

Fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou a její vliv na migrační podmínky živočichů

Anděl, P.: Landscape Fragmentation Caused by Traffic and its Impact on Wildlife Migration. *Životné prostredie*, 2013, 47, 2, p. 90 – 94.

In the recent decades, our landscape has been undergoing substantial changes. Landscape fragmentation by newly established roads and industrial and settlement infrastructure is globally considered one of the most serious threats to biodiversity. In the CR, the decrease of unfragmented areas by traffic (UAT) from 81 % in the 1980 to 63 % in the 2005 with the prognosis of 51 % in the 2040 confirms the obvious negative trend. Nature conservation finds itself at the stage of certain transition. The current predominant focus on the conservation of habitats should be extended to conservation of landscape networks. The current legislative protection of landscape networks is insufficient, therefore the article presents special concept of landscape connectivity of large mammals, usable for all of wide range of forest animal species. Finally, some general principles when minimising the barrier effect and wildlife mortality are recommended.

Key words: landscape fragmentation, wildlife passages, traffic, migration

Ochrana přírody v Evropě stojí na prahu nové etapy. Po prvním období, zaměřeném na druhovou ochranu, a druhém období, orientovaném na ochranu ekosystémů, přichází etapa, kdy základním předmětem ochrany budou komplexní krajinné ekologické sítě. *Ekologická síť* je zde chápána jako prostorový krajinný útvar, který zahrnuje jak místa s vhodnými biotopy pro trvalou existenci druhů, tak plošné nebo liniové útvary, které umožňují jejich funkční propojení. A stejně tak jako je ochrana jednotlivých druhů neúčinná bez ochrany celých ekosystémů, do nichž tyto druhy svými vazbami náleží, tak i samotná ochrana ekosystémů nemůže být efektivní bez ochrany celé ekologické sítě, která v krajině tyto ekosystémy spojuje.

Důvodem, proč se tato skutečnost dostává do popředí až nyní, jsou rozsáhlé změny v krajině způsobené lidskou činností v posledních desetiletích. Spojovací prvky mezi ekosystémy v krajině se dříve vyskytovaly plošně a přirozeně, tato jejich vlastnost byla přijímána jako samozřejmost a byla jí věnována relativně malá pozornost. V současnosti rozsáhlá výstavba sídel ve volné krajině, průmyslové a skladovací areály stavěné na zelené louce, rozvoj dálnic, silnic a další dopravní infrastruktury vedou k vytváření husté sítě bariér, které blokují a likvidují původní krajinnou ekologickou síť. Tento proces je obecně označován jako *fragmentace krajiny*. Samotná krajina již přestává spojovací funkci plnit automaticky, a je proto nezbytné zajistit ochranu těch prvků, které v krajině zbývají a tuto funkci stále ještě plní. Pro řadu druhů živočichů se krajina stává neprůchodnou, a tím je z dlouhodobého hlediska ohrožena samotná existence těchto druhů (Anděl a kol., 2011).

