kao sastavni dio zelene infrastrukture. Njihovo očuvanje i obnova pridonose ne samo zaštiti bioraznolikosti, već i očuvanju ekosustavnih usluga, prilagodbi klimatskim promjenama te dugoročno održivom upravljanju krajolikom.

ŽUMBERAK I KOZJANSKO – PRIMJER VAŽNOSTI POVEZANOSTI TRAVNJAČKIH STANIŠTA

Područje Parka prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“ i Kozjanskog parka obilježava mozaik šumskih zajednica, poljoprivrednih površina i travnjaka nastalih dugotrajnim tradicionalnim korištenjem prostora. Među najvrjednijim staništima posebno se ističu suhi brdski travnjaci, koji predstavljaju jedno od floristički najbogatijih staništa ovoga područja. Na relativno malim površinama mogu se pronaći brojne vrste

vrste, prilagojene toplim, odprtim in s hranili revnim habitatov, vključno z redkimi in zavarovanimi vrstami.

Ohranjenost teh travnikov je tesno povezana s tradicionalnim načinom gospodarjenja, predvsem s košnjo in ekstenzivno pašo. V zadnjih desetletjih sta depopulacija podeželskih območij in opuščanje kmetijskih dejavnosti privedla do postopnega zaraščanja odprtih površin z grmovjem in gozdno vegetacijo. Posledično se nekdanje povezane travniški deli vse bolj delijo na manjše in med seboj izolirane fragmente, kar zmanjšuje povezanost rastlinskih populacij in otežuje naravno širjenje vrst skozi krajino.

Analiza krajinske strukture, izvedena v okviru projekta CarEx, je pokazala, da so travniški habitat v Žumberaku znatno bolj razdrobljeni in prostorsko izolirani kot na območju Kozjanskega, kar nakazuje na izrazitejšo fragmentacijo in šibkejšo funkcionalno povezanost habitatov.

Zato je ključnega pomena ohraniti preostale travnike ter vzpostaviti in vzdrževati travniške koridore s preprečevanjem nadaljnjega zaraščanja, obnovu degradiranih odprtih habitatov ter spodbujanjem ekstenzivnega gospodarjenja s prostorom, ki zagotavlja njihovo prostorsko in funkcionalno povezanost.

biljaka prilagođene toplim, otvorenim i hranjivima siromašnim staništima, uključujući rijetke i zaštićene vrste.

Očuvanje ovih travnjaka usko je povezana s tradicionalnim načinom gospodarenja, prvenstveno košnjom i ekstenzivnom ispašom. Posljednjih desetljeća depopulacija ruralnih područja i napuštanje poljoprivrednih aktivnosti doveli su do postupnog zarastanja otvorenih površina grmljem i šumskom vegetacijom. Kao posljedica toga, nekad povezane travnjačke površine sve se više dijele na manje i međusobno izolirane fragmente, čime se smanjuje povezanost biljnih populacija i otežava prirodno širenje vrsta kroz krajolik.

Analiza krajobrazne strukture, provedene u okviru projekta CarEx, pokazala je da su travnjačka staništa na Žumberku znatno usitnjenija i prostorno izoliranija nego na području Kozjanskog, što upućuje na izraženiju fragmentaciju i slabiju funkcionalnu povezanost staništa.

Zbog toga je ključno očuvati preostale travnjake te uspostaviti i održavati travnjačke koridore kroz sprječavanje daljnjeg zarastanja, obnovu degradiranih otvorenih staništa te poticanje ekstenzivnog gospodarenja prostorom koje osigurava njihovu prostornu i funkcionalnu povezanost.

LITERATURA:

- Damschen, E. I., Haddad, N. M., Orrock, J. L., Tewksbury, J. J., Levey, D. J. 2006: Corridors increase plant species richness at large scales. *Science* 313(5791): 1284–1286. <https://doi.org/10.1126/science.1130098>
- Fahrig, L. 2003: Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487–515. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419
- Fischer, J., Lindenmayer, D. B. 2007: Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography* 16(3): 265–280. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x
- Heller, N. E., Zavaleta, E. S. 2009: Biodiversity management in the face of climate change. *Biological Conservation* 142(1): 14–32. DOI: [10.1016/j.biocon.2008.10.019](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.019)
- Nathan, R., Muller-Landau, H. C. 2000: Spatial patterns of seed dispersal. *Trends in Ecology & Evolution* 15(7): 278–285. DOI: 10.1016/S0169-5347(00)01874-7
- Opdam, P., Wascher, D. 2004: Climate change meets habitat fragmentation. *Biological Conservation* 117(3): 285–297. DOI: 10.1016/S0006-3207(03)00266-5
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G. 1993: Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68(3): 571–573. DOI: 10.2307/3544927
- Young, A., Boyle, T., Brown, T. 1996: The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology & Evolution* 11(10): 413–418. DOI: 10.1016/0169-5347(96)10045-8

VLOGA KORIDORJEV PRI VAROVANJU POPULACIJ METULJEV

ULOGA KORIDORA U OČUVANJU POPULACIJA LEPTIRA

Dr. sc. Martina Šašić, Hrvatski prirodoslovni muzej



*Slika 1. Mali okarček (*Coenonympha pamphilus*) je najpogostejša vrsta metulja in indikator travniških habitatov. Za preživetje potrebuje ohranjene in med seboj povezane travnike, hranilne rastline za gosenice ter dovolj sončnih in toplih površin (foto: M. Šašić).*

*Slika 1. Obična riđa (*Coenonympha pamphilus*) najčešća je vrsta leptira i indikator travnjačkih staništa. Za opstanak su joj potrebni očuvani i međusobno povezani travnjaci, biljke hraniteljice za gusjenice te dovoljno sunčanih i toplih površina (foto: M. Šašić).*

Fragmentacija je proces, pri katerem se neprekinjene površine zmanjšujejo na izolirane dele habitatov, tako imenovane zaplate (angl. *patches*). Danes je eden ključnih dejavnikov izgube biotske raznovrstnosti v sodobnih krajinah, zlasti na območjih z močnim vplivom kmetijstva. Vse spremembe v rabi zemljišč, vključno z opuščanjem tradicionalnih kmetijskih praks, sukcesijo (zaraščanjem) travnikov ter intenziviranjem obdelave tal, vodijo v zmanjšanje površine primernih habitatov in njihovo prostorsko ločenost. Takšni procesi omejujejo gibanje organizmov, zmanjšujejo gensko izmenjavo in povečujejo tveganje za lokalna izumrtja, kar dolgoročno zmanjšuje stabilnost populacij in vpliva na delovanje ekosistemov. Strokovna literatura potrjuje, da fragmentacija in izguba habitatov pomembno omejujeta prostorsko povezanost populacij ter negativno vplivata na biotsko raznovrstnost v kmetijskih krajinah (Tiang in sod. 2021).

Fragmentacija je proces u kojem se kontinuirane površine smanjuju na izolirane dijelove staništa tzv. zakrpe (engl. patches). Danas je jedan od ključnih pokretača gubitka bioraznolikosti u suvremenim krajobrazima, osobito u područjima pod snažnim utjecajem poljoprivrede. Sve promjene u korištenju zemljišta, uključujući napuštanje tradicionalnih poljoprivrednih praksi, sukcesija (zarastanje) travnjaka te intenziviranje obrade tla, dovode do smanjenja površine pogodnih staništa i njihove prostorne odvojenosti. Takvi procesi ograničavaju kretanje organizama, smanjuju genetsku razmjenu i povećavaju rizik lokalnih izumiranja, što u konačnici narušava stabilnost populacija i funkcioniranje ekosustava. Stručna literatura potvrđuje da fragmentacija i gubitak staništa značajno ograničavaju prostornu povezanost populacija te negativno utječu na bioraznolikost u poljoprivrednim krajobrazima (Tiang i sur. 2021).

METULJI IN FRAGMENTACIJA

V biologiji metuljev (Lepidoptera) je vloga krajinske strukture še posebej poudarjena zaradi njihovih specifičnih ekoloških zahtev in občutljivosti na okoljske spremembe. Večina vrst ima omejeno sposobnost disperzije (razširjanja), zaradi česar fragmentacija habitatov predstavlja eno največjih groženj njihovemu preživetju. V takšnih krajinah postanejo ekološki koridorji ključni elementi za ohranjanje funkcionalne povezanosti krajine, vzdrževanje genskega pretoka in preprečevanje lokalnih izumrtij. Koridorji, kot so žive meje, travni pasovi, robovi njiv, rečni bregovi in drugi linearni krajinski elementi, povezujejo izolirane fragmente habitatov ter omogočajo gibanje organizmov med njimi. Na ta način spodbujajo pretok genov med populacijami,

LEPTIRI I FRAGMENTACIJA

U biologiji leptira (Lepidoptera), uloga krajobrazne strukture posebno je naglašena zbog njihovih specifičnih ekoloških zahtjeva i osjetljivosti na promjene u okolišu. Većina vrsta posjeduje ograničenu sposobnost disperzije, zbog čega fragmentacija staništa, predstavlja jednu od najvećih prijetnji njihovom opstanku. U takvim krajobrazima, ekološki koridori postaju ključni elementi za očuvanje funkcionalne povezanosti krajolika, održavanje genetskog toka i sprječavanje lokalnih izumiranja. Koridori, poput živica, travnih pojaseva, rubova polja, riječnih obala i drugih linearnih krajobraznih elemenata, povezuju izolirane fragmente staništa te omogućuju kretanje organizama među njima. Na taj način olakšavaju protok gena između

povećuju njihovu povezanost in blažijo negativne posledice demografskih nihanj. Koncept ekološke povezanosti je bil razvit kot odgovor na vse izrazitejšo fragmentacijo, številne raziskave pa potrjujejo, da lahko koridorji povečajo izmenjavo osebkov, olajšajo migracijo in prispevajo k ohranjanju metapopulacij v degradiranih krajinih. Poleg tega, da omogočajo gibanje živali, imajo koridorji pomembno vlogo tudi pri vzdrževanju ekoloških procesov. Obsežne eksperimentalne raziskave so pokazale, da koridorji ne povečujejo le gibanja živali med fragmenti habitatov, temveč izboljšujejo tudi ključne interakcije, kot sta opraševanje in razširjanje semen, s čimer prispevajo k obnovi vegetacije in stabilnosti rastlinskih združb (Tewksbury in sod. 2002). S tem postajajo koridorji nepogrešljiv element pri ohranjanju funkcij ekosistemov v fragmentiranih agroekosistemi. Intenzivno kmetijstvo, odstranjevanje krajinskih elementov in homogenizacija prostora dodatno zmanjšujejo kakovost habitatov in prekinjajo ekološke vezi. Raziskave kažejo, da povečana izoliranost kmetijskih površin od naravnih habitatov zmanjšuje dostopnost ekosistemskih storitev, vključno z opraševanjem, pri katerem imajo pomembno vlogo tudi metulji. Posledično lahko to negativno vpliva na produktivnost poljščin in poruši stabilnost agroekosistemov (Andersson in sod. 2021).

Pionirska raziskava, ki jo je izvedel Haddad (1999), je zagotovila eno prvih neposrednih potrditev teorije o koridorjih. Z nadzorovanim eksperimentom je dokazal, da koridorji bistveno povečajo gibanje vrst, ter zaključil, da se metulji pogosteje gibljejo med habitatmi, ki so povezani z vegetacijskimi koridorji, v primerjavi z izoliranimi habitatmi na enaki razdalji, med katerimi se je nahajal odprt, neprimeren habitat (matriks). Koridorji tako ne le omogočajo disperzijo, temveč neposredno vplivajo tudi na

populacija, povečavajo njihovo povezanost i ublažavajo negativne posledice demografskih fluktuacija. Koncept ekološke povezanosti razvijen je kao odgovor na sve izraženiju fragmentaciju, a brojna istraživanja potvrđuju da koridori mogu povećati razmjenu jedinki, olakšati migraciju i doprinijeti održivosti metapopulacija u degradiranim krajolicima. Osim što omogućuju kretanje životinja, koridori imaju važnu ulogu i u održavanju ekoloških procesa. Velika eksperimentalna istraživanja pokazala su da koridori ne samo da povećavaju kretanje životinja između fragmenata, nego i poboljšavaju ključne interakcije poput oprašivanja i rasprostiranja sjemena, čime doprinose obnovi vegetacije i stabilnosti biljnih zajednica (Tewksbury i sur. 2002). Time koridori postaju neizostavan element u očuvanju funkcija ekosustava u fragmentiranim agroekosustavima. Intenzivna poljoprivreda, uklanjanje krajobraznih elemenata i homogenizacija prostora dodatno smanjuju kvalitetu staništa i prekidaju ekološke veze. Istraživanja pokazuju da povećana izoliranost poljoprivrednih površina od prirodnih staništa smanjuje dostupnost usluga ekosustava, uključujući oprašivanje u kojem važnu ulogu imaju i leptiri. Poslедиčno, to može negativno utjecati na produktivnost usjeva i narušiti stabilnost agroekosustava. (Andersson i sur. 2021).

Pionirsko istraživanje koje je proveo Haddad (1999) pružilo je jednu od prvih izravnih potvrda teorije o koridorima. Kroz kontrolirani eksperiment dokazao je da koridori značajno povećavaju kretanje vrsta te zaključio da se leptiri češće kreću između staništa povezanih vegetacijskim koridorima u usporedbi s izoliranim staništima na istoj udaljenosti između kojih se nalazio otvoreni nepogodni (matriks) staništima. Time koridori ne samo da olakšavaju disperziju,

povećanje gostote osebkov znotraj povezanih fragmentov.

V kontekstu sukcesije, opušćanja kmetijstva in drugih sprememb v rabi zemljišč se pomen ekoloških koridorjev še povečuje. Ko se odprti habitati zaraščajo in postanejo neprimerni za vrste, odvisne od travniških in robnih ekosistemov, so linearni elementi krajine pogosto zadnji funkcionalni prostori, ki omogočajo njihovo preživetje. Vzpostavitev in ohranjanje mreže koridorjev zato predstavlja ključno strategijo za blaženje negativnih posledic fragmentacije in zagotavljanje dolgoročnega ohranjanja populacij v dinamičnih agroekosistemi.

Povezanost habitatov ni nujno vedno odvisna le od neokrnjenih delov narave. Bergsten in sod. (2016) izpostavljajo pomen linearnih infrastrukturnih elementov, kot so trase daljnovodov, medtem ko Munguira in Thomas (1992) poudarjata pomen travnatih pasov ob cestah (angl. *road verges*). V gozdnih mozaikih očišćene trase daljnovodov delujejo kot alternativni travniški habitati in koridorji. Delujejo kot izvorni habitati (angl. *source habitats*), ki povečujejo splošno pestrost in omogočajo gibanje vrst, ki bi bile sicer omejene z gosto gozdno vegetacijo. Po drugi strani so se pasovi ob cestah izkazali kot pomembni sekundarni habitati za metulje. Raziskava je ugotovila, da lahko ti pasovi vsebujejo veliko število vrst in dosežajo visoke gostote populacij, primerljive z naravnimi travniki. Pestrost in širina vegetacijskega pasu ter prisotnost hranilnih rastlin so ključni dejavniki, ki povečujejo številčnost in pestrost metuljev ter delujejo kot koridorji, ki omogočajo gibanje in povezovanje populacij v fragmentirani krajini. Z ustreznim upravljanjem (npr. z manj pogosto košnjo) se lahko njihov pomen za ohranjanje metuljev še dodatno poveča.

već izravno utjeću na povećanje gustoće jedinki unutar povezanih fragmenata.

U kontekstu sukcesije, napušćanja poljoprivrede i drugih promjena u korištenju zemljišta, važnost ekoloških koridora dodatno raste. Kako otvorena staništa zarastaju i postaju nepogodna za vrste ovisne o travnjaćkim i rubnim ekosustavima, linearni elementi krajolika često ostaju posljednji funkcionalni prostori koji omogućuju njihovo preživljavanje. Uspostava i očuvanje mreže koridora stoga predstavlja ključnu strategiju za ublažavanje negativnih posljedica fragmentacije i osiguravanje dugoroćne održivosti populacija u dinamićnim agroekosustavima.

*Povezanost staništa ne mora uvijek ovisiti o netaknutim dijelovima prirode. Bergsten i sur. (2016) istiću važnost linearnih infrastrukturnih elemenata, poput trasa dalekovoda, dok Munguira i Thomas (1992) istiću važnost travnatih pojasa uz cestu (engl. *road verges*). U šumskim mozaicima, očišćene trase dalekovoda funkcioniraju kao alternativni travnjaćka staništa i koridori. Oni djeluju kao izvorišna staništa (engl. *source habitats*) koja povećavaju ukupnu raznolikost i omogućuju kretanje vrsta koje bi inaće bile ogranićene gustom šumskom vegetacijom. S druge strane, pojasevi uz cestu pokazali su se kao važna sekundarna staništa za leptire. Istraživanje je utvrdilo da ti pojasevi mogu sadržavati velik broj vrsta i visoke gustoće populacija, usporedive s prirodnim travnjacima. Raznolikost i širina vegetacijskog pojasa, kao i prisutnost biljaka hraniteljica, ključni su čimbenici koji povećavaju brojnost i raznolikost leptira, te djeluju kao koridori koji omogućuju kretanje i povezivanje populacija u fragmentiranom krajoliku. Pravilnim upravljanjem (npr. rjećom košnjom) može se dodatno povećati njihova vrijednost za očuvanje leptira. Dodatno, Borgström i sur. (2012),*

Poleg tega Borgström in sod. (2012) poudarjajo, da za ogrožene vrste na urbaniziranih območjih sama prisotnost habitata ni dovolj, če ta ni vključena v širšo mrežo. Verjetnost kolonizacije novih območij je neposredno odvisna od odpornosti krajine (angl. *landscape resistance*). Vključevanje vmesnih habitatov (angl. *stepping-stones*), torej manjših in prostorsko ločenih delov, lahko izboljša gibanje skozi neugodne urbane matrikse in zagotovi dolgoročno trajnost populacij.

Čeprav ekološki koridorji praviloma služijo povečanju funkcionalne povezanosti habitatov in lažšanju disperzije vrst, literatura prav tako poudarja, da koridorji niso vedno nevtralni ali izključno koristni. Haddad in sod. (2014) so opredelili več potencialnih negativnih vplivov koridorjev na populacije, med drugim tudi širjenje patogenov in invazivnih vrst, sinhronizacijo populacijskih ciklov ter povečanje robnih učinkov (angl. *edge effects*). Robni učinek se nanaša na spremembe v habitatu pa tudi na ekološke razmere, ki nastanejo na prehodu med habitatom in okoljskim matriksom, na primer med koridorjem in sosednjim degradiranim ali antropogenim območjem. Robni učinki vključujejo spremembe mikroklimе (višja temperatura, zmanjšana vlažnost), večji vpliv plenilcev in večjo izpostavljenost vetru ali sončnemu sevanju, kar lahko negativno vpliva na vrste, ki dajejo prednost notranjosti habitata in so občutljive na zunanje motnje. Za metulje, kot je travniški postavnež (*Euphydryas aurinia*), ki so pogosto odvisni od specifičnih travniških habitatov in imajo omejeno sposobnost disperzije, lahko ozki ali vegetacijsko neustrezno zaščiteni koridorji povečajo tveganje za izgubo osebkov, zmanjšajo reproduktivni uspeh in s tem omejijo genski pretok kljub njihovi funkciji povezovanja habitatov.

naglašavajo da za ogrožene vrste u urbaniziranim področjima, puka prisutnost staništa nije dovoljna ako ono nije dio šire mreže. Vjerojatnost kolonizacije novih područja izravno ovisi o otpornosti krajolika (engl. landscape resistance). Uvođenje prijelaznih staništa (engl. stepping-stones), manjih i diskretnih djelova, može poboljšati kretanje kroz nepovoljne urbane matrikse i osigurati dugoročnu održivost populacija.

*Iako ekološki koridori u pravilu služe za povećanje funkcionalne povezanosti staništa i olakšavanje disperzije vrsta, literatura također naglašava da koridori nisu uvijek neutralni ili samo korisni. Haddad i sur. (2014) identificirali su nekoliko potencijalnih negativnih učinaka koridora na populacije, uključujući širenje patogena i invazivnih vrsta, sinhronizaciju populacijskih ciklusa i povećane rubne efekte (engl. edge effects). Rubni efekt se odnosi na promjene na staništu ali i na ekološke uvjete koji nastaju na granici između staništa i okolnog matriksa, primjerice koridora i susjednog degradiranog ili antropogenog područja. Rubni efekti uključuju promjene mikroklimе (povišena temperatura, smanjena vlažnost), veći utjecaj predatora i pojačanu izloženost vjetru ili sunčevom zračenju, što može negativno utjecati na vrste koje preferiraju unutrašnjost staništa, te su osjetljive su na vanjske poremećaje. Za leptire poput močvarne riđe (*Euphydryas aurinia*), koje često ovise o specifičnim travnjačkim staništima i imaju ograničenu sposobnost disperzije, uski ili neadekvatno vegetacijski zaštićeni koridori mogu povećati rizik od gubitka jedinki, smanjiti reproduktivni uspjeh i time ograničiti genetski protok, unatoč njihovoj funkciji povezivanja staništa.*

Robni učinki lahko vplivajo tudi na dinamiko drugih organizmov znotraj koridorja. Na primer povečana prisotnost plenilcev, parazitov ali konkurenčnih vrst lahko zmanjša lokalno gostoto ciljnih populacij. Poleg tega lahko sinhronizacija populacijskih nihanj med povezanimi zaplatami poveča tveganje za sočasna lokalna izumrtja, kar dodatno poudarja, da imajo prostorska razporeditev, širina in kakovost robov koridorjev ključno vlogo pri njihovi ekološki učinkovitosti. Kritični pristopi zato priporočajo, da se pri načrtovanju koridorjev ne upošteva le njihova funkcija povezovanja, temveč tudi potencialni robni učinki in tveganja za ciljne ter spremljajoče vrste, da bi čim bolj povečali njihov prispevek k ohranjanju biotske raznovrstnosti (Haddad in sod. 2014).

Rubni efekti također mogu utjecati na dinamiku drugih organizama unutar koridora. Na primjer, pojačanu prisutnost predatora, parazita ili konkurentskih vrsta može smanjiti lokalnu gustoću ciljanih populacija. Nadalje, sinhronizacija populacijskih oscilacija između povezanih zakrpa može povećati rizik istovremenih lokalnih izumiranja, što dodatno naglašava da prostorna konfiguracija, širina i kvaliteta rubova koridora igra ključnu ulogu u njihovoj ekološkoj učinkovitosti. Kritički pristupi stoga preporučuju da se prilikom planiranja koridora uzmu u obzir ne samo njihova funkcija povezanosti, već i potencijalni rubni učinci i rizici za ciljane i prateće vrste, kako bi se maksimizirala korist za očuvanje bioraznolikosti (Haddad i sur. 2014).

KLJUČNA PODROČJA DELOVANJA ZA OHRANJANJE METULJEV V FRAGMENTIRANI KRAJINI

Za ohranjanje metuljev v krajinah, kjer so habitati med seboj ločeni in prekinjeni, je potrebno prizadevanja usmeriti v štiri **ključna področja delovanja, ki se med seboj dopolnjujejo:**

1. Spodbujanje disperzije je ključno za zmanjšanje negativnih učinkov izolacije populacij. Ekološki koridorji omogočajo osebkom iskanje novih partnerjev, virov in primernih mikrohabitata, s čimer se povečuje genski pretok in zmanjšuje tveganje za lokalna izumrtja.
2. Nujno je izkoristiti linearne elemente krajine, vključno z antropogenimi strukturami, kot so

KLJUČNA PODRUČJA DJELOVANJA ZA OČUVANJE LEPTIRA U FRAGMENTIRANOM KRAJOLIKU

Za očuvanje leptira u krajolicima u kojima su staništa razdvojena i isprekidana, potrebno je usmjeriti napore na četiri **ključna područja djelovanja koja se međusobno nadopunjuju:**

1. Poticanje disperzije ključno je za smanjenje negativnih učinaka izolacije populacija. Ekološki koridori omogućuju jedinkama pronalaženje novih partnera, resursa i pogodnih mikrostaništa, čime se povećava genetski protok i smanjuje rizik lokalnih izumiranja.
2. Nužno je iskoristiti linearne elemente krajolika, uključujući i antropogene strukture poput trasa dalekovoda i

trase daljnovodov in travnati pasovi ob cestah, ki lahko delujejo kot učinkovite migracijske poti in sekundarni habitati. Takšni elementi, čeprav prvotno niso bili načrtovani za namene ohranjanja narave, pogosto predstavljajo edine preostale odprte površine v intenzivno upravljanih krajinah.

