

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra aplikované ekologie**



**Bakalářská práce**

Prostupnost a fragmentace české kulturní krajiny

Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslav Martiš, CSc.

Bakalant: Petr Toman

Zadání:

**Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou fragmentace krajiny a jejího negativního vlivu na živočichy a jejich prostředí. Studium dostupné odborné literatury jsem se snažil popsat ekologické problémy, které přináší fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou. V bakalářské práci se mimo jiné věnuji fragmentaci krajiny konkrétního zájmového území, a to na vybraném úseku silnice I/27. Toto zájmové území je analyzováno na základě dat získaných od krajského úřadu Plzeňského kraje, mysliveckých sdružení, Policie České republiky a v neposlední řadě z terénního průzkumu, který jsem provedl. Cílem práce byla analýza stávajících opatření v zájmovém území a navržení jejich případných zlepšení. Došel jsem ke zjištění, že stávající opatření jsou dostatečná. Z výsledků práce vyplývá, že migrační objekty v zájmovém území jsou nejvíce využívány srnčí a černou zvěří.

Klíčová slova: prostupnost krajiny, fragmentace krajiny, koridory, bariéry, bariérový efekt

**Abstract:** This bachelor thesis deals with a landscape fragmentation and its negative impact on animals and their environment. I tried to describe the ecological problems of the landscape fragmentation caused by transport infrastructure with respect to the available professional literature. In bachelor thesis I researched the lanscape fragmentation of a particular area of interest, specifically on the selected part of the road I/27. This area of interest is analyzed based on the data provided by the Regional Office of Pilsen Region, hunting associations, the Police of the Czech Republic and on my field survey. The aim of this thesis was to analyze the existing measurements in the area of interest and suggest their possible improvements. I came to the conclusion, that existing measurements are sufficient. The results of this thesis show that crossing structures are mostly used by roe deer and wild boar.

Keywords: landscape permeability, landscape fragmentation, corridors, barriers, barrier effect

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Brtí dne 29. 3. 2013

.....

Petr Toman

**PODĚKOVÁNÍ:** Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. RNDr. Miroslavu Martišovi, CSc. za cenné rady a metodickou pomoc při psaní této práce. Dále pak všem, kteří mi pomohli s dokončením této práce.

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce .....	9
3. Literární rešerše.....	9
3.1 Krajina.....	9
3.2 Vliv člověka na krajinu .....	10
3.3 Fragmentace krajiny.....	10
3.3.1 Vliv fragmentace.....	10
3.3.2 Současný a budoucí stav fragmentace krajiny v ČR.....	11
3.4 Road effected zone.....	12
3.5 Ekologické efekty fragmentace.....	15
3.5.1 Mortalita živočichů .....	15
3.5.2 Bariérový efekt.....	19
3.5.3 Disturbance a znečištění.....	21
3.5.4 Ztráta stanoviště .....	23
3.5.5 Ekologické funkce okrajů cest .....	25
3.5.6 Sekundární ekologické účinky .....	26
4. Charakteristika studijního území.....	26
5. Metodika .....	41
6. Výsledky .....	42
7. Diskuze.....	48
7.1 Migrační objekty .....	49
7.2 Ochranná a optimalizační opatření.....	52
7.3 Road effected zone.....	54
8. Závěr .....	55

## 1. Úvod

Člověk, ale i ostatní živá a neživá příroda od nepaměti utvářejí a ovlivňují prostředí, kterého jsou sami součástí. Avšak ze všech těchto činitelů se člověk začal nejvíce odlišovat od svého původního chování, a tak přispěl ke vzniku životního prostředí, tak jak ho známe dnes. Lidská společnost v posledních několika stoletích začala výrazně působit na životní prostředí a tím v něm způsobila rychlé změny, které ho začaly jako fungující celek v některých směrech narušovat. I když si to jako společnost málo uvědomujeme, máme v dne

šní době asi největší možnosti ovlivnění a utváření životního prostředí v historii. Ať už v negativním nebo pozitivním slova smyslu. Jedním z mnoha směrů, kterými člověk ovlivňuje životní prostředí, je výstavba a provoz dopravní infrastruktury. Zvláště v posledním století, či ještě více v posledních pár desetiletích, je nárůst intenzity dopravy a hustoty silniční sítě markantní. S negativním působením dopravy na životní prostředí se tak setkává každý z nás. Z tohoto důvodu bych se chtěl ve své bakalářské práci věnovat některým problémům z tohoto oboru, abych se s nimi podrobněji seznámil a uvědomil si, co vše mohou zapříčinit.

V první řadě je asi potřeba si uvědomit, že doprava sama o sobě nic nevyrobí. Naopak energie je do dopravy dodávána zvenčí a je tedy potřeba ji šetřit a zbytečně s ní neplýtvat. Rozmach dopravy v dnešní době je udáván hlavně snahou zajistit si co nejvýhodnější obstarávání potravin, materiálů a dalších komodit. To se mnohdy, i přes nutnost překonání značné vzdálenosti, a tím i vynaložení velkého množství energie, stále vyplatí. Další důležitou roli hraje pohodlí a úspora času. Potřeba dopravy na udržení dnešní životní úrovně je nezbytná. Omezení dopravy, a tím i výstavby sítě dopravní infrastruktury, je tedy velmi složité. Úplné vyřešení problému, tedy odstranění dopravy a dopravních sítí je dnes nemyslitelné. Je ale nutné udržovat ji alespoň v únosné míře a negativní vlivy na životní prostředí zmírňovat účinnými opatřeními, kterým se budu v kontextu fragmentace krajiny ve své bakalářské práci také z části věnovat.

Negativní vlivy nejsou ne vždy na první pohled viditelné a většinou si jich začneme všimnout, až jejich působení začne negativně ovlivňovat nás samotné. Jako společnost



bychom měli být uvědoměli a snažit se udržet životní prostředí ve stavu použitelném pro příští generace a to i za cenu snížení vlastního pohodlí. K tomu může také dopomoci i to, když se alespoň trochu zamyslíme nad problémem fragmentace krajiny dopravou a zjistíme tak, čím bychom se mohli sami podílet na udržení životního prostředí, tak jak ho známe dnes.

## **2. Cíle práce**

Cílem práce bylo popsání základních problémů v oblasti fragmentace krajiny na základě odborné literatury. Problémy byly popsány především z hlediska negativních vlivů fragmentace způsobené dopravou. Výsledkem práce je zhodnocení těchto problémů a nalezení možných řešení, která dopomáhají ke zmírnění negativních vlivů fragmentace krajiny dopravou a okrajově i jinou antropogenní činností.

Cílem také bylo ověření funkčnosti opatření na zlepšení průchodnosti krajiny ve vybraném zájmovém území okolo silnice I/27.

## **3. Literární rešerše**

### **3.1 Krajina**

Krajina jako pojem má mnoho významů. Například podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění, je krajina definována jako „část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky“. Mezi další značně rozšířené vymezení tohoto pojmu patří Formanova a Godronova (1993) definice - „krajina je heterogenní část zemského povrchu, skládající se ze souboru vzájemně se ovlivňujících ekosystémů, které se v dané části povrchu v podobných formách opakují“.

Miko a Hošek (2009) uvedli, že krajinu nelze vnímat pouze jako souhrn jednotlivých součástí, ale spíše jako dynamický celek na vyšší hierarchické úrovni. Zmiňují také složitý vztah mezi člověkem a krajinou, kdy člověk je její součástí a současně ji přetváří, ale přitom i krajina ovlivňuje člověka.

Definice krajiny se u různých autorů mírně liší, avšak většinou z nich vyplývá, že krajina je část území, která vznikla za pomoci působení přírodních a antropogenních sil.

### **3.2 Vliv člověka na krajinu**

Původně krajina zajišťovala funkci přírodní, tedy veškeré klimatické, geologické a biologické procesy, vytvářející příhodné podmínky pro udržení existence rostlin, živočichů a samozřejmě i člověka. Tato podoba byla krajině vlastní jen do neolitu (Manych, 1988).

V této době se totiž člověk začal věnovat zemědělství a tím využil druhotnou funkci krajiny, tedy společensko-ekonomickou a kulturní. V tomto způsobu využití dochází k potlačování původní přírodní funkce a tím může být narušována původní podoba krajiny (Havrlant a Buzek, 1985). Jak uvádí Miko a Hošek (2009), nejen krajina ovlivňuje člověka, ale také člověk ovlivňuje krajinu. Vývoj krajiny i člověka se tedy odvíjí od prvků, které se v krajině nachází a lidské společnosti, která v ní působí. Jejich vztah je koevoluční.

### **3.3 Fragmentace krajiny**

#### **3.3.1 Vliv fragmentace**

Pojem fragmentace má základ v latinském slově fragmentum, neboli česky zlomek, dílčí část ve smyslu zbytku, který ztratil vlastnosti původního celku. Krajinná fragmentace je tedy rozpad původní celistvé krajiny na menší části. Tyto části ztrácí vlastnosti původního celku hlavně v ekologických funkcích. Fragmentací krajiny tak z určitého hlediska dochází ke snižování původní ekologické kvality.

Fragmentace krajiny nepůsobí negativně pouze v oblasti ochrany přírody. Velký vliv má i na život člověka. Krajina zasažená fragmentací nepůsobí tak pozitivně na psychickou pohodu člověka, jako krajina, která není fragmentována dopravou a dalšími antropogenními bariérami. K mému velkému překvapení nebyly první práce zabývající se problémem fragmentace věnovány vlivu na životní prostředí, ale právě vlivu přímo na člověka. A to většinou v souvislosti s rekreačními možnostmi území (Anděl a kol. 2005).

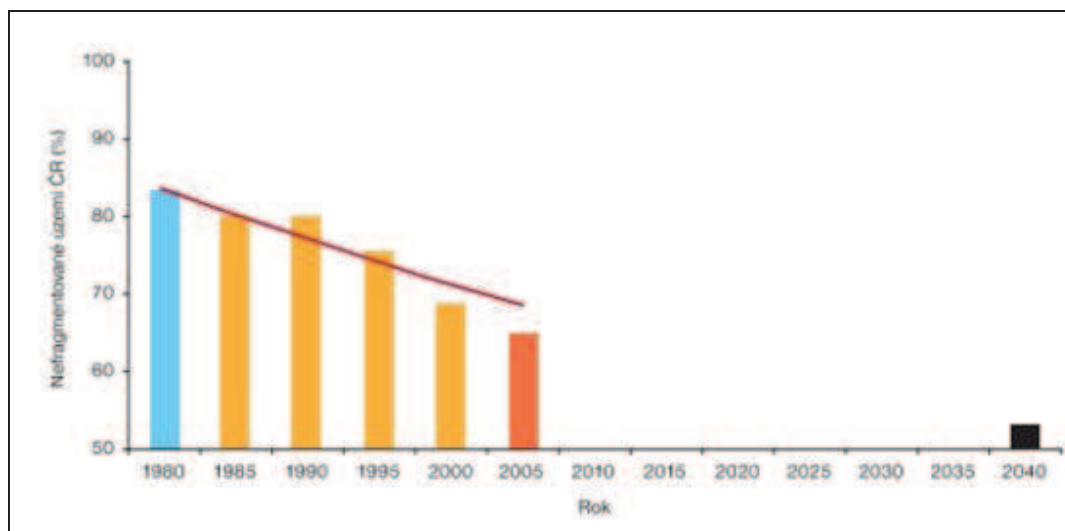
Fragmentaci krajiny způsobují různé bariéry. Těchto bariér je velké množství a na každou skupinu živočichů mají jiný vliv. Původ bariér je buď přirozený, nebo antropický. Přirozené bariéry existují v drtivé většině dlouhou dobu a živočichové jsou jim již přizpůsobeni. Větší problém působí bariéry, které vytvořil člověk. Vznikají v krátké době a v posledních letech je jich stále větší množství. Nejvýznamnější antropické bariéry tvoří dopravní infrastruktura (Dufek a kol. 2000).

### 3.3.2 Současný a budoucí stav fragmentace krajiny v ČR

V současné době ke vzniku fragmentace nejvíce přispívá výstavba mimo stávající intravilány obcí. Tedy komerční a rezidenční suburbanizace v širším zázemí a jejich doprovodné infrastruktury, spolu s výstavbou dopravní infrastruktury, jako jsou dálnice, silnice a železniční koridory (Svobodová, 2005).

Například ve zprávě o stavu přírody a krajiny České republiky je uvedeno, že mezi léty 1980–2005 klesl procentuální podíl nefragmentované krajiny z 81% na 64% rozlohy celé republiky (viz obr. 1). Zpráva také uvádí, že současný stav fragmentace je ve srovnání se zeměmi západní Evropy mnohem lepší. Prognóza společnosti CityPlan na základě dopravních modelů nastiňuje další pokles podílu nefragmentovaných oblastí, a to až na 53% v roce 2040 (Miko a Hošek, 2009).

Obrázek 1: Vývoj procentuálního podílu nefragmentovaných území v ČR



Zdroj: Evernia 2008.

Plochy v krajině, které nejsou dosud nadměrně ovlivněné dopravou, se označují jako UAT<sup>1</sup> polygony (viz obr. 2).

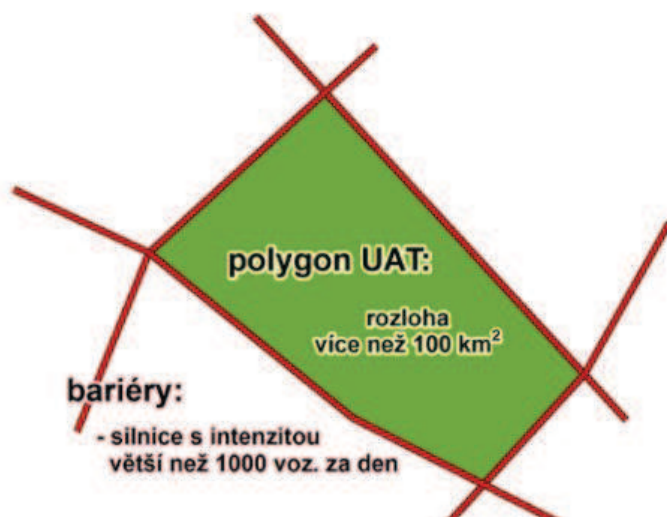
UAT polygon je část krajiny, která splňuje současně následující dvě podmínky:

a) je ohraničena buď silnicemi s roční průměrnou denní intenzitou dopravy vyšší než 1000 vozidel/den, nebo vícekolejnými železnicemi

b) má rozlohu větší nebo rovnu 100 km<sup>2</sup>

(Anděl a kol., 2010b)

**Obrázek 2: Schéma UAT polygonu**



Zdroj: Anděl a kol., 2010b.

U fauny se fragmentace prostředí, ve kterém živočichové žijí, nejprve dotýká druhů rozptýlených na velké územní ploše, se současně nízkou populační hustotou těchto jedinců. Do této skupiny patří tedy hlavně velké šelmy a kopytníci (Dufek a kol. 2000).

---

<sup>1</sup> Zkratka UAT pochází ze slovního spojení Unfragmented Area by Traffic, tedy oblasti nefragmentované dopravou.

### 3.4 Road effected zone

Road effected zone je zóna, kterou tvoří ekologické efekty způsobené v souvislosti s dopravní infrastrukturou. Tuto zónu tedy definují šířící se impakty směrem od silnice do okolního prostředí. Plocha ovlivnění je tedy mnohonásobně větší než povrch vozovky (Forman, 1995).

Dopravní infrastruktura může mít na populace živočichů přímý, anebo nepřímý vliv. Tyto vlivy nemusí být vždy jen v negativním slova smyslu. Přítomnost dopravy může dokonce v některých směrech podpořit daný živočišný druh. Například pro dravce, nebo živočichy, kteří se živí mršinami, představuje okolí dopravních koridorů pravidelný zdroj potravy (Boarman a Sazaki, 2006).

Mezi přímé účinky silnic na živočichy patří ztráta stanovišť a jejich fragmentace, mortalita způsobená srážkami s vozidly, znečištění a otravy. Mezi nepřímé účinky můžeme řadit hluk, světelné znečištění, překážky pohybu. Přímé a nepřímé účinky působí současně a tím je tlak působený na populace umocněn a způsobuje celou řadu problémů od poklesu natality až po mortalitu živočišných druhů (Kociolek a kol., 2011).

Každý autor nabízí rozdělení více nebo méně lišící se od ostatních autorů. Je to dáno jak odborným zaměřením práce, tak i samotným subjektivním názorem autora. Já bych se ve své bakalářské práci přiklonil k mírně modifikovanému rozdělení uvedenému v práci Iuella a kol. (2003).

Vliv dopravní infrastruktury v kontextu tzv. “road effected zone” se neomezuje pouze na území bezprostřední blízkosti silnice, ale může zasahovat i do značných vzdáleností od ní (Forman and Deblinger, 2000).

Rozsah zóny, která je ovlivněna silničním provozem, nelze jednoznačně všeobecně určit. Jednotlivé rušivé vlivy, které tuto zónu specifikují, působí na každý živočišný druh, potažmo i jedince jinak. Zóna vlivu se tedy musí vždy určovat ve vztahu ke konkrétnímu druhu a konkrétnímu jevu, který na daný druh působí (Seiler a Lennart, 2006).

Jeden z mnoha vzorců, který dokáže nastínit, jak daleko do okolní krajiny může silnice zasáhnout, uvádějí ve své práci například autoři Müller a Berthould (1997).

vzorec<sup>2</sup>:  $D = (\log I - 2) * \text{š}$

Jako nejčastější vlastnost, která se často používá ke stanovení velikosti road effected zone, se uvádí hluk způsobený dopravou. Hluk se totiž ve srovnání s jinými nepříznivými efekty vzniklými dopravou šíří na největší vzdálenost a ovlivňuje tak celou řadu živočichů. Hluk se navíc dobře měří a tak je pro výzkum ideální. V závislosti na podmínkách se hluk šíří do vzdálenosti několika stovek metrů až kilometrů (Boarman a Sasaki, 2006).

Studie vlivu dálnic na ptačí populace provedená v Holandsku ukazuje, že v lukách i lesích, přilehlých k silnici, byla pozorována menší hustota jedinců v blízkosti dálnice. A to u 60% z přítomných druhů ptáků. V oblasti blízkosti silnice byl počet jedinců na plochu až o třetinu nižší a byla snížena i biodiverzita. Jak již napovídá intenzita hluku, tak největší pokles populační hustoty byl zaznamenán na pastvinách, následně v listnatých lesích a nejméně v lesích jehličnatých. V lese byla pro nejcitlivější druhy pozorována snížená hustota jedinců do vzdálenosti 305 m od silnice a to při dopravní intenzitě 10 tis. vozidel/den. Při intenzitě 50 tis. vozidel/den se jednalo o vzdálenost až 810 m. Na pastvinách byla šíře na ovlivněném území definována do vzdálenosti 365 m při dopravní intenzitě 10 tis. vozidel/den a 930 m při intenzitě 50 tis. vozidel/den. Při narůstající rychlosti a počtu vozidel se vzdálenost efektu prodlužuje dále do krajiny (Reijnen a kol., 1995; Reijnen a kol., 1996).

