

VÝSTAVBA DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY A FRAGMENTACE KRAJINY

„SILNICE SPOJUJÍ I ROZDĚLUJÍ“



VÝSTAVBA DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY A FRAGMENTACE KRAJINY

Autoři: Petr Anděl, Ivo Dostál, Anna Tišlerová

Grafická úprava: Sabina Jánošíková

Brno, 2025

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Za finanční podpory Ministerstva dopravy ČR



Ministerstvo dopravy

Obsah

| | |
|--|----|
| VÝSTAVBA DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY A FRAGMENTACE KRAJINY | 5 |
| SOUHRN..... | 5 |
| ZKRATKY A VYBRANÉ TERMÍNY..... | 9 |
| 1. Úvod..... | 10 |
| 2. SILNIČNÍ DOPRAVA, SPOLEČNOST A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ..... | 11 |
| 2.1 Nárůst dopravních výkonů..... | 11 |
| 2.2 Vzájemné ovlivňování dopravních staveb a sídelní infrastruktury | 12 |
| 2.3 Silniční doprava a životní prostředí | 13 |
| 3. SILNIČNÍ DOPRAVA A VOLNĚ ŽIJÍCÍ ŽIVOČICHOVÉ..... | 14 |
| 3.1 Kategorizace fauny z hlediska dopravy..... | 14 |
| 3.2 Vlivy dopravní infrastruktury na volně žijící živočichy | 18 |
| 4. FRAGMENTACE KRAJINY..... | 20 |
| 4.1 Definice fragmentace krajiny | 20 |
| 4.2 Vlastnosti a typy bariér | 20 |
| 4.3 Bariérový efekt silnic a dálnic..... | 22 |
| 5. OPATŘENÍ NA SNIŽOVÁNÍ BARIÉROVÉHO EFEKTU | 24 |
| 5.1 Metodika snižování bariérového efektu..... | 24 |
| 5.2 Technická řešení..... | 25 |
| 5.3 Praktická realizace opatření na snižování bariérového efektu..... | 28 |
| 6. VÝVOJ FRAGMENTACE KRAJINY V ČR V LETECH 1990-2020 | 31 |
| 6.1 UAT – nefragmentovaná území dopravou | 31 |
| 6.2 IDFK – indikátor dynamiky fragmentace krajiny..... | 34 |
| 7. PERSPEKTIVA DALŠÍHO VÝVOJE FRAGMENTACE KRAJINY | 39 |
| 7.1 Vývoj zdrojů bariérového efektu..... | 39 |
| 7.2 Další postup při snižování bariérového efektu při výstavbě dopravní infrastruktury | 40 |
| 8. ZÁVĚR..... | 41 |
| LITERATURA..... | 42 |

VÝSTAVBA DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY A FRAGMENTACE KRAJINY

„SILNICE SPOJUJÍ I ROZDĚLUJÍ“

SOUHRN

(1) **Cíl publikace.** Fragmentace krajiny je proces, kdy realizací dopravních, sídelních a dalších bariér dochází k rozdrobení krajiny na stále menší části, které již nedokáží plnit své funkce. Jedná se o důležité, ale současně i velmi složité téma. Netýká se pouze pohybu volně žijících živočichů, ale významně i člověka, jak z hlediska vnímání krajiny, tak především dopravních nehod se zvěří, a tedy bezpečnosti silničního provozu. Cílem publikace je v přehledné formě začlenit tuto problematiku do širšího ekonomického, společenského a ekologického kontextu, upozornit na její komplexní charakter a dokumentovat vývoj fragmentace krajiny v ČR v letech 1990-2020.

(2) **Nárůst dopravy.** Doprava je zásadní součástí dnešní ekonomiky a života společnosti. Za období 34 let (1990-2024) došlo k jejím enormnímu nárůstu. Počet osobních automobilů v ČR vzrostl 2,8x, nákladních automobilů 5x a celkový výkon silniční dopravy se zvýšil 6,6x. Délka dálniční sítě vzrostla 4,4x. Vybrané ukazatele jsou v tab. (1). Rozvoj dopravy nelze ale hodnotit izolovaně, ale vždy jen v kontextu rozvoje dalších odvětví, především průmyslové a sídelní infrastruktury.

(3) **Doprava a volně žijící živočichové.** Doprava působí na faunu následujícími základními vlivy: (i) přímá mortalita na silnicích, (ii) ztráta a přeměna biotopů, (iii) fragmentace populací a krajiny, (iv) chemická kontaminace okolí, (v) rušení – hluk, vizuální kontakt, světelné znečištění. Všechny tyto vlivy se vzájemně kombinují a fragmentaci musíme tedy posuzovat v kontextu s ostatními.

(4) **Kategorizace fauny z hlediska vztahu k dopravě.** Faunu z hlediska vztahu k dopravě dělíme do sedmi základních kategorií: (A) velcí savci, (B) středně velcí kopytníci, (C) savci do velikosti jezevce a lišky, (D) obojživelníci a plazi, (E) ryby a ostatní vodní živočichové, (F) ptáci a letouni, (G) suchozemští bezobratlí a společenstva rostlin a živočichů. Při přípravě silnic a dálnic (proces EIA) se posuzují všechny kategorie, relevantní pro daný úsek. Při hodnocení fragmentace na celostátní úrovni se zabýváme především kategorií A (z důvodu zachování dálkových migračních koridorů) a kategorií B ve vztahu k dopravním nehodám se zvěří a bezpečností silničního provozu.

(5) **Zdroje fragmentace krajiny.** Hlavními zdroji bariérového efektu a tím i fragmentace jsou: (a) silnice a dálnice – viz další body, (b) železnice – především vysokorychlostní tratě, (c) vodní toky a plochy, (d) ploty a ohradníky – jsou významné na lokální úrovni, (e) osídlení – sídla, průmyslové, těžební, skladové, komerční areály aj. – jedná se o zcela zásadní zdroj fragmentace, (f) intenzivní zemědělství. Všechny tyto typy bariér se vzájemně kumulují a vlivy silnic a dálnic je nutné hodnotit pouze ve vazbě na ostatní bariéry, především na sídelní infrastrukturu.

(6) **Bariérový efekt silnic a dálnic.** Rozlišujeme dvě složky bariérového efektu: (i) statická složka – je daná technickým řešením komunikace a zastoupením opatření zvyšujících průchodnost, především migračních objektů (viz bod 8) a opatření snižujících průchodnost (oplocení); (ii) dynamická složka – je určená automobilovým provozem na komunikaci. Důsledkem stálého zvyšování celkového dopravního výkonu je i nárůst ročních průměrných dopravních intenzit (RPDI) na všech kategoriích komunikací – viz tab. (1). Největší zvýšení za období 1990-2020 bylo na dálnicích (2,6x), což ukazuje, že dálnice přebírají velkou část dopravního výkonu. Významný je ale i zjištěný nárůst na silnicích nižších tříd (III. třída 1,3x) a z toho vyplývající jejich rostoucí bariérový efekt.

(7) **Procesy ke snižování bariérového efektu.** Základními předpoklady pro snižování bariérového efektu je legislativní zakotvení a příslušné metodické materiály. Při přípravě nových silnic a dálnic je minimalizace bariérového efektu řešena v rámci procesu posuzování vlivů na životní prostředí (EIA) a při řízeních v rámci zákona o ochraně přírody a krajiny. Jako odborný podkladový materiál jsou připravovány tzv. migrační studie (strategická, rámcová, detailní). První kompletní metodická příručka byla vydána v roce 2001, důležitým podkladem pro projektanty se staly Technické podmínky TP 180 vydané Ministerstvem dopravy v roce 2006 (MD ČR, 2006). Dnes je klíčovým metodickým materiálem příručka Doprava a ochrana fauny v ČR (Hlaváč et al., 2020).

(8) **Migrační objekty.** Zásadním opatřením pro zvýšení průchodnosti silnic a dálnic je realizace migračních objektů. Jedná se o mosty, které svými parametry migraci umožňují. Pro zajištění požadované účinnosti je třeba zajistit současné splnění technických i ekologických parametrů (modelová veličina se označuje jako migrační potenciál). Po technické stránce se migrační objekty dělí na podchody a nadchody. Pro efektivní plánování a přípravu jsou zpracována základní typová řešení (u podchodů i nadchodů 7 typů), která komplexně popisují migrační objekt, jak po stránce rozměrové a technické, tak i z hlediska vegetačních úprav a začlenění do krajiny. Nadchody stavěné speciálně pro zajištění migrace se označují jako ekodukty.

(9) **„Staré a nové dálnice“.** Implementace poznatků o fragmentaci do projektové přípravy probíhala postupně. Do roku 1990 bylo postaveno cca 570 km dálnic, u kterých se toto téma speciálně neřešilo, dále do roku 2010 následovalo přechodné období postupného zlepšování (opět cca 570 km) a od roku 2010 odpovídají naše dálnice evropskému standardu (cca 415 km). Máme zde tedy velkou část dálniční sítě, kterou označujeme jako „staré dálnic“, u kterých je vyšší četnost kritických míst jak z pohledu dálkové migrace velkých savců, tak z hlediska nehod se zvěří. Výhodou je, že řadu těchto míst lze optimalizovat dodatečnou výstavbou ekoduktů (viz řešení na dálnici D1 Praha – Brno).

(10) **Vývoj fragmentace krajiny ČR v letech 1990-2020.** Pro vyhodnocení vývoje byly použity dva indikátory: (I) UAT – nefragmentovaná území dopravou – řeší fragmentaci především z pohledu člověka, z hlediska výskytu potenciálních klidových zón; (II) IDFK – indikátor dynamiky fragmentace krajiny – zaměřený především na migraci volně žijících živočichů.

(11) **UAT – nefragmentovaná území dopravou.** Indikátor vyvinutý orgány ochrany přírody v SRN vymezuje oblasti, které jsou minimálně dotčeny dopravou. Nefragmentované území je definované jako část krajiny, která je ohraničená silnicemi s roční průměrnou denní intenzitou provozu vyšší než 1000 vozidel a o rozloze větší než 100 km². Indikátor nezohledňuje vliv migračních objektů a pouze omezeně vliv intenzity dopravy. Výsledky jsou na mapách (A), (B), kde je možné porovnat stav v roce 1990 a 2020. Změny v rozloze nefragmentovaných území jsou v tab. A. Značný nárůst fragmentace je z map zcela patrný, za hodnocených 30 let se míra fragmentace zdvojnásobila.

(12) **IDFK – indikátor dynamiky fragmentace krajiny.** Indikátor je koncipován tak, aby podrobněji zohledňoval působení dopravní infrastruktury. Do výpočtu jsou zahrnuty migrační objekty na dálnicích i postupné změny v dopravních intenzitách. Území je podle stupně fragmentace rozděleno do 5 tříd od velmi vysokého po velmi nízký. Výsledky jsou na mapách (C), (D), kde je možné porovnat stav v roce 1990 a 2020. Změny v rozloze nefragmentovaných území jsou v tab. A. Značný nárůst fragmentace je z map zcela patrný, za hodnocených 30 let se rozloha málo fragmentovaných oblastí snížila cca o 26 % rozlohy státu.

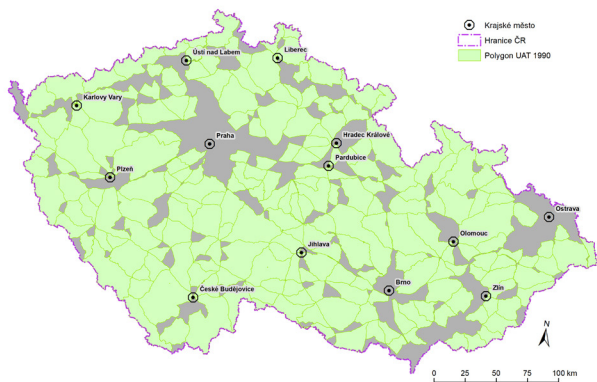
(13) **Perspektiva dalšího vývoje fragmentace krajiny.** Je závislá především na vývoji hlavních zdrojů fragmentace a u všech lze očekávat další zvyšování. Základní dálniční síť je plánována na cca 2000 km a v současnosti je v provozu cca 1 500 km, tedy přibližně 75 %. Počítat lze i s dalším nárůstem dopravního výkonu, a tedy i dopravních intenzit na všech kategoriích komunikací. Připravuje se i výstavba vysokorychlostních tratí. Zásadní z hlediska fragmentace krajiny je ale také rozšiřování nových zastavěných území, především tzv. na zelené louce, které stále pokračuje.

(14) **Perspektiva řešení bariérového efektu při výstavbě dopravní infrastruktury.** Pozitivní skutečností je, že při rozvoji dopravní sítě je snižování bariérového efektu komunikací zvládnuté jak po procesní a metodické, tak i technické a organizační stránce. To zaručuje, že nové postavené komunikace budou v souladu s evropskými standardy. V dalším období je třeba se v této oblasti zaměřit především na optimalizaci staré, stávající dopravní sítě z hlediska: (i) střetů s biotopy zvláště chráněných druhů velkých savců, (ii) kritických míst dopravních nehod se zvěří, (iii) problémových míst dalších druhů živočichů (především vydry, obojživelníků a plazů). K tomu je třeba využívat metodiku EADI – Environmentálního auditu dopravní infrastruktury (Dostál et al., 2021). Rovněž je třeba podporovat postprojektové analýzy, monitoring a výzkumnou činnost.

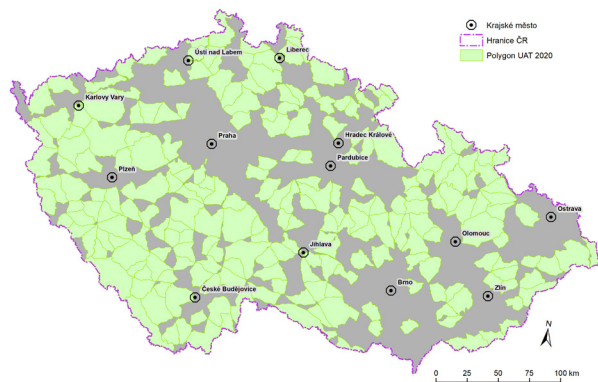
(15) **Závěr.** Mezi roky 1990-2020 došlo k významnému nárůstu fragmentace krajiny a ztrátě málo fragmentovaného území o cca 20-25 % rozlohy státu. Vlastní výstavba dopravní infrastruktury ale není hlavní příčinou. Délka dálnic je v porovnání s celkovou silniční sítí malá, a navíc jsou při přípravě a výstavbě dálnic uplatňována komplexní opatření na snižování bariérového efektu. Klíčovým faktorem je stálý nárůst dopravního výkonu spojený s rozvojem sídelní a průmyslové infrastruktury. Proto omezení další fragmentace krajiny je tedy možné dosáhnout pouze komplexním meziresortním přístupem a řešením optimalizace společenské poptávky a nabídky v oblasti dopravy.