3. Zagotoviti je potrebno raznolikost načinov upravljanja in usmeriti varstvo s posameznih izoliranih lokalitet k funkcionalnim mrežam habitatov (matriksom). To vključuje povezovanje ekoloških koridorjev in manjših vmesnih habitatov (angl. *stepping-stones*), ki omogočajo postopno gibanje osebkov skozi neugodne matrikse. Takšen pristop povečuje odpornost metapopulacij in omogoča dolgoročno vzdrževanje njihovih dinamičnih procesov.
4. V urbanih in kmetijskih območjih je ključno zmanjšati »upornost« krajine za gibanje vrst, na primer s sajenjem avtohtone vegetacije, povečanjem heterogenosti prostora in zmanjšanjem intenzivnosti upravljanja. S tem se olajša prehajanje med fragmenti habitatov in omogoča ohranjanje funkcionalne povezanosti v hitro spreminjajočih se krajinah.

Skupaj te štiri smernice predstavljajo celovit okvir za ohranjanje metuljev v fragmentiranih habitatih ter poudarjajo pomen povezovanja, prilagodljivega upravljanja in strateškega načrtovanja pri ohranjanju biotske raznovrstnosti.

travnih pojaseva uz cestu, koji mogu funkcionirati kao učinkoviti migracijski putovi i sekundarna staništa. Takvi elementi, iako izvorno neplanirani za očuvanje prirode, često predstavljaju jedine preostale otvorene površine u intenzivno korištenim krajolicima.

3. *Potrebno je osigurati raznolikost gospodarenja i usmjeriti zaštitu s pojedinačnih izoliranih lokaliteta prema funkcionalnim mrežama (matriksu) staništa. To uključuje integraciju ekoloških koridora i manjih prijelaznih staništa (engl. *stepping-stones*) koja omogućuju postupno kretanje jedinki kroz nepovoljne matrikse. Ovakav pristup povećava otpornost metapopulacija i omogućuje dugoročno održavanje njihovih dinamičkih procesa.*
4. *Konačno, u urbanim i poljoprivrednim područjima ključno je smanjiti „otpornost“ krajobraza na kretanje vrsta, primjerice sadnjom autohtone vegetacije, povećanjem heterogenosti prostora i smanjenjem intenziteta upravljanja. Time se olakšava tranzit između fragmenata staništa i omogućuje održavanje funkcionalne povezanosti u krajolicima koji se brzo mijenjaju.*

Zajedno, ove četiri smjernice predstavljaju integrirani okvir za očuvanje leptira u fragmentiranim staništima te naglašavaju važnost povezivanja, prilagodljivog upravljanja i strateškog planiranja u očuvanju bioraznolikosti.

LITERATURA:

Andersson, G.K.S., Concepción, E.D., Hipólito, J., Morales, M.B., Persson, A.S. 2021: Editorial: Habitat Modification and Landscape Fragmentation in Agricultural Ecosystems: Implications for Biodiversity and Landscape Multi-Functionality. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9:799322. [doi: 10.3389/fevo.2021.799322](https://doi.org/10.3389/fevo.2021.799322)

Bergsten, J., Westerberg, L., Milberg, P., Bergman, K.-O. 2016: Power-line corridors as source habitat for butterflies in forest landscapes. *Biological Conservation* 201: 320–328.

Borgström, S., Cousins, S. A. O., Lindborg, R. 2012: Outside the boundary—Land use changes in the surroundings of urban nature reserves. *Applied Geography* 32(2): 350–359.

Haddad, N. M. 1999: Corridor and distance effects on interpatch movements: A landscape experiment with butterflies. *Ecological Applications* 9(2): 612–622.

Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Damschen, E. I., Evans, D. M., Johnson, B. L., Levey, D. J., ... , Weldon, A. J. 2014: Potential negative ecological effects of corridors. *Conservation Biology* 28(5): 1178–1187. <https://doi.org/10.1111/cobi.12323>

Munguira, M. L., Thomas, J. A. 1992: Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology* 29: 316–329.

Tewksbury, J.J., Levey, D.J., Haddad, N.M., Sargent, S., Orrock, J.L., Weldon, A., Danielson, B.J., Brinkerhoff, J., Damschen, E.I., Townsend, P. 2002: Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(20):12923-12926. [doi: 10.1073/pnas.202242699](https://doi.org/10.1073/pnas.202242699).

Tiang, D. C. F., Morris, A., Bell, M., Gibbins, C. N., Azhar, B., Lechner, A. M. 2021: Ecological connectivity in fragmented agricultural landscapes and the importance of scattered trees and small patches. *Ecological Processes* 10(1): 20. <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00284-7>

Dr. sc. Jelena Kralj, Zavod za ornitologiju, HAZU



Slika 1. Kolansko blato na Pagu je mokrišće, ki je pomembno počivališče za seleče ptice (foto: D. Tome).

Slika 1. Kolansko blato na otoku Pagu močvarno je stanište važno kao odmorište ptica tijekom selidbe (foto: D. Tome).

Ptice so izjemno mobilna skupina živali, ki se pogosto premikajo na dolge razdalje. Selitve ptic so eno najbolj znanih potovanj v živalskem svetu. Arktične čigre (*Sterna paradisaea*) letno preletijo razdalje več kot 80.000 km (Egevang in sod. 2010). Progastorepi kljunači (*Limosa lapponica*) v neprekinjenem letu čez Tihi ocean med Aljasko in Avstralijo preletijo več kot 13.500 km. Med pticami pevkami ima najdaljši neprekinjen let kupčar (*Oenanthe oenanthe*). Na selitvi iz vzhodne Kanade preko Atlantika do prezimovališč v

Ptice su izuzetno mobilna skupina životinja koje se često kreću na velikim prostorima. Selidbe ptica jedna su od najpoznatijih kretanja u životinjskom svijetu. Arktičke čigre (Sterna paradisaea) godišnje prelijeću udaljenosti veće od 80.000 km (Egevang i sur. 2010), dok riđa muljača (Limosa lapponica) prelijeće više od 13.500 km u neprekidnom letu preko Tihog oceana, između Aljaske i Australije. Među pjevicama, najdulji neprekidni let preko mora imaju sivkaste bjeloguze (Oenanthe oenanthe) iz istočne Kanade koje na selidbi

podсахarski Afriki preleti 3.400 km (Bairlein in sod. 2012). Zaradi sposobnosti preleta velikih prostranstev so ptice le na videz manj odvisne od koridorjev kot manj mobilne skupine. Prav tako potrebujejo habitatna omrežja in koridorje na različnih prostorskih ravneh.

RAZLIČNE PROSTORSKE RAVNI ODVISNOSTI OD KORIDORJEV

Na celotnem območju, ki ga naseljujejo posamezne vrste ptic, so selivke odvisne od široke mreže primernih habitatov, ki jim med selitvijo služijo kot počivališča ali prehranjevališča. Strategije selitve se med vrstami in celo populacijami iste vrste zelo razlikujejo. Odvisne so od njihove telesne velikosti, biologije, terena in sposobnosti prečkanja ovir, kot so morja, puščave ali visoke gore. Nekaterne ptice letijo dolge razdalje brez postanka, nato pa se dalj časa na počivališčih hranijo in obnavljajo svoje zaloge maščevja. Druge delajo manjše »korake« in na poti redno počivajo (Warnock 2010). Obe skupini potrebujeta primerne habitate, kjer se lahko zadržujejo, počivajo ali hranijo krajše ali daljše obdobje. Številne ptice pevke se selijo ponoči, ko so temperature nižje, plenilci so manj aktivni in počivajo podnevi. Druge, kot so lastovke, se selijo podnevi in prenočujejo na skupnih počivališčih. Med selitvami se ptice premikajo po določenih poteh ali koridorjih, ki so odvisni od reliefa, razporeditve rek, prevladujočih smeri vetra in podobno. Tako ptice redno uporabljajo pobočja gora, kjer se pojavlja termika, visoke gore vedno preletajo na istih prelazih. Na dolgih selitvah jim sledenje toku rek ali obal olajša navigacijo. Na območjih, ki jih ptice med selitvijo uporabljajo kot koridorje, lahko gradnja infrastrukture, zlasti daljnovodov in vetrnih elektrarn, povzroči znatno škodo.

do svojih zimovališča u subsaharskoj Africi prelijeću 3.400 km preko Atlantika (Bairlein i sur. 2012). Sposobnost da prelete velika prostranstva ptice naizgled čini manje ovisnima o koridorima nego što je to slučaj s manje pokretnim skupinama, no one ipak ovise o mrežama staništa i koridorima, i to na više prostornih razina.

RAZLIČITE PROSTORNE RAZINE ODVISNOSTI OD KORIDORA

Na razini koja uključuje čitavo područje rasprostranjenosti vrste tijekom čitave godine, ptice selice ovise o mreži pogodnih staništa koja im služe bilo kao odmorišta bilo kao hranilišta tijekom selidbe. Strategije selidbe uvelike se razlikuju među vrstama, pa čak i populacijama istih vrsta, a ovise o njihovoj građi tijela, biologiji, reljefu i sposobnosti prelaska preko prepreka kao što su mora, pustinje ili visoke planine. Neke ptice prelijeću dugačke udaljenosti bez zaustavljanja, da bi se zatim dulje vremena hranile na odmorištima i obnovile zalihe masti. Druge rade manje „korake“ i redovito se odmaraju (Warnock 2010). Obje skupine ptice trebaju odgovarajuća staništa na kojima će se kraće ili dulje zadržavati, odmarati ili hraniti. Brojne pjevice se sele noću, kada su temperature niže, a predatori manje aktivni, te se odmaraju danju. Druge, poput lastavice, se sele danju, a noći provode na zajedničkim odmorištima. Ptice se na svojim selidbama kreću određenim putevima, odnosno koridorima, koji ovise o reljefu, rasporedu rijeka, prevladavajućim smjerovima vjetra i slično. Tako će ptice koristiti obronke planina na kojima nastaju termali ili će visoke planine prelijetati na prijevojima, a praćenje tokova rijeka ili obala pticama olakšava navigaciju na velikim prostornim razinama. Na područjima koje ptice za vrijeme selidbe koriste kao koridore, izgradnja

Dejavniki, ki pri selitvi določajo pomen območja kot počivališča, vključujejo njegovo geografsko lego, velikost, prisotnost primerne habitata, raznolikost, spremenljivost in ohranjenost habitatov. Za evropske gnezdilke so ohranjena mokrišča v Sredozemlju še posebej pomembna. Na selitvi med Evropo in Afriko predstavljata Sredozemsko morje in Sahara veliko oviro. Počivališča in prehranjevališča pred in po prečkanju teh ovir so pomembna za preživetje velikega števila ptic različnih vrst (Adamik in sod. 2016). Na uporabo primernih počivališč vplivajo tudi antropogeni dejavniki, kot so infrastruktura, raba zemljišč, lov, hrup, vznemirjanje itd. Povezanost habitatov za močvirnike vzdolž vzhodnega Sredozemlja je bistveno zmanjšana, če upoštevamo tudi dejavnik vznemirjenja, še posebej za občutljive vrste, kot je rjava čaplja (*Ardea purpurea*) (Merken in sod. 2015).

Na območju gnezdišč so ptice, tako stalnice kot selivke, odvisne od tega, kam se lahko mladiči po speljavi razširijo. Njihove disperzijske razdalje se gibljejo od nekaj sto metrov do več deset kilometrov (Greenwood in Harvey 1982). Večja povezanost habitatov omogoča izmenjavo genov med populacijami, preprečuje parjenje v sorodstvu, povečuje odpornost na bolezni, zajedavce in različne okoljske spremembe. Kolikšna mora biti stopnja povezanosti habitatov je odvisno od bioloških in ekoloških značilnosti vrste, kot so velikost telesa, rodnost, dolžina disperzije, tip prehrane, izbira habitata, dnevna ali nočna aktivnost vrste itd. (Prima in sod. 2024). Ne gre samo za razdaljo, ki jo ptica lahko fizično preleti, temveč tudi za

infrastrukture, osobito dalekovoda i vjetroelektrana može dovesti do značajnog stradavanja.

*Čimbenici o kojima ovisi važnost nekog područja kao odmorišta na selidbe su njegov geografski položaj, veličina, prisutnost odgovarajućeg staništa ili raznolikost staništa, sezonske promjene u staništima te očuvanost staništa. Za europske gnjezdarice osobitu važnost imaju očuvane močvare u Sredozemlju. Na selidbenom putu između Europe i Afrike, Sredozemno more i Sahara predstavljaju velike prepreke pa su odmorišta i hranilišta prije i nakon prelaska tih prepreka važna za preživljavanje velikog broja ptica različitih vrsta (Adamik i sur. 2016). Na korištenje odgovarajućih odmorišta utječu i različiti antropogeni čimbenici, poput infrastrukture, korištenja prostora, lova, buke, uznemiravanja itd. Na primjer, povezanost staništa za močvarice duž istočnog Sredozemlja znatno je smanjena uzme li se u obzir čimbenik uznemiravanja, osobito za osjetljivije vrste poput čaplje dangube (*Ardea purpurea*)(Merken i sur. 2015).*

Na razini područja gniježđenja, ptičje vrste, podjednako stanarice i selice, ovise o područjima na koja se mladunci mogu disperzirati, a udaljenosti disperzije mogu biti u rasponu od nekoliko stotina metara do više desetaka kilometara (Greenwood i Harvey 1982). Veća povezanost staništa omogućuje razmjenu gena između populacija, sprječava parenje u srodstvu i povećava otpornost vrsta na bolesti, parazite i različite promjene u okolišu. Prostorna skala povezanosti ili fragmentiranosti staništa relevantna za neku vrstu ili skupinu ptica ovisi o njenim biološkim i ekološkim značajkama, poput tjelesne veličine, fertilnosti, udaljenosti natalne ili gnijezdeće disperzije, tipu prehrane, izboru staništa, dnevnoj ili noćnoj

lastnosti koridorjev, kako dobro omogočajo preživetje plena za ptice, od nevretenčarjev, malih sesalcev, do sadežev ali semen. Tudi te lastnosti določajo, ali bodo ptice ta območja med disperzijo lahko uporabljale, da pridejo do naslednjega primerne gnezdišča.

V habitatih, ki so pod izjemno velikim antropogenim pritiskom, kot so mesta, lahko zelene površine parkov predstavljajo lokalno pomemben habitat za ohranjanje populacij različnih vrst ptic, zeleni koridorji pa omogočajo njihovo disperzijo, ki posamezne parke poveže med sabo. Podobno na območjih z intenzivnim kmetijstvom, puščanje majhnih nasadov in vzdrževanje živih meja, vegetacije ob vodotokih itd. omogoča povezovanje oddaljenih naravnih ali polnaravnih območij.

Za ptice pomembna območja (IBA, SPA v EU) so opredeljena kot območja mednarodnega pomena za ohranjanje populacij ptic. Pogosto so povezana v omrežje, ki naj bi zagotavljalo dolgoročno zaščito. Na evropski ravni je še posebej pomembno povezovanje območij Natura 2000, načrtovanje koridorjev med njimi in razvoj čezmejnih strategij ohranjanja ptic. Pri načrtovanju zavarovanih območij in koridorjev, ki jih povezujejo, je treba upoštevati podnebne spremembe in načrtovati varstvo območij tudi glede na pričakovane trende dvigovanja morske gladine, širjenja puščavskih območij itd. V zvezi s tem je pomembno ohranjanje tudi habitatov, ki bodo lahko pomembni za ohranjanje populacij ptic v prihodnosti.

aktivnosti itd. (Prima i sur. 2024). Pri tome se ne radi o udaljenosti koju neka ptica fizički može preletjeti, nego o koridorima koji omogućuju opstanak njihovog plijena ili hrane – beskralježnjaka, sitnih sisavaca, plodova ili sjemenki, što omogućuje pticama da ta područja koriste tijekom disperzije između dva veća i pogodnija područja za gniježđenje.

U staništima koja su pod izrazito velikim antropogenim pritiskom, kao što su gradovi, zelene površine parkova mogu predstavljati lokalno važno stanište za održavanje populacija različitih vrsta ptica, dok zeleni koridori olakšavaju njihovu disperziju i povezanost pojedinih parkova. Jednako tako, u područjima koja su pod intenzivnom poljoprivredom, ostavljanje manjih šumaraka i održavanje živica, vegetacije uz vodotoke i slično, omogućuje povezivanje međusobno udaljenih prirodnih ili poluprirodnih područja.

Područja važna za ptice (IBA, SPA u EU), definirana kao međunarodno važna područja za očuvanje populacija ptica, koja se često povezuju u mreže kako bi se osigurala dugoročna zaštita. Na europskoj razini posebnu važnost ima povezivanje Natura 2000 područja, planiranje koridora između zaštićenih područja i razvijanje prekogranične strategije očuvanja. Prilikom planiranja zaštićenih područja i koridora koje ih povezuju potrebno je uzeti u obzir klimatske promjene te planirati zaštitu područja s obzirom na spoznaje o trendovima podizanja razine mora, širenja pustinskih područja i sl. U tom smislu, bilo bi značajno očuvati staništa koja bi u budućnosti mogla biti važna za održavanje populacija ptica.

POMEN KORIDORJEV ZA TRAVNIŠKE PTICE

Travniške ptice sodijo med najbolj ogrožene skupine ptic v Evropi predvsem zaradi intenziviranja ali opuščanja kmetijstva, fragmentacije habitatov in izgube tradicionalnih oblik gospodarjenja. V zadnjih desetletjih se je njihovo število znatno zmanjšalo. Čeprav je varstvo posameznih območij pomembno, raziskave kažejo, da ohranjanje travniških ptic ni mogoče brez ohranjanja funkcionalne povezanosti krajine, tj. ekoloških koridorjev, ki omogočajo disperzijo, izmenjavo osebkov med populacijami in dolgoročno stabilnost metapopulacij.

V odprti pokrajini so ptice odvisne od mozaika primernih travniških površin, razporejenih znotraj kmetijske krajine. Poleg fizične povezanosti habitatov je pomembna tudi funkcionalna povezanost, ki osebkom omogoča, da se premikajo po krajini, najdejo v njej nova gnezdišča in ohranjajo stik med populacijami. Pri tem igra ključno vlogo kakovost mozaika, tj. prostora med primernimi habitatami. Intenzivno obdelane monokulture, urbana območja in prometna infrastruktura pogosto predstavljajo ovire za disperzijo travniških vrst.

Eden najpomembnejših ukrepov za ohranjanje travniških ptic je zaščita velikih travnikov. Medtem ko nekatere vrste – generalisti – prenašajo fragmentacijo, so druge, kot so kosci (*Crex crex*), škrijanci in strnadi, občutljive na fragmentacijo in se majhnim izoliranim habitatom izogibajo (Marcolin in sod. 2021). Večji travniki imajo večjo vrstno raznolikost in številčnost ptic, omogočajo uspešnejše razmnoževanje, zmanjšujejo robne učinke in povečujejo

VAŽNOST KORIDORA ZA TRAVNJAČKE VRSTE PTICA

Travnjačke ptice medu najugroženijim su skupinama ptica u Evropi, ponajviše zbog intenziviranja ili zapuštanja poljoprivrede, fragmentacije staništa i gubitka tradicionalnih oblika gospodarjenja. Tijekom posljednjih desetljeća mnoge vrste vezane uz travnjake bilježe značajan pad brojnosti. Iako je zaštita pojedinačnih područja važna, istraživanja pokazuju da očuvanje travnjačkih ptica nije moguće bez očuvanja funkcionalne povezanosti krajolika, odnosno ekoloških koridora koji omogućuju disperziju, razmjenu jedinki među populacijama i dugoročnu stabilnost metapopulacija.

Ptice otvorenih staništa ovise o mozaiku pogodnih travnjačkih površina raspoređenih unutar poljoprivrednog krajolika. Zbog toga je za osim fizičke povezanosti staništa važna i funkcionalna povezanost koja podrazumijeva sposobnost jedinki da se kreću kroz krajolik, pronalaze nova područja za gniježđenje i održavaju kontakt među populacijama. Ključnu ulogu pritom ima kvaliteta mozaika, odnosno prostora između pogodnih staništa. Intenzivno obrađene monokulture, urbanizirana područja i prometna infrastruktura često predstavljaju prepreke za disperziju travnjačkih vrsta.

*Jedna od najvažnijih mjera očuvanja travnjačkih ptica je zaštita velikih travnjačkih površina. Iako neke vrste - generalisti - podnose fragmentaciju, druge, poput kosca (*Crex crex*), ševa i strnadica, su osjetljive na fragmentaciju i izbjegavaju mala izolirana staništa (Marcolin i sur 2021). Veće travnjačke površine imaju veću raznolikost i abundanciju vrsta, omogućuju uspješnije gniježđenje, smanjuju robne učinke i povećavaju otpornost populacija na*

odpornost populacij na lokalna izumrtja. Če so ustrezno vzdrževani, takšni habitati predstavljajo jedra biotske raznovrstnosti.

Poleg ohranjanja velikih površin je pomembna tudi mreža manjših travnikov, ki delujejo kot ločeni povezovalni habitati (angl. *stepping stones*) in omogočajo gibanje med različnimi populacijami. Takšna območja lahko vključujejo ekstenzivne travnike, travnate robove polj, neobdelane površine ali travnate pasove ob rekah in kanalih. Njihova vloga je še posebej pomembna za disperzijo mladih ptic, ki iščejo nova gnezditvena območja.

Veliko izziv za ohranjanje heterogenosti krajine predstavlja intenzivno kmetijstvo, ki vključuje velika območja z monokulturami, kjer se intenzivno uporabljajo pesticidi in gnojila. Zato morajo strategije ohranjanja vključevati tudi povečanje kakovosti kmetijske krajine z ekstenzivnejšimi oblikami gospodarjenja. To vključuje zmanjšano uporabo pesticidov in gnojil, poznejšo košnjo travnikov, ohranjanje travnatih robov in prah ter spodbujanje gojenja raznolikih poljščin (Broyer in sod. 2016). Takšni ukrepi ne le povečajo razpoložljivost hrane za ptice, temveč tudi varnost med gnezdenjem in disperzijo. Nekatero travniške ptice potrebujejo kombinacijo različnih habitatov (grmičevje, žive meje ali posamezna drevesa) za hranjenje ali gnezdenje in zato jim večja heterogenost pokrajine ustreza. Vendar pa heterogenost pokrajine na združbe travniških ptic vpliva različno: če so travniški habitati majhni in razdrobljeni, bo imel večji delež robnih habitatov (gozdni robovi ali žive meje) negativen vpliv; po drugi strani na velikih travnatih območjih ti habitati povečajo vrstno raznolikost z ustvarjanjem mikrohabitatov za gnezdenje ali prehranjevanje (Canonne in sod. 2024). Tradicionalna ekstenzivna paša ima prav tako pomembno vlogo pri ohranjanju

lokalna izumiranja. Ukoliko se održavaju na odgovarajući način, takva staništa predstavljaju jezgre biološke raznolikosti.

Uz očuvanje velikih površina potrebno je razvijati mrežu manjih travnjačkih površina koje djeluju kao „stepping stones“ i omogućiti kretanje između većih populacija. Takva područja mogu uključivati ekstenzivne travnjake, travnate rubove polja, neobrađene površine ili travnate pojaseve uz rijeke i kanale. Njihova je uloga posebno važna za disperziju mladunaca, koji traže nova područja za gniježđenje.

Velik izazov održanju heterogenosti krajolika predstavlja intenzivna poljoprivreda koja uključuje velike površine pod monokulturama uz intenzivno korištenje pesticida i umjetnih gnojiva. Zbog toga strategije očuvanja moraju uključivati povećanje kvalitete poljoprivrednog krajolika kroz ekstenzivnije oblike upravljanja. To podrazumijeva smanjenje uporabe pesticida i umjetnih gnojiva, kasniju košnju livada, očuvanje travnatih rubova i ugara te poticanje raznolikosti kultura (Broyer i sur. 2016). Takve mjere ne povećavaju samo dostupnost hrane nego i sigurnost tijekom gniježđenja i disperzije. Neke travnjačke ptice zahtijevaju kombinaciju različitih staništa (grmlje, živice ili pojedinačna stabla) za hranjenje ili gniježđenje te im odgovara veća heterogenost krajolika. No, heterogenost krajolika može na zajednice travnjačkih ptica utjecati na različite načine: ako su travnjačka staništa mala i rascjepkana, veći udio rubnih staništa (ruba šume ili živica) negativno će utjecati na travnjačke ptice; no kod većih travnjačkih površina ta staništa će povećati raznolikost vrsta stvaranjem mikrostaništa za gniježđenje ptica ili obitavanje njihovog plijena (Canonne i sur. 2024). Tradicionalna ekstenzivna ispaša također ima ključnu ulogu u očuvanju

koridorjev in narave travniških ekosistemov. Zmerna paša ohranja odprto vegetacijsko strukturo, preprečuje sukcesijo v grmičevje in gozd ter ustvarja mozaik različnih višin vegetacije, kar je primerno za številne vrste ptic.

