

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
KATEDRA BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**Vliv liniových staveb na prostupnost krajiny na  
jižním Plzeňsku**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Markéta Mošnová**

*Geografie se zaměřením na vzdělávání*

Vedoucí práce: RNDr. Klára Vočadlová, Ph.D.

**Plzeň, 2017**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně  
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 28. dubna 2017

.....  
Markéta Mošnová

## Poděkování

Děkuji RNDr. Kláře Vočadlové, PhD. za odborné vedení, cenné rady a ochotný přístup při zpracování bakalářské práce. Rovněž bych chtěla poděkovat mému příteli, který mi byl velkou oporou, a bez kterého by nebylo možné práci dokončit.

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINÁL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	3
1 ÚVOD .....	4
1.1 CÍLE PRÁCE .....	6
1.2 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ .....	7
2 TEORETICKÝ ÚVOD .....	8
2.1 FRAGMENTACE KRAJINY .....	8
2.1.1 Polygony UAT.....	10
2.2 FRAGMENTAČNÍ BARIÉRA .....	14
2.3 MIGRACE ŽIVOČICHŮ .....	17
2.3.1 Migračně významná území.....	18
2.3.2 Dálkové migrační koridory.....	19
2.3.3 Migrační trasy.....	20
2.4 PODMÍNKY REALIZACE MIGRAČNÍCH PROFILŮ .....	20
2.4.1 Migrační studie .....	21
2.4.2 Kategorizace živočichů.....	22
2.5 MIGRAČNÍ OBJEKTY .....	23
2.5.1 Podchody.....	24
2.5.2 Nadchody.....	28
3 METODIKA PRÁCE .....	31
3.1 PODKLADOVÁ DATA .....	31
3.2 SBĚR A ÚPRAVA DAT .....	31
4 VÝSLEDKY .....	35
4.1 ZÁPADNÍ ÚSEK SILNICE Č. 26.....	35
4.1.1 Narušená zóna.....	35
4.1.2 Sražená zvěř.....	36
4.1.3 Bariéry a migrační objekty.....	37
4.2 VÝCHODNÍ ÚSEK SILNICE Č. 26 .....	40
4.2.1 Narušená zóna.....	40
4.2.2 Sražená zvěř.....	41
4.2.3 Bariéry a migrační objekty.....	42
4.3 SILNICE E49.....	45
4.3.1 Narušená zóna.....	45
4.3.2 Sražená zvěř.....	46
4.3.3 Bariéry a migrační objekty.....	47
4.4 SILNICE Č. 27 .....	49
4.4.1 Narušená zóna.....	49
4.4.2 Sražená zvěř.....	50
4.4.3 Bariéry a migrační objekty.....	51
4.5 SRAŽENÁ ZVĚŘ V KATEGORIÍCH KRAJINNÉHO POKRYVU .....	55
4.5.1 Délky kategorií navazujícího krajinného pokryvu.....	55
4.5.2 Sražená zvěř v jednotlivých kategoriích krajinného pokryvu .....	56
4.5.3 Sražená zvěř na kilometr délky navazujícího krajinného pokryvu.....	57
4.5.4 Celkové počty sražené zvěře a úseky bez bariér .....	58
4.6 VLIV VYBRANÝCH SILNIC NA FRAGMENTACI V KRAJINĚ.....	59
5 DISKUSE VÝSLEDKŮ .....	63
6 ZÁVĚR.....	66

---

7	RESUMÉ.....	67
8	SEZNAM LITERATURY.....	68
9	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ.....	72
10	PŘÍLOHY.....	I

## **SEZNAM ZKRATEK**

ČR- Česká republika

EA- Effective area

UAT- Unfragmented area

ÚSES- Územní systém ekologické stability

MVÚ- Migračně významné území

DMK- Dálkové migrační koridory

EIA- Vyhodnocení vlivů na životní prostředí

SEA- Posuzování vlivů na životní prostředí

## 1 ÚVOD

Problematika fragmentace krajiny, a to nejen z pohledu fragmentace liniovými stavbami, je velmi aktuální téma v době, kdy se síť infrastruktury čím dál více rozšiřuje a vytváří se tak tlak na ekosystémy a migraci živočichů mezi nimi.

Hlavními bariérovými objekty jsou silnice, železnice, vodní toky a plochy, ploty, osídlení a bezleší. Silný vliv má i výstavba průmyslových zón a intenzivní zemědělství, stejně jako bodové bariéry například v podobě rodinného domu se zahradou umístěného v migrační trase (Anděl et al., 2010).

Dopravní infrastruktura je nejvýraznějším činitelem fragmentace krajiny, a proto je tato práce zaměřena na tyto objekty. Je to velmi proměnlivý jev, kdy se neustále mění intenzita dopravy výstavbou nových silnic. Zvěř si na rychlé změny velmi pomalu zvyká, na rozdíl od přirozených bariér, podle kterých si svá území vytyčovala (Anděl et al., 2005). Areály, v nichž volně žijící živočichové působí, se zmenšují a rozpadají na menší úseky. Tím se také snižuje diverzita, narušuje genetická výměna a zvyšuje se přemnožení zvěře ve fragmentovaných oblastech (Anděl et al., 2005). Různé druhy živočichů jsou také rozdílně náchylné na dopady fragmentace. Druhy se sníženou pohyblivostí nebo druhy s požadavky na určitý typ biotopu a rozsah životního prostoru, bez možnosti oživení svých genů z populací jiných, rychle strádají (Anděl et al. 2005).

Tématem fragmentace krajiny se zabývá již mnoho studií a je navrženo mnoho výzkumných metod a postupů. Příkladem může být Metodická příručka ke zhodnocení krajiny dopravou (Anděl, Gorčicová, Hlaváč, Miko., Andělová, 2005. ČR, Praha.), Migrační koridory, proč jsou důležité pro šelmy? (Kutal, Krajča, 2010, Hnutí DUHA Olomouc) a zhodnocení fragmentace krajiny pomocí kategorizace polygonů UAT. Na tomto základě zde bude zkoumána fragmentace krajiny, bariéry v podobě liniových staveb a doprovodná infrastruktura u těchto staveb a jejich propustnost pro migrující zvěř v souvislosti s okolním krajinným pokryvem na Plzeňsku. Jako výzkumná skupina živočichů byli zvoleni větší zástupci, evidovaní v mapě srážek se zvěří, jako prase divoké, srnec obecný a zástupci menší jako je liška obecná a jiná drobná zvěř (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2017).

Zvěř v rámci denní migrace musí překonávat často velmi frekventované silnice, které mnohdy nejsou zabezpečeny bariérami a pokud jsou, není zřízen odpovídající bezpečný



průchod. Důležité jsou správné kombinace bariér a průchodů. Při chybně provedeném průchodu zvěř průchod nevyužije a překoná bariéru vrchem, čili přes silnici (Hlaváč et Anděl, 2001).

Práce je zaměřena na úseky několika frekventovaných silnic, jakým způsobem jsou zabezpečeny před srážkami se zvěří, jaký typ průchodu je zřízen a jakou souvislost má navazující krajinný pokryv.

## 1.1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem práce je zhodnocení průchodnosti krajiny v jižním a východním zázemí Plzně a to především z pohledu narušení průchodnosti pro zvěř liniovými dopravními stavbami.

Zjišťovány jsou vztahy mezi intenzitou dopravy, mortalitou zvěře a krajinným pokryvem.

K dosažení cílů jsou stanoveny tyto hlavní metodické postupy:

- Základní prostorová analýza vymezeného území doplněná o terénní výzkum.
- Tvorba bufferové zóny kolem zkoumaných úseků liniových staveb.
- Zhodnocení zastoupení krajinného pokryvu ve vytvořeném bufferu.
- Klasifikace úseků podle počtu registrovaných srážek vozidel se zvěří a intenzity dopravy.
- Na základě terénního výzkumu tvorba databáze ochranných bariér a opatření umožňující průchod krajinou a jejich kategorizaci.
- Stanovení současného stavu prostupnosti krajiny v okolí liniových staveb v zájmovém území.

### Hypotéza

Byly stanoveny následující hypotézy a výzkumné otázky:

- Četnost srážek se zvěří je vyšší v úsecích, kde liniová stavba protíná les.
- Úseky s vyšší intenzitou dopravy jsou většinou zabezpečeny proti srážkám se zvěří, ale prvky zabezpečující průchodnost krajiny nejsou v těchto úsecích většinou aplikovány.

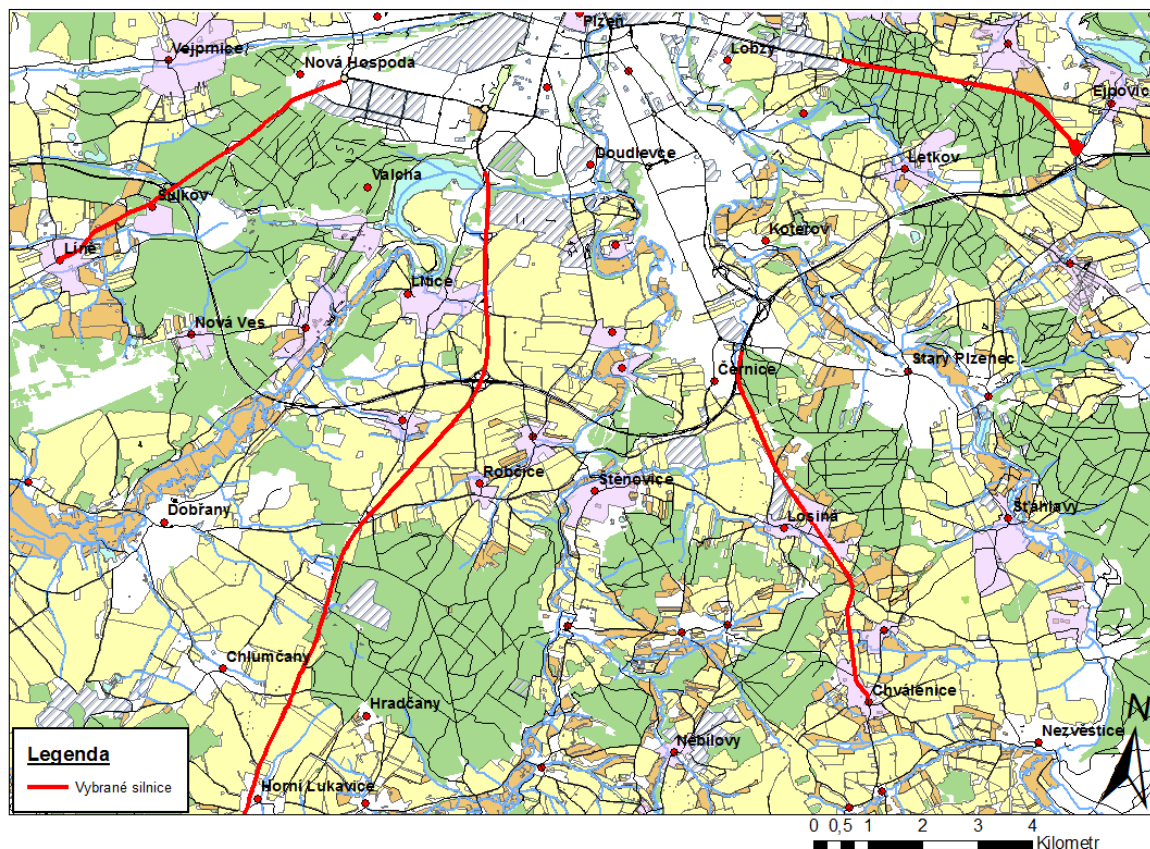
### Výzkumné otázky

Je vyšší výskyt srážek vozidel se zvěří na frekventovaných komunikacích v úsecích protínajících některou konkrétní kategorii krajinného pokryvu?

Jsou úseky s vyšším počtem registrovaných srážek se zvěří doplněny opatřeními pro zvýšení průchodnosti krajiny?

## 1.2 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmové území bylo vymezeno frekventovanými úseky silnic I. třídy na východním, jižním a jihozápadním okraji Plzně, vyznačenými na mapě na obrázku č. 1.



**Obrázek 1: Úseky vybraných silnic** (podkladová data OpenStreetMap, 2017)

Jedná se o jihozápadní část silnice č. 26, vedoucí z Německa přes osadu Sulkov a Plzeň končící v Ejpovicích, o celkové délce 77 km. Sledovaný úsek v délce 5 km vede směrem od vnitřního města po obec Líně (ŘSD, 2015). Ve východní části se jedná o úsek v délce 4,5 km, vedoucí od městské části Doubravka k uzlu s dálnicí E50 (ŘSD, 2015). Zahrnut je dále jižní úsek silnice č. 27, jejíž celková délka činí 213 km a vede z města Dubí přes Plzeň a Klatovy do Německa. Sledovaný úsek v délce 13 km vede směrem od vnitřního města po obec Horní Lukavice (ŘSD, 2015). Další zvolenou komunikací je silnice E49 o celkové délce 740 km vedoucí z Vídně přes České Budějovice a Plzeň do Německa. Sledovaný úsek v délce 6 km vede od městského obvodu Černice po obec Chválenice (ŘSD, 2015).

Nejvíce frekventovaným úsekem, vyznačeným na mapě v příloze č. 62, je východní úsek silnice č. 26, která slouží jako nejrychlejší a nejpřímější spojnice vnitřního města Plzně s nájzdem na dálnici E50, vedoucí směrem na Prahu. Dalším vytíženým úsekem je silnice č. 27 sloužící jako nejkratší cesta k pohoří Šumava a do Železné Rudy (ŘSD, 2015).

## 2 TEORETICKÝ ÚVOD

### 2.1 FRAGMENTACE KRAJINY

Fragmentace krajiny je odvozena z latinského *Fragmentum*, znamenající zlomek, úlomek, který již neplní svoji původní funkci a snižuje se jeho kvalita (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010). Znehodnocená krajina je pro živočichy neatraktivní a nevyužitelná. Z hlediska ochrany přírody je důležité zachování průchodnosti a návaznosti v krajině pro jednotlivé druhy živočichů a zachování konektivity populací (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).

Fragmentace neporušeného celku zapříčiňuje snižování biodiverzity a rozdělení několika propojených populací, nazývaných metapopulace. Tyto populace jsou na sebe vázané a vzájemně se potřebují. Sinkové populace, kde mortalita jedinců převládá nad natalitou, jsou odděleny od základních, zdrojových populací. Zamezení migrace mezi nimi způsobuje přemnožování jedinců v základní populaci a snižování genetické variability a nakonec vymírání v populaci druhé. (Anděl et al., 2005)

Fragmentací nejvíce ovlivněnou skupinou jsou velcí savci využívající velké plochy při malém počtu kusů a s velkými migračními nároky (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Nejpočetnější a lokálně nejvíce ohroženou skupinou jsou střední savci a kopytníci, jako jsou liška, vydra a jezevec, srnec obecný a prase divoké. Ti nejsou tak pohybliví a úspěšní v překonávání komunikací jako savci drobní (Hlaváč et Anděl, 2001).

Výzkumy zaměřené na fragmentaci krajiny se snaží sledovat pohyb živočichů v krajině a krajinné změny v delším časovém období, popisovat a kategorizovat biotopy a populace na ně vázané, kvalitu a velikost polygonů a spojovacích prvků mezi nimi (Anděl et al., 2011). Příkladem může být projekt AOPK ČR, 2017: Komplexní přístup k ochraně fauny terestrických ekosystémů před fragmentací krajiny v ČR a výzkum organizace Beleco, 2014: Návrh alternativních managementů pro ekosystémy sekundárních bezlesí v ZCHÚ.

Navrhují metodické postupy a modely pro zachování populací, průchodnosti krajiny a snížení rušivých vlivů v oblastech antropogenního zatížení. Například vypracování projektu Migrační koridory, zajišťující druhovou ochranu a prostupnost krajiny, pod záštitou AOPK ČR, 2017.

## Ekologické sítě

Ekologické sítě jsou součástí systému ÚSES (Územní systém ekologické stability) zabezpečujícího ochranu vhodných biotopů určených k trvalé existenci populací zvaných biocentra a prvků zabezpečující jejich propojení, což jsou biokoridory a interakční prvky (Anděl P. et al. 2011). ÚSES je podporovaný dalšími nástroji pro jeho ochranu, například vyhlášením zvláště chráněných a mezinárodně významných území, významných krajinných prvků, přírodních parků a vytvářením projektů druhové ochrany (Pešout et Hošek, 2013).

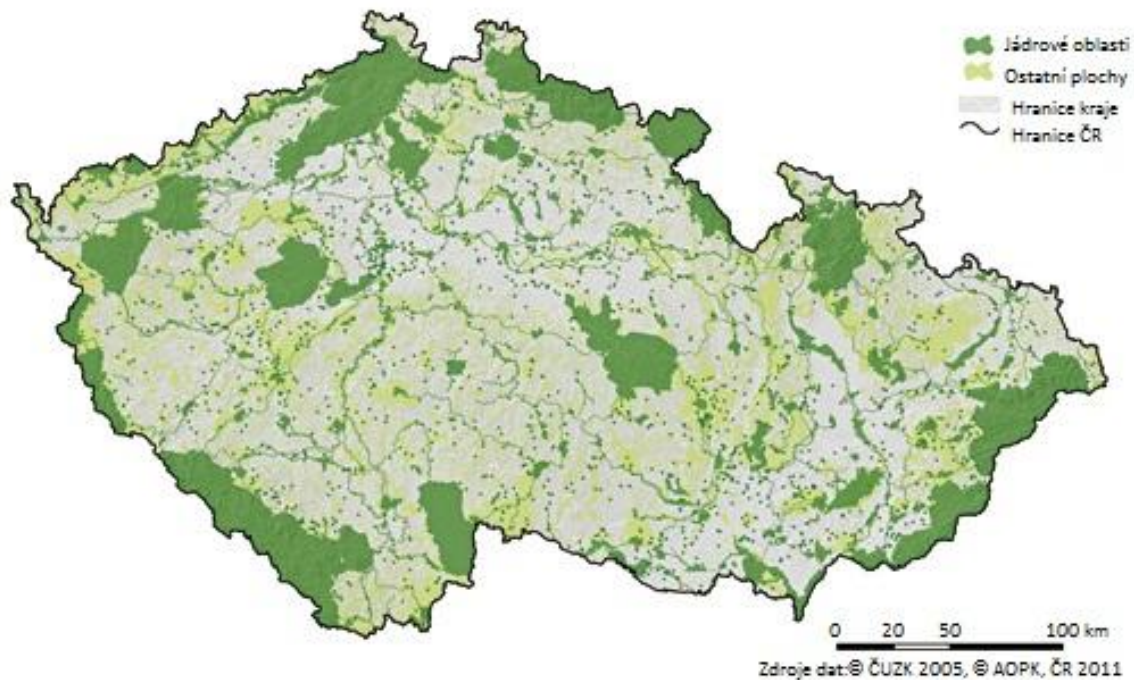
Cílem ÚSES je podpora rozvoje přirozeného genofondu a významných krajinných fenoménů, síť příznivě působící na nestabilní části krajiny a možnost polyfunkčního využívání krajiny. Velkou nevýhodou metodiky je, že biokoridory mohou být přerušeny neprůchodnou bariérou stanovené délky. Z pohledu dálkové migrace jde o znehodnocení a vyřazení celého úseku biokoridoru (Buček, 2013).