Tab. A: Vývoj vybraných ukazatelů rozvoje dopravy a fragmentace krajiny

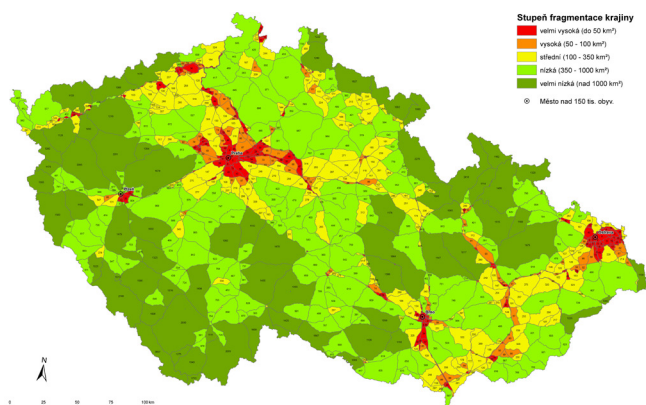
| | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | | |
|--|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------|------|------|
| Charakteristika dopravy | | | | | | |
| dopravní výkon silniční dopravy celkem (mil. vzkm/rok) | 13 196 | 22 300 | 60 043 | 74 693 | | |
| počet vozidel celkem (tis. ks) | 3 765 | 4 481 | 6 025 | 7 993 | | |
| délka dálnic (km) | 335 | 499 | 734 | 1 298 | | |
| Intenzita dopravy na různých komunikacích – medián RPD1 (voz/den) | | | | | | |
| dálnice | 9 636 | 17 137 | 21 103 | 25 851 | | |
| silnice I. tř. | 4 109 | 5 707 | 5 886 | 6 842 | | |
| silnice II. tř. | 1 974 | 2 377 | 2 521 | 2 848 | | |
| silnice III. tř. | 1 611 | 1 664 | 1 886 | 2 062 | | |
| Fragmentace krajiny – podle indikátoru UAT | | | | | | |
| Označení na mapě | UAT (km ²) | Stupeň fragmentace | Rozloha (% rozlohy ČR) | | | |
| šedá | 0-100 | fragmentované území | 19,8 | 30,0 | 30,0 | 39,0 |
| zelená | 100 a více | nefragmentované území | 80,2 | 70,0 | 70,0 | 61,0 |
| Fragmentace krajiny – podle indikátoru IDFK | | | | | | |
| Označení na mapě | IDFK (km ²) | Stupeň fragmentace | Rozloha (% rozlohy ČR) | | | |
| červená | 0-50 | velmi vysoký | 2,6 | 4,7 | 5,2 | 6,9 |
| oranžová | 50-100 | vysoký | 2,9 | 6,6 | 6,6 | 8,2 |
| světle zelená | 100-350 | střední | 16,0 | 25,9 | 25,0 | 33,5 |
| sytě zelená | 350-1 000 | nízký | 40,3 | 46,1 | 43,8 | 38,5 |
| tmavě zelená | 1 000 a více | velmi nízký | 38,1 | 16,7 | 19,4 | 13,0 |
| průměrná velikost IDFK (km ²) | | | 247 | 155 | 141 | 116 |



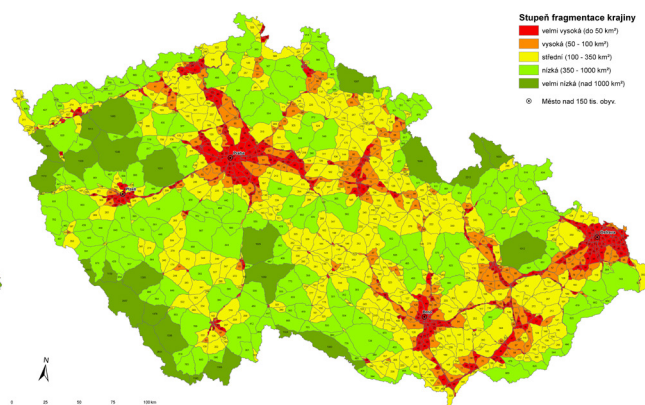
Obr. A: UAT – stav 1990



Obr. B: UAT – stav 2020



Obr. C: IDFK – stav 1990



Obr. D: IDFK – stav 2020

ZKRATKY A VYBRANÉ TERMÍNY

| Pojem | Charakteristika |
|-------------------------|---|
| Bariérový efekt | Kombinace různých faktorů (technická struktura, provoz vozidel, rušení aj.) které společně snižují pravděpodobnost a úspěšnost překonání pozemní komunikace volně žijícími živočichy. |
| BVZCHDVS | Biotop vybraných zvláště chráněných druhů velkých savců – území vymezené AOPK k zajištění dlouhodobé existence populací těchto druhů. |
| EADI | Environmentální audit dopravní infrastruktury – metodika zaměřená na průběžné a preventivní hodnocení střetů stávající dopravní infrastruktury s ochranou životního prostředí. |
| EIA | Proces posuzování vlivů staveb a záměrů na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb. |
| Ekodukt | Typ nadchodu pro faunu umožňující rozvoj vegetace a sloužící k spojení rozdělené krajiny a k migraci živočichů. (synonymum k pojmu zelený most) |
| IDFK | Indikátor dynamiky fragmentace krajiny – modelový indikátor, zaměřený na fragmentaci krajiny z pohledu migrace volně žijících živočichů, zohledňující vliv migračních objektů a intenzity dopravy. Nižší hodnota IDFK znamená vyšší míru fragmentace. |
| Fragmentace | Rozdrobení původně souvislé krajiny (biotopů, populací) na menší části, které postupně ztrácejí vlastnosti a schopnosti původního celku. |
| m_{eff} | Efektivní velikost oka - indikátor fragmentace krajiny založený na výpočtu pravděpodobnosti, že dva jedinci náhodně umístění do sledovaného území nebudou oddělení bariérou. |
| Migrace živočichů | Pro účely této příručky se tímto termínem rozumí pravidelné i nepravidelné pohyby živočichů mezi oblastmi trvalého výskytu, ale i v rámci domovských okrsků, vyhledávání potravy, disperze mláďat apod. |
| Migrační objekt | Stavební objekt na pozemní komunikaci realizovaný za účelem migrace živočichů, nebo umožňující tuto migraci jako vedlejší jev a hodnocený z tohoto hlediska. |
| Migrační potenciál | Modelová veličina, která vyjadřuje pravděpodobnost funkčnosti migračního profilu. Dělí se na migrační potenciál technický a ekologický. |
| Primární mostní objekty | Mosty na pozemní komunikaci určené původně k jinému účelu, než je migrace živočichů, ale posuzované nebo optimalizované z hlediska migrace. (syn. výchozí mosty) |
| Průchodnost komunikace | Míra propustnosti migrační překážky pro volně žijící živočichy. Je vyjádřením pravděpodobnosti úspěšného překonání komunikace. |
| RPDI | Roční průměrná denní intenzita dopravy (voz/den) – základní používaný parametr pro hodnocení dopravního zatížení komunikací. |
| UAT | Nefragmentované území dopravou – modelový indikátor zaměřený na fragmentaci krajiny především z pohledu člověka. |
| VRT | Vysokorychlostní trať |

1. Úvod

Předmětem publikace je velmi specifické, ale důležité téma – vliv výstavby nových dopravních komunikací **na strukturu krajiny** a s tím souvisejícími dopady na pohyb volně žijících živočichů. Nové silnice, dálnice a železnice krajinu rozdělují (fragmentují), čímž se pohyb živočichů komplikuje, nebo i znemožňuje. Tato problematika je široké veřejnosti známá ze dvou hlavních pohledů. Za prvé se během cest po silnicích a dálnicích běžně setkáváme s usmrcenými zvířaty, kterým se nepodařilo komunikaci úspěšně překonat. A druhým, často velmi medializovaným, okruhem je výstavba speciálních mostů na dálnicích pro migraci živočichů (tzv. ekoduktů) a diskuse o jejich účelnosti a ekonomické náročnosti. Celé téma je ale mnohem širší a složitější. Výstavbu dopravní infrastruktury je třeba chápat v kontextu rozvoje celé ekonomiky a fragmentace krajiny je zase pouze jedním z mnoha faktorů, kterým působí lidská činnost na živé organismy.

Také si je třeba uvědomit jednu zásadní skutečnost. S fragmentací krajiny úzce souvisí i **bezpečnost silničního provozu**. Živočichové pohybující se po komunikaci jsou často příčinou vážných dopravních nehod, a tedy opatření realizovaná za účelem snížení fragmentace mají pozitivní vliv i na snižování nehodovosti a jejích následků.

Ke snížení fragmentace jsou dlouhodobě přijímána různá technická a organizační opatření, zvláště při výstavbě nové dopravní infrastruktury. Lze konstatovat, že více než 20 let je tato problematika zakotvena do celého procesu přípravy a realizace staveb a naše nově postavené dálnice již odpovídají v tomto směru běžným evropským standardům. Na místě je tak otázka, nakolik se tato opatření projevují na fragmentaci krajiny. Právě tomuto tématu se bude věnovat tato publikace. Je třeba zdůraznit, že se zde budeme zabývat **fragmentací krajiny jako celku**, nikoliv fragmentací populací jednotlivých dotčených druhů živočichů.

Cílem této příručky je předložit odborné i široké veřejnosti stručný přehledný materiál, který poskytne základní informace o opatřeních, která se provádějí při výstavbě dopravní infrastruktury ke snižování fragmentace krajiny, a současně téma ukotví v širším ekologickém i ekonomickém kontextu. Této snaze o komplexní pohled odpovídá i členění kapitol a stupeň podrobnosti u jednotlivých dílčích témat.

2. SILNIČNÍ DOPRAVA, SPOLEČNOST A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

2.1 Nárůst dopravních výkonů

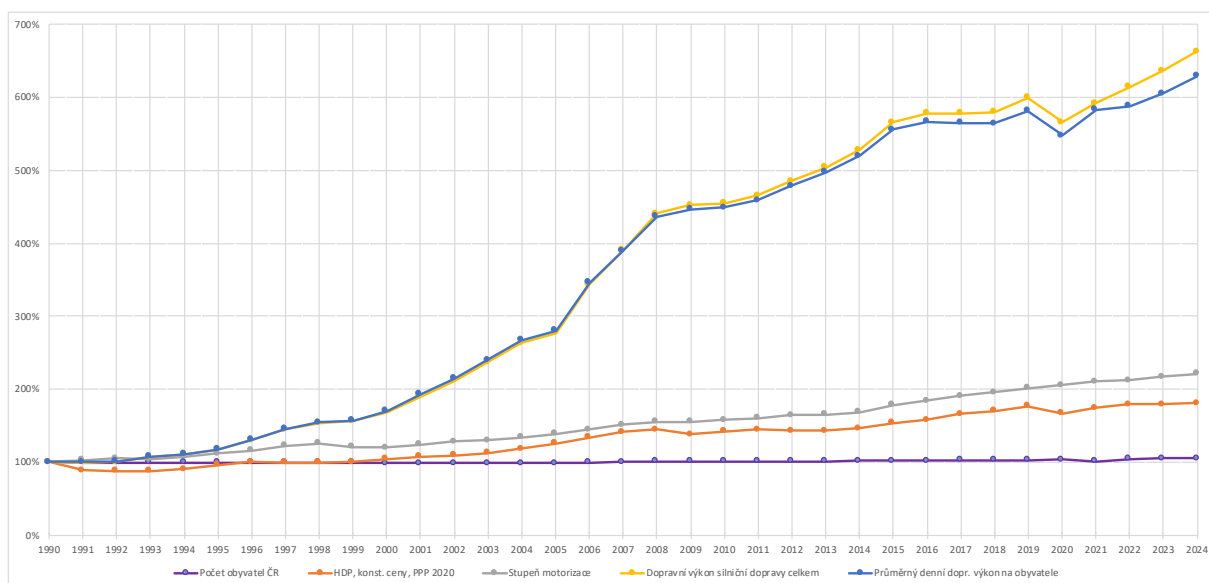
Silniční doprava je zcela zásadní součástí dnešní ekonomiky. Potvrzují to statistické údaje o vývoji dopravy za období 1990-2024 z ročenek Ministerstva dopravy. V tabulce 1 jsou prezentovány hlavní ukazatele, které úzce souvisí s tématem výstavby dopravní sítě a fragmentací krajiny.

Uvedené údaje potvrzují známou skutečnost, že za sledované období 34 let došlo k enormnímu rozvoji automobilové dopravy. Např. vzrostl počet osobních automobilů (2,8x), počet nákladních automobilů (5x) a celkový výkon silniční dopravy se zvýšil 6,6x. Na obr. 1 jsou tyto vývojové tendence vyjádřeny v % se základem v roce 1990.

Tab. 1: Vybrané ukazatele rozvoje dopravy v letech 1990-2024 (Zdroj: MD)

| | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 | 2024 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| Délka infrastruktury (km) | | | | | |
| délka dálnic (km) | 335 | 499 | 734 | 1298 | 1486 |
| silnice celkem (km) | 55798 | 55 408 | 55 752 | 55 792 | 55 953 |
| Motorizace | | | | | |
| počet osobních vozidel (tis. ks) | 2 411 | 3 439 | 4 496 | 6 049 | 6 638 |
| počet nákladních vozidel (tis. ks) | 156 | 276 | 585 | 728 | 781 |
| vozidla celkem (tis. ks) | 3 765 | 4 481 | 6 025 | 7 993 | 8 781 |
| stupeň motorizace (voz/1000 obyv.) | 363 | 436 | 574 | 745 | 805 |
| Dopravní výkon | | | | | |
| dopravní výkon siln. dopravy celkem (mil. vzkm) | 13 196 | 22 300 | 60 043 | 74 693 | 87 494 |
| průměrný roční dopr. výkon na automobil (km) | 3 505 | 4 977 | 9 966 | 9 344 | 9 964 |
| průměrný denní dopr. výkon na obyvatele (km) | 3,49 | 5,95 | 15,7 | 19,1 | 22,0 |
| Počet obyvatel (mil. osob) | 10,36 | 10,27 | 10,45 | 10,70 | 10,91 |

Pozn. V roce 2016 došlo ke změně metodiky počítání délky dálnic, do níž byla zahrnuta většina silnic pro motorová vozidla, do té doby součástí silniční sítě.



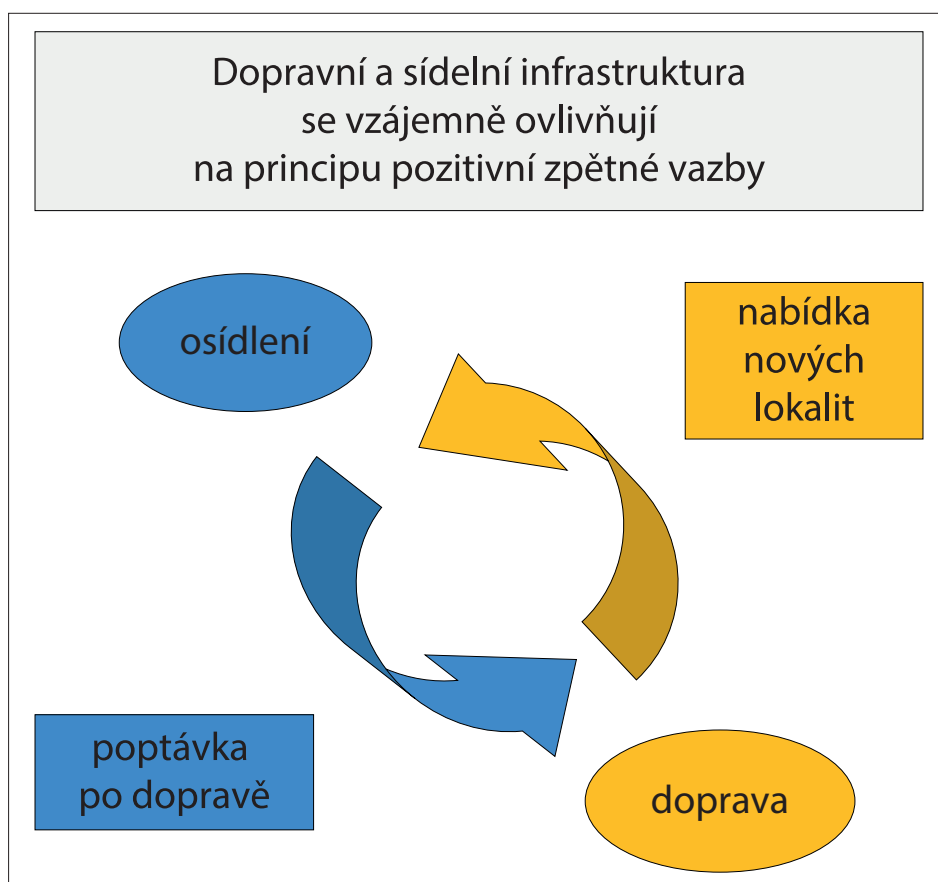
Obr. 1. Vývojové tendence významných indikátorů dopravy (1990 = 100 %)

Tento velký růst dopravních výkonů je spojen s dopravní náročností průmyslu a obchodu, se snahou o omezování zásob, uplatňování dodávek just-in-time a dalších úzkých koordinací mezi dodavateli. Změnilo se rovněž chování obyvatel, kdy lepší dostupnost vozů a dopravní infrastruktury vedla též k vyššímu využívání automobilové osobní dopravy (dojíždění za prací na větší vzdálenosti, dva automobily v rodině jako určitý standard aj.). Dále přibývá podíl nákupů v digitálních obchodech a individuální doprava zboží až přímo k zákazníkovi. Všechny tyto skutečnosti se promítají do zvyšování dopravní náročnosti. Dopravní náročnost je tedy komplexním společenským tématem.