Po drugi strani opuščanje kmetijstva in živinoreje povzročita naravno sukcesijo in zaraščanje travnišč v gozdove. Da bi ohranili travniško krajino, je treba sukcesijo ustaviti s ciljno usmerjeno košnjo ali pašo in omejiti pogozdovanje naravnih travnišč. Pomemben element strategije je tudi obnova degradiranih travnišč. Obnova travnišč na nekdanjih ornih zemljiščih, odstranjevanje invazivnih rastlinskih vrst in obnova naravnega vodnega režima vlažnih travnikov prav tako pomembno povečajo povezanost pokrajine.

koridora i travnjačkih ekosustava. Umjerena ispaša održava otvorenu strukturu vegetacije, sprječava sukcesiju prema šikari i šumi te stvara mozaik različitih visina vegetacije pogodan za mnoge vrste ptica.

S druge strane, zapuštanje poljoprivrede i stočarstva uzrokuje prirodnu sukcesiju i zaraštanje travnjaka. Radi očuvanja travnjačkih krajolika potrebno je zaustavljati sukcesiju ciljanom košnjom ili ispašom te ograničiti pošumljavanje prirodnih travnjaka. Važan element strategije jest i restauracija degradiranih travnjaka. Obnova travnjaka na bivšim oranicama, uklanjanje invazivnih vrsta biljaka i obnova prirodnog vodnog režima vlažnih livada mogu značajno povećati povezanost krajolika.

LITERATURA:

- Adamik, P., Emmenegger, T., Briedis, M., Gustafsson, L., Henshaw, I., Krist, M., Liechti, F., Prochazka, P., Salewski, V., Hahn, S. 2016: Barrier crossing in small avian migrants: individual tracking reveals prolonged nocturnal flights into the day as a common migratory strategy. *Scientific reports* 6:21560. <https://doi.org/10.1038/srep21560>.
- Bairlein, F., Norris, D.R., Nagel, R., Bulte, M., Voigt, C.C., Fox, J.W., Hussell, D.J.T, Schmaljohann, H. 2012: Cross-hemisphere migration of a 25 g songbird. *Biology letters* 8(4): 505–507. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.1223>.
- Broyer, J., Sukhanova, O., Mischenko, A. 2016: How to sustain meadow passerine populations in Europe through alternative mowing management. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 215:133–139. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.019>.
- Canonne, C., Chiffard, J., Curtet, L., Besnard, A. 2024: Response of grassland birds to local features strongly depends on landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 365: 108905, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.108905>.
- Egevang, C., Stenhouse, I.J., Phillips, R.A., Petersen, A., Fox, J.W., Silk J.R.D. 2010: Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(5): 2078–2081, <https://doi.org/10.1073/pnas.0909493107>
- Greenwood, P.J., Harvey, P.H. 1982: The natal and breeding dispersal of birds. *Annual review of ecology and systematics* 13:1–21
- Marcolin, F., Lakatos, T., Gallé, R., Batáry, P. 2021: Fragment connectivity shapes bird communities through functional trait filtering in two types of grasslands. *Global Ecology and Conservation* 28: e01687, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01687>.
- Merken, R., Deboelpaep, E., Teunen, J., Saura, S., Koedam, N. 2015: Wetland Suitability and Connectivity for Trans-Saharan Migratory Waterbirds. *PLOS ONE* 10(8): e0135445. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135445>
- Prima, M.-C., Renaud, J., Witté, I., Suarez, L., Rouveyrol, P., Fernando, M., Sacchi, A., Cosentino, F., Santini, L., Maiorano, L., Moreira, F., Dertien, J., Fernández, N., Thuiller, W. 2024: A comprehensive framework to assess multi-species landscape connectivity. *Methods in Ecology and Evolution* 15: 2385–2399. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14444>
- Warnock, N. 2010: Stopping vs. staging: the difference between a hop and a jump. *Journal of Avian Biology* 41: 621–626. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2010.05155.x>

POMEN EKO- KORIDORJEV ZA VARSTVO VELIKIH ZVERI

VAŽNOST EKOLOŠKIH KORIDORA ZA ZAŠTITU VELIKIH ZVIJERI

Dr. Miha Krofel, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire



Slika 1. Evrazijski ris (Lynx lynx) je med velikimi zvermi v Sloveniji najmanj konfliktna vrsta, vendar obenem najbolj občutljiva za fragmentacijo prostora (foto: M. Krofel).

Slika 1. Euroazijski ris (Lynx lynx) je najmanje konfliktna vrsta medu velikim zvijerima u Sloveniji, ali istovremeno i najosjetljivija na prostornu fragmentaciju (foto: M. Krofel).

Izguba habitata je bila od nekadaj prepoznana kot ključna grožnja za varstvo biodiverzitete in posameznih živalskih vrst, v zadnjih desetletjih pa je postalo jasno, da ni pomembna samo površina habitata, ki jo vrsta izgubi, ampak tudi razporeditev ohranjenega habitata v prostoru (Moore 1962; Fahrig 2019). Tako lahko postane prostor neprimeren, tudi če je habitata še vedno precej, vendar je preveč fragmentiran (Fahrig 2003). Takšna razdrobljenost habitata je še posebej pomembna za vrste, ki za svoje preživetje potrebujejo velika območja. V to skupino spadajo tudi velike zveri, ki imajo zaradi svoje pozicije na vrhu prehranjevalne verige pogosto zelo velike domače okoliše (Gittleman 2001). Obenem so mnoge velike zveri prepoznane kot konfliktne vrste, zaradi česar je njihovo varstvo zahtevno, še posebej tam, kjer pogosto prihajajo v stik z ljudmi in njihovimi aktivnostmi (npr. živinorejo), kar je posebej izrazito v krajini z veliko razdrobljenostjo habitata. Živijo tudi v nizkih gostotah, zato lahko razdrobljenost habitatov postane težava tudi z genetskega vidika, saj vodi v izoliranost majhnih populacij, kar neredko povzroči povečanje parjenja v sorodstvu in s tem povezane grožnje (O'Grady in sod. 2006). Vsi ti dejavniki poudarjajo pomen razumevanja vpliva drobljenja habitata za varstvo velikih zveri in pomen vzdrževanja oziroma ohranjanja funkcionalnih koridorjev kot enega ključnih ukrepov za varstvo velikih zveri, kar se danes odraža tudi v evropski zakonodaji (LCIE 2025).

Predpogoj za uspešno ohranjanje koridorjev oziroma preprečevanje nadaljnega drobljenja habitatov je poznavanje trenutne povezljivosti prostora ter identifikacija obstoječih ključnih koridorjev in tudi najpomembnejših ovir v regiji (Wiegele in sod. 2026). Za območje Srednje in Jugovzhodne Evrope je bilo za velike zveri v zadnjih letih opravljenih več prostorskih

Gubitak staništa oduvijek je prepoznat kao ključna prijetnja očuvanju bioraznolikosti i pojedinih životinjskih vrsta, no posljednjih je desetljeća postalo jasno da nije važna samo površina staništa koju vrsta gubi, već i raspored očuvanog staništa u prostoru (Moore 1962; Fahrig 2019). Tako prostor može postati neprimjeran čak i ako staništa još uvijek ima dovoljno, ali je ono previše fragmentirano (Fahrig 2003). Takva fragmentiranost staništa posebno je važna za vrste koje za svoje preživljavanje zahtijevaju velika područja. U tu skupinu spadaju i velike zvijeri koje, zbog svog položaja na vrhu hranidbenog lanca, često imaju vrlo velike životne prostore (Gittleman 2001). Istovremeno, mnoge velike zvijeri prepoznate su kao konfliktne vrste, zbog čega je njihovo očuvanje zahtjevno, posebice tamo gdje često dolaze u dodir s ljudima i njihovim aktivnostima (npr. stočarstvom), što je izrazito naglašeno u krajobrazu s velikom fragmentacijom staništa. Također žive u niskim gustoćama, pa fragmentiranost staništa može postati problem i s genetičkog stajališta, jer vodi do izoliranosti malih populacija, što nerijetko uzrokuje povećanje parenja u srodstvu i s tim povezane prijetnje (O'Grady i sur. 2006). Svi ti čimbenici naglašavaju važnost razumijevanja utjecaja fragmentacije staništa na očuvanje velikih zvijeri te važnost održavanja, odnosno očuvanja funkcionalnih koridora kao jedne od ključnih mjera za zaštitu velikih zvijeri, što se danas odražava i u europskom zakonodavstvu (LCIE 2025).

Preduvjet za uspješno očuvanje koridora, odnosno sprječavanje daljnje fragmentacije staništa, jest poznavanje trenutne povezanosti prostora te identifikacija postojećih ključnih koridora, kao i najvažnijih barijera u regiji (Wiegele i sur. 2026). Za područje Srednje i Jugoistočne Europe posljednjih je godina provedeno nekoliko prostornih analiza za velike zvijeri,

analiz, tako da je naše razumevanje povezljivosti prostora na tem območju dokaj dobro, kar je omogočilo tudi pripravo upravljavskih smernic (npr. Javornik in sod. 2022; Serva in sod. 2025, Trajbarič in sod. 2025; Sánchez Arribas in sod. 2026). Temu pa mora slediti vpeljevanje teh smernic v prakso. V Sloveniji se to v zadnjem času poskuša izvajati predvsem z vključevanjem teh smernic v gozdnogospodarske načrte, ki jih pripravlja Zavod za gozdove Slovenije (<https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/gozdnogospodarski-in-lovsko-upravljavski-nacrti-obmocij-2021-2030>).

Konkretni ukrepi povezani z vzdrževanjem oziroma izboljšanjem povezljivosti prostora morajo biti prilagojeni tako tarčni živalski vrsti, kot tudi vzroku za razdrobljenost habitata. V splošnem vključujejo ukrepe, kot so varstvo obstoječih koridorjev ter prilagojeno umeščanje nove infrastrukture v prostor z upoštevanjem pomena in ranljivosti posameznih habitatov, v primeru prevelike razdrobljenosti habitatov pa aktivne pristope za povečanje povezljivosti prostora, na primer z gradnjo zelenih mostov (LCIE 2025).

tako da je naše razumijevanje povezanosti prostora na tom področju prilično dobro, što je omogočilo i izradu smjernica za upravljanje (npr. Javornik i sur. 2022; Serva i sur. 2025, Trajbarič i sur. 2025; Sánchez Arribas i sur. 2026). Nakon toga mora uslijediti uvođenje tih smjernica u praksu. U Sloveniji se to u posljednje vrijeme pokušava provesti prvenstveno uključivanjem tih smjernica u šumskogospodarske osnove koje izrađuje Zavod za šume Slovenije (<https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/gozdnogospodarski-in-lovsko-upravljavski-nacrti-obmocij-2021-2030>).

Konkretna mjere povezane s održavanjem, odnosno poboljšanjem povezanosti prostora moraju biti prilagođene kako ciljnoj životinjskoj vrsti, tako i uzroku fragmentacije staništa. Općenito, one uključuju mjere kao što su zaštita postojećih koridora te prilagođeno smještanje nove infrastrukture u prostor, uzimajući u obzir važnost i osjetljivost pojedinih staništa, dok u slučaju prevelike fragmentacije staništa uključuju aktivne pristupe za povećanje povezanosti prostora, primjerice izgradnjom zelenih mostova (LCIE 2025).

TRANSPORTNA INFRASTRUKTURA

Transportna infrastruktura, kot so ceste (še posebej avtoceste, ki so pogosto bolj prometne in ograjene) in železnice, lahko predstavljajo pomembno oviro za gibanje živali. Odzivi zveri na to infrastrukturo se lahko bistveno razlikujejo od vrste do vrste. Na primer, medtem ko volkovi (*Canis lupus*) pogosto nimajo večje težave pri prečkanju prometnic (Ražen in sod. 2016), avtoceste predstavljajo ključno oviro pri povezljivosti prostora za evrazijskega risa (*Lynx lynx*), kar je bilo v Sloveniji še posebej izrazito recimo pri avtocesti Ljubljana-Koper (Javornik in sod. 2022; MOP 2024). V takšnih primerih je ključen ukrep izgradnja zelenih mostov oziroma podvozov, pri katerih je treba upoštevati tako mikrolokacijo postavitve te zelene infrastrukture, kot tudi pravilno konstrukcijo (npr. širina, ozelenitev, raba prostora v okolici). Prometnice pa poleg delovanja kot ovire za gibanje živali lahko predstavljajo tudi nevarnost zaradi povozov, ki pri velikih zvereh pogosto poleg odstrela predstavljajo najpomembnejši vzrok smrtnosti v populaciji (Krofel in sod. 2012; Sindičič in sod. 2016; Bartol in sod. 2025). Ukrepi za zmanjšanje te smrtnosti poleg izgradnje zelenih mostov, podvozov ali tunelov na najbolj kritičnih mestih vključujejo tudi ograževanje prometnic (po potrebi z elektrifikacijo), uporaba dinamične prometne signalizacije s senzorji, ki voznike opozarja na trenutno prisotnost živali ob cestišču, uporaba odvrčalnih naprav (npr. zvočnih, svetlobnih ali vonjalnih) ter odstranjevanje virov hrane, ki zveri privabljajo v bližino ceste oziroma železnice (Potočnik in sod. 2019, 2023).

TRANSPORTNA INFRASTRUKURA

Transportna infrastruktura, kao što su ceste (posebice autoceste, koje su često prometnije i ograđene) i željeznice, može predstavljati značajnu prepreku kretanju životinja. Reakcije zvijeri na tu infrastrukturu mogu se bitno razlikovati od vrste do vrste. Na primjer, dok vukovi (Canis lupus) često nemaju većih problema s prelaženjem prometnica (Ražen i sur. 2016), autoceste predstavljaju ključnu prepreku za povezanost prostora za euroazijskog risa (Lynx lynx), što je u Sloveniji bilo posebno izraženo, primjerice, na autocesti Ljubljana-Koper (Javornik i sur. 2022; MOP 2024). U takvim je slučajevima ključna mjera izgradnja zelenih mostova, odnosno podvožnjaka, pri čemu treba uzeti u obzir kako mikrolokaciju postavljanja te zelene infrastrukture, tako i pravilnu konstrukciju (npr. širinu, ozelenjavanje, korištenje prostora u okolici). Osim što djeluju kao prepreke kretanju životinja, prometnice mogu predstavljati i opasnost od naleta vozila, što kod velikih zvijeri, uz odstrel, često predstavlja najvažniji uzrok smrtnosti u populaciji (Krofel i sur. 2012; Sindičič i sur. 2016; Bartol i sur. 2025). Mjere za smanjenje te smrtnosti, osim izgradnje zelenih mostova, podvožnjaka ili tunela na najkritičnijim mjestima, uključuju i ograđivanje prometnica (po potrebi s elektrifikacijom), korištenje dinamičke prometne signalizacije sa senzorima koja vozače upozorava na trenutnu prisutnost životinja uz kolnik, korištenje repelenata (npr. zvučnih, svjetlosnih ili mirisnih) te uklanjanje izvora hrane koji privlače zvijeri u blizinu cesta ili željeznica (Potočnik i sur. 2019, 2023).

DRUGE OBLIKE PREKINJENE POVEZANOSTI HABITATOV

Naraščajoča težava z vidika gibanja živali, občasno pa tudi kot vir smrtnosti, so varnostne ograje, ki se jih v zadnjem obdobju pospešeno gradi po Evropi (Linnell in sod. 2016). Te so najpogostejše ob državnih mejah, ki sicer zaradi manjše poseljenosti pogosto delujejo kot koridorji za gibanje živali. Pri tem je treba poudariti, da je večina vseh populacij velikih zveri v Evropi čezmejnih ter da je večina evropskih držav premajhnih, da bi lahko same zagotavljale viabilne populacije, zato je ohranjanje čezmejne povezljivosti prostora ključno za njihovo dolgoročno preživetje (Linnell in sod. 2008).

Poleg takšnih linearnih ovir je lahko pomemben dejavnik drobljenja habitata tudi urbanizacija ali izsekavanje gozdov za potrebe kmetijstva in drugih dejavnosti. Ko je enkrat habitat izgubljen zaradi takšnih sprememb rabe prostora, je vzpostavljanje koridorjev težko izvedljivo, zato je tukaj potrebna še posebej velika previdnost v fazi načrtovanja posegov v prostor. To se lahko zagotovi z izvajanjem presoje vplivov na okolje, načrtov ali programov, če je naravovarstveni vidik upoštevan že v zgodnji fazi, še preden se sprejme odločitev o izvedbi (Potočnik in sod. 2023). Presoje pa se lahko izvedejo kvalitetno le, če so izvajalcem in odločevalcem na voljo ustrezne informacije tako o trenutnem stanju, kot pričakovanem vplivu načrtovanih projektov. Za ta namen je bilo zato za velike zveri na našem območju pripravljenih že več kart občutljivih območij ter smernic za presojo vplivov na te vrste (npr. Potočnik in sod. 2019, 2023; Javornik in sod. 2022; Trajbarič in sod. 2025).

DRUGI OBLICI PREKINUTE POVEZANOSTI STANIŠTA

Rastući problem vezan uz kretanja životinja, a povremeno i uzrok smrtnosti, predstavljaju sigurnosne ograde koje se u posljednje vrijeme ubrzano grade diljem Europe (Linnell i sur. 2016). One su najčešće uz državne granice, koje inače, zbog manje naseljenosti, često djeluju kao koridori za kretanje životinja. Pri tome treba naglasiti da je većina populacija velikih zvijeri u Europi prekogranična te da je većina europskih zemalja premala da bi same osigurale održive (vijabilne) populacije. Zbog toga je očuvanje prekogranične povezanosti prostora ključno za njihovo dugoročno preživljavanje (Linnell i sur. 2008).

Osim takvih linearnih prepreka, važan čimbenik fragmentacije staništa može biti i urbanizacija ili krčenje šuma za potrebe poljoprivrede i drugih djelatnosti. Jednom kada se stanište izgubi zbog takvih promjena u korištenju prostora, uspostavljanje koridora teško je izvedivo, zbog čega je potreban poseban oprez u fazi planiranja zahvata u prostoru. To se može osigurati provođenjem procjena utjecaja na okoliš, planova ili programa, ako se aspekt zaštite prirode uzme u obzir već u ranoj fazi, prije donošenja odluke o provedbi (Potočnik i sur. 2023). Procjene se mogu kvalitetno provesti samo ako su provoditeljima i donositeljima odluka dostupne odgovarajuće informacije kako o trenutnom stanju, tako i o očekivanom utjecaju planiranih projekata. U tu je svrhu za velike zvijeri na našem području već izrađeno nekoliko karata osjetljivih područja te smjernica za procjenu utjecaja na te vrste (npr. Potočnik i sur. 2019, 2023; Javornik i sur. 2022; Trajbarič i sur. 2025).

Drobljenja habitata zaradi infrastrukture ali sprememb v rabi prostora pa ni edini dejavnik, ki lahko vpliva na povezljivost med populacijami. K temu lahko pomembno vpliva tudi povečana smrtnost zaradi človeških dejavnikov, med katerimi je pri velikih zvereh najpogostejši zakoniti ali nezakoniti lov (Krofel in sod. 2012; Premier in sod. 2025; Falcinelli in sod. 2026). Medtem ko je danes zakoniti lov pogosto reguliran in trajnosten, to pogosto ne velja za nezakoniti lov. Na primer pri rjavem medvedu (*Ursus arctos*), še bolj izrazito pa pri evrazijskem risu je nezakoniti lov pogosto glavni dejavnik, ki preprečuje povezljivost med sosednjima populacijama, čeprav je življenjski prostor med njima lahko povsem primeren za vrsto in brez nepremagljivih ovir (Kaczensky in sod. 2011; Heurich in sod. 2018). Preprečevanje nezakonitega lova je pogosto zelo zahteven in dolgotrajen proces, ki vključuje tako represivne ukrepe, kot ukrepe za povečanje sprejemljivosti vrste med ključnimi deležniškimi skupinami (Carter in sod. 2017; Krofel in sod. 2025).

Z vidika sprejemljivosti vrste in tudi sprejemljivosti ohranitvenih ukrepov zanje s strani lokalnih skupnosti in posameznih deležniških skupin je ključen vidik učinkovito preprečevanje konfliktov. To je še posebej pomembno na območju koridorjev, kjer je prostor pogosto razdrobljen in je zato potencial za nezaželene stike med velikimi zvermi in ljudmi oziroma človeškimi dejavnostmi še posebej velik. Nabor ukrepov za preprečevanje konfliktov z velikimi zvermi je velik, vendar vse metode niso vedno učinkovite. Zato je razumevanje konfliktov, kakor tudi učinkovitosti posameznega ukrepa v konkretni situaciji ključen predpogoj za izboljšanje sobivanja in s tem funkcionalnosti koridorja. V splošnem so se kot najučinkovitejši ukrepi za preprečevanje konfliktov z velikimi zvermi izkazali uporaba električnih ograj, pastirskih

*Fragmentacija staništa zbog infrastrukture ili promjena u korištenju prostora nije jedini čimbenik koji može utjecati na povezanost među populacijama. Na to može značajno utjecati i povećana smrtnost uzrokovana ljudskim djelovanjem, među kojom je kod velikih zvijeri najčešći zakoniti ili nezakoniti lov (Krofel i sur. 2012; Premier i sur. 2025; Falcinelli i sur. 2026). Dok je danas zakoniti lov često reguliran i održiv, to uglavnom ne vrijedi za nezakoniti lov. Na primjer, kod smeđeg medvjeda (*Ursus arctos*), a još izraženije kod euroazijskog risa, nezakoniti lov je često glavni čimbenik koji sprječava povezanost između susjednih populacija, iako životni prostor između njih može biti potpuno primjeren za vrstu i bez nepremostivih prepreka (Kaczensky i sur. 2011; Heurich i sur. 2018). Sprječavanje nezakonitog lova često je vrlo zahtjevan i dugotrajan proces koji uključuje kako represivne mjere, tako i mjere za povećanje prihvaćanja vrste među ključnim interesnim skupinama (Carter i sur. 2017; Krofel i sur. 2025).*

Za prihvaćanja vrste, kao i prihvaćanja mjera za njezino očuvanje od strane lokalnih zajednica i pojedinih interesnih skupina, ključan je aspekt učinkovito sprječavanje konflikata. To je posebno važno na području koridora, gdje je prostor često fragmentiran, zbog čega je potencijal za neželjene kontakte između velikih zvijeri i ljudi, odnosno ljudskih aktivnosti, izrazito velik. Raspon mjera za sprječavanje konflikata s velikim zvijerima je širok, ali sve metode nisu uvijek učinkovite. Stoga je razumijevanje konflikata, kao i učinkovitosti pojedine mjere u konkretnoj situaciji, ključan preduvjet za poboljšanje suživota, a time i funkcionalnosti koridora. Općenito su se kao najučinkovitije mjere za sprječavanje konflikata s velikim zvijerima pokazale korištenje električnih ograda, pastirskih pasa, uklanjanje odnosno ograničavanje

psov, odstranjevanje oziroma omejevanje dostopa do človeških virov hrane, ozaveščanje in vključevanje javnosti ter odstrel problematičnih medvedov (Treves in sod. 2016; Van Eeden in sod. 2018; Krofel in sod. 2021).

PLAN B

Kadar vzpostavitev ali ohranitev funkcionalnih koridorjev ni mogoče, je pogosto edina rešitev za ohranitev ali ponovno naselitev populacij preseljevanje živali (Thomas in sod. 2023). Čeprav je to lahko učinkovita rešitev, gre praviloma za zelo drag in zahteven ukrep, v primeru velikih zveri pa lahko brez upoštevanja socioloških vidikov vodi do nasprotovanja lokalnih skupnosti in naraščajočih konfliktov (Krofel in sod. 2025). Poleg tega je neredko treba preselitve izvajati v ponavljajočih intervalih, da se zagotavlja zadosten pretok genov, ki preprečuje zdrs v preveliko stopnjo parjenja v sorodstvu (Pazhenkova in sod. 2025). Naravno širjenje populacij in disperzija posameznih osebkov je zato pogosto za javnost sprejemljivejša, kar poudarja pomen ohranjanja povezljivosti prostora, funkcionalnih koridorjev in zagotavljanja dovolj visoke stopnje preživetja osebkov, ki koridore uporabljajo.

pristupa ljudskim izvorima hrane, podizanje svijesti i uključivanje javnosti te odstrel problematičnih medvjeda (Treves i sur. 2016; Van Eeden i sur. 2018; Krofel i sur. 2021).

