

KRITICKÁ MÍSTA PRO KRAJINNOU KONEKTIVITU V BÍLÝCH KARPATECH

Ivo Dostál, Marek Havlíček, Anna Tišlerová, Jiří Jedlička

Abstract

The article deals with the assessment of critical sites of the established ecological network in the landscape and their classification into categories based on the same features in terms of morphology, existing anthropogenic barriers, landscape structure and the degree of anthropogenic pressure. In total, 26 critical sites were included in the assessment, located not only directly in the White Carpathians Mountain range on the border of the Czech Republic and Slovakia, but also in their immediate vicinity, to capture potential migration corridors that provide the connection between this mountain range and the surrounding mountains. The set of critical sites was examined in the framework of 9 basic characteristics, based on which it was possible to identify a total of five basic types of critical sites that show related values of the evaluated characteristics. It is anticipated that this evaluation will allow the identification of potential measures to improve landscape connectivity in these locations.

Keywords: landscape connectivity, critical places, ecological network, barriers, permeability, Czech Republic, Slovakia

Úvod

Ztráta a fragmentace biotopů patří k největším hrozbám pro biologickou rozmanitost Země (Pereira et al., 2010). Fragmentací krajiny se rozumí přeměna velkých částí biotopů na menší, izolovanější, fragmenty stanovišť, způsobené zejména lidskou činností (Haddad et al., 2015). Hlavní hybné síly těchto procesů jsou intenzifikace zemědělství, klimatická změna, rozvoj dopravní infrastruktury a rozšiřování osídlení. Fragmentace ekosystémů je považována za globální environmentální problém, mj. popsany v Úmluvě o biologické rozmanitosti, resp. Strategickém plánu pro biodiverzitu 2011-2020 jako konkrétní cíl 5 v rámci strategického cíle B (cíle Aichi), EU biodiversity strategy for 2030 (EC, 2021) nebo EU strategy on green infrastructure (EC, 2013).

V poslední době je kladen důraz na návrh a rozvoj sítí vzájemně propojených prvků zelené infrastruktury v krajině. Tyto ekologické sítě mají zásadní význam pro prevenci zániku stanovišť, vymírání druhů v důsledku izolace jednotlivých subpopulací, fragmentace a ztráty životního prostoru. Představují plánovací koncept, který pomáhá systematicky udržovat a obnovovat migrační

trasy mezi hlavními oblastmi biologické rozmanitosti.

Rychle postupující fragmentace prostředí zapříčiňuje rozpad původních souvislých areálů rozšíření mnoha druhů živočichů. Nejvíce postižené jsou ty skupiny, které jsou vázané na zachovalé přírodní prostředí, mají velké nároky na velikost domovských okrsků nebo k jejichž biologii patří pravidelné či příležitostné migrace (Anděl a kol., 2010). V podmínkách střední Evropy jde zejména o tři druhy velkých šelem – medvěda hnědého (*Ursus arctos* L.), vlka obecného (*Canis lupus* L.) a rysa ostrovida (*Lynx lynx* L.) – a také losa evropského (*Alces alces* L.).

Strukturální konektivita krajiny je založena na charakteru a uspořádání zemského povrchu. Hlavními faktory jsou krajinný pokryv, topografie, vodní toky, přírodní a přírodě blízké prvky, osídlení, využívání území, krajinné elementy, bariéry a jejich rozmístění v krajině (silnice, železnice, ploty). Její hodnocení se provádí nejčastěji pomocí modelů konektivity (Hirzel et al., 2006; McRae et al., 2008; Pelletier et al., 2014; Cameron et al., 2022).

Funkční konektivita oproti tomu zahrnuje aspekty specifické pro jednotlivé druhy a jejich interakci s krajinnými strukturami (Tischendorf et Fahrig, 2000). Jde tedy o skutečnou konektivitu z pohledu druhů. Znamé ekologické koridory jsou posuzovány z hlediska úzkých (nebo také kritických) míst, v nichž následně probíhá monitoring v terénu zaměřený na aktivitu volně žijících živočichů. Nejčastěji se využívají fotopasti, stopování na sněhu/blátě, sledování pobytových znamení apod. (Wilson-Parr et al., 2018; Hlaváč et al., 2020).

Kritická místa představují v ekologické síti lokality, kde je volný pohyb/migrace živočichů nějakým způsobem omezen nebo takové omezení hrozí. Často je vymezený koridor přerušovaný jednou nebo více liniovými překážkami, bezlesím, může docházet ke kumulaci bariér, a tedy i zvýšení fragmentačního účinku (Okániková et al., 2021).

Příspěvek si klade za cíl identifikovat, jaké typy bariér se v jednotlivých kritických místech nacházejí a vytvořit zevšeobecnující klasifikaci těchto kritických míst.

Studijní oblast

Zkoumané území se nachází na české i slovenské straně CHKO Bílé/Biele Karpaty vč. jejich blízkého okolí tvořeného nížinami (Dolnomoravský úval, Povážské podolie) podél významných vodních toků (Morava, Váh), které toto pohorí oddělují od okolních geomorfologických celků. Oblastí v současnosti prochází hranice areálu občasného rozšíření všech tří druhů šelem (AOPK ČR, 2022; MŽP SR, 2022), s potenciálem do budoucna tyto druhy v Bílých/Bielých Karpatech hostit pravidelně.