Tvorba ekologických sítí je nástrojem pro udržování ekologické stability krajiny, která je destabilizována méně stabilními ekosystémy vytvořenými člověkem. Jedná se o zemědělské plochy a hospodářské lesy se sníženou biodiverzitou. Tyto plochy je třeba vyvažovat ostrůvky stabilních ekosystémů označovaných jako významné segmenty krajiny, tvořící kostru ekologické stability. Ostrůvky stabilních ekosystémů se zachovaly převážně tam, kde byla zemědělská a hospodářská činnost obtížná. V ekologické síti by měly být zastoupeny a vhodně propojeny všechny typy ekosystémů (Buček, 2013). V ČR tvoří ekologickou síť systém propojeným prvků, pokrývají až 56 % území (Pešout et Hošek, 2013).

Nejdůležitějšími prvky kostry jsou biocentra a biokoridory. Biocentrum umožňuje svými podmínkami trvalou existenci populací. Mohou být přirozená nebo člověkem uměle vytvářená v rámci ÚSES (Buček, 2013). Biocentra účinně propojují biokoridory, umožňují migraci a tvoří tak ekologickou síť. Nejsou ale primárně navrženy pro trvalou existenci populací. Narušují souvislé pásy antropogenní krajiny a zvyšují úroveň ekologické stability. Ideální biokoridor je souvislý a nepřerušovaný, ale díky fragmentaci krajiny jsou biokoridory přerušovány bariérami, kterým ÚSES nemůže zabránit (Buček, 2013).

Nejmenší skupinou v krajině jsou interakční prvky. Jsou to malá, často izolovaná území, umožňující disperzi a drobný přesun krajinou a dočasné přežití druhů i mimo biocentra. Zvyšují působení biocenter a biokoridorů na okolní krajinu (Buček, 2003).

Do mapy na obrázku č. 2 jsou zeleně zaneseny prvky chráněných území a ÚSES a světle zeleně významné krajinné prvky. Neobsahuje znázornění přírodních parků, které ale představují zhruba 1% podíl z celé sítě (Pešout et Hošek, 2013).



**Obrázek 2: Mapa ekologické sítě ČR, © 2008 — 2017 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR**

### 2.1.1 POLYGONY UAT

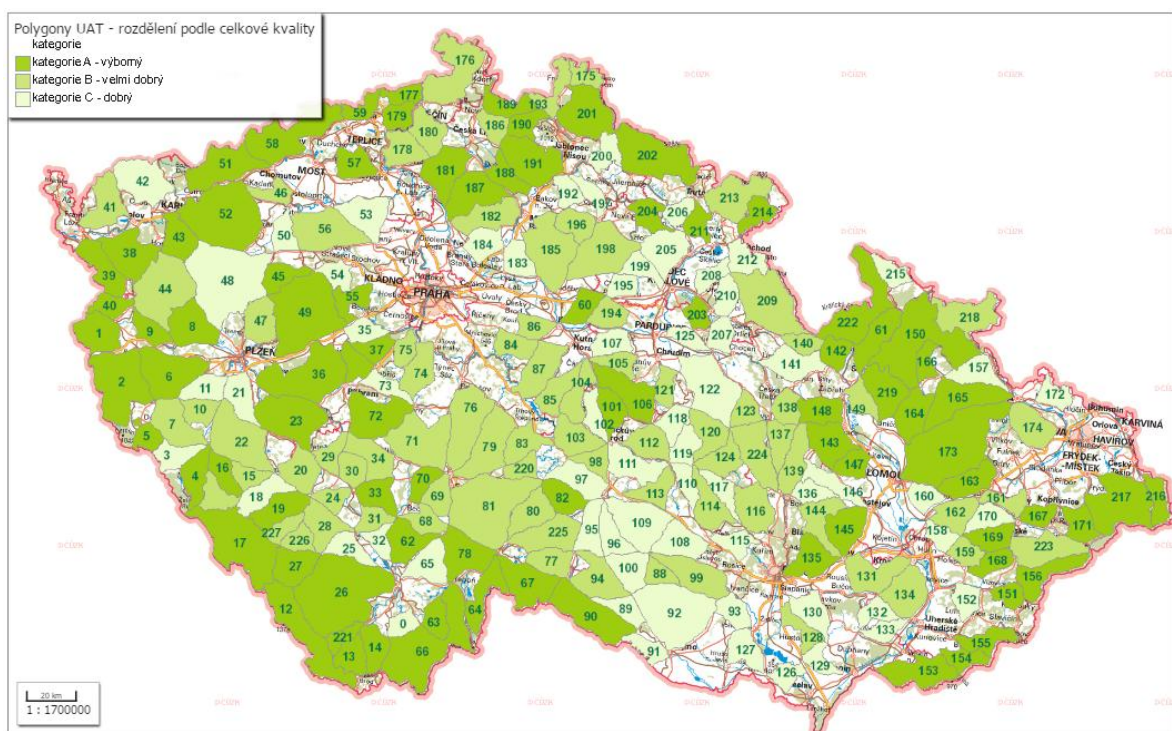
Krajina se fragmentací rozdělila na tzv. polygony UAT (unfragmented area with traffic), což jsou nefragmentované oblasti dopravou, o velikosti minimálně 100 km<sup>2</sup>, ohraničené silnicemi s intenzitou dopravy nad 1 000 voz/24 h. nebo také vícekolejnými železničními tratěmi. Kvalitu UAT určuje jejich velikost, kdy při malé rozloze hrozí zánik polygonu další fragmentací, dále pak zastoupení hodnotných biotopů, rozmístění stanovišť a jejich vzájemná vzdálenost, efektivní plocha a výskyt potenciální bariéry (Anděl et al., 2005).

Polygony UAT jsou podkladem pro výběr nových tras tak, aby co nejméně zasahovaly do polygonů (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Výstavbou nových silnic v polygonu UAT může dojít ke zmenšení a tím i ke zhoršení kvality, rozdělení nebo úplnému zániku polygonu (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).

Silnice s nadlimitní intenzitou dopravy (1 000 voz/ 24h) mohou do polygonu UAT zasahovat, ale buďto v polygonu končí, zasahují do 2/3 území a rozdělí ho, nebo protínají celý polygon, ale intenzita dopravy se snižuje pod nadlimitní hranici (Anděl et al., 2005).

Plzeňský kraj je v současné době druhý s největším podílem nefragmentovaného území z celkové rozlohy kraje. První je kraj Jihočeský. Příčinou může být nižší podíl infrastruktury oproti vysoce industriálním krajům (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).

Kvalita a plocha polygonů se neustále snižuje vlivem vzrůstající intenzity dopravy a rozšiřující se dopravní infrastruktury vázané na sídelní stavby (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).

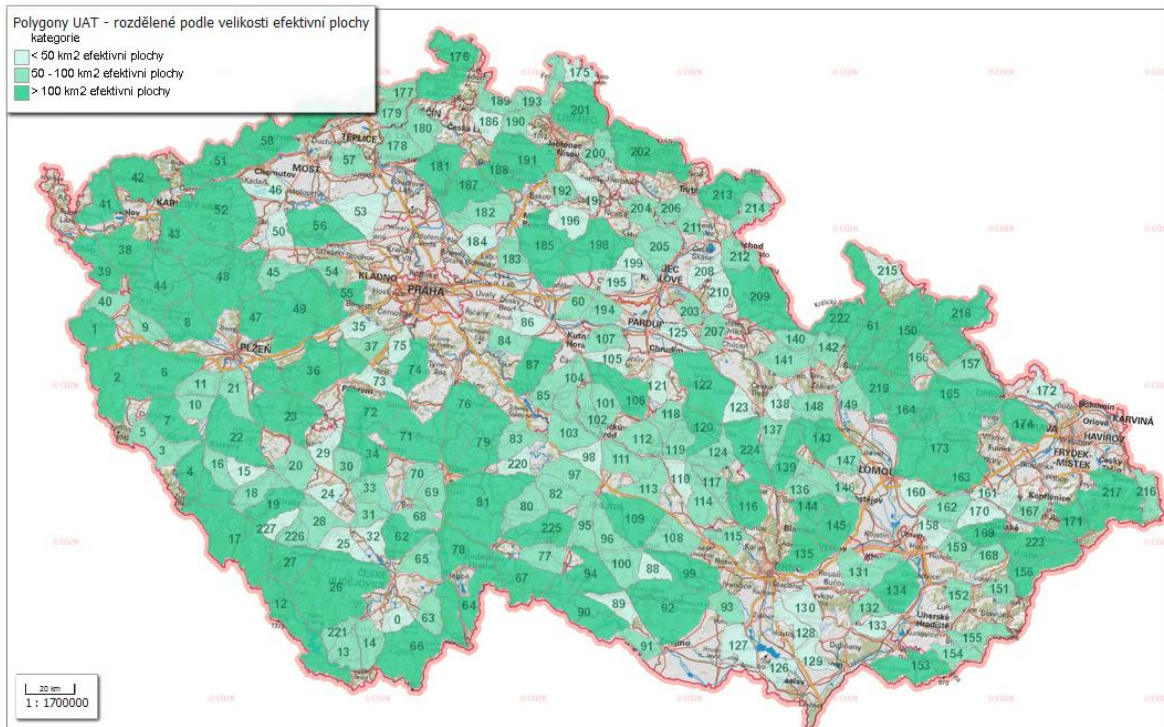


**Obrázek 3: Polygony UAT v ČR** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Polygony UAT Evernia s.r.o et Cenia, 2012)

### Efektivní plochy (EA)

Součástí kvalitativního zhodnocení polygonů UAT jsou efektivní plochy EA. Jsou to plochy uvnitř polygonů UAT, které jsou pro určité druhy živočichů reálně využitelné a zároveň veličina zobrazuje kvalitu a zastoupení různých biotopů. Například polygon UAT, který je zalesněn má vyšší hodnotu EA než stejně velký polygon s převahou zemědělské půdy. Pro výpočet EA je biotopům přidělen index kvality, přičemž indexem 1 hodnotíme lesy a indexem 0 sídla. Dalším hodnotícím kritériem je rozloha zastoupených biotopů v UAT (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010). Je-li výsledná plocha větší než limitní rozloha polygonu

UAT ( $100 \text{ km}^2$ ), řadí se kvalitou k velmi dobrým (Anděl et al. 2005). Podrobný výpočet najdeme v publikaci Anděl et al., 2005: Hodnocení fragmentace krajiny dopravou/ Metodická příručka.



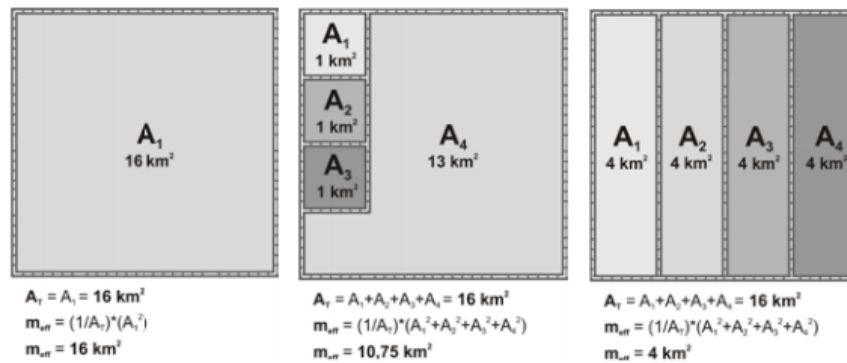
**Obrázek 4: Efektivní plocha polygonů UAT v ČR** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Efektivní plochy Evernia s.r.o et Cenia, 2012)

### Efektivní velikost oka ( $m_{\text{eff}}$ )

Metoda pracuje s vymezenými polygony UAT. Určuje pravděpodobnost, s jakou se dva náhodně umístění jedinci ve vybraném prostoru setkají (Girvetz et al., 2008). Čím více je krajina fragmentována, tím pravděpodobnost setkání klesá (Girvetz et al., 2008). Ve výsledku má rozsáhlé území větší váhu než území menší. Jeho pomocí lze grafickými modely určit možnost budoucí fragmentace (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).

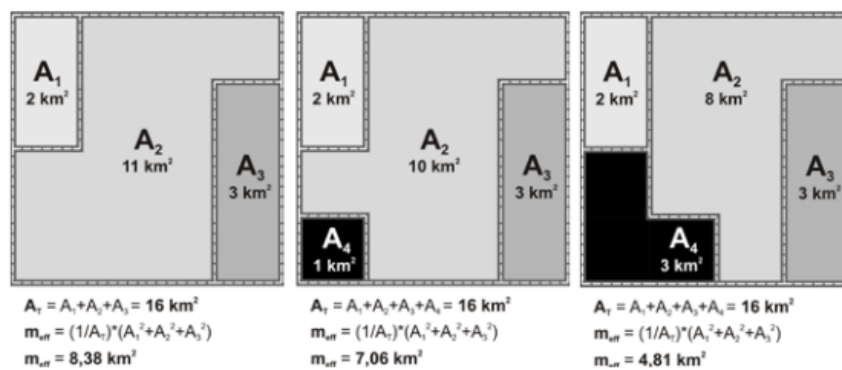
Z přiložených ilustrací č. 5 a č. 6 nejlépe vyplývá význam indikátoru  $m_{\text{eff}}$ . Čím menší je výsledná hodnota, tím fragmentace narůstá (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).





Obrázek 5: Grafické znázornění meff (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010)

Zahrneme-li do metodiky přítomnost nevhodného území, je z ilustrací na obrázku č. 6 dobře patrné, že zvětšováním plochy nevhodného území na úkor největší z dílčích ploch se výsledná hodnota snižuje.



Obrázek 6: Grafické znázornění zvětšování nevhodných ploch (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010)

Bližší viz publikace Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010: Indikátory fragmentace krajiny/ Metodická příručka a Girvetz et al., 2008: Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA.

### Fragmentační index FiA a FiB

Patří mezi přímé indikátory fragmentace krajiny. Stanovuje se v případě, kdy do teoreticky homogenního území zasáhne komunikace a způsobí jeho rozdělení na dvě části  $A_1$ ,  $A_2$ . Zkoumá se, o kolik se zmenšila nefragmentovaná plocha území a jestli jsou části schopné funkce i po rozdělení. Výsledný index nabývá hodnoty 1 v případě úplné fragmentace (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010). Podrobný výpočet najdeme v publikaci Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010: Indikátory fragmentace krajiny/ Metodická příručka.

## 2.2 FRAGMENTAČNÍ BARIÉRA

Bariéru v krajině představuje jakýkoliv objekt, který celistvost krajiny určitým způsobem narušuje, snižuje její funkčnost a z hlediska migrací zasahuje nebo jinak protíná migrační trasy, migrační koridor a omezuje pohyb organismů, který je pro ně životně důležitý (Anděl et al., 2005).

Nejdůležitějším nástrojem snižování fragmentace krajiny je územní plánování a znalost polygonů UAT, podle kterých se mohou vytipovat místa s rizikem vzniku bariéry, minimalizovat rozdělování dalších polygonů a zajistit tak prostupnost v celém území. Důležitá je také znalost migračních tras a koridorů, jejichž průchodnost musí být zajištěna po celé délce bez přerušení (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Každou bariéru je nutno posuzovat individuálně podle umístění v konkrétní lokalitě, ekologických vlastností krajiny a populace živočichů žijících na ohroženém území. Velkou roli hraje i četnost bariér na území. Tyto bariéry mohou mít i částečně propustný ráz, ale jejich kumulace může území činit plně nepropustným (Anděl, Mináriková, Andreas, et al., 2010). Fragmentaci krajiny můžeme snižovat zabráněním vzniku nových bariér, kdy jde hlavně o propojování obcí do souvislých komplexů, výstavbu v extravilánech obcí a nových koridorů v krajině, nebo snížením bariérového efektu u těch stávajících (Anděl et al., 2011). V krajině můžeme rozeznat plošné, bodové a liniové bariéry.

**Bariéry plošného rázu** představují určité nevhodné biotopy, jako jsou bezlesí a zemědělská krajina, kterým se velcí savci instinktivně vyhýbají. Může se jednat i o velké průmyslové zóny při okrajích měst. Tyto bariéry se kumulují převážně v nížinách, kde se k rozsáhlým osídleným plochám přidává zemědělská půda a bariéry liniového charakteru (Anděl et al., 2005).

**Bodová bariéra** není svým velikostním projevem nijak významná, ale i zdí obehnaný pozemek umístění v migračním koridoru může konektivitu krajiny nepropustně omezit (Anděl et al., 2005).