PLAN B

Kada uspostavljanje ili očuvanje funkcionalnih koridora nije moguće, često je jedino rješenje za očuvanje ili ponovno naseljavanje populacija preseljenje (translokacija) životinja (Thomas i sur. 2023). Iako to može biti učinkovito rješenje, u pravilu se radi o vrlo skupoj i zahtjevnoj mjeri, a u slučaju velikih zvijeri može, bez uzimanja u obzir socioloških aspekata, dovesti do otpora lokalnih zajednica i rastućih konflikata (Krofel i sur. 2025). Osim toga, preseljenja je nerijetko potrebno provoditi u ponavljajućim intervalima kako bi se osigurao dovoljan protok gena koji sprječava pad u preveliki stupanj parenja u srodstvu (Pazhenkova i sur. 2025). Prirodno širenje populacija i disperzija pojedinih jedinki stoga je često prihvatljivija za javnost, što naglašava važnost očuvanja povezanosti prostora, funkcionalnih koridora te osiguravanja dovoljno visoke stope preživljavanja jedinki koje te koridore koriste.

LITERATURA:

Bartol, M., Boljte, B., Černe, R., Črtalič, J., Konec, M., Krofel, M., Majić Skrbinšek, A., Potočnik, H., Simčič, G., Skrbinšek, T., Slana, D., Trajbarič, A. 2025: Spremljanje stanja ohranjenosti volka v Sloveniji v sezoni 2024/2025 : končno poročilo. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana

Carter, N.H., López-Bao, J.V., Bruskotter, J.T., Gore, M., Chapron, G., Johnson, A., Epstein, Y., Shrestha, M., Frank, J., Ohrens, O., Treves, A. 2017: A conceptual framework for understanding illegal killing of large carnivores. *Ambio* 46: 251-264.

Fahrig, L. 2003: Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487–515

Fahrig, L. 2019: Habitat fragmentation: A long and tangled tale. *Global ecology and biogeography* 28(1): 33-41.

Falcinelli, D., Ciucci, P., del Mar Delgado, M., Kojola, I., Heikkinen, S., Kopatz, A., De Angelis, D., Penteriani, V. 2026: Does hunting-mortality risk affect landscape connectivity? Insights from brown bear movement ecology. *Biological Conservation* 317: 111818.

Gittleman, J.L. 2001: Carnivore conservation. *Conservation Biology*, Series No. 5. Cambridge University Press.

Heurich, M., Schultze-Naumburg, J., Piacenza, N., Magg, N., Červený, J., Engleder, T., Herdtfelder, M., Sladova, M., Kramer-Schadt, S. 2018: Illegal hunting as a major driver of the source-sink dynamics of a reintroduced lynx population in Central Europe. *Biological Conservation* 224: 355-365.

Javornik, J., Lavrič, B., Favilli, F., Frick, C., Groff, C., Humar, M., Rauer, G., Stehly, S., Wöfl, M., Jobin, A., Blaschka, A., Janovsky, M., Nägele, O., Righetti, D., Spagnolli, L., Malenotti, E., Rossi, E. A., Bartol, B., Stergar, M., Černe, R. 2022: Landscape connectivity for large carnivores and wild ungulates in the Alps. Large carnivores, wild ungulates and society working group (WISO) of the Alpine Convention: 39 pp.

Kaczensky, P., Jerina, K., Jonožovič, M., Krofel, M., Skrbinšek, T., Rauer, G., Kos, I., Gutleb, B. 2011: Illegal killings may hamper brown bear recovery in the Eastern Alps. *Ursus* 22: 37-46.

Krofel, M., Elfström, M., Ambarlı, H., Bombieri, G., González-Bernardo, E., Jerina, K., Laguna, A., Penteriani, V., Phillips, J.P., Selva, N., Wilson, S.M., Zarzo-Arias, A., Groff, C., Huber, D., Karamanlidis, A.A., Mertzanis, Y., Revilla, E., Bautista, C. 2021: Human–Bear Conflicts at the Beginning of the Twenty-First Century: Patterns, Determinants, and Mitigation Measures, In *Bears of the World: Ecology, Conservation and Management*. eds V. Penteriani, M. Melletti, pp. 213-226. Cambridge University Press, Cambridge.

Krofel, M., Fležar, U., Černe, R., Hočevar, L., Konec, M., Majić Skrbinšek, A., Skrbinšek, T., Wilson, S., Bele, B., Črtalič, J., Gomerčič, T., Hvala, T., Kubala, J., Kvapil, P., Mavec, M., Molinari-Jobin, A., Molinari, P., Pazhenkova, E., Potočnik, H., Sin, T., Sindičič, M., Topličanec, I., Oliveira, T. 2025: Multidisciplinary monitoring and stakeholder engagement support large carnivore restoration in human-dominated landscape. *Ecological Applications* 35, e70052.

Krofel, M., Jonožovič, M., Jerina, K. 2012: Demography and mortality patterns of removed brown bears in a heavily exploited population. *Ursus* 23: 91-103.

LCIE 2025: Large carnivores and the EU Nature Restoration Law. IUCN Species Survival Commission, Large Carnivore Initiative for Europe. https://lci epub.nina.no/pdf/639019320475567946_LCIE_PSS_Nature_Restoration_Law_and_large_carnivores_2025.pdf

Linnell, J., Salvatori, V., Boitani, L. 2008: Guidelines for population level management plans for large carnivores in Europe. Large Carnivore Initiative for Europe report for the European Commission.

Linnell, J.D., Trouwborst, A., Boitani, L., Kaczensky, P., Huber, D., Reljic, S., Kusak, J., Majic, A., Skrbinsek, T., Potocnik, H., Hayward, M.W. 2016: Border security fencing and wildlife: the end of the transboundary paradigm in Eurasia? PLoS biology 14(6): e1002483.

Moore, N. W. 1962: The heaths of Dorset and their conservation. Journal of Ecology 50: 367–391.

O’Grady, J. J., B. W. Brook, D. H. Reed, J. D. Ballou, D. W. Tonkyn, R. Frankham 2006: Realistic Levels of Inbreeding Depression Strongly Affect Extinction Risk in Wild Populations. Biological Conservation 133: 42–51.

Pazhenkova, E., Bartol, M., Boljte, B., Fležar, U., Gazzola, A., Gomerčič, T., Konec, M., Kos, I., Krofel, M., Kubala, J., Paule, L., Pop, M., Potočnik, H., Promberger, B., Rigg, R., Sin, T., Sindičič, M., Slijepčević, V., Stronen, A.V., Topličanec, I., Skrbinšek, T. 2025: Genetic Rescue of the Dinaric Lynx Population: Insights for Conservation From Genetic Monitoring and Individual-Based Modelling. Evolutionary applications 18: e70045.

Potočnik, H., Al Sayegh Petkovšek, S., Črtalič, J., Fležar, U., Huber, Đ., Jelenko Turinek, I., Krofel, M., Konec, M., Kuralt, Ž., Kusak, J., Molinari-Jobin, A., Molinari, P., Pokorny, B., Reljić, S., Skrbinšek, T., Slijepčević, V. 2023: Vključevanje povezljivosti in primernosti prostora za risa v prostorsko načrtovanje. Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 66 pp.

Potočnik, H., S. Al Sayegh Petkovšek, D. De Angelis, Đ. Huber, K. Jerina, J. Kusak, M. Mavec, B. Pokorny, S. Reljić, M. Rodriguez Recio, T. Skrbinšek, B. Vivod. 2019: Handbook for integrating the bear habitat suitability and connectivity to spatial planning. University of Ljubljana, Ljubljana.

Premier, J., Bastianelli, M.L., Oeser, J., Anders, O., Andren, H., Aronsson, M., Bagnade, G., Belotti, E., Breitenmoser-Würsten, C., Bufka, L., Černe, R., Červený, J., Drouet-Hoguet, N., Đuľa, M., Fuxjäger, C., Herdtfelder, M., Hočevár, L., Jędrzejewski, W., Kont, R., Koubek, P., Kowalczyk, R., Krofel, M., Krojerová-Prokešová, J., Kubala, J., Kusak, J., Kutal, M., Linnell, J.D.C., Mattisson, J., Middelhoff, T.L., Melovski, D., Molinari-Jobin, A., Odden, J., Okarma, H., Ornicāns, A., Pagon, N., Persson, J., Schmidt, K., Sindičič, M., Slijepčević, V., Tām, B., Zimmermann, F., Kramer-Schadt, S., Heurich, M. 2025: Survival of Eurasian lynx in the human-dominated landscape of Europe. Conservation Biology 39: e14439.

Ražen, N., Brugnoli, A., Castagna, C., Groff, C., Kaczensky, P., Kljun, F., Knauer, F., Kos, I., Krofel, M., Luštrik, R., Majić, A., Rauer, G., Righetti, D., Potočnik, H. 2016: Long-distance dispersal connects Dinaric-Balkan and Alpine grey wolf (*Canis lupus*) populations. European Journal of Wildlife Research 62: 137-142.

Sánchez Arribas, E., Planillo, A., Premier, J., Kürschner, T., Belotti, E., Breitenmoser-Würsten, C., Bufka, L., Černe, R., Engleder, T., Fležar, U., Gomerčič, T., Krofel, M., Mináriková, T., Molinari, P., Poláková, S., Poledníková, K., Potočnik, H., Sindičič, M., Topličanec, I., Vogt, K.,

Volfová, J., Wölfl, S., Zimmermann, F., Heurich, M., Kramer-Schadt, S., Molinari-Jobin, A. 2026: Translocation effects on regional and local population viability and connectivity. *Conservation Biology* e70321.

Serva, D., Iannella, M., Biondi, M., Krofel, M. 2025: Integrating habitat suitability, connectivity, and individual-based models to guide priorities for the creation of a lynx metapopulation in Southeastern Europe. *Biological Conservation* 310: 111381.

Sindičić, M., Gomerčić, T., Kusak, J., Slijepčević, V., Huber, Đ., Frković, A. 2016: Mortality in the Eurasian lynx population in Croatia over the course of 40 years. *Mammalian Biology* 81: 290-294.

MOP 2024: Strategija ohranjanja in trajnostnega upravljanja evrazijskega risa (*Lynx lynx*) v Sloveniji 2024: Ministrstvo za naravne vire in prostor, Ljubljana.

Thomas, S., van der Merwe, V., Carvalho, W.D., Adania, C.H., Černe, R., Gomerčić, T., Krofel, M., Thompson, J., McBride, R.T., Hernandez-Blanco, J., Yachmennikova, A., Macdonald, D.W., Farhadinia, M.S. 2023: Evaluating the performance of conservation translocations in large carnivores across the world. *Biological Conservation* 279: 109909.

Trajbarič, A.L., Hvala, T., Čirović, D., Bogdanović, N., Jakšić, V., Salihu, K., Melovski, D., Trajče, A., Huber, Đ., Reljić, S., Jeremić, J., Mertzanis, Y., Malić-Limari, S., Javornik, J., Černe, R. 2025: Connectivity of the whole Balkan peninsula. Final report. Project Large Carnivores in Central and South-Eastern Europe - connected and coexisting with people. Slovenia Forest Service, Ljubljana.

Treves, A., Krofel, M., McManus, J. 2016: Predator control should not be a shot in the dark. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14: 380-388.

van Eeden, L.M., Eklund, A., Miller, J.R.B., López-Bao, J.V., Chapron, G., Cejtin, M.R., Crowther, M.S., Dickman, C.R., Frank, J., Krofel, M., Macdonald, D.W., McManus, J., Meyer, T.K., Middleton, A.D., Newsome, T.M., Ripple, W.J., Ritchie, E.G., Schmitz, O.J., Stoner, K.J., Tourani, M., Treves, A. 2018: Carnivore conservation needs evidence-based livestock protection. *Plos Biology* 16: e2005577.

Wiegele, E., Dalton, D., Zakrajšek, P. 2026: Strategic Action Plan with Adaptation Actions and Climate Resilience-Enhancing Forest Management Practices for Protected Areas. Improving Ecological Corridors and Habitats for Movement of Large Carnivores in the Carpathian, Dinaric and Balkan Mountains. Carinthia University of Applied Sciences, Villach.

REKE KOT EKOLOŠKI KORIDOR

RIJEKE KAO EKOLOŠKI KORIDOR

Dr. Nataša Mori, Nacionalni inštitut za biologijo



Slika 1. Ljubljanica je pomemben koridor, ki skupaj s pritoki, omogoča širjenje številnih vodnih in obvodnih vrst po Ljubljanskem barju ter tako prispeva k ohranjanju visoke biodiverzitete na širšem območju Krajinskega parka (foto: D. Tome).

Slika 1. Rijeka Ljubljanica je važan koridor koji, zajedno sa svojim pritokama, omogućuje širenje brojnih vodenih i priobalnih vrsta po cijelom Ljubljanskom barju, čime doprinosi očuvanju visoke bioraznolikosti na širem području Krajinskog parka (foto: D. Tome).

Potoki in reke tvorijo v naravni in kulturni krajini sklenjeno vodno mrežo, ki povezuje povrne dele z izlivnimi območji. Po vodni mreži se po toku navzdol prenašajo sedimenti, odmrla biomasa (les, odpadlo listje, poginule živali ...), organska snov v raztopljeni obliki in pa tudi onesnažila. Potoki in reke so zaradi svoje narave ne samo samostojni ekosistemi, ampak imajo

Potoci i rijeke tvore zatvorenu vodenu mrežu u prirodnom i kulturnom krajoliku, povezujući izvorišta s ušćima. Sediment, mrtva biomasa (drvo, otpalo lišće, uginule životinje itd.), organska tvar u otopljenom obliku i onečišćujuće tvari prenose se nizvodno kroz vodenu mrežu. Zbog svoje prirode, potoci i rijeke nisu samo neovisni ekosustavi, već imaju i ulogu ekoloških

tudi vlogo ekoloških koridorjev. V Sloveniji se o ekoloških koridorjih večinoma govori v povezavi z velikimi sesalci (medved, volk, ris), medtem ko se za tekoče vode ponavadi uporablja izraz vzdolžna povezanost vodotokov. Vodni in obvodni ekološki koridorji povezujejo življenjske prostore (habitate) organizmov na posameznih odsekih rek in potokov, omogočajo njihovo razširjanje po vodni mreži znotraj porečij in pa tudi med porečji na nivoju povodja. Podpirajo dnevne ali letne migracije, pretok genov ter s tem zmanjšujejo izoliranost posameznih populacij. Vrstam, ki živijo v vodi, struga omogoča enostavno razširjanje in selitve po toku navzdol ali navzgor. Obvodni pas, obraščen z vegetacijo, pa zagotavlja razširjanje in selitve tudi številnim kopenskim rastlinskim in živalskim vrstam ali vrstam, ki so v okviru svojega življenjskega cikla delno vezane na vodne življenjske prostore.

V primeru lokalnega izumrtja populacij na določenih rečnih odsekih ali pa tudi na večjih območjih porečij je razširjanje po vodnih ekoloških koridorjih ključno za ponovno naselitev. Zelo dober primer vloge vodnih ekoloških koridorjev je ponovna, spontana naselitev bobra (*Castor fiber*) v Sloveniji. Bober se razširja skoraj izključno po vodi in precej redkeje prečka kopno med potoki ali rekami. Za obstoj potrebuje stalno vodo in bogato obrežno lesno vegetacijo. Bober je bil v Sloveniji najverjetneje razširjen po večini nižinskih in gričevnatih predelov, povsod, kjer so bili primerni potoki in reke z obrežno, lesno vegetacijo. Zaradi intenzivnega izlova, izsuševanja mokrišč in intenzivne regulacije je najverjetneje v 18. ali 19. stoletju popolnoma izginil. Leta 1998 se je ponovno pojavil v porečju Krke, kot posledica naseljevanja v hrvaški Posavini, na Lonskem polju (Kryštufek 2003; Kryštufek in sod. 2006). Od takrat naprej se širi po slovenskih rekah in pritokih in je danes razširjen v

koridora. U Sloveniji se o ekoloških koridorima najvišje raspravlja u vezi s velikim sisavcima (medvjed, vuk, ris), dok se za tekuće vode obično koristi pojam uzdužne povezanosti vodotoka. Vodeni i pritočni ekološki koridori povezuju životne prostore (staništa) organizama na pojedinim dionicama rijeka i potoka, omogućujući njihovo širenje duž vodene mreže unutar porečja, a također i između porečja, na razini sliva. Podržavaju dnevne ili godišnje migracije, protok gena i time smanjuju izolaciju pojedinih populacija. Riječno korito omogućuje vrstama koje žive u vodi da se lako šire i migriraju nizvodno ili uzvodno. Obrasla priobalna zona također omogućuje širenje i migraciju brojnih kopnenih biljnih i životinjskih vrsta ili vrsta koje su djelomično ovisne o vodenim staništima za svoj životni ciklus.

U slučaju lokalnog izumiranja populacija u određenim riječnim dijelovima ili čak u većim područjima porečja, širenje duž vodenih ekoloških koridora ključno je za ponovno naseljavanje. Vrlo dobar primjer uloge vodenih ekoloških koridora je spontano ponovno naseljavanje dabra (Castor fiber) u Sloveniji. Dabar se širi gotovo isključivo uz vodu i mnogo rjeđe prelazi kopno između potoka ili rijeka. Za opstanak mu je potrebna stalna voda i bogata priobalna drvenasta vegetacija. U Sloveniji je dabar najvjerojatnije bio proširen po većini nizinskih i brdovitih područja, gdje god su postojali prikladni potoci i rijeke s priobalnom drvenastom vegetacijom. Zbog intenzivnog ribolova, isušivanja močvara i intenzivne regulacije, najvjerojatnije je potpuno nestao u 18. ili 19. stoljeću. Godine 1998. ponovno se pojavio u porečju Krke kao rezultat naseljavanja u hrvatskoj Posavini, u Lonjskom polju (Kryštufek 2003; Kryštufek i sur. 2006). Od tada se proširio uz slovenskim

porečjih Drave, Mure, Save, Krke, Kolpe, prišel je vse do Goričkega v Prekmurju (Kološa in sod. 2024). Ker so bobra naseljevali tudi v Avstriji in ker za Slovenijo še ni objavljenih genetskih analiz, za nekatere populacije ni mogoče zavrno trditi, ali so rezultat razširjanja po Dravi in Muri iz Avstrije ali iz Hrvaške (Halley in sod. 2021). Bober je naselil reko Krko, ki je od Lonskega polja oddaljena več kot 100 km, v samo dveh letih, predvsem zaradi tega, ker na reki Savi na tej razdalji ni nameščenega nobenega jezusa oziroma pregrade.

Drug primer je razširjanje vidre (*Lutra lutra*), ki v Sloveniji za razliko od bobra ni nikoli popolnoma izumrla. Populacije vidre so se do 20. stoletja ohranile na Goričkem, Kočevskem in pa na izoliranih območjih Krke, Drave in Soče. Vidra sicer za razširjanje ne izkorišča le vodnih ekoloških koridorjev, ampak se po porečju premika tudi po kopnem izven obrežnega pasu, vseeno pa je njen obstoj močno vezan na vodo. V vodi najde hrano (predvsem ribe in rake), v obrežni vegetaciji pa mesta za počitek in brloge, pa tudi varne poti za premikanje in razširjanje. Po izboljšanju stanja vodnih ekosistemov se vidra od začetka 21. stoletja postopno vrača na nekdanja območja in se razširja predvsem vzdolž rečnih sistemov (Hönigsfeld Adamič 2003; Kraševac in sod. 2022).

Med vodnimi vrstami, ki uporabljajo tekoče vode kot ekološke koridore, so najbolj karizmatične ribe selivke. Tekom življenja migrirajo iz rek v morje, kjer se drstijo, kot recimo jegulje (*Anguilla, anguilla*), in obratno, migrirajo iz morja v reke, kot na primer lososi in jesetri. Veliko ribjih vrst se seli na drstišča ali prezimovališča in poletna bivališča znotraj porečij. V Sloveniji je najbolj značilen selivec sulec (*Hucho hucho*), ki je izrazit plenilec, migrirajo pa tudi platnica (*Rutilus virgo*), mrena (*Barbus*

riječama i pritocima te je sada rasprostranjen u porečjima Drave, Mure, Save, Krke i Kupe, dosežući čak do Goričkog u Prekmurju (Kološa i sur. 2024). Budući da su dabrovi naseljeni i u Austriji, a za Sloveniju još nisu objavljene genetske analize, nije moguće sa sigurnošću reći jesu li neke populacije rezultat širenja uz Dravu i Muru iz Austrije ili iz Hrvatske (Halley i sur. 2021). Dabar se naselio u rijeci Krki, koja je udaljena više od 100 km od Lonjskog polja, za samo dvije godine, uglavnom zato što na toj udaljenosti na rijeci Savi nije postavljena brana ili pregrada.

Drugi primjer je širenje vidre (Lutra lutra) koja, za razliku od dabra, nikada nije u potpunosti izumrla u Sloveniji. Populacije vidre opstale su do 20. stoljeća na području Goričkog, Kočevskog te u izoliranim područjima rijeka Krke, Drave i Soče. Iako vidra za svoje širenje ne koristi samo vodene ekološke koridore, već se kreće i uz porečje na kopnu, izvan priobalnog pojasa, njezino postojanje i dalje je snažno povezano s vodom. U vodi pronalazi hranu (uglavnom ribe i rakove), a u priobalnoj vegetaciji mjesta za odmor i brlog, kao i sigurne putove za kretanje i širenje. Nakon poboljšanja stanja vodenih ekosustava, vidra se od početka 21. stoljeća postupno vraća na svoja prijašnja područja, šireći se uglavnom uz riječne sustave (Hönigsfeld Adamič 2003; Kraševac i sur. 2022).

Među vodenim vrstama koje koriste tekuće vode kao ekološke koridore, najkarizmatičnije su ribe selice. Tijekom života migriraju iz rijeka u more gdje se mrijeste, poput jegulja (Anguilla, anguilla), i obrnuto, migriraju iz mora u rijeke, poput lososa i jesetre. Mnoge vrste riba migriraju na mrijestilišta ili zimovališta i ljetne rezidencije unutar porečja. U Sloveniji je najtipičnija selica mladica (Hucho hucho), koja je istaknuti grabežljivac, ali migriraju i plotica (Rutilus virgo), mrena (Barbus

barbus) in podust (*Chondrostoma nasus*). Razdalje, ki jih preplavajo, so lahko nekaj pa vse do 100 km (Povž in Sket 1990). Sulec je v Sloveniji največja domorodna salmonidna vrsta in ena najbolj ogroženih rib v donavskem porečju. Zaradi dobro ohranjenih odsekov rek, zlasti srednje Save, kjer živi najvitalnejša populacija, ima Slovenija pomembno mednarodno odgovornost za njegovo dolgoročno ohranjanje (ZZRS 2024). Leta 2013 je bil odsek Sava–Medvode–Kresnice razglašen za območje Natura 2000 s sulcem kot eno izmed ključnih kvalifikacijskih vrst.

Po vodnih strugah potuje tudi večina drugih ribjih vrst, vendar na krajših razdaljah. Postrvi na dnevnem nivoju preplavajo do nekaj sto metrov na letnem nekaj kilometrov, medtem ko med drstenjem lahko plavajo tudi 50 km daleč. Za razliko od bobra, ki manjše pregrade prepleza, je za ribe lahko že ena sama majhna pregrada neprehodna - prekine dostop do drstišč in povzroči razpad populacije na manjše, izolirane skupine.

Pomembni uporabniki vodnih in obvodnih koridorjev so dvoživke. Vodni in obvodni koridorji imajo pri dvoživkah dvojno funkcijo. Vzdržna povezanost omogoča razširjanje populacij, kolonizacijo novih mokrišč ter genski pretok med populacijami. Lateralna povezanost med vodnimi in kopenskimi habitatami omogoča sezonske migracije med prezimovališči, prehranjevališči in mrestišči. Za večino vrst je za dolgoročno preživetje ključna ohranjenost obeh tipov povezanosti (Semlitsch in Bodie 2003).