Naproti tomu některé druhy živočichů silnice naopak přitahuje. Například různé druhy hadů přitahuje díky svému povrchu, který napomáhá v jejich termoregulaci (Sullivan, 1981).

V cizině vyhledávají silnice i některé druhy želv, které kladou svá vajíčka do štěrku a písku poblíž silnice. (Aresco, 2005).

---

<sup>2</sup> Vzorec udává délku narušené zóny „D“ na základě:

š- šířka vlastního silničního tělesa od okraje zářezu, nebo náspu (v metrech)

I- intenzita dopravy (počet vozidel/24h)

Podle výzkumů tedy silnice některé druhy živočichů přitahují, jiné odpuzují a na některé působí, vzhledem k jejich výskytu, neutrálně. To potvrzuje studie zaměřená na potencionální vliv silnic na výskyt malých savců ve vzdálenosti pod a nad 600 metrů od silnice, kdy nebyla potvrzena domněnka nižšího výskytu savců blíže silnice (Bissonette a Rosa, 2009).

Přesto přítomnost silnice vždy nějakým způsobem působí negativně i na živočichy, kteří její blízkost z různých důvodů vyhledávají. Příkladem je mortalita způsobená srážkami s vozidly.

### **3.5 Ekologické efekty fragmentace**

#### **3.5.1 Mortalita živočichů**

Z celé řady ekologických efektů, které silnice a železnice způsobují, je pro širokou veřejnost asi nejvíce známým důsledkem mortalita z důvodu srážek s vozidly. Srážky s vozidly se týkají živočichů od nejmenšího hmyzu, až po velké savce (Smith –Patten a Patten, 2008).

Například Bruinderink a Hazebroek (1996) uvádí, že úmrtnost živočichů způsobená dopravou je jednou z hlavních příčin úmrtí živočichů v krajině ovlivněné člověkem.

První zmínky vědecké práce zabývající se problémem úmrtnosti zvířat na silnicích pocházejí již ze 40. let minulého století. V této době začala doprava houstnout a tím se i zvýšil počet srážek se zvířaty, což upoutalo pozornost některých autorů. Například Dreyer (1935) se ve své práci věnoval tomuto problému a uvádí zde odhady až 7 350 sražených zvířat za den na celém území Spojených států amerických.

#### **Mortalita v České republice**

##### **Silniční doprava**

Všechny obce a jejich části v České republice jsou napojeny na silniční dopravní síť. Tato síť umožňuje provoz osobní nákladní i autobusové dopravy. Hustota silnic je srovnatelná s vyspělými zeměmi EU, činí 0,7 km/1 km<sup>2</sup>. Hustota dálnic je na nízké úrovni a neodpovídá potřebám. Spolu s rychlostními silnicemi se jedná o 11,4 km/1000 km<sup>2</sup> území, tedy hluboko pod evropským průměrem (Šejna, 2006).

Výstavba silnice znamená fyzický zábor půdy a její přeměnu v intenzivně narušenou oblast. V České republice silnice tvoří asi 0,8% území. V zemích západní Evropy je průměr několikrát vyšší, například v Německu se toto číslo pohybuje kolem 5-7% území (Dufek a kol. 2003).

Podle policejní statistiky vypracované v České republice za rok 2011 Tesaříkem a Sobotkou (2012), se stalo celkem 75 137 nehod. Z toho 4 064 nehod bylo zaviněno domácím, nebo lesním zvířetem. Při porovnání se statistikami z let předchozích se může zdát, že počet nehod výrazně poklesl. Například za rok 2007 se událo celkem 182 736. Z toho způsobených domácím nebo lesním zvířetem bylo 8501 nehod. Nejde však o to, že by se počet nehod jak celkově, tak i nehod způsobených zvířeti výrazně snížil. Toto zdánlivé snížení způsobila nová úprava zákona, kde už se za určitých okolností nemusí k dopravní nehodě volat policie a nehoda tak není do statistiky zaznamenána.

Z průzkumů, provedených za léta 2007- 2008, bylo zjištěno, že na silnicích a dálnicích České republiky je ročně usmrceno asi 52 000 srnců obecných, 570 000 zajíců polních, 350 000 ježků, 50 000 kun a 70 000 bažantů (Miko a Hošek, 2009).

Mrtka a Borkovcová (2011) provedli výzkum, který se zakládal na dotaznících řidičů. Následně podle nich bylo vypočítáno, že v České republice je ročně usmrceno 146 000 – 162 000 zajíců polních, 114 000 – 126 000 srnců obecných, 26 000 – 29 000 ježků, 21 000 – 23 000 kun, 20 000 – 22 000 lišek obecných a 18 000 – 20 000 prasat divokých.

#### Železniční doprava

Oproti silniční síti je železniční síť v prostředí České republiky nejhustší v Evropě. V průměru 120 km železniční tratě připadá na 1000 km<sup>2</sup>. Hustota železnic je tak 2,6 krát větší, než je průměr Evropy. Železniční síť je propojeno 28 % obcí ČR (Šejna, 2006).

Výzkum Čecha a Jankovského (2001) ukazuje druhy nejohroženější mortalitou na železnicích. Zejména se jedná o srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a zajíce polního (*Lepus europaeus*). Z průzkumu vyplynulo, že z celkového počtu sražených zvířat zanesených do průzkumu, tvořili zajícovití 32%, sudokopytníci 22% (naprosto většinu tvořil srnec obecný), šelmy 18%, ptáci 10%, hmyzožravci 4% a plazi 2% kadavérů. Průzkum byl proveden mezi Trhovým Štěpánem a Benešovem u Prahy.



Tato železniční trať se pro průzkum hodila, zvláště z toho důvodu, že prochází velkým počtem odlišných biotopů. Celková délka železniční trati je 33 km. V průzkumu je možno se také dočíst, že ke srážkám docházelo především v nočních hodinách. Kadavéry srnce obecného a zajíce polního byly nacházeny spíše v otevřených rovinatých úsecích. V nepřehledných a zarostlých místech byly nalézány spíše usmrcení jedinci bažanta obecného.

Obdobný průzkum byl proveden také na železniční trati Plzeň-Horažďovice. Z výsledků tohoto průzkumu vyplývá, že celkový počet sražených zvířat, zanesených do průzkumu, tvoří z 60% srnec obecný, ze 17% zajíc polní, ze 13% bažant obecný, z 5% dravec, z 3% prase divoké a ze 2% liška obecná (Kušta a kol., 2011).

### **Faktory ovlivňující mortalitu**

Faktorů, které mohou ovlivnit mortalitu živočichů je mnoho. Pro zjednodušení je možné rozdělit je do dvou primárních skupin, tedy na faktory biologické a na faktory technické. Biologické faktory určuje zvíře samotné, do jakého druhu patří, jaké má migrační návyky, početnost jedinců v dané lokalitě, věk a pohlaví. Technické faktory určuje samotná komunikace, způsob jakým je konstruována a rychlost a frekvence dopravy na ní. Toto zjednodušení poslouží pro prvotní orientaci v problému, avšak je nutné přihlídnout i k dalším okolnostem (Chaloupková, 2012)

### **Druhy nejvíce ohrožené mortalitou**

Hlaváč a Anděl (2001) ve své práci uvádějí, jako druhy citlivé na silniční mortalitu ty, které mají nízkou porodnost a to spolu s velkým rozsahem pohybu a nevyhýbají se dopravním bariérám.

Naproti tomu Joly a Morand (1997) ve své práci uvádějí, že zvláště obojživelníci jsou velice náchylní k přejetí na silnici. Důvodem je častá migrace mezi stanovišti, především v období rozmnožování. Jejich náchylnost k přejetí je také dána tím, že jedinci jsou nenápadní a pohybují se pomalu. Řidič je tak často přehlédne a oni se srážce nestačí vyhnout.

Jak je zřejmé, tak Hlaváčův pohled je dán spíše zaměřením na následné populační problémy, zatímco Joly a Morand jako nejvíce ohrožené uvádí obojživelníky z důvodu pravděpodobnosti přejetí vozidlem.

Mortalita drobnějších živočichů, jako jsou malí savci, nebo obojživelníci, je totiž povětšinou kompenzována vysokým reprodukčním potenciálem. Například velcí savci a šelmy nemají reprodukční potenciál tak vysoký, což může způsobit vážné problémy v populaci (Roger a kol., 2011).

Při odhadech počtu přejetých obojživelníků a celkově menších živočichů však dochází, oproti větším živočichům, ke zkreslení. Uhynulí menší živočichové totiž nezůstávají na cestě dlouho, jejich těla jsou buďto zkonsumována jinými živočichy, nebo je auta rozjezdí. Navíc se při výzkumu drobnější tělo snáze přehlédne (Hels a Buchwald, 2001).

Při výzkumu zaměřeném na úmrtnost savců a ptáků v okolí Slovenské části Dunaje bylo zjištěno, že z celkového počtu sražených zvířat tvoří 45,5% savci a 54,5% ptáci. Jako nejvíce ohrožené druhy na úrovni populace jsou zde uvedeny druhy zajíc hnědý, bažant a koroptev. Populace těchto druhů jsou na kritické úrovni, k čemuž mimo jiné přispívá i silniční mortalita (Hell a kol., 2005).

Výzkum provedený v České republice, který nebyl zaměřen jen na savce a ptáky, ukázal větší procentuální počet přejetých savců než ptáků, oproti výzkumu provedenému na Slovenské části Dunaje. Nalezené přejeté, nebo sražené živočichy tvořili nejvíce savci (54 %), dále ptáci (25 %), obojživelníci (17 %) a nejméně plazi (4 %). U savců byla nejvyšší mortalita zaznamenána na dálnicích a rychlostních silnicích. Oproti tomu policejní statistiky uvádějí jako nejrizikovější silnice I. třídy (Anděl a Hlaváč, 2008).

Při průzkumu na silnici v jižní Great Plains provedeném od března 2004 do března 2007, bylo na 16 500km zaznamenáno 1 412 přejetých živočichů. Na 100 km silnice připadalo 8,5 přejetí. Na nezpevněných cestách připadalo na 100 km 3, 65 přejetí. Lišily se také dvou a čtyřproudé silnice. Čtyřproudé měli na 100 km 7,79 přejetí, zatímco dvouproudé 8,39 přejetí. Největší počet přejetí z pohledu ročních období byl pozorován vždy na jaře (Smith –Patten a Patten, 2008).

### **Úmrtnost při výstavbě silnic**

Při výstavbě silnic dochází k usmrcování živočichů, kteří se pomalu pohybují, nebo jsou na lokalitu stavby pevně vázáni z různých důvodů. K usmrcování dochází nejen přímým fyzickým kontaktem se stavebními stroji, ale také změnami, které v okolí

stavby nastávají. Dochází nejen ke změnám fyzikálních vlastností půdy pod vlastní stavbou silnice, ale i v jejím okolí, kde se skladuje materiál, a pohybují se stroje. Při výstavbě silnic dochází až ke dvoustnásobnému zhutnění půdy, oproti původnímu stavu. To snižuje možnost na přežití u půdních organismů (Riley, 1984).

Dalším jevem je splav sedimentů z odkryté půdy do vodních toků. Spolu s nimi dochází ke splavu provozních kapalin ze stavebních strojů a jiných nežádoucích látek, které se při stavbě používají. Úplná eliminace úniku těchto látek, i přes veškerá opatření, není v praxi možná. Při zvýšené koncentraci těchto látek může docházet k usmrcení vodních živočichů, nebo živočichů spjatých s vodním ekosystémem (Trombulak a Frissell, 2000).

I přesto, že při srážkách s vozidly zahyne obrovské množství živočichů, má tento druh mortality na velikost populace minimální efekt. Výjimku tvoří malý počet vzácných a ohrožených druhů, u kterých může úmrtí i malého množství jedinců vyvolat vážné populační problémy (Forman a Alexander, 1998).

### 3.5.2 Bariérový efekt

#### Vznik bariérového efektu

Bariérový efekt způsobuje komunikace, ale i jiné liniové stavby a přírodní útvary tím, že působí na živočichy a následně i celé populace jako fyzická překážka. Velkým savcům působí problémy překonání komunikace, když je oplocena, nebo je intenzita provozu vysoká. Menším živočichům však může i neoplocená, nebo málo frekventovaná silnice způsobit velké problémy při přecházení. Někteří živočichové dokonce nejsou vůbec schopni komunikaci překonat (Dufek a kol. 2003).

Jako fragmentační bariéry v krajině, vytvořené za pomoci člověka, v dnešní době nejvíce působí:

- Zemědělství: různé více či méně překonatelné ohrady na pastvinách a polích, velké územní plochy osázené monokulturami různých plodin
- Průmysl: rozsáhlé areály různých výroben, těžební prostory
- Rezidenční výstavba a její doprovodná infrastruktura (Anděl a Hlaváč, 2008).

Bariérový efekt se ještě více umocňuje u takzvané násobné fragmentace. Násobná fragmentace je vyvolána umístěním dvou a více paralelních dopravních cest do jednoho dopravního koridoru (Dufek a kol. 2003).

### **Vliv bariérového efektu**

Celkový bariérový účinek komunikace je výsledkem působení zmíněné fyzické nemožnosti překonat komunikaci spolu s mortalitou a distrubancemi, jako je hluk, znečištění, umělé světlo a další (Anděl a kol., 2010a).

Jak bylo zmíněno výše, tak silnice nepůsobí jako bariéra jen z důvodu fyzické překážky. Potvrzuje to například ve své práci Forman a Deblinger (1998), v této práci je uvedeno, že sůl používaná při údržbě silnic odpuzuje obojživelníky, kteří jsou na její přítomnost citliví.

Většina překážek a vlivů, které působí na živočichy bariérovým efektem, neznemožní přechod přes komunikaci všem jedincům. Avšak většinou značně sníží počet úspěšných přechodů. Kolik úspěšných přechodů je však pro udržení celkové populace v kondici nutné, je těžké určit (Merriam a kol., 1989).

Bariérový efekt vytváří omezením pohybu živočichů celou řadu populačních problémů. Při bariérovém efektu dochází u dotčených velkých kontinuálních populací k rozdělení na více menších subpopulací (Forman a Alexander, 1998).

Snížením velikosti populace dochází ke snížení genetické rozmanitosti. S každým jedincem, který je od populace odtržen, se sníží genový fond dané populace. Současně může docházet při nízkém počtu jedinců ke zvýšenému inbreedingu, tedy k nežádoucímu příbuzenskému křížení a tím k projevu nežádoucích znaků u takto narozených jedinců. Pokud u takové populace nedojde k přínosu genů jedinci z jiných populací, začne degenerovat a podléhat okolním vlivům, až postupně zanikne (Frankham, 2005).

Pokud mezi populacemi na obou stranách bariéry nedochází k výměně genů, začnou se postupem času geneticky odlišovat. Soubor takovýchto populací, mezi kterými probíhá pravidelná migrace a tím i výměna genetického materiálu, se nazývá metapopulace (Wright, 1943).

Metapopulační teorie rozlišuje dva základní typy populací. Prvním typem jsou takzvané zdrojové populace, u kterých převládá počet narozených jedinců

nad uhynulými. Druhým typem jsou populace sinkové, kde počet uhynulých jedinců převyšuje počet narozených. U sinkových populací může znamenat vznik takových bariér, jako jsou silniční tělesa, postupný zánik. Nastane totiž situace, že jedinci, kteří by jinak doplnili chybějící stav, se do této populace přes bariéru nedostanou (Anděl a Hlaváč, 2008).

Silnice, dálnice a železnice začaly mít v krajině znatelnější vliv až v posledních několika desetiletích. Negativní vliv, který na populace mají, se však projeví až po několika generacích daného druhu. Je tedy velmi obtížné jednoznačně popsat, jaké genetické účinky na populace mají silnice a v menší míře i železnice (Holderegger a Di Giulio, 2010).

Rozdělení velké populace jedinců určitého druhu je významným principem evoluce. Toto však neplatí ve většině případů rozdělení populace vlivem antropogenního působení. Rozdělení populace vlivem člověka je velmi rozdílné od dlouhodobého působení rozdělení populací v případě přírody. Často totiž dochází k náhlému rozdělení na velmi malé populace, které už tak dobře neodolávají vnějším vlivům z okolí. Vznik přírodních bariér trvá povětšinou velmi dlouho a živočichové se těmto změnám tak dokáží lépe přizpůsobit (Glitzner a kol., 1999).

Při fragmentaci prostředí přírodními bariérami dochází k pomalým dlouhodobým změnám.

Při osidlování takového prostředí živočichové přírodní bariéry, jako jsou řeky a hory, přirozeně respektovali. Za dlouhá léta utváření se jim přizpůsobily i migrační cesty (Anděl a Hlaváč, 2008).

### **3.5.3 Disturbance a znečištění**

#### **Fyzikální disturbance**

Výstavba dopravní infrastruktury značně změní původní fyzikální vlastnosti prostředí. Při stavbě nové dopravní cesty se značně změní reliéf krajiny a s tím povrchové a podzemní toky vody. Tím se změní celé mikroklima prostředí a tak následně dojde k přeměně původního vegetačního krytu, který reaguje na nově nastalé podmínky. V některých případech dochází také ke zvýšené erozi (Forman a Alexander, 1998).

Například Mader (1987) pozoroval ve své práci změny mikroklimatu až 30 metrů od okraje lesní cesty.

### **Chemické disturbance**

Výstavba a následný provoz dopravních komunikací s sebou přináší výskyt mnoha znečišťujících a škodlivých látek. Tyto nežádoucí látky ovlivňují živočichy, kteří se pohybují nebo hledají potravu v okolí silnic a v jisté míře i železnic. Škodlivé látky se dostávají do země, vody i vzduchu. Není jim tedy vyhnutí ani pro člověka. Do těl živočichů se dostávají různými způsoby, ale hlavně přes stravu. Z motorových vozidel se do životního prostředí například dostává oxid uhelnatý, oxidy síry, oxidy dusíku, polycyklické aromatické uhlovodíky, dioxiny a prach. Vozidla jsou také zdrojem nežádoucích těžkých kovů, jako je zinek, měď, olovo a kadmium. Z údržby silnic se do životního prostředí dostávají také nežádoucí látky. Z údržby silnic a okolní zeleně pochází chlorid sodný a chlorid vápenatý z posypových odmrzovacích solí, dále pesticidy a ve znatelně menší míře i herbicidy na ochranu okolní zeleně před škůdci. Sloučeniny obsahující především dusík a fosfor způsobují nežádoucí obohacování vod o živiny, tedy eutrofizaci. Oxid siřičitý a oxidy dusíku zase způsobují okyselování půdy a také vody, tedy acidifikaci (Iuell a kol., 2003).

