

FRAGMENTACE KRAJINY DOPRAVNÍ INFRASTRUKTUROU A JEJÍ KONEKTIVITA

FRAGMENTATION CAUSED BY TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE AND LANDSCAPE CONNECTIVITY

Ivo Dostál¹ , Marek Havlíček¹ 

¹ Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 2657/33a, 636 00 Brno-Líšeň, Česká republika

Abstrakt

Fragmentace krajiny způsobená lineárními dopravními sítěmi představuje kritickou hrozbu pro globální biodiverzitu a zdraví ekosystémů. Tento článek se zabývá širokým spektrem dopadů silničních a železničních staveb na konektivitu krajiny, přičemž rozlišuje mezi strukturální průchodností a funkční konektivitou pro různé živočišné druhy, včetně aspektů lidské společnosti. S využitím životního cyklu infrastruktury jako rámce studie aplikuje mezinárodně uznávanou hierarchii zmírňování dopadů (Avoidance, Mitigation and Compensation) k řešení ekologických i sociálních problémů bariérového efektu.

Ve fázi strategického plánování je kladen důraz na prevenci vytváření konfliktních míst v ekologických sítích a na integraci územního plánování. Ve fázi návrhu článek vyzdvihuje přechod od technokratického inženýrství k přírodě blízkým řešením (NBS). Tato řešení, jako jsou multifunkční migrační objekty a ozeleněné zemní valy, zvyšují biodiverzitu, retenci vody a klimatickou odolnost.

Článek dále diskutuje nezbytnost průběžného monitoringu, biologického dozoru a využívání databází srážek se zvěří k identifikaci kritických míst mortality. Závěrem vyzdvihuje často přehlíženou fázi vyřazování z provozu (decommissioning) a význam nástrojů pro rewilding a obnovu přirozené konektivity. Integrovaný, multidisciplinární přístup v rámci celého životního cyklu je prezentován jako nezbytná cesta k dosažení ekologicky udržitelných dopravních sítí, které vyvažují lidskou mobilitu s ochranou životního prostředí.

Klíčová slova: ochrana biodiverzity, hierarchie zmírňování dopadů, bariérový efekt, přírodě blízká řešení, vyřazování z provozu (decommissioning)

Abstract

Landscape fragmentation caused by linear transport networks is a critical threat to global biodiversity and ecosystem health. This paper examines the multifaceted impacts of road and rail structures on landscape connectivity, distinguishing between structural continuity and functional connectivity for various species, including aspects of human society. Using the infrastructure life cycle as a framework, the study applies the internationally recognised mitigation hierarchy Avoidance, Mitigation and Compensation to address both ecological and social barrier effects. During the strategic planning phase, the focus is on avoiding ecological network conflict points and integrating spatial planning.



<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-098-6-0059>

In the design stage, the paper emphasises the transition from technocratic engineering to Nature-Based Solutions (NBS). These solutions, such as multi-functional migration passages and vegetated soil berms, enhance biodiversity, water retention, and climate resilience. The article further discusses the necessity of continuous monitoring, biological supervision, and the use of roadkill databases to identify mortality hot-spots. Finally, it highlights the often-overlooked decommissioning phase as a vital tool for rewilding and restoring natural connectivity. An integrated, multidisciplinary approach throughout the entire life cycle is presented as the essential path toward achieving ecologically sustainable transport networks that balance human mobility with environmental preservation.

Keywords: biodiversity conservation, mitigation hierarchy, barrier effect, nature-based solutions, decommissioning

ÚVOD

Fragmentace krajiny, rozdělení přírodních biotopů a ekosystémů na menší celky, je dnes celosvětově považována za jednu z největších hrozeb pro zachování biologické rozmanitosti, i když dříve po dlouhá desetiletí patřila k relativně opomíjeným tématům (Haddad *et al.*, 2015; Keil *et al.*, 2015). Pojem fragmentace pochází z latinského slova fragmentum, které znamená úlomek, zlomek nebo dílčí část, a to ve smyslu určitého odpadu, který již nemá plnohodnotné vlastnosti původního celku. Je primárním důsledkem různých antropogenních forem změn ve využívání půdy. A právě výstavba a provoz liniové infrastruktury patří k hlavním hybným silám způsobujícím tyto obvykle již nevratné změny a vytvářejícím bariéry mezi fragmenty stanovišť (Tao *et al.*, 2016). S postupným rozvojem dopravních systémů se jejich dopad na fragmentaci stává stále více problematickým. Fragmentace není pouze fyzickým rozdělením prostoru, ale procesem, který snižuje životaschopnost populací a mění ekosystémové funkce.