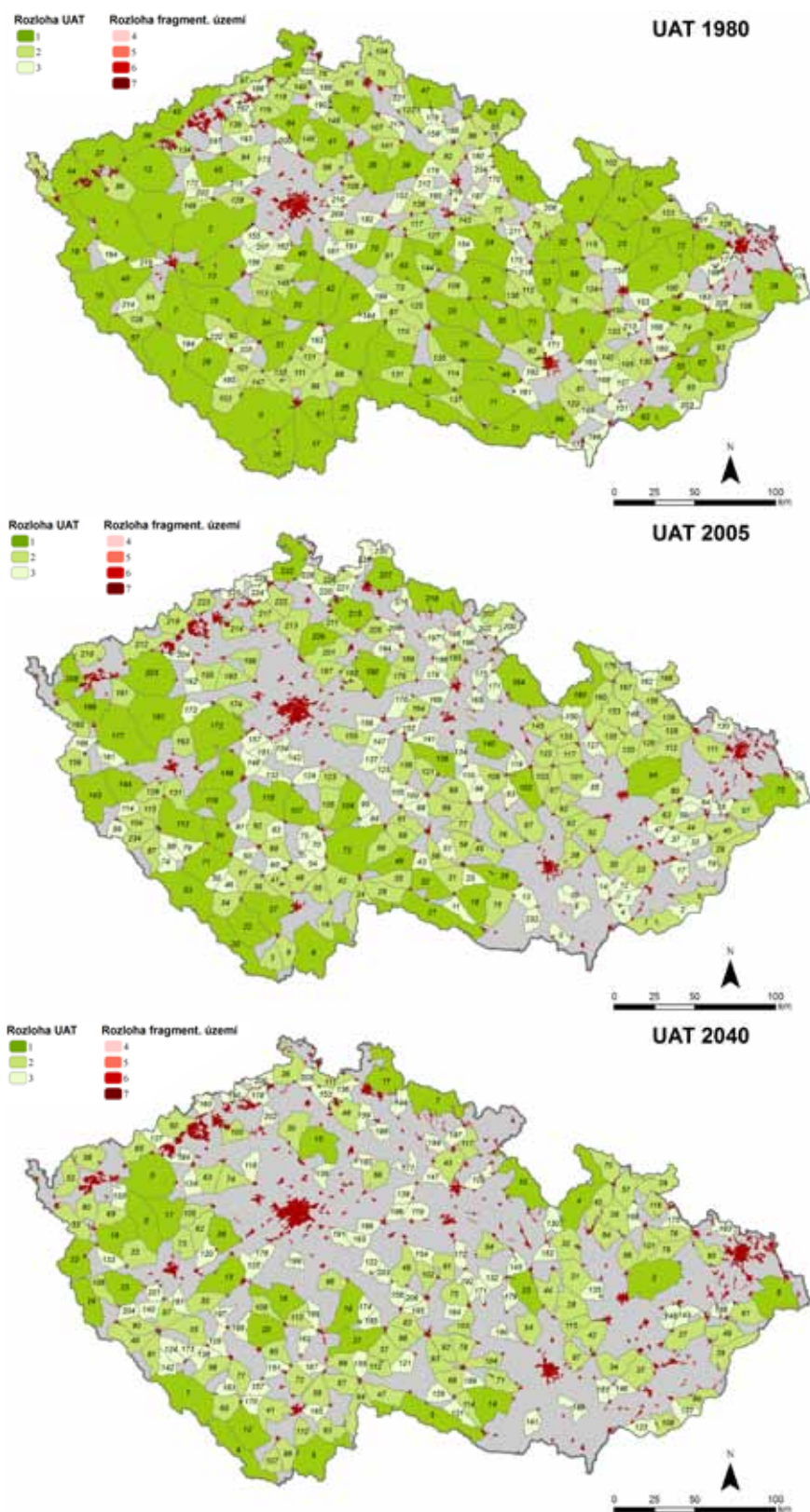
Následující příspěvek se zabývá několika vzájemně provázanými aspekty fragmentace krajiny. Jedná se (a) o způsoby hodnocení a kvantifikaci fragmentace, které jsou předpokladem pro sledování vývoje v krajině, (b) o koncepci ochrany průchodnosti krajiny pro velké savce, kteří představují velmi ohroženou skupinu a dále (c) o hlavní zásady při zajišťování průchodnosti nových dopravních staveb. Konkrétní příklady jsou uváděny z České republiky, u základních zásad řešení lze předpokládat dosti obecnou platnost.

Způsoby hodnocení fragmentace krajiny

Prvním krokem proto, aby bylo možné zahrnout problematiku fragmentace krajiny do plánovacích a rozhodovacích procesů, je zavedení postupů pro její kvantifikaci. Obecně převládají dva základní přístupy.