Hodně z těchto látek se v životním prostředí přirozeně také vyskytuje. Ne však v takovém množství a koncentraci, v jakém se dostávají do krajiny skrze dopravu. Tyto všechny látky, ať už více či méně, mohou působit narušení biologických funkcí od buněk, až po celé populace.

Životní prostředí a v něm žijící živočichové nejvíce trpí chemickým znečištěním, uvádí ve své práci například Rosenberry a kol. (1999). Zmiňuje se také o tom, že v okolí dopravní infrastruktury toto znečištění nejvíce způsobují různé výfukové plyny, těžké kovy, prach a popílek.

Většinu chemických látek z dopravy spláchne déšť do řek a do půdy. Látky absorbují rostliny, půda a říční ekosystémy. V průběhu koloběhu jsou látky ředěny a některé i přeměňovány. Přesto je jejich vliv škodlivý do značných vzdáleností (Forman a Alexander, 1998).

Například těžké kovy a další látky pocházející z posypových solí a prachu vzniklém při provozu, se mohou hromadit v živočišných tkáních a ovlivnit schopnost rozmnožování živočichů (Scanlon, 1987).

Stavbou a používáním silnic se také mění reliéf krajiny, hydrologické a mikroklimatické poměry a tím je ovlivněna i vegetace (Dufek a kol. 2003).

### **Hluk a vizuální rušení**

Mezi další negativní vlivy patří hluk z dopravy, vizuální a světelné rušení. Míra ovlivnění živočichů těmito vlivy záleží na tom, jak účinně se na ně dokáží adaptovat. Některé druhy si na rušení velmi rychle zvyknou, jiným to činí potíže (Hlaváč a Anděl, 2001).

Míra hluku šířícího se z dopravy do okolí závisí především na intenzitě dopravy struktuře okolní krajiny a typu vegetace v okolí komunikace. Hluk působí na živočichy různě. Na některé druhy hluk působí tak, že si ho spojí s přítomností člověka a danému místu se raději vyhnou.

Například Reijnen a kol. (1995, 1996) ve svých pracích zmiňuje, že hluk je jednou z hlavních příčin degradace ptačích společenstev v okolí frekventovaných silnic.

Toto tvrzení však vyvrací studie provedená Summersem a kol., (2011). Ten zkoumal četnost výskytu ptáků do 600 m od silnice. Zjistil sice, že blíže silnice se vyskytuje méně ptáků, ale tuto skutečnost přikládá jinému efektu fragmentace. Za snížený výskyt ptáků blíže silnice podle něj může mortalita ptáku způsobená silničním provozem. Uvádí, že řešení tohoto problému u ptáků nespočívá v omezení hluku lepším povrchem vozovky, tiššími auty a dalšími protihlukovými opatřeními, ale právě v opatřeních, která by snížila počet srážek vozidly.

Vizuální rušení nezasluhuje zdaleka tolik pozornosti jako hluk, nebo chemické rušení. Avšak jeho přítomnost na některé druhy živočichů působí značně negativním účinkem. Například Spellerberg (1998) ve své práci uvádí, že bílé rtuťové pouliční lampy ovlivňují růst některých rostlin.

Buchanan (1993) ve své práci popisuje také vliv pouličního osvětlení na chování nočních žab, kde je vliv také zřejmý.

Blake a kol. (1994) popisuje vliv pouličních lamp na netopýry. U pouličních lamp se zdržuje větší množství hmyzu, což přitahuje živočichy, kteří se hmyzem živí. Pro

netopýry je tak okolí lamp místem spojeným se zdrojem potravy, avšak problém je v tom, že netopýři jsou přilákáni k silnici a tím vyvstává hrozba sražení vozidlem.

V některých pracích autoři poukazují na to, že míra ovlivnění hluku okolního životního prostředí závisí zvláště na struktuře vegetace v okolí dopravní infrastruktury a typu přilehlého stanoviště. (Reijnen a kol., 1996, Meunier a kol., 1999).

### **3.5.4 Ztráta stanoviště**

Ztráta a fragmentace stanovišť jsou pokládány za jedny z největších hrozeb pro globální biodiverzitu. Ztráta a fragmentace stanovišť jsou dva odlišné procesy. Fragmentace stanovišť je rozpad souvislého stanoviště na menší části. Ztráta stanoviště, jak je z názvu zřejmé, znamená pro živočicha nutnost opuštění původního stanoviště (Fahring, 2003).

Výstavba nových silnic a železnic způsobuje, že se podmínky v přírodním stanovišti mění. V narušených stanovištích jsou schopné přežít jen druhy, které odolávají výkyvům počtu jedinců a tlaku z okolí bez větší újmy na populaci. Ohrožené druhy živočichů většinou tlaku podlehnou a ztratí se (Forman a Deblinger, 2000).

Spolu s klesajícím podílem vhodných stanovišť klesá počet jedinců v populaci druhů, které tato stanoviště obývají (Andrén 1994).

Některé druhy živočichů narušené stanoviště přitahuje. Například různí predátoři narušená stanoviště vyhledávají, protože oslabená populace pro ně představuje snadný zdroj potravy. Přístup těchto predátorů je ještě umocněn ekologickou funkcí okrajů cest (Andrews, 1990).

Mezi endemity patří téměř polovina cévnatých rostlin a třetina suchozemských obratlovců na planetě. Většina těchto živočichů a rostlin neobývá více než jednu třetinu původních stanovišť. Dříve byla neporušená stanoviště přibližně na asi 12% půdy zemského povrchu, dnes je to jen kolem 1,4% plochy půdy na Zemi (Brooks a kol., 2002).

Stavba jednoho kilometru dálnice spotřebuje více než deset hektarů půdy. Takováto přeměna půdy způsobí ztrátu stanovišť pro mnoho rostlin a živočichů. Přestože silnice nižších tříd než je dálnice zabírají méně prostoru na kilometr, tvoří 95% z celkové silniční sítě a tak mají na ztrátu stanovišť větší účinky. V Evropě je však



daleko větší problém zábor půdy pro rezidenční výstavbu. I ve státech jako je Německo, Belgie nebo Nizozemsko představuje plocha zabraná na výstavbu dopravní infrastruktury méně než 5-7% (Trocmé, 2003).

Ve studii, zabývající se vlivem ztráty stanoviště v důsledku tání ledu, tedy ne v souvislosti s vlivem dopravy, na lední medvědy, bylo zjištěno, že ztráta dobrého stanoviště způsobuje pokles počtu jedinců v populaci tohoto medvěda. Jako důvod poklesu počtu jedinců při ztrátě stanoviště zde autor uvádí horší přístup k potravě, které bylo v původním stanovišti dostatek (Sahanatien a Derocher, 2012).

Australská studie, která sledovala vliv relativně malých stanovišť na druhovou bohatost, ukazuje, že až 30 druhů tamních ptáků žije na stanovištích o velikosti od jednoho hektaru a 74 druhů tamních ptáků na stanovištích o velikosti od 10 ha. Dokonce i stanoviště menší než jeden hektar obývala celá řada druhů ptáků (Fischer a Lindenmayer, 2002).

### **3.5.5 Ekologické funkce okrajů cest**

Vliv disturbancí, spojených s přítomností dopravního koridoru, zasahuje často daleko za vlastní hranici tělesa stavby. Disturbance může narušit původní stanoviště tak, že původní rostliny a živočichové se na tyto změny nedokážou rychle adaptovat a vzniká tak prostor pro šíření nepůvodních invazivních druhů (Hansen a Clevenger., 2005).

Podél silnic se tak snadno šíří plevele a predátoři, kteří v narušeném prostředí nalézají výhodné podmínky pro život. Dostanou se tak i do původních přírodních stanovišť, kam by se za normálních okolností nedostali (Bennett, 1991).

Šíření nepůvodních druhů také napomáhá výsadba exotických druhů vegetace podél silnic. Například při výzkumu provedeném v Massachusetts bylo prokazatelně zjištěno šíření nepůvodních druhů vysázené vegetace až do 120 m od původního místa v době šetření. Samozřejmě šíření může pokračovat dále (Forman a Deblinger, 2000).

Hansen a Clevenger (2005) provedli výzkum na šíření nepůvodních druhů rostlin podél silnic a železnic a na schopnost těchto druhů napadnout louky a lesy podél dopravních koridorů. V tomto výzkumu byla měřena frekvence výskytu nepůvodních druhů 0-150m od okraje koridoru. U luk byla zaznamenána vyšší frekvence výskytu

těchto nepůvodních druhů a to až do vzdálenosti 150m od okraje vozovky. V zalesněných úsecích byla zvýšená frekvence výskytu těchto druhů pozorována jen do 10m od koridoru.

Šíření invazivních druhů sebou nese celou řadu problémů, které mohou daný ekosystém výrazně narušit, či zcela přeměnit jeho současnou podobu. Například spolu s příchodem nového druhu může být zavlečen i parazit, na jehož přítomnost nejsou stávající druhy zvyklé. To může mít za následek i vymizení původního druhu.

Přítomnost nového nepůvodního druhu, může tak paradoxně snížit druhovou rozmanitost. I když se příchodem nového druhu rozmanitost zvýší, jeho přítomnost může následně vyvolat naopak velké snížení biologické rozmanitosti (Crowl a kol., 2008).

### **3.5.6 Sekundární ekologické účinky**

Mezi sekundární ekologické projevy fragmentace krajiny patří změny ve využití půdy "land use", lidské osídlení a průmyslová výstavba spolu s výstavbou místních cest (Dufek a kol. 2003).

Hlavní ohrožení spočívá v tom, že je lidem umožňován přístup i do odlehlých míst. Tím dochází k narušování životního prostředí. Lesní cesty a stezky umožňují lidem a dopravním prostředkům přístup do jinak nedotčené přírody (Iuell a kol., 2003).

Jedním z markantních příkladů změny „land use“ je suburbanizace. Tímto termínem je zpravidla označován růst měst do okolní krajiny. Přesněji je suburbanizace způsobena umístěním lidských aktivit mimo dosavadní zástavbu, při zachování dobrého spojení s původní zástavbou. Mezi tyto aktivity patří skladování, bydlení, obchodování. Zástavby tohoto typu způsobují velké změny ve využití krajiny, ať už samotnou zástavbou, nebo stavbou dopravní infrastruktury (Sýkora, 2003).

## **4. Charakteristika studijního území**

### **Poloha**

Zájmové území se rozkládá na území dvou obcí s rozšířenou působností, Přeštice a Stod. V obci s rozšířenou působností Přeštice se nachází téměř celé zájmové území. Oblast spadá do Plzeňské pahorkatiny. Celá oblast by se dala rozdělit podle údolí

řeky Úhlavy na dvě části. Východní část má větší zastoupení lesů a stoupající reliéf. Na západní části se nacházejí poměrně bonitní půdy. Plochy lesů zabírají asi 30% území. Jsou zde zastoupeny lesní vegetační stupně buko - dubový a dubo - bukový (viz příloha mapa č. 6). V zemědělské půdě má vysoké zastoupení orná půda 70%. Na polích se pěstuje především pšenice, brambory, ječmen, řepka a kukuřice.

## **ÚSES**

Územní systém ekologické stability zde zastupuje nadregionální biokoridor na území řeky Úhlavy s významem Vysoké. Nachází se zde také několik regionálních biocenter a stávajících biokoridorů (viz příloha mapa č. 3). Negativní je zde jednotvárná krajina, které dominuje zemědělský pilíř nad lesním a naopak. V některých částech také převažuje zastavěné území.

## **Chráněná území**

Na území se nachází jedna Evropsky významná lokalita - v Hlinkách. Rozloha této lokality je 9,8 ha. Nachází se zde evropsky významný druh kuňka žlutobřichá. Můžeme zde také nalézt jednu přírodní památku „ Pod Smutným koutem“, kde se nachází doubrava s pestrou květenou. Dále je zde jedna přírodní rezervace „Zlín“, která slouží k ochraně teplomilného smíšeného lesa s bohatými společenstvy hájové vegetace. Všechna chráněná území jsou vyznačena v příloze na mapě č. 4. (MZP 2012, Ramap Plzeň 2006, Ramap Plzeň 2003).

## **Doprava**

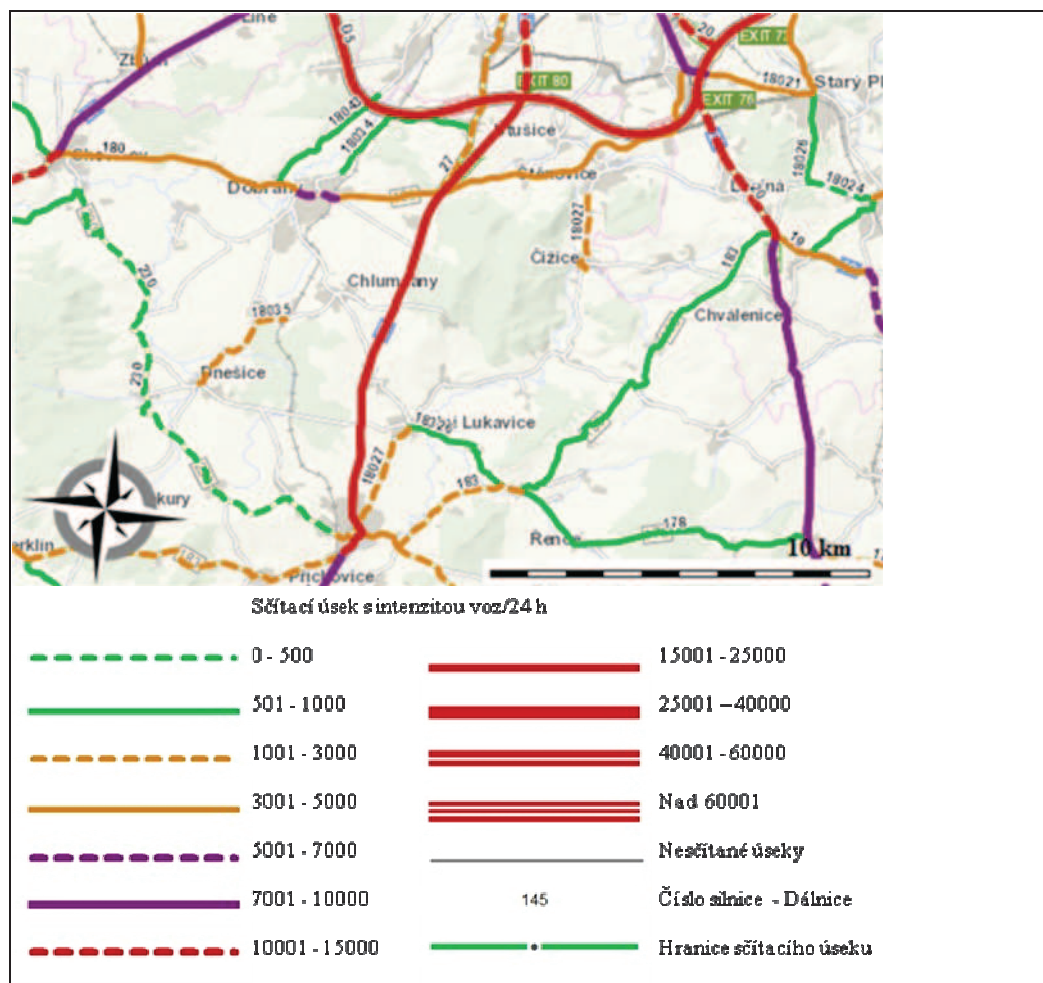
Z dopravy zde stojí za zmínku železniční trať Plzeň- Klatovy. Ze silniční dopravy, která je zde poměrně hustě zastoupená, je nejvýznamnější silnice I/27.

## **Silnice I/27**

Ve vybraném zájmovém území tvoří hlavní fragmentační bariéru v krajině, jakožto liniová stavba. V úseku Plzeň- hraniční přechod Železná Ruda je silnice I/27 součástí mezinárodní silnice E53, která dopravně spojuje trasu Plzeň- Mnichov. Do budoucna je silnice I/27 plánována jako čtyřpruhová v úsecích Most- Litvínov a Třemošná- Plzeň- Horní Lukavice. Do zájmového území silnice I/27 zasahuje v úseku od sjezdu z dálnice D5, která spojuje Prahu s hranicí s Německem, až po město Přeštice.

Dopravní intenzita v zájmovém území na silnici I/27 (viz obr. 3), podle celostátního sčítání dopravy z roku 2010, na úseku Přeštice- křižovatka se silnicí II/180 je 15 858 vozidel/24h, z toho těžká motorová vozidla 2 352. Na úseku křižovatka se silnicí II/180- sjezd z dálnice D5 je dopravní intenzita 17 402 vozidel/24h, z toho těžká motorová vozidla 2 615 (ŘSD 2011).

**Obrázek 3: Intenzita dopravy**

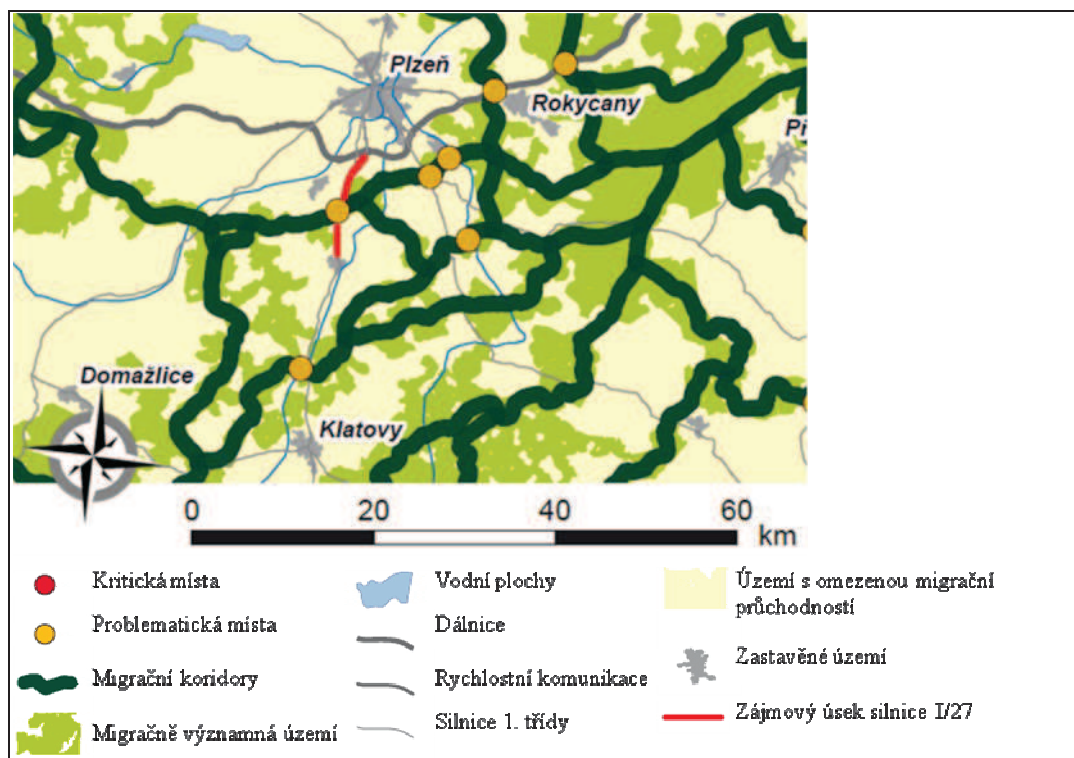


Zdroj: ©ŘSD 2011, upraveno autorem

Silnice I/27 je v zájmovém území od sjezdu z D5, až přibližně po křižovatku se silnicí II/180 postavena v kategorii S 22,5/100 a pruhy jsou ve střední části odděleny svodidlem. V tomto úseku je silnice z velké části na náspu. V tomto úseku byly pro zlepšení prostupnosti krajiny vybudovány čtyři mostní objekty (podchody). Po celé délce tohoto úseku jsou podél silnice buďto protihlukové stěny nebo svodidla a některá riziková místa jsou navíc oplocena přibližně 2m vysokým pletivem. Za silnicí II/180 pokračuje silnice I/27 v kategorii S 11,5/90 až do města Přeštice. Na úseku sjezdu z D5, až přibližně po křižovatku se silnicí II/180 vedou pod silnicí

čtyři průchody a dvě trubní propusti v kategorii P1 (Silnice-dálnice.cz 2012, ŘSD 2012). Hlavní migrační směry a kritická místa jsou vyznačeny na obrázku 4.