**Liniové bariéry** mají na fragmentaci v krajině nejvýraznější vliv. Zvěř nemá možnost dlouhé souvislé linie jakkoliv obejít a to přispívá k narušení konektivity v krajině. Liniovou bariérou v krajině jsou i uměle zpevněné břehy a koryta vodních toků (Anděl et al., 2005). Aby nová stavba co nejméně narušovala polygony UAT, můžeme ji umístit zároveň s jinou a do polygonu nezasáhnout. Zesílíme tím ale dělící účinek bariéry mezi polygony a snížíme

jejich konektivitu. Dále můžeme vést trasu polygonem a zabezpečit ji vhodnými migračními prvky. Tím nenarušíme průchodnost UAT ani konektivitu mezi polygony, ale snížíme celkovou hodnotu UAT s rizikem narušení biotopu (Anděl et al., 2005).

Vliv liniových staveb nespočívá jenom v rozsáhlém záboru půdy a fragmentaci populací, ale i v disturbančním projevu na okolí v podobě hluku, emisí, vibrací a vizuálním rušení, jako i ve zvýšené mortalitě zvěře při kolizích s dopravními prostředky (Hlaváč et Anděl, 2001). Nevýrazněji působí disturbance na vysoce frekventovaných silnicích v nočních hodinách, kdy bývají migrace nejčtetnější. Intenzita disturbance určuje šíři působení bariéry, která může tvořit pás i několika set metrů od komunikace (Hlaváč et Anděl, 2001). Silnice dálničního typu jsou většinou několika proudové, opatřené svodidly a dalšími ochrannými opatřeními. Bez vhodných průchodů jsou tyto silnice nepropustnou bariérou, která je dána jak konstrukčními parametry silnice, tak vysokou intenzitou dopravy (Hlaváč et Anděl, 2001). Většina silnic I. třídy u nás není opatřena svodidly nebo oplocením a její bariérový efekt je dán spíše vyšší intenzitou dopravy. Ostatní silnice nižších tříd nejsou výrazně frekventované ani neobsahují bariérové konstrukční řešení a pro zvěř jsou snadno překonatelné (Hlaváč et Anděl, 2001).

Výskyt zvěře na silnicích závisí především na atraktivitě navazujícího biotopu a stáří komunikace, kdy zvěř ještě neupravila své migrační stezky, přičemž zástupci srnce obecného si na nové silnice a hluk zvykají poměrně rychle (Anděl et al., 2005). Riziko usmrcení dopravním prostředkem stoupá se šířkou silnice a její niveletou, kdy vyšší mortalita je na silnicích na úrovni terénu (Anděl et al., 2011). Liniové stavby s vyšší intenzitou dopravy doprovází ochranná opatření přispívající ke zvýšení bezpečnosti na silnicích a snížení jak kolizí se zvířaty s následkem jejich usmrcení, tak hmotných škod způsobených při vyhýbání se srážce s nimi (Anděl et al., 2011). Patří sem dopravní značení omezující rychlost, značky upozorňující na přítomnost zvěře a v tahové sezoně přechodné značení. Dále systémy detekující živočichy v blízkosti komunikace umístěné na silnici nebo i ve vozidle, oplocení, umělé pachové odpuzovače, zúžení a zvýšený výskyt zatáček pro snížení rychlosti jízdy, přehledný volný prostor v okolí silnic (Anděl et al., 2011). Samostatnou skupinou bezpečnostních prvků, primárně určenou k ochraně a orientaci člověka, jsou svodidla, umělá osvětlení, směrové sloupky, násypy, atd. Tato opatření zároveň zvyšují odpor bariéry v krajině (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006).

Populace v oblasti je tedy nepropustně oddělena od ostatních populací a je zamezeno její genetické výměně, popřípadě sezónní migraci a populace strádá (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). Takto ohrožená populace se následně velmi špatně vyrovnává s následky živelných pohrom, epidemií, nedostatku potravy a klimatických změn.

Nejvíce ohroženými jsou zástupci velkých savců, kteří žijí v malých počtech na poměrně velkém území (Hlaváč et Anděl, 2001). Populace drobných savců nemají tak velké nároky na prostor, jsou početnější a při případné migraci mohou využít trubní odtoky na vodu a jiná trubková zařízení. Při překonávání komunikací vrchem bývají i úspěšnější, zejména v nočních hodinách, kdy se interval mezi vozidly na méně frekventovaných komunikacích I. třídy zvyšuje (Hlaváč et Anděl, 2001). Modelovou skupinou pro opatření na ochranu průchodnosti krajiny se tak stávají velcí savci. Ti mají velké jak migrační, tak i teritoriální nároky a parametry průchodů zbudované pro velké savce budou vyhovovat i dalším skupinám (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).

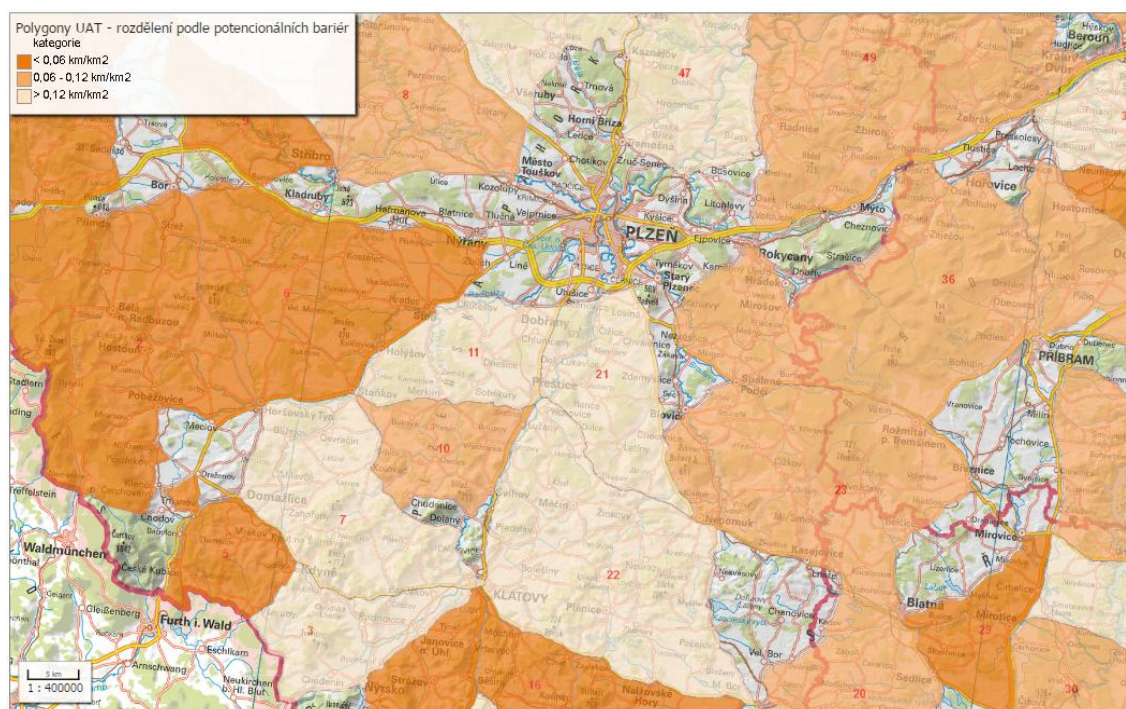
#### Potenciální bariéra celková (PB)

Bariéry můžeme rozlišit na vnější, které definují obvod UAT, a vnitřní, kdy komunikace s nadlimitní intenzitou zabíhá do prostoru polygonu. Nejsilněji jsou vnějšími bariérami ohroženy malé nepravidelné polygony, jejichž hranice jsou blízko u sebe a může hrozit nebezpečí jejich propojení (Anděl et al., 2005). Na obrázku č. 7 je znázorněn rozdíl mezi velkou plochou s krátkými vnějšími hranicemi a malou plochou s poměrně dlouhými hranicemi.



**Obrázek 7: Vliv rozdílu tvaru polygonu na délku hranic**

Metoda, jejímž výsledkem je délka všech nadlimitních bariér připadajících na 1 km<sup>2</sup> plochy polygonu, může stanovit rizika fragmentace a předpovědět budoucí chování bariér (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). Blíže viz publikace Anděl, Gorčicová, Hlaváč, Miko, Andělová, 2005: Hodnocení fragmentace krajiny dopravou/ Metodická příručka.



**Obrázek 8: Polygony UAT podle délky potenciálních bariér** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Efektivní plochy Evernia s.r.o et Cenia, 2012)

### 2.3 MIGRACE ŽIVOČICHŮ

Migrací se rozumí veškerý pohyb volně žijících živočichů. Význam termínu je velmi široký a rozlišuje se dále podle prostorového a časového rozložení pohybu v krajině (Anděl et al., 2011). Migrace sezónní se vztahují k určitému ročnímu období, kdy se živočichové přesouvají na zimoviště, letní pastviny nebo na místa rozmnožování. Jako příklad slouží dálkové migrace velkých býložravců nebo přesuny obojživelníků mezi vhodnými biotopy (Anděl et al., 2011). Pohyb na kratší vzdálenosti a většinou předem neurčeného směru je nazýván rozptyl. Zvířata se rozptylují jednocestně z domovských okrsků do okolí z konkurenčních důvodů a za potravou. Dalším důvodem může být výskyt predátora nebo nové disturbance v okolí a také zničení biotopu (Anděl et al., 2011).

Dále rozlišujeme pohyby dálkové, související se sezónní migrací. Jedinci se nacházejí na území, kde se jinak trvale nevyskytují. Pohyb je zajištěn pomocí dálkových migračních koridorů. Pohyby místní jsou soustředěné na oblast pravidelného výskytu jedinců (Anděl et al., 2011). Jedinci se pohybují mezi populacemi z důvodu výměny genetického materiálu, nebo mezi místy odpočinku a místy s potravou. Je zde zahrnut i sezónní pohyb obojživelníků (Anděl et al., 2005). V tomto případě je důležité zajistit průchodnost krajiny všemi směry (Anděl P. et al. 2011)

Některé druhy živočichů jsou aktivní střídavě po celých 24h, jiné preferují noční hodiny a jsou citlivé na disturbance způsobené dopravou. To je problém u komunikací s rovnoměrně rozloženou intenzitou dopravy po 24 hodin. To je důležitý indikátor pro realizace ochranných a migračních opatření (Hlaváč et Anděl, 2001). Migrující zvířata mohou při styku s vozovkou, většinou pokud jde o migrace bez jasného směru, změnit směr pohybu a vydat se jinudy. Další velmi častou možností je postup podél silnice, dokud nenajdou vhodný prostor pro její překonání. Jde o jedince s potřebou migrovat určitým směrem při styku s nepropustnou bariérou (Hlaváč et Anděl, 2001). Pokud tito jedinci nenajdou vhodné místo k překonání silnice, bariérovým efektem je intenzita dopravy, nebo je nepropustná bariéra (např. oplocení) nějakým způsobem poškozena, můžou se rozhodnout překonat silnici vrchem (Hlaváč et Anděl, 2001). Stejný postup může platit i v případě nových migračních objektů nebo objektů s nevyhovujícími parametry. Místní jedinci si postupně na nový objekt zvyknou a využívají ho. Migrující zvěř objektům nedůvěřuje a to hlavně v případě, kdy nedohlédnou na jeho konec nebo je zde vyšší stupeň disturbance (Anděl et al., 2005).

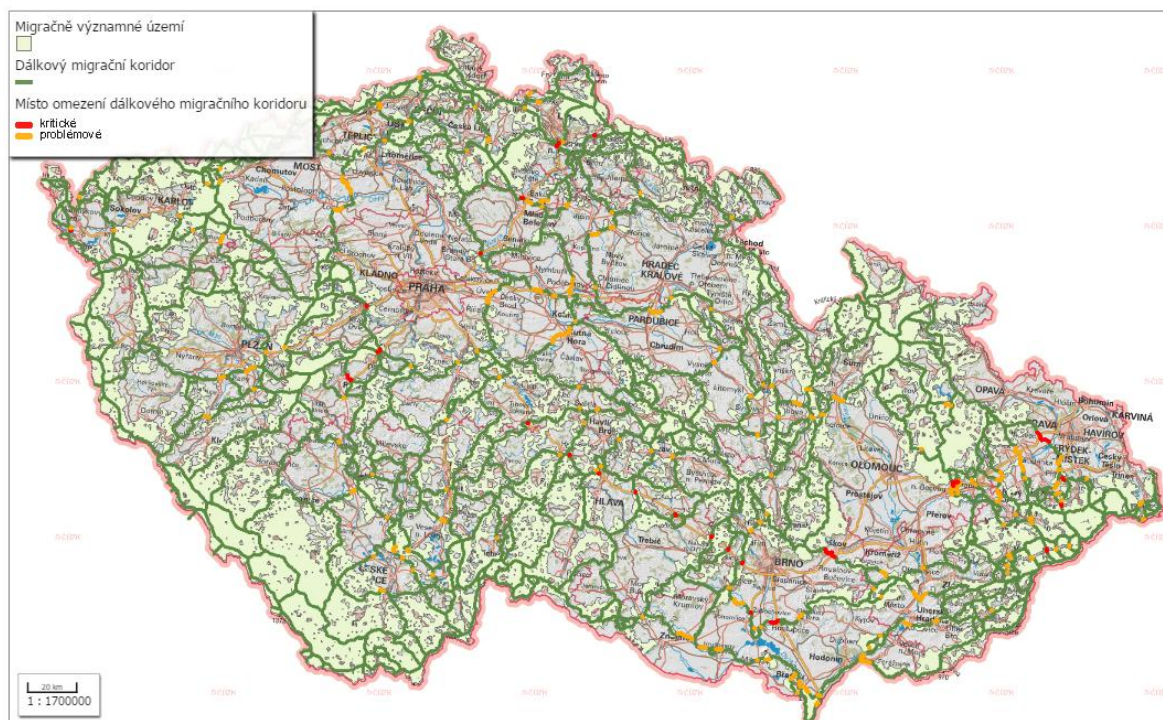
Pro větší zabezpečení konektivity krajiny a ochranu biotopů jsou vytyčeny tři typy území: Migračně významná území (MVÚ), Dálkové migrační koridory (DMK) a Migrační trasy (MT).

### **2.3.1 MIGRAČNĚ VÝZNAMNÁ ÚZEMÍ**

Soubor rozsáhlých území, která jsou nezbytná pro trvalý výskyt velkých druhů savců, a která hlavně zajišťují konektivitu krajiny jako celku. Jedná se o nejvyšší jednotku v systému, který je kompletně propojený a neobsahuje malá izolovaná území (Anděl et al., 2011). Bývají plošného charakteru, s výjimkou liniových struktur obsahujících zbytky vhodných biotopů, nacházejících se v jinak fragmentované krajině. MVÚ zabírají cca 42 % celkové rozlohy ČR a pokrývají většinu lokalit potvrzeného výskytu velkých savců. Největší část (84 % MVÚ) se nachází v pahorkatinách a nejméně (5,8 % MVÚ) v nížinách, kde je vysoký podíl kumulace bariér a sídelní infrastruktury (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). Jako další forma ekologické sítě se účinně doplňují s nadregionálními územími ÚSES, která jsou z 85 % pokryta územími MVÚ. Ale jenom 35 % MVÚ se nachází na území ÚSES (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010).

### 2.3.2 DÁLKOVÉ MIGRAČNÍ KORIDORY

Jsou základní ochrannou jednotkou v systému a součástí MVÚ. Zajišťují v minimální možné míře průchodnost krajiny pro velké savce a propojení populací i na středoevropské úrovni (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). Jejich výskyt je důležitý zejména na územích s minimální průchodností, kde se jiný průchozí koridor nevyskytuje. DMK mají liniový charakter o délce několika desítek kilometrů s minimem bariér. Šíře koridorů je průměrně 500 m, aby umožnila migraci všech druhů živočichů. DMK by měly být vedeny tak, aby se napojovaly na zahraniční DMK a zachovala se tak provázanost i na evropské úrovni (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). V koridorech by se neměla vyskytovat žádná zástavba a měly by být maximálně průchozí. Tím se předchází riziku budování bariér, které by znehodnotily případné migrační objekty (Anděl et al., 2011). Pokud se zde vyskytují neprůchodné bariéry, musí se do budoucna řešit jejich zprůchodnění. Tato místa se označují jako kritická a řeší se formou detailních migračních tras. Problémová místa jsou taková, kde se bariéry kumulují a účinnost koridoru se snižuje (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010).



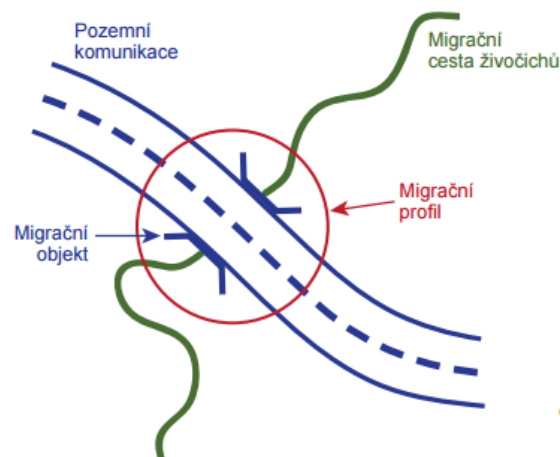
**Obrázek 9: Mapa MVÚ a DMK se znázorněnými místy omezení** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; MVÚ a DKM AOPK ČR, 2017 et Cenia, 2012)

### 2.3.3 MIGRAČNÍ TRASY

Jsou nejnižší jednotkou v systému a plní funkci realizační. Jsou nástrojem pro detailní řešení kritických míst DKM, kde je nutné technické řešení pro zprůchodnění bariéry. Ve výsledku představují konkrétní návrhy umístění migračních objektů a podrobné vymezení trasy v šířce až desítek metrů. Migrační trasy jsou součástí hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA) a územního plánování. (Anděl et al., 2011)

### 2.4 PODMÍNKY REALIZACE MIGRAČNÍCH PROFILŮ

Průchodnost krajiny závisí na rovnováze mezi složkou ekologickou a technickou, které se navzájem překrývají a musí se rovnocenně respektovat. Proto je důležité mít znalosti z oblasti nároků živočichů na prostředí a migraci a uzpůsobit tomu technické objekty (Anděl et al., 2011). Při přípravě technických opatření je nezbytná spolupráce ekologa a projektanta, kteří zabezpečí vhodné technické řešení umístěné ve vhodných ekologických podmínkách (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Místo střetu ekologické a technické složky se označuje jako migrační profil. Jde o kolizi migrační cesty zvěře a komunikace, kterou řeší migrační objekt. Jedná se o vhodně umístěný technický objekt umožňující migraci přes nebo skrze jinak neprůchodnou bariéru (Anděl et al., 2011).