Doprava a využití krajiny představují dvě navzájem odlišné složky krajinné sféry, jejichž vzájemný vztah, ačkoliv nemusí být na první pohled úplně zřejmý, je poměrně silný. Jde především o přímý vliv dopravní infrastruktury a doprovodných staveb pro dopravu na zábor půdy v důsledku jejich výstavby a o ovlivnění kvality půd v důsledku provozu a údržby (Sáňka *et al.*, 2012; Zhou *et al.*, 2020). Doprava však působí na využití krajiny také nepřímě. Tím, že kvalitní dopravní dostupnost podněcuje urbánní rozvoj v blízkém okolí komunikace, zvyšuje tlak na zábor půdy rezidenčními a komerčními aktivitami (Jedlička *et al.*, 2019; Nozdrovická *et al.*, 2020). Silnou vazbu však najdeme i opačným směrem – způsob využití a rozvoje území má přímý vliv na poptávku po osobní i nákladní dopravě, tedy i tlak k realizaci nových, či přebudování stávajících, součástí dopravní infrastruktury (Ličbinský, Adamec, 2011).

Některé projevy fragmentace můžeme pozorovat přímo – třeba nárůst počtu volně žijících živočichů zahynuvších na silnicích a železnicích je již dobře zdokumentovaným problémem (Hill *et al.*, 2019). Jsou zde ale také efekty dlouhodobé, které není tak snadné odhalit. Mezi ně patří zejména bariérový efekt, díky kterému jsou výrazně omezeny pohyby a migrační schopnosti jedinců, což má za následek i omezení genetického toku mezi jednotlivými populacemi.

Zároveň představují dopravní sítě bariéru také pro obyvatele venkova, kdy nová komunikace znamená často přerušování lokálních biokoridorů i „sociálních“ koridorů. Bariérový efekt omezuje prostupnost krajiny pro rekreaci a obsluhu území (zemědělství, lesnictví), což mnohdy vede k sociální izolaci částí obcí.

Aby mohla krajina plnit své funkce, je třeba udržet její dostatečnou konektivitu i přes narůstající počet bariér. Konektivitu krajiny dělíme na strukturální a funkční. Zatímco strukturální složka hodnotí fyzickou kontinuitu krajinných prvků bez ohledu na konkrétní organismy, funkční konektivita odráží reálnou schopnost konkrétních druhů překonávat bariéry a využívat různé segmenty krajiny.

Tento příspěvek si klade za cíl přehledně prezentovat možné dopady budování dopravních sítí na konektivitu ve venkovské krajině a zároveň zasadit možná řešení jednotlivých dopadů do kontextu celého životního cyklu komunikace.

ŽIVOTNÍ CYKLUS DOPRAVNÍ TEPNY

Příprava dopravních staveb je kontinuální proces, jednotlivé etapy nemusí být striktně oddělené. V jednotlivých fázích životního cyklu komunikace ale probíhají specifické procesy, kterými musí každý záměr projít, než postoupí do fáze následující. Základní premisou pro řešení dopadů na konektivitu je hledat řešení v co nejranější fázi celého životního cyklu komunikace a na zachování pravidla pro udržitelné strategické plánování doporučovaného mezinárodní organizací IENE (Georgiadis *et al.*, 2018) s kaskádovou hierarchií priorit: Avoidance – Mitigation – Compensation (Předcházení – Zmírňování – Kompenzace).

V Tab. I jsou uvedeny zásadní etapy vývoje záměru včetně příslušných procesů a nástrojů k nim navázaným.

I: Životní cyklus dopravní komunikace dle Hlaváč *et al.* (2020).

