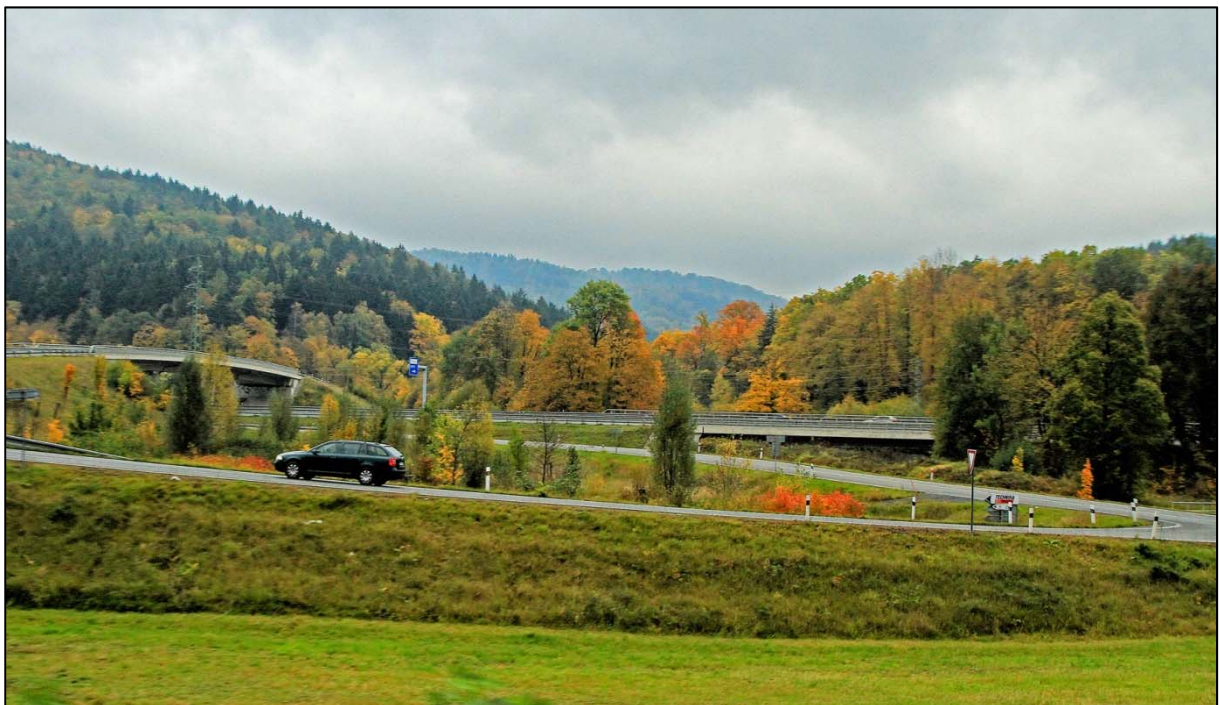


## **Metodika pro identifikaci potenciálních střetů zelené a dopravní infrastruktury**



**BRNO, 2016**

**Autorský kolektiv:**

Mgr. Ivo Dostál

Mgr. Marek Havlíček, Ph.D.

Ing. Jiří Jedlička

**Kontaktní adresa:**

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a

636 00 Brno

<http://www.cdv.cz>

**Dedikace:**

Metodika pro identifikaci potenciálních střetů zelené a dopravní infrastruktury vznikla jako výstup projektu EHP-CZ02-OV-1-028-2015 „Komplexní přístup k ochraně fauny terestrických ekosystémů před fragmentací krajiny v ČR“ podpořeného v rámci EHP fondů, program CZ02 – Biodiverzita a ekosystémové služby. Byla využita výzkumná infrastruktura pořízená z projektu Dopravní VaV Centrum (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).



**Certifikace:**

Ministerstvo dopravy České republiky; č.j. 134/2016-710-VV/1 ze dne 21. 12. 2016

**Oponenti:**

doc. RNDr. Vladimír Falťan, Ph.D. (Univerzita Komenského v Bratislavě)

Mgr. Tomáš Šikula (HBH projekt, s. r. o.)

**Titulní fotografie:**

Silniční komunikace v údolí Vsetínské Bečvy (Ivo Dostál, 17. října 2016)

## Obsah

1. Úvod .....	4
2. Cíl metodiky .....	4
3. Definice pojmů .....	5
4. Seznam zkratk .....	6
5. Postup analýzy .....	6
Specifikace vstupních předpokladů pro provedení analýzy.....	6
Základní koncepce pro identifikaci a hodnocení.....	7
Definice sítě konfliktních bodů .....	7
Stanovení závažnosti konfliktu v jednotlivých bodech .....	8
Interpretace výsledků .....	17
6. Srovnání novosti postupů.....	19
7. Popis uplatnění certifikované metodiky .....	19
8. Ekonomické aspekty.....	20
9. Použitá literatura.....	20

## 1. Úvod

Volná krajina s množstvím přírodních nebo přírodě blízkých biotopů, která původně automaticky plnila funkci spojovacího článku mezi různými populacemi jednotlivých druhů, tuto schopnost v současnosti ztrácí v důsledku intenzivní antropogenní činnosti. Výstavbou průmyslové a sídelní infrastruktury a intenzivní zemědělskou činností se vytvářejí v krajině rozsáhlé plochy, jež nejsou vhodným habitatem pro volně žijící živočichy. Jednotlivá sídla propojuje dopravní liniová infrastruktura, která zbylé biotopy vhodné pro volně žijící živočichy štěpí díky bariérovému efektu na stále menší části. V krajině tak vznikají izolované oblasti bez možnosti dostatečné komunikace s okolím. Tyto procesy označované jako fragmentace krajiny a fragmentace populací, patří k aktuálně nejvýznamnějším negativním vlivům lidské činnosti na živou přírodu.