2.2 Vzájemné ovlivňování dopravních staveb a sídelní infrastruktury

Na silniční dopravu ale nelze pohlížet izolovaně, protože je úzce spojena s dalšími oblastmi, především s rozvojem průmyslové a sídelní infrastruktury. Příkladem jsou nové satelitní sídelní útvary u velkých i menších měst. Vznik každého takového sídla znamená výstavbu nových silničních komunikací, a protože u jeho obyvatel převažuje individuální osobní doprava nad dopravou hromadnou, roste i dopravní zatížení silniční sítě. Na druhou stranu výstavba nové dálnice umožňuje prodlužovat únosnou vzdálenost pro dojíždění do práce, a tím i výstavbu satelitů ve větších vzdálenostech od hlavních center. Výsledkem je opět zvýšení dopravního výkonu. Výstavba dopravních staveb a výstavbě sídelní infrastruktury se tak **vzájemně zesilují na principu pozitivní zpětné vazby**. Důsledkem je nejen zvyšování dopravních výkonů, ale i neustálý tlak na výstavbu nových silnic a dálnic.

Na vlivy dopravních staveb se nelze dívat izolovaně, ale vždy jen v kontextu dalších odvětví, především průmyslové a sídelní infrastruktury.



Obr. 2: Vztah dopravy a využití území

2.3 Silniční doprava a životní prostředí

Jako každá hospodářská činnost má i silniční doprava své negativní dopady na životní prostředí. K nejzávažnějším patří dopravní nehody, hluková a imisní zátěž, kontaminace povrchových a podzemních vod, zábor pozemků, vliv na krajinný ráz a vliv na biotu (flóru, faunu a ekosystémy). Při výstavbě nových komunikací jsou všechny tyto dopady podrobně hodnoceny v rámci procesu posuzování vlivů na životní prostředí (EIA) a navazujících složkových zákonů.

Našeho tématu se týkají vlivy na biotu, především na volně žijící živočichy. Jim je věnována následující kapitola.

3. SILNIČNÍ DOPRAVA A VOLNĚ ŽIJÍCÍ ŽIVOČICHOVÉ

3.1 Kategorizace fauny z hlediska dopravy

Naše fauna obsahuje tisíce druhů živočichů a jejich nároky a chování vzhledem k dopravní infrastruktuře jsou různé. Různý je i význam z hlediska bezpečnosti silničního provozu. Při návrzích opatření ve vztahu k dopravě rozdělujeme živočichy z praktických důvodů do 7 základních kategorií (viz tab. 2).

Tab. 2: Kategorizace živočichů z hlediska vztahu k dopravě (Zdroj: Hlaváč et al., 2020)

| Kategorie | | Druhy | Specifika jednotlivých kategorií |
|-----------|------------------------------------|-------|---|
| A | Velcí savci | A1 | šelmy: rys, vlk, medvěd lokální i dálkové přesuny, vazba na jádrová území a migrační koridory, vysoké nároky na parametry opatření, významná druhová, lokální i individuální specifčnost, schopnost učení |
| | | A2 | kopytníci: jelen, los lokální přesuny i dálkové migrace, nejvyšší nároky na velikost průchodů, velké riziko pro řidiče |
| B | Středně velcí kopytníci | B | srnec, prase divoké lokální i sezónní přesuny, plošné rozšíření, vliv zemědělských kultur, vysoká mortalita, nejčastější původci dopravních nehod, nutné zajistit dostatečnou četnost průchodů |
| C | Savci do velikosti jezevce a lišky | C1 | liška, kočka divoká, lasicovité kromě vydry bez dálkových migračních tendencí, vysoká mortalita, využívají i malé podchody (včetně propustků), nutná je vysoká hustota průchodů |
| | | C2 | zajíc stálý druh bez migračních tendencí, vysoká mortalita na silnicích, nevyužívá úzké podchody, vyžaduje spíše nadchody (včetně nadjezdů polních, lesních cest) nebo větší podchody |
| | | C3 | drobni savci stálé druhy bez migračních tendencí, vysoká mortalita na silnicích nižších tříd, využívají všechny typy průchodů, problémem mohou být výškové stupně, usazovací jímky u propustků apod. |
| | | C4 | semiakvaticí savci (bobr, vydra) lokální i dálková migrace podél vodních toků, u vydry vysoká mortalita, vydra preferuje mosty a propustky se suchými břehy, problém nevhodných mostů a silnic vedoucích po hrázích rybníků a v blízkosti bariér na tocích (jezy, stavidla, plavební komory) |
| | | C5 | savci žijící v korunách stromů veverka, plši, kuny: stálé druhy bez migračních tendencí, preferují nadchody s keřovou a stromovou vegetací, popř. specifické nadchody spojující koruny stromů |
| D | Obojživelníci, plazi | D1 | obojživelníci každoroční migrace k místům rozmnožování a zpět, lokálně významná mortalita, opatřením jsou propustky s naváděcími bariérami, případně náhradní lokality pro rozmnožování |
| | | D2 | plazi u některých druhů každoroční migrace mezi zimovišti a místy rozmnožování, lokálně je problémem mortalita, druhově specifické nároky (mokřadní, lesní i stepní druhy) |
| E | Ryby a ostatní vodní živočichové | E | ryby, mihulovci, vodní bezobratlí vázané výlučně na vodní prostředí, problémem jsou přeložky a úpravy koryt toků ve vazbě na mosty, nutná plná obousměrná migrační průchodnost, riziko kontaminace vody při stavbě i údržbě |

| | | | | |
|---|---|----|-------------------------------|--|
| F | Ptáci, letouni (netopyři a vrápenci) | F1 | ptáci | mortalita v místě křížení s letovými koridory, v ornitologicky významných lokalitách (mokřady), v místech potravní nabídky a mortalita na prosklených stěnách, |
| | | F2 | letouni | silně ohrožená skupina, druhově specifické chování i nároky, řešením jsou nadchody, podchody nebo speciální opatření pro tuto skupinu |
| G | Suchozemští bezobratlí a společenstva rostlin a živočichů | G1 | suchozemští bezobratlí | obecně vázáni na vegetaci (tzn. větší nadchody s vegetací). Některé druhy jsou schopné využívat i menší podchody bez vegetace, popř. jiné typy průchodů |
| | | G2 | cenná společenstva jako celek | cenná společenstva je nutné převádět jako celek. Vhodnými objekty jsou velké údolní mosty, estakády nebo speciální nadchody o šířce min. 60 m. |

V rámci přípravy dopravních staveb se na základě výsledků biologických průzkumů řeší všechny kategorie živočichů, relevantní pro daný úsek. Ale zvláštní postavení mají dvě kategorie:

- **kategorie A (velcí savci)** – jedná se o skupinu, která má největší nároky na **dálkové migrace**. Pro zachování jejich populací byla vymezena souvislá síť tzv. Biotopu vybraných zvláště chráněných druhů velkých savců (AOPK, 2021). Je obecným požadavkem, aby všechna křížení biotopů s dálnicemi byla realizována odpovídajícími migračními objekty. Je to častým problémem na starých dálnicích (viz kap. 5.3)
- **kategorie B (středně velcí kopytníci)** – jedná se především o srnce a prase divoké, kteří jsou nejčastějšími příčinami **dopravních nehod se zvěří**. Jsou to běžné druhy naší krajiny, často se vyskytují ve velkém počtu. Pro snížení nehodovosti nezbytná hustá síť i menších migračních objektů a speciální řešení hlavních kritických míst.

Při investiční přípravě nových komunikací je řešen vliv na všechny relevantní druhy živočichů. Z hlediska fragmentace a bezpečnosti silničního provozu se setkáváme nejvíce s velkými savci (kategorie A) a středně velkými kopytníky (kategorie B).



Obr. 3: Vlk, foto: Václav Hlaváč



Obr. 4: Rys, foto: JaklZdenek - stock.adobe.com



Obr. 5: Jelen, foto: Václav Hlaváč



Obr. 6: Srnec obecný, foto: Václav Hlaváč



Obr. 7: Liška, foto: Václav Hlaváč

3.2 Vlivy dopravní infrastruktury na volně žijící živočichy

Vlivy dopravy na volně žijící živočichy lze rozdělit do několika základních skupin:

a) *přímá mortalita na silnicích*

Mortalita živočichů na silnicích je obecně nejznámějším dopadem dopravy na volně žijící živočichy. Počty usmrcených živočichů jsou vysoké a závisí na druhu organismu, typu komunikace a dalších faktorech. Podrobný průzkum prováděný v roce 2007 (Hlaváč et Anděl 2008) na různých kategoriích komunikací a v různých typech krajín dospěl k těmto základním závěrům:

- počty každoročně usmrcených živočichů jsou vysoké. Jako příklad lze uvést odhady provedené v roce 2008 pro některé druhy (ks/rok): zajíc polní 566 000, srnec obecný 52 000, ježek 347 000, liška obecná 4 400, kuna 50 000. Novější data k dispozici nejsou, ale celková dopravní zátěž se za tu dobu zvýšila 1,7krát, takže nelze očekávat pokles.
- absolutní počty usmrcených jedinců ještě nevypovídají o riziku mortality pro populaci daného druhu. Vysoký počet usmrcených jedinců daného druhu totiž může indikovat také to, že jde o druh s velmi početnou a široce rozšířenou populací. Naopak, u méně početných druhů může mít silniční úmrtnost zásadní vliv na danou populaci i přes celkově výrazně nižší počet případů. Z tohoto pohledu je druhem velmi ohroženým dopravou vydra říční.
- je třeba rozlišovat **relativní mortalitu** (vztaženou na 1 km dané kategorie komunikace) a **mortalitu absolutní** (celkový počet usmrcených živočichů na dané kategorii komunikace). Relativní mortalita je nejvyšší na dálnicích, nižší na silnicích I. třídy a nejnižší na silnicích II. a III. třídy. Ale přepočítáme-li tato data na celkovou délku dané kategorie v silniční síti, potom trend je opačný. **Jednoznačně nejvíce živočichů zahyne na silnicích III. třídy a nejméně na dálnicích.**
- s mortalitou živočichů úzce souvisí **bezpečnost silničního provozu**. Vysoce rizikové jsou srážky osobních aut s většími druhy savců (v naší krajině především se srncem, divokým prasetem a jelenem). Dopravní nehodou může ale skončit i reakce řidičů při setkání s kličkujícím zajícem nebo při snaze vyhnout se lišce.



Obr. 8: Ilustrační foto: Ferenc - stock.adobe.com

Opatření, která zvyšují průchodnost komunikací pro živočichy, zároveň přispívají k bezpečnosti silničního provozu.

b) ztráta a přeměna biotopů

Zábor půdy a přeměna dalších biotopů z přírodních na antropogenní při výstavbě pozemních komunikací je patrně nejzávažnějším negativním vlivem na biotu. Dotýká se rostlin, živočichů i cenných ekosystémů jako celku. Nároky dálničních staveb na zábor půdy jsou vysoké, a to i přes stálou snahu o jejich minimalizaci. Právě nově vytvořená souvislá linie umělých biotopů vytváří základní překážku pro pohyb živočichů. Současně je ale i bariérou pro pohyb lidí, ať již se jedná o hospodářskou nebo rekreační činnost.

c) fragmentace populací a krajiny

Infrastrukturní stavby vytvářejí v krajině liniovou bariéru, která brání volnému pohybu živočichů. Způsobují rozdrobování (fragmentaci) jak jednotlivých populací druhů, tak krajiny jako celku. Je třeba zdůraznit, že pro populace volně žijících živočichů je vzájemná komunikace, výměna jedinců a genetického materiálu naprostou nutností pro dlouhodobou existenci. Oddělení populací bariérou mívá z dlouhodobého pohledu většinou horší dopad než ztráty způsobené mortalitou. Fragmentace krajiny je hlavním tématem této publikace a jejímu popisu je věnována další kapitola.

d) chemická kontaminace okolí

Provoz na pozemních komunikacích je zdrojem emisí výfukových plynů z automobilů a dalších látek v souvislosti s provozem, údržbou a dopravovanými materiály. Jedná se o důležité téma z hlediska celkové ochrany životního prostředí.

e) rušení – hluk, vizuální kontakt, světelné znečištění

Hluková zátěž z provozu na pozemní komunikaci je jedním z hlavních negativních vlivů na člověka a nepříznivě působí i na řadu živočichů. Je patrná často na velké vzdálenosti a ovlivňuje krajinu a její využívání. Stále rostoucí podíl krajiny ovlivněné hlukem vede ke snaze omezit tento vliv a příkladem je hledání a ochrana tichých oblastí v krajině. S tímto efektem souvisí i konstrukce některých indikátorů fragmentace (viz kap. 6).

Kromě hluku je významným rušivým faktorem i vizuální kontakt s pohybujícími se vozidly. Tento vliv bývá někdy omezován vedením trasy v zářezu, nebo výsadbou ochranných pásů zeleně.

Všechny negativní faktory – mortalita, ztráta biotopů, fragmentace, chemická kontaminace, rušení – působí vždy komplexně a konečný dopad závisí na druhu organismu a konkrétních místních podmínkách. Stejně jako u živočichů působí tyto faktory negativně i na člověka.

4. FRAGMENTACE KRAJINY

4.1 Definice fragmentace krajiny

Pojem fragmentace pochází z latinského slova *fragmentum*, znamenajícího úlomek, zlomek, kousek, stěp. Fragmentace je tedy proces, kdy se celek dělí na stále menší části, které už nedokáží plnit funkce původního celku.

V krajině působí tento proces obdobně. Nově vytvářené bariéry dělí původní celek na dílčí části, které už nemohou plnohodnotně sloužit jako biotopy pro živočichy nebo životní prostor člověka. Při popisu fragmentace je tedy třeba zohlednit:

- a) **zájmový druh** – druh organismu, u kterého vliv fragmentace hodnotíme. Je to zásadní, protože s různými ekologickými a etologickými nároky jednotlivých druhů se hraniční míra fragmentace mění. V našem případě se ze živočichů zabýváme především kategorií A (velcí savci) a B (středně velcí kopytníci). A stejnou měrou **posuzujeme i vliv na člověka**.
- b) **typ bariér** – jako migrační bariéry jsou označovány přírodní a antropogenní struktury v krajině, které brání volnému pohybu živočichů. Zde se zabýváme bariérami vytvořenými lidskou činností.

4.2 Vlastnosti a typy bariér

Základní vlastností bariéry je její **odpor (rezistence)**, který představuje při pohybu živočichů. Ten se může vyskytovat v celém rozsahu od zcela neprůchodných bariér až po bariéry s minimálním odporem. Převrácenou veličinou je průchodnost bariéry (propustnost, permeabilita). Jedná se o modelové pravděpodobnostní veličiny a jejich stanovení má zásadní význam při navrhování praktických opatření ke snižování bariérového efektu, tak i při výpočtu indikátorů fragmentace.