**Obrázek 10: Migrační profil** (Anděl et al., 2011).

#### Migrační potenciál

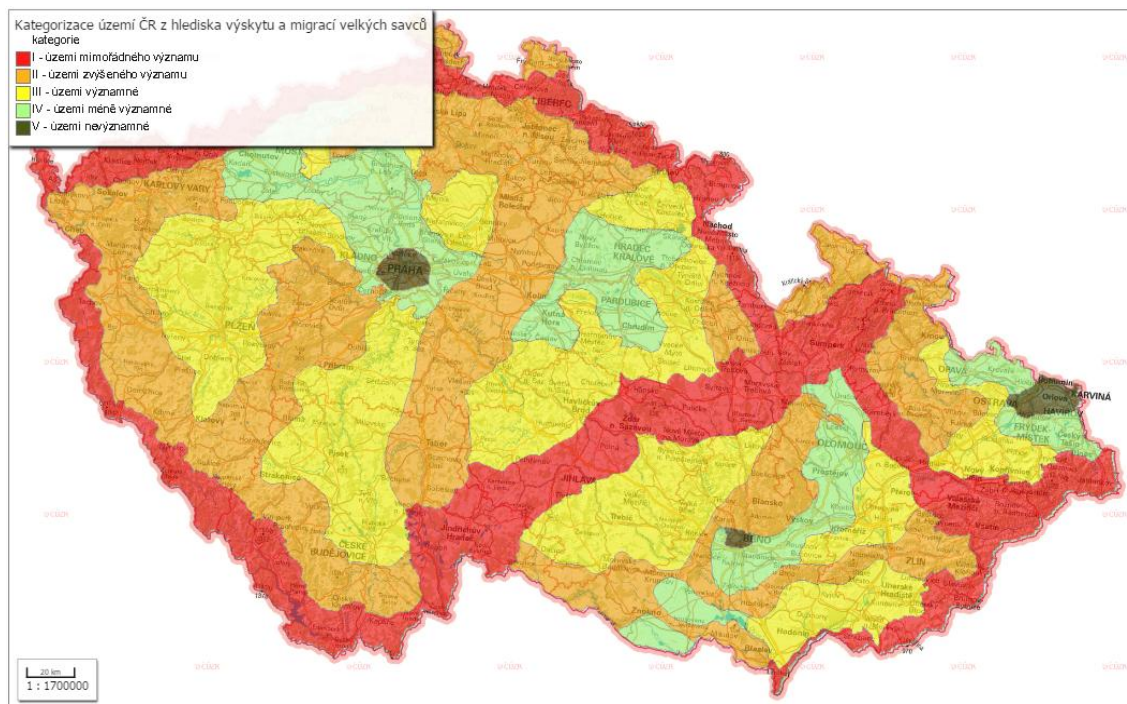
Pro zhodnocení účinnosti migračního profilu se zavádí pojem migrační potenciál (MP), který je ukazatelem pravděpodobnosti, s jakou bude zvěř využíván a významu pro jeho realizaci (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Skládá se ze složky ekologické (MPE), která



hodnotí míru využívání cesty zvěří před výstavbou a prvky, které migraci podporují, v kombinaci s okolními rušivými vlivy. Dále ze složky technické (MPT), která hodnotí technické parametry, typ objektu a doprovodné prvky na něj navazující (Anděl et al., 2011). Indexy nabývají uzavřeného intervalu od 0 pro objekt nefunkční do 1 pro objekt maximálně průchodný. Je-li jedna ze složek za hranicí funkčnosti, celý objekt je nefunkční i v případě výborného hodnocení složky druhé (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Podrobné výpočty najdeme v publikaci Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006. Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy: Technické podmínky.

#### 2.4.1 MIGRAČNÍ STUDIE

Migrační studie (strategická- rámcová- detailní), jsou podkladovým materiálem pro každou etapu přípravy realizace komunikací (Anděl et al., 2011). Strategická migrační studie je součástí etapy strategického **zhodnocení vlivů na životní prostředí (SEA)** v rámci nadregionálního posouzení. Jejím podkladem je mapa polygonů UAT na obrázku č. 3 a mapa Kategorizace území ČR z hlediska migrací velkých savců zobrazená na obrázku č. 11 (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Pro každou kategorii na mapě jsou navrženy vhodné podmínky průchodnosti krajiny pro jednotlivé skupiny živočichů (Hlaváč V., Anděl P., 2001).



**Obrázek 11: Mapa kategorizace území ČR z hlediska migrací velkých savců** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Kategorizace území Evernia s.r.o et Cenia, 2012)

Porovnáním obou map s územním plánováním připravovaných staveb a dalšími podklady se vytipují místa, kde by mohla vznikat problémová místa. Dále se navrhne několik optimálních řešení, která zajistí návaznost budovaných migračních objektů tak, aby vybudovaný migrační profil nebyl v dalších úsecích znehodnocen jinou stavbou (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006; Anděl et al., 2011).

Další etapou v rámci regionálního posouzení se zpracovává dokumentace **posuzování vlivů na životní prostředí (EIA)**. V této etapě se vybírá konečná trasa z několika variant navržených v předchozí etapě, na základě technických, ekologických a ekonomických kritérií (Anděl et al., 2011). Nástrojem pro EIA je zpracování rámcové migrační studie, která navrhuje vhodný počet a rozmístění migračních objektů nebo úpravu stávajících objektů. Snahou je využívat vhodně upravené primárně navržené objekty, než navrhovat speciální mosty (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006).

Podkladem pro lokální posouzení je **dokumentace k územnímu rozhodnutí (DÚR)** a dokument detailní migrační studie. V této část se řeší detailní technické zpracování migračních objektů, jejich parametrů a prvků zajišťující návaznost na okolní krajinu a optimální fungování migračního objektu. Je zde zařazena úprava povrchů, okolní zeleně a opatření eliminující rušivé prvky v okolí objektu (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006).

#### **2.4.2 KATEGORIZACE ŽIVOČICHŮ**

Ke komplexnímu zhodnocení průchodnosti krajiny je vhodné kategorizovat jednotlivé druhy živočichů do skupin podle jejich nároků na migraci (Anděl et al., 2005).

##### **1. Kategorie A**

Do kategorie A řadíme zástupce velkých býložravců a šelem, které mají největší nároky na parametry migračních objektů a jejich okolí (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010). Zástupci jelena lesního, rysa ostrovida, losa evropského, vlka evropského a medvěda hnědého. Druhy této kategorie jsou často zvláště chráněné, stejně jako biotopy jejich trvalého výskytu (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). Zřízením objektů pro tuto skupinu zajišťujeme průchodnost krajiny i pro všechny ostatní druhy živočichů (Anděl et al., 2011). V jejich případě se jedná o dálkové migrace nadregionální úrovně na MVÚ a prověřených DMK, které musí zůstat maximálně propojené (Anděl et al., 2005). Snahou je využívat vhodně upravené primárně navržené objekty na území DMK. Speciální mosty (ekodukty) se budují pouze v případě, kdy v úseku DKM není dostatečné množství primárně

navržených objektů (minimálně 8 km od sebe) a kde není jiná možnost řešení (Anděl et al., 2011).

## **2. Kategorie B**

Je kategorie ostatních kopytníků hojně rozšířených po celé ČR, do které patří jedinci muflona, daňka, kamzíka, prasete divokého, srnce obecného, atd. (Anděl et al., 2011). Jedinci migrují v lokálním měřítku mezi místy odpočinku a zdrojem potravy (letní, zimní stanoviště) a z důvodu velkého počtu v populaci u nich stoupá riziko srážky s dopravním prostředkem (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). Zvěř této kategorie je vysoce přizpůsobivá a bez problémů využívá migrační průchody a primárně navržené objekty s parametry mírnějšími než jsou u kategorie A (Anděl et al., 2005). Doporučená vzdálenost mezi migračními objekty mimo území MVÚ je 5- 10 km (Anděl et al., 2011).

## **3. Kategorie C**

Je kategorie středních savců a šelem, do které patří zástupci lišky obecné, vydry říční, jezevce lesního, atd. (Anděl et al., 2005). Jejich migrace bývá lokálního charakteru v rámci teritoria nebo disperze mláďat a komunikace se často kříží s oblastmi výskytu těchto druhů (Anděl et al., 2011). Jedinci nejsou výrazně citliví na disturbance a využívají průchody nezávisle na jejich velikostních parametrech (Anděl, Mináriková, Andreas et al., 2010). U této kategorie je důležitá vysoká četnost objektů v oblasti (0,5-1 km) a vhodná úprava průchodu nebo propustku. Minimální průměr trubního propustku by měl být v rozmezí 0,3-0,5 m a v případě přítomnosti vodního toku je nutné zajistit minimálně 50cm pruh souše po obou stranách průchodu (Anděl et al., 2011).

## **2.5 MIGRAČNÍ OBJEKTY**

Migrační opatření lze jednoduše rozdělit do dvou skupin, na objekty umožňující migraci a opatření redukující mortalitu na komunikacích, pro přehlednost rozdělené do tabulky č 1 (Anděl, Mináriková, Andreas, et al., 2010).

**Tabulka 1: Rozdělení migračních opatření, (Anděl, Mináriková, Andreas, et al., 2010).**

Objekty umožňující migraci	Podchody (P)	Propustky	Trubní propustek	P1
			Rámový propustek	P2
		Mosty na komunikaci	Víceúčelový	P3
			Speciální	P4
			Velký, >100 m délky	P5
	Nadchody (N)	Mosty přes komunikaci	Víceúčelový	N1
			Speciální	N2
		Tunely	tunel	N3
Opatření redukující mortalitu	Specifická opatření	Oplocení, umělé odpuzovače, značení a varovné systémy, protihlukové stěny, směrové sloupky.		
	Úprava biotopu	Odstranění vegetace, živé ploty, určitá skladba vegetace		

### 2.5.1 PODCHODY

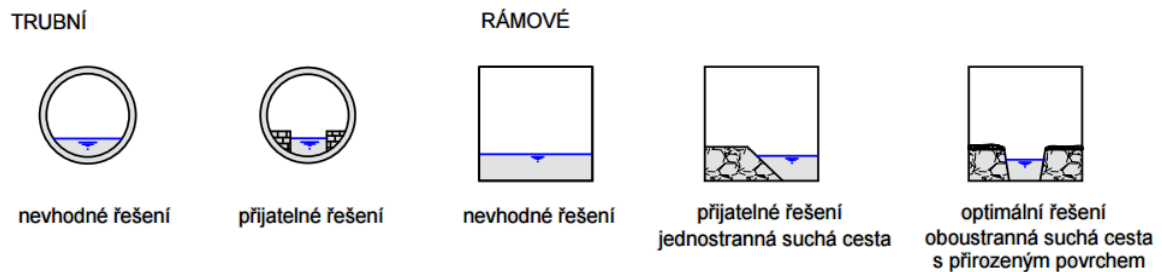
Zásadním rozdílem mezi podchodem a nadchodem je jeho využití. Použití určitého typu závisí na terénních podmínkách a možnostech úpravy okolí k propojení s okolní krajinou, jinak jsou oba způsoby srovnatelně funkční (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Nadchody se navrhuje v zářezu a jsou náročnější na parametry. Způsob navržení podchodu je jednodušší a realizuje se v násypu komunikace (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Migrující zvířata procházejí pod komunikací a proto je vhodným řešením realizace přesypaného podchodu, který výrazně tlumí hluk a vibrace z komunikace (Anděl et al., 2011).

Rozměrové parametry (tabulka č. 2) se odvíjejí od kategorie zvěře, pro kterou je objekt budován nebo upravován. Plocení objektu je individuální záležitostí, zamezuje vstupu zvěře na komunikaci a tím ji navádí do objektu (Anděl, Mináriková, Andreas, et al., 2010).

#### 1. Propustky P1, P2

Mají primárně vodohospodářskou funkci. Pro migraci živočichů se musejí vhodně upravit. Pásky souše musejí být v dostatečné výšce v případě vyšší hladiny protékající vody nebo kumulace splaveného materiálu (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Břehy by měly mít vhodný povrch (zemina) a úkryty z přirozeného materiálu (kameny, větve nebo pásky roští) pro drobné živočichy a plazy. Vyústění propustky musí přirozeně navazovat na okolní krajinu a nenápadně navádět migrující živočichy dovnitř (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Propustky můžeme konstrukčně rozdělit na trubní s kruhovým profilem a rámové s obdélníkovým

profilem. Univerzální parametry propustků využitelné pro širší okruh živočichů jsou v rozmezí 1,2- 1,8 m (Anděl P. et al. 2011). Na obrázku č. 12 je znázorněna přijatelnost jednotlivých řešení.



**Obrázek 12: Konstrukční typy propustků** (Anděl et al., 2011).

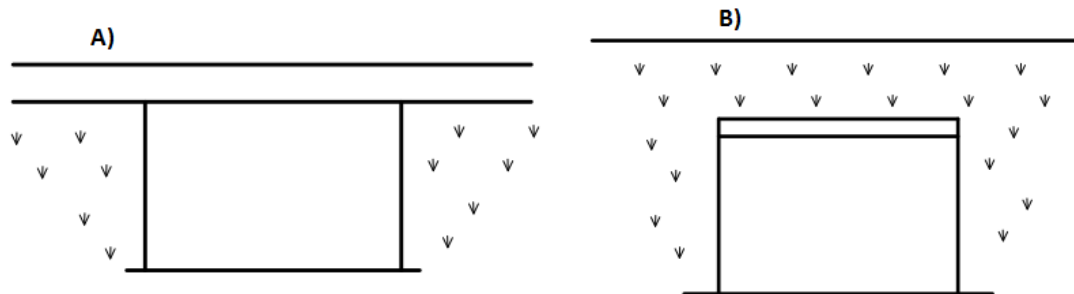


**Obrázek 13: Propustek pro malé živočichy** (Zdroj: © 2017 AOPK ČR)

## 2. Mosty na komunikaci P3, P4, P5

Podchody, které vzniknou přemostěním zahloubených terénních prvků z důvodu vedení silnic, migrující živočichové rádi využívají. Pro zvýšení efektivity průchodu musíme samotný průchod a jeho okolí vhodně uzpůsobit tak, aby navazoval na okolní krajinu a naváděl živočichy tímto směrem (Anděl et al., 2011). Důležitý je vizuální kontakt s druhou stranou podchodu a alespoň částečně nezpevněný, přírodní povrch. Součástí podchodu jsou různé přírodní prvky zvyšující diverzitu terénu a poskytující úkryty živočichům (hromady kamenů, pařezy, kmeny, křoviny, větve a vegetační prvky vhodné do určené lokality), s dostatečnou volností prostoru (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Mosty

přesýpané jsou z hlediska hlučnosti, vibrací a možnosti vegetační úpravy výhodnější než mosty přímo pojížděné (Anděl et al., 2011).



Obrázek 14: Ilustrace mostu A) přímo pojížděné a B) přesýpané (Anděl et al., 2011).

Podle způsobu využití rozdělujeme mosty na **primární most víceúčelový P3**, který je původně navržen za účelem vedení polní cesty, menší komunikace nebo vodního toku (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Výhodou těchto mostů je jejich vysoká četnost v krajině, ale musí se zde počítat s vyšší mírou rušivých prvků (Anděl et al., 2011). Dále na most **speciální P4**, který je navržen vyloženě pro potřeby migrace, a nemají žádnou další funkci (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). **Mosty velké P5**, od délky 100m, jsou výhodné pro obratlovce vázané na určitý typ vegetace a zachování ekosystémů v podmostí. Lépe také propojují biotopy a na velkém prostoru se snižuje vliv rušivých antropogenních prvků (Anděl et al., 2011).



Obrázek 15: Most P5 pro dálnici D5 Koterov, (Zdroj: cz.worldmapz.com, foto: david.kreuz)



Obrázek 16: Pojžděný most Ledce (Zdroj: dálnice.com, foto: © Jan Slovák)



Obrázek 17: Přesýpaný most silnice č. 26 Rokycanská (Zdroj: vlastní foto)

**Tabulka 2: Parametry podchodů pro jednotlivé kategorie, (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006).**

MPT		Kategorie A- Jelen		Kategorie B- Srniec		Kategorie C- Liška	
		Š	V	Š	V	Š	V
1,0-0,8	Ideální hodnota	60	20	45	15	5	3
0,8-0,6	Praktické optimum	45	10	30	7	2	2
0,6-0,4	Průměr	30	7	20	5	1	1
0,4-0,2	Praktické minimum	15	5	10	3	0,5	0,5
0,2-0,0	Hranice funkčnosti	7	3	4	2	0,3	0,3

Š ... Šířka objektu

V ... Výška objektu

### 2.5.2 NADCHODY

Jsou mosty vedené přes komunikace nebo tunely a musí splňovat podobné doprovodné ekologické nároky jako podchody. Základními rozměrovými parametry jsou minimální šířka středová a maximální okrajová, přičemž okrajová by měla být větší nebo rovna středové (Anděl et al., 2011)

#### 1. Mosty přes komunikaci N1, N2

**Mosty víceúčelové N1** jsou primárně navrhovány pro převedení nižších tříd komunikací nebo polních a lesních cest. Částečnou ekologickou úpravou mohou sloužit i pro migraci živočichů a v tomto případě se parametry mostu volí větší. Samozřejmostí jsou vhodné vegetační prvky, přírodní úkryty a povrch (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006) Stále je důležité dodržovat návaznost na okolní krajinu a ekosystémy. U mostů hyperbolického tvaru se širokým náběhem je vhodné náběhy oplotit tak aby sloužily jako naváděcí prvky na nadchod a bránily vstupu na vozovku. Nejvhodnější délka mostu je co možná nejkratší a jeho obvod by měl být opatřen plnými protihlukovými stěnami, popřípadě ještě osázen vegetací (Anděl et al., 2011).