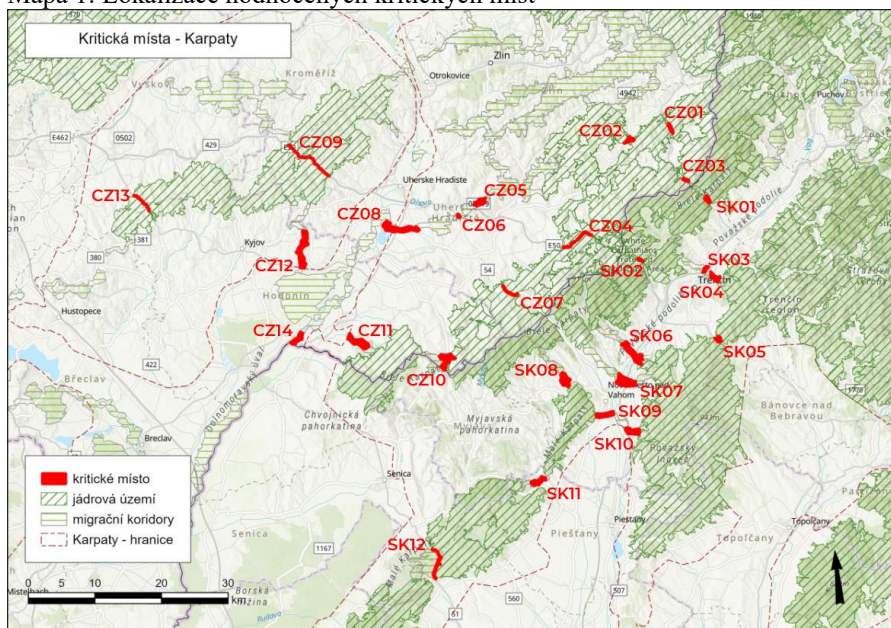
Kritická místa

Celkem bylo předmětem studia 26 kritických míst (tab. 1, mapa 1) vymezených na území ČR Biotopem vybraných zvláště chráněných druhů (Romportl a kol., 2017) a pro území Slovenska bylo využito návrhu ekologických koridorů připraveného pro celou Karpatskou oblast v rámci projektu ConnectGreen (Okániková et al., 2021).

Tab. 1: Přehled hodnocených kritických míst

Kód KM	Název KM	SO ORP (ČR) / okres (Slovensko)
CZ01	Brumov	Valašské Klobouky
CZ02	Vrbětice	Luhačovice, Valašské Klobouky
CZ03	Vláský průmysk	Valašské Klobouky
CZ04	Bílé Karpaty I/50	Uherský Brod
CZ05	Havříce	Uherský Brod
CZ06	Veletiny	Uherský Brod
CZ07	Horní Němčí	Uherský Brod
CZ08	Ostrožská Nová Ves	Uherské Hradiště
CZ09	Chřiby I/50	Kroměříž, Uherské Hradiště
CZ10	Javorník nad Veličkou	Veselí nad Moravou
CZ11	Tvarožná Lhota	Veselí nad Moravou
CZ12	Vracov	Kyjov
CZ13	Ždánický les I/54	Kyjov, Slavkov u Brna
CZ14	Rohatec	Hodonín
SK01	Horné Srnie	Trenčín
SK02	Drietoma	Trenčín
SK03	Skalka nad Váhom	Trenčín
SK04	Trenčín	Trenčín
SK05	Mníchova Lehota	Trenčín
SK06	Ivanovce	Trenčín, Nové Mesto nad Váhom
SK07	Beckov	Nové Mesto nad Váhom
SK08	Bzince pod Javorinou	Nové Mesto nad Váhom
SK09	Nové Mesto nad Váhom	Nové Mesto nad Váhom
SK10	Hrádok	Piešťany
SK11	Prašník	Piešťany
SK12	Malé Karpaty I/51	Senica, Trnava

Mapa 1: Lokalizace hodnocených kritických míst



Zdroj: mapa: AOPK ČR, Okániková et al.(2021); podklad: ArcGIS online; zpracování vlastní

Metodika pro mapování kritických míst

Mapování kritických míst (KM) zahrnovalo zejména práci v GIS s využitím nejaktuálnějšího leteckého snímkování, kde byly identifikovány jednotlivé typy bariér, které se v každém kritickém místě vyskytují (silnice, železnice, technicky upravené vodní toky, bezlesí, zástavba, oplocení). Vymapované bariéry byly následně verifikovány terénním šetřením. Pro každé kritické místo byl sestaven formulář obsahující následující údaje:

- tabulkový přehled bariér vč. Komentáře,
- hodnocení celkové prostupnosti zvlášť pro velké savce a ostatní druhy,
- problémová mapa bariér,
- možný budoucí vývoj – záměry z územně-plánovací dokumentace,
- návrh možných opatření pro zlepšení průchodnosti kritického místa,
- fotodokumentace.

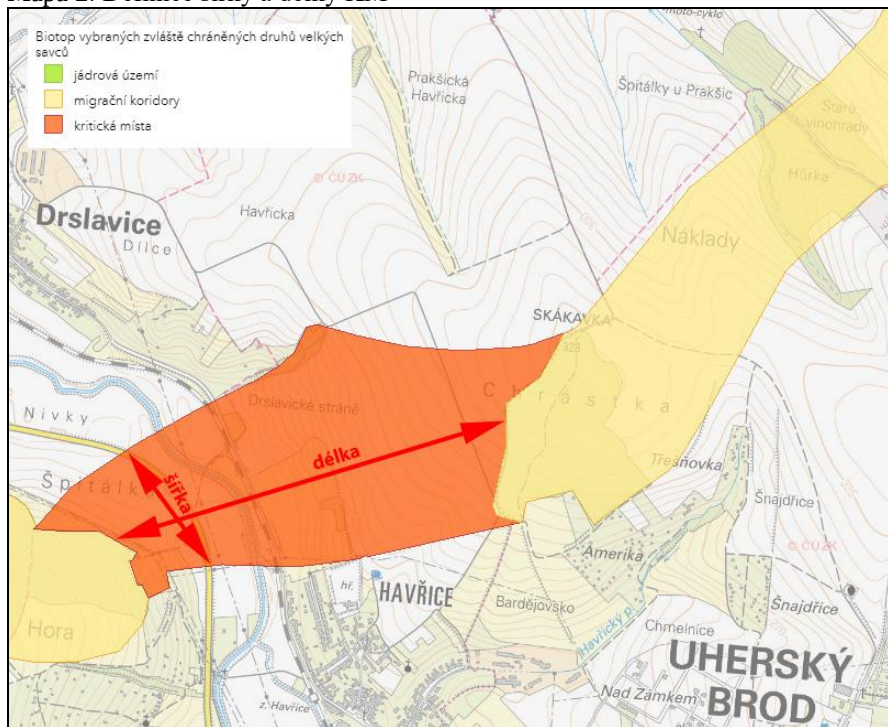
Metodika pro typologii kritických míst

Mapovaná KM vykazovala shodné znaky z hlediska morfológického (tvar vymezeného kritického místa), charakteristiky bariér (s výjimkou oplocení), struktury krajiny a míry antropogenního tlaku, na základě kterých bylo postupně identifikováno pět základních kategorií kritických míst, pro jejichž definici byla využita kombinace kvantitativních a nominálních charakteristik.

Morfologické charakteristiky KM

Rozměry kritického místa se stanovují z pohledu migračního koridoru, tedy ve směru očekávané migrace mezi dvěma lesními porosty, kterou by musel živočich absolvovat při úspěšném překonání kritického místa, jak je naznačeno na mapě 2.