Zelená infrastruktura představuje široký pojem, který může zahrnovat objekty různých velikostí poskytující ekosystémové služby v různém prostředí od městských mikrostruktur (jako ozeleněná střecha rodinného domku nebo krajnice podél městské komunikace) až po rozsáhlé komplexní krajinné ekosystémy v podobě údolní nivy nebo horského lesa. Důležitou vlastností zelené infrastruktury je zachování funkčních vazeb na ostatní prvky. Jedním z významných představitelů zelené infrastruktury ve volné krajině jsou ekologické sítě cílené na zachování podmínek pro migraci druhů, které mají za úkol ochranu území před vzrůstajícími dopady fragmentace.

## 2. Cíl metodiky

Předkládaná metodika vychází ze zkoumání prostorových vazeb a vztahů zelené infrastruktury krajiny (ekologické sítě) se zaměřením na migraci volně žijících živočichů a antropogenních liniových struktur představovaných dopravní infrastrukturou. Cílem navrženého postupu je nalézt konkrétní lokality křížení ekologických sítí s dopravní infrastrukturou, které je nutné přednostně řešit z pohledu zachování co nejvyšší míry soudržnosti zelené infrastruktury.

Navržený postup je maximálně zobecněný, využitelný pro hodnocení v rámci různých ekologických sítí, avšak primárně je zaměřen na stanovení a hodnocení konfliktních bodů ve strategických dokumentech na úrovni celostátní nebo na úrovni velkých regionálních celků (NUTS 2, kraje) s ohledem na zajištění migrační propustnosti krajiny pro chráněné druhy velkých savců, mezi něž se v České republice řadí rys ostrovid (*Lynx lynx*), los evropský (*Alces alces*), vlk obecný (*Canis lupus*) a medvěd hnědý (*Ursus arctos*). Tyto chráněné druhy zároveň slouží jako tzv. deštníkové druhy, reprezentují tedy široké spektrum dalších lesních druhů.

### 3. Definice pojmů

Pojem	definice
antropogenní	člověkem vytvořený
bariérový efekt	kombinace různých faktorů (intenzita provozu, stavebně-technické uspořádání komunikace, rušení a znečištění okolí), které dohromady snižují pravděpodobnost a úspěšnost překonání komunikace volně žijícími živočichy
centroid	bod reprezentující těžiště více rozměrného objektu (linie, plochy)
deštníkový druh	chráněný druh, jehož ochrana přispívá zároveň k zachování širokého spektra jiných druhů, s nimiž společně sdílí biotop
EIA	proces posuzování vlivů záměrů na životní prostředí
geografický informační systém (GIS)	informační systém umožňující vizualizovat, dotazovat, analyzovat a interpretovat geografická data pro pochopení vztahů, vzorů a trendů
konfliktní místo	lokality, ve které dochází k prostorovému střetu mezi zelenou a dopravní infrastrukturou
migrace živočichů	v úzkém pojetí představuje přesun živočichů mimo původní teritoria; v širším pojetí reprezentuje též pohyby živočichů v rámci domovských okrsků (hledání potravy, rozptyl mláďat při hledání teritorií atd.)
mitigační opatření	opatření realizovaná s cílem snížení bariérového efektu dopravní infrastruktury
průchodnost	charakteristika místa popisující míru umožnění pohybu volně žijících živočichů; inverzní charakteristikou je rezistence
rezistence	charakteristika místa popisující míru omezení (odpor) pohybu volně žijících živočichů; inverzní charakteristikou je průchodnost
roční průměr denních intenzit (RPDI)	veličina vyjadřující průměrnou denní intenzitu provozu na komunikaci; vyjadřuje se formou absolutního počtu vozidel za 24 hodin
SEA	proces strategického hodnocení vlivů koncepcí na životní prostředí
územně-analytické podklady (ÚAP)	nástroj územního plánování podle §26 stavebního zákona 183/2006 Sb., jehož cílem je průběžně monitorovat stav a vývoj území
zárubní zeď	stavební prvek zabezpečující zářez proti sesunutí v místě, kde není možné ohraničit vyhloubený zářez svahy o běžném sklonu

Pojem	definice
zelená infrastruktura	strategicky plánovaná síť přírodních a polopřírodních oblastí s rozdílnými environmentálními rysy, jež byla navržena a je řízena s cílem poskytovat širokou škálu ekosystémových služeb; zahrnuje zelené plochy (nebo modré plochy, jde-li o vodní ekosystémy) a jiné fyzické prvky v pevninských (včetně pobřežních) a mořských oblastech; na pevnině se může nacházet ve venkovských oblastech i v městském prostředí
zmírňující opatření	viz mitigační opatření

## 4. Seznam zkratk

AOPK ČR	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
ČR	Česká republika
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
EIA	proces posuzování vlivů záměrů na životní prostředí (z anglického Environmental Impact Assessment / Analysis)
GIS	geografický informační systém
NUTS	nomenklatura územních statistických jednotek (z francouzského Nomenclature des Unites Territoriales Statistiques)
RPDI	roční průměr denních intenzit
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic České republiky
SEA	proces strategického hodnocení vlivů koncepcí na životní prostředí (z anglického Strategic Impact Assessment)
TP	technické podmínky Ministerstva dopravy ČR
ÚAP	územně-analytické podklady
ZABAGED®	Základní báze geografických dat České republiky

## 5. Postup analýzy

### Specifikace vstupních předpokladů pro provedení analýzy

Základní vstupní informací pro provedení celé analýzy je stanovení rozsahu řešeného území a míry podrobnosti zpracování. Rozsah řešeného území lze očekávat na úrovni buď přímo celostátní, nebo na úrovni velkých regionálních celků (NUTS 2, kraje). V závislosti na velikosti

řešeného území je zvoleno měřítko analytických map, které budou výstupem celého hodnocení. Pro území velikosti kraje je vhodné měřítko 1 : 200 000, zatímco celorepublikové mapy je vhodné publikovat v měřítku 1 : 500 000 nebo 1 : 1 000 000.