**Mosty speciální N2** jsou budovány přes dálnice a silnice s vysokou intenzitou dopravy, které kříží nejčastěji migrační koridor nebo migrační trasu (Anděl et al., 2011). Pro velké savce jsou důležité technické parametry (vstup minimálně 40m), naproti tomu menší savci a plazi preferují spíše ekologickou úpravu nadchodu, která je shodná s parametry mostu



víceúčelového. Na mostě je možné vést cestu pro chodce nebo cyklisty (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006).

## 2. Tunely N3

Vrchem tunelu vede přírodě blízký migrační objekt, často nazývaný **ekodukt**, který je nejvíce populární a v povědomí veřejnosti. Jsou umísťovány pouze v MVÚ a DMK. Platí pro ně stejné technické a ekologické parametry jako pro celou skupinu nadchodů (Anděl et al., 2011). V případě hloubeného tunelu se po odstranění původního terénu a zhotovení stavební konstrukce objekt znovu přesype. Přes zhotovený přesyp se vede ekodukt realizovaný rozsáhlými terénními a vegetačními úpravami (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006). Ekodukt je vhodný pro migrace živočichů, ale naruší se původní návaznost ekosystémů. Ražený tunel nenarušuje biotop a původní podmínky zůstávají zachovány. Je tedy šetrnější z hlediska ekosystémů (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006).

Stavba ekoduktů je velmi finančně náročná a proto je důležité zajistit jeho správné umístění, účelnost a maximální využitelnost. Na našem území je však častým jevem umístění objektu v nevhodných lokacích nebo pozdější zástavba v bezprostřední blízkosti objektu a ekodukt tak úplně ztrácí svoji funkci (Hlaváč, 2011). Blíže se problematikou neúčelně vystavěných ekoduktů zabývá například Kutal (2011) a Kolina (2011).



**Obrázek 18: Ekodukt Jenišov** (Zdroj: © 1996-2017 Economia, a.s., Hospodářské noviny IHNED.cz)



Obrázek 19: Nevhodně umístěný ekodukt Lipník nad Bečvou (Zdroj: Mapy.cz)

Orientační minimální hodnoty parametrů nadchodů jsou uvedené v tabulce č. 3, přičemž index C znázorňuje velikost rozšíření okrajů. Více viz publikace Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006: Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy/ Technické podmínky.

**Tabulka 3: Rozměrové parametry nadchodů pro jednotlivé kategorie,** (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006; Anděl et al., 2011)

MPT		Kategorie A- Jelen		Kategorie B- Srnec		Kategorie C- liška
		Šířka	Index C	Šířka	Index C	Šířka
1,0-0,8	Ideální hodnota	100	2,0	60	1,5	30
0,8-0,6	Praktické optimum	40	1,5	30	1,0	15
0,6-0,4	Průměr	25	1,0	20	0,6	10
0,4-0,2	Praktické minimum	12	0,6	10	0,3	8
0,2-0,0	Hranice funkčnosti	7	0,2	5	0,1	5

### 3 METODIKA PRÁCE

#### 3.1 PODKLADOVÁ DATA

Základem bakalářské práce je digitalizace technických opatření zabraňujících vstupu zvěře na vozovku a opatření umožňujících průchod bariérou. Pro tento účel byla použita podkladová data, dostupná za podmínek Open Database License z portálu Openstreetmap, která byla vhodně upravena v prostředí ArcMap pro potřeby budoucích analýz. Do prostředí ArcMap byla také převedena data jednotlivých srážek se zvěří z aplikace Sražená zvěř (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2017), kde zdroj dat poskytuje dopravní policie, a data intenzity dopravy jednotlivých úseků, získaná z posledního celostátního sčítání dopravy (ŘSD, 2015).

Pro demonstraci prezentovaných metodik byly využity mapové kompozice dostupné na Národním geoportálu INSPIRE. Vrstvy poskytují firma Evernia a agentura Cenia a topografický podklad Český úřad zeměměřičský a katastrální.

#### 3.2 SBĚR A ÚPRAVA DAT

##### 1. Kategorizace bariér a podchodů

Byl proveden terénní průzkum podél vybraných úseků silnic s cílem zmapovat bariérová konstrukční řešení na komunikacích a objekty umožňující bezpečný průchod. V rámci výzkumu se také ověřil aktuální navazující krajinný pokryv, který byl následně upraven v prostředí ArcMap. Data zaznamenaná na fyzickém mapovém podkladu byla poté digitalizována do prostředí GIS a dále vhodně kategorizována podle typu. Průchody byly rozděleny na tři kategorie:

- Podchod, zahrnující víceúčelové podchody a podchody pro zvěř.
- Propustek, zahrnující objekty umožňující průtok vody se suchými břehy
- Propustek vodní, kdy objekty umožňovaly odvod vody pod silnicí.

Bariéry byly původně složitě kategorizovány podle typu a jejich umístění na komunikaci. Pro zjednodušení a snížení počtu kategorií se nakonec rozdělily podle typu a umístění po jedné nebo po obou stranách komunikace:

- Úsek bez bariér
- Pachové odpuzovače na obou stranách
- Pachové odpuzovače na jedné straně
- Plot na obou stranách
- Plot na jedné straně
- Protihluková stěna na obou stranách
- Protihluková stěna na jedné straně
- Svodidla na obou stranách
- Svodidla na jedné straně
- Svodidla středová

Pro další srovnání byla pro jednotlivé silnice vypočítána funkcí *Calculate Geometry* délka úseků bez bariér

## 2. Kategorizace sražené zvěře

Dále byla provedena kategorizace digitalizovaných dat Sražené zvěře (Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2017) (příloha č. 65) podle druhu sraženého zvířete na:

- Liška obecná
- Prase divoké
- Srnec obecný
- Neznámé

## 3. Kategorizace intenzity dopravy

Intenzita dopravy jednotlivých silnic (příloha č. 63) byla kategorizována a zobrazována podle originálního klíče ŘSD (2017) voz/24 hodin na:

- 7 001- 10 000 voz/24h
- 10 001- 15 000 voz/24h
- 15 001- 25 000 voz/24h

#### 4. Realizace bufferové zóny

Kolem jednotlivých silnic se zobrazenou intenzitou dopravy byla vytvořena bufferové zóna funkcí *buffer*. Šířka bufferové zóny byla vypočítána pomocí metody *Šířka narušené zóny* podle Anděl et Hlaváč et Lenner (2006). Ta prezentuje úsek narušený vibracemi, hlukem, emisemi, vizuálními a světelnými projevy (Anděl et Hlaváč et Lenner, 2006)

Šířka komunikací byla stanovena měřením na mapách velkých měřítek. Přesná intenzita dopravy byla převzata z ŘSD (2017). Hodnota *D* musela být na některých úsecích komunikací zprůměrována, z důvodu rozdílné šířky komunikací a intenzity dopravy.

$$D = (\log I - 2) \times \check{s} \quad (m)$$

*D* ... šířka narušené zóny na každou stranu od okraje komunikace

*I* ... intenzita dopravy (voz/24h)

*š* ... šířka komunikace k okraji zářezu nebo násypu

#### 5. Kategorizace krajinného pokryvu

Pro získání úseků silnic vedoucích určitým typem krajinného pokryvu na jednotlivých komunikacích (příloha č. 64) bylo nutné silnice a kategorie pokryvu překrýt funkcí *Intersect*. Ve vzniklých vrstvách jednotlivých typů krajinného pokryvu byla provedená kategorizace na:

- Pokryv na obou stranách
- Pokryv z jedné strany

Kategorizované úseky na vybrané komunikaci byly rozděleny podle intenzity dopravy. Dále byla vypočítána délka jednotlivých úseků krajinného pokryvu pomocí funkce *Calculate Geometry*. Výsledná hodnota se převedla na procento z celkové délky vybrané silnice.

#### 6. Sražená zvěř v jednotlivých kategoriích pokryvu

Z důvodu lokalizace sražené zvěře na určité komunikaci byl nejdříve použit prostorový dotaz. Pro zjištění míry sražené zvěře v určitém krajinném pokryvu na jednotlivých silnicích byla dále použita funkce *Intersect* z vrstvy vytvořené v 5. odrážce. Vytvořená vrstva ukazuje délku a procento určitého typu krajinného pokryvu na vybrané silnici i množství sražené zvěře v tomto pokryvu. Množství sražené zvěře se následně převedlo na procento z celkového počtu sražené zvěře. Pro účely porovnání s ostatními silnicemi

a zpracování do grafových výstupů bylo též množství sražené zvěře přepočítáno na km délky určeného pokryvu.

Vnořenými atributovými dotazy bylo docíleno počtu sražených živočichů podle druhu na jednotlivých silnicích bez ohledu na to, v jakém krajinném pokryvu byli sraženi.

### **7. Zpracování grafových výstupů**

V rámci přehledného srovnání byla získaná a kategorizovaná data zpracována do několika přehledných tabulek a grafů. Ty tvoří dvě sady, přičemž jedna sada zohledňuje sraženou zvěř na určitém krajinném pokryvu při určité intenzitě dopravy (příloha č. 78- 81) a druhá sada intenzitu dopravy nebere v úvahu.

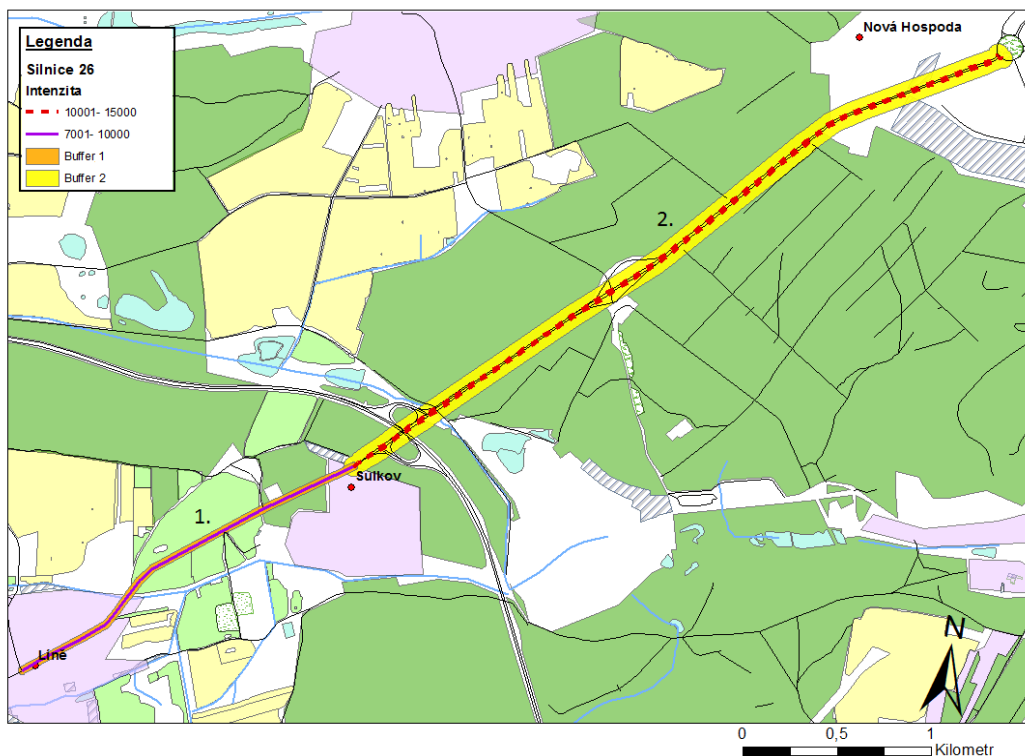
## 4 VÝSLEDKY

Následující podkapitoly se zabývají výsledky analýz z jednotlivých silnic. Jejich součástí jsou mapové a grafické výstupy spolu s podrobnější prezentací získaných výsledků. Konečným výstupem je soubor souhrnných tabulek a grafů.

### 4.1 ZÁPADNÍ ÚSEK SILNICE Č. 26

#### 4.1.1 NARUŠENÁ ZÓNA

Na obrázku č. 20 je znázorněno, jak rozdílná intenzita dopravy vybraný úsek silnice rozdělila na dvě části, pro které byla vytvořena bufferové zóna. Úsek č. 1 je dlouhý 2 106 metrů, z celkových 6 227 metrů, a široký 11 metrů. Šířka narušené zóny pro dvoupruhovou silnici byla výpočtem stanovena na 21,5 metrů na obě strany komunikace. V tomto pásu se z obou stran silnice nachází jak louka, tak na ní navazující les. Úsek č. 2 je dlouhý 4 121 metrů, a jelikož se silnice rozšiřuje na čtyři proudy, je šířka silnice 26 metrů. Šířka narušené zóny je zde stanovena zprůměrovanými 54,3 metry. V zóně vytvořeného bufferu se nachází les po obou stranách silnice a zástavba.



**Obrázek 20: Narušená zóna silnice č. 26 západ** (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017).

- Úsek 1- 7 001- 10 000 voz/24h

$$D = (\log 9\,372 - 2) \times 11 = 21,7 \text{ (m)}$$

- Úsek 2- 10 001- 15 000 voz/24h

$$D = (\log 10\,985 - 2) \times 26 = 53,1 \text{ (m)}$$

$$D = (\log 13\,722 - 2) \times 26 = 55,5 \text{ (m)}$$

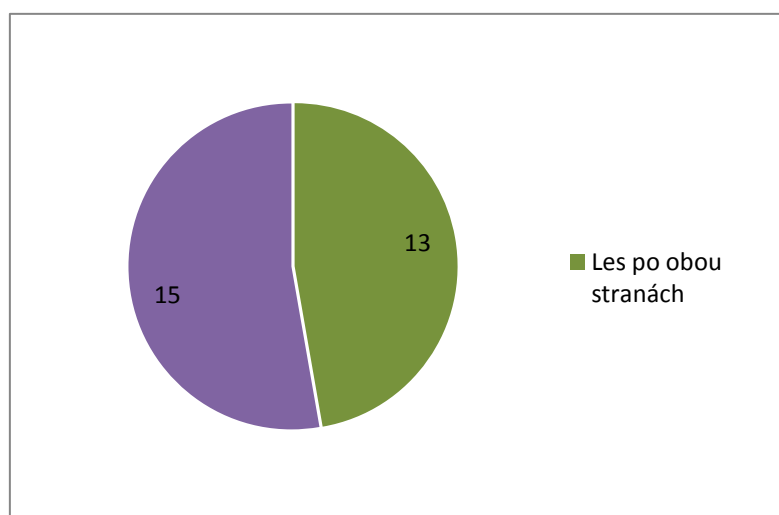
$$\varnothing 54,3 \text{ m}$$

#### 4.1.2 SRAŽENÁ ZVĚŘ

Převážná část silnice prochází lesem, početně je tedy nejvíce srážek zaznamenáno právě zde. Bereme-li ale v úvahu délku úseku kategorie, je z tabulky č. 4 a grafu na obrázku č. 21 zřejmé, že největší četnost srážek je v kategorii louka. Podle mapy na obrázku č. 22 je na této silnici sraženo nejvíce živočichů z kategorie Neznámé a to 30 kusů. Dále 10 kusů ze zástupců prasete divokého, 9 kusů srnce obecného a jedna liška obecná.