Obrázek 4: Migrace zvěře a problémová místa



Zdroj: © Evernia 2010, upraveno autorem

### Podchod č. 1 a podchod pod D5

První podchod, který využívá zvěř pod silnicí I/27, se nachází v blízkosti dálnice D5. Kolem podchodu vede vyasfaltovaná cesta, avšak z obou stran je přístup na tuto komunikaci omezen. Z jedné strany je závora, z druhé je farma, z níž je přístup na tuto cestu veřejnosti také omezen. Skrze vlastní podchod vede šterková cesta, která se postupně mění v polní a pokračuje dále do Robčic. Nad podchodem není instalována žádná protihluková stěna. Jak bylo patrné i ze stop, je vlastní okolí podchodu i podchod dopravně málo frekventovaný. Cesty očividně slouží pro příjezd zemědělské techniky v sezóně na okolní pole a louky, nebo pro členy místního mysliveckého sdružení. Hlavní migrační stopa zvěře vedla z křovinného porostu podél polní cesty od Robčic, dále skrze podchod pod silnicí I/27. Za přechodem část stop vedla pod elektrickým ohradníkem do řepkového pole, zbytek stop pokračoval v křovinném porostu podél komunikace k podchodu pod dálnicí D5 a za ním se stopy rozptylovaly dále do přilehlého lesíka a okolních polí (viz obr. 5). Pěšiny po zvěři

zde byli dobře znatelné, proto předpokládám, že podchod je migrující zvěří využíván.

**Obrázek 5: Trasy u podchodu č. 1**



*Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem*

**Foto 1: Podchod č. 1 pod silnicí I/27**



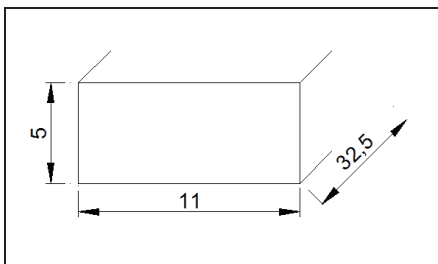
**Foto 2: Podchod pod D5**



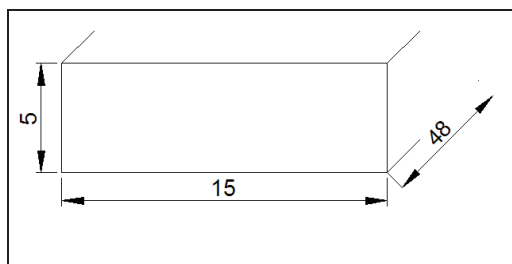
*Autor: Petr Toman, 5. 2. 2013*

*Autor: Petr Toman, 5.2 2013*

**Obrázek 6: Rozměry podchodu č.1**



**Obrázek 7: Rozměry podchodu pod D5**



**Foto 3: Průlez pod elektrickým ohradníkem**



*Autor: Petr Toman, 5. 2. 2013*

**Foto 4: Křoviny podél cesty k podchodu pod D5**



*Autor: Petr Toman, 5. 2. 2013*

## **Podchod č. 2**

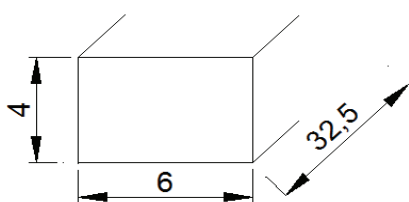
Druhý podchod pod silnicí I/27 se nachází nedaleko obce Šlovice (viz obr. 9). Kolem nevede žádná komunikace. Podchod je využíván pouze zemědělskou technikou pro přejezd mezi pozemky. Jeho povrch není nijak zpevněn. K průjezdu z jedné strany přiléhá pastvina, z druhé obilné pole. Pastvina přilehlá k průjezdu byla v době mého průzkumu oplocena elektrickým ohradníkem, avšak ten byl v místě průjezdu mírně vyvýšen a podle stop se zdálo, že nějak výrazně nezabraňuje zvěři v průchodu. Problém by zde měla asi spárkatá zvěř vyššího věku. Pastvina byla v době průzkumu prázdná, přes léto se zde pásli skot. Těsně na pastvinu navazuje řepkové pole a dále přilehlý sad, kde jsem při pochůzce pozoroval několik kusů srnčí zvěře.

Foto 5: Podchod č. 2



Autor: Petr Toman, 4. 2. 2013

Obrázek 8: Rozměry podchodu č. 2



Obrázek 9: Trasy u podchodu č. 2



Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

### Podchod č. 3

Tento mostní objekt je postaven nad silnicí II/180 a po něm vede silnice I/ 27. Rozměry tohoto mostu byly změřeny jen odhadem z důvodu velkého provozu na komunikaci, která jím prochází. Odhadovaná spodní šířka je 60m, výška 7 m, délka 30m. Kolem mostu nebyly nalezeny žádné zvířecí stopy. Mostem prochází frekventovaná silnice II/180, která tvoří asi třetinu jeho šířky. Zbytek tvoří nezpevněná plocha s několika odvodňovacími kanály a podpěrnými sloupy mostu.



Foto 6: Podchod č. 3



Zdroj: © Google 2013

#### Podchod č. 4

Podchod č. 4 se nachází několik desítek metrů jižně od podchodu č. 3. Kolem podchodu vede asfaltová cesta, která pokračuje dále jižně podél silnice I/27 a po několika stovkách metrů končí u malého rybníka. Vjezd na tuto cestu je veřejnosti zamezen závorou. Podchod umožňuje průjezd zemědělské techniky, avšak jeho povrch není nijak zpevněn.

U tohoto podchodu jsem narazil na dvě velice dobře znatelné migrační trasy. Obě začínaly v okolí blízkého potoka a vedly dále k podchodu. Za podchodem se dráhy rozdělily. Zatímco srnčí stopy vedly převážně na přilehlé pole, stopy divokých prasat vedly podél stoky do nedalekého mladého bukového porostu (viz obr. 10). Podle intenzity stop i podle přítomnosti posedu odhaduji, že v okolí je hodně zvěře a podchod je využíván.

Obrázek 10: Trasy u podchodu č. 4



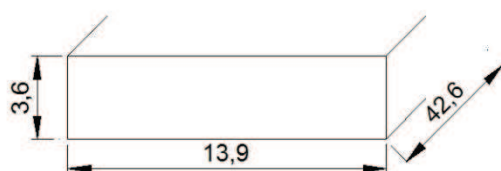
Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

Foto 7: Podchod č. 4



Autor: Petr Toman, 4. 2. 2013

Obrázek 11: Rozměry podchodu č. 4



### Trasa č. 1

Tato migrační trasa už vede přes vlastní povrch silnice I/27. Zvěř zde přechází od malého rybníka skrze prostor, který zde vymezují ploty podél silnice I/27 a podél hospodářského objektu. Tyto ploty v nejužším místě ohraničují přibližně 20m široký pás, kudy zvěř migruje. Prakticky celá migrační trasa vedla lesem a křovinným porostem podél plotu až k místu, kde oplocení končí. Zde zvěř přebíhá silnici v místech, kde nejsou příkopy a pokračuje dále do lesního porostu (viz obr. 12). Nedaleko místa, kde zvěř přebíhá, se zužuje těleso silnice ze čtyř jízdních pruhů, oddělených svodidlem, do dvou jízdních pruhů. V tomto místě je rychlost omezena dopravním značením na 60 km za hodinu. Navíc je zde také dopravní značení upozorňující na možný výskyt lesní zvěře.

Foto 8: Plot u silnice I/27



Autor: Petr Toman, 6. 2. 2013

Obrázek 12: Trasy č. 1, 2



Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

## Trasa č. 2

Tato trasa vede pouze v lesním porostu, který obklopuje v tomto místě silnici I/27 (viz obr. 12). Zvěř zde při přechodu musí překonat přibližně jeden metr hluboký příkop po obou stranách silnice. Toto místo se nachází za mírným horizontem směrem od Přeštic, rychlost zde již není dopravním značením omezena. Dopravní značení v tomto špatně přehledném úseku upozorňuje pouze na možný výskyt lesní zvěře.

**Foto 9: Stopy na trase č. 2**



*Autor: Petr Toman, 6. 2. 2013*

### **Trasa č. 3**

Tato trasa začíná u malé chatové oblasti, kde zvěř pravděpodobně vyhledává potravu u ovocných stromů. Dále pokračuje lesem podél plotu u silnice I/27. Tento plot má již mnoho děr a právě za jednou z nich zvěř přebíhá přes silnici I/27 v místě, kde jsou příkopy po obou stranách. Zvěř dále pokračuje do lesního porostu k rybníku (viz obr. 13).

**Foto 10: Kaliště divokých prasat na trase č. 3**



*Autor: Petr Toman, 6. 2. 2013*

### **Trasa č. 4**

Tato migrační trasa začíná u obilného pole. Zde se jednotlivé stopy spojují a pokračují lesním porostem k silnici I/27 (viz obr. 13). Silnici zvěř překonává na poměrně nepřehledném úseku, přes dva asi metr hluboké příkopy. Poté pokračuje

lesem, přes roh obilného pole. Zde se stopy opět rozptylují. Místo, kde zvěř překonává silnici je opět v úseku, kde dopravní značení upozorňuje na výskyt lesní zvěře a je obklopeno v těsné blízkosti lesním porostem, což úseku ubírá na přehlednosti.

Obrázek 13: Trasy č. 3, 4



Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

### Trasa č. 5

Začíná v místě, kde z lesního porostu vede polní cesta k silnici I/27. Zvěř v těchto místech migruje podél cesty a poté přechází silnici v celkem dobře přehledném úseku, kde se polní cesta napojuje na silnici I/27 a poté pokračuje přes sjezd pro zemědělskou techniku na přilehlé pole (viz obr. 14). Přehlednost zde snižují reklamní billboardy. Nedaleko tohoto místa je postaven také posed, což by napovídalo většímu výskytu zvěře, avšak já jsem mnoho stop nenalezl. Trasa bude nejspíše využívána spíše ve vegetačním období, kdy je na okolních polích většinou vzrostlá řepka.

Obrázek 14: Trasa č. 5



Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

### Trasa č. 6

Tato trasa vede směrem od ovocného sadu, kde zvěř nejspíše vyhledává potravu, přes pole k silnici I/27. Zvěř zde opět k překonání silnice využívá sjezdů na pole, které jsou zde naproti sobě po obou stranách, a dále zvěř pokračuje porostem křovin podél stoky v polích, nejspíše na roh nedalekého lesa (viz obr. 15). Místo, kde zvěř překonává silnici, je dobře přehledné. Asi 50 m od trasy se nachází benzínová pumpa. Intenzita stop zde nebyla vysoká. Přibližně tudy prochází dálkový migrační koridor (viz příloha mapa č. 7).

Obrázek 15: Trasa č. 6



Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

### Trasa č. 7

Tato trasa vede od ovocné aleje podél silnice, vedoucí od I/27 směrem na Chlumčany, přes pole k silnici I/27. Tu zvěř překonává v místě, kde jsou po obou stranách přibližně metr hluboké příkopy, a pokračuje dále polem k malému lesnímu porostu u chatové oblasti (viz obr. 16). Podle stop zde přechází velice málo zvěře. Většina zvěře k aleji přichází spíše z lesa, který se nachází nedaleko Chlumčan. Tato trasa se nachází asi 50m od prvních domů Horní Lukavice.

Obrázek 16: Trasa č.7



Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

### Trasa č. 8

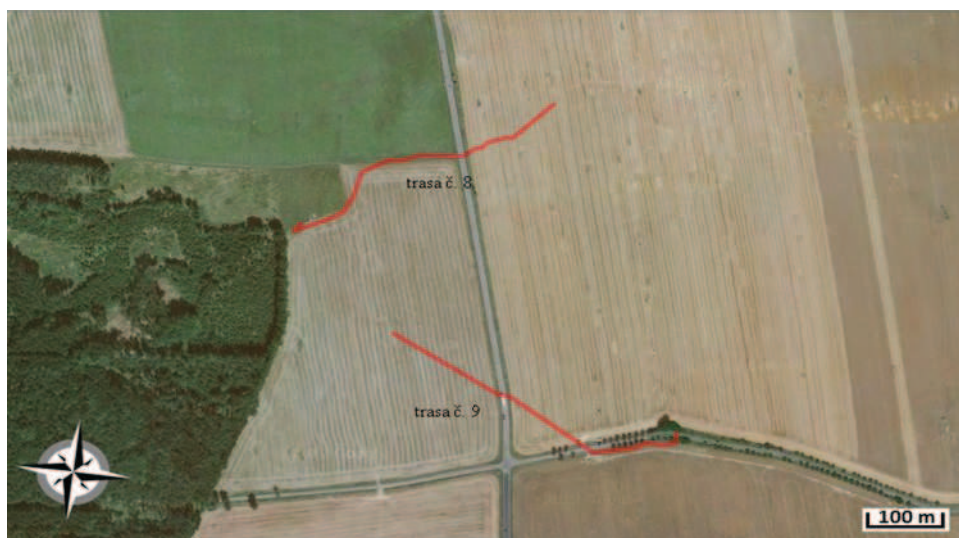
Začíná na rohu lesa, poté vede přes pole k silnici I/27. Silnici zde zvěř překonává v místě, kde je z jedné strany sjezd na pole a z druhé mírný příkop. Stopy pak vedou dále do pole, kde se rozptylují (viz obr. 17). Zvěř zde překonává silnici ve velmi dobře přehledném úseku.

### Trasa č. 9

Tady zvěř opět s největší pravděpodobností migruje za možným zdrojem potravy v jabloňové aleji podél silnice vedoucí k Dolní Lukavici. Trasa začíná u lesa, poté vede polem k silnici I/27. Tu zvěř překonává v místě, na kterém je z obou stran silnice asi metr hluboký příkop. Dále zvěř pokračuje polem až ke sjezdu pro

zemědělskou techniku, který vede ze silnice na Dolní Lukavici. V těchto místech zvěř opět přejde silnici a stopy vedou dále podél jabloňové aleje (viz obr. 17).

**Obrázek 17: Trasa č. 8, 9**



*Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem*

### **Trasa č. 10**

Tato trasa vede podél polní cesty vedoucí od silnice I/27 do lesa. Zvěř překonává silnici I/27 v místě napojení na polní cestu a dále pokračuje přes sjezd do pole (viz obr. 18). Množství přecházející zvěře zde, podle intenzity stop, nebude velké.

**Obrázek 18: Trasa č. 10**



*Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem*



## Trasa č. 11

Poslední trasa vede v porostu podél potoka, poté zvěř vybočuje do pole a překonává silnici I/27 v místě, kde jsou nejmírnější příkopy po obou stranách silnice a následně pokračuje zase porostem při potoce (viz obr. 19). Úsek, kde zvěř překonává silnici I/27 je celkem dobře přehledný.

Obrázek 19: Trasa č. 11



Zdroj: © Google 2013, upraveno autorem

## 5. Metodika

Studie probíhala na přibližně 12 km dlouhém úseku silnice I/27. Terénní průzkum byl proveden ve dnech od 4.2 do 6.2 2013. Byly sledovány hlavní migrační stopy zvěře vedoucí přes vlastní těleso silnice I/27 v úseku od sjezdu z dálnice D5 po město Přeštice. Tyto stopy byly zaznamenávány pomocí GPS aplikace „Moje trasy“, do mobilního telefonu „Samsung Galaxy Ace“. Následně byla takto získaná data zpracována na webovém portálu: <https://maps.google.cz/>, za pomoci funkce „moje místa“. Takto byly vytvořeny mapky s orientačními místy přechodů zvěře přes těleso silnice I/27. Z těchto mapek je možné vysledovat přibližné směry pohybu migrující zvěře mezi jednotlivými místními biocentry. U každého z podchodů, nacházejícího se ve sledovaném úseku pod tělesem silnice I/27 byly změřeny rozměry: šířka, výška, délka. Jednotlivé rozměry podchodů byly změřeny při průzkumu zájmového území. Výška byla z technických důvodů v některých případech odhadována a její hodnota není zcela přesná. Na základě těchto rozměrů

a zjištění místních podmínek byly tyto podchody vyhodnoceny pomocí metodiky uvedené v publikaci Hlaváče a Anděla (2001). Dále byla vypočítána šířka zóny narušené silnicí I/27, na základě empirického vztahu uvedeného v práci Müllera a Berthoulda (1997).

Údaje o šířkách silničního tělesa byly převzaty z webového portálu: <http://www.dalnice-silnice.cz/I/I-27.htm>. Údaje o intenzitě dopravy (I) převzaty z webového portálu: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>.

Další informace o zájmovém území byly získány od krajského úřadu, mysliveckých sdružení a ze záznamů policie ČR. Na základě takto získaných údajů bylo zájmové území dále analyzováno a byly zhotoveny tabulky a mapky prezentující jednotlivé získané údaje. Dále pak byla zhodnocena situace v území z hlediska ekologických efektů fragmentace krajiny a byla navržena opatření k jejich zmírnění.

## 6. Výsledky

### Výpočet road effected zone

vzorec<sup>3</sup>:  $D = (\log I - 2) * \text{š}$

Zájmová část silnice I/27 je rozdělena na dva úseky, podle šířky silničního tělesa.