Mapa 2: Definice šířky a délky KM



Zdroj: mapa: AOPK ČR; upraveno

Délka – délka v m potenciální migrace po ose kritického místa

Šířka – minimální šířka vymezeného koridoru v m

Odvozená charakteristika – poměr šířka / délka

Antropogenní tlak

Tato charakteristika popisuje potenciální míru možného rušení živočichů, která zahrnuje i potenciál na změny ve využití území směrem k dalšímu omezení průchodnosti, zejména zastavováním. Stanovuje se expertním odhadem zařazením do tří kategorií dle tab. 2.

Tab. 2: Definice kategorií pro stanovení míry potenciálního antropogenního tlaku

Kategorie	Popis
3 – silný	silná exploatace krajiny – intenzivní hospodářské a rekreační využití; častý pohyb osob i v nočním období; blízkost zástavby; předpoklad dalšího rozšiřování antropogenních struktur v krajině
2 – střední	tlaky na exploataci krajiny existují, nejsou však zásadní; občasná rekreace; pohyb osob v nočních hodinách zřídka
1 - mírný/nízký	hospodářské a rekreační využití krajiny je nízké; během nočního období nedochází k rušení; bez zástavby v okolí

Krajina – reliéf

Hodnocení reliéfu vychází z definice rámcových typů krajiny dle reliéfu uvedené v metodice Löwa a Nováka (2008). Ti vymezují celkem 19 typů krajiny (tab. 3) z nichž 4 jsou převažující. Výše uvedená metodika pracuje s krajinou ČR, pro účely hodnocení byla KM na území SR zařazena do odpovídajících typů v průběhu terénního šetření.

Tab. 3: Převažující rámcové typy krajiny podle reliéfu v ČR dle Löw a Novák (2008)

Krajiny plošin a pahorkatin	Krajiny širokých říčních niv
Krajiny vrchovin Karpatika	Krajiny výrazných svahů a horských hřbetů

Krajina – převažující využití

Definice rámcových typů využití krajiny vychází z metodiky Löwa a Nováka (2008). Ze 6 stanovených rámcových typů krajiny v této metodice jsou relevantní k problematice klasifikace KM pouze tři (tab. 4). Pro účely hodnocení byla KM na území SR zařazena do odpovídajících typů v průběhu terénního šetření.

Tab. 4: Rámcové typy využití krajín dle Löw a Novák (2008)

Kategorie	Popis
Zemědělské krajiny	Lidskou kultivací silně pozmeněný typ krajiny. Lesy zabírají méně než 10 % plochy, 90 % tvoří zemědělské plochy polí a trvalých travních porostů. Mají pohledově otevřený charakter
Lesozemědělské krajiny	Heterogenní, přechodový krajinný typ, charakteristický střídáním lesních a nelesních stanovišť. Zastoupení ploch porostlých dřevinnou vegetací kolísá mezi 10 % až 70 %. Krajiny mají charakter převážně polootevřený.
Lesní krajiny	Lidskými zásahy méně pozmeněný, vzácně až přírodní, typ krajiny. Lesní krajiny jsou charakteristické velkou převahou lesních porostů (nejméně 70 % plochy). Až na výjimky jsou základním typem matric potenciální vegetace u nás. Mají pohledově uzavřený charakter

Pozn. Rybníční krajiny, Krajiny horských holí a Urbanizované krajiny nejsou relevantní pro hodnocení KM.

Bariéry – silniční doprava

Silnice a dálnice představují nejvýznamnější liniové bariéry pro pohyb živočichů v krajině, často bývají kumulovány s dalšími typy bariér. Jejich bariérový efekt je dán jednak stavebně-technickým upořádáním (statická bariéra; tab. 5), ale také intenzitou provozu na komunikaci (dynamická složka; tab. 6). Intenzitu provozu vyjadřujeme jako roční průměr denních intenzit (RPDI), stanovuje se obvykle z výsledků celostátního sčítání dopravy, příp. vlastním dopravním průzkumem. Ke stanovení hraničních hodnot míry bariérového efektu pro intenzitu dopravy bylo využito výsledků dopravního průzkumu realizovaného na celkem 38 silničních profilech v oblasti Beskydy a Kysuce (Dostál et al., 2018). Obě složky, statická i dynamická, působí jako bariéra společně, proto pro celkové hodnocení bariérového efektu přiřazujeme pro každou bariéru vždy vyšší z obou hodnot.

Tab. 5: Stanovení míry statického bariérového efektu dálnic a silnic

Kategorie	Popis
3 – neprůchodná	dálnice a kategorie silnic, které jsou prakticky pro živočichy neprůchodné, obvykle bývají kompletně oplocené
2 – omezeně průchodná	nejčastěji významné silnice I. třídy, často množství svodidel, výskyt překážek typu zárubní/opěrné zdi, strmé svahy nebo protihlukové stěny
1 – mírně omezující	netvoří zásadní překážku pohybu živočichů, v občasné

	míře se mohou vyskytnout překonatelné mechanické zábrany jako jsou např. svodidla; typicky silnice nižších tříd
--	---

Tab. 6: Stanovení míry dynamického bariérového efektu dálnic a silnic

Kategorie	Popis
3 – vysoká intenzita	intenzita provozu vyšší než 10 000 voz/24 h
2 – střední intenzita	intenzita provozu mezi 3 000 a 10 000 voz/24 h
1 – nízká intenzita	intenzita provozu nižší než 3 000 voz/24 h

Bariéry – železnice

Železnice obvykle nepředstavují tak významnou bariéru pro průchodnost krajiny jako silnice a dálnice. Zejména dynamická složka bariéry daná intenzitou provozu je obvykle na nízké úrovni, zhoršujícím prvkem může být stavebně-technické uspořádání. Popis jednotlivých kategorií je uveden v tab. 7. V současnosti se ve střední Evropě nenacházejí žádné tratě vysokorychlostních železnic, které by mohly představovat plnohodnotně neprůchodnou bariéru.

Tab. 7: Definice kategorií pro stanovení míry bariérového efektu železnic

Kategorie	Popis
2 – omezeně průchodná	významná železnice tzv. "koridor", obvykle dvoukolejná, elektrifikovaná, častý noční provoz, zejména nákladní dopravy, částečně prostupná i přes občasný výskyt mechanických zábran
1 – mírně omezující	netvoří zásadní překážku pohybu živočichů, trať pouze s místním provozem, v noci obvykle úplně bez provozu
0 – jev se nevyskytuje	-

Bariéry – bezlesí

Psychologickou překážkou pro volný pohyb živočichů představují nevhodné biotopy nesplňující požadované ekologické nároky těchto druhů. Jde o binární charakteristiku – jev je/není přítomen (tab. 8).