Krajina je velmi rozmanitým prostředím obsahuje řadu bariér, jejichž účinky se vzájemně kombinují. Hlavní typy objektů s bariérovým efektem jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3: Hlavní typy objektů s významným bariérovým efektem

| | typ | charakteristika |
|---|------------------------|--|
| a | silnice a dálnice | Jedná se o široké liniové bariéry, jejich průchodnost je závislá na technickém provedení a na intenzitě provozu. Z tohoto hlediska jsou nejdůležitější dálnice a modernizované silnice I. třídy. |
| b | železnice | Jedná se o liniové bariéry, kde naprostá většina současné sítě nepředstavuje zásadní problém. Menší průchodnost mají nově modernizované koridory a technická řešení průchodnosti budou vyžadovat především připravované vysokorychlostní tratě (VRT). |
| c | vodní toky a plochy | V ČR má tento typ bariéry pouze lokálně omezený význam. Jedná se často o nevhodné úpravy břehů. |
| d | ploty a ohradníky | Ohrazování pozemků v krajině trvalými nebo přechodnými ploty a ohradníky se stává stále významnějším problémem. |
| e | osídlení | Osídlení je základní klíčovou bariérou, která omezuje pohyb živočichů v krajině. Patří sem nejen sídla, ale i průmyslové, zemědělské, těžební, skladové a komerční areály a další objekty antropogenní infrastruktury. Především nové výstavby objektů mimo intravilány obcí představují dnes hlavní riziko fragmentace krajiny. |
| f | intenzivní zemědělství | Bariéru představuje bezlesí a další rozsáhlé plochy biotopů, které živočichové z hlediska svých ekologických nároků považují za nevhodné. Zásadní zde jsou rozsáhlé monokulturní polní lány průmyslového zemědělství, bez polních cest, mezí, liniové zeleně a remízků. Taková krajina je neprůchodná pro řadu živočichů a rovněž i pro člověka. |

Podrobněji je třeba se zastavit u fragmentačního vlivu rostoucího osídlení. Důležité jsou především tyto skutečnosti:

- jedná se o trvalý, stále postupující jev, kdy každoročně přibývá v průměru cca 1 100 ha území (ČÚZK, 2025)
- rozmístění není rovnoměrné a často nové sídelní soubory zaplňují prostory, které dosud byly v krajině často poslední migrační možnosti (např. dvě obce rozšiřující se směrem k sobě).

Migrační bariéry představují proměnlivý systém, spojený s různými oblastmi hospodářské činnosti, nicméně lze konstatovat, že dlouhodobě se jejich celkový tlak na krajinu stále zvyšuje. Při hodnocení fragmentačního efektu je třeba posuzovat všechny bariéry současně a hodnotit i jejich kumulativní účinek. Ilustrační příklad rozvoje bariér v krajině je na obr. 9.

Celková fragmentace krajiny je dána kumulací všech migračních bariér. Z nich nejdůležitější jsou silnice a dálnice, osídlení a intenzivní zemědělství.



Obr. 9: Vývoj bariér v krajině (ilustrační příklad). Modletice 2004, 2013 a 2022 (zdroj: ČÚZK)

4.3 Bariérový efekt silnic a dálnic.

Při hodnocení bariérového efektu u silnic a dálnic je důležité, že se skládá ze dvou samostatných složek:

a) statická složka

Je dána vlastním tělesem komunikace a všemi souvisejícími objekty a její hodnota se bez technických zásahů na daném místě nemění. O velikosti odporu rozhoduje stavebně-technické řešení komunikace. Potenciálně nejvyšší je u dálnic a rychlostních silnic.

Technické objekty, které jsou součástí komunikace, mají různý vztah k bariérovému efektu:

- **objekty zvyšující bariérový efekt** – opěrné a zárubní zdi, protihlukové stěny, oplocení, svodidla, strmé násypy a zářezy. Tyto objekty omezují vstup živočichů na komunikaci, čímž přispívají k bezpečnosti provozu, ale zároveň zvyšují bariérový efekt.
- **objekty snižující bariérový efekt** – migrační objekty, tj. propustky, mostní objekty (nadchody i podchody), které umožňují bezpečné překonání komunikace. Tyto objekty snižují bariérový efekt, ale nemohou zabránit vstupu živočichů na vozovku.

Při projektování nových silnic a dálnic se tyto skutečnosti zohledňují a je třeba objekty kombinovat tak, aby snižovaly riziko dopravních nehod a současně umožňovaly bezpečné překonání komunikace.

Základní zásada pro silnice dálničního typu:
kombinace oplocení + dostatečného množství migračních objektů.

b) dynamická složka

Je dána automobilovým provozem na komunikaci. Zvyšující se dopravní intenzitou se zkracují časové odstupy (mezery) mezi vozidly a od určité hodnoty je komunikace prakticky neprůchozí – stává se úplnou bariérou. Základním sledovaným parametrem je **roční průměr denních intenzit (RPDI)**.

Jednotlivé kategorie komunikací se liší nejen v průměrné intenzitě dopravy, ale rovněž v jejím denním rozložení. Na silnicích nižších tříd je v době největšího pohybu živočichů (soumrak – noc – svítání) výrazně nižší intenzita dopravy než přes den. Na dálnicích je rovněž denní provoz vyšší než noční, ale i ten je díky dálkové kamionové dopravě stále vysoký a nevznikají zde dlouhé časové odstupy mezi vozidly pro bezpečné překonání komunikace živočichy.

Dynamická složka bariérového efektu je pro posouzení fragmentace velmi významná a vyskytuje se jako základní parametr v indikátorech fragmentace.

Vývoj dynamické složky bariérového efektu za období 1990-2020 dokumentují střední hodnoty (medián) ročního průměru denních intenzit dopravy (RPDI) pro jednotlivé kategorie komunikací uvedený v tab. 4.

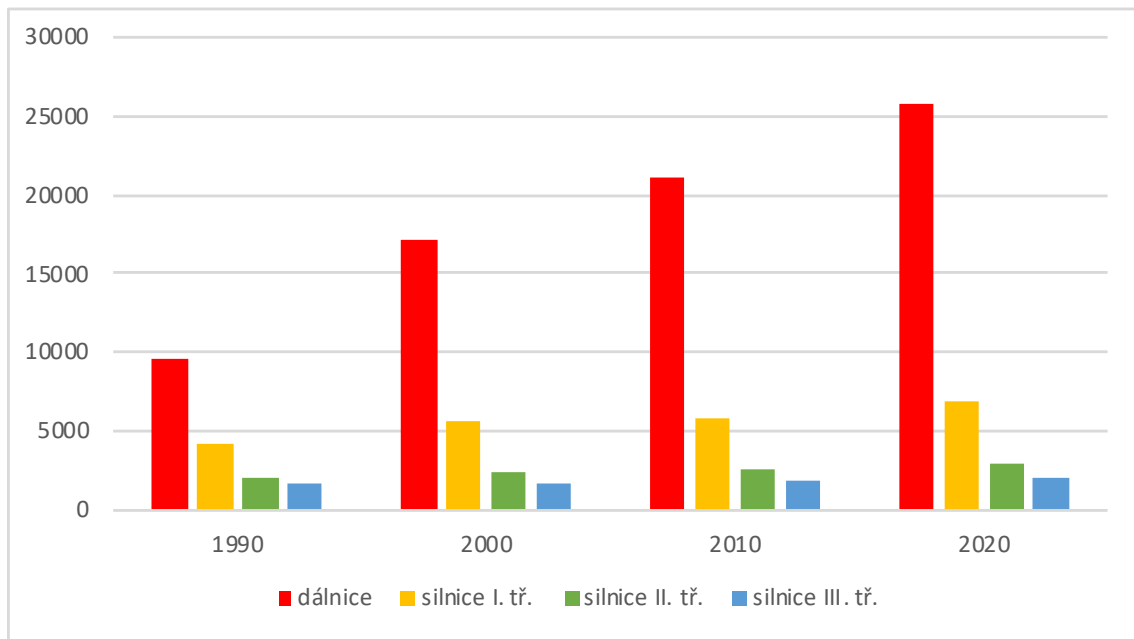
Tab. 4: Vývoj denních intenzit dopravy na jednotlivých druzích komunikací

| Vývoj mediánu RPDI na různých kategoriích komunikací (voz/den) | | | | |
|--|-------|--------|--------|--------|
| | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 |
| dálnice | 9 636 | 17 137 | 21 103 | 25 851 |
| silnice I. tř. | 4 109 | 5 707 | 5 886 | 6 842 |
| silnice II. tř. | 1 974 | 2 377 | 2 521 | 2 848 |
| silnice III. tř. | 1 611 | 1 664 | 1 886 | 2 062 |

Z uvedených hodnot vyplývají důležité skutečnosti:

- v souladu s celkovým nárůstem dopravy rostou i průměrné denní intenzity na všech kategoriích komunikací, a tím se zvyšuje jejich bariérový efekt.

- dopravní zatížení roste i na dříve málo frekventovaných silnicích II. a III. tříd, což vede opět ke zvýšené četnosti nehod se zvěří. Problémem je, že na těchto komunikacích lze jen obtížně realizovat nějaká technická opatření.
- poměrný nárůst intenzit v porovnání s rokem 1990 není na všech kategoriích stejný. Nejvyšší je na dálnicích a dále klesá až k silnicím III. třídy. Dobře je to patrné na obr. 10. Je tedy zřejmé, že dálnice přebírají stále větší podíl dopravního výkonu a také se stávají jednoznačně nejvýznamnější migrační bariérou, a to již jen z hlediska dopravních intenzit.



Obr. 10: Vývoj průměrné denní intenzity dopravy na různých kategoriích komunikací

Celková migrační bariéra

Ve výsledném bariérovém efektu se obě složky sčítají. Z toho vyplývá, že nejvyšší bariérový efekt mají dálnice a rychlostní komunikace (šířka tělesa + celodenní intenzita). Dále následují modernizované nebo nově stavěné silnice I. třídy. Silnice II. a III. třídy se obecně nepovažují za závažnou migrační bariéru, mohou jí být pouze ve zvláštních případech (např. pro pohyb obojživelníků).

Dálnice a silnice dálničního typu jsou jednoznačně nejvýznamnější migrační bariérou, jak z důvodu šířkového a technického řešení (statická bariéra), tak z důvodu vysoké intenzity dopravy, probíhající ve zvýšené podobě i v nočních hodinách (dynamická složka bariéry). Proto jejich průchodnosti musí být věnována prvořadá pozornost.

5. OPATŘENÍ NA SNIŽOVÁNÍ BARIÉROVÉHO EFEKTU

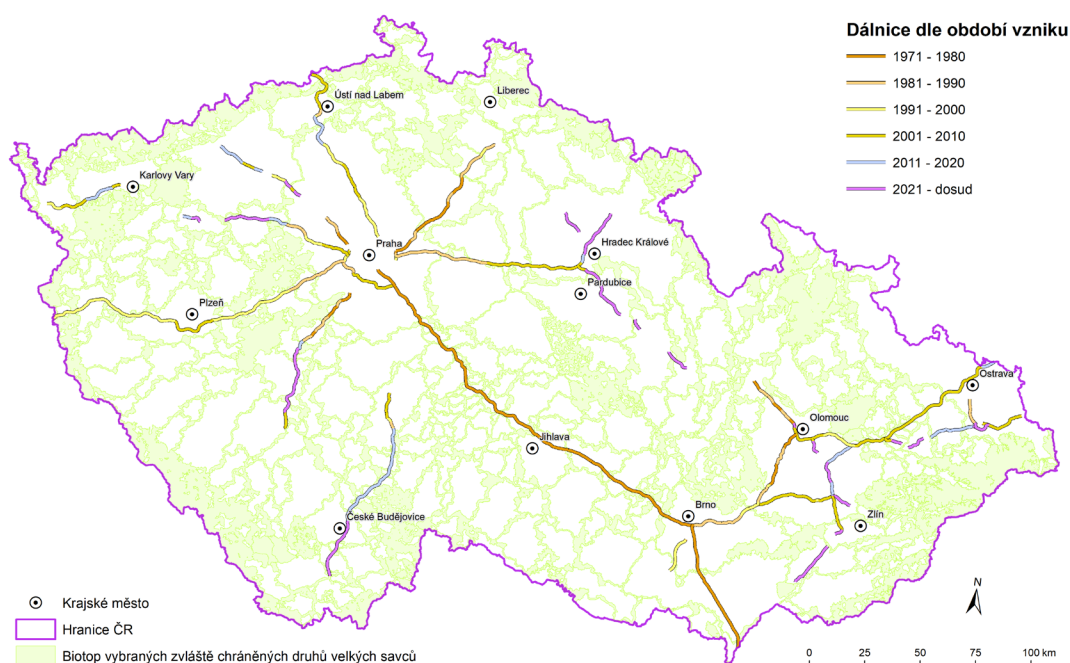
Na identifikaci fragmentace jako významného problému ochrany přírody a krajiny musí zákonitě navazovat návrhy řešení. Ty je třeba vidět ve dvou hlavních rovinách: (i) metodice snižování bariérového efektu, (ii) návrhů konkrétních technických řešení.

5.1 Metodika snižování bariérového efektu

Problematika bariérového efektu se stala předmětem řešení při přípravě silnic a dálnic postupně. Zjednodušeně lze vymezit tuto časovou osu:

- Do počátku 90. let minulého století se problematika fragmentace krajiny při přípravě dopravní infrastruktury vůbec neuplatňovala.
- V letech 1990-2000 byla zahrnována do projektů nepravidelně v závislosti na znalostech a zkušenostech jednotlivých zpracovatelů.
- V roce 2001 vyšla **první metodická příručka Agentury ochrany přírody a krajiny** (Hlaváč et Anděl, 2001), která poprvé systematicky celou problematiku představila a popsala i základní návrhy řešení.
- Klíčovým zlomem bylo v roce 2006 vydání **Technických podmínek Ministerstva dopravy č. 180** (Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy, MD ČR, 2006). TP 180 se zabývají jak procesní, tak technickou stránkou problému. Zavádějí povinnost připravovat specializované podkladové materiály, tzv. migrační studie, analogicky k jiným oblastem životního prostředí (hluková studie aj.). Popisují a kategorizují základní technická opatření, postupy při návrhu a optimalizaci. Vzhledem k tomu, že se jednalo o materiál Ministerstva dopravy (odsouhlasený Ministerstvem životního prostředí), stalo se toto téma automatickou součástí projektové a investiční přípravy.
- S rozvojem poznatků u nás i v Evropě vycházely další metodické materiály vydávané v gesci Ministerstva životního prostředí.
- V současné době je klíčovou příručkou **Doprava a ochrana fauny v ČR** (Hlaváč et al., 2020).

Základním procesem, ve kterém jsou navrhována opatření na snižování bariérového efektu je **Posuzování vlivu na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb. (EIA)**.



Obr. 11: Mapa postupu výstavby dálnic v ČR

Lze konstatovat, že po metodické stránce jsou potřebné podklady pro snižování bariérového efektu dostatečné a celý proces je v souladu se standardy uplatňovanými v EU.

5.2 Technická řešení

Klíčovou roli při snižování bariérového efektu dálnic a silnic I. třídy mají migrační objekty.

Migrační objekt – stavební objekt na pozemní komunikaci realizovaný za účelem migrace živočichů nebo umožňující tuto migraci jako vedlejší jev a hodnocený z tohoto hlediska.

O účinnosti migračních objektů rozhodují dvě skupiny faktorů:

- a) **ekologické faktory** – popisují ekologické podmínky daného místa, charakter a významnost migrační cesty, naváděcí prvky, prvky rušení (osídlení, doprava, myslivost aj.). Přijatelnost těchto faktorů označujeme jako migrační potenciál ekologický.
- b) **technické faktory** – zahrnují základní koncepci řešení komunikace, rozměrové parametry objektu, způsob jeho začlenění do okolí a ochranu proti rušivým vlivům dopravy na komunikaci. Přijatelnost technického řešení označujeme jako migrační potenciál technický.

Celková účinnost (celkový **migrační potenciál**) je dán kombinací ekologického a technického potenciálu. Přijatelné účinnosti lze dosáhnout pouze při současné přijatelnosti ekologických i technických podmínek. (I velký ekodukt postavený na špatném rušeném místě bude nefunkční, stejně jako když na výborné migrační cestě postavíme úzký, nevyhovující objekt).

Celkový migrační potenciál objektu =
= migrační potenciál ekologický x migrační potenciál technický.

Ve smyslu definice migračního objektu se z hlediska migrace hodnotí všechny mostní objekty na trase, kde samozřejmě většina se zde nachází z důvodů překračování údolí, křížení vodních toků, polních a lesních cest atd. (tzv. primární objekty). Teprve po zhodnocení jejich účinnosti a posouzení průchodnosti celého úseku se vyhodnotí, zda je průchodnost dostačující, nebo je možné některé mosty optimalizovat, či je třeba postavit speciální most pouze pro účely migrace živočichů.