#### Úsek č. 1:

Vymezení: od sjezdu z D5 po křižovatku se silnicí II/180. Udávaná šířka (š) silničního tělesa 22,5m. Intenzita provozu (I) 17 402 vozidel/24h.

Výpočet:

$$D_1 = (\log I - 2) * \text{š}$$

$$D_1 = (\log 17\,402 - 2) * 22,5$$

$$\underline{D_1 = 50,4 \text{ m}}$$

Orientační šířka narušené zóny ( $D_1$ ) je 50,4m kolmo na těleso silnice, oběma směry.

---

<sup>3</sup> D - šířka narušené zóny (m) na každou stranu od okraje silničního tělesa

I - intenzita dopravy (počet vozidel/24 hod)

š - šířka silničního tělesa v metrech

## Úsek č. 2:

Vymezení: od křižovatky II/180 po město Přeštice. Udávaná šířka (š) silničního tělesa 11,5m. Intenzita provozu (I) 15 858 vozidel/24h.

Výpočet:

$$D_2 = (\log I - 2) * \text{š}$$

$$D_2 = (\log 15\,858 - 2) * 11,5$$

$$\underline{D_2 = 25,3 \text{ m}}$$

Orientační šířka narušené zóny ( $D_2$ ) je 25,3m kolmo na těleso silnice, oběma směry.

## Výpočet indexu průchodnosti u jednotlivých podchodů

Výpočet byl proveden na základě vztahu uvedeného v práci Anděla a kol. 2006.

vzorec<sup>4</sup>:  $I = \text{š} \times v / d$

### Podchod č. 1

$$I_1 = \text{š} \times v / d$$

$$I_1 = 11 \times 5 / 32,5$$

$$\underline{I_1 = 1,7}$$

Pravděpodobnost využití tohoto podchodu následující: srnčí zvěř 40 – 60%, černá a jelení zvěř 20 – 40%.

### Podchod pod D5

$$I_{D5} = \text{š} \times v / d$$

$$I_{D5} = 15 \times 5 / 48$$

$$\underline{I_{D5} = 1,6}$$

---

<sup>4</sup> I - rozměrový index podchodu

š - šířka podchodu

v - volná výška pod mostem

d - délka podchodu

Pravděpodobnost využití podchodu pod D5 zvěří, je u srnčí zvěře: 40 - 60%, u černé zvěře 20 -40% a u jelení zvěře 0 – 20%.

### Podchod č. 2

$$I_2 = 4 \times 6 / 32,5$$

$$\underline{I_2 = 0,7}$$

Pravděpodobnost využití podchodu č. 2 zvěří je u srnčí zvěře 20 – 40%, u černé a jelení zvěře 0 – 20%.

**Výpočet hodnoty I u podchodu č. 3 byl vynechán z důvodu uvedených v kapitole 7.**

### Podchod č. 4

$$I_4 = 3,6 \times 13,9 / 42,6$$

$$\underline{I_4 = 1,2}$$

Pravděpodobnost využití podchodu č. 4 zvěří, je 20 – 40 % u srnčí a černé zvěře, 0 - 20% u jelení.

**Tabulka 1: Pravděpodobnost využívání mostů**

%	Popis	Srniec		Prase		Jelen	
		I	příklad	I	příklad	I	Příklad
80 - 100	Ideální stav	nad 30	60 x 15 : 30	nad 30	60 x 5:30	nad 40	80 x 15:30
60 - 80	Praktické optimum	7,0 - 30	30 x 7 : 30	7 - 30	30 x 7:30	8 - 40	30 x 8:30
40 - 60	Průměr	1,5 - 7,0	15 x 3 : 30	2 - 7	20 x 3:30	4 - 8	30 x 4: 30
20 - 40	Praktické minimum	0,65 - 1,5	9 x 2,2 : 30	1 - 2,0	10 x 3:30	1,7 - 4	10 x 5 :30
0 - 20	Nefunkční stav	do 0,65		do 1,0		do1,7	

Zdroj: : Hlaváč a Anděl (2001)

**Tabulka 2: Vybraní savci vyskytující se na zájmovém území**

Jméno české (jméno latinské)	Rozšíření	Migrace
Jezevec lesní ( <i>Meles meles</i> )	Hojný na většině území, teritoria 400 - 500 ha	Teritoriální druh, migrace mladých jedinců
Liška obecná ( <i>Vulpes vulpes</i> )	Hojná po celém území, teritoria 0,2 - 20 km <sup>2</sup>	Teritoriální druh, migrace mladých jedinců do 15 km
Prase divoké ( <i>Sus scrofa</i> )	Hojné na celém území	Pohyblivý druh, během noci urazí až 40 km, dlouhé všesměrné migrace
Srnec ( <i>Capreolus capreolus</i> )	Hojný na celém území	V létě stálý, v zimě migrace za potravou
Muflon ( <i>Ovis musimon</i> )	Nepůvodní druh, výskyt na cca 40% území	V létě stálý, v zimě se sdružuje do tlup, delší migrace nepodniká
Daněk evropský ( <i>Cervus dama</i> )	Nepůvodní druh, výskyt na cca 30% území	Teritoriální druh
Jelen evropský ( <i>Cervus elaphus</i> )	Lesnaté horské oblasti	Migrace pravidelné - za potravou a na říjiště i nepravidelné dlouhé migrace
Jelen sika ( <i>Cervus nippon</i> )	Nepůvodní druh	Náhodná

Zdroj: Hlaváč a Anděl (2001), upraveno autorem

Celá úsek silnice I/27 v zájmovém území do kategorie s vysokou intenzitou dopravy. Možnost migrace v tomto území je tedy značně omezena (viz tab. 3).

**Tabulka 3: Kategorie silnic podle intenzity dopravy**

č.	Intenzita dopravy (vozidla/24 h)	Charakteristika
1	nizká < 1000	Nizká intenzita dopravy není dostatečným varováním pro většinu zvířat a ta se snaží komunikaci překonat. Proto je velmi mnoho zvířat všech velikostí na těchto komunikacích usmrceno. V praxi jsou reálná pouze částečná opatření vedoucí k lepší viditelnosti v kritických úsecích jak pro řidiče, tak pro zvěř. Při rekonstrukci komunikací je vhodné provádět jednoduchá opatření k omezení střetů s živočichy (úprava propustků, popř. doplnění průchodu v místech známé migrace obojživelníků atd.).
2	střední 1000 – 10 000	Tato intenzita dopravy již částečně odrazuje zvířata od překonávání komunikace. Současně se vytváří narušená zóna v oboustranném pásu podél komunikace. Narušená zóna má na obě strany šířku rovnající se přibližně šířce komunikace. Tato zóna se zvířata vyhýbají a omezují zde pobyt během denních pohybů. Překonání komunikace je v některých případech možné, proto také dochází k častým střetům s vozidly. Při rekonstrukci nebo výstavbě nových úseků těchto silnic je třeba realizovat veškerá opatření pro usnadnění migrace fauny.
3	vysoká > 10 000	Takto vysoká intenzita dopravy má většinou na zvířata silný odpuzující účinek. Ta se pokoušejí překonávat komunikaci pouze v případě stresových situací. Proto je také na těchto komunikacích počet zabitých zvířat relativně malý. Současně se výrazně rozšiřuje narušená zóna po obou stranách komunikace na cca dvojnásobek šířky komunikace. V tomto pásu minimalizuje zvěř svůj běžný pohyb. Tento typ komunikace je pro živočichy často neprostupný, a má tedy velký dělicí efekt na místní populace. Při výstavbě těchto komunikací je třeba aplikovat všechna dostupná opatření pro zajištění migrace. Vzhledem k tomu, že komunikace má pro živočichy převážně silný odpuzující efekt, je pro dosažení požadované účinnosti migračních profilů třeba zajistit i vhodnou ekologickou strukturu příchodu k migračním profilům (zalesnění, liniová vegetace atd.), aby bylo usnadněno překonávání narušené zóny.

Zdroj: Hlaváč a Anděl (2001), upraveno autorem

Podle mysliveckých statistik jednotlivých honiteb se v zájmovém území vyskytuje nejvíce srnčí zvěře, za ní následuje zajíc, kuna a divoké prase. Z větších savců je zde mufloní a dančí zvěř. Jelení zvěř se zde nevyskytuje (viz tab. 4 - 6).

**Tabulka 4: Stavy zvěře v honitbách zájmového území 2011**

	výměra honitby [ha]	2011									
		jelení	daňčí	mufloní	srnčí	černá	sika	zajíc	liška	jezevec	kuna
Dobřany	2158	0	27	28	93	94	0	68	34	20	60
Útušice	848	0	0	37	31	26	0	9	6	1	11
Chlumčany	655	0	0	0	23	7	0	31	6	2	20
Lukavan (Dolní Lukavice)	1204	0	0	0	36	0	0	39	0	5	0
Hůrka (Horní Lukavice)	695	0	0	0	21	0	0	22	0	2	0
Vysoká	719	0	0	21	28	25	0	14	7	4	6
Žerovice	1028	0	0	0	40	9	0	22	10	2	34
Přeštice	981	0	0	0	39	3	0	23	40	5	40

Zdroj: Krajský úřad Plzeň

**Tabulka 5: Stavy zvěře v honitbách zájmového území 2010**

	výměra honitby [ha]	2010									
		jelení	daňčí	mufloni	srnčí	černá	sika	zajíc	liška	jezevec	kuna
Dobřany	2158	0	21	24	95	36	0	49	32	20	60
Útušice	848	0	0	32	28	22	0	10	8	1	13
Chlumčany	655	0	0	0	26	8	0	47	10	2	20
Lukavan (Dolní Lukavice)	1204	0	0	0	42	0	0	42	0	5	0
Hůrka (Horní Lukavice)	695	0	0	0	24	0	0	22	0	2	0
Vysoká	719	0	0	21	28	21	0	15	6	4	5
Žerovice	1028	0	0	0	40	7	0	27	8	2	30
Přeštice	981	0	0	0	39	3	0	23	40	5	40

Zdroj: Krajský úřad Plzeň

**Tabulka 6: Stavy zvěře v honitbách zájmového území 2009**

	výměra honitby [ha]	2009									
		jelení	daňčí	mufloni	srnčí	černá	sika	zajíc	liška	jezevec	kuna
Dobřany	2158	0	21	24	95	36	0	49	24	22	60
Útušice	848	0	0	28	28	21	0	8	8	1	13
Chlumčany	655	0	0	0	24	9	0	52	7	2	24
Lukavan (Dolní Lukavice)	1204	0	0	0	47	0	0	38	0	4	0
Hůrka (Horní Lukavice)	695	0	0	0	26	0	0	24	0	2	0
Vysoká	719	0	0	22	30	17	0	15	6	4	5
Žerovice	1028	0	0	0	44	8	0	33	10	2	32
Přeštice	981	0	0	0	39	3	0	23	40	5	35

Zdroj: Krajský úřad Plzeň

### Střety se zvěří

Podle policejních záznamů došlo v roce 2007 na vybraném zájmovém území k devíti střetům vozidel se zvěří. Celková škoda v tomto roce byla vyčíslena na 378 000 Kč. V roce 2008 zde došlo k osmi střetům se zvěří a celková škoda v tomto roce byla odhadnuta na 319 000 Kč. V letech 2009 – 2011 nedošlo, podle policejních statistik na vybraném úseku silnice I/27, k žádnému střetu vozidla se zvěří. Následující tabulky uvádějí jednotlivé údaje o střetech se zvěří za roky 2007 a 2008. Místa jednotlivých střetů jsou vyznačena na mapách v příloze.

**Tabulka 7: Střety se zvěří za rok 2007 (systém souřadnic JTSK)**

Označení	souřadnice x	souřadnice y	Datum	čas	škoda (Kč)
1	-1077724,865	-825306,012	16.7.	0:30	20 000
2	-1078620,022	-826064,64	25.4.	0:45	30 000
3	-1079585,803	-826774,201	14.2.	22:00	31 000
4	-1081690,901	-827487,872	20.9.	15:35	200 000
5	-1081734,66	-827505,277	3.8.	21:30	10 000
6	-1082937,781	-828041,183	13.8.	2:15	40 000
8	-1084445,853	-828535,027	10.4.	22:40	7 000
7	-1084460,707	-828534,966	22.8.	5:45	30 000
9	-1084911,944	-828547,101	27.6.	21:40	10 000

Zdroj: Policie ČR

**Tabulka 8: Střety se zvěří za rok 2008 (systém souřadnic JTSK)**

označení	souřadnice x	souřadnice y	datum	čas	škoda (Kč)
1	-1078387,794	-825859,502		21:50	41 000
2	-1080066,129	-826910,267		20:50	21 000
3	-1081035,581	-827197,199	10.1.	20:30	20 000
4	-1083838,278	-828373,242		5:30	152 000
7	-1084432,251	-828538,272		22:05	20 000
8	-1084518,744	-828553,466		17:45	15 000
6	-1084966,885	-828532,318		14:00	20 000
5	-1085108,352	-828529,264	7.7.	8:30	30 000

Zdroj: Policie ČR

## 7. Diskuze

Nejvíce efektivním způsobem defragmentace krajiny z pohledu ekologie je kompletní odstranění silnice a obnovení původního stavu. Například v Spojených státech amerických se staré komunikace odstraňují, jako součást programu na ochranu medvědů grizzly. (Dufek a kol. 2003).

Tento způsob je sice ideální, ale jeho celoplošné využívání je zcela nereálné. Nezbyvá tedy než nacházet jiná řešení, která jsou většinou kompromisem mezi zachováním krajiny v původním nefragmentovaném stavu a rozvojem dopravy a jiných lidských aktivit přispívajících k fragmentaci krajiny.



Věda zabývající se problémem vlivu silnic na ekologii se nazývá „roadecology“. I když v poslední době zájem o výzkum vlivu silniční sítě zaznamenal velký rozmach, existuje stále mnoho otazníků. Zvláště v odvětví dlouhodobého působení efektů fragmentace na krajinu je stále minimum poznatků. Důvod je na snadě, problém není zkoumán dostatečně dlouho, aby byly poskytnuty přesnější v praxi podložené poznatky. I přesto, že se tomuto výzkumu věnuje už několik desetiletí velké množství autorů, je doba zkoumání relativně krátká. K řešení problému vzniklých v prostupnosti krajiny fragmentací jsou využívány moderní metody. Nejčastěji je asi používána počítačová simulace využívající data z dálkového průzkumu Země a geografických informačních systémů (Iuell a kol., 2003).

Při řešeních je třeba brát ohled jak na rozvoj dopravní infrastruktury, tak i na životní prostředí. Skloubení těchto dvou požadavků není jednoduché a přináší s sebou mnoho úskalí.

Při navrhování opatření, která řeší problémy spojené s fragmentací krajiny a průchodnost komunikací, by se mělo vždy vycházet z terénního průzkumu dané lokality. Průzkum by měl být zaměřený na cílové druhy živočichů vyskytujících se v dané lokalitě a na dotčené biotopy, což je také konstatováno v práci (Pfister a kol., 1999).

## 7.1 Migrační objekty

Migrační objekty u frekventovaných dopravních komunikací nabízí řešení hned několika problémů spojených s fragmentací krajiny dopravou. Při správném umístění umožňují migraci živočichů, čímž snižují bariérový efekt a odstraňují případné populační problémy. Dalším přínosem je minimalizace střetů živočichů s vozidly.

U migračních objektů jsou nejdůležitějším faktorem rozměry objektu. Doporučené parametry u podchodů jsou: minimální šířka 15 m, minimální výška: 3 – 4 m, index  $I: > 1,5$ . U nadchodů je nejdůležitějším parametrem šířka, doporučená standardní šířka bývá 40 – 50 m. (Iuell a kol. 2003).

Většina autorů se ovšem shoduje na tom, že rozměry migračních objektů jsou sice důležité, ovšem je nutné přihlídnout k dalším aspektům, jako hluk z dopravy, vegetace v okolí komunikace, atd. Tento poznatek se mi potvrdil i při mém průzkumu jednotlivých mostních objektů v zájmovém území.

## **Podchod č. 1**

Tento podchod je primárně určen spíše k umožnění přístupu na zemědělské pozemky za silnicí I/27. Avšak podle nalezených stop umožňuje i migraci některých druhů zvěře. Index I měl u tohoto podchodu nejlepší hodnotu ze všech sledovaných podchodů a to 1,7. Podle tabulky 1 uvedené v kapitole výsledky, je pravděpodobnost využití tohoto podchodu následující: srnčí zvěř 40 - 60%, černá a jelení zvěř 20 - 40%. Index se však pro jelení zvěř nachází na krajní hodnotě a s přihlédnutím hlavně k šířce mostu bych vyhodnotil tento most pro jelení zvěř jako nefunkční. Funkčnost podchodu však není možno posuzovat pouze podle jeho indexu I. Je potřeba přihlédnout i k dalším okolnostem. Na tomto mostě například nejsou protihlukové stěny, most je přímo pojížděný a jeho povrch je zpevněn šterkovou cestou. Spolu s malou šířkou podchodu jsou to asi nejvíce omezující faktory pro migraci na tomto místě. Na náspech však z obou stran nalétávají dřeviny, které tento problém hlučnosti a vizuálního rušení za několik let zmírní. Jako opatření pro vylepšení migrace v tomto místě bych navrhl ponechání některých náletových dřevin při údržbě v okolí tohoto podchodu, s možným doplněním protihlukové stěny přímo nad mostem. Jiná opatření by již mohla zasahovat do ostatních funkcí mostu, nebo by byla příliš nákladná.

## **Podchod pod D5**

Tento podchod navazoval na migrační stopu vedoucí z podchodu č. 1. Hodnota indexu tohoto podchodu podle tabulky 1 odpovídá pravděpodobnosti využití: 40 - 60% u srnčí zvěře, u černé zvěře 20 - 40% a u jelení zvěře 0 - 20%. Migrační potenciál podchodu bude však ve skutečnosti nižší. Podchodem vede asfaltová cesta a po obou stranách jsou velké odvodňovací příkopy. Navíc nad podchodem nejsou protihlukové stěny a je přímo pojížděný. Jako nejschůdnější řešení bych navrhl zasypání příkopů v podchodu zeminou. Voda by pak byla odváděna jiným způsobem, například kanálem umístěným pod povrchem.