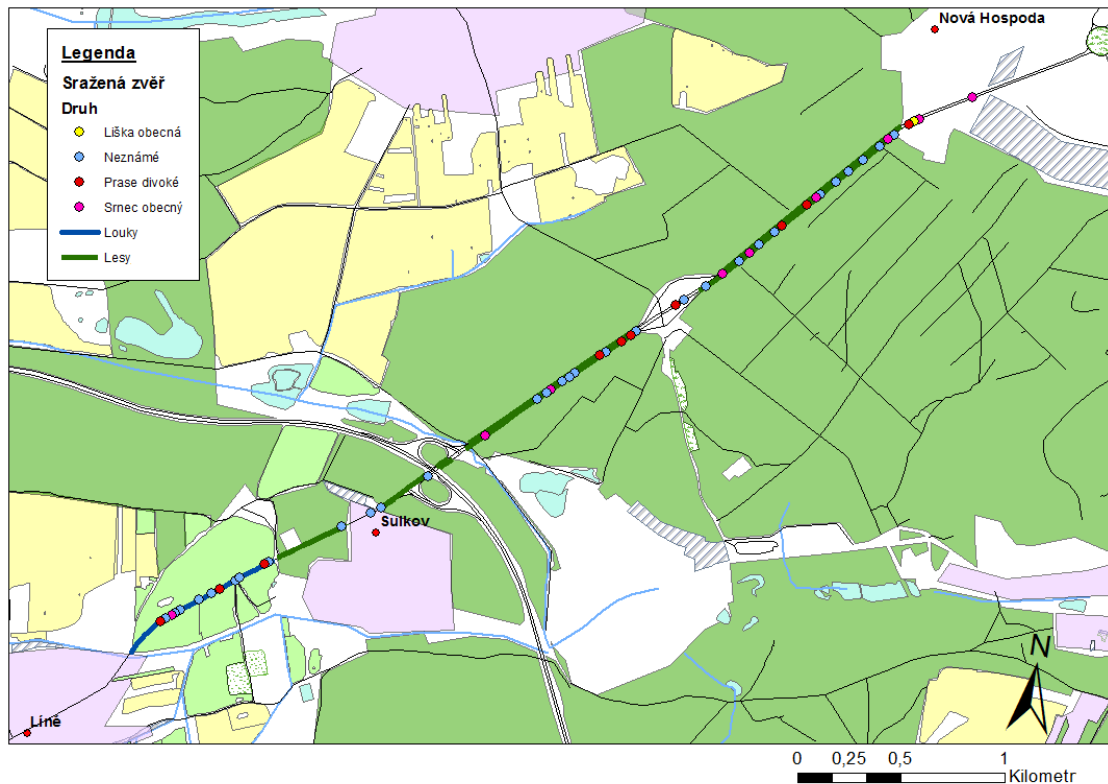
**Tabulka 4: Kategorie krajinného pokryvu a sražená zvěř pro silnici č. 26 západ**

Silnice 26 západ (celková délka: 6227 m)				
Kategorie pokryvu	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražena zvěř	% z celku
Les po obou stranách	2720	43,7	36	18
Les na jedné straně	100	1,6	0	0
Louka po obou stranách	812	13	12	6



**Obrázek 21: Graf sražené zvěře na km délky kategorie krajinného pokryvu**



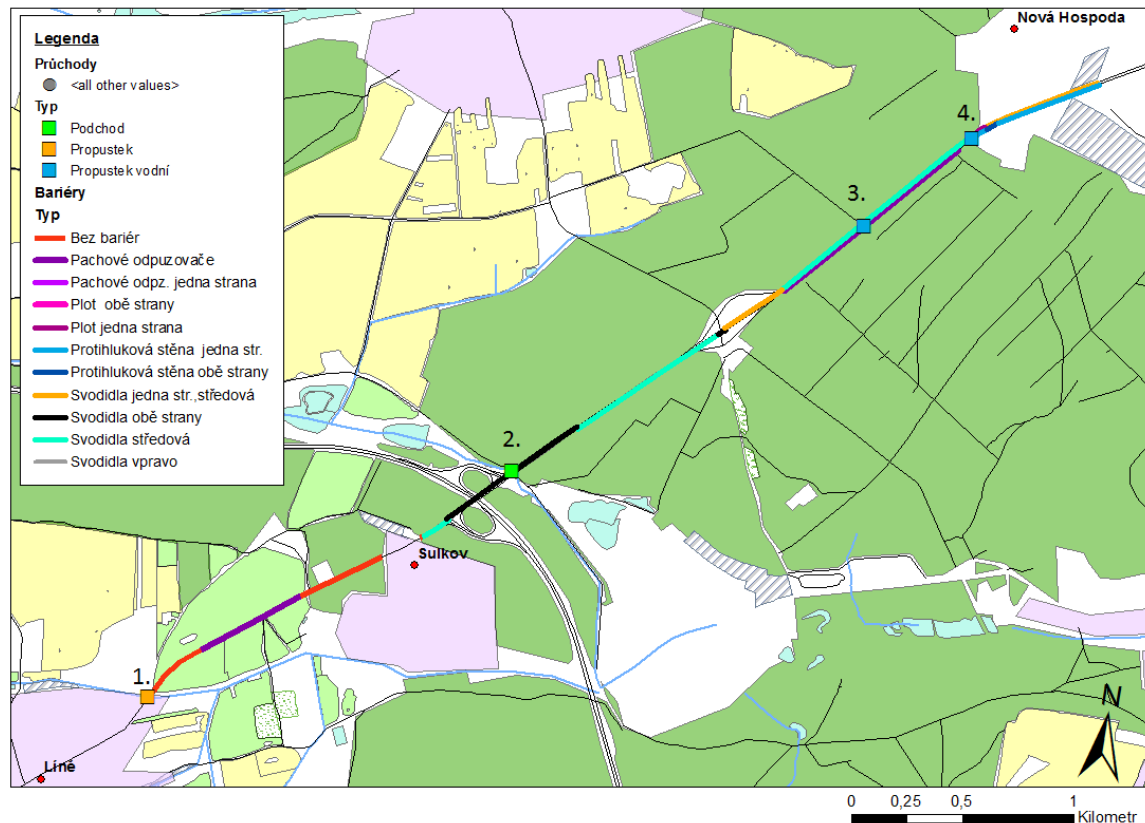


**Obrázek 22: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice č. 26 západ** (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017).

#### 4.1.3 BARIÉRY A MIGRAČNÍ OBJEKTY

Na tomto úseku silnice nejsou realizovány žádné ploty jako konstrukční prvek zamezující vstupu zvěře na komunikaci. V úseku kde se jedná o silnici o dvou proudech nejsou použita žádná technická opatření, pouze v části kategorie louky jsou instalovány pachové odpuzovače (příloha č. 67). V bývalé osadě Sulkov se silnice rozšiřuje na silnici o čtyřech proudech se začátkem středových svodidel, která pokračují dále po celém zbylém úseku. Podle legendy na mapě č. 23 můžeme sledovat, jak se středová svodidla kombinují s dalšími typy svodidel. Pokud to bylo možné, jsou postranní svodidla znázorněna na té straně, kde se reálně nacházejí.

V okolí propustků č. 3 a č. 4 jsou středová svodidla po pravé straně doplněna o pachové odpuzovače (příloha č. 68), které plynule navazují na protihlukové stěny, pokračující dále směrem do města. Z dostupných dat bohužel nelze říci, zda zaznamenaná sražená zvěř pachové odpuzovače prorazila za účelem dosažení druhé strany lesa, nebo na vozovku vstoupila z levé strany, kde nejsou žádná konstrukční řešení zabraňující vstupu zvěře na komunikaci. Pro ověření funkčnosti ohradníku by se musel instalovat i po druhé straně komunikace. Zato pachovým ohradníkem ošetřený úsek louky u obce Lině může být prohlášen za nefunkční, z důvodu hned několika záznamů o srážce.



**Obrázek 23: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice č. 26 západ (podkladová data OpenStreetMap, 2017)**

V okolí propustku č. 4 se nachází po levé straně silnice plocení, které není realizováno v rámci silnice, ale jako oplocení navazujícího pozemku. Délka úseku bez bariér je 1 428 metrů.

Na tomto úseku silnice jsou realizovány pouze dva objekty s možností průchodu zvěře. Objekt č. 1, vyznačený na mapě č. 23, na fotografii č. 25 a v příloze č. 66, je kategorizovaný jako propustek pro převedení vod se dvěma suchými břehy pro živočichy kategorie C. Podoba objektu je spíše velmi malého mostu s funkcí převedení silnice přes úzkou vodoteč. Délka propustku je 11 m, šířka 8 metrů a výška 1,4 metru. Dva suché břehy jsou betonové s vyústěním do hustého podrostu. Z obou stran jsou vysoké křovinaté násypy. Objekt č. 2, na fotografii č. 24 a v příloze č. 69, je víceúčelový podchod přímo pojížděný. Z obou stran jsou vysoké násypy a betonové rozšíření navádějící zvěř z navazujícího podrostu a lesa do průchodu. Vstup na vozovku je ošetřen postranními svodidly. Součástí podchodu je hluboké a úzké koryto umožňující průtok vodoteče. Od průchodu je odděleno zábradlím (příloha č. 70). Podchod je dlouhý 32 metrů, široký 10 metrů a vysoký 3,5 metru. Povrch je zpevněný s větrem navátým materiálem po stranách. Podchod je velmi přehledný a krátký, s možností rychlého úkrytu v navazujícím lese. Ve

vzdálenosti 0,5 kilometru od průchodu, směrem k městu Plzeň a přesně v místě kde končí svodidla po stranách, přibývá srážek se zvěří (mapa č. 26). Svodidla jsou dále pouze středová a zvěř, lákána atraktivním navazujícím biotopem lesa, na tuto překážku uprostřed silnice narazí a je následně sražena.

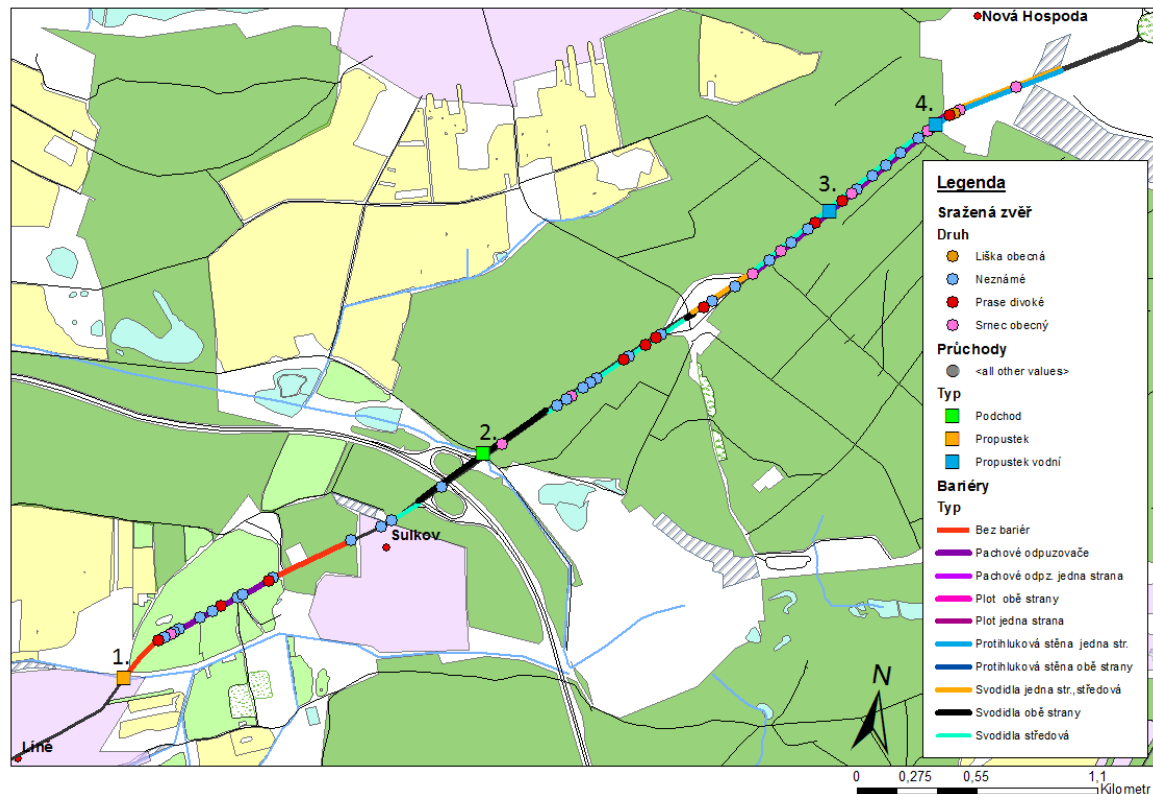
Objekty č. 3 a č. 4 (příloha č. 71) byly znázorněny jenom jako další možnosti průchodu pro drobné savce. Jejich primární funkcí je odvod vody pod komunikací.



**Obrázek 24: Podchod č. 2 silnice č. 26 západ**



**Obrázek 25: Propustek č. 1 obec Líně na silnici č. 26 západ**



**Obrázek 26: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na západním úseku silnice č. 26 (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017).**

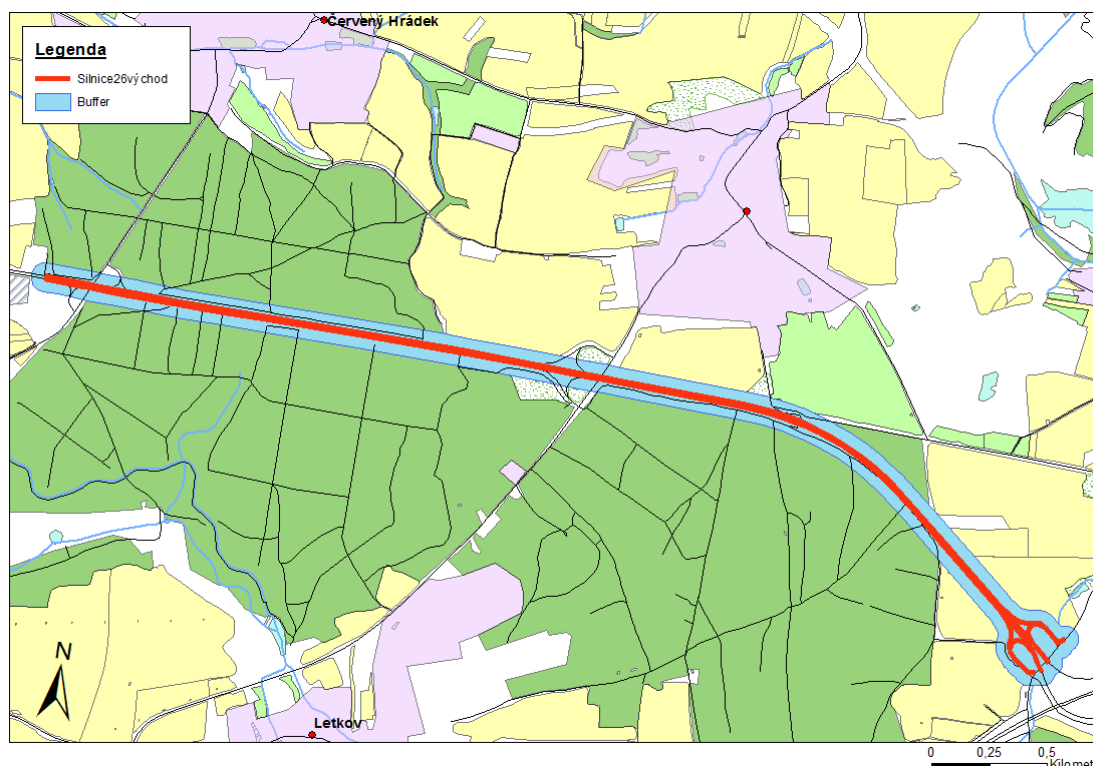
## 4.2 VÝCHODNÍ ÚSEK SILNICE Č. 26

### 4.2.1 NARUŠENÁ ZÓNA

Tento úsek silnice je čtyřproudový a má po celé délce vyrovnanou intenzitu dopravy i šířku komunikace. Celý úsek měří 4 848 metrů a šířka narušené zóny byla výpočtem stanovena na 57 m na obě strany komunikace (obrázek č. 27). V zóně bufferu jsou rozdílnou měrou zastoupeny všechny kategorie krajinného pokryvu.

Úsek 15 001- 25 000 voz/24h

$$D = (\log 15\,024 - 2) \times 26 = 57 \text{ (m)}$$



Obrázek 27: Narušená zóna silnice č. 26 východ (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017).

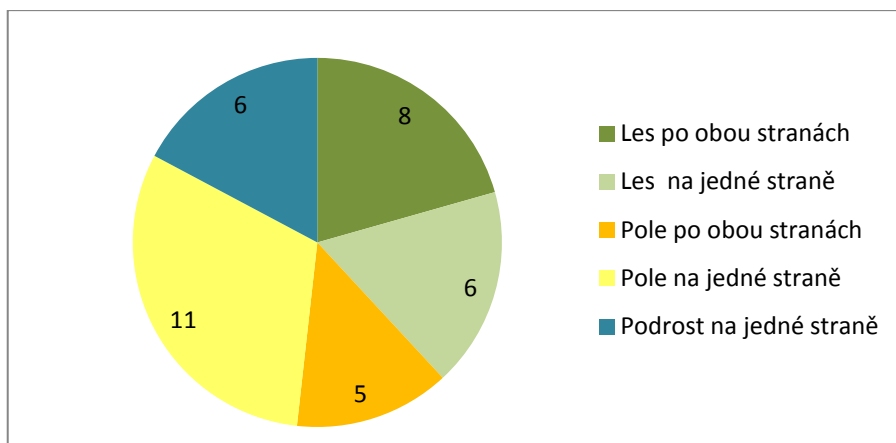
#### 4.2.2 SRAŽENÁ ZVĚŘ

Z tabulky č. 5 a grafu na obrázku č. 28 je zřejmé, že početně nejvíce srážek je zaznamenáno v kategorii les a to po obou stranách komunikace. Na tomto úseku je les opět nejvíce zastoupenou kategorií. Po přepočtu sražené zvěře na kilometr délky kategorie je výrazně srážkovější kategorie pole na jedné straně, která podle mapy č. 29 navazuje přes komunikaci na les. Kategorie podrost na jedné straně nebyla přepočítána z důvodu její malé délky a výsledek srovnání by nebyl relevantní.