Postup při snižování bariérového efektu:

(1) využití primárních objektů --- (2) optimalizace primárních objektů --- (3) výstavba speciálních objektů pro migraci

Umístění a základní parametry migračních objektů se určují na začátku investiční přípravy v rámci **strategické a rámcové migrační studie**. Základní požadavky jsou shrnuty v publikaci Fauna a doprava v ČR (Hlaváč et al., 2020).

Konkrétní technické řešení se dále upřesňuje v rámci **detailní migrační studie** a vychází se přitom především z TP180. Migrační objekty se dělí z hlediska umístění ve vztahu k dopravě na podchody a nadchody. Navržena jsou základní typová řešení, která definují nejen celkové technické řešení a rozměry objektu, ale i způsoby navázání na okolní krajinu, oplocení, vegetační úpravy, ochranu proti rušení aj.

Základní kategorizace je uvedena v tab. 5 a tab. 6., obrázková dokumentace je v boxu č. 1

Tab. 5: Kategorizace migračních objektů – podchody (Zdroj: Hlaváč et al., 2020)

| Kategorizace | | Typové řešení | |
|----------------------|----------------------|---------------|---|
| | | typ | název |
| Propustky | trubní | P1 | propustek trubní |
| | rámový | P2 | propustek rámový |
| Most přes komunikaci | most před vodoteč | P3 | most přes malé vodoteče, optimalizovaný |
| | most přes komunikaci | P4 | most přes polní a lesní cesty, optimalizovaný |
| | most speciální | P5 | most speciální pro migraci kategorie A |
| | velké mosty | P6 | estakáda |
| | | P7 | viadukt, most přes údolí |

Tab. 6: Kategorizace migračních objektů – nadchody (Zdroj: Hlaváč et al., 2020)

| Kategorizace | | Typové řešení | |
|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---|
| | | typ | název |
| Most přes komunikaci | mostní objekt | N0 | standardní nadjezd pro polní a lesní cesty, |
| | víceúčelový most | N1 | upravený nadjezd pro polní cesty |
| | | N2 | víceúčelový přímo pojížděný most, |
| | | N3 | víceúčelový přesýpaný most, |
| | speciální most (zelený most, ekodukt) | N4-1 | ekodukt o středové šířce 10 m |
| | | N4-2 | ekodukt o středové šířce 20 m |
| | | N4-3 | ekodukt o středové šířce 40 m |
| N4-4 | | ekodukt o středové šířce 60 m | |
| Tunel | hloubený | N5-1 | tunel hloubený |
| | ražený | N5-2 | tunel ražený |
| Speciální typ nadchodu | | N6 | stromový nadchod |

Box č. 1: Migrační objekty



Trubní propustek se suchou cestou (P1)



Rámový propustek (P2)



Most přes polní cestu rozšířený (P4)



Estakáda přes údolí (P6)



Modifikovaný nadjezd účelové cesty (N1)



Ekodukt (N4-3)

Specifika podchodů a nadchodů

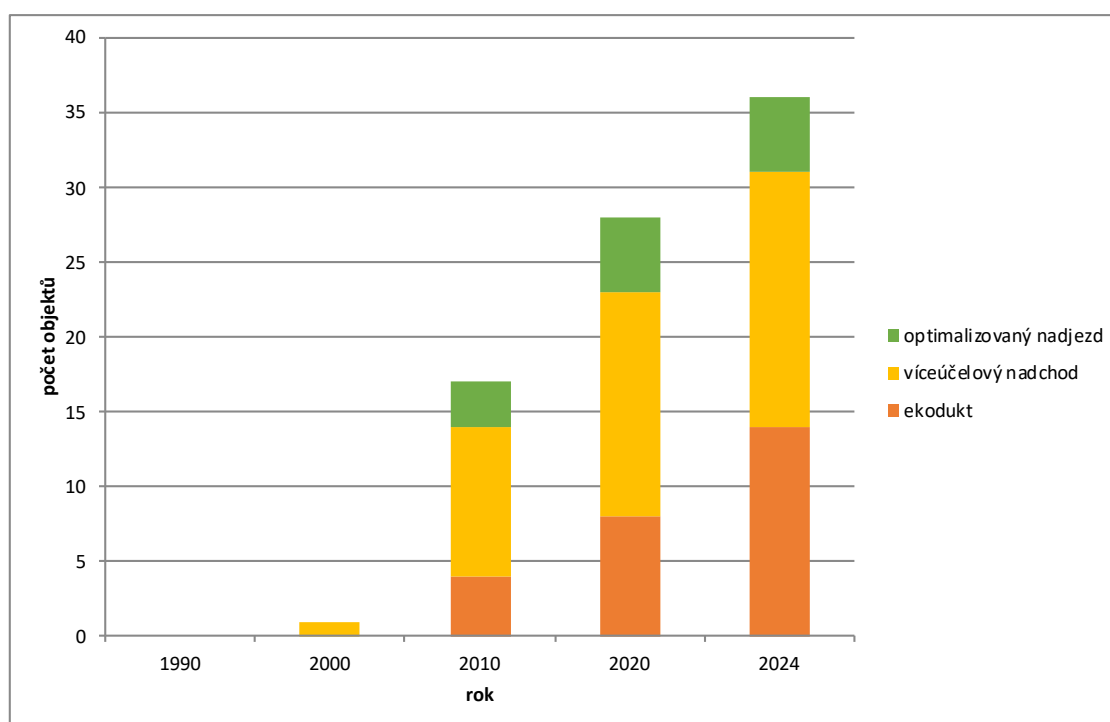
Konkrétní volba migračních objektů je dána místními podmínkami. Jak podchody, tak nadchody mají svá důležitá specifika:

- **podchody** – vznikají přemostěním údolí, vodních toků, polních a lesních cesta a převádějí tedy přirozené migrační trasy v krajině. Pro průchodnost silnic a dálnic jsou zcela zásadní. Výhodou je, že je lze velmi často i malými změnami parametrů optimalizovat a zvýšit jejich účinnost, což se také v praxi děje. Celkově je jejich význam pro migraci mnohonásobně vyšší než u nadchodů.
- **nadchody** – jejich základní výhodou je, že je možné je realizovat na řadě kritických míst na starých dálnicích dodatečně, bez přerušení provozu (omezení vždy jen na jeden jízdní pruh). Jsou k tomu nutné odpovídající terénní podmínky, ale jejich role je nezastupitelná.

5.3 Praktická realizace opatření na snižování bariérového efektu

Problematika snižování bariérového efektu byla do přípravy a realizace komunikací implementována postupně, jak bylo uvedeno na začátku této kapitoly. Proto lze existující dálnice rozdělit schematicky do tří kategorií:

- postavené do roku 1990: jedná se cca o 570 km (tedy o více než třetinu současné sítě) a problematika fragmentace se zde cíleně neřešila. Jejich průchodnost je daná pouze četností primárních migračních objektů (mosty přes vodní toky a údolí) a zvláště v nížinách bývá velmi nízká.
- postavené v letech 1990–2010: jedná se rovněž o cca 570 km. Toto období můžeme označit jako přechodné, řešení fragmentace ještě nebylo standardizovaná a bylo závislé na místních podmínkách a přístupu navrhovatelů. Zhruba u poloviny dálnic z té doby jsou ale migrační parametry již dostatečné.
- postavené po roce 2010: Jedná se o cca 415 km dálnic. Tyto dálnice mají problematiku fragmentace a bariérového efektu řešenou na dostatečné úrovni a odpovídají evropským standardům. Jako příklad zvyšujícího se důrazu na migrační objekty je uveden nárůst počtu ekoduktů na naší dopravní síti (obr. 12).



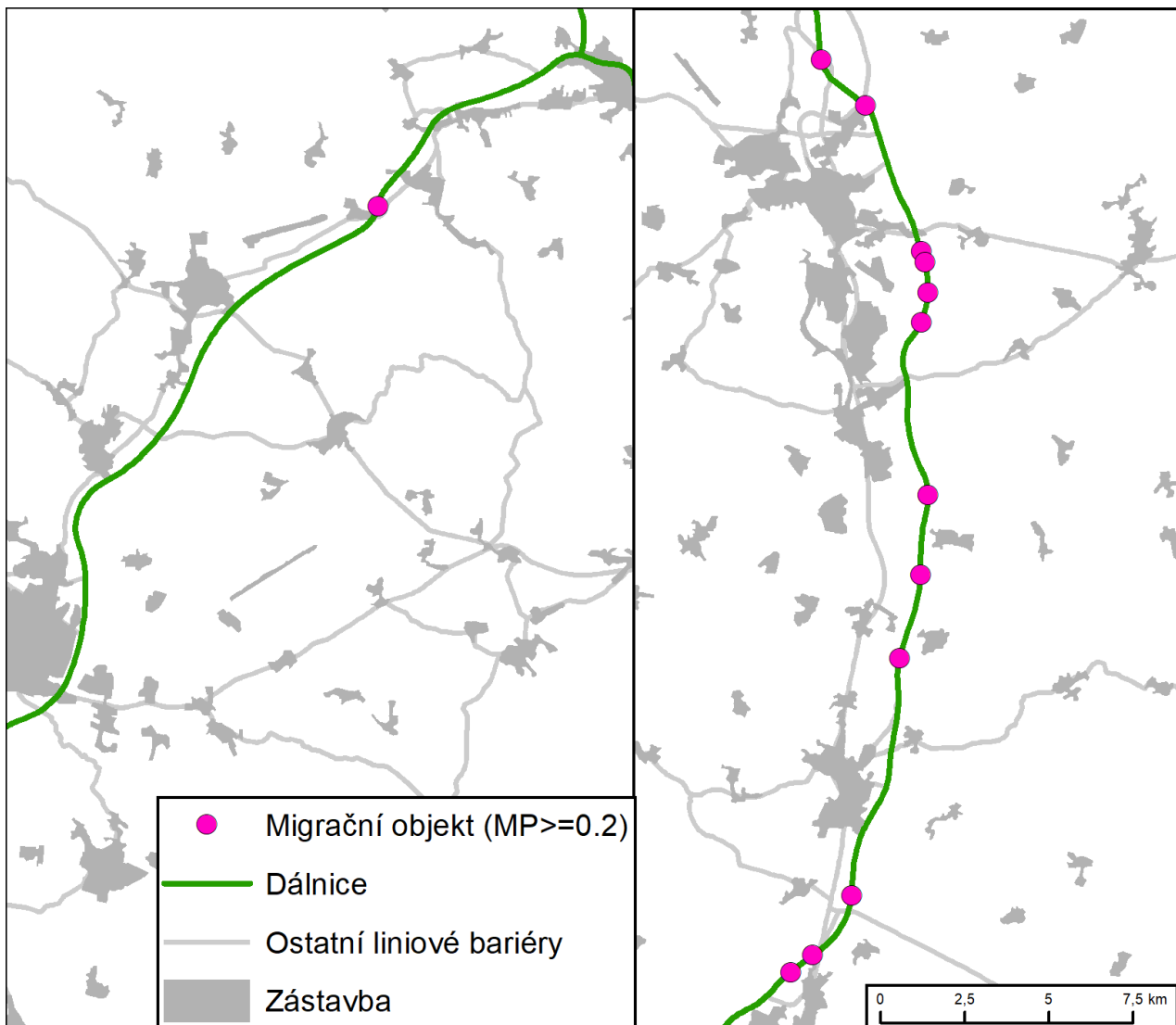
Obr. 12: Vývoj počtu realizovaných ekoduktů

Problematika „starých dálnic“

Lze odhadnout, že při rozdělení přechodného období, tak máme v naší současné síti cca polovinu dálnic, u kterých není bariérový efekt řešen vůbec nebo nedostatečně. Tyto tzv. „staré dálnice“ představují velký problém, především v těchto bodech:

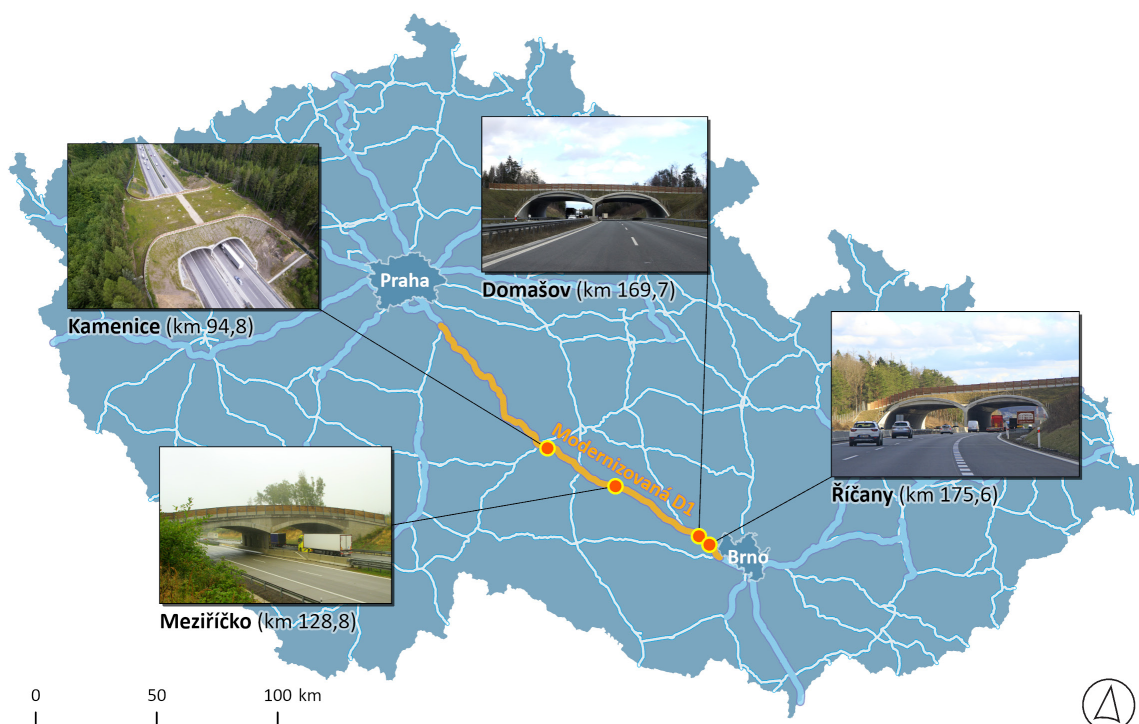
- narušují kontinuitu migračních koridorů především pro velké savce (kategorie živočichů A). Tato skutečnost je řešitelná dodatečnou realizací speciálních nadchodů (ekoduktů), které mohou být postaveny za provozu (pouze s částečným omezením provozu). Příkladem je výstavba na D1 (box č. 2)
- problematické je časté oplocení těchto dálnic i v místech, kde není dostatek migračních objektů. Dálnice se tak stává úplnou bariérou.
- vzhledem k malému počtu migračních objektů se zvyšuje pravděpodobnost vstupu živočichů na vozovku a tím i četnost dopravních nehod. Řešení kritických míst dopravních nehod je rovněž možné výstavbou ekoduktů za provozu.

Pouze jako ilustraci z hlediska počtu migračních objektů jsou na obr. 13 porovnány úseky „staré“ a „nové“ dálnice.



Obr. 13: Porovnání počtu migračních objektů. Příklad „staré“ a „nové“ dálnice: D10 x D3.

Box č. 2: Zvýšení průchodnosti D1



V rámci velké modernizace naší nejstarší dálnice D1 byly v letech 2021 a 2022 jako defragmentační opatření vystavěny čtyři ekodukty, které zajistily zprůchodnění kritických míst BVZCHDVS. Od prvního dne jsou ekodukty zvěři hojně využívány (srnci, divokými prasaty, liškami nebo daňky), což dlouhodobě monitorují zaměstnanci AOPK ČR pomocí fotopastí.