## **Podchod č. 2**

Na tomto podchodu jsem si všiml hlavně opatření, která zde snižují hluk z dopravy. Nad podchodem vede dostatečně dlouhá protihluková stěna, avšak jen z jedné strany komunikace nad ním. Tato stěna je spíše primárně určena k omezení vlivu hluku

na nedalekou obec Šlovice. Dalším opatřením je přesýpaná konstrukce mostu, která snižuje hluk z dopravy na ním. Pravděpodobnost využití tohoto podchodu vyšla podle tabulky 1 následovně: u srnčí zvěře 20 – 40%, černá a jelení zvěř 0 – 20%. Pro poslední dvě skupiny to tak znamená nefunkční stav mostu z hlediska migrace. Je však nutno přihlídnout k tomu, že je zde snižena míra vizuálního a zvukového rušení z dopravy. Dále ještě pak pozitivně přispívá nezpevněný povrch podchodu. Jako opatření pro zlepšení migračního potenciálu mostu, bych zde navrhl opět ponechání náletových dřevin na neudržované ploše náspu v blízkém okolí podchodu.

### **Podchod č. 3**

Tento podchod má z hlediska možnosti migrace zvěře téměř nulový význam. Vede skrze něj frekventovaná silnice II/180 a širší část vedle silnice s nezpevněným povrchem se nachází uzavřená mezi dvěma sjezdy ze silnice I/27. Most je přímo podjížděný, tudíž je zde velká hlučnost i z dopravy silnice I/27. Index I by odhadem vycházel u tohoto mostu velmi dobře, hodnota kolem 14. Určení mostu je však primárně pro dopravu na silnici II/180 a veškeré vlivy z ní snižují migrační potenciál k nule. Navíc o několik desítek metrů dále se nachází podchod, který má z hlediska možnosti migrace zvěře daleko lepší parametry. Z tohoto důvodu nemá cenu tento most dále nějak dále posuzovat a hledat případná vylepšení.

### **Podchod č. 4**

Tento podchod bych hodnotil v komplexním pohledu z hlediska migrace zvěře, jako nejlepší ze všech zmiňovaných. Pravděpodobnost použití je sice jen: 20 – 40 % u srnčí a černé zvěře, 0 – 20% u jelení. Nachází se však blízko lesa a porostu kolem potoka, jeho konstrukce je přesýpaná a povrch nezpevněný. Neudržované pruhy ploch kolem začínají vytvářet vhodný koridor pro migraci zvěře mezi lesem a porostem okolo potoka na druhé straně. Negativní vliv má několik desítek metrů vzdálená silnice II/180 a také to že nad podchodem nejsou instalovány protihlukové stěny. Domnívám se, že migrační potenciál tohoto podchodu selepší, díky rostoucím náletovým dřevinám mezi podchodem a silnicí II/180. Jako opatření bych zde navrhl protihlukové stěny nad podchodem a opatření vedoucí ke snížení hluku ze silnice II/180.

## 7.2 Ochranná a optimalizační opatření

### Protihlukové stěny

Protihlukové stěny mohou částečně řešit problém disturbance a znečištění z dopravy. Primárně bývají spíše určeny k ochraně obyvatel bydlících v blízkosti silnic. Jejich přítomnost zmírňuje jak vizuální, tak zvukové rušení ze silnic, ale částečně také může napomoci k zmírnění šíření některých dalších negativních vlivů z dopravy. Negativním přínos bych pak viděl u bariérového efektu, který působí zvláště u železničních tratí, kde jsou často řešeny jen z hlediska ochrany obyvatel objektů přilehlých k trati. Další problém mohou způsobovat průhledné protihlukové stěny, které představují nebezpečí pro ptactvo.

Problémem u protihlukových stěn v zájmovém území byla instalace stěny zpravidla jen na jedné straně komunikace. Takovéto umístění protihlukových stěn může způsobit, že zvěř vběhne na komunikaci přes svodidla na druhé straně a po zaregistrování stěny se bude snažit nalézt jinou cestu k překonání komunikace, přičemž může skončit pod koly vozidel.

### Ploty

Ploty jsou efektivním řešením problému střetů vozidel s živočichy. Nevhodné umístění plotu však sebou přináší zvýšení bariérového efektu (Bennett 1991). Clevenger a kol. (2001) uvádí ve své práci, že plocení dálnice snižuje počet přejetých zvířat až o 80%. Aby však plocení plnilo svoji funkci, musí být udržováno v dobrém stavu a jeho zakončení musí být v příhodných místech (Hlaváč 2005).

Tvrzení Hlaváče (2005) se mi potvrdilo v praxi při průzkumu v zájmovém území. Na trase č. 3, díra v plocení zvěř naváděla k přechodu ve velmi nepřehledném úseku.

Jako nejvýhodnější způsob využití plocení se jeví navádění k místům, kde je pro živočichy snadný přechod komunikace. To potvrzuje také ve své práci Mccollister a Van Manen (2010). Uvádí, že v oplocených dálničních úsecích se počet střetů zvyšuje se vzdáleností od podchodů. Když zvěř nenalezne v dostatečné vzdálenosti migrační objekt, pokusí se plot překonat.

## **Odpuzovače**

Smyslem odpuzovačů je zamezit živočichům vstup na komunikaci a to působením na jejich základní smysly. Nevýhodou je stejně jako u plotů, že při nevhodném umístění zvyšují bariérový efekt komunikace. Mezi odpuzovače patří: vizuální odpuzovače (světla, lasery, odrazky), zvukové odpuzovače (nahrávky rušivých zvuků atd.) a pachové odpuzovače.

Pachové odpuzovače se používají asi nejčastěji. Využívají fakt, že živočichové se přirozeně vyhýbají místům s pachovými stopami predátorů a lidí (Anděl a kol. 2011).

Například v Černěvsi ve Vědomickém lese bylo v roce 2007 před aplikací sraženo 12 kusů srnčí zvěře, po aplikaci byl v roce 2008 zaznamenán pouze jeden sražený kus (Plíšek a Hrouzek, 2009). Naproti tomu Anděl a kol. (2011) uvádí, že mnoho průzkumů uvádí, že účinnost těchto opatření není zcela ověřena.

Funkčnost těchto opatření je velice diskutabilní. Z vlastní zkušenosti vím, že zvěř si na takováto opatření časem v určité míře zvykne a přestává se takto ošetřeným místům vyhýbat. Proto si myslím, že tato opatření by měla být použita jen přechodně, nebo jako provizorní či doprovodné opatření. Velmi výhodné se například jeví použití těchto opatření k navádění zvěře k migračním objektům, stejně tak jako to platí u použití oplocení komunikace plotem.

## **Varovné systémy pro řidiče**

Tato opatření upozorňují samotného řidiče o přítomnosti zvěře. Může jít o klasické dopravní značky upozorňující na možný výskyt lesní zvěře. Nebo o modernější značení místa blikajícím nápisem, nebo světlem upozorňujícím na přítomnost zvěře detekovanou v okolí silnice. Tento modernější systém testoval například Godron a kol. (2004) ve Spojených státech. Výzkum ukázal, že tyto systémy jsou funkční spíše na silnicích, kde rychlost nepřesahuje 100 km/h.

Nevýhodnost systému bude spočívat v tom, že místní řidiči si na takto označená místa časem zvyknou a při častější detekci zvěře v okolí přestanou být obezřetní.

Z výsledků práce by se mohlo zdát, že bylo podle počtu sražené zvěře provedeno v zájmovém území účinné opatření minimalizující mortalitu živočichů vlivem srážek s vozidly. Vysvětlením tohoto zdánlivého snížení je nová úprava legislativy v roce 2009, která způsobila, že mnoho lidí již střet se zvěří neohlásí.

### **7.3 Road effected zone**

Šířka narušené zóny v okolí silnice I/27 v zájmovém území je vypočítána na 50,4m u prvního úseku a 25,3m u druhého úseku. Tyto údaje jsou však jen orientační a šířka zóny nebude na všech místech v okolí komunikace stejná. Například protihlukové stěny zmírňující hluk z dopravy jsou umístěny jen na některých místech. Podle mapky chráněných území v příloze, jsou všechna chráněná území v této lokalitě v dostatečné vzdálenosti od silnice I/27. Určitý minimální vliv by mohla mít komunikace snad jen na Evropsky významnou lokalitu V Hlinkách.

Road effected zone by měla být minimalizována vhodným plánováním nových staveb. Moderní dopravní infrastruktura by měla v budoucnosti poskytovat podmínky pro přírodní procesy a podporovat přirozenou biologickou rozmanitost a přitom zajišťovat efektivní a bezpečnou dopravu lidí. Silnice, které jsou dopravou silně vytížené, by měly být umístěny v dostatečných vzdálenostech od vzácných přírodních lokalit. Dosažení tohoto cíle by měl napomoci výzkum, monitorování a osvěta veřejnosti (Forman a Deblinger, 2000).

## 8. Závěr

Výsledky průzkumu potvrdily potřebnost opatření ke zmírnění ekologických vlivů fragmentace krajiny. Stávající opatření provedená v zájmovém území se mi jeví jako dostatečná. Případná zlepšení jsem navrhl hlavně s přihlédnutím k finanční stránce věci. V části zájmového území je také plánována přeložka silnice I/27 a to v roce 2014. Proto jsem se chtěl v bakalářské práci seznámit s tímto územím před zahájením stavby a následně bych se chtěl v rámci diplomové práce věnovat problematice fragmentace krajiny u této nové stavby.

V práci jsem obecně popsal problémy v oblasti fragmentace krajiny dopravní infrastrukturou a zhodnotil některá opatření, která se používají při řešení problému fragmentace krajiny. Dále jsem nastínil situaci v zájmovém území a poukázal na některé nedostatky v opatřeních, která byla provedena.

## Literatura:

- [1] **Anděl P. a Hlaváč V. 2008:** Automobilová doprava a mortalita obratlovců, *Ochrana přírody* 5: 19-21.  
Online: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/clanky/automobilova-doprava-a-mortalita-obratlovcu.html>, cit: 28. 12. 2012.
- [2] **Anděl P., Hlaváč V., Lenner R., 2006:** Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy: technické podmínky. Ministerstvo dopravy ČR a Evernia, Liberec: 92 s.
- [3] **Anděl P., Petržílka L. et Gorčicová I., 2010b:** Indikátory fragmentace krajiny. EVERNIA, Liberec, 60s.
- [4] **Anděl P., Gorčicová I., Bradáčová L., Andělová H., 2010a:** Vyhodnocení vlivů zásad územního rozvoje Karlovarského kraje na životní prostředí. Evernia. Online: [http://webmap.kr-karlovarsky.cz/download/VUC/ZUR\\_2010/III\\_V\\_ZP\\_SEA%5Ctexty/01\\_priloha.pdf](http://webmap.kr-karlovarsky.cz/download/VUC/ZUR_2010/III_V_ZP_SEA%5Ctexty/01_priloha.pdf), cit. 15. 11. 2012.
- [5] **Anděl P., Gorčicová I., Hlaváč V., Miko L. et Andělová H., 2005:** Hodnocení fragmentace krajiny dopravou. Metodická příručka. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 99 s.
- [6] **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. Evernia, Liberec: 154 s.
- [7] **Andren H., 1994:** Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71/ 3: 355 - 366.
- [8] **Andrews A., 1990:** Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Zoologist* 26/ 3-4: 130 – 141.
- [9] **Aresco M. J., 2005:** The effect of sex - specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biological Conservation* 123/1: 37 – 44.



- [10] **Bennett A. F., 1991:** Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: Saunders D. A., Hobbs R. J. (eds.), *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*. Surrey Beatty & Sons, New South Wales: 99–117.
- [11] **Bissonette J. A., Rosa S. A., 2009:** Road Zone Effects in Small - Mammal Communities. *Ecology and Society* 14/ 1: 27.
- [12] **Blake D., Hutson A.M., Racey P.A., Rydell J., Speakman J.R., 1994:** Use of lamplit roads by foraging bats in southern England. *Journal of Zoology* 234: 453–462.
- [13] **Boarman W. I., Sazaki M, 2006:** A highway's road - effect zone for desert tortoises (*Gopherus agassizii*). *Journal of Arid Environments* 65/ 1: 94 -101.
- [14] **Brooks T. M., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., Da Fonseca G. A., Rylands A. B., Konstant W. R., Hilton-Taylor C., 2002:** Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation biology* 16/ 4: 909 - 923.
- [15] **Bruinderink G. W. T. A., Hazebroek E., 1996:** Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology* 10/4:1059-1067.
- [16] **Buchanan B.W., 1993:** Effects of enhanced lightning on the behavior of nocturnal frogs. *Animal Behaviour* 45: 893-899.
- [17] **Clevenger A.P., Chruszcz B., Gunson K.E. 2001:** Highway mitigation fencing Reduces wildlife-vehicle collisions. - *Wildlife Society Bulletin* 29(2): 646-653.
- [18] **Crowl T. A., Crist T. O., Parmenter R. R., Belovsky G., Lugo A. E., 2008:** The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6/5: 238-246.
- [19] **Čech M. et Jankovský J. (2001):** Železniční trať místem zvířecích neštěstí. *Živa*, 49: 39–40.
- [20] **Dreyer W. A., 1935:** The question of wildlife destruction by the automobile. *Science* 82: 439-440.
- [21] **Dufek J., Adamec V., Hlaváč V., 2000:** Fragmentace lokalit způsobená dopravní infrastrukturou – současný stav v České republice, Centrum dopravního výzkumu, Brno 35s. Online: <http://www.cdv.cz/text/szp/vz2004/p07.pdf>, cit. 16. 11. 2012.

- [22] **Dufek J., Jedlička J., Adamec V., 2003:** Fragmentace lokalit dopravní infrastrukturou – ekologické efekty a možná řešení v projektu COST 341. Centrum dopravního výzkumu Ministerstva dopravy, Brno, Online:[http://vitejtenazemi.cenia.cz/archiv/krajina\\_cs/frag\\_doprava.pdf](http://vitejtenazemi.cenia.cz/archiv/krajina_cs/frag_doprava.pdf), cit. 6. 12. 2012.
- [23] **Fahrig L., 2003:** Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 487 – 515.
- [24] **Fischer J., Lindenmayer D. B., 2002:** Small patches can be valuable for biodiversity conservation: two case studies on birds in southeastern Australia. *Biological Conservation* 106/ 1:129 – 136
- [25] **Forman R. T. 1995:** Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press 632 s.
- [26] **Forman R. T., Alexander L. E., 1998:** Roads and their major ecological effects. *Annual review of ecology and systematics* 29: 207 – 31.
- [27] **Forman R. T. T., Deblinger R. D. (1998):** The Ecological road-effect zone for transportation planning, and a Massachusetts highways example. In Evink G. L., Garrett P., Zeigler D., Berry J. (eds.), *Proceedings of the international conference on wildlife ecology and transportation.*, Fort Myers, Florida.
- [28] **Forman R. T. T., Deblinger R. D., 2000:** The ecological road - effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation Biology* 14: 36–46.
- [29] **Forman, T.T. , Godron, M., 1993:** Krajinná ekologie. Academia, Praha, 583 s.
- Frankham R., 2005:** Genetics and extinction. *Biological Conservation* 126: 131-140.
- [30] **Glitzner I., Beyerlein P., Brugger C., Egermann F., Paill W., Schlögel B., Tataruch F., 1999:** Literaturstudie zu anlage - und betriebsbedingten Auswirkungen von Straßen auf die Tierwelt. Endbericht. Erstellt im Auftrag des Magistrates der Stadt Wien, Abteilung 22 -Umweltschutz. "G5" - Game-Management 176 s. + 59s. Anhang.
- [31] **Gordon K. M., McKinstry M. C., Anderson S. H., 2004:** Motorist response to a deer-sensing warning system. *Wildlife Society Bulletin* 32/ 2: 565 – 573.

[32] **Hansen M. J., Clevenger A. P., 2005:** The influence of disturbance and habitat on the presence of non - native plant species along transport corridors. *Biological conservation* 125/ 2: 249-259.

[33] **Havrlant M., Buzek L., 1985:** *Nauka o krajině a péče o životní prostředí.*

SNP, Praha, 126 s.

[34] **Hels T., Buchwald E., 2001:** The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation* 99/ 3: 331 - 340.

[35] **Hell P., Plavý R., Slamečka J., Gašparík J., 2005:** Losses of mammals (Mammalia) and birds (Aves) on roads in the Slovak part of the Danube Basin. *European Journal of Wildlife Research* 51/ 1: 35 – 40.

[36] **Hlaváč V., 2005:** Increasing Permeability of the Czech Road Network for Large

Mammals. - *GAIA - Ekological Perspectives for Science and Society* 2: 175-177.

[37] **Hlaváč V., Anděl P., 2001:** Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 51 s.

[38] **Holderegger R., Di Giulio M., 2010:** The genetic effects of roads: A review of empirical evidence. *Basic and Applied Ecology* 11/6: 522-531.

[39] **Chaloupková A., 2012:** Mortalita obratlovců na cestách. Bakalářská práce. PALACKÝ UNIVERSITY IN OLOMOUC, Faculty of Science. Online: <https://library.upol.cz/aRLreports/kp/00137005-854344317.pdf>, cit 26. 2. 2013.

[40] **Iuell B., Bekker G. J., Cuperus R., Dufek J., Fry G., Nicka C., Hlaváč V., Keller, V., Rosell C., Sangwine L., Torslov N., Wandall B., 2003:** *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions.* KNNV Publishers, Brusel.

[41] **Joly P., Morand A., 1997:** Amphibian diversity and land-water ecotones. 161 - 182 in Lachavanne J. B., Juge R. (eds.), 1997: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris. *Biodiversity in land-water ecotones. Man and biosphere series* 18.

- [42] **Kociolek A. V., Clevenger A. P., Clair C. C. ST., Proppe D. S., 2011:** Effects of Road Networks on Bird Populations. *Conservation Biology* 25/ 2: 241–249.
- [43] **Kušta T., Ježek M., Keken Z., 2011:** Mortality of Large Mammals on Railway Track. *Scientia Agriculturae Bohemica* 42/ 1: 0 - 0.
- [44] **Mader H. J., 1987:** Direkte und indirekte Einflüsse des Straßennetzes auf die freilebende Tierwelt und auf die Populationsdynamik. In: Bernard J. M., Lansiaart M., Kempf C., Tille M. (Eds.), 1985: Actes du colloques 'Routes et faune sauvage'. Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports. Colmar, Strasbourg.
- [45] **Manych J., 1988:** Ekologie pro lékaře. Avicenum, Praha, 184 s.
- [46] **Mccollister M. F., Van Manen F. T., 2010:** Effectiveness of Wildlife Underpasses and Fencing to Reduce Wildlife-Vehicle Collisions. *The Journal of Wildlife Management* 74/8: 1722 - 1731.
- [47] **Merriam, G., Kozakiewicz, M., Tsuchiya, E. and Hawley, K., 1989:** Barriers as boundaries for metapopulations and demes of *Peromyscus leucopus* in farm landscapes. *Landscape Ecology* 2: 227–235.
- [48] **Meunier F.D., Verheyden Ch., Jouventin P., 1999:** Bird communities of highway verges: Influence of adjacent habitat and roadside management. *Acta Oecologica International Journal of Ecology* 20/1: 1–13.
- [49] **Miko L., Hošek M. (eds.), 2009:** Příroda a krajina České republiky. Zpráva o stavu 2009.1. vydání. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha, 102 s.
- [50] **Mrtka J., Borkovcová M., 2011:** Estimated size of mammals mortality on czech rous by questionnaire for drivers- preliminary results, Brno, online: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_mendelnet/mendelnet2011/articles/25\\_mrtka\\_454.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_291_mendelnet/mendelnet2011/articles/25_mrtka_454.pdf), cit. 15. 2. 2013.
- [51] **Müller S., Berthould G. 1997:** Fauna / Traffic safety. Manual for Civil Engineers, LAVOC - EPFL, Lausanne, Switzerland 119 s.
- [52] **MŽP, 2012:** Evropsky významná lokalita Přeštice - V Hlinkách, Ministerstvo životního prostředí, Praha, online: <http://www.mzp.cz/natura/karty/CZ0323162.html>, cit: 18. 3. 2013.