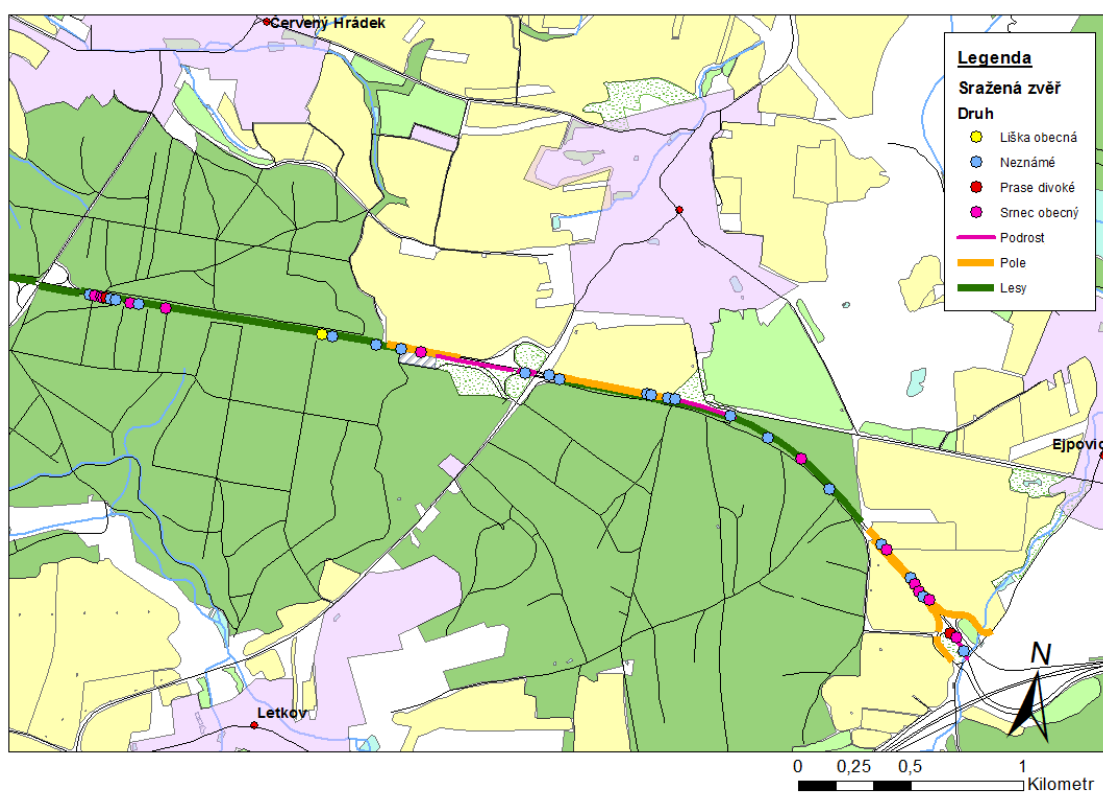
Tabulka 5: Kategorie krajinného pokryvu a sražené zvěře na silnici č. 26 východ

Silnice 26 východ (celková délka: 4848 m)				
Kategorie pokryvu	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražená zvěř	% z celku
Les po obou stranách	2105	43,4	16	7,8
Les na jedné straně	1239	25,6	8	4
Pole po obou stranách	1389	28,7	7	3,5
Pole na jedné straně	874	18	10	5
Podrost po obou stranách	65	1,3	1	0,5
Podrost na jedné straně	787	16,2	5	2,5

Z mapy č. 29 je patrné, že nejvíce sražených živočichů je z kategorie Neznámé a to 21 kusů, dále 12 kusů srnce obecného, dva kusy prasete divokého a jedna liška obecná. V příloze č. 74 jsou zachyceny stopy zvěře na sjezdu na Kyšice.



Obrázek 28: Graf sražené zvěře na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 26 východ



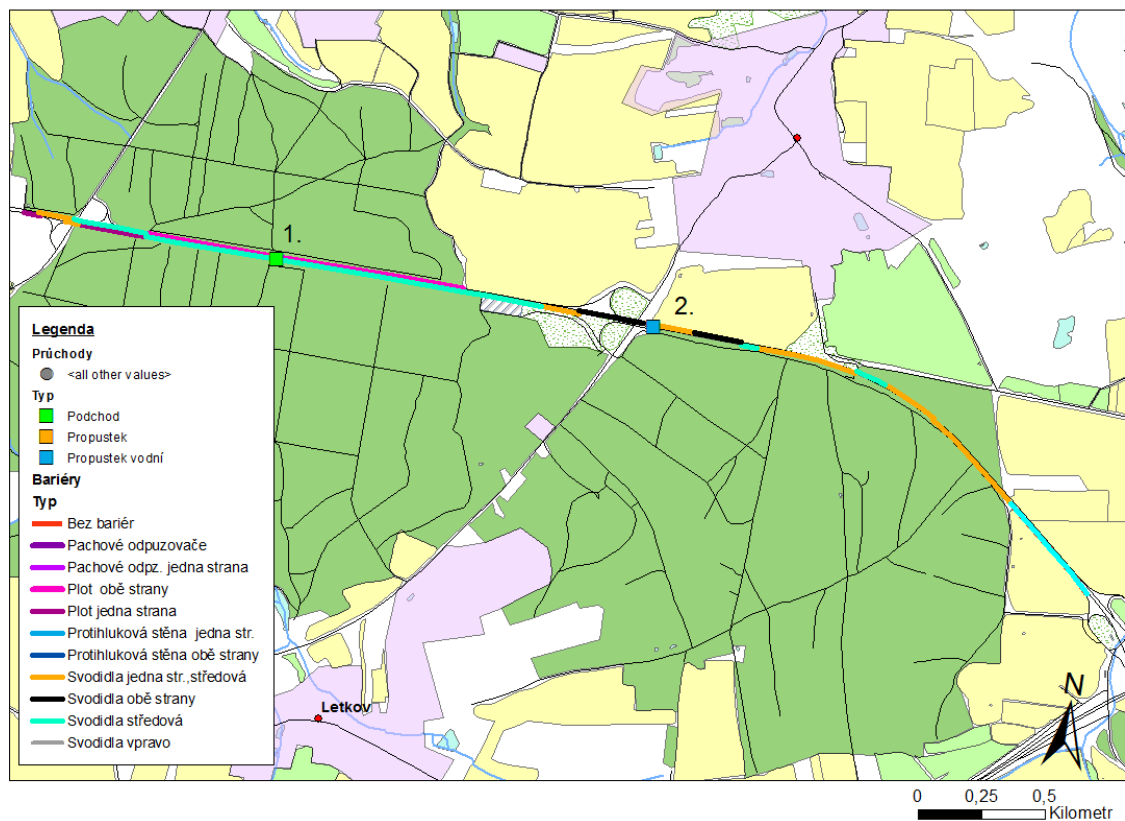
Obrázek 29: Kategorie krajinného pokryvu a Sražená zvěř silnice č. 26 východ (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017).

#### 4.2.3 BARIÉRY A MIGRAČNÍ OBJEKTY

Po celé délce východního úseku silnice č. 26 jsou realizována některá z bariérových konstrukčních řešení. Jelikož je sledovaný úsek silnice čtyřproudový, středová svodidla jsou realizovaná po celé délce úseku. Na mapě zobrazené na obrázku č. 30 můžeme vidět, že v části, kde se vyskytuje les z obou stran, se nacházejí ploty, povětšinou také z obou stran (příloha č. 72). Na mapě č. 32 je patrný shluk srážek i přes instalovaný plot. Zvěř se na silnici dostala pravděpodobně na začátku úseku, kde je plot na mapě instalován pouze

po levé straně. Ve zbývající délce jsou umístěna svodidla v různé kombinaci středových a postranních a komunikace je od sjezdu na Kyšice po obou stranách komunikace v rozdílné úrovni k terénu. Další velká kumulace srážek je v oblasti rozsáhlých polí před sjezdem na dálnici D5. Svodidla jsou zde pouze středová a zvěř se při překonávání komunikace o překážku pravděpodobně zarazí.

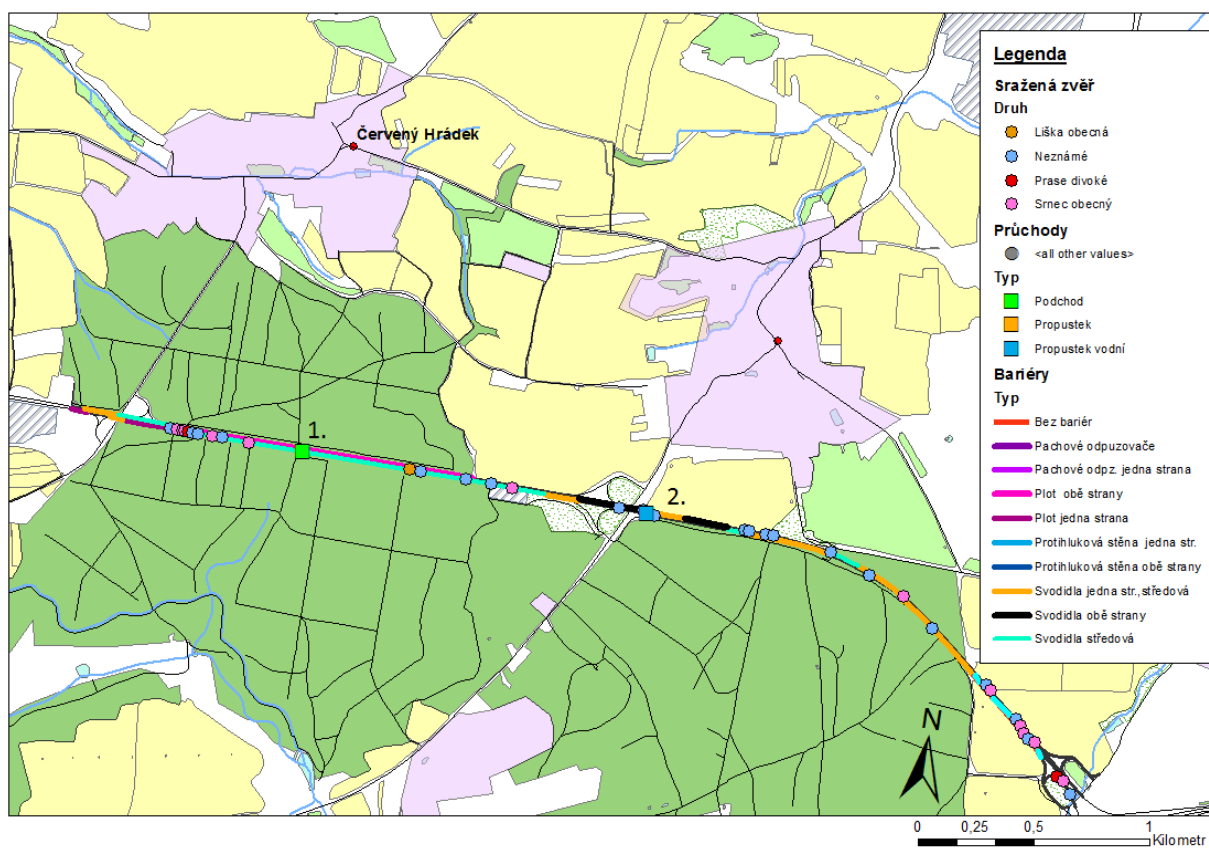
Migrační objekt se na tomto úseku nachází jenom jeden, přičemž propustek (příloha č. 73), na mapě označen č. 2, je určený pro odvod vody pod vozovkou s možností využití drobnými živočichy a malými savci. Objekt č. 1 (obrázek č. 31) je malý přesýpaný podchod o délce 25 metrů, šířce 3 metry a výšce 2 metry. Podchod se nachází ve vysokém náspu, navrhu zabezpečeného plotem v návaznosti na železné zábradlí. Objekt na obou stranách ústí do lesa. Srážky kolem objektu nejsou zaznamenány, takže je buď objekt využíván anebo zvěř používá výše popsaný úsek kolem plotu.



**Obrázek 30: Bariéry a migrační objekty na východním úseku silnice č. 26 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)**



Obrázek 31: Podchod č. 1 na silnici č. 26 východ (foto vlastní)



Obrázek 32: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na východním úseku silnice č. 26 (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017).



## 4.3 SILNICE E49

### 4.3.1 NARUŠENÁ ZÓNA

Tento úsek silnice, měřící 7 033 metrů, je intenzitou dopravy rozdělen na dvě rozdílné bufferové zóny, které jsou znázorněny na dvou mapách na obrázcích č. 33 a č. 34. Úsek na mapě č. 33 je dlouhý 4 703 m a šířka vozovky byla změřena na 10 m. Šířka narušené zóny kolem komunikace byla pro dvouproudovou silnici výpočtem stanovena na 21,3 m na obě strany komunikace. V tomto pásu jsou zastoupeny v určité míře všechny zkoumané kategorie krajinného pokryvu.

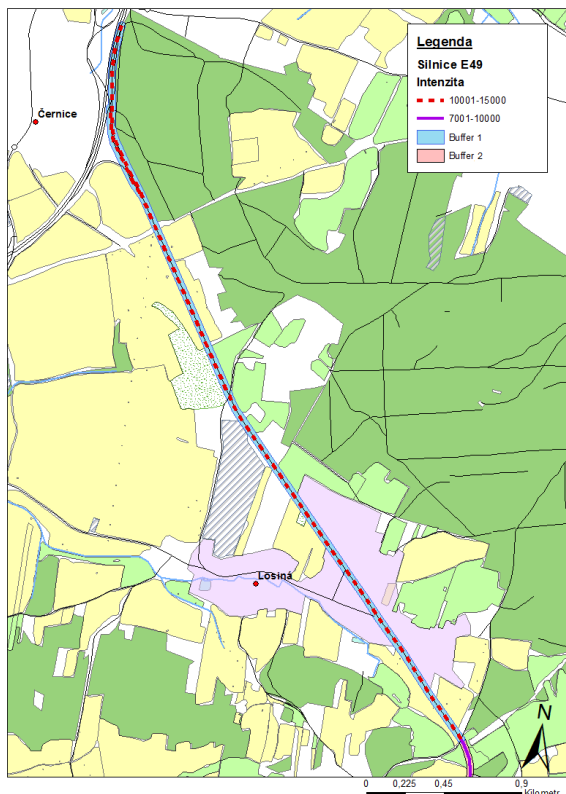
Úsek na mapě č. 34 je dlouhý 2 330 metrů a šířkou vozovky se neliší od předchozího úseku. Šířka narušené zóny byla stanovena na 19 metrů na každou stranu komunikace. V zóně se nacházejí především pole, dále les a v menší míře louky. Velká část tohoto úseku je vedena zástavbou.

Úsek 10 001- 15 000 voz/24h

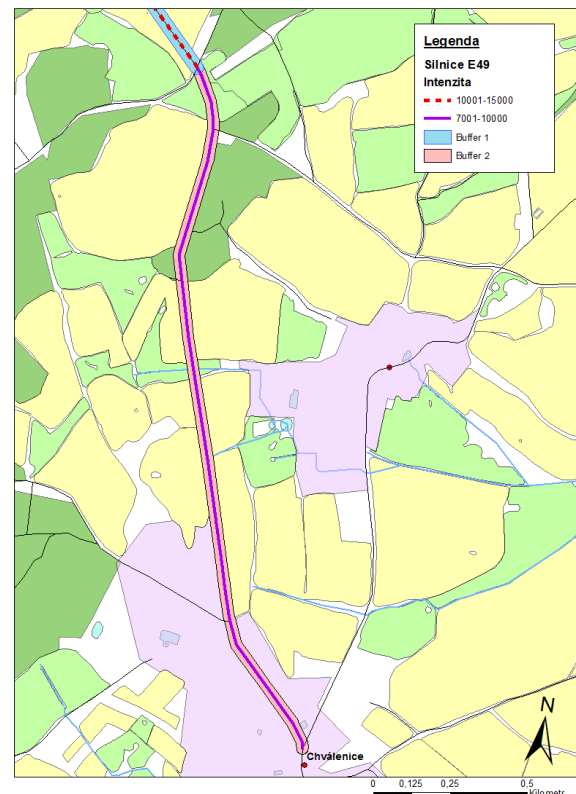
$$D = (\log 13\,493 - 2) \times 10 = 21,3 \text{ (m)}$$

Úsek 7 001- 10 000 voz/24h

$$D = (\log 8\,019 - 2) \times 10 = 19 \text{ (m)}$$



Obrázek 33: Bufferová zóna silnice E49 (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017).



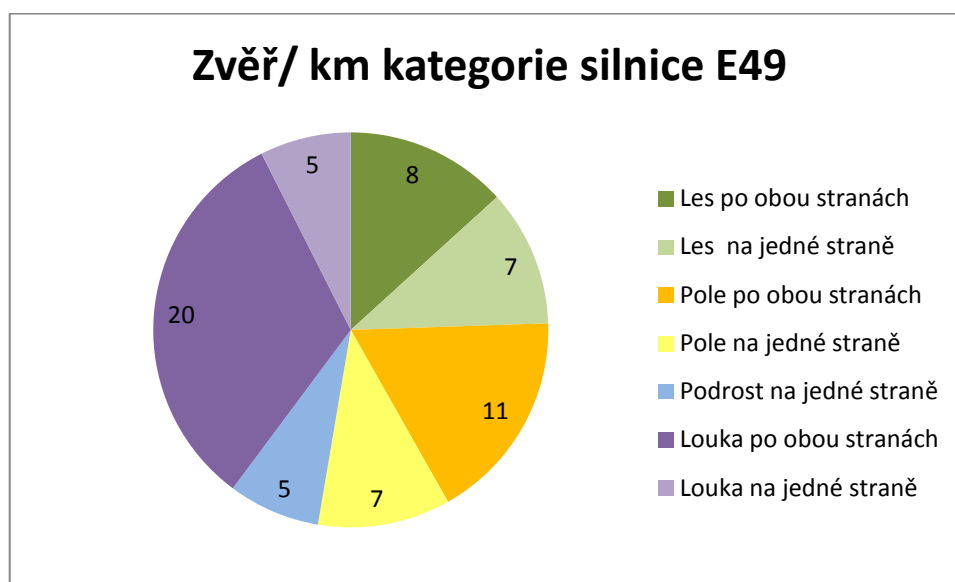
Obrázek 34: Bufferová zóna silnice E49 (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017).

### 4.3.2 SRAŽENÁ ZVĚŘ

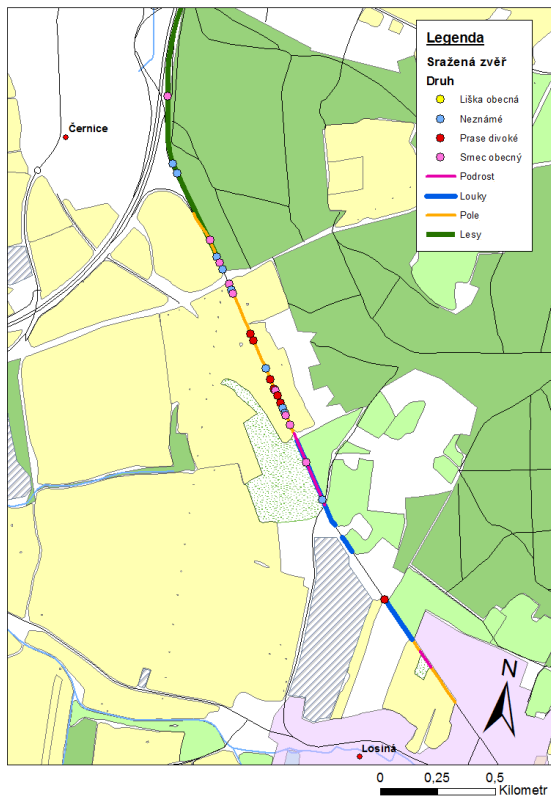
Podle tabulky č. 6 a grafu č. 35 jsou nejdelší kategorií krajinného pokryvu pole, na kterých se také nachází vyšší procento sražené zvěře. Z mapy na obrázku č. 36-37 je patrné, že v případě, kdy je pole jenom po jedné straně komunikace často navazuje na kategorii lesa, která má přesně stejné procento sražené zvěře. Více sražené zvěře je ale v případě, že se pole nalézá po obou stranách komunikace. Jenom velmi malý úsek silnice prochází lesem a v tomto případě je přepočten na km délky zkrslující. Po přepočtu na km délky jsou nejvíce srážkovou kategorií louky vedené po obou stranách komunikace.