6. VÝVOJ FRAGMENTACE KRAJINY V ČR V LETECH 1990-2020

Pro vyhodnocení celkové fragmentace krajiny v ČR v letech 1990-2020 byly použity dva indikátory:

- (1) UAT – nefragmentovaná území dopravou – řeší fragmentaci především **z pohledu člověka a vymezuje potenciální klidové oblasti**
- (2) IDFK – indikátor dynamiky fragmentace krajiny – je zaměřen především **na migraci volně žijících živočichů**

6.1 UAT – nefragmentovaná území dopravou

Charakteristika indikátoru

Indikátor UAT (Unfragmented Area by Traffic) byl vyvinut v SRN ve Federální agentuře pro ochranu přírody (Binot-Hafke et al., 2000). Je založen na rozdělení hodnocené krajiny na části, které jsou dopravou silně ovlivněné (fragmentované) a na části méně dotčené (nefragmentované). Koncepce vychází z myšlenky, že místa, která nejsou fragmentována dopravou, představují cenné a neobnovitelné zdroje a zasluhují si další ochranu v rámci územního plánování. Nefragmentovaná území jsou definována následovně.

UAT je část krajiny, která současně splňuje tyto dvě podmínky:

- je ohraničena silnicemi s roční průměrnou denní intenzitou dopravy vyšší než 1 000 vozidel/den, nebo vícekolejnými železnicemi
- má rozlohu větší nebo rovnou 100 km²

Indikátor je silně konzervativní, zaznamenává i relativně nízké zatížení dopravou a je vhodný především pro celkový, komplexní pohled na krajinu z pohledu člověka, pro vymezení klidových a rekreačních oblastí. Jeho velkou výhodou je jednoduchost a možnost snadného mapového vyjádření a tím i praktické využití v územním plánování. Modifikace pro potřeby ČR byla provedena v práci Anděl et al. 2005. Indikátor je využíván v ročenkách životního prostředí a je na stránkách www.cenia.cz.

Nevýhodou indikátoru z pohledu hodnocení vlivu dopravní infrastruktury na fragmentaci krajiny je skutečnost, že nezohledňuje realizaci migračních objektů a jen omezeně změny v intenzitách dopravy.

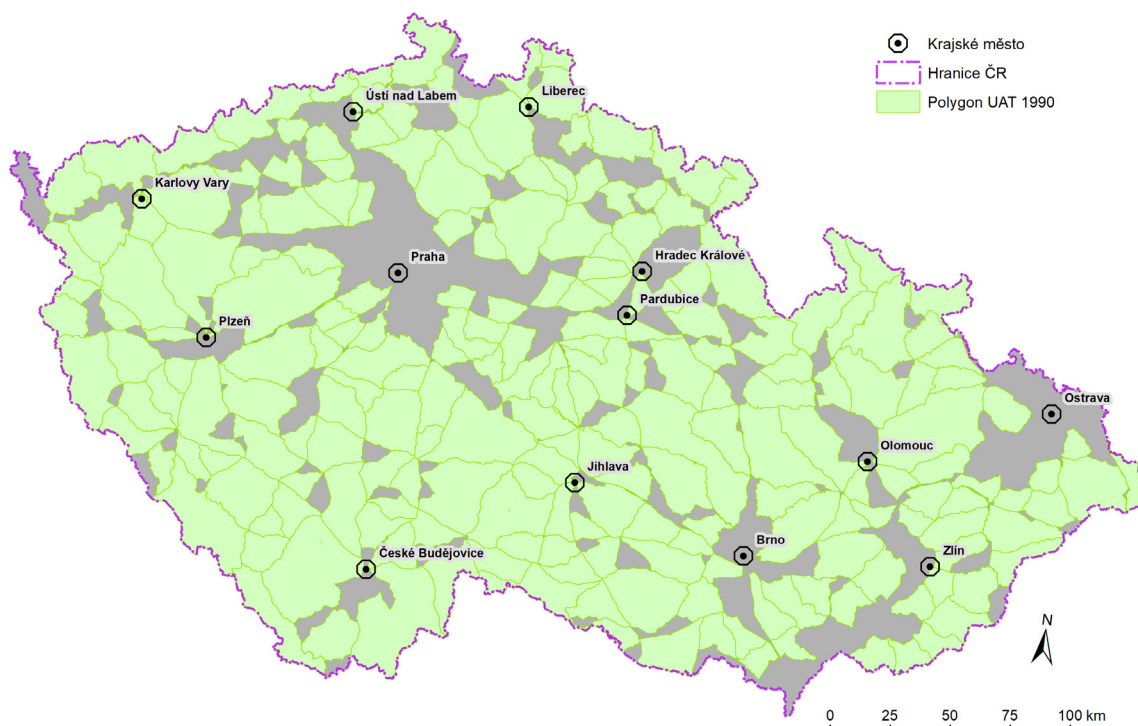
Vývoj indikátoru UAT v letech 1990-2020

Výsledky jsou uvedeny v boxu č. 3. Jsou zde prezentovány 4 mapy pro roky 1990, 2000, 2010 a 2020. Území nefragmentované je vyznačeno zeleně, fragmentované šedě.

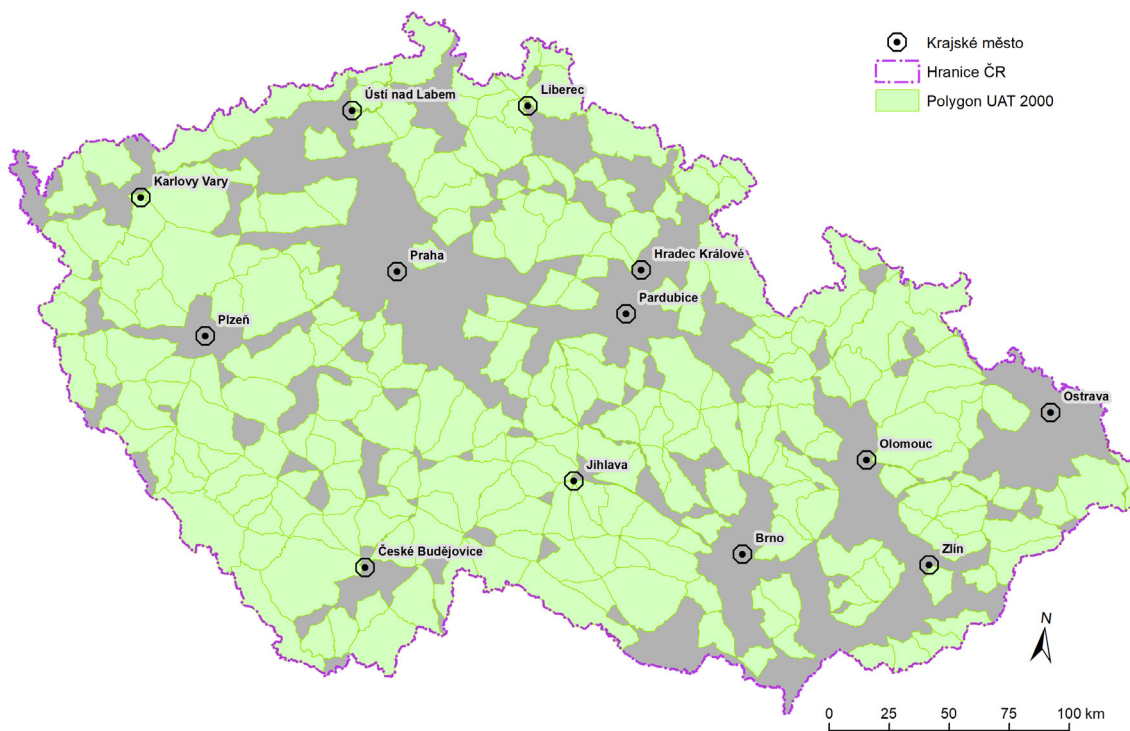
Tab. 7: Vývoj fragmentace krajiny podle indikátoru UAT

| Označení na mapě | UAT (km ²) | Stupeň fragmentace | Rozloha (% rozlohy ČR) | | | |
|---|------------------------|-----------------------|------------------------|------|------|------|
| | | | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 |
| šedá | 0-100 | fragmentované území | 19,8 | 30,0 | 30,0 | 39,0 |
| zelená | nad 100 | nefragmentované území | 80,2 | 70,0 | 70,0 | 61,0 |
| průměrná velikost polygonu (km ²) | | | 72 | 51 | 44 | 38 |

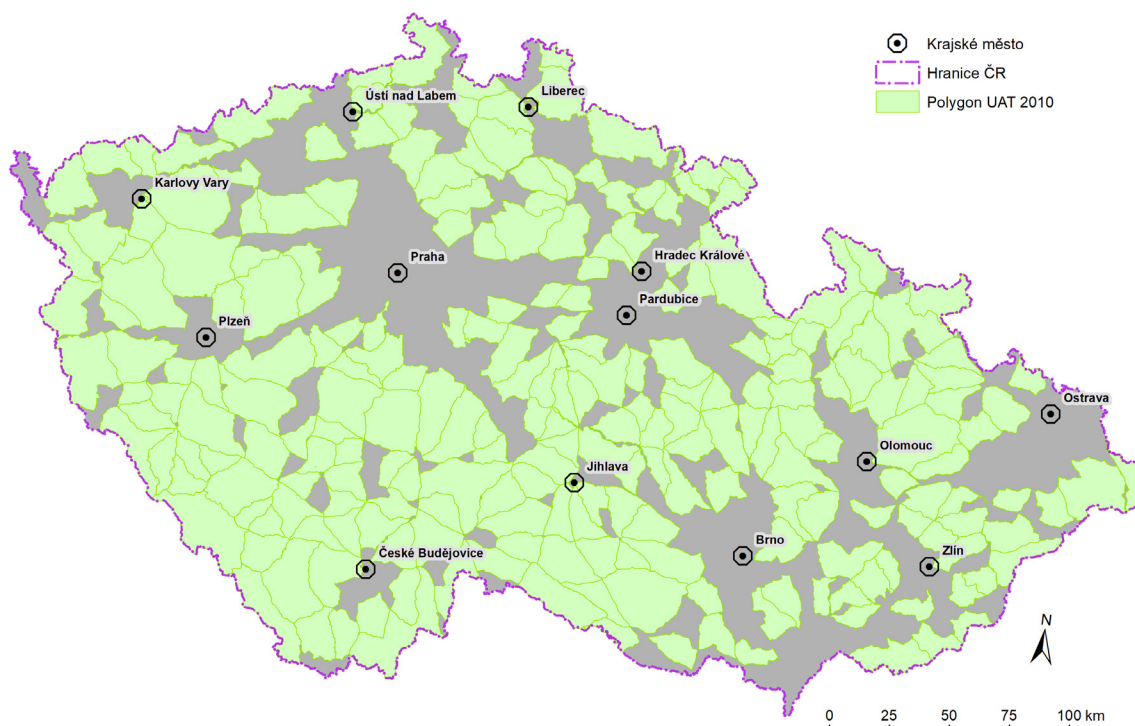
Box č. 3: Vývoj indikátoru UAT



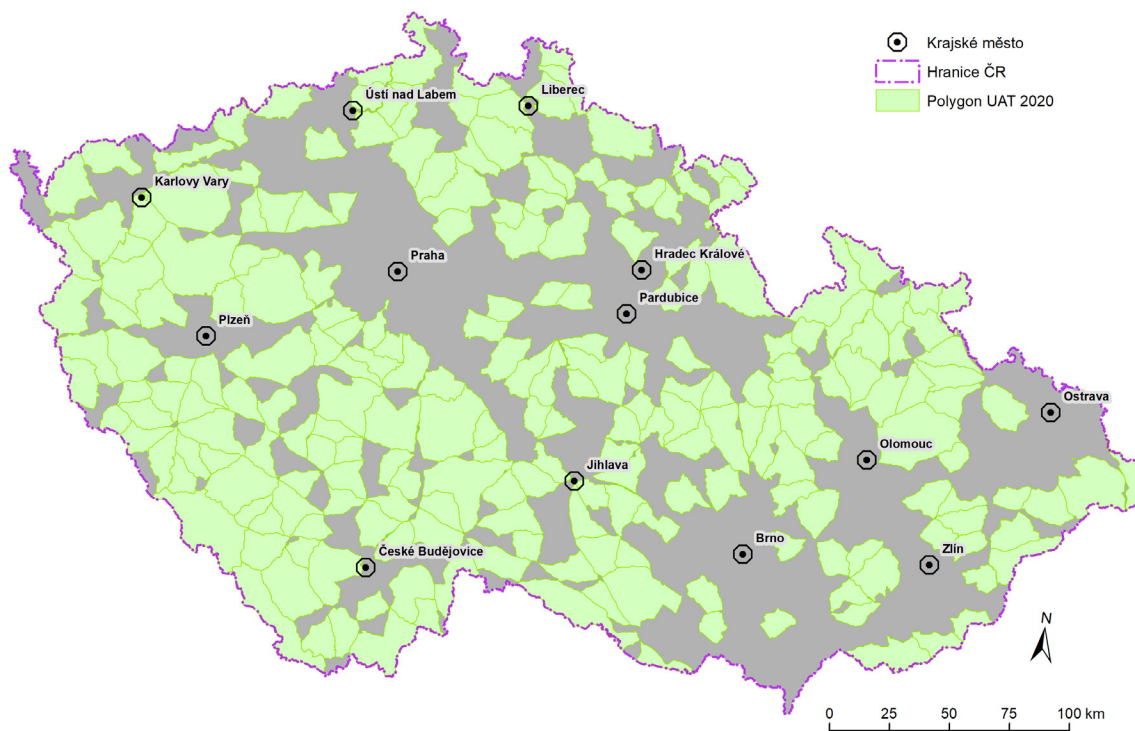
Obr. 14: Polygony UAT pro rok 1990



Obr. 15: Polygony UAT pro rok 2000



Obr. 16: Polygony UAT pro rok 2010

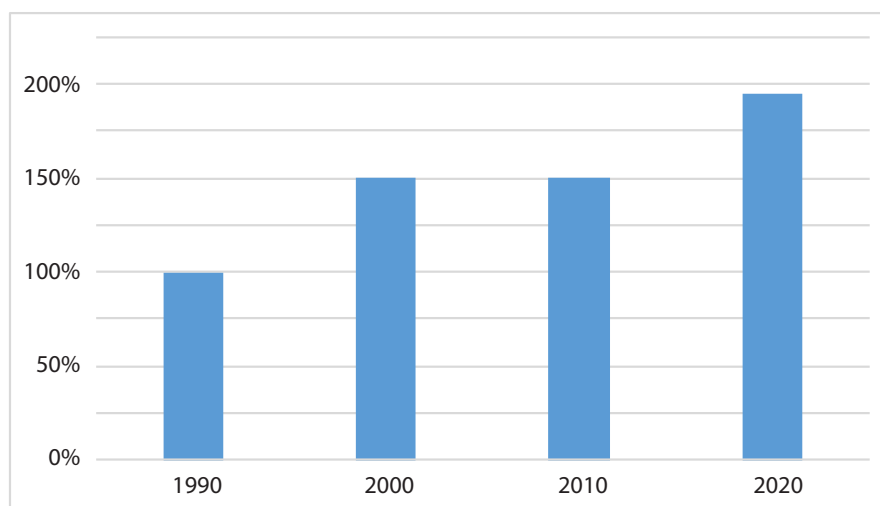


Obr. 17: Polygony UAT pro rok 2020

Z výsledků vyplývají tyto základní závěry:

- rozloha fragmentovaného území dopravou stále roste. V roce 1990 bylo fragmentováno cca 20 % území a k roku 2020 je to již cca 40%. Míra fragmentace tedy stoupla o 100 %. (obr. 18)
- Fragmentace roste především v okolí velkých měst a průmyslových aglomerací (Praha, Podkrušnohoří, Liberec, Plzeň, Hradec Králové – Pardubice, Brno, Olomouc, Zlín, Ostrava).
- Jak v Čechách, tak i na Moravě se fragmentované plochy vzájemně propojují a vytvářejí v území převažující matici.
- Za období hodnocených 30 let se situace zcela změnila a „klidové oblasti“, které zde převažovaly, dnes ustoupily územím ovlivněným dopravou. Rozsáhlejší klidové oblasti zůstaly na JZ v oblasti Šumavy a mezi Karlovými Vary a Plzní, dále v Jeseníkách, části Českomoravské vrchoviny, Lužických hor a Máchova kraje.