Etapa	Klíčové téma	Procesy a nástroje
Dopravní politika	Dopravní koncepce, analýza nadregionálních konfliktů se zelenou infrastrukturou.	Proces SEA (v rámci dopravních koncepcí, PÚR, nebo ZÚR), vč. strategické migrační studie (analytická mapa zahrnující zvláště chráněná území, území soustavy Natura 2000, lokality – biotopy národně významných druhů) Biologický průzkum je obvykle zahajován ve stádiu posuzování koridorů pro vedení trasy
Vymezení dopravního koridoru	Vymezení a průzkum širšího koridoru, vytipování základních konfliktů se zelenou infrastrukturou.	
Výběr trasy	Posouzení navržených variant v rámci koridorů, základní návrh umístění a typ průchodů pro faunu	Proces EIA je základním nástrojem pro uplatnění ekologických požadavků při každé stavbě. Součástí dokumentace EIA je vždy samostatně zpracované vyhodnocení migrace – tzv. rámcová migrační studie, zpracován musí být vždy také plán monitoringu a plán ochrany bioty během výstavby. Pokud záměr nepodléhá procesu EIA, musí být vždy provedeno hodnocení vlivu zamýšleného zásahu dle § 67 ZOPK (tzv. biologické hodnocení), jehož součástí je opět rámcová migrační studie. V rámci EIA je také připravován návrh kompenzačních opatření. Během územního řízení musí být vždy vyřešena ochrana migračních koridorů navazujících na průchody pro faunu v územním plánu, zároveň musí být zajištěné plochy pro kompenzační opatření. Dokumenty z EIA k ochraně fauny se pro územní řízení zpracovávají ve větším detailu (Detailní migrační studie a Plán monitoringu bioty) Stavební řízení – důsledné zapracování všech podmínek EIA, popř. biologického hodnocení a detailní zpracování Projektu monitoringu bioty a Projektu ochrany bioty při stavbě v rámci Zásad organizace výstavby (ZOV)
Projektová příprava	Přesné umístění a parametry průchodů pro faunu, plán monitoringu technických parametrů, povrchu mostů a podmostí, návaznost na okolí, řešení územní ochrany koridorů	
Výstavba	Minimalizace zásahů do přírodních biotopů, zamezení vstupu živočichů na staveniště, ochrana před kontaminací okolí	Biologický dozor Monitoring v průběhu výstavby
Zkušební provoz	Kontrola a odstranění nedostatků	Kontrola funkce všech opatření k ochraně konektivity, odstranění zjištěných problémů
Provoz a údržba	Hodnocení vlivu provozu a údržby na faunu, hodnocení funkčnosti zmírňujících opatření (podchody, nadchody, oplocení), kontaminace prostředí, mortalita živočichů	Monitoring po výstavbě Monitoring efektivity realizovaných opatření Postprojektová analýza

Výše uvedená tabulka nepracuje s fází, kdy komunikace (nebo její část) ztratí svůj funkční význam v dopravním systému a měla by přejít do etapy ukončení provozu a odstranění stavby z krajiny. V praxi se tak často neděje, zejména bývalé páteřní komunikace obvykle zůstávají součástí systému, byť se sníženým funkčním zařazením.

DOPORUČENÍ K ŘEŠENÍ DOPADŮ V JEDNOTLIVÝCH ETAPÁCH ŽIVOTNÍHO CYKLU KOMUNIKACE

Fáze plánování

(etapy Dopravní politika, Vymezení dopravního koridoru, Výběr trasy)

V plánovací fázi je prioritou prevence (*Avoidance*) – rozhodnutí jsou strategická a mají největší potenciál eliminovat negativní dopady dříve, než vzniknou. Hlavním cílem je trasovat dopravní koridory mimo chráněná a jinak citlivá území, vyhýbat se jádrovým územím s výskytem cenných druhů fauny a obecně doposud nefragmentovaným částem krajiny, k čemuž nám pomáhají analýzy krajinné struktury pomocí indexů fragmentace, jako jsou m_{eff} (Anděl *et al.*, 2010) nebo novější IDFK (Dostál *et al.*, 2025), který zohledňuje proměnlivou průchodnost jednotlivých migračních bariér. Zároveň je třeba při plánování předcházet narušení historické sídelní struktury, znehodnocení rekreačního potenciálu území a budoucím omezením rozvoje obcí.