První skupinou jsou metody stanovující numerické indikátory fragmentace. Mezi těmito metodami se doposud nejvíce rozšířila metoda **stanovení efektivní velikosti oka** (*effective mesh size* – M_{eff}) podle prací Jaeger (2000); Jaeger et al. (2007) atd. M_{eff} je číselný indikátor fragmentace krajiny rozdělené bariérami na dílčí izolované plochy. Indikátor vychází z výpočtu pravděpodobnosti, že dva jedinci náhodně umístění do studovaného území se budou nacházet v jedné ploše, že tedy nebudou odděleni bariérou. M_{eff} se stanoví podle vzorce: $M_{\text{eff}} = (1/A_i) \cdot \sum A_i^2$, kde A_i je rozloha jednotlivých izolovaných ploch (km²) a A_j je rozloha celého hodnoceného území (km²) (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).

Druhou skupinou jsou metody vymezující nefragmentované území. Principem těchto metod je, že podle určeného algoritmu se definuje území, které je považováno za nefragmentované a které zaslouží určitou



Obr. 1. Vývoj fragmentace krajiny dopravou podle UAT (nefragmentovaných oblastí dopravou) v České republice v letech 1980 a 2005 a s prognózou v roce 2040. Zdroj: Anděl, Petržílka, Gorčicová (2010)
 Legenda: Rozloha nefragmentovaného území: 1 – nad 300 km², 2 – 150 – 300 km², 3 – 100 – 149 km²; Rozloha fragmentovaného území: 4 – 50 – 99 km², 5 – 2 – 49 km², 6 – do 2 km², 7 – urbanizované plochy (nad 2 km²)

zvláštní ochranu. Výhodou tohoto postupu je možné zobrazení nefragmentovaného území v mapách, což s ním umožní práci jako s ostatními územními limity (např. zvláště chráněná území) při územním plánování, v rámci procesu EIA (*Environmental Impact Assessment*) aj. Reprezentantem těchto metod je stanovení **nefragmentovaných oblastí dopravou** (UAT – *Unfragmented Area by Traffic*) podle Gawlak, 2001; Illmann, Lehrke, Schäfer (eds.), 2000. Nefragmentovaná oblast je definována jako území, které splňuje současně tyto podmínky: (a) je ohraničeno silnicemi s intenzitou dopravy větší než 1 000 vozidel/den, nebo více Kolejnými železnicemi, (b) má větší rozlohu než 100 km² (Anděl a kol., 2005).

V České republice byla fragmentace krajiny sledována od roku 1980 do roku 2005 s prognózou roku 2040 (obr. 1). Negativní trend, tedy pokles nefragmentovaných oblastí z 81 % rozlohy ČR v roce 1980 na 63 % v roce 2005 s prognózou 51 % v roce 2040 je dobře patrný. Tyto výsledky potvrzuje i stále se zmenšující hodnoty efektivní velikosti oka. V roce 1980 byla hodnota M_{eff} 397,3 km², v roce 2005 hodnota 216,2 km² a prognóza pro rok 2040 je 165,0 km². Výsledky obou metod ukazují na alarmující nárůst fragmentace krajiny v ČR.

Koncepce ochrany průchodnosti krajiny pro velké savce

Legislativa ochrany přírody a krajiny založená na zákoně č. 114/1992 Sb. v platném znění, má řadu nástrojů na ochranu biotopů a jednotlivých druhů (zvláště chráněná území, Natura 2000, významné krajinné prvky aj.), ale pouze jediný nástroj zaměřený přímo na ochranu ekologické sítě. Tím je *územní systém ekologické stability* (ÚSES). Jedná se o ucelený hierarchický systém ochrany vhodných biotopů pro trvalou existenci organismů (biocenter) a propojovacích prvků (biokoridorů a interakčních prvků).

Základní předností ÚSES je systémový přístup k řešení, celorepubliková působnost, provázanost s územním plánováním a realizací konkrétních opatření v krajině a také dlouhodobé zkušenosti.