Oblasti neovlivněné dopravou jsou cenným a neobnovitelným společenským statkem. Rozloha těchto potenciálních klidových oblastí se za období 30 let mezi roky 1990-2020 snížila o 20 % rozlohy státu.



Obr. 18: Nárůst fragmentace území – indikátor UAT (1990 = 100%)

6.2 IDFK – indikátor dynamiky fragmentace krajiny

Charakteristika indikátoru

Pro sledování dynamiky ve vývoji fragmentace krajiny ve vztahu k dopravní infrastruktuře byl zpracován modelový indikátor IDFK (indikátor dynamiky fragmentace krajiny). Do výpočtu zahrnuje technické objekty umožňující migraci (migrační objekty) a různou intenzitu dopravy. Zatímco každá bariéra u UAT je považována za zcela nepropustnou, v IDFK je nabývá propustnost bariéry modelových hodnot od 0,0 – zcela nepropustná, po 1,0 – zcela propustná. Pro vyhodnocení různé propustnosti bariéry se využívá upravená metoda stanovení efektivní velikosti oka (m_{eff}). Ta je založena na výpočtu pravděpodobnosti, že dva jedinci náhodně umístění do studovaného území, se budou nacházet v jedné ploše a že tedy nebudou odděleni bariérou.

Na mapách IDFK jsou dílčí polygony rozdělení podle velikosti do 5 tříd (do 50, 100, 300, 1000 a nad 1000 km²). Vyšší hodnota indikátoru představuje méně fragmentovanou krajinu.

Vývoj indikátoru IDFK v letech 1990-2020

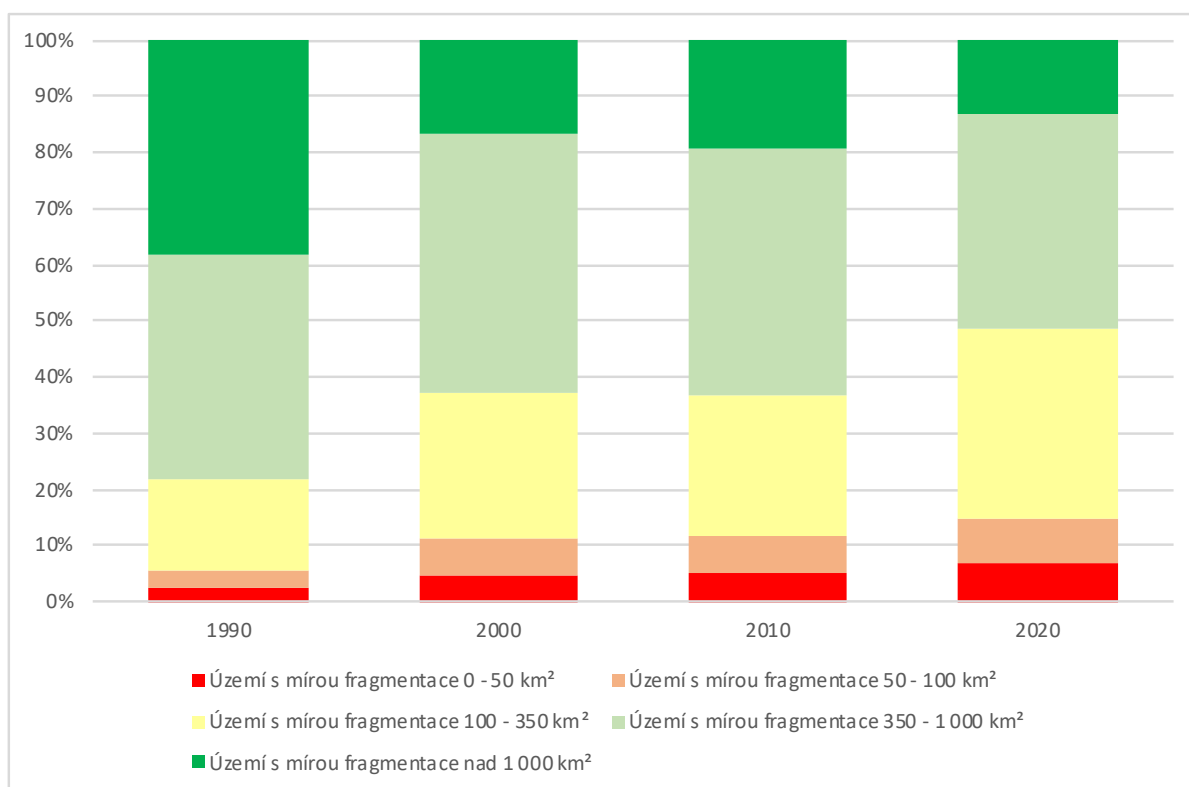
Výsledky jsou uvedeny v boxu č. 4. Jsou zde prezentovány 4 mapy pro roky 1990, 2000, 2010 a 2020. Území je rozděleno do 5 stupňů fragmentace.

Tab. 8: Vývoj fragmentace krajiny podle indikátoru IDFK

| Označení na mapě | UAT (km ²) | Stupeň fragmentace | Rozloha (% rozlohy ČR) | | | |
|---|------------------------|--------------------|------------------------|------|------|------|
| | | | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 |
| červená | 0-50 | velmi vysoký | 2,6 | 4,7 | 5,2 | 6,9 |
| oranžová | 50-100 | vysoký | 2,9 | 6,6 | 6,6 | 8,2 |
| světle zelená | 100-350 | střední | 16,0 | 25,9 | 25,0 | 33,5 |
| sytě zelená | 350-1 000 | nízký | 40,3 | 46,1 | 43,8 | 38,5 |
| tmavě zelená | 1 000 a více | velmi nízký | 38,1 | 16,7 | 19,4 | 13,0 |
| průměrná velikost IDFK (km ²) | | | 247 | 155 | 141 | 116 |

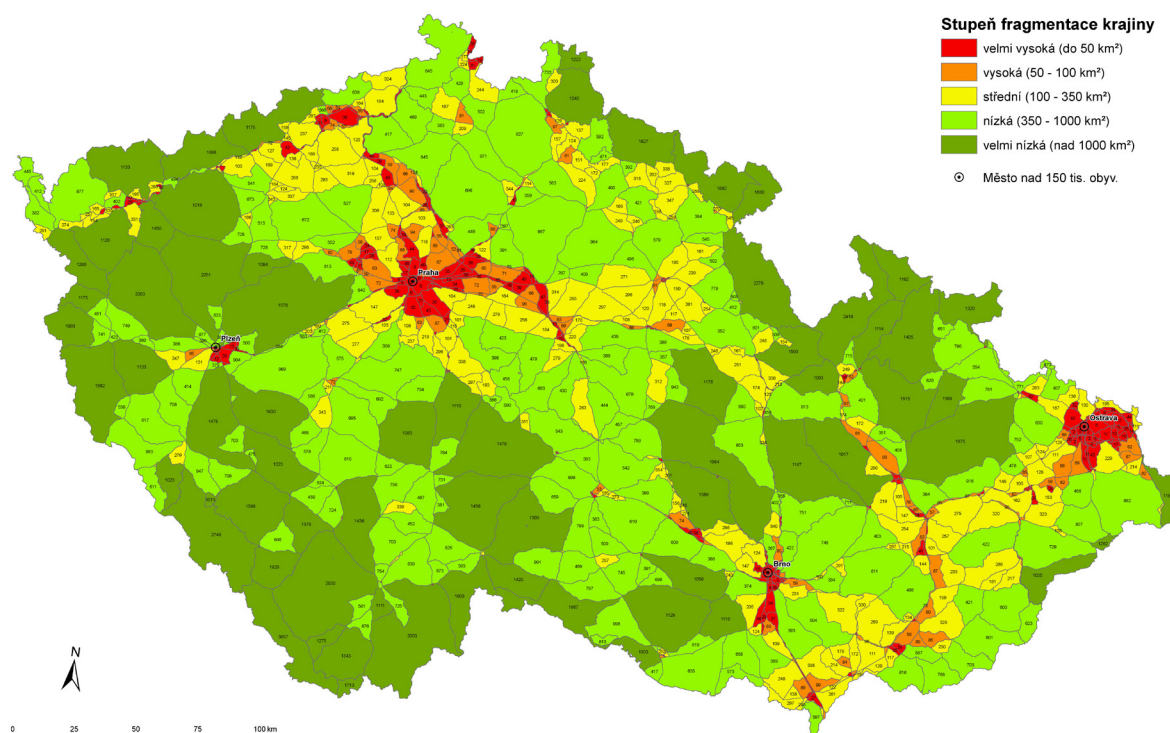
Z výsledků vyplývají tyto základní závěry:

- indikátor rozděluje území podrobněji, na 5 stupňů a jsou zde proto patrné i dílčí plochy fragmentovaného území. Toto členění je vhodné i pro řešení regionálních a lokálních problémů;
- z výsledků je patrná celková tendence stále se zvyšující fragmentace území. Ve sledované časové řadě od roku 1990 do 2020 přibývá území s velmi vysokou, vysokou a střední fragmentací (červená, oranžová a světle zelená barva) a ubývají plochy se zachovalou, málo fragmentovanou krajinou (sytě zelená a tmavě zelená barva. Je to dobře patrné z grafu na obr. 23.
- ukazatelem růstu fragmentace je i snižování rozlohy průměrné nefragmentované plochy z cca 250 na 120 km², tedy o více než 50 %.
- zcela zásadní rozdíl je zřejmý při srovnání map z roku 1990 a 2020. V roce 1990 bylo cca 78 % území v kategorii s nízkou a velmi nízkou fragmentací a zahrnovalo souvislé plochy v JZ a SV části ČR. Významně fragmentováno bylo pouze území kolem Prahy, Ostravy, Podkrušnohoří a Brna. Na druhou stranu v roce 2020 zaujímá nízké a velmi nízké fragmentované území pouze cca 52 %, což znamená, že během 30 let se fragmentace na čtvrtině území ČR významně zhoršila. V roce 2020 jsou na mapě dobře patrné fragmentované plochy u všech průmyslových a sídelních aglomerací.

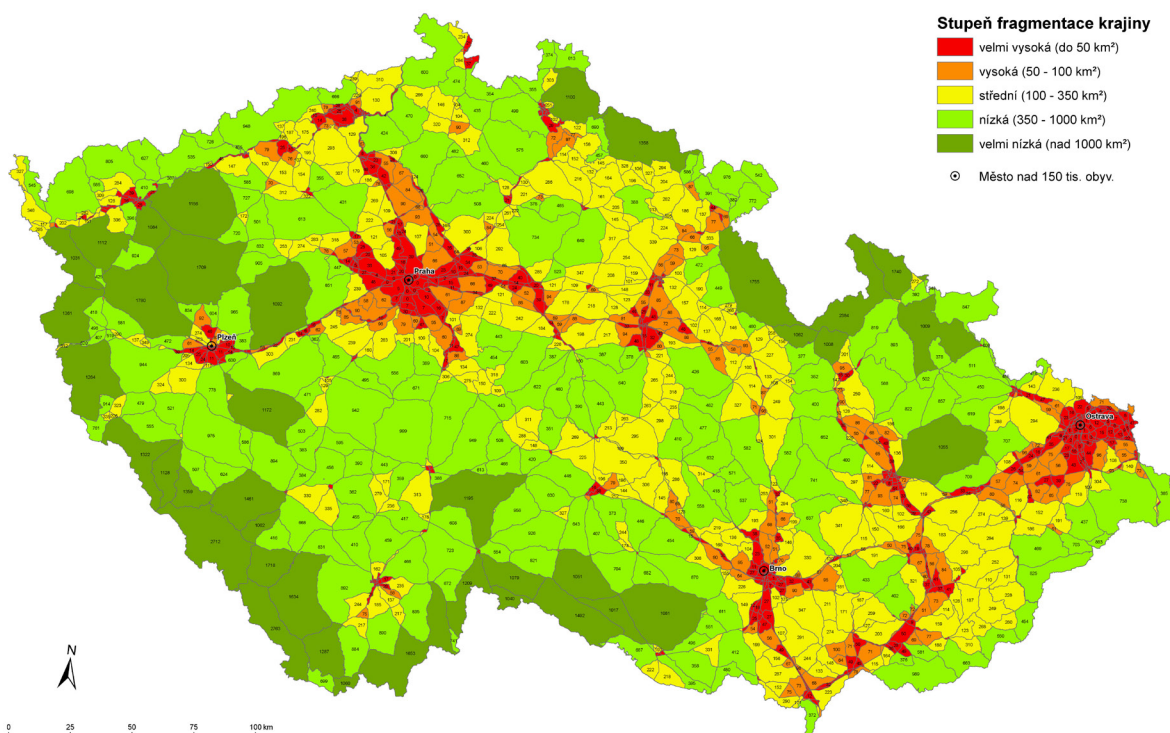


Obr. 23: Vývoj IDFK v letech 1990-2020

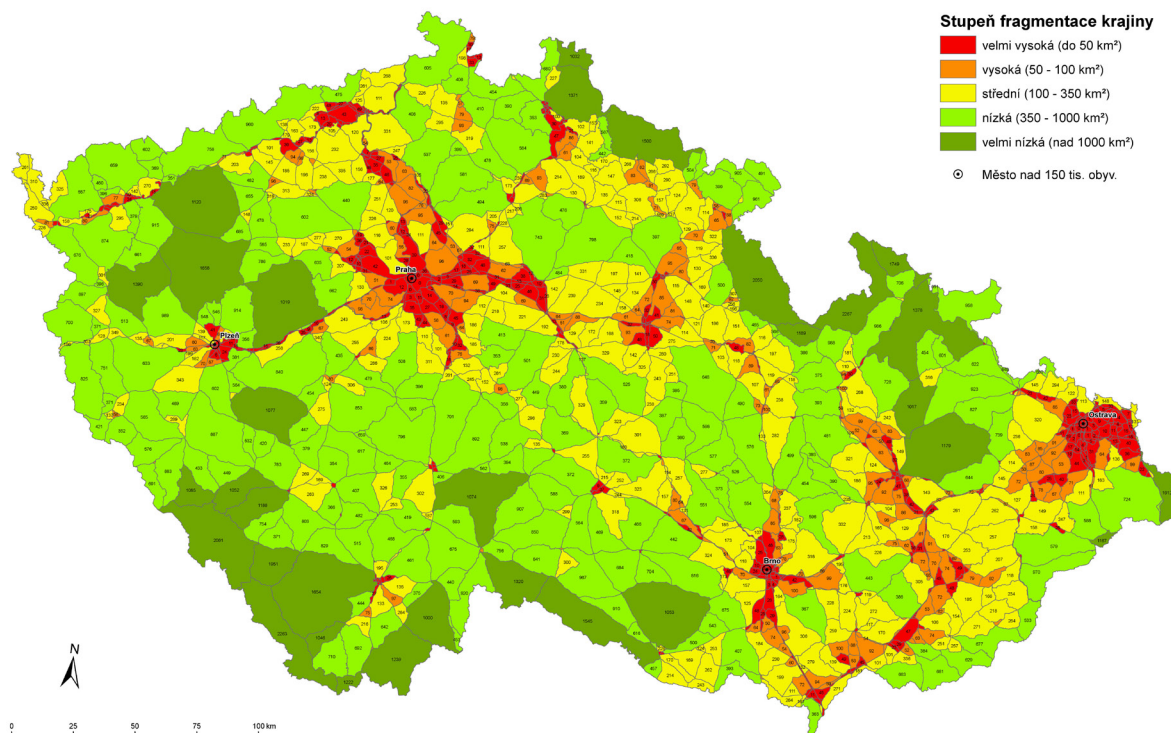
Box č. 4: Vývoj fragmentace území podle indikátoru IDFK – mapy