Již v této rané fázi je třeba uvažovat nad výskytem kritických míst, kde dochází k prostorové kolizi s migračními trasami živočichů. Základním nástrojem je Biotop vybraných zvláště chráněných druhů velkých savců, který patří k ÚAP otevřeně poskytovaným AOPK ČR (Strnad, 2021). Ke snížení dopadů fragmentace přispívá také upřednostnění modernizace stávajících dopravních koridorů před výstavbou úplně nových.

Důležitým plánovacím aspektem je tak mezioborová spolupráce s územním a krajinným plánováním, neboť při plánování dopravní infrastruktury je třeba brát v úvahu také všechny ostatní relevantní záměry v území připravované, zejména se zaměřit na synergické dopady paralelně vedených dopravních tras a připravit společné řešení jejich průchodnosti jako celku.

Fáze projektové přípravy

Pokud nelze bariéru a s ní související dopady eliminovat během plánování, nastupuje možnost realizace opatření směřujících k jejich zmírňování (*Mitigation*). Pro snížení bariérového efektu komunikace a jeho dopadů na populace živočichů se navrhuje migrační průchody – ekodukty, podchody a propustky. Klíčem je dosažení celkové míry prostupnosti daného úseku dopravní infrastruktury, vycházející z počtu a rozmístění migračních objektů vč. jejich návaznosti na ekologicky funkční prostředí a migrační trasy cílových druhů – funkcí objektů nemá být pouze zajištění fyzického přechodu jedinců přes překážku, ale umožnit dlouhodobé zachování prostorové, genetické a demografické propojenosti populací, tedy přispívat ke kontinuitě ekologických procesů v krajině. Zkušenosti ukazují, že nejlépe fungující migrační objekty jsou takové, které při splnění minimálních nároků pro jednotlivé skupiny živočichů jsou vhodně zasazeny do krajiny a mají kontinuální návaznost na okolní biotopy. Pohyb fauny v jejich okolí pak optimalizujeme pomocí naváděcích plotů a vegetačních úprav.

Klíčem k efektivnímu zmírňování dopadů dopravních bariér je multifunkčnost – ve venkovské krajině se ve víceúčelové migrační objekty snadno přemění křížení s polními/lesními cestami, ideálně je-li objekt rozčleněn na zónu využívanou lidmi (cesta) a odstíněnou část ponechanou pro volně žijící živočichy. V kategorii podchodů lze skvěle migrační objekty navrhnout zejména z mostů, které zároveň slouží k překonání vodotečí, ponecháme-li vodní tok v podmostí v co nejvíce přírodě blízké podobě a dimenzujeme rozměry mostu tak, aby po stranách řeky zůstal dostatečně široký pás suché země. To je příklad konceptu “přírodě blízkých opatření” (*nature-based solutions*, NBS), který v kontextu dopravních staveb znamená odklon od čistě technokratických řešení ve prospěch propojení jednotlivých součástí stavby s okolními ekosystémy. Místo betonových protihlukových stěn tak jsou preferovány zemní valy s hustou vegetací, místo úzkých betonových rour pro vodu budujeme meandrující příkopy

s mokřadní flórou či zasakovací pásy a betonovou nádrž na sběr splachových vod nahradíme vybudováním usazovacího jezírka s pobřežní vegetací, která přiláká vodní ptactvo i různé obojživelníky atd. NBS tím poskytují mnohé ekologické přínosy i v kontextu adaptací na změnu klimatu: čistí vodu, ochlazují okolí komunikace a zároveň slouží jako biotopy.