Analýza předpokládá, že bude prováděno hodnocení zejména stávajícího stavu, tj. konflikty na již existujících komunikacích. Postup je však možné využít také pro hodnocení budoucích konfliktů na plánované infrastruktuře. Avšak podrobnost hodnocení a jeho vypovídací schopnost je významně ovlivněna fází, v níž se aktuálně příprava dané komunikace nachází. V každém případě je však nezbytné znát výhledovou intenzitu dopravy na celé síti včetně plánovaných komunikací a požadovanou cílovou kategorii každé komunikace. Bez znalosti těchto informací nelze hodnocení provést.

### **Základní koncepce pro identifikaci a hodnocení**

Hodnotící postup se opírá o kombinaci multikriteriálního hodnocení s expertním kvalitativním posouzením. Metodika stanovuje rozsah hodnotících vstupních kritérií a způsob výpočtu, avšak z důvodu, že většinu vlastností konfliktních bodů je nemožné exaktně popisovat pomocí číselných hodnot, zůstává přesné stanovení jejich vstupní hodnoty na zpracovateli analýzy. Aby byla omezena nízká transparentnost expertního posouzení, jsou ke každému z hodnocených indexů doplněny tabulky orientačních hodnot.

Proces samotné analýzy se sestává ze tří základních kroků:

1. definice sítě konfliktních bodů - analýza překryvu jednotlivých vrstev v závislosti na požadovaných indikátorech daných vlastnostmi dopravní infrastruktury a dané ekologické sítě
2. stanovení závažnosti konfliktu v jednotlivých bodech - hodnocení míry bariérového efektu; probíhá samostatně pro jednotlivé konfliktní body
3. interpretace výsledků – stanovení skupin bodů dle závažnosti potenciálního konfliktu

### **Definice sítě konfliktních bodů**

V prvním kroku metodiky je potřebné stanovit množinu bodů, ve kterých lze vůbec předpokládat možný vznik existence konfliktu. Jde o ekvivalent prvotní fáze, screeningu (z anglického screen – prosévat), z procesů posuzování vlivů na životní prostředí. Základem je provedení analýzy prostorového překryvu jednotlivých datových vrstev v GIS v závislosti na požadovaných indikátorech daných vlastnostmi dopravní infrastruktury a příslušné ekologické sítě. Potřeba vstupních dat pro prvotní analýzu v GIS je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 1. Vstupní data potřebná pro prvotní GIS analýzu

popis vrstvy	typ objektů
a) vymezení řešené ekologické sítě (aktuální stav, plánovaný stav)	plochy
b) vymezení řešené dopravní infrastruktury (aktuální stav, plánovaný stav)	linie

Aktuální GIS data vhodná pro analýzu lze získat z územně-analytických podkladů jednotlivých územních celků, Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) připravované ČÚZK a z informačních systémů resortních organizací jako je ŘSD – oddělení Silniční databanka Ostrava a Portál mapových služeb Informačního systému ochrany přírody spravovaný AOPK ČR.

Výstupem prvotní GIS analýzy je liniová vrstva jednotlivých úseků komunikací, které jsou v přímém překryvu se zkoumanou ekologickou sítí. Každý jednotlivý konflikt označíme jedinečným kódem. Pro zjednodušení vizualizace výsledků doporučujeme vytvořit z této liniové vrstvy také vrstvu bodů, např. jejich umístěním do centroidu každého střetového úseku.

### Stanovení závažnosti konfliktu v jednotlivých bodech

Pro každý z hodnocených konfliktních bodů je potřebné zjistit samostatně vybrané charakteristiky určující míru konfliktu jak z pohledu zelené infrastruktury (charakteristiky krajiny), tak z pohledu stavebně-technického uspořádání komunikace, intenzity dopravy, a v neposlední řadě o dalších souvisejících bariérách, které mohou míru konfliktu zvyšovat. V této druhé fázi se využívají následující kritéria:

#### Kritéria využívané pro hodnocení:

1. míra rezistence komunikace – stavebně-technické řešení
2. míra rezistence komunikace – intenzita provozu
3. kumulace bariér (zohlednění ostatních bariér v okolí konfliktního bodu)
4. šířka migračního koridoru
5. environmentální index (vhodnost území pro migraci)
6. míra ostatního antropogenního rušení
7. zmírňující opatření podporující migraci – existence průchodu v určité kvalitě

Každé z uvedených kritérií je charakterizováno samostatným koeficientem, který nabývá hodnot  $\langle 0; 1 \rangle$  s výjimkou koeficientu šířky migračního koridoru, který může nabývat hodnot  $\langle -1; 1 \rangle$ .



Tabulka 2. Informace potřebné pro druhý krok hodnocení

kritérium	zdroj dat
převažující krajinný pokryv	topografická mapa, letecký snímek, terénní průzkum
šířka komunikace	pasport infrastruktury, letecký snímek, terénní průzkum
počet jízdnic pruhů	pasport infrastruktury, terénní průzkum
intenzita provozu	celostátní sčítání dopravy, dopravní průzkum dle TP 189
doprovodné technické objekty – oplocení, svodidla	pasport infrastruktury, terénní průzkum
další související bariéry	topografická mapa, letecký snímek, terénní průzkum

## Resistence komunikace

### **Míra rezistence komunikace – stavebně-technické uspořádání ( $RES_i$ )**

Index vyjadřující míru příspěvku mechanické bariéry představované stavebně-technickým uspořádáním silniční komunikace k celkovému bariérovému efektu v daném konfliktním místě. Vyjadřuje se v intervalu  $\langle 0; 1 \rangle$  přičemž platí zásada, že čím je hodnota indexu bližší 1, tím je bariérový efekt stavebně-technického stavu komunikace vyšší. V tomto indexu se žádným způsobem nezohledňuje intenzita provozu na dané komunikaci.