Tab. 8: Kategorizace bezlesí

Kategorie	Popis
1 – omezeně průchodná	více než 0,5 km v krajině s minimem zeleně a víc než 2 km v krajině s rozptýlenou zelení
0 – jev se nevyskytuje	-

Bariéry – vodní tok

Vodní toky v krajine obvykle napomáhajú zlepšiť podmienky pro migraci živočichů. Díky antropogenním zásahům se však mohou stát i bariérou: velká šířka vodní plochy (např. přehrada), nevhodně upravené břehy, zejména kamenné nebo betonové stěny znemožňující vstup či výstup z vody. Rozlišují se tři základní kategorie dle průchodnosti (tab. 9).

Tab. 9: Definice kategorií pro stanovení míry bariérového efektu vodních toků

Kategorie	Popis
2 – neprůchozí	technicky upravené koryto, zcela neprůchozí; vodní útvar širší než 500 m
1 – omezeně průchodná	technicky upravený vodní tok s významnými překážkami, ale částečně průchozí vodní útvar širší než 100 m
0 – jev se nevyskytuje	vč. ostatních vodních toků nespádajících do výše uvedených kategorií

Kategorizace kritických míst

Hodnocená kritická místa byla klasifikována na základě charakteristik popsanych v předchozím textu. Některé charakteristiky nemusí být pro zařazení KM do příslušné kategorie určující. Výsledkem této klasifikace je pět kategorií, jejichž definice jsou uvedeny v následující tab. 10.

Tab. 10: Kategorizace KM

Kategorie	Charakteristika
(1) Zařezaná horská údolí (údolí horských řek, horních úseků řek)	– šířka koridoru obvykle větší než délka – silnice/železnice s nižší nebo střední intenzitou provozu (tab. 5 - 7) – řeka netvoří bariéru (tab. 9) – reliéf tvoří krajina výrazných svahů a horských hřbetů, příp. vrchovina (tab. 3) – krajina lesozemědělská nebo lesní (tab. 4)
(2) Dopravní komunikace v lesním komplexu	– délka malá oproti šířce (poměr $s / d > 100$) – omezeně průchodná silnice (tab. 5,6) nebo železnice (tab. 7) s vyšší intenzitou provozu, je hlavní překážkou migrace – lesní krajina (tab. 4)
(3) Intenzivně využívaná krajina	– délka koridoru větší než šířka – silný antropogenní tlak (tab. 2) – krajina širokých říčních niv, příp. krajina plošin a

Kategorie	Charakteristika
	pahorkatin (tab. 3) – využívané ako poľnohospodárska krajina (tab. 4) – v miestach sa vyskytuje viac druhov rôznych bariér (kumulácie): ○ omezené priechodná či nepriechodná silnice/železnice so strednou alebo vysokou intenzitou prevozu (tab. 5 - 7) ○ často väčší vodný tok, omezené priechodný či nepriechodný (tab. 9) ○ bezlesie (tab. 8) – omezené priechodné územie v dôsledku intenzívneho poľnohospodárstva
(4) Poľnohospodárska krajina extenzívne využívaná	– krajina plôch a pahorkatin alebo krajina vrchovín (tab. 3) – prevažuje krajina leso-poľnohospodárska (tab. 4) – antropogénny tlak nízky, max. stredný (tab. 2) – prevažne v dôsledku aktívneho pastevectví využívajúceho ohradníky – mierne obmedzujúce silnice/železnice s nižšou intenzitou prevozu (tab. 5 - 7) – častý výskyt bezlesia (tab. 8) – omezené priechodné územie
(5) Venkovská krajina so smiešaným využitím	– leso-poľnohospodárska krajina (tab. 4) – reliéf tvorený prevažne krajinami plôch a pahorkatin (tab. 3) – vyšší antropogénny tlak (tab. 2) kvôli rastu zástavby a rekreácie – mierne obmedzujúce silnice/železnice s nižšou alebo strednou intenzitou prevozu (tab. 5 - 7)

Výsledky

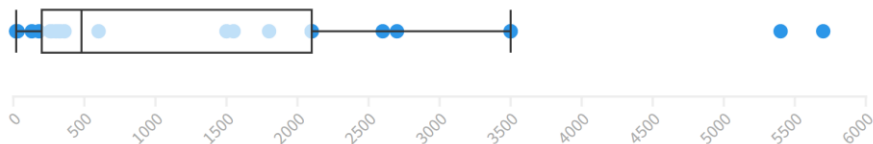
V tejto kapitole prezentujeme výstupy z hodnotení vymedzených kritických miest (n=26) v závislosti na jednotlivých charakteristikách predstavených v predchádzajúcej kapitole.

Morfologické charakteristiky KM

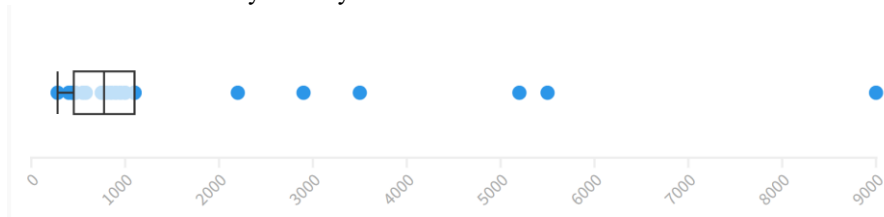
Rozmery kritických miest spoluurčujú ich bariérový efekt a najmä extrém v tejto charakteristike môžu pomerne jednoducho poukázať na zařadenie hodnoteného KM do niektorej z kategórií.

Hodnota délek kritických míst (graf 1) dosahuje poměrně značné variability, v extrémních případech i přes 5 000 metrů. Na druhou stranu je zde skupina kritických míst, která se vyznačují poměrně malou délkou (20–30 metrů). Variabilní je také šířka KM (graf 2), přičemž, ale největší skupinu tvoří lokality se šířkou KM o něco více než 500 metrů. Existuje však skupina extrémně širokých KM, která jsou vázána na určité typy liniových bariér (nejčastěji silnice). Specifické hodnoty poměru šířky a délky (graf 3) jasně indikují určité kategorie kritických míst – ať už hodnotou velmi nízkou (do 0,3) nebo naopak extrémně vysokou (nad 100).