Med plazilci sta v Sloveniji na vodne koridorje najbolj vezani belouška (*Natrix natrix*) in kobranka (*Natrix tessellata*). Obe sta odlični plavalci in se prehranjujeta predvsem z vodnimi organizmi. Belouška lovi dvoživke in ribe, medtem ko je kobranka

barbus) i podust (*Chondrostoma nasus*). Udaljenosti koje preplivaju mogu biti od nekoliko do 100 km (Povž i Sket 1990). Mladica je najveća autohtona salmonidna vrsta u Sloveniji i jedna od najugroženijih riba u dunavskom porečju. Zbog dobro očuvanih dijelova rijeka, posebno srednje Save, gdje živi najvitalnija populacija, Slovenija ima važnu međunarodnu odgovornost za njezino dugoročno očuvanje (ZZRS 2024). Godine 2013. dionica Sava–Medvode–Kresnice proglašena je područjem Natura 2000, a mladica je jedna od ključnih kvalifikacijskih vrsta.

Većina ostalih vrsta riba također putuje uz vodotoke, ali na kraće udaljenosti. Pastrve plivaju do nekoliko stotina metara dnevno, nekoliko kilometara godišnje, dok tijekom mrijesta mogu plivati i do 50 km. Za razliku od dabrova, koji se mogu penjati preko manjih prepreka, za ribe čak i jedna mala prepreka može biti neprohodna - prekidajući pristup mrijestilištima i uzrokujući podjelu populacije u manje, izolirane skupine.

Važni korisnici vodenih i obalnih koridora su vodozemci. Vodeni i obalni koridori imaju dvostruku funkciju za vodozemce. Uzdužna povezanost omogućuje širenje populacije, kolonizaciju novih močvara i protok gena između populacija. Lateralna povezanost između vodenih i kopnenih staništa omogućuje sezonske migracije između zimovališta, hranilišta i mrijestilišta. Za većinu vrsta održavanje obje vrste povezanosti ključno je za dugoročni opstanak (Semlitsch i Bodie 2003).

Među gmazovima u Sloveniji, bjelouška (*Natrix natrix*) i ribarica (*Natrix tessellata*) najviše su povezane s vodenim koridorima. Obje su izvrsni plivači i hrane se uglavnom vodenim organizmima. Bjelouška lovi vodozemce i ribe, dok je ribarica izražen

izrazit ribojed. Obrežna vegetacija jima zagotavlja skrivališča, mesta za sončenje ter zatočišča pred plenilci, potoki in reke pa služijo tudi kot pomembni koridorji za širjenje populacij.

O selitvah in razširjanju manjših vodnih živali, bentoških nevretenčarjev, ki so skupina zelo raznolikih živali, od črvov, školjk, polžev, rakov do žuželk, se ve bistveno manj. Veliko se jih razširja po toku navzdol z aktivnim ali pasivnim odnašanjem, na krajše razdalje lahko plavajo tudi navzgor. Ob preobrazbi iz ličinke v odraslo žival nekatere žuželke zapustijo vodno okolje in letijo proti zgornjemu toku tudi več kilometrov. Na ta način se ohranjajo populacije vzdolž celotnega toka, tudi kadar prihaja do intenzivnega odnašanja ličink s tokom (Bilton in sod. 2001). Zelo značilna skupina, ki letajo po toku navzgor in se držijo enega potoka ali reke, so vrbnice (Briers in sod. 2002), medtem ko kačji pastirji letajo tudi daleč od mesta, kjer so se preobrazili. Za uspešno vračanje žuželk v gorvodne predele potokov in rek je nujen dobro ohranjen, z vegetacijo poraščen obrežni pas, ki jim daje zatočišče. Vodni tok in obrežni pas omogočata razširjanje tudi rastlinskih vrst, tako vodnih kot kopenskih. K razširjanju rastlin prispevajo tudi vodne ptice, sesalci in ribe, ki prenašajo semena ter druge rastlinske razmnoževalne dele, tako da jih pojedjo ali pa se jim prilepijo na noge, perje, tace, dlako ali luske. Na ta način se razširjajo tudi jajčeca nekaterih vrst živali. Vodni ekološki koridorji poleg domorodnih vrst omogočajo tudi hitro širjenje tujerodnih in invazivnih vrst, kar predstavlja enega pomembnejših naravovarstvenih izzivov pri upravljanju voda. Značilen primer je japonski dresnik (*Reynoutria japonica*), ki se vzdolž vodotokov širi z delci stebel in korenin, ki jih med poplavami prenaša voda, zaradi česar lahko hitro kolonizira nova obrežna območja (Colleran in Goodall 2014).

ribojedi gmaz. Obalna vegetacija pruža im skrovišta, mjesta za sunčanje i zaklon od grabežljivaca, dok potoci i rijeke služe i kao važni koridori za širenje populacija.

*Mnogo manje se zna o migracijama i širenju manjih vodenih životinja, bentoskih beskralježnjaka, koji su skupina vrlo raznolikih životinja, od crva, školjki, puževa, rakova, do kukaca. Mnogi od njih šire se nizvodno aktivnim ili pasivnim driftom, a na kratke udaljenosti mogu plivati i uzvodno. Prilikom preobrazbe iz ličinke u odraslu životinju, neki kukci napuštaju vodeni okoliš i lete uzvodno nekoliko kilometara. Na taj se način populacije održavaju duž cijelog toka, čak i kada postoji intenzivan drift ličinki sa strujom (Bilton i sur. 2001). Vrlo karakteristična skupina koja leti uzvodno i drži se jednog potoka ili rijeke su obalčari (Briers i sur. 2002), dok vretenca lete daleko od mjesta gdje su se metamorfozirala. Za uspješan povratak kukaca u uzvodna područja potoka i rijeka, potreban je dobro očuvan priobalni pojas prekriven vegetacijom koji će im pružiti sklonište. Vodotoci i priobalna područja također olakšavaju širenje biljnih vrsta, i vodenih i kopnenih. Vodene ptice, sisavci i ribe također doprinose širenju biljaka prenoseći sjeme i druge reproduktivne dijelove biljaka jedući ih ili se oni pričvrste na noge, perje, šape, krzno ili ljuske. Jaja nekih životinjskih vrsta također se šire na ovaj način. Osim autohtonih vrsta, vodeni ekološki koridori također olakšavaju brzo širenje alohtonih i invazivnih vrsta, što predstavlja jedan od najvažnijih izazova očuvanja u upravljanju vodama. Tipičan primjer je japonski dvornik (*Reynoutria japonica*), koji se širi uz vodotoke s fragmentima stabljike i rizoma koje nosi voda tijekom poplava, što mu omogućuje brzo naseljavanje novih priobalnih područja (Colleran i Goodall 2014).*

VZROKI ZA PREKINITVE EKOLOŠKIH KORIDORJEV

Prekinitve vzdolžne povezanosti potokov in rek vodijo v fragmentaciju vodnih življenjskih prostorov in posledično v zmanjšan pretok genov in izolaciju populacij in v skrajni fazi tudi v nepovratna lokalna izumrtja.

Eden izmed ključnih vzrokov prekinitve funkcije ekoloških koridorjev so prečne pregrade različnih velikosti in namembnosti. Med najveće sodijo jezovi hidroelektrarn in akumulacij, pomembne ovire pa predstavljajo tudi pregrade za zadržavanje vode, protipoplavni objekti, jezovi nekdanjih mlinov in žag, pragovi za stabilizaciju struge, zapornice ter drugi objekti. Čeprav so manjše pregrade pogosto visoke le nekaj deset centimetra, lahko predstavljajo nepremostljivo oviro za številne vodne organizme, zlasti ribe, nevretenčarje in ostale vrste z omejeno sposobnostjo premagovanja ovir. Na evropskem nivoju so bili v okviru projekta AMBER (v letih med 2016 in 2020) zbrani podatki o već kot 620 tisoć rećnih pregradah v 36 evropskih državah. Nadaljnji terenski pregledi na 147 rekah (2.715 km) so pokazali, da uradne evidence podcenjujuć dejansko število za približno 61 %. Konćna ocena je, da so evropske reke pregraćene z najmanj 1,2 milijuna umetnih pregrad, kar pomeni povprećno 0,74 pregrade na kilometer vodotoka. Mednje sodijo veliki jezovi, pragovi, prepusti, zapornice, brodi in druge prećne ovire, pri ćemer skoraj 70 % predstavljajo manjše pregrade, niće od dveh metra. Čeprav posamezna majhna pregrada pogosto deluje nepomembno, lahko skupni ućinek već pregrad povzroća moćno fragmentaciju potokov in rek in zmanjšuje njihovo vzdolžno povezanost (Belletti in sod. 2020).

UZROCI POREMEĆAJA EKOLOŠKIH KORIDORA

Poremećaji u uzdućnoj povezanosti potoka i rijeka dovode do fragmentacije vodenih staništa i posljedićno do smanjenog protoka gena i izolacije populacija, a u ekstremnoj fazi i do nepovratnih lokalnih izumiranja.

Jedan od ključnih uzroka poremećaja funkcije ekoloških koridora su poprećne barijere razlićnih velićina i namjena. Najveće su hidroelektrane i akumulacije, dok su važne prepreke i barijere za zadržavanje vode, objekti za kontrolu poplava, brane bivših mlinova i pilana, preljevi za stabilizaciju korita, ustavne brane i druge graćevine. Iako su manje barijere ćesto visoke samo nekoliko desetaka centimetara, mogu predstavljati nepremostivu prepreku za mnoge vodene organizme, posebno ribe, beskraljećnjake i druge vrste s ogranićenom sposobnoćću svladavanja prepreka. Na europskoj razini, u okviru projekta AMBER (između 2016. i 2020.) prikupljeni su podaci o više od 620 tisuća rijećnih barijera u 36 europskih zemalja. Daljnja terenska istraćivanja na 147 rijeka (2.715 km) pokazala su da slućbeni zapisi podcenjuju stvarni broj za približno 61%. Konaćna procjena je da su evropske rijeke pregraćene s najmanje 1,2 milijuna umjetnih barijera, što je u prosjeku 0,74 barijere po kilometru vodotoka. To ukljućuje velike brane, preljeve, ustave, prevodnice, gazove i druge poprećne prepreke, od kojih gotovo 70% ćine manje prepreke, visoke manje od dva metra. Iako jedna mala pregrada ćesto ima zanemariv ućinak, kombinirani ućinak više pregrada moće uzrokovati ozbiljnu fragmentaciju potoka i rijeka te smanjiti njihovu uzdućnu povezanost (Belletti i sur. 2020).

Poleg fizičnih pregrad povezanost voda zmanjšujejo tudi poslabšane razmere v rečni strugi, v katerih organizmi ne preživijo, in zato tovrstni odseki delujejo kot funkcionalne pregrade. Lahko gre za odseke z močno poslabšano kakovostjo vode, niskimi vsebnostmi kisika, s pregreto vodo, previsokimi in nenadnimi nihanji pretoka, dolgotrajnimi prenizkimi pretoki, poslabšanim geomorfološkim stanjem, ki zmanjšuje raznovrstnost življenjskih prostorov. Tudi neposredni človekov vpliv – osvetljenost, hrup, prisotnost človeka ob in v vodi lahko zmanjša kakovost in varnost ekološkega koridorja.

V manjši meri na uspešnost prehajanja po vodnih koridorjih vplivajo tudi biološke razmere. Domorodne vrste ogroža prisotnost vodnih ali obvodnih invazivnih plenilcev in tekmecev, ki so uspešnejši pri iskanju hrane in prostora ali pa motijo razmnoževanje. V primeru potočnih rakov so tujerodne vrste lahko prenašalci patogene račje kuge, invazivne rastlinske vrste pa lahko ob prekomernem razraščanju popolnoma spremenijo življenjski prostor.

Kakovost vodnih koridorjev se zmanjša tudi v primerih degradacije obrežnega pasu, kot je utrjevanje brežin z betonskimi ali kamnitimi zlozbami, popolno odstranjevanje vegetacije in izsuševanje poplavnih ravnic.

PRISTOPI K REŠEVANJU PROBLEMATIKE

Najpomembnejši evropski dokument, ki naslavlja problematiko vzdolžne povezljivosti in širše hidromorfološke ocene stanja voda je Uredba o obnovi narave, ki je začela veljati leta 2024 in velja v vseh državah članicah. V uredbi je poudarek predvsem na odstranjevanju zastarelih

Osim fizičkih barijera, povezanost voda smanjuje se i pogoršanim uvjetima u koritu rijeke, u kojima organizmi ne preživljavaju, te stoga takvi dijelovi djeluju kao funkcionalne barijere. To može uključivati dijelove s jako pogoršanom kvalitetom vode, niskim udjelom kisika, pregrijanom vodom, pretjerano visokim i naglim fluktuacijama protoka, dugotrajnim pretjerano niskim protocima i pogoršanim geomorfološkim uvjetima koji smanjuju raznolikost staništa. Izravni ljudski utjecaj - rasvjeta, buka, prisutnost ljudi u blizini i u vodi - također može smanjiti kvalitetu i sigurnost ekološkog koridora.

U manjoj mjeri, biološki uvjeti također utječu na uspjeh prelaska vodenih koridora. Autohtone vrste ugrožene su prisutnošću vodenih ili obalnih invazivnih predatora i kompetitora koji su uspješniji u pronalaženju hrane i prostora ili ometaju razmnožavanje. U slučaju rakova, alohtone vrste mogu biti prijenosnici patogene račje kuge, a invazivne biljne vrste mogu potpuno promijeniti stanište ako prekomjerno rastu.

Kvaliteta vodenih koridora također se smanjuje u slučajevima degradacije priobalnih zona, kao što je jačanje obala betonskim ili kamenim nasipima, potpuno uklanjanje vegetacije i isušivanje poplavnih područja.

PRISTUPI RJEŠAVANJU PROBLEMA

Najvažniji evropski dokument koji se bavi pitanjem longitudinalne povezanosti i šire hidromorfološke procjene stanja voda je Uredba o obnovi prirode, koja je stupila na snagu 2024. godine i primjenjuje se u svim državama članicama. Uredba se prvenstveno usredotočuje na uklanjanje

umetnih pregrad, ki ne opravljajo več pomembne funkcije in po nepotrebnem prekinjajo vzdolžno povezanost tekočih voda. Cilj Uredbe je, da države članice do leta 2030 skupaj prispevajo k obnovi najmanj 25.000 km prostotekočih rek. V ta namen morajo pripraviti popis umetnih pregrad, opredeliti tiste, ki jih je smiselno odstraniti ter pri odstranjevanju dati prednost zastarelim pregradam. S tem naj bi se ponovno vzpostavili naravni rečni procesi, zlasti povezanost vodotokov, transport sedimenta, selitve vodnih organizmov in delovanje poplavnih ravnic. V skladu z Uredbo in drugimi pobudami po Evropi število odstranjenih pregrad hitro narašča. V letu 2025 jih je bilo odstranjenih že preko 600, največ na Švedskem, Finskem in v Španiji, kar kaže, da odstranjevanje zastarelih pregrad postaja ena osrednjih naravovarstvenih praks pri obnovi rek (Mouchlianitis 2026).

Eden izmed redkih primerov odstranitve velikih hidroenergetskih pregrad je bila odstranitev dveh jezov (Vesins Dams) na reki Sélune v Franciji v letih med 2019 in 2023. Gre za največji projekt odstranitve jezov v Evropi, kjer so se obenem zbirali ekološki podatki več kot deset let pred odstranitvijo pregrad in se spremljajo tudi po njihovi odstranitvi. Že nekaj mesecev po odstranitvi se je v odseke reke, ki so bili več kot stoletje nedostopni, ponovno pričel naseljevati atlantski losos (*Salmo salar*), vrnila sta se morski piškur (*Petromyzon marinus*) in jegulja, ponovno se je vzpostavil naravni transport sedimenta, izboljšal se je temperaturni režim in kakovost vode, nekdanje akumulacije pa so se hitro zarasle z naravno obrežno vegetacijo (Dézerald in sod. 2023).

V Sloveniji je ohranjanje ekološke povezanosti tekočih voda urejeno z Zakonom o vodah, Zakonom o ohranjanju narave in Zakonom o sladkovodnem ribištvu

zastarjelih umjetnih barijera koje više ne obavljaju važnu funkciju i nepotrebno prekidaju longitudinalnu povezanost tekućih voda. Cilj Uredbe je da države članice zajednički doprinesu obnovi najmanje 25 000 km slobodno tekućih rijeka do 2030. godine. U tu svrhu moraju pripremiti popis umjetnih barijera, identificirati one koje ima smisla ukloniti i dati prioritet zastarjelim barijerama u njihovom uklanjanju. To bi trebalo obnoviti prirodne riječne procese, posebno povezanost vodotoka, transport sedimenta, migraciju vodenih organizama i funkcioniranje poplavnih područja. U skladu s Uredbom i drugim inicijativama, broj uklonjenih barijera diljem Europe brzo raste. U 2025. godini već ih je bilo preko 600, uglavnom u Švedskoj, Finskoj i Španjolskoj, što pokazuje da uklanjanje zastarjelih barijera postaje jedna od središnjih praksi očuvanja u obnovi rijeka (Mouchlianitis 2026).

*Jedan od rijetkih primjera uklanjanja velikih hidroelektrana bilo je uklanjanje dviju brana (Vesins Dams) na rijeci Sélune u Francuskoj između 2019. i 2023. godine. Riječ je o najvećem projektu uklanjanja brana u Europi, gdje su se ekološki podaci prikupljali više od deset godina prije uklanjanja brana, a prate se i nakon njihovog uklanjanja. U roku od nekoliko mjeseci od uklanjanja, atlantski losos (*Salmo salar*) počeo je ponovno naseljavati dijelove rijeke koji su bili nedostupni više od stoljeća, vratile su se morska paklara (*Petromyzon marinus*) i jegulja, ponovno je uspostavljen prirodni transport sedimenta, poboljšani su temperaturni režim i kvaliteta vode, a bivše akumulacije brzo su zarasle prirodnom obalnom vegetacijom (Dézerald i sur. 2023).*

U Sloveniji je očuvanje ekološke povezanosti tekućih voda regulirano Zakonom o vodama, Zakonom o zaštiti prirode i Zakonom o sladkovodnom ribarstvu, kao i

ter z Načrtom upravljanja voda. Ti predpisi poudarjajo doseganje dobrega ekološkega stanja voda, varstvo habitatov in migracijskih poti vodnih organizmov ter preprečevanje nadaljnje fragmentacije tekočih voda. Nova evropska Uredba o obnovi narave to nadgrajuje z zahtevo po aktivni obnovi rečne povezanosti, vključno z odstranjevanjem zastarelih pregrad in obnovo prostotekočih rek. Trenutno Slovenija pripravlja Nacionalni načrt za obnovo narave, v katerem bo določila konkretne ukrepe za izvajanje uredbe.

Največ aktivnosti na področju izboljšanja kakovosti vodnih koridorjev oziroma izboljšanja vzdolžne povezljivosti je trenutno v Sloveniji usmerjenih v gradnjo ribjih stez ob novih pregradah, sanacijo starih pragov, izboljšanje cestnih prepustov, odstranjevanje posameznih manjših ovir ter obnovo strug in poplavnih ravnin pri renaturacijskih projektih. V primerjavi z drugimi državami Evrope v Sloveniji prevladuje pristop omilitve vplivov, kot so ribji prehodi, medtem ko so popolne odstranitve pregrad za zdaj omejene na manjše, opuščene objekte na manjših pritokih.

Planom upravljanja vodama. Ovi propisi naglašavaju postizanje dobrog ekološkog stanja voda, zaštitu staništa i migracijskih putova vodenih organizama te sprječavanje daljnje fragmentacije tekućih voda. Nova Europska uredba o obnovi prirode nadovezuje se na to zahtijevajući aktivnu obnovu riječne povezanosti, uključujući uklanjanje zastarjelih barijera i obnovu rijeka slobodnog toka. Slovenija trenutno priprema Nacionalni plan obnove prirode, u kojem će odrediti specifične mjere za provedbu uredbe.

Većina aktivnosti na području poboljšanja kvalitete vodenih koridora ili poboljšanja uzdužne povezanosti u Sloveniji trenutno je usmjerena na izgradnju ribljih prolaza uz nove barijere, sanaciju starih pragova, poboljšanje cestovnih propusta, uklanjanje pojedinačnih manjih prepreka te obnovu riječnih korita i poplavnih područja u projektima renaturacije. U usporedbi s drugim europskim zemljama, u Sloveniji prevladava pristup ublažavanja utjecaja, poput ribljih prolaza, dok je potpuno uklanjanje barijera trenutno ograničeno na manje, napuštene objekte u manjim pritokama.

LITERATURA :

Belletti, B., Garcia de Leaniz, C., Jones, J., Bizzi, S., Börger, L., Segura, G., Castelletti, A., van de Bund, W., Aarestrup, K., Barry, J., et al. 2020: More than one million barriers fragment Europe's rivers. *Nature* 588: 436–441.

Bilton, D. T., Freeland, J. R., Okamura, B. 2001: Dispersal in freshwater invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 159–181.

Briers, R. A., Cariss, H. M., Gee, J. H. R. 2002: Dispersal of adult stoneflies (Plecoptera) from upland streams draining catchments with contrasting land use. *Fundamental and Applied Limnology* 155: 627–644.

Colleran, B. P., Goodall, K. E. 2014: In Situ Growth and Rapid Response Management of Flood-Dispersed Japanese Knotweed (*Fallopia japonica*). *Invasive Plant Science and Management* 7(1): 84–92.

Dézerald, O., Roussel, J.-M., Lanoë, E., Beauverger, T., Bazin, A., Rodríguez-Pérez, H., Dufour, S., Bernez, I., Piscart, C. 2023: Fast but transient recovery of aquatic and terrestrial communities after a large dam removal. *Frontiers in Ecology and Evolution* 11: 1254462. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1254462>

Halley, D. J., Saveljev, A. P., Rosell, F. 2021: Population and distribution of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* in Eurasia. *Mammal Review* 51(1): 1–24. <https://doi.org/10.1111/mam.12216>

Hönigsfeld Adamič, M. 2003: *Vidra (Lutra lutra). Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000*. Lutra, Inštitut za ohranjanje naravne dediščine, Ljubljana. 50 str.

Kološa, L., Janžekovič, F., Klenovšek, T. 2024. Habitat selection of European beaver (*Castor fiber*) in the Goričko region (Northeastern Slovenia). *Natura Sloveniae* 26(2): 5–20.

Kraševac, R., Trajbarič, A., Fležar, U. 2022: Under the bridge: marking sites prove the presence of Eurasian otter (*Lutra lutra*) in the Poljanska Sora River valley, Slovenia. *Natura Sloveniae* 24(1): 17–29.

Kryštufek, B. 2003: Bober (*Castor fiber*): Strokovno izhodišče za vzpostavljanje omrežij Natura 2000. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana.

Kryštufek, B., Hudoklin, A., Pavlin, D. 2006: Bober (*Castor fiber*) v Sloveniji / Beaver (*Castor fiber*) in Slovenia. *Scopolia* 59: 1–41.

Mouchlianitis, F. A. 2026: Dam Removal Progress 2025. Dam Removal Europe. <https://damremoval.eu/wp-content/uploads/2026/05/DRE-Progress-Report-2025.pdf>

Povž, M., Sket, B. 1990: *Naše sladkovodne ribe*. Mladinska knjiga, Ljubljana.

Projekt LIFE BEAVER – Živeti z bobrom (DOPPS, Lutra, partnerji). Pregled zgodovine vračanja bobra in upravljanja populacije v Sloveniji in na Hrvaškem.

Semlitsch, R. D., Bodie, J. R. 2003: Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology* 17(5): 1219–1228.

Zavod za ribištvo Slovenije (ZZRS) 2024: *Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst rib. Sulec.*
Ljubljana: Zavod za ribištvo Slovenije. Poročilo za Ministrstvo za naravne vire in prostor
Republike Slovenije.

CASE STUDY

FRAGMENTACIJA HABITATOV IN
POVEZANOST POPULACIJ
TRAVNIŠKEGA POSTAVNEŽA
(*EUPHYDRYAS AURINIA*) NA
OBMOČJU PARKA PRIRODE
»ŽUMBERAK – SAMOBORSKO
GORJE«

FRAGMENTACIJA STANIŠTA I
POVEZANOST POPULACIJA
MOČVARNE RIĐE (*EUPHYDRYAS
AURINIA*) NA PODRUČJU PARKA
PRIRPDE „ŽUMBERAK –
SAMOBORSKO GORJE“

Dr. sc. Martina Šašić, Hrvatski prirodoslovni muzej



Slika 1. Travniški postavnež (*Euphydryas aurinia*) (foto: M. Šašić).

Slika 1. Močvarna riđa (*Euphydryas aurinia*) (foto: M. Šašić).

Raziskava, narejena na območju Parka prirode »Žumberak - Samoborsko gorje« je imela za cilj oceniti funkcionalno povezanost lokalnih populacij travniškega postavneža (*Euphydryas aurinia*) in ugotoviti, v kolikšni meri osebkii uporabljajo potencialne ekološke koridorje med različnimi tipi travniških habitatov.