Jeho nevýhodou je, že dovoluje plánovat biokoridory s přerušením neprůchodnou bariérou, které se tím stávají neprůchodné pro řadu živočichů. Kritickou skupinou z tohoto pohledu jsou tzv. velcí savci (rys, medvěd, vlk, los, jelen), kteří obývají rozsáhlé biotopy a často se pohybují v krajině na velké vzdálenosti. Důvodem pro jejich ochranu je (kromě ochrany druhů samotných) skutečnost, že představují reprezentanty širokého spektra lesních druhů. Proto bylo nutné pro ochranu průchodnosti krajiny pro dálkové migrace velkých savců navrhnout samostatnou koncepci. Ta je založena na vymezení a ochraně tří hierarchicky uspořádaných jednotek (Anděl, Mináriková,

Andreas, eds., 2010):

- *Migračně významná území (MVÚ)* – jsou nejvyšší vymezenou jednotkou. Vychází ze základní koncepce udržení průchodnosti krajiny ve vazbě na větší zoogeografické celky (např. propojení Karpatské soustavy a Českého masivu). Jedná se o široká území, která zahrnují oblasti jak pro trvalý výskyt druhů, tak pro zajištění migrační propustnosti. V rámci ČR zaujímají cca 42 % rozlohy. V těchto územích by měla být problematika fragmentace krajiny zařazována jako jedno z povinných rozhodovacích hledisek v rámci územního plánování a investiční přípravy (obr. 2).
- *Dálkové migrační koridory (DMK)* – jsou základní jednotkou pro zachování dlouhodobě udržitelné průchodnosti krajiny. Jsou to liniové struktury délky v desítkách kilometrů a šířky v průměru 500 m, které propojují oblasti významné pro trvalý a přechodný výskyt velkých savců. Jejich základním cílem je zajištění alespoň minimální, ale dlouhodobě udržitelné konektivity krajiny. Celková délka v ČR je cca 10 000 km. DMK jsou významným nástrojem pro koordinaci zájmů ochrany přírody a rozvoje území. Bez jejich vymezení dochází k tomu, že významný koridor, do jehož průchodnosti byly investovány značné prostředky, např. výstavbou ekoduktů na dálnicích, je znehodnocen realizací jiné bariéry. Vymezené DMK jsou zásadním podkladem pro přípravu konkrétních technických opatření na pozemních komunikacích (obr. 3).
- *Migrační trasy (MT)*. MT představují detailní řešení překonání kritických míst v rámci migračního koridoru. Jedná se o podrobně vymezené trasy v šířce řádově stovek až desítek metrů, u kterých jsou přesně specifikována technická optimalizační opatření. Migrační trasy jsou řešeny zejména v rámci územního plánování a procesu EIA. Výstupem při řešení migračních tras je konkrétní návrh migračních objektů a dalších opatření na silnicích a dálnicích.

Zásady při zajišťování průchodnosti pozemních komunikací

Při minimalizaci bariérového efektu a mortality na komunikacích je třeba vzájemně propojit tři okruhy otázek: (1) pro koho je dané řešení navrženo, tj. jakých druhů živočichů se týká (objekty fragmentace), (2) jaké řešení je navrženo, tj. jaký typ opatření je třeba přijmout, (3) jak uskutečnit dané řešení, tj. jakým způsobem realizovat daná opatření v rámci investiční výstavby.

Při návrhu opatření je třeba vycházet z následujících obecných zásad a ty aplikovat na konkrétní místní podmínky (Anděl a kol., 2011):