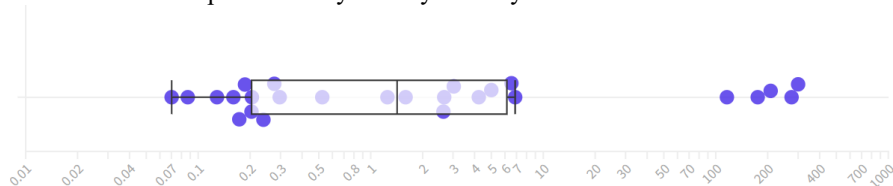
Graf 1: Distribuce délek kritických míst



Graf 2: Distribuce šířky kritických míst



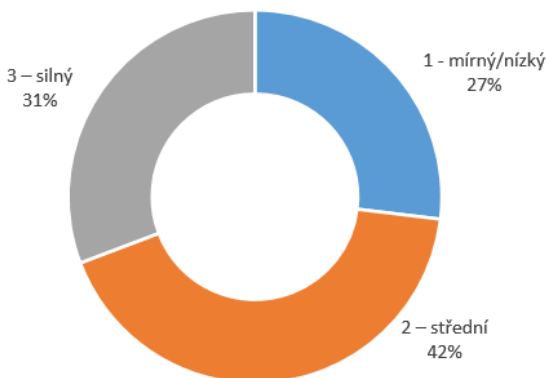
Graf 3: Distribuce poměru šířky a délky kritických míst



Antropogenní tlak

Míra antropogenního tlaku v jednotlivých KM byla stanovena expertním odhadem během terénního šetření. Distribuce hodnot je uvedena na grafu 4. S počtem 11 míst (42 %) převažují KM hodnocené jako se středním antropogenním tlakem, těch s nízkým bylo 7 (27 %) a s vysokým 8 (31 %).

Graf 4: Hodnocení míry antropogenního tlaku v KM



Krajina

Na základě mapových podkladů typů krajiny vycházejících z typologie Löw a Novák (2008), byly u lokalit kritických míst na území ČR vymezeny celkem 4 typy: krajiny výrazných svahů a horských hřbetů, krajiny vrchovin, krajiny plošin a pahorkatin, krajiny širokých říčních niv. Analogicky byly podle toho také zpracovány údaje i pro lokality KM na Slovensku. Nejčastěji byly lokality součástí krajiny vrchovin a širokých říčních niv (tab. 11), přičemž zastoupení KM u širokých říčních niv bylo četnější především u slovenských lokalit, konkrétně v údolí řeky Váh. Krajiny vrchovin byly častěji zastoupeny u českých kritických míst, vyskytovaly se zejména v pohoří Bílé Karpaty, případně v Chřibech.

Tab. 11: Kombinace typů krajiny v kritických místech v zájmovém území

Krajiny podle reliéfu	Krajiny podle rámcového typu využití			
	lesní	lesozemědělské	zemědělské	Celkem
výrazných svahů a horských hřbetů	3	1	0	4
vrchovin	2	5	1	8
plošin a pahorkatin	1	5	1	7
širokých říčních niv	0	2	5	7
Celkem	6	13	7	26

Na základě rámcových typů krajiny podle využití byly evidovány na obou územích tři typy: krajiny lesní, krajiny lesozemědělské a krajiny zemědělské. Nejvíce byly zastoupeny u kritických míst v zájmovém území lesozemědělské krajiny s otevřenou heterogenní krajinou s různým podílem lesních porostů

(celkem 13). Zastoupení těchto typů krajín bylo obdobné v obou zemích. Zemědělské krajiny byly evidovány u slovenských kritických míst ve čtyřech případech, u českých kritických míst ve třech případech (tab. 9). Lesní krajiny byly zastoupeny častěji na území ČR (4), na Slovensku byly evidovány jen u dvou KM.

Lesní krajiny v kombinaci s výraznými svahy a horskými hřbety se nacházejí ve 3 lokalitách (Brumov, Horní Němčí a Drietoma), lesní krajiny vrchovin jsou zastoupeny ve 2 lokalitách (Chřibý I/50, Horné Srnie) a lesní krajiny plošin a pahorkatin v 1 lokalitě (Ždánický les I/54). Jedná se o kritická místa, u nichž je z hlediska migrace živočichů velkou výhodou vysoké zastoupení lesních ploch, jejichž propojení nevyžaduje velké zásahy a úpravy do dopravních komunikací, jejich podmostí a okolí. Na opačném pólu z hlediska opatření v krajině a u dopravních komunikací se nachází kritická místa v zemědělských krajinách širokých říčních niv (Ostrožská Nová Ves, Ivanovce, Beckov, Nové Mesto n/V, Hrádok). V těchto lokalitách je nezbytná multioborová součinnost při realizaci technických opatření u dopravních komunikací a tvorbě ekologických sítí krajiny, které umožní zlepšení migrační prostupnosti krajiny pro velké savce. Pro zájmové území Bílých Karpat a okolí bylo typické vysoké zastoupení kombinace typů krajín lesozemědělských v krajinách vrchovin (častěji na území České republiky) a v krajinách plošin a pahorkatin (častěji na území Slovenska).

Bariéry

Bariéry tvořené dopravní infrastrukturou se vyskytují ve všech kritických místech, jde však o různě závažné omezení průchodnosti, jak ukazuje tab. 12. Komunikace dálničního typu (neprůchodná bariéra) se vyskytují ve 4 KM (15 %) na slovenském území, zde je vždy také vysoká intenzita provozu. Relativně nízký počet (také 4) je KM hodnocených jako omezeně průchozí a většinou se stavebně-technickým uspořádáním jen mírně omezujícím. Z pohledu intenzit provozu převažují KM se střední intenzitou, celkem 8 KM je však s vysokou intenzitou, což může prakticky zneprůchodnit i místa, která by jinak byla relativně průchozí.

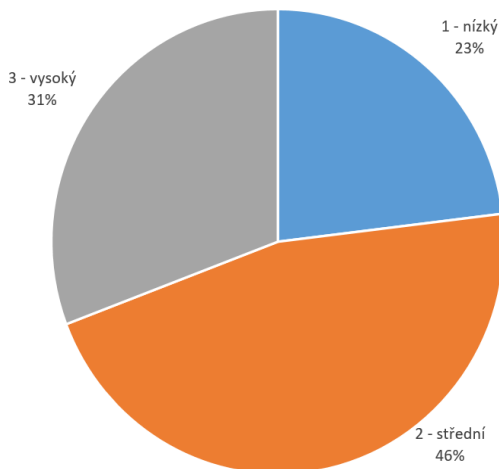
Tab. 12: Kombinace silnic jako bariér v kritických místech

Silnice – dynamická bariéra	Silnice – statická bariéra			
	1 – mírně omezující	2 – omezeně průchodná	3 – neprůchodná	celkem
1 – nízká intenzita	6	1	0	7
2 – střední intenzita	9	2	0	11
3 – vysoká intenzita	3	1	4	8
Celkem	18	4	4	26

Celkový bariérový efekt komunikace (graf 5) pak stanovujeme jako vyšší z jednotlivých hodnot statické nebo dynamické bariéry. Z 26 KM bylo 6 (23 %) z

hodnoceno jako místo s nízkým bariérovým efektem způsobeným silnicí, největší počet (12; 46 %) míst mělo střední a 8 míst (31 %) nejvyšší bariérový efekt. Místa zařazená do této poslední kategorie jsou pak už prakticky neprůchodná bez realizace dodatečných technických opatření.