- [53] **Pfister H. P., Keller V., Georgii B., Reck H., 1999:** Grünbrücken - ein Beitrag zur Verminderung Strassenbedingter Trennwirkungen. Landschaftstagung 30/03: 96-100.
- [54] **Plíšek, K., Hrouzek, K., 2009:** Doprava a zvěř. Myslivost 12: 36.
- [55] **Ramap, 2003:** Přírodní památka pod smutným koutem, Plzeňský kraj, Plzeň, online: <http://subjekty.plzensky-kraj.cz/attach/file/ab5781f3c49a3c2374ba6388fa783637.pdf>, cit 19. 3. 2013.
- [56] **Ramap, 2006:** Přírodní rezervace Zlín, Plzeňský kraj, Plzeň, online: <http://www.dolni-lukavice.cz/turistika/zajimava-mista/prirodni-rezervace-zlin/>, cit. 19. 3. 2013.
- [57] **Reijnen R., Foppen R., Braak C. T., Thissen J., 1995:** The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. *Journal of Applied Ecology* 32: 187-202.
- [58] **Reijnen R., Foppen R., Meeuwsen H., 1996:** The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation* 75/ 3: 255- 260.
- [59] **Riley S. J., 1984:** Effect of clearing and roading operations on the permeability of forest soils, Karuah catchment, New South Wales, Australia. *Forest ecology and management* 9/ 4: 283 - 293.
- [60] **Roger E., Laffan S. W., Ramp D., 2011:** Road impacts a tipping point for wildlife populations in threatened landscapes. *Population ecology* 53/ 1: 215 - 227.
- [61] **Rosenberry D. O., Bukaveckas P. A., Buso D. C., Likens G. E., Shapiro A. M., Winter T. C., 1999:** Movement of road salt to a small New Hampshire lake. *Water, Air, and Soil Pollution* 109/1-4: 179 - 206.
- [62] **ŘSD, 2011:** Celostátní sčítání dopravy 2010, Ředitelství silnic a dálnic ČR, Praha, online:<http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>, cit. 16. 2. 2013.
- [63] **ŘSD, 2012:** Silnice I/27 Šlovice -Přeštice. Ředitelství silnic a dálnic ČR, Praha, online:[http://www.rsd.cz/rsd/rsdcat.nsf/0/A5A701C2CA06FB0AC125753E004B1D3B/\\$file/s27-slovice-prestice.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsdcat.nsf/0/A5A701C2CA06FB0AC125753E004B1D3B/$file/s27-slovice-prestice.pdf), cit 15. 2. 2013.

- [64] **Sahanatien V., Derocher A. E., 2012:** Monitoring sea ice habitat fragmentation for polar bear conservation. *Animal Conservation* 15: 397-406.
- [65] **Scanlon, P. F., 1987:** Heavy metals in small mammals in roadside environments-implications for food chains. *Science of the Total Environment* 59: 317–323.
- [66] **Seiler A., Lennart F. (eds.), 2006:** Biotopfragmentering till följd av transportinfrastrukturen. COST 341 svensk nationell kunskapsöversikt. 148s. + 3s. Appendices.
- [67] **Silnice-dalnice.cz, 2012:** Silnice I/27, online: <http://www.dalnice-silnice.cz/I/I-27.htm>, cit 15. 2. 2013.
- [68] **Smith - Patten B. D., Patten M. A., 2008:** Diversity, seasonality, and context of mammalian roadkills in the southern Great Plains. *Environmental Management* 41/ 6: 844 -852.
- [69] **Spellerberg I.F., 1998:** Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology And Biogeography Letters* 7, 317-333.
- [70] **Sullivan B. K., 1981:** Observed differences in body temperature and associated behaviour of four snake species. *Journal of Herpetology* 15: 245–246.
- [71] **Summers, P. D., Cunnington, G. M. and Fahrig, L., 2011:** Are the negative effects of roads on breeding birds caused by traffic noise?. *Journal of Applied Ecology* 48: 1527–1534.
- [72] **Svobodová J., 2005:** Dopravní politika České republiky pro léta 2005-2013. Online: [http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/29E8E2F8-7B3A-499E-8F76-20272B6FD620/0/SEAdokumentaceDP\\_finalniverze.pdf](http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/29E8E2F8-7B3A-499E-8F76-20272B6FD620/0/SEAdokumentaceDP_finalniverze.pdf), cit. 26. 12. 2012.
- [73] **Sýkora L., 2003:** Suburbanizace a její společenské důsledky. *Sociologický časopis* 39/ 2: 217 - 233.
- [74] **Šejna P., 2006:** Rozvoj dopravních sítí v České republice do roku 2010 s výhledem do roku 2015. MD ČR, Online: <http://www.sbp.cz/dokumenty/DopS/Studie/RozvojDS.pdf>, cit. 28. 12. 2012.

[75] **Tesařík J., Sobotka P., 2012:** Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2011. Tiskárna Ministerstva vnitra ČR, Praha.

[76] **Trocme, M., Cahill, S., de Vries, H.J.G., Farrall, H., Folkson, L., Fry, G., Hicks, C. and Peymen, J. (eds.), 2003:** COST 341. Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. The European Review. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg. 253 s.

[77] **Trombulak S. C., Frissell Ch. A., 2000:** Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conservation Biology 14/ 1: 18 - 30.

[78] **Wright S., 1943:** Isolation by Distance. Genetics 20/2: 114-138.

[79] **Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.**

Další použité zdroje:

Policie ČR, Krajský úřad Plzeň – komunikace probíhala přes e-mail

Evernia <<http://www.evernia.cz/>>

Googlemaps <<https://maps.google.cz/>>

AOPK ČR <<http://www.ochranaprirody.cz/>>

Mžp <http://www.mzp.cz/>

### **Seznam obrázků:**

Obrázek 1: Vývoj procentuálního podílu nefragmentovaných území v ČR.....	11
Obrázek 2: Schéma UAT polygonu .....	12
Obrázek 3: Intenzita dopravy .....	28
Obrázek 4: Migrace zvěře a problémová místa.....	29
Obrázek 5: Trasy u podchodu č. 1 .....	30
Obrázek 6: Rozměry podchodu č.1.....	30
Obrázek 7: Rozměry podchodu pod D5.....	30
Obrázek 8: Rozměry podchodu č. 2.....	32
Obrázek 9: Trasy u podchodu č. 2 .....	32
Obrázek 10: Trasy u podchodu č. 4 .....	33
Obrázek 11: Rozměry podchodu č. 4.....	34
Obrázek 12: Trasy č. 1, 2 .....	35
Obrázek 13: Trasy č. 3, 4 .....	37
Obrázek 14: Trasa č. 5 .....	38
Obrázek 15: Trasa č. 6 .....	38
Obrázek 16: Trasa č.7 .....	39
Obrázek 17: Trasa č. 8, 9 .....	40
Obrázek 18: Trasa č. 10 .....	40
Obrázek 19: Trasa č. 11 .....	41

### **Seznam tabulek:**

Tabulka 1: Pravděpodobnost využívání mostů .....	44
Tabulka 2: Vybraní savci vyskytující se na zájmovém území.....	45
Tabulka 3: Kategorie silnic podle intenzity dopravy .....	46
Tabulka 4: Stavy zvěře v honitbách zájmového území 2011.....	46



Tabulka 5: Stavby zvěře v honitbách zájmového území 2010.....	47
Tabulka 6: Stavby zvěře v honitbách zájmového území 2009.....	47
Tabulka 7: Střety se zvěří za rok 2007 (systém souřadnic JTSK).....	48
Tabulka 8: Střety se zvěří za rok 2008 (systém souřadnic JTSK).....	48

### **Seznam fotografií:**

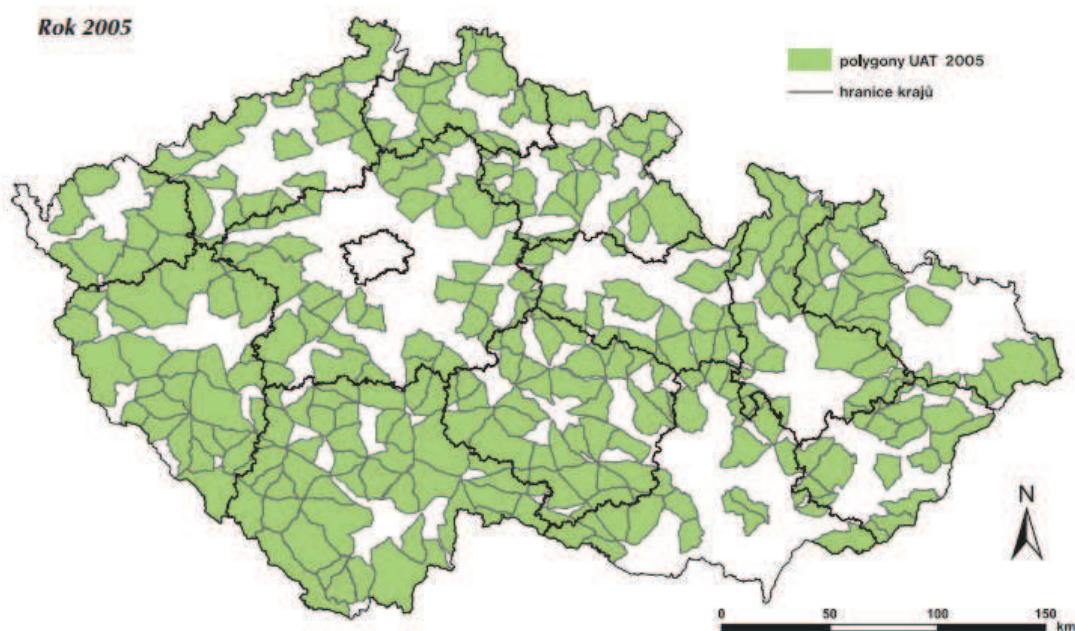
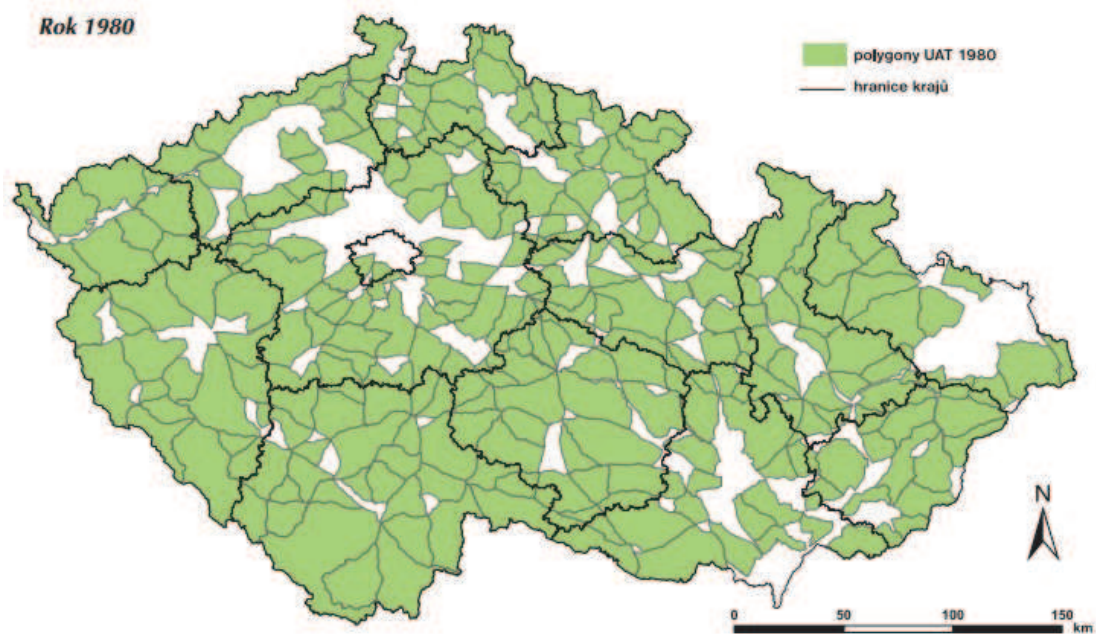
Foto 1: Podchod č. 1 pod silnicí I/27.....	30
Foto 2: Podchod pod D5 .....	30
Foto 3: Průlez pod elektrickým ohradníkem.....	31
Foto 4: Křoviny podél cesty k podchodu pod D5 .....	31
Foto 5: Podchod č. 2 .....	32
Foto 6: Podchod č. 3 .....	33
Foto 7: Podchod č. 4 .....	34
Foto 8: Plot u silnice I/27 .....	35
Foto 9: Stopy na trase č. 2.....	36
Foto 10: Kaliště divokých prasat na trase č. 3 .....	36

### **Příloha:**

Vývoj fragmentace krajiny v ČR .....	66
Místa nehod za rok 2007 .....	67
Místa nehod za rok 2008.....	68
Mapa č. 1: honitby v zájmovém území .....	69
Mapa č. 2: krajinný pokryv v zájmovém území.....	70
Mapa č. 3: ÚSES zájmového území.....	70
Mapa č. 4: chráněná území zájmového území .....	71
Mapa č. 5: nefragmentované oblasti zájmového území .....	71
Mapa č. 6: lesní vegetační stupně zájmového území .....	72
Mapa č. 7: migračně významná území zájmového území .....	72

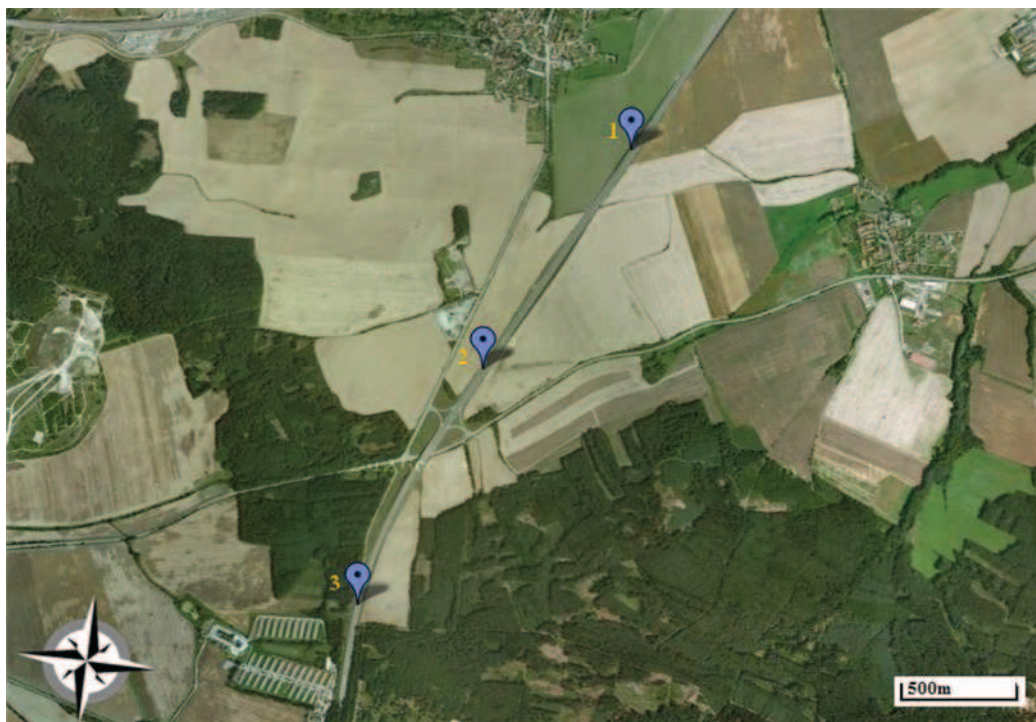
## Příloha:

### Vývoj fragmentace krajiny v ČR

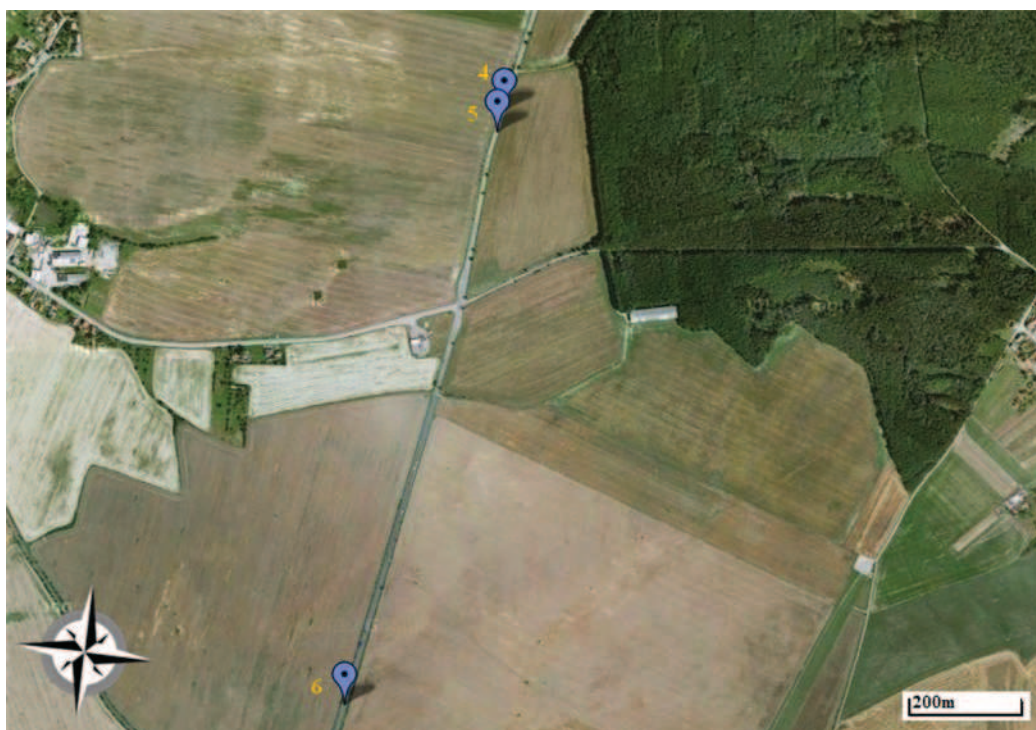


Zdroj: *Evernia 2011*

## Místa nehod za rok 2007



Zdroj: © Google 2012, upraveno autorem.