I při tom nejlepším technickém návrhu zůstává určitý reziduální dopad do krajiny, který je nutné řešit formou kompenzací (*Compensation*). Kompenzační opatření představují závazek investora stavby nahradit ztracené přírodní hodnoty v jiném místě, čímž se naplňuje cíl No Net Loss (žádná čistá ztráta biodiverzity). Ve venkovské krajině se často jedná o revitalizaci tůní, výsadbu nových interakčních prvků či zakládání remízků na zbytkových plochách v blízkosti komunikace. Tato opatření zároveň podporují i přínosy krajiny pro společnost: nově vytvořené zelené pásy a biokoridory fungují jako prachové a hlukové filtry a zároveň zvyšují estetickou hodnotu a rekreační kapacitu území, která byla stavbou narušena. Efektivní kompenzace pomocí NBS tak vrací krajině její funkčnost.



1: Multifunkční podchod u Klimkovic zajišťuje křížení dálnice D1 s účelovou komunikací, vodním tokem i vytváří migrační prostor pro živočichy

Foto: I. Dostál

Fáze realizace (výstavba)

S výstavbou nastupuje reálný zásah do krajiny a přichází období nejvyššího stresu pro okolní ekosystém i místní obyvatele. Dochází k přímému záboru území a destrukci biotopů, a to obvykle i v okolí samotné stavby. Největším rizikem pro živočichy je přímá mortalita v nezabezpečených výkopech a dočasné zablokování migračních tras stavebním ruchem, neboť zmírňující opatření nejsou doposud realizována. Stres pro obyvatele vyvolává zvýšený pohyb těžké techniky přes jinak klidné obce vč. zvýšení prašnosti a vibrací. Z hlediska rekreačního potenciálu i hospodářského využití pozemků jsou kritické dočasné uzavírky přístupových cest do volné krajiny.

Sledovat minimalizaci negativních vlivů stavby má za úkol její biologický dozor, který dohlíží, aby dočasné zábory nepoškozovaly okolní biotopy a aby stavební práce respektovaly biologické cykly fauny. Typickými opatřeními jsou zákaz hlučných prací v době hnízdění a reprodukce nebo fyzické zabezpečení výkopů pomocí ramp pro únik malých živočichů.

Fáze provozu a údržby

Po uvedení komunikace do provozu péče o konektivitu nekončí, právě naopak. Nejprve je třeba během zkušebního provozu otestovat komplex všech realizovaných opatření, provést krátkodobý monitoring funkčnosti každého objektu, odstranit nalezené nedostatky a případně i provést návrh opatření nových, ukáží-li se ta původní jako nedostatečná. Doplnkové výsadby zeleně v této fázi nejsou ještě vzrostlé, a tak vyžadují speciální péči.



2: Poškozené oplocení podél komunikace je třeba uvést do řádného stavu, jinak neplní svou funkci – ekodukt Jenišov na D6

Foto: I. Dostál

Následuje desetiletí trvající období běžného provozu a údržby. Ta vyžaduje kontinuální péči o funkčnost jednotlivých mitigačních prvků, pravidelnou kontrolu oplocení a jeho okamžité opravy, pravidelné čištění propustků od sedimentů. Důležitý je i management zeleně, aby naváděcí trasy k ekoduktům nezarostly nevhodnými dřevinami, které by zvířata odrazovaly. Zároveň je nezbytný monitoring funkčnosti jednotlivých průchodů, který pomocí fotopastí či sledování stopních drah ověřuje, zda navržená opatření jsou využívána živočichy a skutečně tak plní svůj účel. Data z monitoringu silniční mortality pak odhalí tzv. hot-spoty, kde musí být zabezpečení komunikace operativně doplněno o dodatečné oplocení, čímž se zároveň zvyšuje bezpečnost silničního provozu. K tomu lze úspěšně využít databází, jako www.srazenazver.cz (Bíl *et al.*, 2017).