Graf 5: Výsledný bariérový efekt silnic a dálnic

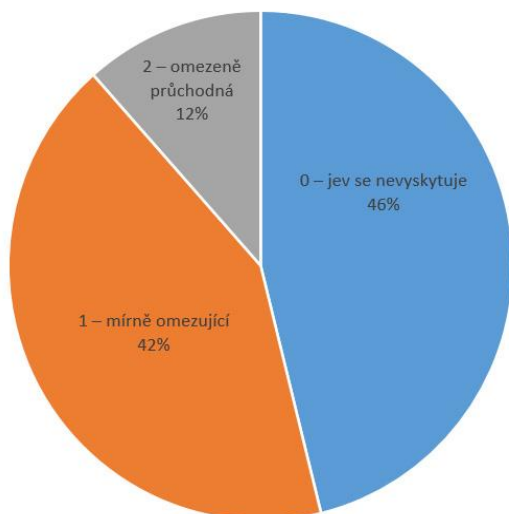


Bariéra v podobě železniční trati byla identifikována pouze v některých lokalitách (graf 6). S výjimkou tří slovenských KM (12 %) lokalizovaných v údolí Váhu nepředstavuje v řešené oblasti vážnější ohrožení konektivity krajiny. V 11 lokalitách (42 %) se nacházela železniční trať, která však nemá vážnější dopady na konektivitu krajiny. Ve skoro polovině kritických míst (12 případů; 46 %) se žádná železniční trať nevyskytovala vůbec. Psychologická bariéra tvořená větší plochou bezlesí se vyskytla na celkem 15 lokalitách (58 %), u 11 KM se nevyskytlo (42 %).

Vodní tok jako překážka pro průchodnost krajiny byl identifikován na 4 lokalitách (15 %), a to jako v kategorii 1 – omezeně průchozí. Vodní toky neprůchozí se ve zkoumaném vzorku kritických míst nevyskytovaly.

Tab. 13 sumarizuje výskyt všech pěti identifikovaných kategorií KM v modelovém území. Ve zkoumaném vzorku kritických míst byla zastoupena nejvíce kategorie „Intenzivně využívaná krajina“, do které spadalo 9 lokalit (35 %). Početná je také skupina „Zařezaná horská údolí“ se sedmi výskyty (27 %). Celkem 5x (19 %) se vyskytovala kategorie „Dopravní komunikace v lesním komplexu“. Nejméně zastoupeny byly kategorie „Zemědělská krajina extenzivně využívaná“ a „Venkovská krajiny se smíšeným využitím“ se třemi (12 %), resp. dvěma (8 %) výskyty.

Graf 6: Klasifikace bariérového efektu železnic



Tab. 13: Přehledná statistika kritických míst

Kategorie	Počet	Lokality kritických míst
(1) Zařezaná horská údolí (údolí horských řek, horních úseků řek)	7	CZ01 Brumov, CZ02 Vrbětice, CZ03 Vlárský průsmyk, SK01 Horné Srnie, SK02 Drietoma, SK03 Skalka nad Váhom, SK05 Mnichova Lehota
(2) Dopravní komunikace v lesním komplexu	5	CZ04 Bílé Karpaty I/50, CZ07 Horní Němčí, CZ09 Chříby I/50, CZ13 Ždánický les I/54, SK12 Malé Karpaty I/51
(3) Intenzivně využívaná krajina	9	CZ05 Havříce, CZ07 Ostrožská Nová Ves, CZ12 Vracov, CZ14 Rohatec, SK05 Trenčín, SK06 Ivanovce, SK07 Beckov, SK09 Nové Mesto nad Váhom, SK10 Hrádok
(4) Zemědělská krajina extenzivně využívaná	3	CZ10 Javorník nad Veličkou, CZ11 Tvarožná Lhota, SK11 Prašník
(5) Venkovská krajina se smíšeným využitím	2	CZ06 Veletiny, SK08 Bzince pod Javorinou

Ilustrační ukázky typického charakteru krajiny v jednotlivých kategoriích kritických míst jsou uvedeny v příloze 1.

Diskuze

Při posuzování kritických míst pro migraci volně žijících savců je metodicky řešen aspekt ochrany a doplnění ekologických sítí v prvním kroku v geografických informačních systémech, v navazujících aktivitách je však nezbytné detailní terénní šetření. Na základě informací a parametrů získaných z typologie krajiny (jejich využití, reliéfu), parametrů délky a šířky kritických míst, úrovně antropogenního tlaku lze vytvořit typologii kritických míst, u nichž lze vymezit konkrétní problémy ekologického i technického charakteru, případně definovat návrhy na zlepšení propustnosti krajiny (Haddad et al., 2015; Hlaváč et al., 2020).

V modelovém území Bílé Karpaty/Biele Karpaty a okolí proběhlo terénní šetření v 26 lokalitách kritických míst, u kterých je riziko, že krajina neposkytuje dostatečné propojení ekologických sítí pro volně žijící vybrané druhy savců. Kritická místa byla převzata v rámci České republiky z Biotopu vybraných zvláště chráněných druhů (Romportl a kol., 2017) a pro území Slovenska bylo využito návrhu ekologických koridorů připraveného pro celou Karpatskou oblast v rámci projektu ConnectGreen (Okániková et al., 2021). Vstupující data z analýz v geografických informačních systémech a z terénního šetření umožnila v tomto území provést typizaci kritických míst do 5 základních typů: zařezaná horská údolí, dopravní komunikace v lesních komplexech, venkovská krajina se smíšeným využitím, extenzivně využívaná zemědělská krajina, intenzivně využívaná zemědělská krajina.