Stavebně-technické prvky, které zvyšují ( $\uparrow$ ) nebo naopak snižují ( $\downarrow$ ) bariérový efekt komunikace (a tedy i hodnotu indexu):

počet jízdnic pruhů.....	$\uparrow$
šířka zpevněné části jízdnicového pásu .....	$\uparrow$
oplocení .....	$\uparrow$
protihluková stěna.....	$\uparrow$
opěrná/zárubní zeď .....	$\uparrow$
svodidla.....	$\uparrow$
odvodňovací příkopy .....	$\uparrow$
těleso silnice vedené v rovině terénu.....	$\downarrow$
zelený středový pás bez významných překážek .....	$\downarrow$

Tabulka 3. Příklad hodnot indexu  $RES_t$  pro silniční komunikace

index	kategorie	popis
1	1	oplocená směrově dělená vícepruhová komunikace
0,8	2	směrově dělená vícepruhová komunikace bez oplocení
0,6	3	ostatní vícepruhové komunikace
0,4	4	dvoupruhová silnice kategorie S11,5; silnice opatřená svodidly
0,2	5	ostatní silnice

U plánovaných staveb lze přibližnou hodnotu indexu  $RES_t$  určit na základě cílových kategorií uspořádání silniční sítě uvedených ve strategickém dokumentu Kategorizace dálnic a silnic I. třídy do roku 2040.

**Míra rezistence komunikace – intenzita provozu ( $RES_i$ )**

Index vyjadřuje jednak míru disturbance okolí komunikace (hluk projíždějících vozidel, oslnění, chemické znečištění) a zároveň riziko srážky živočicha s projíždějícím vozidlem. Tedy jde o obecnou šanci na úspěšné překonání komunikace živočichem. Nabývá hodnot mezi 0 a 1 dle exponenciální funkce vycházející z údajů uváděných v Evropském handbooku (luell et al., 2003). Doporučený tvar funkce je:

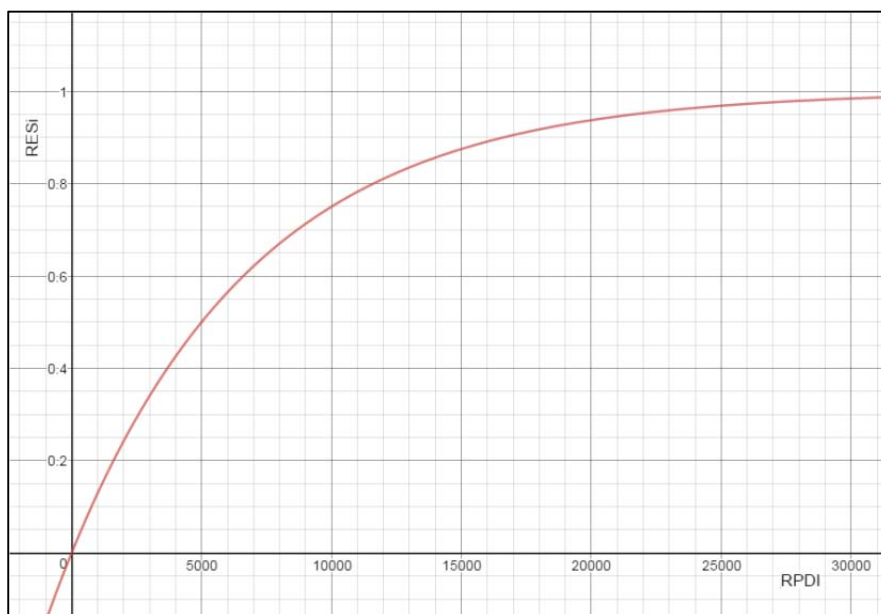
$$RES_i = 1 - 0,25^{\frac{RPDI}{10000}}$$

kde

$RES_i$ ..... míra rezistence komunikace – intenzita provozu;  $\in \langle 0;1 \rangle$

RPDI..... roční průměr denních intenzit; počet vozidel / 24 hod.

Obr. 1. Průběh funkce pro výpočet indexu  $RES_i$



Stanovení RPDI pro daný úsek komunikace probíhá buď s využitím výsledků Celostátního sčítání dopravy s přepočtem dle Technických podmínek Ministerstva dopravy ČR (TP) č. 225, anebo na základě dopravního průzkumu dle TP č. 189.

Není-li k dispozici u plánovaných komunikací odborný podklad zahrnující výhledové intenzity provozu, lze provést odhad intenzity provozu pouze s využitím celostátního dopravního modelu, který zohlední změny v dopravních tocích se zahrnutím širších vazeb.

### **Celková rezistence komunikace (RES)**

je třeba přibližně zachovat jak u uspořádání, tak i intenzity provozu vždy tu více dominantní složku, druhá pouze výslednou hodnotu modifikuje:

$$RES = \max(RES_t, RES_i) * \min(RES_t, RES_i)^a$$

kde

- RES ..... celková rezistence bariéry
- RES<sub>t</sub>..... míra rezistence komunikace – stavebně-technické uspořádání
- RES<sub>i</sub>..... míra rezistence komunikace – intenzita provozu
- a ..... váha významnosti méně dominantní složky; ∈ (0; 1)

Tabulka 4. Příklad hodnot indexu RES pro jednotlivé RES<sub>t</sub> a RES<sub>i</sub> a a=0,15

RES		RES <sub>t</sub>				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
RES <sub>i</sub>	0,2	0,16	0,31	0,47	0,63	0,79
	0,4	0,31	0,35	0,52	0,70	0,87
	0,6	0,47	0,52	0,56	0,74	0,93
	0,8	0,63	0,70	0,74	0,77	0,97
	1	0,79	0,87	0,93	0,97	1,00

### **Kumulace bariér**

Faktorem, který významně ovlivňuje bariérový efekt komunikace v daném bodě je existence dalších souvisejících bariér. Doposud probíhal výpočet pouze u dominantní bariéry v podobě vícepruhové směrově dělené komunikace, příp. jinou silnicí s vysokou intenzitou provozu.