Travniški postavnež je evrazijsko razširjena vrsta metulja, ki je prisotna v večjem delu Evrope, vključno z Veliko Britanijo in južnim delom Skandinavije na severu ter Španijo na jugu. Na Hrvaškem je splošno razširjen, vendar lokalno prisoten v vseh treh biogeografskih regijah. Na otokih je redek, kar je povezano z omejeno razpoložljivostjo primernih habitatov in večjo izoliranostjo otoških populacij. Vrsta naseljuje različne tipe odprtih travnikov, od suhih do vlažnih apnenčastih, na katerih rastejo hranilne rastline za gosenice. To so rastline iz rodov *Scabiosa*, *Knautia*, *Centaurea*, *Lonicera*, *Plantago* in *Teucrium*, pa tudi vrsti *Succisa pratensis* ter *Digitalis* spp. Travniškega postavneža dela odvisnost od specifičnih travniških habitatov še posebej občutljivega na spremembe v rabi prostora in izgubo povezanosti med primernimi območji.

Za to vrsto je značilna metapopulacijska struktura, pri čemer so populacije sestavljene iz niza lokalnih populacij, povezanih z občasnim premikanjem osebkov med primernimi habitatnimi fragmenti. Lokalna izumrtja in ponovna naseljevanja so naravni del dinamike vrste, vendar je dolgoročna trajnost odvisna od obstoja dovolj bližnjih in medsebojno povezanih habitatov. Fragmentacija travnikov lahko ta proces prekine, saj zmanjšuje možnost disperzije, povečuje izoliranost populacij in zmanjšuje genetsko povezanost. Glavni vzroki za fragmentacijo habitatov travniškega postavneža so povezani s spremembami v načinu rabe

*Istraživanje provedeno na području Parka prirode „Žumberak - Samoborsko gorje“ imalo je za cilj procijeniti funkcionalnu povezanost lokalnih populacija močvarne riđe (*Euphydryas aurinia*) i utvrditi u kojoj mjeri jedinke koriste potencijalne ekološke koridore između različitih tipova livadnih staništa.*

*Močvarna riđa je euroazijski rasprostranjena vrsta leptira prisutna u većem dijelu Europe, uključujući Veliku Britaniju i južni dio Skandinavije na sjeveru te Španjolsku na jugu. U Hrvatskoj je široko rasprostranjena, ali lokalno prisutna u sve tri biogeografske regije. Na otocima je rijetka, što je povezano s ograničenom dostupnošću pogodnih staništa i većom izoliranošću otočnih populacija. Vrsta naseljava različite tipove otvorenih travnjačkih staništa, od suhih do vlažnih vapnenačkih livada, na kojima rastu biljke hraniteljice njezinih gusjenica iz rodova *Scabiosa*, *Knautia*, *Centaurea*, *Lonicera*, *Plantago* i *Teucrium*, kao i vrste *Succisa pratensis* te *Digitalis* spp. Ovisnost o specifičnim livadnim staništima čini močvarnu riđu posebno osjetljivom na promjene u korištenju prostora i gubitak povezanosti između pogodnih područja.*

Za ovu vrstu karakteristična je metapopulacijska struktura, pri čemu se populacije sastoje od niza lokalnih populacija povezanih povremenim kretanjem jedinki između prikladnih stanišnih fragmenata. Lokalna izumiranja i ponovna naseljavanja prirodan su dio dinamike vrste, no njihova dugoročna održivost ovisi o postojanju dovoljno bliskih i međusobno povezanih staništa. Fragmentacija travnjaka može prekinuti taj proces jer smanjuje mogućnost disperzije, povećava izoliranost populacija i smanjuje genetsku povezanost. Glavni uzroci fragmentacije staništa močvarne riđe povezani su s promjenama u načinu

zemljišč. Opušćanje tradicionalne košnje in paše vodi v sukcesiju in zarašćanje travnikov, medtem ko intenziviranje kmetijstva povzroča neposredno izgubo in degradacijo primernih habitatov. Na raziskovanem območju je opazno opušćanje tradicionalnega kmetijstva. Posledica tega pa je spreminjanje nekdanj neprekinjenih travniških površin v mozaik manjših in medsebojno oddaljenih fragmentov, med katerimi je premikanje metuljev oteženo.

korišćenja zemljišta. Napušćanje tradicionalnog košenja i ispaše dovodi do sukcesije i zarastanja travnjaka, dok intenziviranje poljoprivrede uzrokuje izravni gubitak i degradaciju pogodnih staništa. Na istraživanom područja vidljivo je napušćanje tradicionalne poljoprivrede. Posljedica je pretvaranje nekada kontinuiranih livadnih površina u mozaik manjih i međusobno udaljenih fragmenata, između kojih je kretanje leptira otežano.

RAZISKAVA

Raziskava na območju Parka prirode »Žumberak - Samoborsko gorje« je bila v okviru projekta CarEx narejena v juniju 2025. Uporabljali smo metodo označevanja in ponovnega ulova osebkov na skupno 12,94 ha razlićnih travniških habitatov vključno s fragmentiranimi suhimi hribovskimi travniki pokonćne stoklase na karbonatni podlagi na območju Svete Gere ter vlažnimi travniki, povezanimi z bazićnim nizkim barjem na območju barja Jarak, ki so medsebojno loćeni z gozdno vegetacijom.

Med raziskavo je bilo oznaćenih 1165 osebkov, skupno pa je bilo ulovljenih 1441 osebkov, kar pomeni, da je bilo 276 ponovnih ulovov oziroma 215 ponovnih ulovov posameznih osebkov. Visoka stopnja ponovnega ulova (18 %) kaže na izrazito zvestobo osebkov doloćenim delom habitata (ang. *site fidelity*), kar potrjuje, da metulji intenzivno izkorišćajo lokalno dostopne vire in niso nagnjeni k pogostim dolgim premikom skozi krajino.

ISTRAŽIVANJE

Istraživanje na području Park prirode „Žumberak - Samoborsko gorje“ provedeno je u okviru projekta CarEx u lipnju 2025. godine metodom oznaćavanja i ponovnog ulova jedinki leptira na ukupno 12,94 ha razlićitih travnjaćkih staništa, uključujući fragmentirane suhe brdske livade uspravnog ovsika na karbonatnoj podlozi na području Sv. Gere te vlažne livade povezane s cretnom vegetacijom na području creta Jarak međusobno izoliranih šumskom vegetacijom.

*Tijekom istraživanja oznaćeno je 1165 jedinki, dok je ukupno ulovljeno 1441 jedinka, što znaći da bilo 276 ponovnih ulova, odnosno 215 ponovnih ulova pojedinaćnih jedinki. Visoka stopa ponovnog ulova (18%) ukazuje na izraženu vjernost jedinki odrećenim dijelovima staništa (*site fidelity*), što potvrđuje da leptiri intenzivno koriste lokalno dostupne resurse i da nisu skloni ćestim dugim premještanjima kroz krajolik.*

REZULTATI

Ocenjena velikost populacije je bila približno 3000 osebkov s srednjo gostoto 226 osebkov/ha, kar kaže na izjemno vitalno populacijo. Vendar pa je prostorska analiza pokazala neenakomerno razporeditev osebkov znotraj raziskovanega območja. Območja z največjo gostoto (»vroče točke«) so se nahajala ob zaščitnih robovih habitata z največjo prisotnostjo hranilnih rastlin, kar kaže, da kakovost posameznih delov habitata pomembno vpliva na rabo prostora.

Analiza je pokazala, da se je več kot 80 % osebkov premikalo znotraj radija 50 metrov, kar kaže na omejeno dnevno mobilnost in močno povezanost z lokalnim habitatnim fragmentom. Hkrati so bile zabeležene razlike med spoloma. Samci so z višjo stopnjo ponovnega ulova (27,17 %), povprečnimi dnevnimi razdaljami 42 m in največjo zabeleženo razdaljo 719 m, kazali večjo mobilnost. Samice so bile manj mobilne, s povprečnim dnevnim premikanjem 18 m, kar je povezano z večjo navezanostjo na kakovostna mesta za odlaganje jajčec in razpoložljivost hranilnih rastlin.

Analiza smeri premikanja je pokazala, da so bili leti daljši od 100 m v glavnem usmerjeni proti zahodu in so sledili linijskim elementom odprtega habitata. Takšen vzorec nakazuje, da metulji prostora ne prehajajo naključno, temveč uporabljajo obstoječe krajinske strukture, ki lahko opravljajo funkcijo ekoloških koridorjev. Odprti travniški pasovi in povezane travniške površine tako lahko predstavljajo ključne elemente, ki omogočajo premikanje med lokalnimi populacijami.

REZULTATI

Procijenjena veličina populacije iznosila je oko 3000 jedinki, uz srednju gustoću od 226 jedinki/ha, što ukazuje na iznimno vitalnu populaciju. Međutim, prostorna analiza pokazala je nejednoliku raspodjelu jedinki unutar istraživanih područja. Područja najveće gustoće ("vruće točke") nalazila su se uz zaklonjene rubove staništa s najvećom zastupljenošću biljaka hraniteljica, što pokazuje da kvaliteta pojedinih dijelova staništa značajno utječe na korištenje prostora.

Analiza kretanja pokazala je da se više od 80% jedinki kretalo unutar radijusa od 50 metara, što ukazuje na ograničenu dnevnu mobilnost i snažnu povezanost s lokalnim fragmentom staništa. Istodobno su zabilježene razlike između spolova. Mužjaci su pokazivali veću pokretljivost, s većom stopom ponovnog ulova (27,17%), prosječnim dnevnim kretanjem od 42 m i maksimalnim zabilježenim pomakom od 719 m. Ženke su bile manje mobilne, s prosječnim dnevnim kretanjem od 18 m, što je povezano s njihovom većom vezanošću uz kvalitetna mjesta za polaganje jaja i dostupnost biljaka hraniteljica.

Analiza smjera kretanja pokazala je da su dulji letovi, duži od 100 m, uglavnom bili usmjereni prema zapadu i pratili linijske elemente otvorenog staništa. Takav obrazac sugerira da leptiri ne prelaze prostor nasumično, nego koriste postojeće strukture krajolika koje mogu imati funkciju ekoloških koridora. Otvoreni travnjački pojasevi i povezane livadne površine tako mogu predstavljati ključne elemente koji omogućuju kretanje između lokalnih populacija.

Čeprav je bila zabeležena disperzija pri približno 14 % osebkih, je bila intenzivnost zmerana v primerjavi z nekaterimi drugimi populacijami te vrste. Razmeroma nizek delež selektiranih osebkov je verjetno posledica fragmentiranosti habitata, ki omejuje premikanje osebkov med izoliranimi travniškimi fragmenti. Čeprav največji zabeleženi premiki, ki so bili približno 800 m, kažejo, da ima travniški postavnež sposobnost prehajanja med bolj oddaljenimi lokalitetami, je uresničitev takšnih premikov verjetno odvisna od razpoložljivosti ustreznih koridorjev. V prid temu govori dejstvo, da migracija med območjema Jarek in Sveta Gera ni bila zabeležena, medtem ko so bili največji pomiki zabeleženi med medsebojno izoliranimi fragmenti znotraj območja Svete Gere. To vodi do zaključka, da prostorska povezanost habitata predstavlja pomemben omejitveni dejavnik za disperzijo te vrste.

ZAKLJUČEK

Rezultati raziskave potrjujejo, da povezanost populacij travniškega postavneža na območju Parka prirode »Žumberak - Samoborsko gorje« obstaja, vendar je zmerana. Za dolgoročno ohranitev vrste ni dovolj zaščititi le posameznih travniških fragmentov, temveč je treba ohraniti in obnoviti njihovo medsebojno povezanost. Ohranjanje tradicionalnega upravljanja s travniki, preprečevanje zaraščanja ter ohranjanje neprekinjenih odprtih koridorjev med travniki so ključni ukrepi za povečanje funkcionalne povezanosti krajine in omogočanje dolgoročnega preživetja te vrste v fragmentiranem okolju.

Iako je zabilježena disperzija oko 14% jedinki, njezin intenzitet bio je umjeren u usporedbi s nekim drugim populacijama ove vrste. Relativno nizak udio migrirajućih jedinki vjerojatno je posljedica fragmentiranosti staništa, koja ograničava kretanje jedinki između izoliranih livadnih fragmenata. Iako najveći zabilježeni pomaci, od približno 800 m, pokazuju da močvarna riđa ima sposobnost prelaska između udaljenijih lokaliteta, ostvarenje takvih kretanja vjerojatno ovisi o dostupnosti odgovarajućih koridora. Tome u prilog govori činjenica da migracija između područja Jarka i Sv. Gere nije zabilježena, dok su najveći pomaci zabilježeni između međusobno izoliranih fragmenata unutar područja Sv. Gere. To upućuje na zaključak da prostorna povezanost staništa predstavlja važan ograničavajući čimbenik za disperziju ove vrste.

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja potvrđuju da povezanost populacija močvarne riđe na području PP „Žumberak – Samoborsko gorje“ postoji, ali je umjerena. Za dugoročno očuvanje vrste nije dovoljno zaštititi samo pojedinačne livadne fragmente, već je potrebno očuvati i obnoviti njihovu međusobnu povezanost. Održavanje tradicionalnog upravljanja travnjacima, sprječavanje zarastanja te očuvanje kontinuiranih otvorenih koridora između livada ključne su mjere za povećanje funkcionalne povezanosti krajolika i omogućavanje dugoročnog opstanka ove vrste u fragmentiranom okolišu.



Slika 2. Postopno zaraščanje travnikov v Parku prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« razdvaja populacije travniških postavnežev (foto: M. Šašić).

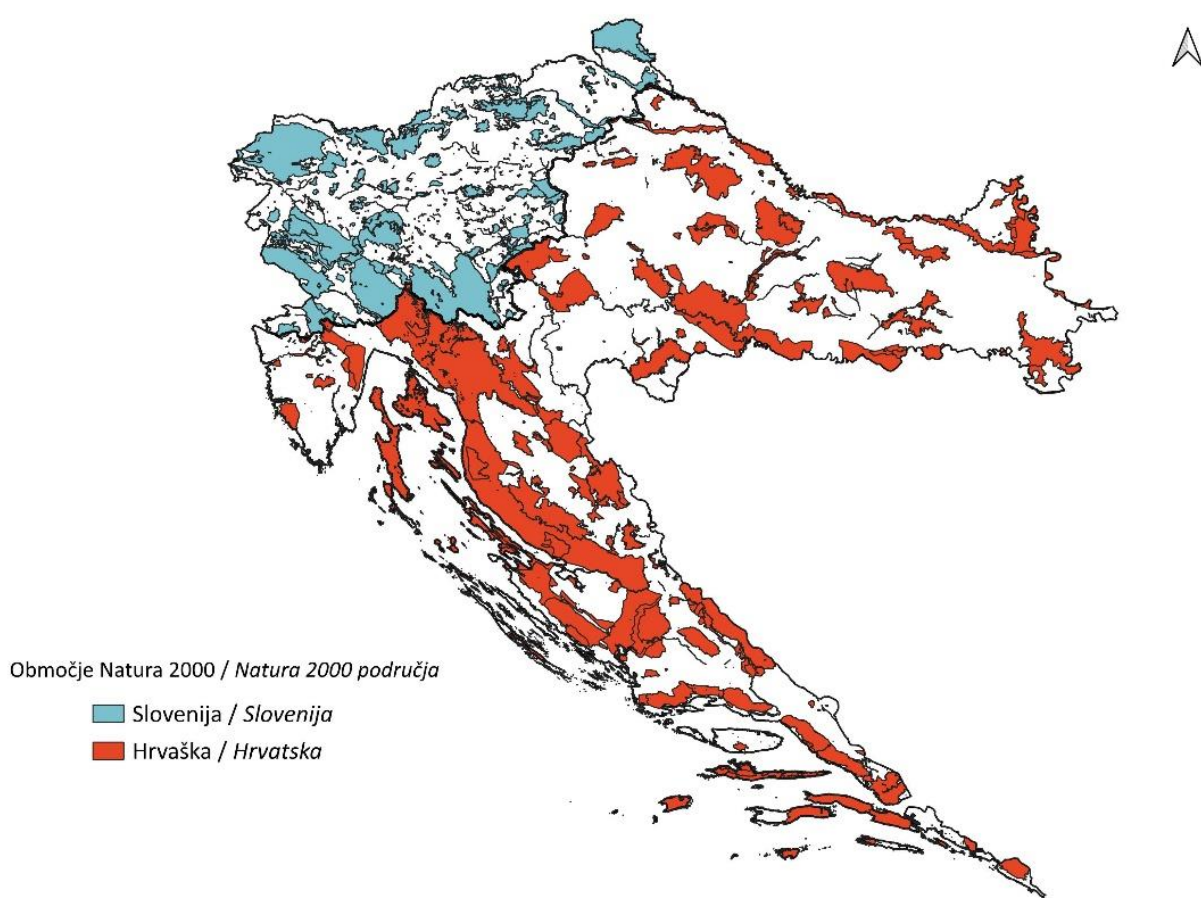
Slika 2. Postepeno zarastanje travnjačkih površina u Parku prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“ razdvaja populacije močvarne riđe (foto: M. Šašić.)

CASE STUDY

RAZDROBLJENOST OBMOČIJ
NATURA 2000 NA HRVAŠKEM IN
V SLOVENIJI

FRAGMENTIRANOST PODRUČJA
NATURA 2000 U HRVATSKOJ I
SLOVENIJI

Louie Thomas Taylor, Zavod za ornitologiju, HAZU



Slika 1. Pregled območij Natura 2000 na Hrvaskem in v Sloveniji.

Slika 1. Prikaz Natura 2000 područja u Hrvatskoj i Sloveniji.

Ekološko omrežje Natura 2000 predstavlja koherentno evropsko omrežje zavarovanih območij, vzpostavljeno za ohranjanje naravnih habitatnih tipov ter prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst, ki so pomembne za Evropsko unijo. Njegov namen je zagotoviti ohranjanje oziroma, kjer je to potrebno, ponovno vzpostavitev ugodnega stanja ohranjenosti habitatnih tipov in vrst znotraj njihovega naravnega območja razširjenosti. Upravljanje območij Natura 2000 temelji na izvajanju ukrepov ohranjanja, usmerjenih v specifične vrste in habitatne tipe; ti ukrepi so vključeni tako v načrte upravljanja območij kot v sektorske načrte upravljanja z naravnimi viri (<https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza>).

Omrežje Natura 2000 obsega približno 37 % površine Slovenije (<https://www.lifetograsslands.si/hr/o-projektu/dodatne-informacije/o-naturi-2000/>) in 36,8 % kopenskoga ozemlja Republike Hrvaške pod nacionalno pristojnostjo (Slika 1). Natura 2000 ima velik pomen za ohranjanje biotske raznovrstnosti, eden njenih glavnih izzivov pa je razdrobljenost in nezadostna povezanost. Ta težava je še posebej izrazita pri velikih razdaljah med območji, kar lahko ovira gibanje organizmov, zmanjša pretok genov med populacijami ter negativno vpliva na dolgoročno stanje ohranjenosti vrst in habitatov. Ker območja Natura 2000 pogosto delujejo kot »otoki« naravnih habitatov v krajini, v kateri prevladujejo človekove dejavnosti, je njihova prostorska povezanost ključni pogoj za ohranjanje ekološke funkcionalnosti omrežja.

Cilj te analize je bil zato oceniti prostorsko razporeditev območij Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji ter analizirati

Ekološka mreža Natura 2000 predstavlja koherentnu evropsku mrežu zaštićenih područja uspostavljenu s ciljem očuvanja prirodnih stanišnih tipova te divljih biljnih i životinjskih vrsta od interesa za Europsku uniju. Njezina je svrha osigurati održavanje ili, prema potrebi, uspostavu povoljnog stanja očuvanosti stanišnih tipova i vrsta u njihovu prirodnom području rasprostranjenosti. Temelj upravljanja područjima ekološke mreže Natura 2000 je provedba mjera očuvanja usmjerenih na ciljne vrste i stanišne tipove, koje se ugrađuju u planove upravljanja područjima ekološke mreže te u sektorske planove gospodarenja prirodnim resursima (<https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza>).

Mreža Natura 2000 obuhvaća približno 37% površine Slovenije (<https://www.lifetograsslands.si/hr/o-projektu/dodatne-informacije/o-naturi-2000/>) te 36,8% kopnenog teritorija Republike Hrvatske pod nacionalnom jurisdikcijom (Slika 1). Unatoč velikoj važnosti mreže Natura 2000 za očuvanje bioraznolikosti, jedan od njenih glavnih izazova predstavlja fragmentacija i nedovoljna međusobna povezanost zaštićenih područja. Ovaj problem posebno dolazi do izražaja kada su udaljenosti između područja velike, što može otežati kretanje organizama, smanjiti protok gena među populacijama te dugoročno negativno utjecati na očuvanost vrsta i staništa. Budući da se Natura 2000 područja često mogu promatrati kao „otoci“ prirodnih staništa unutar krajobraza kojim dominiraju ljudske aktivnosti, njihova prostorna povezanost predstavlja važan preduvjet za očuvanje ekološke funkcionalnosti mreže.

Cilj ove analize bio je procijeniti prostorni raspored Natura 2000 područja u Hrvatskoj i Sloveniji te analizirati fragmentaciju

razdrobljenost travniških habitatov znotraj teh območij. Posebna pozornost je bila namenjena primerjavi obeh držav in njunih biogeografskih regij, da bi opredelili območja z večjo stopnjo razdrobljenosti in manjšo povezanostjo – zlasti tista, kjer bi vzpostavitev ali izboljšanje ekoloških koridorjev najučinkoviteje prispevala k ohranjanju povezanosti habitatov in delovanju ekološkega omrežja Natura 2000. Bolj podrobno je analizirana tudi razdrobljenost habitatov v dveh Natura 2000 območjih, Parku prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« in Kozjanski park, ki sta bili vključeni v projekt CarEx

Analiza predstavlja povezanost na nivoju prostora (Natura 2000 območja) in na nivoju travniških ekosistemov. V kolikor bi ugotavljali povezanost habitatov za posamezne vrste, bi bila razdrobljenost večja, saj posamezne vrste ne živijo v vseh Natura 2000 območjih, saj nimajo v vseh ugodnih razmer za preživetje.

travnjačkih staništa unutar njih. Posebna pažnja posvećena je usporedbi dviju država i njihovih biogeografskih regija kako bi se identificirala područja s većom razinom fragmentacije i slabijom povezanošću, odnosno područja u kojima bi uspostava ili unapređenje ekoloških koridora mogla najviše doprinijeti očuvanju povezanosti staništa i funkcioniranju ekološke mreže Natura 2000. Detaljnije je analizirana i fragmentacija staništa u dva Natura 2000 područja, Parku prirode "Žumberak - Samoborsko gorje" i Kozjanski park, koja su bila uključena u projekt CarEx.

Analiza prikazuje povezanost na prostornoj razini (područja Natura 2000) i na razini travnjačkih ekosustava. Kada bismo utvrđivali povezanost staništa za pojedine vrste, fragmentacija bi bila veća, budući da pojedine vrste ne žive na svim Natura 2000 područjima, jer na njima nemaju odgovarajuće uvjete za život.

METODOLOGIJA ANALIZE

Na Hrvatskem je bilo vzpostavljenih skupno 783 območij Natura 2000, v Sloveniji pa 355. Za namene analize razdrobljenosti so bila v to študijo vključena le območja, večja od 10 km², kar je pomenilo analizo 160 območij na Hrvatskem in 89 območij v Sloveniji.

Prostorska razporeditev območij Natura 2000 je bila analizirana z metodo analize najbližjega sosedu na podlagi centroidov vseh območij (Clark in Evans 1954). Ta metoda ocenjuje prostorsko razporeditev točk s primerjavo dejanske povprečne razdalje med posamezno točko in njeno najbližjo sosedo ter pričakovane razdalje pri naključni razporeditvi. Rezultat analize je izražen z indeksom najbližjega sosedu (NNI),

METODOLOGIJA ANALIZA

U Hrvatskoj je uspostavljeno 783 područja Natura 2000, dok ih je u Sloveniji 355. Za potrebe analize fragmentacije u ovo istraživanje uključena su samo područja veća od 10 km², pri čemu je analizirano 160 područja u Hrvatskoj i 89 područja u Sloveniji.