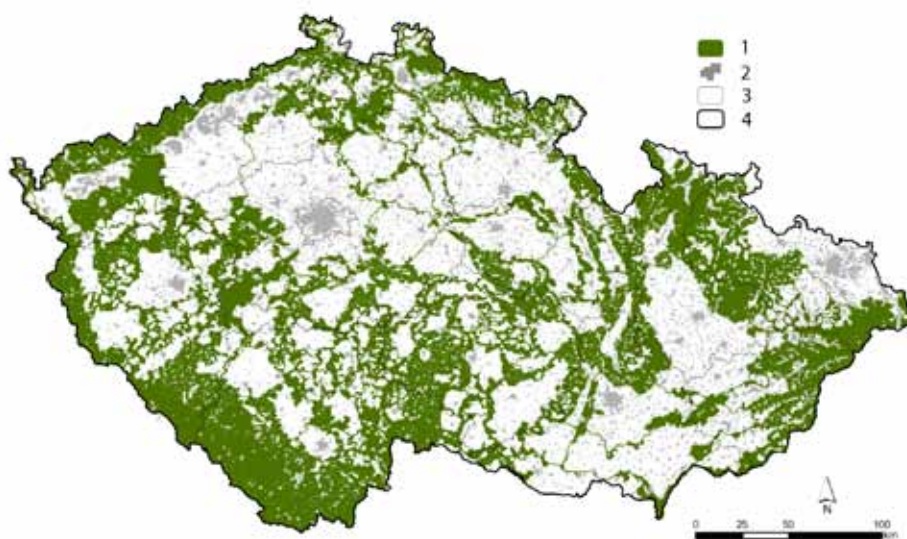
- a) Řešení problematiky fragmentace pro všechny relevantní druhy živočichů. Z praktického hlediska je vhodné druhy seskupit do základních kategorií s podobnými migračními vlastnostmi. Doporučeny jsou následující kategorie: A – velcí savci a druhy nejnáročnější na parametry objektů (jelen, rys, medvěd, vlk, los), B – ostatní kopytníci (srnec, prase divoké), C – savci střední velikosti, kteří se dále dělí na C1 (liška, jezevec, drobné kunovité šelmy, C2 (vydra – obr. 4), D – obojživelníci, plazi, drobní savci, E – ryby a ostatní vodní živočichové, F – ptáci a netopýři, G – společenstva rostlin, bezobratlých živočichů a drobných obratlovců. Výběr relevantních druhů bude proveden v migrační studii.

- b) Opatření na snížení bariérového efektu jako povinná kompenzační opatření na všech nových pozemních komunikacích a při rekonstrukci stávajících komunikací.

- c) Řešení problematiky fragmentace ve všech stupních investiční přípravy, od vyhledávacích studií až po realizační dokumentace. Spoluúčast ekologa na projekční přípravě je nezbytná ve všech stupních.

- d) Rovnocenné respektování biotické a technické složky. Při návrhu technických opatření je předmětem řešení střet mezi faunou (biotickou složkou) a po-

- e) Účinnost navrženého opatření jako funkce ekologických podmínek a technického řešení. Požadované účinnosti migračního objektu může být dosaže-



Obr. 2. Migračně významná území v České republice. Zdroj: Anděl, Mináriková, Andreas, eds. (2010)

Legenda: 1 – migračně významná území, 2 – zastavěné plochy, 3 – krajská hranice, 4 – státní hranice



Obr. 3. Dálkové migrační koridory v České republice. Zdroj: Anděl, Mináriková, Andreas, eds. (2010)

Legenda: 1 – dálkové migrační koridory, 2 – zastavěné plochy, 3 – krajská hranice, 4 – státní hranice



Obr. 4. Vydra říční prochází podchodem po tzv. suché cestě (Českomoravská vrchovina, 2000). Foto: Václav Hlaváč

no pouze za současného splnění dvou hlavních požadavků: (1) vhodných ekologických podmínek a (2) vhodného technického řešení. Modelem pro hodnocení u migračních objektů je pravděpodobnostní veličina, tzv. migrační potenciál (MP), který se stanovuje jako součin migračního potenciálu ekologického (MPE) a migračního potenciálu technického (MPT). Jako pravděpodobnostní veličina nabývá migrační potenciál hodnot v intervalu od 0,0 (zcela nevyhovující) do 1,0 (ideální podmínky). Migrační potenciály se stanovují expertním odhadem.