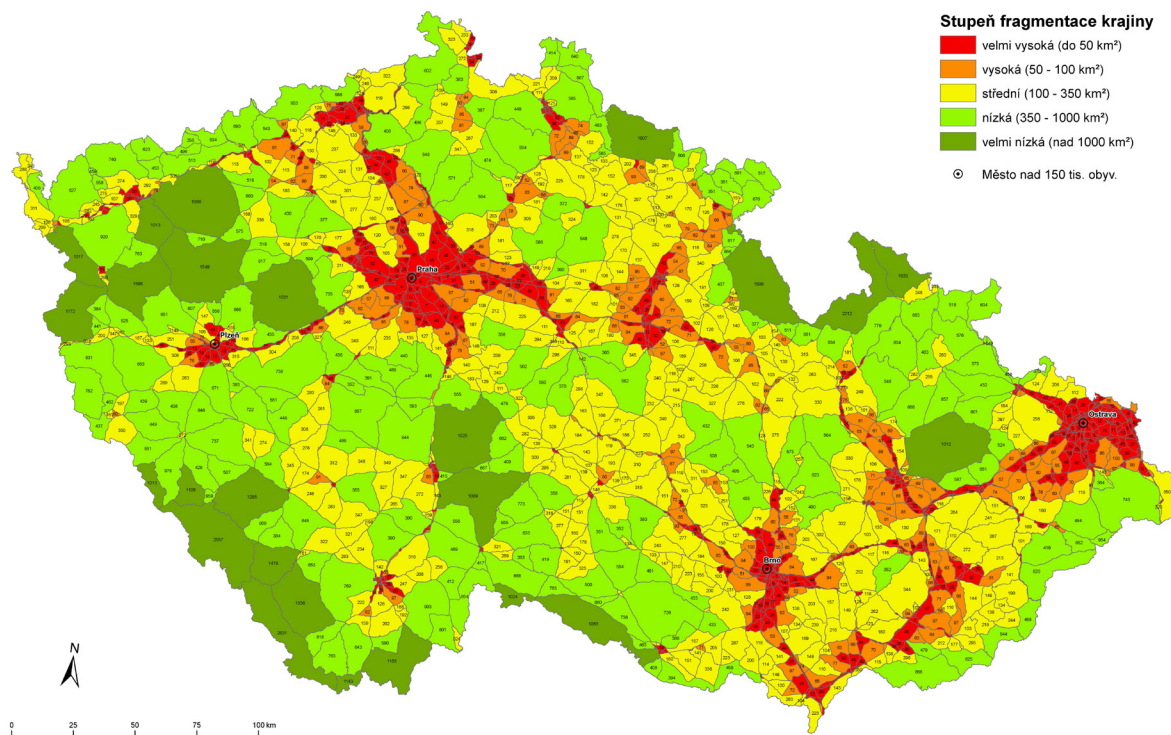
Obr. 19: Hodnoty IDFK – scénář 1990



Obr. 20: Hodnoty IDFK – scénář 2010



Obr. 21: Hodnoty IDFK – scénář 2000



Obr. 22: Hodnoty IDFK – scénář 2020

Podle indikátoru IDFK zaměřeného na sledování fragmentace krajiny ve vztahu k migraci volně žijících živočichů za období 1990 – 2020 došlo k poklesu rozlohy málo fragmentovaného území o cca 26 % rozlohy ČR.

Výsledky obou použitých indikátorů – UAT (modelování klidových oblastí pro člověka) a IDFK (modelování fragmentace krajiny z pohledu migrace volně žijících živočichů) – shodně potvrzují stejnou tendenci postupného rozpadu krajiny na dílčí fragmentované části. Za období 1990-2020 se snížila plocha málo fragmentované krajiny o cca 20-25 %.

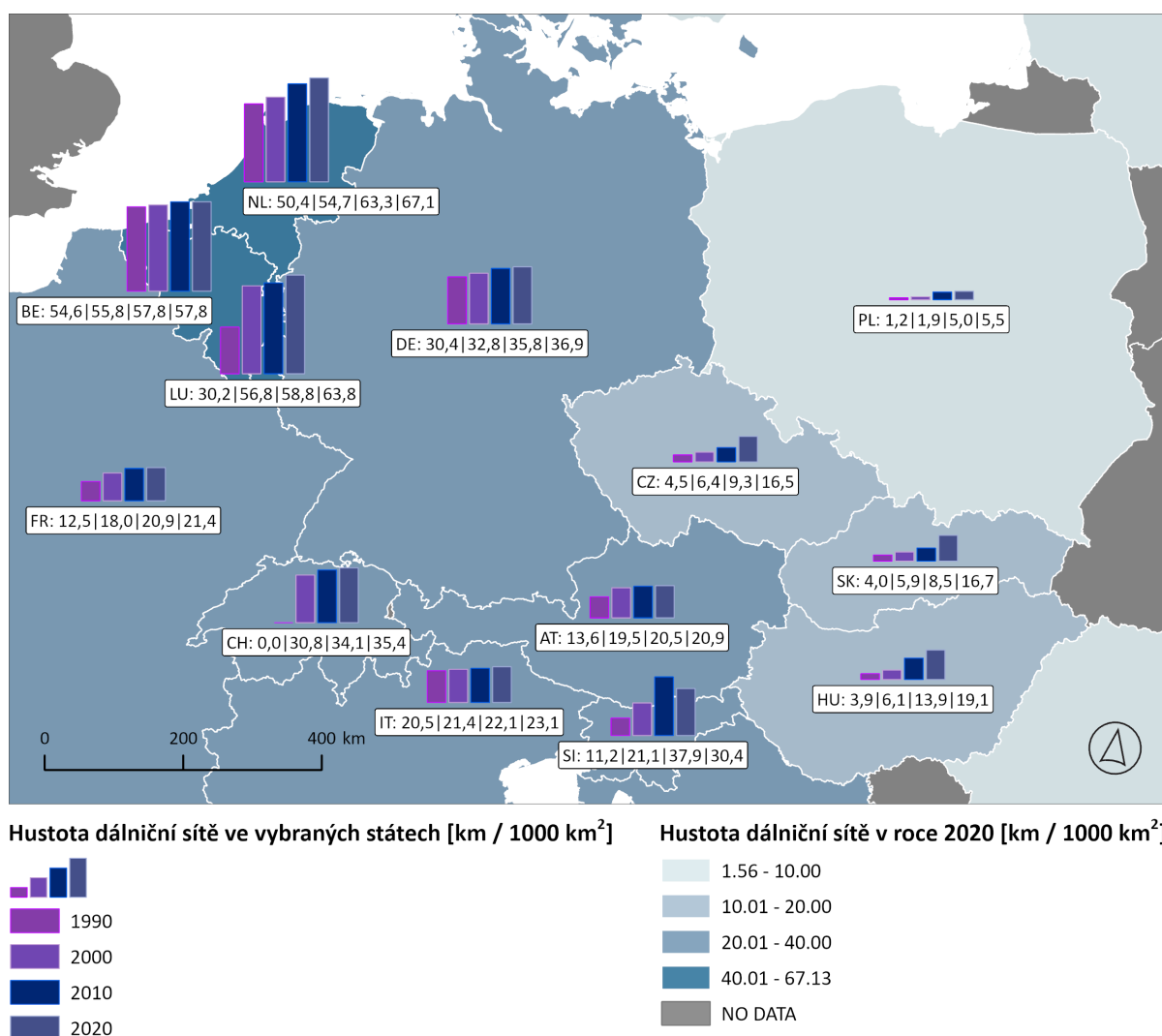
7. PERSPEKTIVA DALŠÍHO VÝVOJE FRAGMENTACE KRAJINY

7.1 Vývoj zdrojů bariérového efektu

Další perspektivy ve vývoji fragmentace krajiny se budou odvíjet od dalšího vývoje zdrojů fragmentace a od uplatňování optimalizačních opatření. V oblasti rozvoje dopravní infrastruktury se jedná především výstavbu dálnic, které mají největší bariérový efekt.

Základním dokumentem, kterým je řízen rozvoj sektoru dopravy je Dopravní politika České republiky pro období 2021–2027 s výhledem do roku 2050 a na ni navazují další dokumenty. Mezi klíčové cíle patří především dokončení páteří dopravní sítě s důrazem na transevropskou dopravní síť (TEN-T), což zahrnuje jak výstavbu a modernizaci dálnic a silnic, tak i železniční infrastruktury (modernizace konvenčních tratí, vysokorychlostní železnice – VRT a zvyšování kapacity) a multimodálních koridorů. Významná je též potřeba odstraňování úzkých míst na infrastruktuře a zlepšování propojení metropolitních aglomerací s regiony. Základní dálniční síť v České republice o délce přibližně 2 000 km by měla být dokončena do roku 2033. V současnosti je v provozu cca 1 500 km, tedy přibližně 75 % plánovaného rozsahu.

Důležitým hlediskem je i porovnání situace u nás s jinými rozvinutými státy Evropy. Na obr. 24 je prezentována průměrná hustota dálniční sítě (km/1 000 km² území). Z kartogramu je patrné, že dosud nedosahujeme ani průměru vyspělých západních zemí. Je zde tedy riziko, že tlak na další výstavbu dálnic a silnic bude pokračovat.



Obr. 24: Kartogram hustoty dálniční sítě ve vybraných zemích EU . (Zdroj: Eurostat)

Reálně lze očekávat i další nárůst dalších zdrojů fragmentace jako celkového dopravního výkonu a další výstavby skladových areálů, průmyslových hal i satelitní sídelní struktury.

V nejbližších letech je třeba počítat s dalším nárůstem hlavních příčin fragmentace krajiny, což je stále rostoucí celkový dopravní výkon, realizace sídelní a průmyslové infrastruktury v extravilánech obcí a výstavba nových dálnic a silnic. Důsledkem bude další zvyšování fragmentace krajiny

7.2 Další postup při snižování bariérového efektu při výstavbě dopravní infrastruktury

Při výstavbě a optimalizaci dopravní infrastruktury je třeba pokračovat ve snaze o snižování bariérového efektu. Je třeba se zaměřit především na tyto oblasti:

- a) **výstavba nových dálnic a silnic** – pokračovat v komplexním přístupu při návrhu a realizaci opatření pro minimalizaci bariérového efektu, v souladu s procesem posuzování vlivů na životní prostředí (SEA, EIA) a s legislativou ochrany přírody.
- b) **optimalizace stávající dopravní sítě** – zaměřit se na optimalizaci dopravní sítě, která byla realizována před rokem 1990 a problematika fragmentace zde nebyla řešena. Využít přitom metodiky EADI – Environmentálního auditu dopravní infrastruktury (Dostál et al., 2021), která je určena k včasnému vytipování problémových míst a k přípravě podkladů pro úpravy a rekonstrukce.
- c) **střety dálniční sítě s biotopy vybraných zvláště chráněných druhů savců** – především na staré dálniční síti doplnit potřebné migrační objekty, aby síť biotopů mohla být funkční jako celek. Příkladem řešení je rekonstrukce D1 (box č. 2).
- d) **kritická místa dopravních nehod se zvěří** – věnovat pozornost místům s vysokou četností dopravních nehod se zvěří a realizovat zde potřebné migrační objekty. Příkladem může být výstavba migračního objektu Rozkoš na silnici I/13 Liberec – Nový Bor, realizovaná pouze s částečným omezením provozu. (obr. 25).
- e) **problémová místa migrací dalších skupin živočichů** – zaměřit se na řešení specifických problémových míst migrace dalších skupin živočichů, především vydry, obojživelníků a plazů.
- f) **monitoring a výzkumná činnost** – realizovat post-projektové analýzy, monitoring a výzkumné projekty v oblasti fragmentace populací s cílem upřesnění a optimalizace parametrů ochranných opatření.



Obr. 25. Ekodukt Rozkoš na silnici I/13 u Liberce

8. ZÁVĚR

Výstavba dopravní infrastruktury a fragmentace krajiny je důležitým tématem, jak z hlediska využívání krajiny člověkem, tak z pohledu migrace volně žijících živočichů. Jedná se o složité téma, protože zdrojem fragmentace není jen dopravní infrastruktura, ale také významný celkový nárůst dopravních výkonů v ČR a výstavba sídelní a průmyslové infrastruktury, zvláště mimo intravilány obcí, tzv. na zelené louce.

Provedená analýza pomocí dvou indikátorů fragmentace (UAT, IDFK) jednoznačně ukázala, že mezi roky 1990-2020 fragmentace krajiny v ČR výrazně stoupla a že za toto období 30 let jsme ztratili plochu dosud málo fragmentované krajiny o rozloze cca 20-25 % území státu. Vlastní výstavba dopravní infrastruktury ale není hlavní příčinou. Délka dálnic je v porovnání s celkovou silniční sítí malá a navíc jsou při přípravě a výstavbě dálnic uplatňována komplexní opatření na snižování bariérového efektu, která odpovídají evropských standardům.

Klíčovým faktorem je stálý nárůst dopravního výkonu spojený s rozvojem sídelní a průmyslové infrastruktury.

Omezení fragmentace krajiny je tedy možné dosáhnout pouze komplexním meziresortním přístupem a řešením optimalizace společenské poptávky a nabídky v oblasti dopravy.

A na samý závěr ...

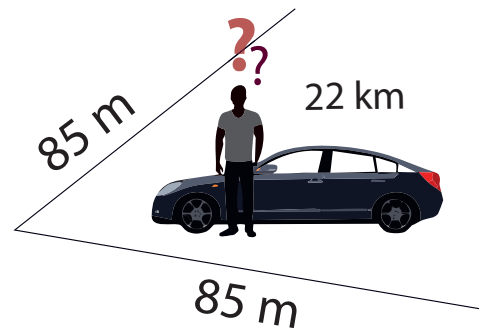
„Školní příklad z hodiny environmentální výchovy“

Osvědčenou praxí, jak přiblížit žákům určité téma, je převést ho do osobní, snadno představitelné podoby. Tak k našemu tématu:

Na každého obyvatele ČR připadá:

- území (krajina) ve tvaru čtverce o straně 85 m
- denní dopravní výkon 22 km

Představte si, že každý z nás musí na svém trochu větším fotbalovém hřišti ujet v průměru denně 22 km. A to včetně dětí a dalších neřidičů. Je to samozřejmě značně schematické a má to všechny nedostatky aritmetického průměru. Ale není to důvodem k zamyšlení, jak my, naše společnost, dopravně zatěžujeme krajinu?



LITERATURA

- ANDĚL, P., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V., MIKO, L., ANDĚLOVÁ, H. (2005). Hodnocení fragmentace krajiny dopravou. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR., Praha, ISBN 80-86064-92-1, 99 s.
- ANDĚL, P., BELKOVÁ, H., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V., LIBOSVÁR, T., ROZÍNEK, R., ŠIKULA, T., VOJAR, J. (2011). Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy. Liberec: Evernia, ISBN 978-80-903787-4-2, 154 s.
- AOPK (2021). Biotop vybraných zvláště chráněných druhů velkých savců [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Licence CC BY 4.0. Dostupné z < <https://data.nature.cz/ds/53> > (cit. 2025-07-30)
- BINOT-HAFKE, M., ILLMANN, J., SCHÄFER, H.J., WOLF, D. /ed./ (2002). *Nature Data 2002*. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 284 s.
- ČÚZK (2025). Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky. Praha: ČÚZK, 80 s. ISSN 1804-2422.
- DOSTÁL, I., ANDĚL, P., JEDLIČKA, J., GORČICOVÁ, I., HAVLÍČEK, M., SVOBODA, J. (2021). Metodika environmentálního auditu dopravní infrastruktury. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 68 s. Schváleno Ministerstvem dopravy ČR, dne 10. prosince 2021, č.j. MD-634/2021-710/18.
- GAWLAK CH. (2001). Unzerschnittene Verkehrsarme Räume in Deutschland 1999. *Natur und Landschaft*, 76, Heft 11, s. 481–484.
- HLAVÁČ, V., ANDĚL, P. (2008). Mortalita živočichů na silnicích ČR. *Svět myslivosti* 9/2008: 6-9.
- HLAVÁČ, V., ANDĚL, P., PEŠOUT, P., LIBOSVÁR, T., ŠIKULA, T., BARTONIČKA, 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
- HLAVÁČ, V., ANDĚL, P. (2001) Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy. Praha: AOPK ČR, 51 s. MD ČR (2006). *TP 180 Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy*. Liberec: Evernia a Ministerstvo dopravy ČR, odbor pozemních komunikací, 97 s. ISBN 80-903787-0-6.