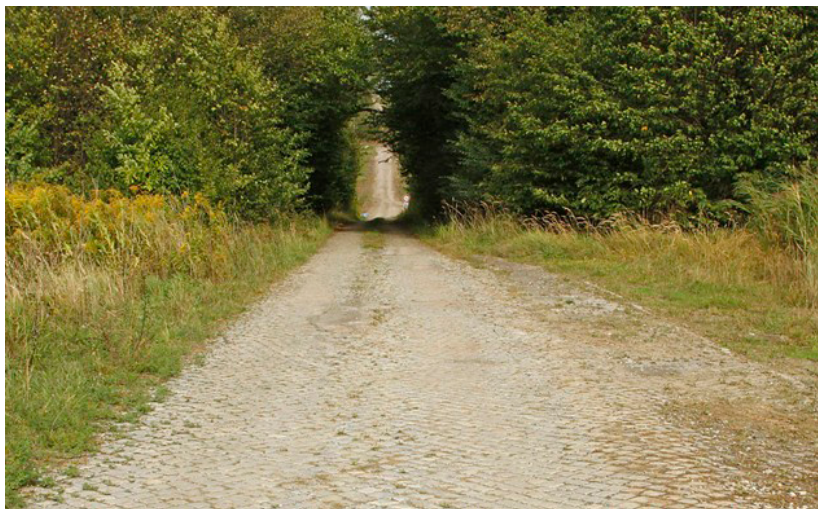
Z dopravního hlediska je důležité sledovat postupný nárůst intenzity dopravy, která bariérový efekt zvyšuje. K tomu se mohou přidávat další negativní vlivy, jako zatížení okolí emisemi znečišťujících látek a hluku nebo šíření nežádoucích nepůvodních druhů rostlin podél cest. Důležitá je také zpětná vazba od místních komunit ohledně přístupnosti krajiny.

Postprojektový monitoring je významný z hlediska jeho informační hodnoty – říká nám, která opatření fungují, dávají smysl a která nikoliv, kde byla v minulosti udělána chyba a je třeba ji napravit.

Fáze ukončení provozu a odstranění stavby

Tato fáze, často opomíjená, představuje nejvyšší stupeň nápravy dopadů dopravní stavby do krajiny a návrat k přirozené konektivité (tzv. *rewilding*). Není-li stavba dále využívána pro nějaký jiný účel, často v praxi dochází pouze k opuštění stavby a jejímu zanechání napospas přírodním procesům. Správným přístupem by tedy mělo být odstranění nepotřebných asfaltových ploch a následná rekultivace podloží, které umožní půdě znovu plnit své retenční a biologické funkce. Součástí by mělo být i odstranění výrazných náspů a zářezů, které deformují přirozený reliéf krajiny a pohyb podzemní vody.

Staré úseky silnic nebo železnic, které byly nahrazeny přeložkami či opuštěny, mohou být také transformovány na tzv. Greenways – přírodní cesty se zpevněným přírodním povrchem, které jsou přístupné pro drobnou faunu a zároveň poslouží lidem k aktivní rekreaci, čímž podpoří sociální složku konektivity.



3: Opuštěný úsek bývalé silnice I/48 nedaleko Libhoště
Foto: I. Dostál

ZÁVĚR

K dosažení ekologicky udržitelné dopravní infrastruktury je třeba zmírňovat dopady fragmentace krajiny, což se neobejde bez integrovaného přístupu zahrnujícího nejen ekologické, ale i ekonomické a sociální aspekty. Bez multioborového pohledu nelze aplikovat široce využitelné nástroje pro hodnocení, prevenci a zejména zmírňování dopadů infrastruktury na biodiverzitu, a to ve vztahu k celému jejímu životnímu cyklu (plánování, výstavba, období vlastní provozu, modernizace i případné vyřazení předmětné komunikace z dopravní sítě). Jako reakce na tyto výzvy se do popředí dostává koncept Nature-Based Solutions (NBS), který na rozdíl od tradičního technokratického inženýrství hledá inspiraci v přírodních procesech. NBS v kontextu dopravních staveb neznamenají pouze estetickou úpravu okolí cest, ale celkovou funkční integraci stavby a souvisejících ekosystémů do krajinného celku.