- f) *Individuální přístup ke každému migračnímu profilu.* Všechna obecná doporučení je třeba vždy aplikovat na konkrétní místní podmínky.
- g) *Priorita využívání primárně navržených objektů.* Při návrhu migračních opatření budou přednostně využívány (1) tzv. primárně navržené objekty (objekty zde navržené z jiného důvodu než z důvodu migrace), dále (2) tzv. optimalizované objekty (primárně navržené objekty, u kterých byla provedena dílčí úprava nebo vhodné navádění k objektu). Teprve v případě, že řešení podle postupu (1) ani (2) není naprosto vyhovující, budou realizovány (3) tzv. speciální objekty (stavěné s hlavním účelem migrace). Rozměrové parametry speciálních objektů závisí nejen na účelu objektu, ale současně i na ekologických podmínkách okolí.
- h) *Kombinace opatření umožňujících a zabraňujících průchod přes komunikaci.* Snížení negativního vlivu na faunu lze nejlépe dosáhnout současnou kombinací (1) opatření, která průchod umožňují (migrační objekty – snižují fragmentaci populace) a (2) opatření, která brání vstupu na vozovku (oplocení – snižují mortalitu živočichů). Vhodný poměr obou typů opatření určuje na základě místních podmínek migrační studie.
- i) *Migrační studie jako povinný podklad při investiční*

přípravě silnic a dálnic. Pro každý projekt přípravy nové nebo rekonstrukce stávající silnice a dálnice zpracovávat jako povinnou součást podkladů pro proces EIA (nebo SEA – *Strategic Environmental Assessment*), pro územní řízení a pro stavební řízení samostatné migrační studie (v postupné hierarchii: strategická – rámcová – detailní migrační studie). V nich bude odborně vyhodnocen bariérový efekt stavby, navržena opatření na jeho snížení i aplikace výše uvedených zásad. Migrační studie bude schvalovat příslušný orgán ochrany přírody.

* * *

Fragmentace krajiny se v České republice i v celé Evropě stále zvyšuje a stává se jednou z klíčových hrozeb při ochraně biodiverzity. Je tedy vysoce aktuální nutností zařadit tuto problematiku do všech relevantních koncepčních materiálů a především do územního plánování.

Na fragmentaci krajiny se podílí veškerá lidská činnost v území. Výstavba dopravní infrastruktury je jen jednou součástí. Stejně závažnou je výstavba nových sídel a průmyslových areálů mimo intravilány obcí na zelené louce, rozšiřování sídelních aglomerací (*urban sprawl*), vzájemné propojování sídel a další aktivity. Proto může být potřebného efektu omezování fragmentace dosaženo pouze začleněním této problematiky do územního plánování všech stupňů.

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.
- Anděl, P., Gorčicová, I., Hlaváč, V., Miko, L., Andělová H.: Hodnocení fragmentace krajiny dopravou. Metodická příručka. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005, 99 s.
- Anděl, P., Mináriková, T., Andreas, M. (eds.): Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce. Liberec: Evernia, 2010, 137 s.
- Anděl, P., Petržílka, L., Gorčicová, I.: Indikátory fragmentace krajiny. Metodická příručka. Liberec: Evernia, 2010, 62 s.
- Gawlak, Ch.: Unzerschnittene Verkehrsarme Räume in Deutschland 1999. Natur und Landschaft, 2001, 76, 11, p. 481 – 484.
- Illmann, J., Lehrke, S., Schäfer, H. J. (eds.): Nature Data 1999. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 2000, 266 p.
- Jaeger, J. A. G.: Landscape Division, Splitting Index, and Effective Mesh Size: New Measures of Landscape Fragmentation. Landscape Ecology, 2000, 15, 2, p. 115 – 130.
- Jaeger, J. A. G., Schwarz-von Raumer, H.-G., Esswein, H., Müller, M., Schmidt-Lüttmann, M.: Time Series of Landscape Fragmentation Caused by Transportation Infrastructure and Urban Development: A Case Study from Baden-Württemberg, Germany. Ecology and Society, 2007, 12, 1, 22 p.

Doc. RNDr. Petr Anděl, CSc., andel@evernia.cz
Evernia, s. r. o., Tř. 1. máje 97, 460 01 Liberec