Prostorni raspored područja Natura 2000 analiziran je metodom najbližeg susjeda (Nearest Neighbour Analysis) na centroidima svih područja (Clark i Evans 1954). Ova metoda procjenjuje prostorni raspored točaka uspoređujući opaženu prosječnu udaljenost između svake točke i njezina najbližeg susjeda s očekivanom udaljenošću u slučaju nasumičnog rasporeda točaka. Rezultat analize izražava

pri čemer vrednosti manjše od 1 kažejo na gručasto razporeditev, vrednost 1 na naključno razporeditev, vrednosti, večje od 1, pa na pravilno oziroma enakomerno razporeditev. Statistična značilnost odstopanja od naključne razporeditve se ocenjuje z uporabo Z-vrednosti, pri čemer negativne vrednosti kažejo na grupiranje, pozitivne vrednosti pa na bolj enakomerno razporeditev točk.

Za izračun kazalnikov razdrobljenosti in prostorske strukture travniških habitatov na območjih Natura 2000 smo uporabili programsko opremo FRAGSTATS (McGarigal in sod. 2023). Pri analizi prostorske strukture travniških habitatov smo uporabili sloj pokrovnosti tal z ločljivostjo 10 m, pridobljen iz podatkov satelitov Copernicus Sentinel (WorldCover; Zanaga in sod. 2022). Traviščne habitate smo izločili iz celotnega nabora podatkov, opredelili smo jih kot območja, v katerih prevladuje zelnata vegetacija z vsaj 10-odstotno pokrovnostjo, ne glede na prisotnost različnih oblik človekovega ali živalskega vpliva, kot so paša, košnja ali nadzorovano požiganje.

Analizirani so bili naslednji krajinski indeksi:

- Indeks združevanja (AI), ki opisuje stopnjo grupiranja fragmentov istega tipa habitata. Višje vrednosti kažejo na večjo združenost in kompaktnost habitatov, medtem ko nižje vrednosti nakazujejo na večjo razdrobljenost in razpršenost.
- Povprečna površina fragmenta (AREA_MN), ki predstavlja povprečno velikost habitatnih fragmentov v opazovani krajini.
- Indeks kohezivnosti fragmentov (COHESION), ki meri fizično povezanost habitatnih fragmentov. Višje vrednosti kažejo na večjo prostorsko povezanost habitatov, medtem ko nižje vrednosti

se indeksom najbližjega susjeda (NNI), pri čemu vrijednosti manje od 1 ukazuju na grupirani raspored, vrijednost 1 označava slučajan raspored, a vrijednosti veće od 1 pravilno ili ravnomjerno raspoređene točke. Statistička značajnost odstupanja od slučajnog rasporeda procjenjuje se pomoću Z-vrijednosti, pri čemu negativne vrijednosti upućuju na grupiranje, a pozitivne na ravnomjerniji raspored točaka.

Za izračun pokazatelja fragmentacije i prostorne strukture travnjačkih staništa unutar Natura 2000 područja koristili smo program FRAGSTATS (McGarigal i sur. 2023). Za analizu prostorne strukture travnjačkih staništa korišten je sloj pokrova zemljišta rezolucije 10 m, izrađen na temelju podataka prikupljenih sa satelitima Copernicus Sentinel, WorldCover (Zanaga i sur. 2022). Iz cjelokupne podloge izdvojena su travnjačka staništa, koja su definirana kao područja u kojima prevladava zeljasta vegetacija s pokrovnošću od najmanje 10%, neovisno o prisutnosti različitih oblika ljudskog ili životinjskog utjecaja, poput ispaše, košnje ili kontroliranog upravljanja požarima.

Analizirani su sljedeći krajobrazni indeksi:

- Indeks agregacije (AI; Aggregation Index), koji opisuje stupanj grupiranosti fragmenata istog tipa staništa. Više vrijednosti ukazuju na veću agregiranost i kompaktnost staništa, dok niže vrijednosti upućuju na veću fragmentiranost i raspršenost.
- Prosječna površina fragmenata (AREA_MN; Mean Patch Area), koja predstavlja prosječnu veličinu stanišnih fragmenata unutar promatranog krajolika.
- Indeks kohezije (COHESION; Patch Cohesion Index), koji mjeri fizičku povezanost stanišnih fragmenata. Veće vrijednosti označavaju veću prostornu povezanost staništa, dok

-
- nakazuju na njihovu izoliranost in razdrobljenost.
- Povprečna evklidska razdalja do najbližjega sosa (ENN_MN), ki predstavlja povprečno razdaljo med habitatnimi fragmenti. Višje vrednosti kažejo na večjo izoliranost fragmentov.
 - Standardni odklon evklidske razdalje do najbližjega sosa (ENN_SD), ki opisuje variabilnost razdalj med fragmenti.
 - Variacijski koeficient evklidske razdalje do najbližjega sosa (ENN_CV), ki prikazuje stopnjo heterogenosti prostorske razporeditve fragmentov.
 - Indeks največjega fragmenta (LPI), ki izraža delež krajine, ki ga zavzema največji habitatni fragment. Višje vrednosti kažejo na prevlado enega samega velikega fragmenta, medtem ko nižje vrednosti nakazujejo na porazdelitev habitata na večje število manjših fragmentov.
 - Število fragmentov (NP), ki predstavlja skupno število habitatnih fragmentov v krajini.
 - Indeks razdelitve (SPLIT), ki ocenjuje število fragmentov enake velikosti, na katere bi bilo treba razdeliti krajino, da bi dobili opazovano stopnjo razdrobljenosti. Nižje vrednosti kažejo na večjo povezanost krajine, medtem ko višje vrednosti kažejo na izrazitejšo razdrobljenost.
- niže vrijednosti ukazuju na njihovu izoliranost i razdijeljenost.*
- *Prosječna evklidska udaljenost do najbližeg susjeda (ENN_MN; Mean Euclidean Nearest Neighbour Distance), koja predstavlja prosječnu udaljenost između fragmenata staništa. Više vrijednosti ukazuju na veću izoliranost fragmenata.*
 - *Standardna devijacija evklidske udaljenosti do najbližeg susjeda (ENN_SD; Standard Deviation of Euclidean Nearest Neighbour Distance), koja opisuje varijabilnost udaljenosti između fragmenata.*
 - *Koeficijent varijacije evklidske udaljenosti do najbližeg susjeda (ENN_CV; Coefficient of Variation of Euclidean Nearest Neighbour Distance), koji pokazuje stupanj heterogenosti u prostornom rasporedu fragmenata.*
 - *Indeks najvećeg fragmenta (LPI; Largest Patch Index), koji izražava udio krajolika zauzet najvećim fragmentom staništa. Više vrijednosti ukazuju na dominaciju jednog velikog fragmenta, dok niže vrijednosti upućuju na raspodjelu staništa među većim brojem manjih fragmenata.*
 - *Broj fragmenata (NP; Number of Patches), koji označava ukupan broj stanišnih fragmenata u krajoliku.*
 - *Indeks razdvajanja (SPLIT; Splitting Index), koji procjenjuje na koliko bi se fragmenata jednake veličine krajolik morao podijeliti kako bi se dobila opažena razina fragmentacije. Niže vrijednosti ukazuju na veću povezanost krajolika, a više vrijednosti na izraženiju fragmentiranost.*

ANALIZA NAJBЛИЖИХ СОСЕДОВ

Analiza najbližjih sosedov je pokazala, da so območja Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji statistično značilno razporejena v skupine – to pomeni, da so med seboj bližje, kot bi bilo pričakovati pri naključni razporeditvi. Za vsa analizirana območja skupaj je povprečna razdalja do najbližjega sosednjega območja znašala 2,79 km, medtem ko je pričakovana razdalja pri naključni razporeditvi znašala 5,90 km (NNI = 0,47; Z = -40,67). Na Hrvaškem je povprečna razdalja med območji znašala 4,06 km (NNI = 0,50; Z = -26,63), v Sloveniji pa 3,58 km (NNI = 0,76; Z = -9,23). Pri upoštevanju zgolj območij, večjih od 10 km², se je povprečna razdalja do najbližjega sosedja povečala na 5,05 km na Hrvaškem in 5,97 km v Sloveniji; vendar pa so vrednosti indeksa najbližjega sosedja (NNI) ostale pod 1 (HR: NNI = 0,43; SLO: NNI = 0,69), kar dodatno kaže na gručasto in ne naključno razporeditev območij. Negativne vrednosti Z v vseh analizah potrjujejo, da se opažena razporeditev statistično značilno razlikuje od naključne in da se območja Natura 2000 v obeh državah pojavljajo v prostorskih skupinah.

Skupna analiza vseh območij Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji je pokazala manjšo povprečno razdaljo do najbližjega sosednjega območja (2,79 km) v primerjavi z analizami, izvedenimi za vsako državo posebej (4,06 km na Hrvaškem in 3,58 km v Sloveniji). Ta rezultat kaže, da so številna območja – zlasti tista vzdolž skupne državne meje – bližje območjem v sosednji državi kot pa območjem znotraj lastne države. To potrjuje čezmejno naravo ekološkega omrežja Natura 2000 in njegovo vlogo pri ohranjanju ekološke povezanosti na ravni Evropske unije. Predvidevati je mogoče, da bi vključitev območij Natura 2000 iz

ANALIZA METODOM NAJBЛИЖЕГ СУСЈЕДА

Analiza metodom najbližjeg susjeda je pokazala da su područja Natura 2000 u Hrvatskoj i Sloveniji statistički značajno grupirana, odnosno da se pojavljuju bliže jedna drugima nego što bi se očekivalo u slučajnom rasporedu. Za sva analizirana područja zajedno prosječna udaljenost do najbližjeg susjednog područja iznosila je 2,79 km, dok je očekivana udaljenost u slučajnom rasporedu iznosila 5,90 km (NNI = 0,47; Z = -40,67). U Hrvatskoj je prosječna udaljenost između područja iznosila 4,06 km (NNI = 0,50; Z = -26,63), a u Sloveniji 3,58 km (NNI = 0,76; Z = -9,23). Kada smo u obzir uzeli samo područja veća od 10 km², prosječna udaljenost do najbližjeg susjeda povećala se na 5,05 km u Hrvatskoj i 5,97 km u Sloveniji, no vrijednosti indeksa najbližjeg susjeda ostale su manje od 1 (HR: NNI = 0,43; SLO: NNI = 0,69), što također upućuje na grupirani, a ne slučajan raspored područja. Negativne Z-vrijednosti indeksa u svim analizama potvrđuju da je opaženi raspored statistički značajno različit od slučajnog te da se područja Natura 2000 u obje države javljaju u prostornim skupinama.

Zajednička analiza svih Natura 2000 područja u Hrvatskoj i Sloveniji pokazala je manju prosječnu udaljenost do najbližjeg susjednog područja (2,79 km) nego analiza provedena za svaku državu zasebno (4,06 km u Hrvatskoj i 3,58 km u Sloveniji). Takav rezultat upućuje na to da se brojna područja, osobito uz zajedničku državnu granicu, nalaze bliže područjima u susjednoj državi nego područjima unutar vlastite države. To potvrđuje prekogranični karakter ekološke mreže Natura 2000 i njezinu ulogu u očuvanju ekološke povezanosti na razini Europske unije. Može se pretpostaviti da bi uključivanje Natura 2000 područja iz

sosjednih država članica EU še dodatno zmanjšala povprečno razdaljo med območji na obmejnih območjih Hrvatske i Slovenije. Nasprotno pa bi bil ta učinak verjetno manj izrazit v vzhodnih in jugovzhodnih delih Hrvatske, saj susednje države Bosna i Hercegovina, Srbija i Crna gora še nemaju omrežja Natura 2000, kar pomeni, da preko tih meja ni kontinuitete območij Natura 2000.

ANALIZA RAZDROBLJENOSTI TRAVNIKOVA U NATURA 2000 OBMOČJIMA HRVATSKE I SLOVENIJE

Primerjava kazalnika razdrobljenosti i prostorne strukture travničkih habitata na območjima Natura 2000 (Tabela 1) med Hrvatskom i Slovenijom je pokazala, da ima Slovenija znatno viši indeks agregacije, veću povprečnu površinu fragmentova i viši indeks kohezivnosti, kar kaže na boljšu prostornu povezanost i veću kompaktnost habitatnih zaplata. Pored toga se je koeficijent varijacije razdalje do najbližega susednjega fragmenta med državama znatno razlikovao; viša vrednost na Hrvatskom je kazala na veću heterogenost prostorne rasporeditve fragmentova. Čak pri drugim kazalnicima niso bile ugotovljene statistično značajne razlike (Slika 2), je Hrvatska u primerjavi s Slovenijom izkazovala veću povprečnu i najveću razdalju med fragmentima ter veću število fragmentova i višu vrednost indeksa ločenosti. S druge strane pa je najveći fragment u Sloveniji zauzimal nekoliko veću udobnost krajinu nego na Hrvatskom. Rezultati na općenito kažu, da je travnička krajina u Sloveniji manje razdrobljena i zato bolje povezana nego na Hrvatskom.

susjednih država članica Europske unije dodatno smanjilo prosječnu udaljenost između područja u pograničnim dijelovima Hrvatske i Slovenije. S druge strane, takav bi učinak vjerojatno bio manje izražen u istočnim i jugoistočnim dijelovima Hrvatske, budući da susedne države Bosna i Hercegovina, Srbija i Crna Gora nisu dio mreže Natura 2000, pa na tim granicama ne postoji kontinuitet Natura 2000 područja.

ANALIZA FRAGMENTACIJE TRAVNJAČKIH STANIŠTA NATURA 2000 PODRUČJA HRVATSKE I SLOVENIJE

Usporedba pokazatelja fragmentacije i prostorne strukture travnjačkih staništa unutar Natura 2000 područja (Tablica 1) između Hrvatske i Slovenije pokazala je da Slovenija ima značajno viši indeks agregacije, veću prosječnu površinu fragmenta te viši indeks kohezije, što upućuje na veću prostornu povezanost i kompaktnost stanišnih cjelina. Također, koeficijent varijacije udaljenosti do najbližeg susednog fragmenta značajno se razlikovao između država, pri čemu je viša vrijednost u Hrvatskoj ukazivala na veću heterogenost u prostornom rasporedu fragmenta. Iako nisu utvrđene statistički značajne razlike za ostale pokazatelje (Slika 2), Hrvatska je imala veću prosječnu i maksimalnu udaljenost između fragmenta u odnosu na Sloveniju, kao i veći broj fragmenta te višu vrijednost indeksa razdvajanja. S druge strane, najveći fragment zauzimao je nešto veći udio krajolika u Sloveniji nego u Hrvatskoj. Ukupno gledano, rezultati ukazuju na to da je travnjački krajolik u Sloveniji manje fragmentiran i bolje povezan nego u Hrvatskoj.

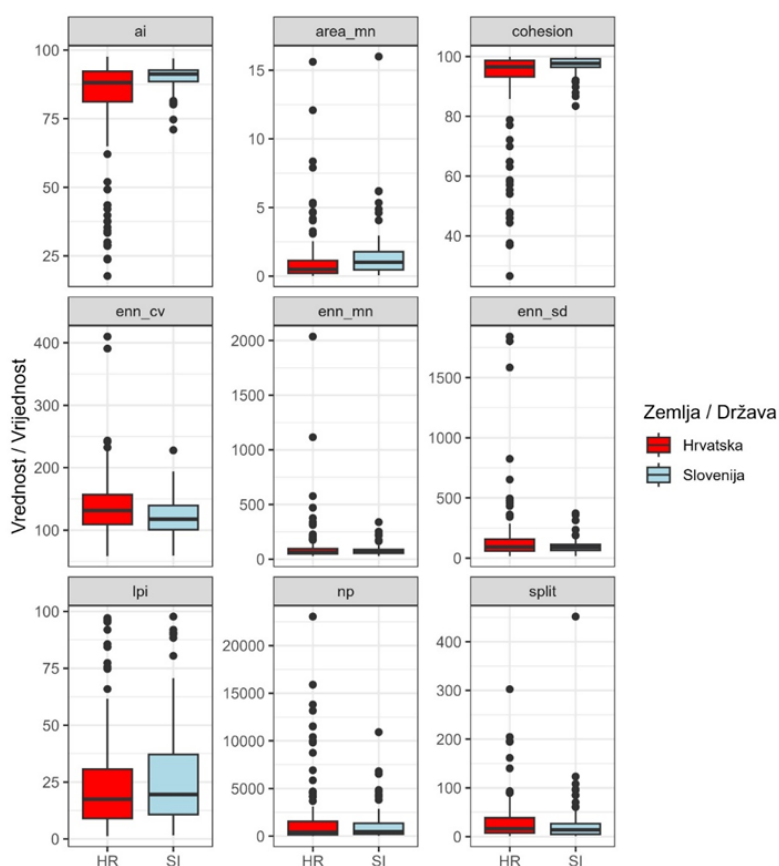
Tabela 1. Vrednosti indeksa razdrobljenosti travišćnih habitatov na območjih Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji.

** označuje statistično značilne podatke*

Indeks	Hrvatska /Hrvaška (n=160)	Slovenija / Slovenija (n=89)
AI*	81	90
AREA_MN*	1.09	1.51
COHESION*	90.2	96.9
ENN_CV*	139	120
ENN_MN	110	79.6
ENN_SD	166	97.1
LPI	24.1	28
NP	1716	1173
SPLIT	31.8	27.8

Tablica 1. Vrijednosti indeksa fragmentiranosti travnjaćkih staništa unutar Natura 2000 na području Hrvatske i Slovenija.

** označuje statistički značajne podatke*



Slika 2. Box plot vrednosti indeksa fragmentacije travišćnih habitatov za območja Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji.

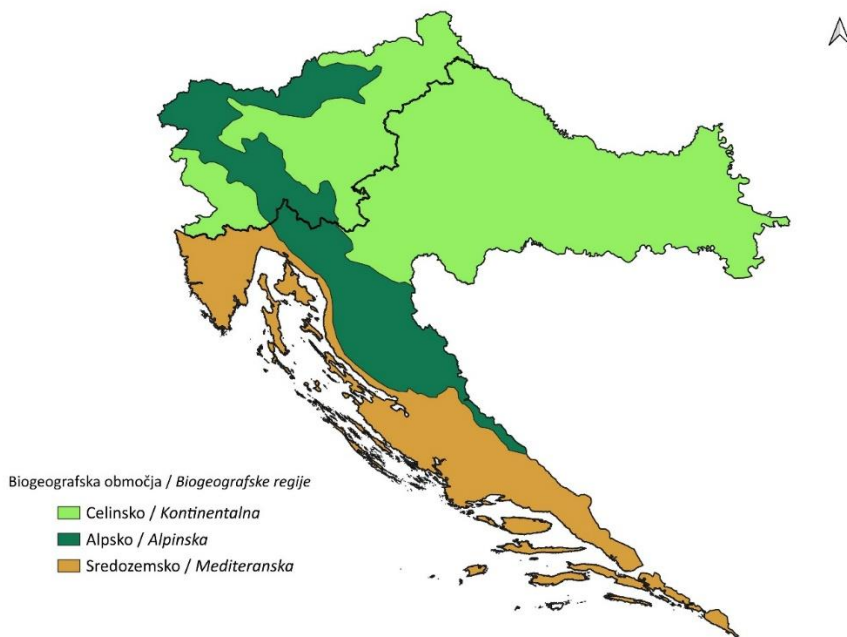
Slika 2. Box plot vrijednosti indeksa fragmentiranosti travnjaćkih staništa između Natura 2000 područja u Hrvatskoj i Sloveniji.

ANALIZA RAZDROBLJENOSTI NATURA 2000 TRAVNIKOVA MED BIOGEOGRAFSKIMI REGIJAMI

Analiza krajinskih kazalnikov, ki je primerjala biogeografske regije Hrvatske in Slovenije (Slika 3 in 4, Tabela 2; <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/biogeographical-regions-in-europe-2>) je pokazala, da so alpske regije obeh držav razmeroma dobro povezane in kažejo nizko stopnjo razdrobljenosti. Vrednosti indeksa združevanja in indeksa kohezivnosti so bile visoke in medsebojno podobne. Povprečna velikost zaplat je bila na Hrvaškem nekoliko večja kot v Sloveniji, medtem ko so največje zaplate zavzele podoben delež krajine. Poleg tega sta bili razdalja do najbližje sosednje zaplate in variabilnost teh razdalj v obeh državah primerljivi, kar kaže na podobno prostorsko razporeditev habitatov znotraj alpske regije.

ANALIZA FRAGMENTACIJE NATURA 2000 TRAVNJAČKIH STANIŠTA IZMEĐU BIOGEOGRAFSKIH REGIJA

Analiza krajobraznih pokazatelja između biogeografskih regija Hrvatske i Slovenije (Slika 3 i 4, Tablica 2; <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/biogeographical-regions-in-europe-2>) pokazala je da su alpske regije obje države relativno dobro povezane i slabo fragmentirane. Vrijednosti indeksa agregacije bile su visoke i slične, kao i indeksa kohezije. Prosječna površina fragmenata bila je nešto veća u Hrvatskoj nego u Sloveniji, dok su najveći fragmenti zauzimali sličan udio krajolika. Također, udaljenosti do najbližeg susjednog fragmenta i njihova varijabilnost bile su usporedive između država, što upućuje na sličnu prostornu organizaciju staništa u alpskoj regiji.



Slika 3. Razdelitev Hrvatske in Slovenije na biogeografska območja po Evropski agenciji za okolje.

Slika 3. Podjela Hrvatske i Slovenije na biogeografske regije prema Europskoj agenciji za okoliš.

V celinski regiji so bile ugotovljene statistično značilne razlike glede indeksa združevanja in koeficienta variacije razdalje do najbližjega sosedu. Slovenija je izkazovala višji indeks združevanja, kar kaže na večjo grupiranost fragmentov istega tipa habitata, medtem ko je Hrvaška imela višji koeficient variacije razdalje do najbližjega sosedu, kar nakazuje na bolj neenakomerno razporeditev prostorskih fragmentov. Pri drugih kazalnikih ni bilo bistvenih razlik, čeprav so bili fragmenti v Sloveniji v povprečju večji, kohezija je bila nekoliko višja, največji fragment pa je zavzemal večji delež krajine. Hrvaška je imela večje število fragmentov in višjo vrednost indeksa ločenosti, kar kaže na izrazitejšo fragmentacijo celinske krajine. Pri primerjavi biogeografskih regij neodvisno od državnih meja je alpska regija izkazovala boljšo prostorsko povezanost in manjšo fragmentacijo habitatov kot celinska regija. To so potrdile višje vrednosti indeksa združevanja, kohezije in deleža krajine, ki ga zavzema največji posamezni fragment, ter znatno večje povprečne površine fragmentov. Alpska regija je imela tudi nižje vrednosti indeksa ločenosti in krajše povprečne razdalje do najbližjega sosednjega fragmenta, kar kaže na boljšo povezanost med habitatnimi zaplatami. Nasprotno pa so za celinsko regijo bili značilni manjši in številnejši fragmenti, večje razdalje med njimi in višje vrednosti indeksa ločenosti, kar kaže na izrazitejšo fragmentacijo krajine. Čeprav sta obe regiji izkazovali razmeroma visoke vrednosti kohezije, rezultati nakazujejo, da so habitati v alpski regiji prostorsko bolj kompaktni in bolje povezani kot tisti v celinski regiji. Sredozemska regija je le na Hrvaškem. Vrednosti so kazale na manjšo povezanost habitatov v primerjavi z alpsko in celinsko regijo. Indeks združevanja je znašal 73,8, kohezija pa 84,4, kar sta bili najnižji vrednosti med preučevanimi regijami.