Pro kritická místa v zařezaných horských údolích je typická větší šířka než délka, jedná se tedy o poměrně široké území, kde může docházet k samotné migraci, přičemž délka území, ve kterém je nutné řešit konkrétní opatření v krajině dosahuje v průměru okolo 100 až 300 m. V tomto území se nachází typ krajin lesních nebo lesozemědělských, nejčastěji s reliéfem vrchovin nebo výrazných svahů a hřbetů. Výskyt bezlesí je zde problémem pouze v menším rozsahu. Antropogenní tlaky mohou být různé intenzity s ohledem na přítomnost lidských sídel, nebo rekreačních objektů. Navrhovaná opatření v krajině jsou potenciálně lehce realizovatelná, vždy však s aspektem konkrétních místních podmínek.

Kritická místa dopravních komunikací v lesních komplexech vykazují největší limity v intenzitě dopravy. K překonání dopravní komunikace postačuje často kritické místo o délce jen okolo 20 až 30 m. Z hlediska krajinného typu se jedná o lesní, případně lesozemědělské krajiny.

Kritická místa venkovských krajin se smíšeným využitím lze považovat za poměrně heterogenní území, většinou s lesozemědělskou krajinou v pahorkatinách. Opatření v těchto lokalitách zahrnují jak nástroje plánování v krajině, tak konkrétní zlepšení propustnosti dopravních komunikací.

Kritická místa extenzivně využívaných zemědělských krajin zahrnují lesozemědělské krajiny vrchovin, plošin a pahorkatin, ve kterých je typický vyšší

podíl trvalých travních porostů. Mezi hlavní limity pro migraci volně žijících živočichů zde patří antropogenní tlaky na rozvoj území z hlediska rekreace, případně rozvoje sídel.

Kritická místa intenzivně využívaných zemědělských krajín se nachází převážně v oblastech širokých říčních niv s převahou orné půdy. Důležitými aspekty ztížené migraci savců jsou zde rozsáhlé plochy bezlesí s minimem prvků zelené infrastruktury. Taktéž se tyto lokality často vyskytují v těsném zázemí velkých sídel nebo obcí. Zde je nezbytná součinnost orgánů ochrany přírody a územního plánování pro zlepšení prostupnosti krajiny, zejména s využitím prvků zelené infrastruktury. Opatření na konkrétních dopravních komunikacích je vhodné realizovat v návaznosti na konkrétní opatření v krajině.

Síť dopravní infrastruktury není v zemích střední a jihovýchodní Evropy ještě plně rozvinutá, což dává možnost plánovat a realizovat vhodná zmírňující opatření na infrastruktuře (Papp et al., 2022; Finka et al., 2019), aby došlo k harmonizaci konfliktů a byl umožněn pohyb volně žijících živočichů v krajině i přes pokračující výstavbu. Kromě konkrétních technických opatření u dopravní infrastruktury je nezbytné plánování a realizace opatření v krajině, včetně využití nástrojů v územním plánování (Hlaváč a kol., 2020).

Závěr

V rámci práce byla vytvořena klasifikace kritických míst na ekologické síti navržené pro zachování konektivity krajiny pro kategorii velkých savců. Jde o pracovní návrh vycházející z percepce řešeného území a analýzy existujících bariér. Tento návrh byl připraven specificky pro oblast Bílých/Bíelych Karpat a blízkého okolí. Je nanejvýš pravděpodobné, že při rozšiřování analyzovaného území mohou být identifikovány další dodatečné typy kritických míst. Využití klasifikace nachází zejména při návrhu opatření pro zachování nebo i zlepšení konektivity krajiny – typově shodná území potřebují obvykle obdobná opatření, nicméně je třeba stále dodržovat jedno z hlavních doporučení odborné organizace IENE (Infra-Eco Network Europe) – „Each case is unique case“ („každý případ je jedinečný“).

Poděkování

Tento článek byl zpracován v rámci projektu SaveGREEN (DTP3-314-2.3) spolufinancovaného z fondů Evropské unie (ERDF) prostřednictvím programu nadnárodní spolupráce Interreg Danube (DTP).

Literatura

- ANDEĽ, P. – MINÁRIKOVÁ, T. – ANDREAS, M. (eds.) a kol. 2010. *Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce*. Liberec: Evernia, 2010, 137 s. ISBN 978-80-903787-5-9
- AOPK ČR 2022. Názevová databáze ochrany přírody. [on-line] Dostupné z < [http:// portal.nature.cz](http://portal.nature.cz) >. [cit. 2022-09-05]
- CAMERON, D. R. – SCHLOSS, C. A. – THEOBALD, D. M. – MORRISON, S. A. 2022. A framework to select strategies for conserving and restoring habitat connectivity in complex landscapes. In *Conservation Science and Practice*. vol. 4, no. 6, article number 12698. DOI: 10.1111/csp2.12698
- DOSTÁL, I. – SVOBODA, J. – POHORSKÝ, P. et al. 2018. The Road Network Permeability at Conflict Points with Wildlife Corridors: Detailed Study of the Cross-Border Area Beskydy – Kysuce. In *Geografické informácie*. vol. 22, no. 1, pp. 38-50. DOI: 10.17846/GI.2018.22.1.38-50
- EC, 2013. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions — Green infrastructure (GI): enhancing Europe's natural capital, COM(2013) 249 final.
- EC, 2021. Biodiversity strategy for 2030. Dostupné z < https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en > [cit. 2022-09-30].
- FINKA, M. – HUSAR, M. – ONDREJICKA, V. – JAMECNY, L. 2019. The wildlife aspect in the linear transport infrastructure development processes. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. vol. 603, no. 2, article number 022004. DOI: 10.1088/1757-899X/603/2/022004
- HADDAD, N. M. – BRUDVIG, L. A. – CLOBERT, J. et al. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. In *Science Advances*. vol.1, no. 2, article number e1500052. DOI: 10.1126/sciadv.1500052
- HLAVÁČ, V. – ANDEĽ, P. – PEŠOUT, P. a kol. *Doprava a ochrana fauny v České republice*. Metodika AOPK ČR. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2020. 293 s. ISBN 978-80-7620-070-8.
- HIRZEL, A.H. – LE LAY, G. – HELFER, V. et al. 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. In *Ecological Modelling*. vol. 199, no. 2, pp. 142-152. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2006.05.017
- LÖW, J. – NOVÁK, J. 2008. Typologické členění krajín České republiky. In *Urbanismus a územní rozvoj*. roč. 11, č. 6, s. 19-23.