Typy zohledňovaných dílčích bariér:

- a) Ostatní silnice – vedle hlavní komunikace bývají často v konfliktním bodě, či jeho těsné blízkosti, přítomny ještě doprovodné komunikace. Typicky vedle komunikace dálničního typu probíhá trasa silnice II. třídy, která zajišťuje spojení, které nepodléhá zpoplatnění. Rezistence takové silnice se stanoví shodně podle stejné procedury jako u hlavní bariéry.

b) Železnice – celková intenzita provozu na železničních tratích i její denní průběh se významně liší od silniční dopravy. Dráha až na výjimky dané doprovodnými stavebně-technickými prvky (hluboké zářezy, zárubní zdi apod.) většinou nepředstavuje absolutní bariéru pro pohyb volně žijících živočichů, avšak působí jako dílčí bariéra. Na většině tratí je noční provoz minimální, výjimku tvoří páteří železniční koridory evropského významu, kde probíhá čilá nákladní doprava.

Hodnota resistance takové bariéry se stanoví expertním odhadem při zohlednění prvků stavebně-technického uspořádání na daném úseku trati i charakteru provozu. Následující aspekty zvyšují (↑) nebo naopak snižují (↓) hodnocení bariérového efektu železnice:

- počet kolejí ..... ↑
- výška náspu ..... ↑
- protihluková stěna..... ↑
- opěrná/zárubní zeď ..... ↑
- intenzita provozu – vysoká (koridor)..... ↑
- intenzita provozu – nízká (regionální trať) ..... ↓
- maximální rychlost nad 100 km/h ..... ↑
- maximální rychlost do 60 km/h..... ↓

Tabulka 5. Příklad hodnot resistance železniční trati

index	popis
0,6	dvou- či vícekolejná trať, vysoká intenzita vlaků (nad 200 spojů denně)
0,45	dvou- či vícekolejná trať, střední intenzita provozu vlaků (100 až 200 spojů denně)
0,35	dvou- či vícekolejná trať, nízká intenzita provozu vlaků (do 100 spojů denně)
0,35	jednokolejná trať, vysoká intenzita provozu (nad 50 spojů denně)
0,25	jednokolejná trať, střední intenzita provozu (20 až 50 spojů denně)
0,1	jednokolejná trať, nízká intenzita provozu (do 20 spojů denně)

c) Nedopravní typy antropogenních bariér – tato kategorie zahrnuje všechny ostatní typy bariér, ať už charakteru přírodního, nebo antropogenního. Vzhledem k rozdílnosti různých struktur nelze jednoznačně kvantifikovat jejich rezistenci. Jejich určení je v kompetenci příslušného hodnotitele.

Tabulka 6. Příklad hodnot nedopravních antropogenních bariér

index	popis
0,6	velká řeka (Labe, Vltava, Morava apod.), významná regulace toku
0,2	menší řeka, částečně regulovaná
0,8	plot obory
1,0	vysoká zeď

Je-li resistance některé z bariér v konfliktním bodě rovna 1 (jde tedy o absolutně neprůchodnou bariéru), zůstává i resistance celého souboru bariér vždy rovna 1. V ostatních případech se resistance bariér v konfliktním bodě určí z resistance všech dílčích bariér  $RES_1$ ,  $RES_2$  až  $RES_n$  podle vzorce:

$$RES = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - RES_i)$$

kde

RES ..... celková resistance souboru bariér

n ..... počet jednotlivých bariér tvořících soubor v konfliktním bodě

$RES_1, \dots, RES_n$  ..... celková resistance jednotlivých bariér

Tabulka 7. Příklad výsledných hodnot RES pro n=2

RES		RES <sub>1</sub>				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1
RES <sub>2</sub>	0,2	0,36	0,52	0,68	0,84	1
	0,4	0,52	0,64	0,76	0,88	1
	0,6	0,68	0,76	0,84	0,92	1
	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	1
	1	1	1	1	1	1

### Šířka migračního koridoru v místě konfliktu (KOR)

Koeficient KOR vyjadřuje odchylku šířky koridoru zelené infrastruktury v daném konfliktním bodě v poměru k základní šířce koridoru. Proto může, na rozdíl od ostatních koeficientů, nabývat hodnot v rozmezí  $(-1; 1)$ . Základní šířka koridoru je stanovena v závislosti na dané ekologické síti. Je pravidlem, že snížení šířky koridoru pod základní hodnotu zhoršuje hodnocení konfliktního bodu, zatímco jeho rozšíření hodnocení zlepšuje. Tato změna by však měla být pouze dílčí a neměly by tvořit více než 20 % původní hodnoty resistance.

Obvykle lze koeficient KOR definovat formou lineární funkce, je však možné případně využít i nějakou jinou, se složitějším průběhem. Pro základní šířku koridoru by mělo platit, že

KOR = 0. Pro správnou definici funkce je dále třeba stanovit limitní hranici šířky koridoru minimální (KOR = -1) a maximální (KOR = 1), které budou tvořit krajní hodnoty intervalu.