U kontinentalnoj regiji utvrđene su statistički značajne razlike u indeksu agregacije i koeficijentu varijacije udaljenosti do najbližeg susjeda. Slovenija je pokazala viši AI, što ukazuje na veću grupiranost fragmenata istog tipa staništa, dok je Hrvatska imala viši ENN_CV, što upućuje na veću neujednačenost u prostornom rasporedu fragmenata. Ostali pokazatelji nisu se značajno razlikovali, iako su fragmenti u Sloveniji u prosjeku bili veći, kohezija je bila nešto viša, a najveći fragment zauzimaio je veći udio krajolika. Hrvatska je pritom imala veći broj fragmenata te višu vrijednost indeksa razdvajanja, što ukazuje na izraženiju fragmentaciju kontinentalne regije. Uspoređujući biogeografske regije neovisno o državnim granicama, alpska regija pokazivala je veću prostornu povezanost i manju fragmentiranost staništa od kontinentalne regije. To se očitovalo kroz više vrijednosti indeksa agregacije, kohezije i najvećeg udjela pojedinačnog fragmenta u krajoliku, kao i kroz znatno veće prosječne površine fragmenata. Alpska regija također je imala niže vrijednosti indeksa razdvajanja te manje prosječne udaljenosti do najbližeg susjednog fragmenta, što upućuje na bolju povezanost stanišnih cjelina. Nasuprot tome, kontinentalna regija karakterizirana je manjim i brojnijim fragmentima, većim udaljenostima između fragmenata te višim vrijednostima indeksa razdvajanja, što ukazuje na izraženiju fragmentaciju krajolika. Iako su obje regije pokazivale relativno visoke vrijednosti kohezije, rezultati sugeriraju da su staništa u alpskoj regiji prostorno kompaktnija i bolje povezana nego u kontinentalnoj regiji. Mediteranska regija je zastupljena samo u Hrvatskoj, gdje su vrijednosti pokazivale nižu povezanost staništa u odnosu na alpsku i kontinentalnu regiju. Indeks agregacije iznosio je 73,8, a kohezija 84,4, što su najniže vrijednosti među promatranim

Povprečna razdalja do najbližjega soseda in njen standardni odklon sta bila najvišja, kar kaže na večjo izoliranost fragmentov. Čeprav je največji fragment zavzemal sorazmerno velik delež krajine, veliko število fragmentov in visoka vrednost indeksa ločenosti kažeta na zmerno do izrazito razdrobljenost. Obsežna razdrobljenost je v veliki meri posledica podolgovate geografske oblike sredozemske regije z množico med seboj precej oddaljenih otokov.

regijama. Prosječna udaljenost do najbližjega susjeda i njezina standardna devijacija bile su najviše, što upućuje na veću izoliranost fragmenata. Iako je najveći fragment zauzimao relativno velik udio krajolika, velik broj fragmenata i povišena vrijednost indeksa razdvajanja ukazuju na umjerenu do izraženu fragmentaciju. Velika fragmentacija velikim dijelom je posljedica izduljenog geografskog oblika Mediteranske regije s mnoštvom međusobno udaljenih otoka.

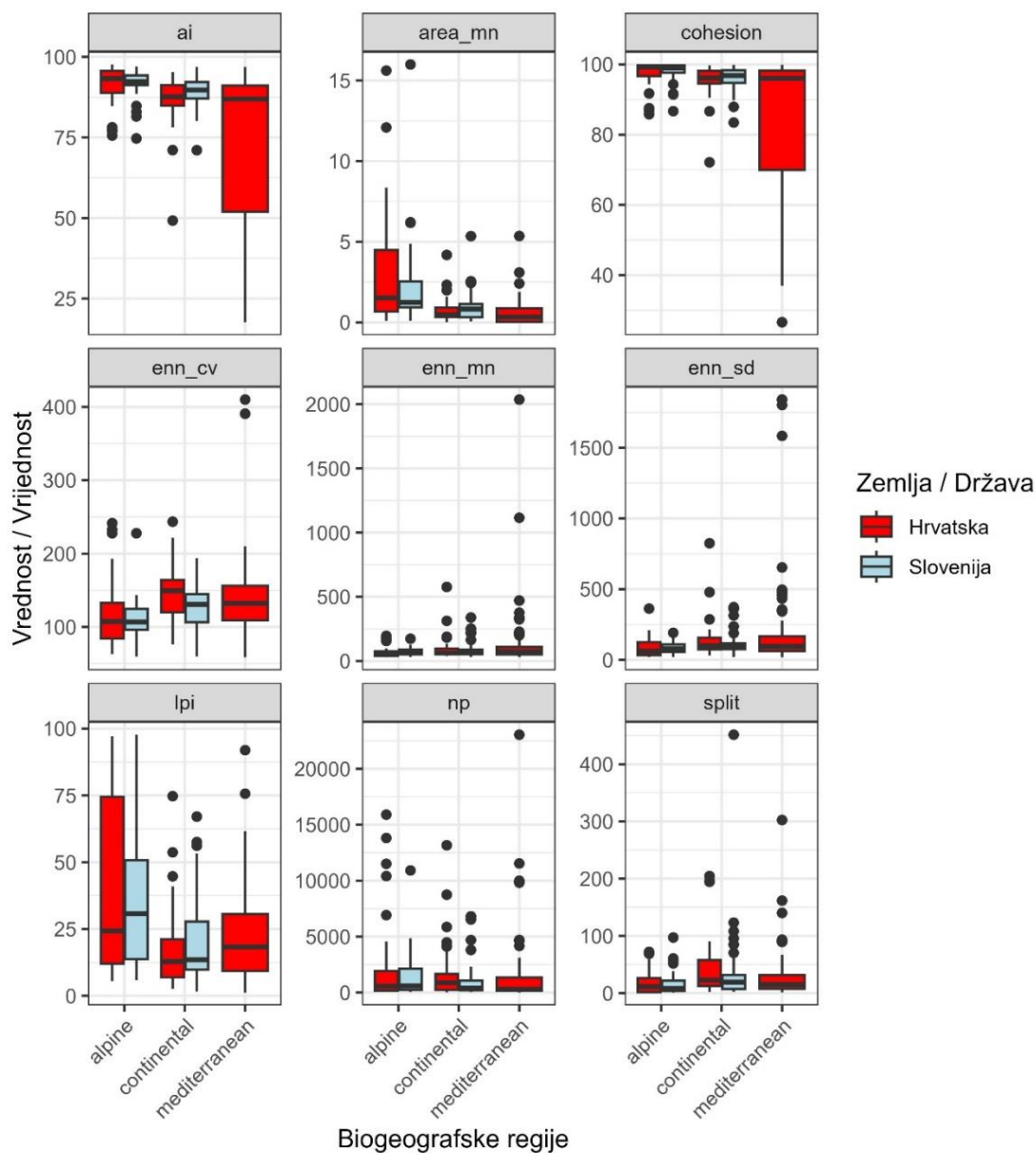
Tabela 2. Vrednosti indeksa razdrobljenosti travišćnih habitatov na območjih Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji po biogeografskih regijah.

** označuje statistično značilne podatke.*

Tablica 2. Vrijednosti indeksa fragmentiranosti travnjačkih staništa između Natura 2000 područja unutar projektnog područja.

** označuje statistički značajne podatke*

Indeks	Hrvatska (n=30)	Slovenija (n=38)	Hrvatska (n=49)	Slovenija (n=51)	Hrvatska (n=81)
	Alpska/Alpsko		Kontinentalna/Celinsko		Mediteranska/ Sredozemsko
AI	91.1	91.8	86.7*	88.7*	73.8
AREA_M N	3.01	2.22	0.739	0.99	0.595
COHESI ON	97.3	98	95.5	96.1	84.4
ENN_CV	120	110	148*	127*	141
ENN_M N	67.3	73.5	90.3	84.2	137
ENN_SD	90.3	83.8	135	107	213
LPI	39.6	38	17.2	20.6	22.6
NP	2605	1481	1627	943	1440
SPLIT	18.6	16.7	43.5	36.1	29.5



Slika 4. Box plot vrednosti indeksa fragmentacije travišćnih habitatov za območja Natura 2000 na Hrvatskem in v Sloveniji po regijah.

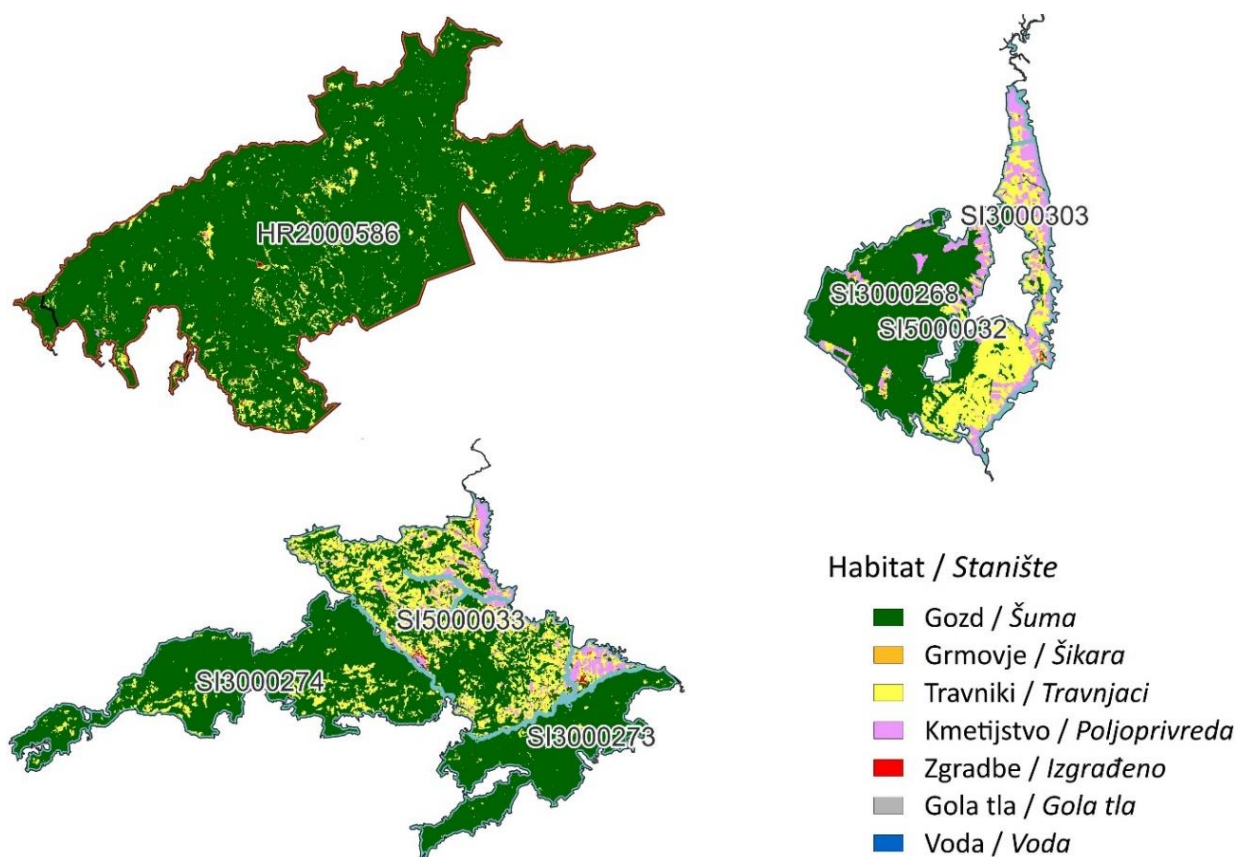
Slika 4. Box plot vrijednosti indeksa fragmentiranosti travnjačkih staništa između Natura 2000 područja u Hrvatskoj i Sloveniji, po regijama.

ANALIZA RAZDROBLJENOSTI HABITATOV V PARKU PRIRODE »ŽUMBERAK – SAMOBORSKO GORJE« IN V KOZJANSKEM PARKU

Primerjava območij, ki sta bili vključeni v projekt CarEx; Park prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« ter Kozjanski park z okolico (Sliki 5 in 6) – je pokazala, da so za slovenska območja na splošno značilni večji in med seboj bolje povezani travniški fragmenti. To se odraža v višjih vrednostih indeksov združevanja (agregacije) in kohezije ter povprečne površine fragmentov, pa tudi v nižjih vrednostih kazalnikov razdrobljenosti, kot je indeks razcepljenosti (SPLIT). Tako na primer za določena slovenska območja – kot so Orlica, Dobrava–Jovsi in Kozjansko - veljajo visoke vrednosti indeksov AI (> 91) in COHESION (> 99) ter razmeroma nizke vrednosti indeksa SPLIT, kar kaže na dobro ohranjene in povezane komplekse travnišč. Nasprotno pa območje na Hrvaškem zaznamuje večje število manjših fragmentov in izrazitejša fragmentacija. Na območju Žumberaka in Samoborskega gorja so bile zabeležene majhne povprečne velikosti fragmentov, majhen delež največjega fragmenta in zelo visoka vrednost indeksa SPLIT, kar kaže na močno fragmentirano razporeditev travniških habitatov.

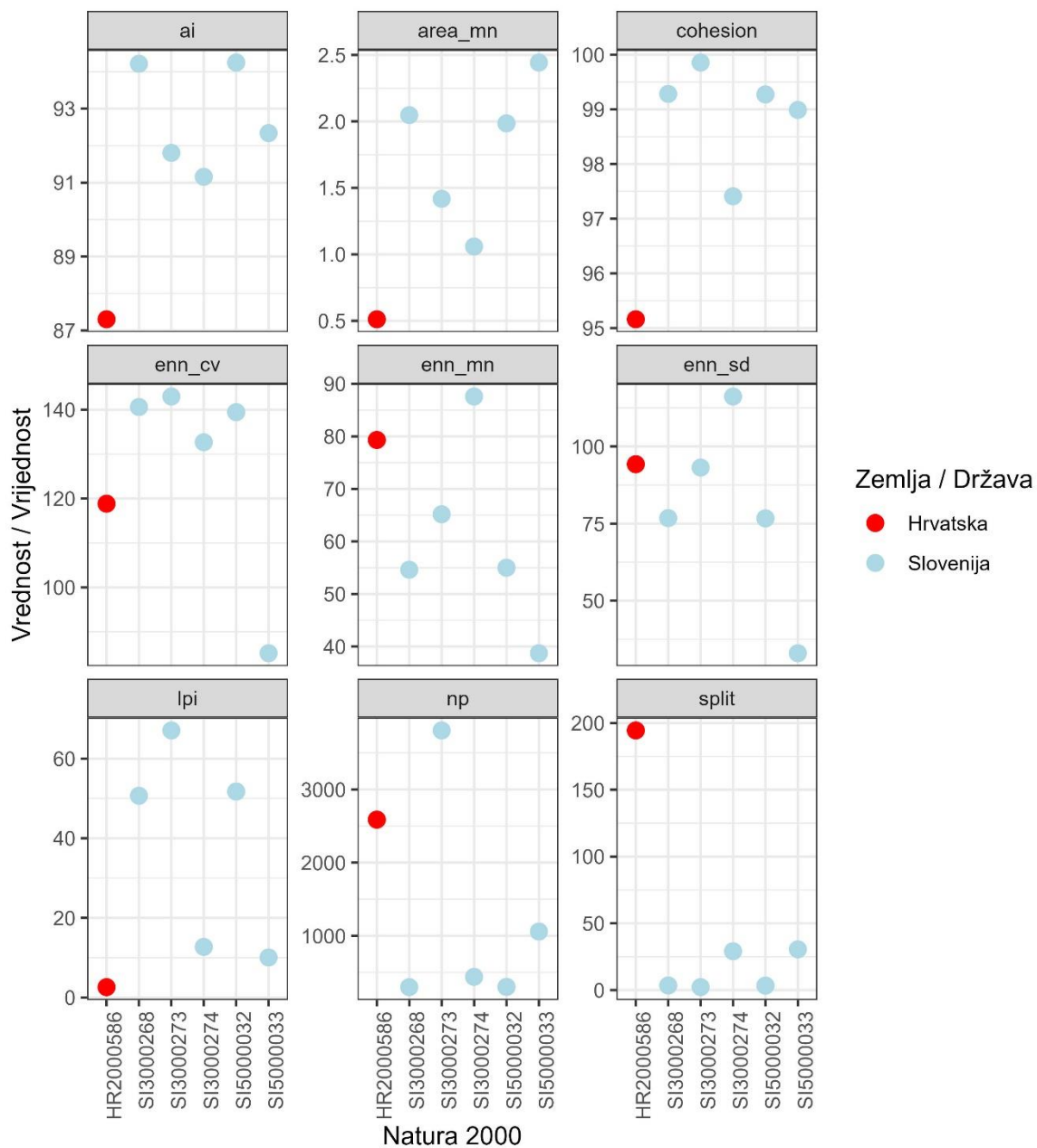
ANALIZA FRAGMENTACIJE STANIŠTA U PARKU PRIRODE „ŽUMBERAK – SAMOBORSKO GORJE“ I U KOZJANSKOM PARKU

Usporedba područja, koja su bila uključena u projekt CarEx; Park Prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“ i Kozjanski park s njegovom okolinom (Slika 5 i 6) pokazala je da slovenska područja općenito imaju veće i bolje povezane travnjačke fragmente. To se očituje kroz više vrijednosti indeksa agregacije, kohezije i prosječne površine fragmenata, kao i niže vrijednosti pokazatelja fragmentiranosti poput indeksa razdvajanja. Primjerice, pojedina slovenska područja, kao što su Orlica, Dobrava–Jovsi i Kozjansko, karakteriziraju visoke vrijednosti AI (> 91) i COHESION (> 99) te relativno niske vrijednosti SPLIT indeksa, što ukazuje na dobro očuvane i povezane travnjačke komplekse. Nasuprot tome, područje u Hrvatskoj ima veći broj manjih fragmenata i izraženiju fragmentaciju. Na području Žumberak – Samoborsko gorje zabilježena je niska prosječna površina fragmenata, mali udio najvećeg fragmenta te vrlo visoka vrijednost SPLIT indeksa, što upućuje na izrazito fragmentiran raspored travnjačkih staništa.



Slika 5. Predstavitev habitatov znotraj Parka prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« in Kozjanskega regijskega parka. Obe območji sta del Nature 2000.

Slika 5. Prikaz staništa unutar Parka prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“ i Kozjanskog regionalnog parka. Oba područja su dio Nature 2000.



Slika 6. Box plot vrednosti indeksa fragmentacije travišćnih habitatov za območja Natura 2000 na Hrvaškem in v Sloveniji po regijah.

Slika 6. Vrijednosti indeksa fragmentiranosti travnjaćkih staništa između Natura 2000 područja unutar projektnog područja.

ZAKLJUČEK

Analiza strukture travnišča znotraj območij Natura 2000 razkriva izrazite razlike med biogeografskimi regijami in manjše razlike med Hrvaško in Slovenijo. Alpska regija je pokazala najvišjo prostorsko povezanost travniških habitatov, kar potrjujejo visoke vrednosti indeksa agregacije in kohezije, velike povprečne površine fragmentov ter nizke vrednosti razdalje med fragmenti in indeksa ločitve. Celinska regija je bolj razdrobljena, zanjo je bilo značilno večje število manjših fragmentov in večje razdalje med njimi, medtem ko je sredozemska regija pokazala najnižjo stopnjo povezanosti in najvišjo prostorsko izoliranost fragmentov.

Primerjava med Hrvaško in Slovenijo je pokazala, da so območja Natura 2000 v Sloveniji na splošno bolj povezana in manj razdrobljena. Pri vseh analiziranih območjih je Slovenija izkazovala višje vrednosti za indeks združevanja (AI), povprečno površino zaplate (AREA_MN) in kohezijo (COHESION), medtem ko je Hrvaška beležila višje vrednosti za kazalnike, ki kažejo na večjo razdrobljenost, kot so število zaplat, indeks delitve (angl. *splitting index*) in razdalje med zaplatami. Vendar pa so bile statistično značilne razlike med državama potrjene le za del kazalnikov – predvsem za AI, AREA_MN, COHESION in ENN_CV pri vseh območjih ter za AI in ENN_CV znotraj celinske regije. To nakazuje, da, čeprav razlike med državami obstajajo, ima biogeografska regija večji vpliv na vzorce razdrobljenosti kot država, ki ji območje pripada.

Za alpska območja v obeh državah so na splošno značilni visoka povezanost habitatov in nizka stopnja razdrobljenosti, medtem ko so celinska in zlasti sredozemska območja manjša in prostorsko

ZAKLJUČAK

Rezultati analize travnjačke strukture Natura 2000 područja ukazuju na izražene razlike između biogeografskih regija te manje razlike između Hrvatske i Slovenije. Alpska regija pokazala je najveću prostornu povezanost travnjačkih staništa, što potvrđuju visoke vrijednosti indeksa agregacije i kohezije, velike prosječne površine fragmenata te niske vrijednosti udaljenosti između fragmenata i indeksa razdvajanja. Kontinentalna regija bila je izraženije fragmentirana, s većim brojem manjih fragmenata i većim udaljenostima među njima, dok je mediteranska regija pokazala najniži stupanj povezanosti i najveću prostornu izoliranost fragmenata.

Usporedba Hrvatske i Slovenije pokazala je da su Natura 2000 područja u Sloveniji općenito nešto bolje povezana i manje fragmentirana. Na razini svih analiziranih područja Slovenija je imala više vrijednosti indeksa agregacije, prosječne površine fragmenata i kohezije, dok su u Hrvatskoj zabilježene veće vrijednosti pokazatelja koji upućuju na veću fragmentiranost, uključujući broj fragmenata, indeks razdvajanja te udaljenosti između fragmenata. Međutim, statistički značajne razlike između država potvrđene su samo za dio pokazatelja, ponajprije za AI, AREA_MN, COHESION i ENN_CV na razini svih područja te za AI i ENN_CV u kontinentalnoj regiji. To upućuje na zaključak da nacionalne razlike postoje, ali da biogeografska regija ima veći utjecaj na obrasce fragmentacije od same državne pripadnosti područja. Općenito, alpska područja u obje države karakterizira visoka povezanost staništa i nizak stupanj fragmentacije, dok su kontinentalna, a posebice mediteranska područja, obilježena manjim i prostorno izoliranijim fragmentima. Očuvanje i

bolj izolirana. Ohranjanje in krepitev povezanosti habitatov, zlasti v celinskih in sredozemskih regijah, sta ključna pogoja za dolgoročno ohranjanje traviščnih habitatov v okviru omrežja Natura 2000.

unapređenje povezanosti staništa, osobito u kontinentalnoj i mediteranskoj regiji, predstavlja važan preduvjet za dugoročno očuvanje travnjačkih staništa unutar mreže Natura 2000.

LITERATURA:

Clark, P.J., Evans, F.C. 1954: Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations. *Ecology* 35: 445–453. <https://doi.org/10.2307/1931034>

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/biogeographical-regions-in-europe-2>

<https://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza>

<https://www.lifetograsslands.si/hr/o-projektu/dodatne-informacije/o-naturi-2000/>

McGarigal, K., Cushman, S.A., Ene, E. 2023: FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps.

Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.-E., Xu, P., Ramoino, F., Arino, O. 2022: ESA WorldCover 10 m 2021 v200. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>

S projektom CarEx: V skrbi za suhe travnike pomembne za biotsko pestrost bomo opredelili ključne parametre za upravljanje z ogroženimi suhimi travišči na dveh zavarovanih območjih: Kozjanski park (v Sloveniji) in Park prirode »Žumberak – Samoborsko gorje« (na Hrvaškem). Cilja sta razviti načine upravljanja s travniki, ki bodo zagotavljali ugodno stanje biodiverzitete in ozaveščanje o pomenu povezovalnih ekoloških koridorjev med zaplatami podobnih ekosistemov.

Projektom CarEx: Brigom o suhim travnjacima čuvamo bioraznolikost, definirat ćemo ključne čimbenike za upravljanje ugroženim suhim travnjacima na dva zaštićena područja: Kozjanski park (u Sloveniji) i Park prirode „Žumberak – Samoborsko gorje“ (u Hrvatskoj). Cilj je razvoj načina upravljanja travnjacima, koji će osigurati povoljno stanje bioraznolikosti i podizanje svijesti o važnosti ekoloških koridora koji povezuju lokalitete sa sličnim ekosustavima.

Trajanje projekta: 01.03. 2024 – 31.08. 2026.

Proračun projekta: 648.035,59 EUR (ESRR sredstva / EFRR sredstva 547.228,46 EUR)

Projektni partnerji: Nacionalni inštitut za biologijo (vodilni partner/vodeći partner, Ljubljana, SLO), Kozjanski Park (Podsreda, SLO), Hrvatski prirodoslovni muzej (Zagreb, RH), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti - Zavod za ornitologiju (Zagreb, RH), Javna ustanova „Park prirode Žumberak – Samoborsko gorje“ (Sošice, RH).



Informacije in stališča, predstavljena v tej publikaciji, so odgovornost avtorjev in projekta CarEx ter ne odražajo nujno uradnega stališča Evropske unije/Programa Interreg Slovenija–Hrvaška. Institucije in organi Evropske unije/Programa Interreg Slovenija–Hrvaška ter nobena oseba, ki deluje v njihovem imenu, ne prevzemajo odgovornosti za uporabo informacij, ki jih publikacija vsebuje. / *Informacije i stavovi izneseni u ovoj publikaciji pripadaju autorima i projektu CarEx i ne odražavaju nužno službeno mišljenje Europske unije/Interreg programa Slovenija – Hrvatska. Institucije i tijela Europske unije/Interreg programa SI-HR niti bilo koja osoba koja djeluje u njihovo ime ne mogu se smatrati odgovornima za korištenje informacija sadržanih u njima.*

<http://www.si-hr.eu/2127/carex/>