POUŽITÁ LITERATURA

- ANDĚL, P., PETRŽÍLKA, L., GORČICOVÁ, I. 2010. *Indikátory fragmentace krajiny: metodická příručka*. Liberec: Evernia, 62 s. ISBN 978-80-903787-7-3
- BÍL, M., KUBEČEK, J., SEDONÍK, J., ANDRÁŠIK, R. 2017. Srazenazver.cz: A system for evidence of animal-vehicle collisions along transportation networks. *Biological Conservation*. 213, 167–174. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.07.012>
- DOSTÁL, I., ANDĚL, P., HAVLÍČEK, M., TIŠLEROVÁ, A., PETROVIČ, F. 2025. *Indikátor dynamiky fragmentace krajiny*. Brno: CDV, 76 s. ISBN 978-80-88655-58-9
- GEORGIADIS, L., ADELSKÖLD, T., AUTRET, Y., BEKKER, H., BÖTTCHER, M., HAHN, E., ROSELL, C., SANGWINE, T., SEILER, A., SJÖLUND, A. 2018. *Joining Ecology and Transportation for 20 years. History review of Infra Eco Network Europe*. Linköping (Sweden): IENE, 72 s.
- 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. J., LAURANCE, W. F., LEVEY, D. J., MARGULES, C. R., MELBOURNE, B. A., NICHOLLS, A. O., ORROCK, J. L., SONG, D. X., TOWNSHEND, J. R. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*. 1(2), e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

- HILL, J. E., DEVAULT, T. L., BELANT, J. L. 2019. Cause-specific mortality of the world's terrestrial vertebrates. *Global Ecology and Biogeography*. 28(5), 680–689. <https://doi.org/10.1111/geb.12881>
- HLAVÁČ, V., ANDĚL, P., PEŠOUT, P., LIBOSVÁR, T., ŠIKULA, T., BARTONICKÁ, T., DOSTÁL, I., STRNAD, M., UHLÍKOVÁ, J. 2020. *Doprava a ochrana fauny v České republice*. Metodika AOPK ČR. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 293 s. ISBN 978-80-7620-070-8
- JEDLIČKA, J., HAVLÍČEK, M., DOSTÁL, I., HUZLÍK, J., SKOKANOVÁ, H. 2019. Assessing relationships between land use changes and the development of a road network in the Hodonín region (Czech Republic). *Quaestiones Geographicae*. 38(1), 145–159. <https://doi.org/10.2478/quageo-2019-0003>
- KEIL, P., STORCH, D., JETZ, W. 2015. On the decline of biodiversity due to area loss. *Nature Communications*. 6, 8837. <https://doi.org/10.1038/ncomms9837>
- LIČBINSKÝ, R., ADAMEC, V. 2011. The Unfavorable Influence of Transport on the Environment. *Transactions on Transport Sciences*. 4(2), 91–112. <https://doi.org/10.2478/v10158-011-0010-z>
- NOZDROVICKÁ, J., DOSTÁL, I., PETROVIČ, F., JAKAB, I., HAVLÍČEK, M., SKOKANOVÁ, H., FALŤAN, V., MEDERLY, P. 2020. Land-Use Dynamics in Transport-Impacted Urban Fabric: A Case Study of Martin–Vrútky, Slovakia. *Land*. 9(8), 273. <https://doi.org/10.3390/land9080273>
- SÁŇKA, M., PAVKA, P., JEDLIČKA, J. et al. 2012. *Návrh nového systému plošné ochrany půdy v ČR s ohledem na její multifunkční využití – optimalizační model hodnotících kritérií pro prostorové plánování, legislativní a ekonomické nástroje*. Brno: Ekotoxa, 101 s.
- STRNAD, M. 2021. Biotop vybraných zvláště chráněných druhů velkých savců. *ISOP*. [cit. 2026-03-30] <https://portal.nature.cz/w/biotop-vybranych-zvlaste-chranenych-druhu-velkych-savcu>
- TAO L., TIANHAI Z., ZHIFANG W., YONGHONG G. 2016. Driving Forces of Landscape Fragmentation due to Urban Transportation Networks: Lessons from Fujian, China. *Journal of Urban Planning and Development*. 142(2), 04015013. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.000029](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.000029)
- ZHOU, T., LUO, X., HOU, Y., XIANG, Y., PENG, S. 2020. Quantifying the effects of road width on roadside vegetation and soil conditions in forests. *Landscape Ecology*. 335, 69–81. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00930-8>

Contact Information / Kontaktní údaje

Ivo Dostál: ivo.dostal@cdv.gov.cz,  <https://orcid.org/0000-0002-1187-1800>

Marek Havlíček:  <https://orcid.org/0000-0002-7048-2143>