Funkci pro výpočet koeficientu KOR v lineárním tvaru lze popsat následujícím výrazem:

$$KOR = \begin{cases} -1, & \check{s} \leq min\check{s} \\ \frac{\check{s} - z\check{s}}{z\check{s} - min\check{s}}, & \check{s} \in (min\check{s}; z\check{s}) \\ \frac{\check{s} - z\check{s}}{max\check{s} - z\check{s}}, & \check{s} \in (z\check{s}; max\check{s}) \\ 1, & \check{s} \geq max\check{s} \end{cases}$$

kde:

KOR..... koeficient šířky koridoru;  $\in \langle -1; 1 \rangle$

$\check{s}$ ..... šířka koridoru

$z\check{s}$ ..... základní šířka koridoru

$min\check{s}$ ..... minimální šířka koridoru

$max\check{s}$ ..... maximální šířka koridoru

### Vliv okolního prostředí

#### **Environmentální index (kvalita migračního biotopu) (ENVi)**

Index ENVi představuje habitatový parametr. Zohledňuje přijatelnost biotopu v okolí místa konfliktu pro migraci zájmových druhů. Nejvyšší hodnocení (ENVi = 1) mají lokality, které mají nejvyšší přijatelnost biotopu.

Výslednou hodnotu indexu lze určit při zohlednění faktorů, které ji zvyšují (↑) nebo naopak snižují (↓). Mezi nejvýznamnější patří:

- přírodní prostředí ..... ↑
- lokální biokoridory..... ↑
- krajinná zeleň ..... ↑
- velké bloky orné půdy ..... ↓
- zástavba ..... ↓
- oplocení areálů ..... ↓

Tabulka 8. Příklad orientačních hodnot pro index ENVi

index	popis
1	Lesní porosty
0,75	Trvalé travní porosty, dostatek rozptýlené zeleně, hustá síť lokálních biokoridorů
0,5	Drobné bloky orné půdy, omezené množství lokálních biokoridorů
0,25	Rozsáhlé bloky orné půdy, minimum rozptýlené zeleně, chybí lokální biokoridory
0	obytné a smíšené území sídel, oplocené areály (obory) apod.

### **Míra ostatního antropogenního rušení (RUS)**

Index RUS zohledňuje ostatní antropogenní rušení v okolí místa konfliktu. Nereprezentuje tedy rušivé vlivy provozu (hluk projíždějících vozidel, oslnění, chemické znečištění okolí) na hodnocené komunikaci. Platí, že nejlepší hodnocení (RUS = 1) mají lokality, ve kterých k žádnému antropogennímu rušení nedochází.

Výsledná hodnota indexu je ovlivněna různým spektrem faktorů, které ji mohou zvyšovat (↑) nebo naopak snižovat (↓). Mezi nejvýznamnější patří:

- izolační vegetace ..... ↑
- zemědělská nebo lesnická činnost ..... ↓
- intenzivní lov zvěře ..... ↓
- blízkost obytné zástavby ..... ↓
- průmyslová činnost, těžba nerostných surovin..... ↓
- blízkost turistických cest..... ↓
- rekreační areály ..... ↓

Tabulka 9. Příklad orientačních hodnot pro index RUS

index	popis
1	Bez rušení
0,75	Ostatní antropogenní aktivity bez nočního provozu
0,5	Těsná blízkost obytné individuální zástavby, rekreační areály
0,25	Těsná blízkost obytné hromadné zástavby
0	Blízkost aktivit s celonočním provozem

### **Zmírňující opatření podporující migraci (MITI)**

Pro snižování bariérového efektu je nutné realizovat různé druhy opatření. Míra jejich realizace v místě hodnoceného konfliktu je vyjádřena indexem MITI nabývajícím hodnot v intervalu  $\langle 0; 1 \rangle$ . Z důvodu různorodosti aspektů ovlivňujících kvalitu průchodu, závisí hodnocení míry přijatých opatření na expertním kvantitativním odhadu.

Pro cílovou skupinu velkých savců je u komunikací s vysokou mírou resistance hlavním principem zajistit dostatečný migrační objekt v místě konfliktu. Parametry takového objektu jsou dány místními podmínkami, je však nutné hodnotit nikoli jen technické řešení, ale také ekologické podmínky v místě migračního objektu. Pro hodnocení jednotlivých objektů je možné využít přístupů pro stanovení migračního potenciálu dle TP 180.

Následující aspekty mohou zvyšovat (↑) nebo naopak snižovat (↓) hodnocení objektu. V tomto případě platí, že vysoké hodnocení směrem k hodnotě MITI=1 mají ty nejkvalitnější průchody:

- přesýpaný objekt ..... ↑
- naváděcí vegetace v okolí..... ↑
- přírodě blízký povrch v podmostí ..... ↑
- přírozené úkryty v podmostí ..... ↑
- technické opatření na omezení rušivých vlivů provozu ..... ↑
- podmostí zpevněné kameny či betonem ..... ↓
- přemostění komunikace nižší kategorie..... ↓
- antropogenní překážky v průchodu ..... ↓

Tabulka 10. Příklad orientačních hodnot pro index MITI

index	popis
1	ražený tunel
0,6 až 0,8	estakáda, nadchod (ekodukt)
0,4 až 0,6	velké mosty s vysokým indexem světelnosti vhodné pro migraci zájmových druhů
0,1 až 0,2	menší mosty na hranici vhodnosti pro zájmové druhy
0	zemní těleso bez existujícího průchodu

### Vyhodnocení míry přijatelnosti konfliktního bodu

Výsledkem hodnocení každého konfliktního bodu je bezrozměrná charakteristika popisující míru závažnosti konfliktu v dané lokalitě na základě až osmi vstupních indexů, charakterizujících vlastnosti dané lokality. Hodnocení každého konfliktního bodu představují tři koeficienty, přičemž se liší míra vypovídací schopnosti každého z nich:

A – je tvořen koeficientem RES s mírným zohledněním šířky koridoru v daném místě:

$$A = RES + k * KOR * (1 - RES)$$

kde:

- RES ..... koeficient resistance;  $\in \langle 0; 1 \rangle$
- KOR..... koeficient šířky koridoru;  $\in \langle -1; 1 \rangle$
- k..... váha významnosti koeficientu KOR;  $\in \langle 0; 1 \rangle$

Doporučená hodnota váhy *k* by neměla přesáhnout hodnotu 0,2.