- McRAE, B. H. – DICKSON, B. G. – KEITT, T. H. – SHAH, V. B. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. In *Ecology*. vol. 89, no. 10, pp. 2712-2724. DOI: 10.1890/07-1861.1
- MŽP SR. 2022. Programy starostlivosti [online]. Dostupné z < <https://www.minzp.sk/ochrana-prirody/druhova-ochrana/programy-starostlivosti/> > [cit. 2022-09-05]
- OKÁNIKOVÁ, Z. – ROMPORTL, D. – KLUCHOVÁ, A. et al. 2021. *Methodology for Identification of Ecological Corridors in the Carpathian Countries by Using Large Carnivores as Umbrella Species*. DTP ConnectGREEN Project. Banská Bystrica: State Nature Conservancy of the Slovak Republic, 2021. 82 p. ISBN 978-80-8184-087-6
- PAPP, C.-R. – DOSTÁL, I. – HLAVÁČ, V. et al. 2022. Rapid linear transport infrastructure development in the Carpathians: A major threat to the integrity of ecological connectivity for large carnivores. In *Nature Conservation*. vol. 47, pp. 35-63. DOI: 10.3897/natureconservation.47.71807
- PELLETIER, D. – CLARK, M. – ANDERSON, M. G. – RAYFIELD, B. et al. 2014. Applying circuit theory for corridor expansion and management at regional scales: Tiling, pinch points, and omnidirectional connectivity. In *PLoS ONE*. vol. 9, no. 1, article number e84135. DOI: 10.1371/journal.pone.0084135
- PEREIRA, H. M. – LEADLEY, P. W. – PROENÇA, V. et al. 2010. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. In *Science*. vol. 330, pp. 1496-1501. DOI: 10.1126/science.1196624
- ROMPORTL, D. (ed.) – ZÝKA, V. – SKOKANOVÁ, H. a kol. 2017. *Atlas fragmentace a konektivity terestrických ekosystémů v České republice*. Praha: AOPK ČR, 2017. 34 s. ISBN 978-80-88076-50-6.
- TISCHENDORF, F. – FAHRIG, L. 2000. How should we measure landscape connectivity? In *Landscape Ecology*. vol. 15, no. 7, pp. 633-641. DOI: 10.1023/A:1008177324187
- WILSON-PARR, R. – O'BRIEN, E. – VAN DER GRIFT, E. et al.. 2018. *The Roads and Wildlife Manual. ECOROAD: Ecology and Roads report*. 2018. 131 p. ISBN 979-10-93321-42-4.

Príloha 1: Ilustrační ukážky typického charakteru krajiny v jednotlivých typech kritických miest

(1) **Zařezaná horská údolí** (údolí horských řek, horních úseků řek)

CZ01 Brumov – silnice I/57



CZ01 Brumov – řeka Vlára s cyklostezkou



SK02 Drietoma – silnice I/9



SK01 Horné Srnie – oplocený vodohosp. objekt



(2) **Dopravní komunikace v lesním komplexu**

CZ09 Silnice I/50 v Chříbech



SK12 Silnice I/51 v Malých Karpatech



(3) Intenzívne využívaná krajina

SK06 Ivanovce – kumulace bariér



SK05 Trenčín – kumulace bariér



CZ07 Ostr. N. Ves – bezlesí a doprava



SK06 Ivanovce – Vážský kanál



(4) Zemědělská krajina extenzivně využívaná

CZ10 Javorník n/V



CZ11 Tvarožná Lhota



(5) Venkovská krajina se smíšeným využitím

CZ06 Veletiny



SK08 Bzince pod Javorinou

**LANDSCAPE CONNECTIVITY BOTTLENECKS
IN WHITE CARPATHIANS****Summary**

The networks for green infrastructure elements in the landscape are recently emerging topic. These ecological networks are essential to prevent habitat loss, species extinction due to isolation of sub-populations, fragmentation, and loss of habitat. Critical sites represent locations in the ecological network where the free movement/migration of animals is restricted or threatened in some way. Often the defined corridor is crossed by one or more linear barriers, treelessness, and barriers may accumulate and thus increase the fragmentation effect

This paper deals with the assessment of critical sites of the established ecological network in the landscape and their classification into categories based on the common features in terms of morphology, existing anthropogenic barriers, landscape structure and the degree of anthropogenic pressure, based on which five basic categories of critical sites were successively identified for whose definition we used a combination of quantitative and nominal characteristics.

In total, 26 critical sites were included in the assessment, located not only in the White Carpathians Mts. but also in their immediate vicinity, to capture potential migration corridors that provide connectivity between the mountain range and the surrounding mountains.

The identified categories of critical sites are:

(1) Rugged mountain valleys (mountain river valleys, upper river sections) - roads/railways with lower or medium traffic intensity, river does not form a barrier, predominance of forests and meadows, corridor width usually greater than length

(2) Transport infrastructure in forest complex - road or railway with higher traffic intensity, mostly surrounded by forest or forest with meadow, corridor

length small compared to width (width/length ratio > 100), main barrier to migration is traffic intensity at the site

(3) Intensively used landscape - wide valley, corridor length greater than width, accumulation of barriers, usually larger watercourse, treeless - agriculture, traffic arteries with high traffic intensity

(4) Extensively used agricultural landscape - usually foothill landscape, lower anthropogenic pressure, higher proportion of permanent grassland, active pastoralism with paddocks may be a constraint to migration

(5) Mixed-use rural landscape - combination of forests, other greenery, orchards (often abandoned) and meadows, no predominance of arable land, possibility of higher anthropogenic pressure due to growth of housing and recreation

In the sample of critical sites studied, the category 'Intensively used landscape' was the most represented, with 9 sites (35%). The group 'Rugged mountain valleys' was also numerous, with 7 occurrences (27%). The category "Transport infrastructure in forest complex" occurred a total of 5 times (19%). The least represented categories were 'Extensively used agricultural landscape' and 'Rural landscape with mixed use' with three (12%) and two (8%) occurrences respectively. It is hoped that this assessment will allow a systematic approach to identifying potential measures to improve landscape connectivity in these locations.

Mgr. Ivo Dostál

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno
E-mail: ivo.dostal@cdv.cz

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
FPVaI-KEE
Tr. A. Hlinku 1, 949 01 Nitra

Mgr. Marek Havlíček, Ph.D.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro
krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.
Lidická 25/27, 602 00 Brno

Ing. Anna Tišlerová

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno

Mendel University in Brno
Zemědělská 1752, 613 00 Brno

Ing. Jiří Jedlička, Ph.D.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 63600 Brno

Ekotoxa Opava, s. r. o.
Otická 761, 746 01 Opava