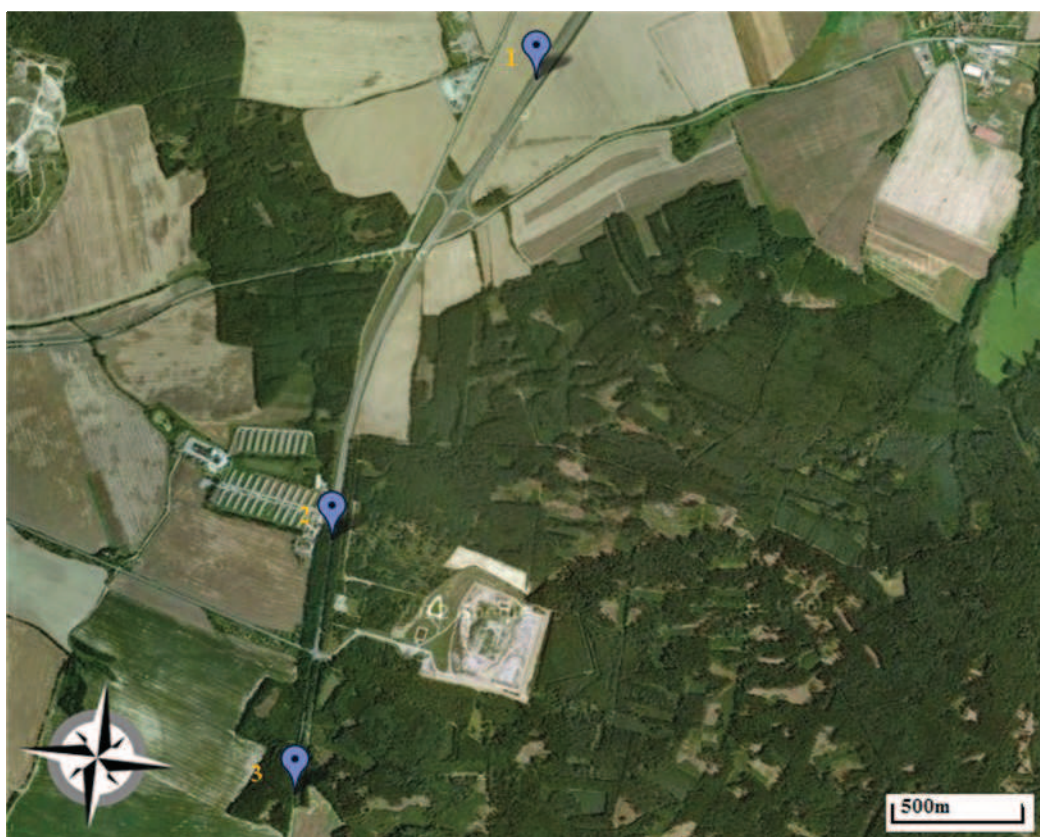


Zdroj: © Google 2012, upraveno autorem.



Zdroj: © Google 2012, upraveno autorem.

Místa nehod za rok 2008



Zdroj: © Google 2012, upraveno autorem.



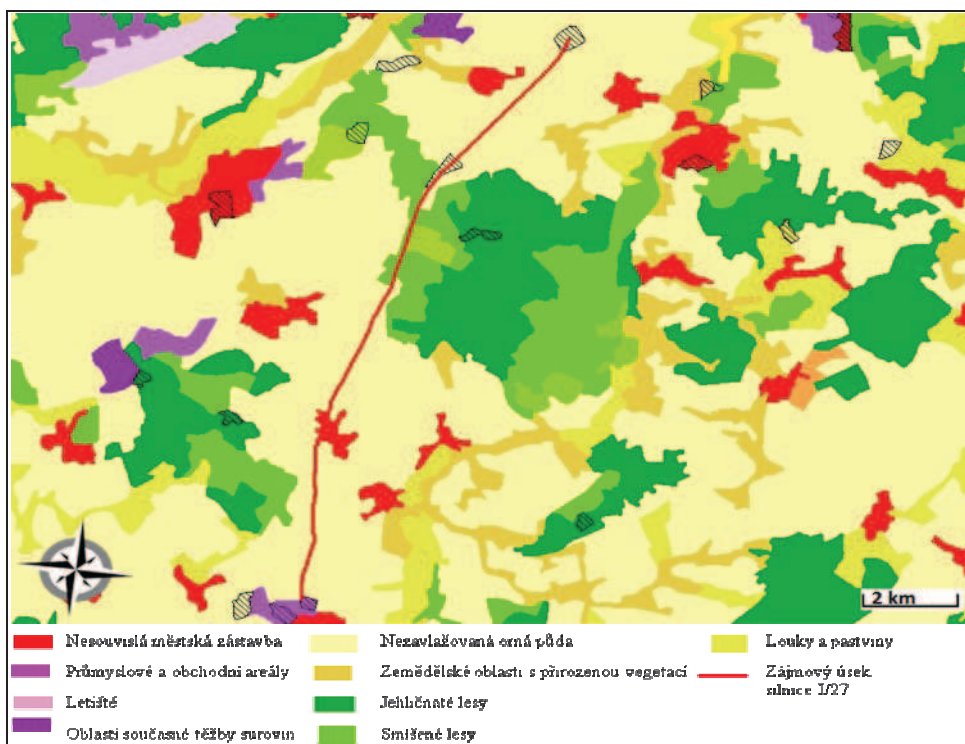
Zdroj: © Google 2012, upraveno autorem.

Mapa č. 1: honitby v zájmovém území



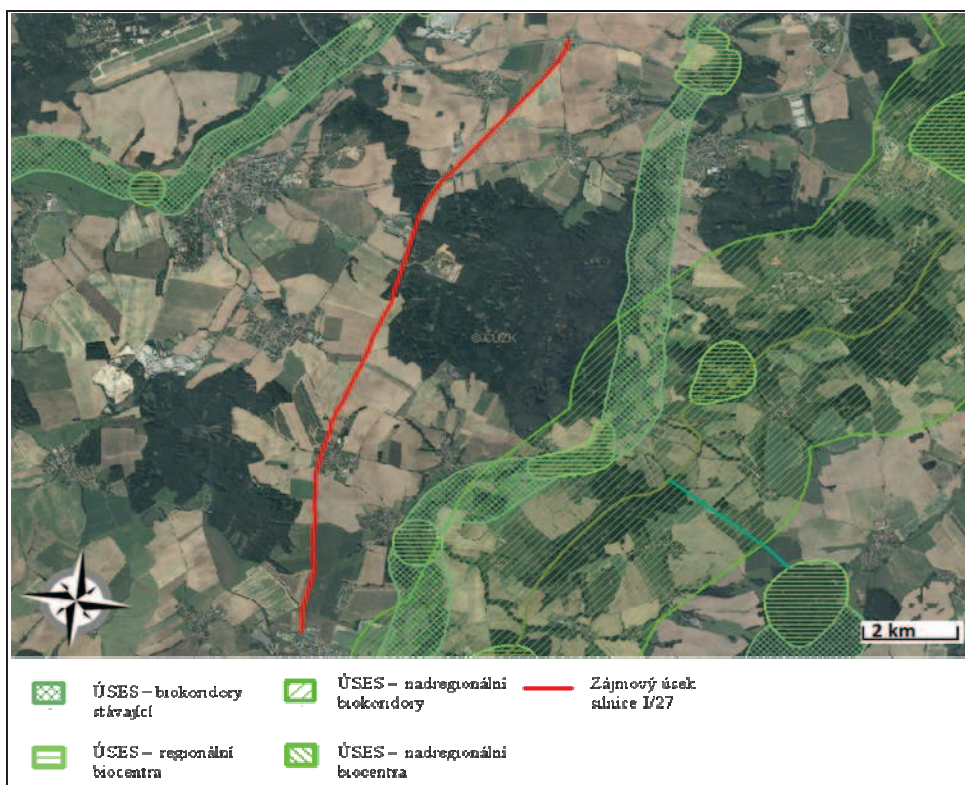
Zdroj: © <http://apps.hfbiz.cz/apps/mysliveckyportal/honitby/view/>, upraveno autorem.

Mapa č. 2: krajinný pokryv v zájmovém území



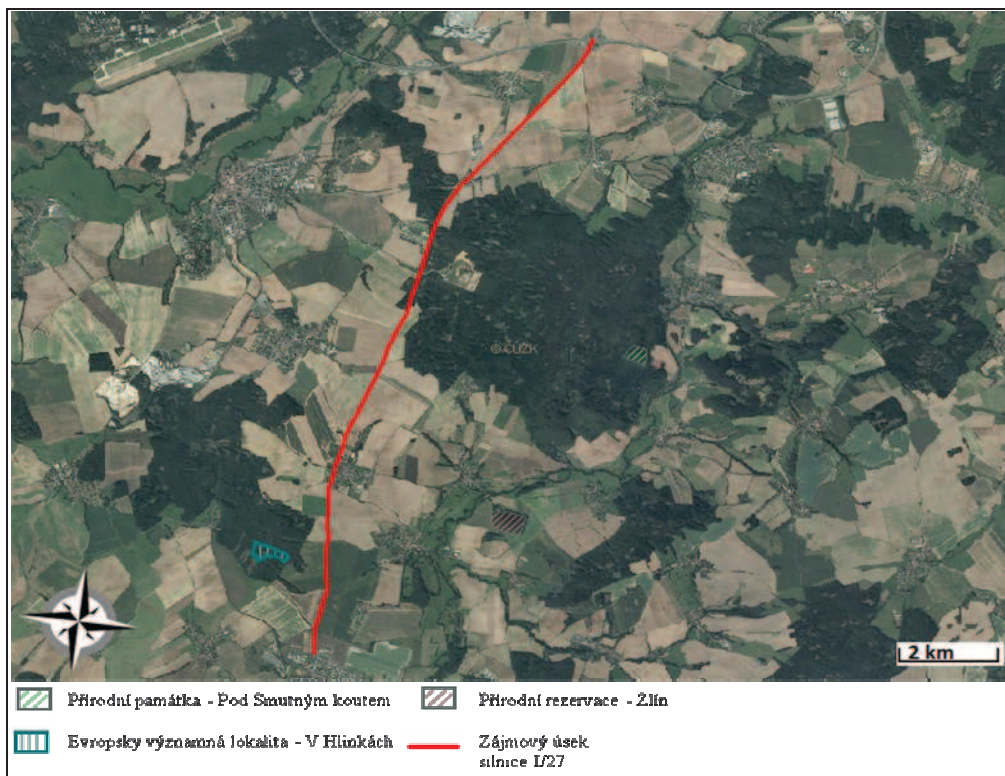
Zdroj: ©ČÚZK, CENIA, upraveno autorem

Mapa č. 3: ÚSES zájmového území



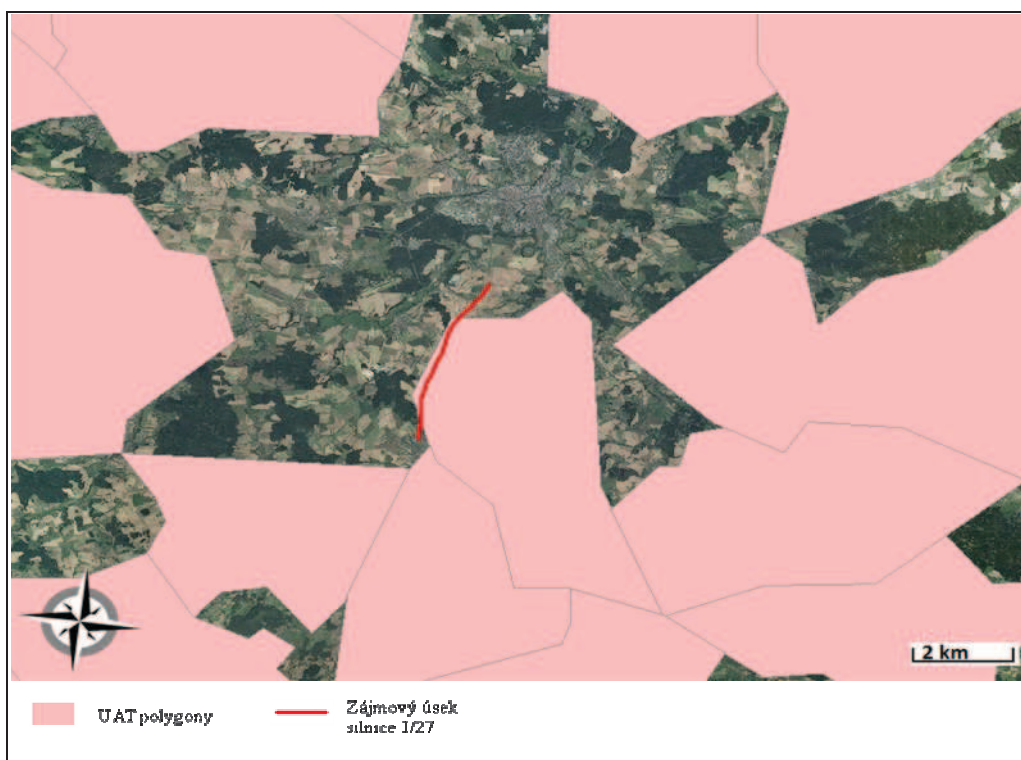
Zdroj: ©ČÚZK, CENIA, upraveno autorem

Mapa č. 4: chráněná území zájmového území



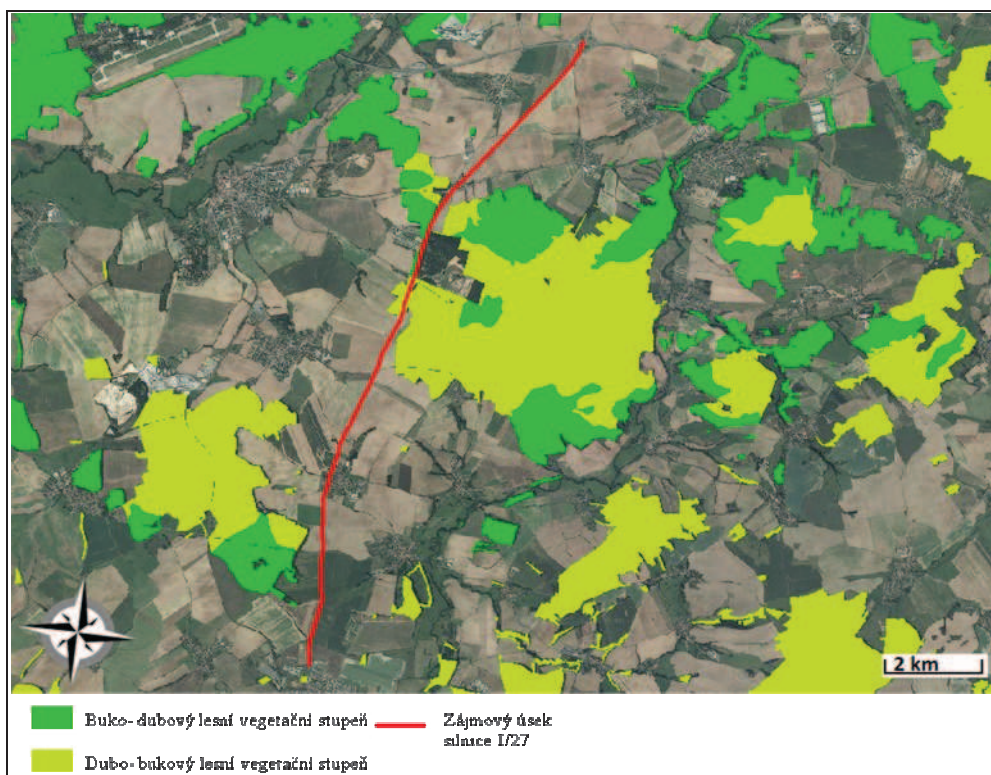
Zdroj: ©ČÚZK, CENIA, upraveno autorem

Mapa č. 5: nefragmentované oblasti zájmového území



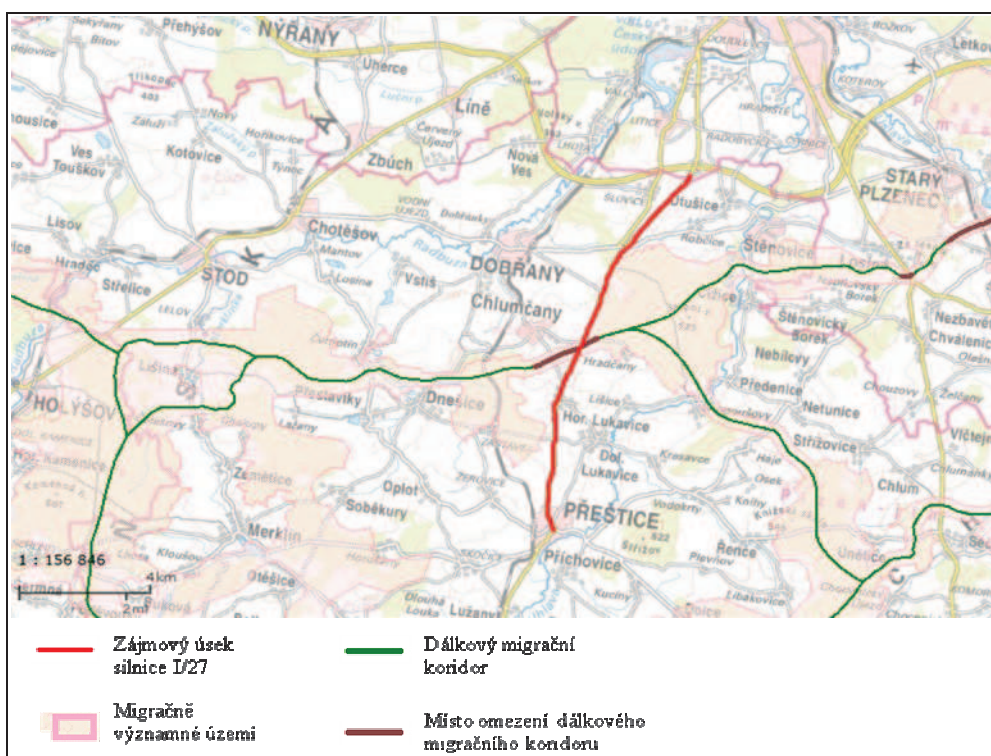
Zdroj: ©ČÚZK, CENIA, upraveno autorem

Mapa č. 6: lesní vegetační stupně zájmového území



Zdroj: ©ČÚZK, CENIA, upraveno autorem

Mapa č. 7: migračně významná území zájmového území



Zdroj: ©AOPK ČR Evernia 2011, upraveno autorem