B – rozšiřuje A navíc o vliv okolního prostředí, tedy kvalitu migračního biotopu a míru rušení ostatními antropogenními prvky:

$$B = A + m * (0,5 - ENVi * RUS) * (1 - \frac{|A-0,5|}{0,5})$$

kde:

- A..... koeficient A;  $\in \langle 0; 1 \rangle$
- ENVi..... environmentální index;  $\in \langle 0; 1 \rangle$
- RUS..... koeficient míry antropogenního rušení;  $\in \langle 0; 1 \rangle$
- m ..... váha významnosti vlivu okolního prostředí;  $\in \langle 0; 1 \rangle$

C – rozšiřuje B navíc o přijatá mítigační (zmírňující) opatření

$$C = B * (1 - MITI)$$

kde:

- B..... koeficient B;  $\in \langle 0; 1 \rangle$
- MITI..... koeficient přijatých mítigačních opatření;  $\in \langle 0; 1 \rangle$

## Interpretace výsledků

Výsledné bezrozměrné hodnocení každého místa konfliktu na škále od 0 do 1 vyjadřuje obecnou potenciální míru konfliktu v každé lokalitě. Umožňuje seřazení skupiny konfliktních míst, čímž je poukázáno na místa nejzávažnějších konfliktů, které nejsou doposud řešeny.

## Úroveň hodnocení

Při hodnocení konfliktů na již existující infrastrukturu se využije úroveň hodnocení podle koeficientu C.

V případě plánovaných staveb je úroveň hodnotícího koeficientu, který se pro srovnání využije, je odvislá od míry realizace projektové dokumentace hodnoceného souboru dopravní infrastruktury v území. V každém z případů však musíme znát výhledovou intenzitu dopravy na celé síti včetně plánovaných komunikací a požadovanou cílovou kategorii každé komunikace. Bez znalosti těchto informací nelze hodnocení provést.

Koeficient C je možné také použít pro stavby, k nimž již je známa podrobná projektová dokumentace a lze tedy expertně posoudit rozsah a kvalitu navrhovaných zmírňujících opatření.

Konflikty na plánované trase, která je územně stabilizovaná, avšak nemá doposud zpracovanou podrobnou projektovou dokumentaci, lze hodnotit na základě koeficientu B. Stejný koeficient lze využít ve fázi posuzování jednotlivých variant, jsou-li pevně stanoveny

jejich jednotlivé trasy.

Známe-li pouze přibližný koridor stavby, tedy záměr je ve fázi vyhledávací studie a tedy není doposud územně stabilizovaný, je možné použít pouze hodnocení na úrovni koeficientu A.

### Srovnání konfliktních míst

Vlastní pořadí jednotlivých konfliktních míst se stanovuje dle výsledné hodnoty příslušného koeficientu, přičemž platí pravidlo, že hůře jsou hodnocena ta konfliktní místa, která mají vyšší hodnotu koeficientu. Tabulka 11 uvádí přibližné rozdělení hodnot v závislosti na míře přijatelnosti konfliktu. Je nutné si však uvědomovat, že koeficient je spojitá veličina, tedy kategorizace míst do jednotlivých intervalů neznámá, že je-li místo těsně v intervalu avšak při jeho horní mezi, je situace stejně dobrá, jako je-li ve stejném intervalu při jeho mezi dolní. Dále též při porovnání dvou konfliktních míst s výslednými hodnotami koeficientu 0,59 a 0,63 nelze toto rozdělení interpretovat tak, že, první místo má výrazně nižší potenciální konflikt než místo druhé, ačkoliv je zařazeno do nižší kategorie závažnosti.

Tabulka 11. Kategorizace míry závažnosti potenciálního konfliktu

hodnota koeficientu	popis
0,8 až 1,0	vysoce závažný konflikt - je přímo ohrožena soudržnost ekologické sítě nebudou-li realizována zprůchodňující opatření
0,6 až 0,8	významný konflikt – špatně průchodná lokalita, je žádoucí realizovat zprůchodňující opatření
0,4 až 0,6	střední závažnost konfliktu – realizace dodatečných zprůchodňujících opatření je závislá na posouzení místní situace
0,2 až 0,4	mírný konflikt – není třeba přijímat žádná dodatečná opatření, je však žádoucí monitorovat vývoj v lokalitě a případně zabránit zhoršení stávajícího stavu
0,0 až 0,2	žádný nebo nevýznamný konflikt – není třeba přijímat žádná další opatření

Pro zpřehlednění výsledků analýzy a zjednodušení interpretace výsledků je žádoucí publikovat výsledky formou mapových výstupů. Míra konfliktu v jednotlivých bodech pak může být vizualizována pomocí barevného odlišení jednotlivých kategorií míry závažnosti potenciálního konfliktu. Měřítko mapy a podrobnost mapy je odvislá od prostorového rozsahu zpracovávaného území a účelu, pro který je hodnocení prováděno.

### **Interpretace závažnosti potenciálních konfliktů**

Hodnotíme-li konfliktní místa podle koeficientu C je v případě vysoké hodnoty koeficientu žádoucí řešit přednostně zajištění jejich průchodnosti ve smyslu TP č. 180, např. při přípravě rekonstrukcí infrastruktury.

Hodnotíme-li plánované komunikace dle koeficientu B, je třeba konfliktní lokality s vysokou hodnotou indexu interpretovat jako potenciální kritická místa, na které je při přípravě podrobného projektu brát zvláštní ohled a v podrobné migrační studii zajistit jejich dostatečné průchodnění.

Hodnocení na úrovni koeficientu A je pouze indikativní, vysoká hodnota koeficientu upozorňuje na možnost vzniku konfliktu v budoucnosti, nebude-li při volbě varianty trasy brán ohled na požadavky zachování průchodnosti. Vhodným řešením je volba takové varianty trasy komunikace, která výskyt konfliktního místa eliminuje již v této fázi přípravy. Není-li možné takovou variantu trasy zvolit, vzniká místo, které bude nutné zprůchodňovat a je tedy žádoucí alespoň zohlednit při návrhu vedení komunikace podmínky v krajině tak, aby bylo možné v místě konfliktu snadno vybudovat stavební objekt s dostatečnou průchodností pro zájmové druhy živočichů.

## **6. Srovnání novosti postupů**

V České republice existuje několik různých metodických doporučení, které pracují s problematikou fragmentace krajiny. Žádné z nich se však nezaměřuje konkrétně na problematiku střetů v krajině mezi dopravní infrastrukturou a ekologickými sítěmi zaměřenými na zachování konektivity krajiny pro migraci volně žijících živočichů. Navrhovaná metodika je první, která je určena pro strategický pohled, umožňující relativně jednoduché hodnocení závažnosti jednotlivých konfliktů, jejich srovnání v rámci většího území, a zdůraznění lokalit, ve kterých je nutné přednostně posuzovat při návrhu defragmentačních opatření. Taková analýza je nezbytná ve všech procesech, které jsou součástí krajinného a územního plánování, jež patří k hlavním nástrojům ochrany přírody a krajiny před fragmentací.

## **7. Popis uplatnění certifikované metodiky**

Uplatnění najde metodika a její výstupy zejména při zpracování analytických částí strategických dokumentů zaměřených na rozvoj dopravních sítí, v procesu krajinného plánování a při vytváření územně-plánovací dokumentace (na úrovni PÚR nebo ZÚR). Popsanou analýzu lze využít také v rámci zpracování strategických migračních studií, které jsou nejčastěji součástí vyhodnocení vlivu koncepcí na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb. (SEA) nebo technických vyhledávacích studií nových dopravních koridorů.

## 8. Ekonomické aspekty

Náklady na realizaci postupu daného metodikou vychází ze základního vybavení zpracovatele a dostupnosti vhodných vstupních údajů o území, krajině a dopravě. Základním předpokladem je dostupnost prostředí geografických informačních systémů – využít lze komerční (obvykle v ceně několika stovek tisíc Kč), tak i alternativní (volně dostupné a open-source) programové vybavení. Zpracovatelé různých strategických dokumentů obvykle dostupným vybavením disponují, neboť bez jeho dostupnosti není možné provádět velké množství jiných aplikací a analýz.

Další nákladovou položku budou tvořit vstupní údaje o území, krajině a dopravě, které lze získat nejčastěji z územně-analytických podkladů nebo z internetových stránek provozovaných organizacemi jako je AOPK ČR nebo ŘSD, případně z přímých terénních průzkumů.

Má-li všechny vstupní předpoklady zpracovatel k dispozici, je přímým přínosem úspora související s jednoduchostí postupů a malou časovou náročností vlastního zpracování. Daleko významnější však jsou neekonomické přínosy, které spočívají v jasné definici nejvýznamnějších problémových lokalit. Tím lze zpřesnit a zacílit návrhy defragmentačních opatření v rozhodovacích procesech právě na ty lokality, kde je ohrožení fragmentací nejvyšší. Nicméně, pro dosažení těchto neekonomických přínosů je podmíněno implementací následných kroků v procesu krajinného a územního plánování:

- návrh nápravných opatření v místech s vysokou mírou závažnosti konfliktu s cílem nápravy (zlepšení) aktuálního stavu
- návrh zařazení navrhovaných opatření do rozhodovacích procesů v krajinném a územním plánování, příp. zavedení limitů využití území atd.

## 9. Použitá literatura

ANDĚL, P., BELKOVÁ, H., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V., LIBOSVÁR, T., ROZÍNEK, R., ŠIKULA, T., VOJAR, J. *Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy*. Liberec: Evernia, 2011, 154 s. ISBN 978-80-903787-4-2.

ANDĚL, P., MINÁRIKOVÁ, T., ANDREAS, M. [EDS.] *Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce*. Liberec, Evernia, 2010, 137 s. ISBN 978-80-903787-5-9.

IUELL, B., BEKKER, G. J., CUPERUS, R., DUFEK, J., FRY, G., HICKS, C., HLAVÁČ, V., KELLER, V., ROSELL, C., SANGWINE, T., TØRSLØV, N., WANDALL, B. *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. Utrecht (Netherlands), EC, COST 341, KNNV, 2003, 172 p.

*Kategorizace dálnic a silnic I. třídy do roku 2040*. Schváleno MD č.j. 918/2009-910-IPK/8 ze dne 15.9.2010. Zpracoval CityPlan spol. s r.o. v roce 2010. Dostupné online z adresy

< <http://www.af-cityplan.cz/kategorizace-dalnic-a-silnic-i-tridy-do-roku-2040-1404044200.html> >

*TP 180 Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy.* Schváleno MD - OPK čj. 413/06-120-RS/2 ze dne 27. 7. 06 s účinností od 1. srpna 2006. Liberec: Evernia, 2006, 93 s. ISBN 80-903787-0-6.

*TP 181 Hodnocení průchodnosti území pro liniové stavby.* Schváleno MD – OPK čj.- 505/06-120-RS/2 ze dne 7. 9. 2006 s účinností od 1. října 2006. Liberec: Evernia, 2006, 64 s. ISBN 80-903787-1-4.

*TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích.* Schváleno Ministerstvem dopravy ČR dne 5. června 2012 s účinností od 6. června 2012. Plzeň: EDIP, 2012, 76 s.

*TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy (II. vydání).* Schváleno MD-OPK č.j. 553/2012-120-STSP/1 ze dne 11. října 2012 s účinností od 12. října 2012. Plzeň: EDIP, 2012, 28 s. ISBN 978-80-87394-07-6.