**Tabulka 6: Kategorie krajinného pokryvu a sražená zvěř pro silnici E49**

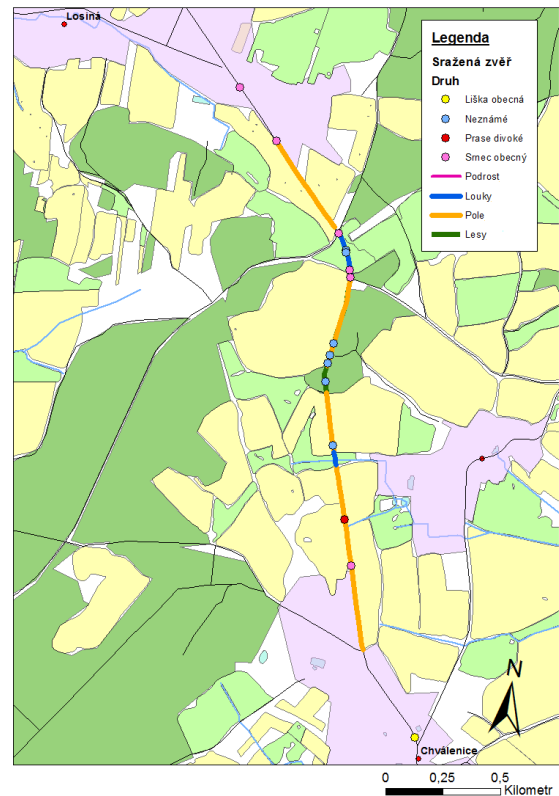
Silnice E49 (celková délka: 7033 m)				
Kategorie pokryvu	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražená zvěř	% z celku
Les po obou stranách	120	1,7	1	0,5
Les na jedné straně	1562	22,2	11	5,5
Pole po obou stranách	1561	22,2	17	8,5
Pole na jedné straně	1611	22,9	11	5,5
Podrost na jedné straně	423	6	2	1
Louka po obou stranách	246	3,5	5	2,5
Louka na jedné straně	640	9,1	3	1,5



**Obrázek 35: Graf sražené zvěře na kilometr kategorie krajinného pokryvu silnice E49**



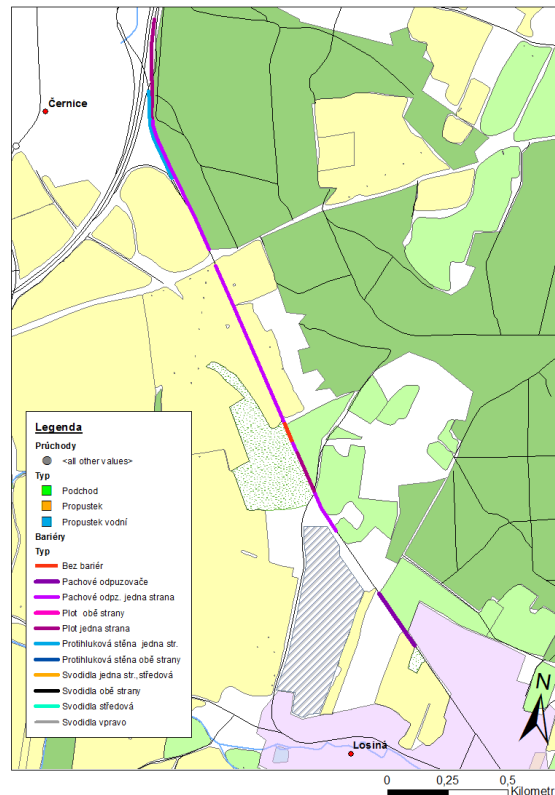
Obrázek 36: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice E49 (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017)



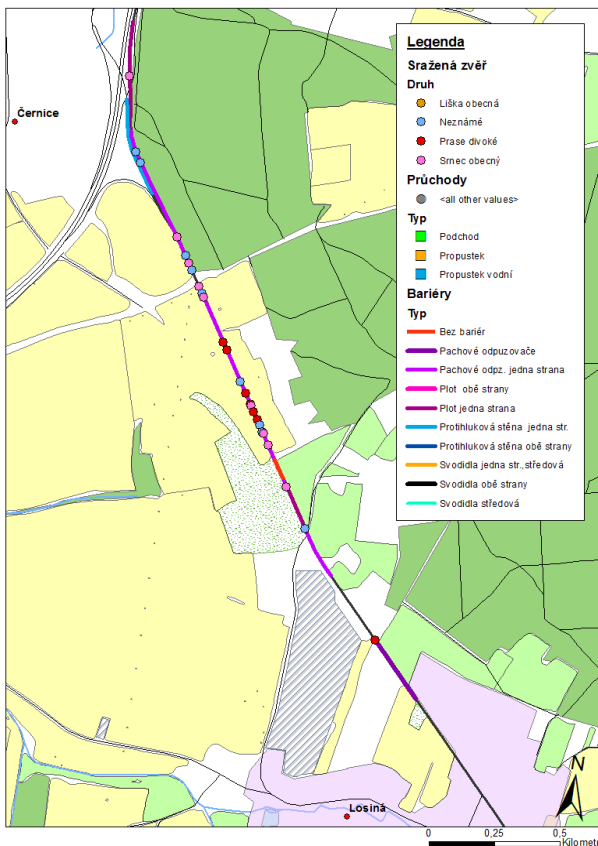
Obrázek 37: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice E49 (topografický podklad: s OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017).

### 4.3.3 BARIÉRY A MIGRAČNÍ OBJEKTY

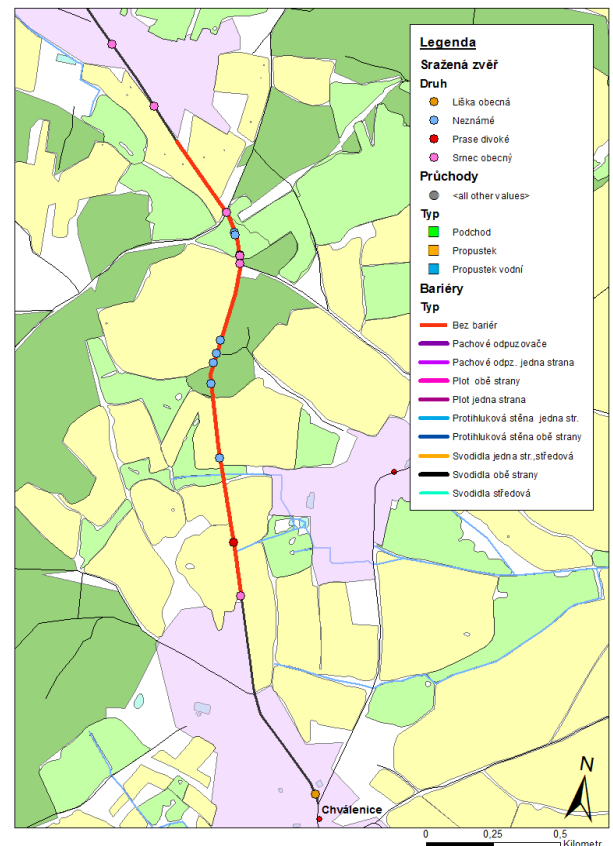
Na mapě č. 38 je zobrazena pouze první polovina vybraného úseku komunikace, jelikož se v druhé polovině komunikace nenachází žádná opatření zabraňující nebo umožňující průchodu zvěře. Úsek bez bariér byl vypočítán na 1 877 metrů, přičemž zástavba byla vyhodnocována jako forma bariéry. V místě začátku sledování komunikace je kategorie les oddělena od kumulovaného tělesa komunikací plotem. Ten je na protilehlé straně doplněn o protihlukovou stěnu. Dále jsou jediným prostředkem zabraňujícím vstupu zvěře na vozovku pachové odpuzovače, povětšinou instalovány po jedné straně komunikace. V místě, kde komunikace navazuje na kategorii podrost, se nachází krátký úsek s plocením, které slouží jako ohraničení rozsáhlého pozemku a zároveň znemožňuje přístup zvěře z pole, s nímž sousedí. Mimo úsek akumulace komunikací je silnice vedena na úrovni okolního terénu. Na celém úseku se nenachází žádná migrační opatření.



Obrázek 38: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice E49 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)



Obrázek 39: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvířím na silnici E49 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)



Obrázek 40: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvířím na silnici E49 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)

## 4.4 SILNICE Č. 27

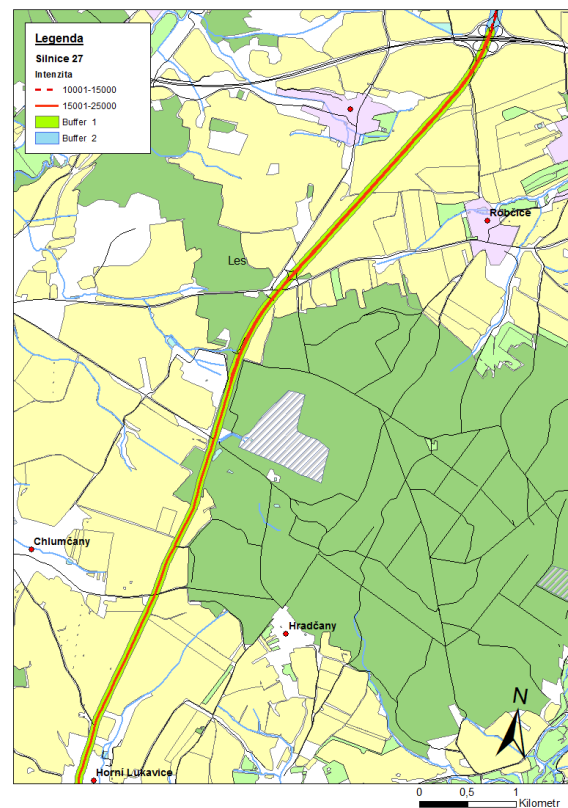
### 4.4.1 NARUŠENÁ ZÓNA

Celý úsek silnice je dlouhý 13 057 metrů a je nejdelší z úseků sledovaných v této práci. Komunikace je rozdělena různou intenzitou dopravy na několik úseků, které byly výpočtem zúženy na dva. Silnice, patřící do modře znázorněné bufferové zóny na mapě č. 41, je v celém úseku čtyřproudová, dlouhá 3 801 metrů a široká 25m. Šířka narušené zóny byla stanovena na zprůměrovaných 52,1 metrů na obě strany komunikace. V této zóně jsou zastoupena z velké části pole. Malé lesnaté území se nachází v okolí Litické přehrady.

Druhý, zeleně značený úsek na mapě č. 42, dlouhý 9 256 metrů, je téměř do poloviny čtyřproudový a široký 25 metrů. V úseku, kde začíná být les po obou stranách komunikace, se silnice zužuje do dvou proudů o šířce 11 metrů. Šířka narušené zóny byla stanovena na zprůměrovaných 40,1 metrů na obě strany komunikace. V zóně se hojně vyskytují pole a prochází okrajem většího lesního celku.



**Obrázek 41: Bufferová zóna silnice č. 27**  
(podkladová data OpenStreetMap, 2017)



**Obrázek 42: Bufferová zóna silnice č. 27**  
(podkladová data OpenStreetMap, 2017)

Úsek 10 001- 15 000 voz/24h

$$D = (\log 11\,560 - 2) \times 25 = 51,5 \text{ (m)}$$

$$D = (\log 12\,872 - 2) \times 25 = 52,7 \text{ (m)}$$

$$\emptyset 52,1 \text{ m}$$

Úsek 15 001- 25 000 voz/24h

$$D = (\log 17\,402 - 2) \times 25 = 56 \text{ (m)}$$

$$D = (\log 15\,858 - 2) \times 11 = 24,2 \text{ (m)}$$

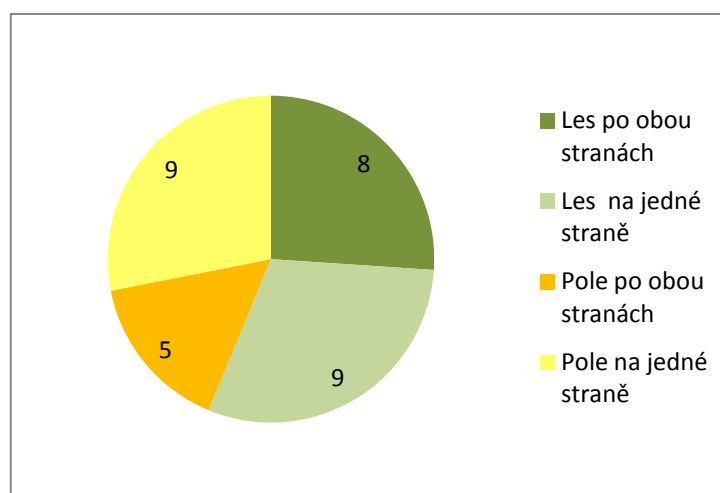
$$\emptyset 40,1 \text{ m}$$

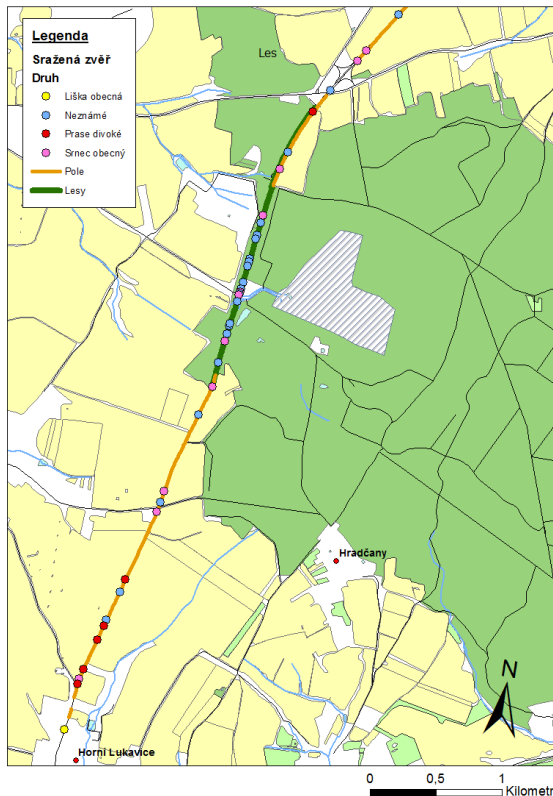
**4.4.2 SRAŽENÁ ZVĚŘ**

Podle tabulky č. 7 je početně nejvíce sražené zvěře v kategorii pole po obou stranách komunikace, která je také podle grafu č. 43 nejdelší kategorií. Po přepočtu na kilometr délky kategorie krajinného pokryvu je největší četnost srážek v lese a na poli po jedné straně komunikace. Ty spolu ve většině případů sousedí. V opačném případě sousedí tyto dvě kategorie se zástavbou. Z map na obrázku č- 44 a č. 45 můžeme napočítat 33 zástupců z kategorie Neznámé, 23 zástupců Srnce obecného, 14 zástupců kategorie Prasete divokého a 4 Lišky obecné.

**Tabulka 7: Kategorie krajinného pokryvu a sražená zvěř pro silnici č. 27**

Silnice 27 (celková délka 13 057 m)				
Kategorie pokryvu	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražená zvěř	% z celku
Les po obou stranách	1592	12,2	13	6,5
Les na jedné straně	1057	8,1	10	5
Pole po obou stranách	6316	48,4	31	15,5
Pole na jedné straně	2157	16,6	19	9,5

**Obrázek 43: Graf sražené zvěře na kilometr kategorie krajinného pokryvu silnice č. 27**



**Obrázek 44: Kategorie pokryvu a Sražená zvíř silnice č. 27 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)**

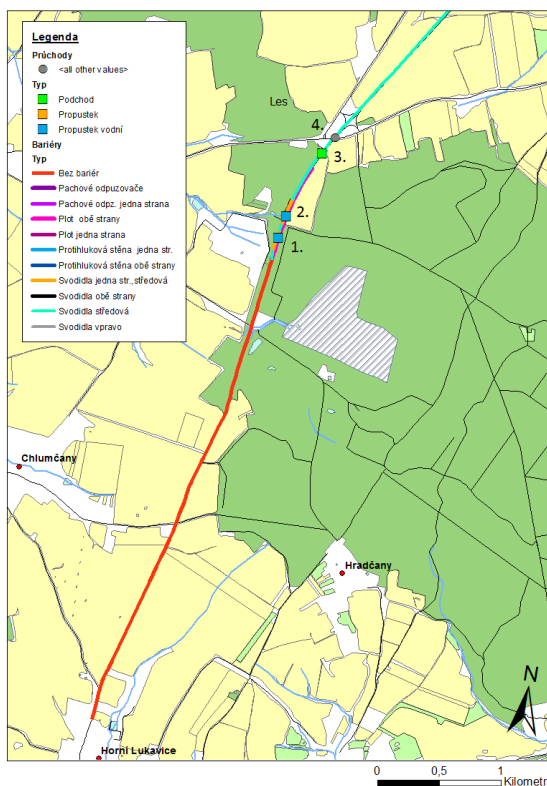


**Obrázek 45: Kategorie pokryvu a Sražená zvíř silnice č. 27 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)**

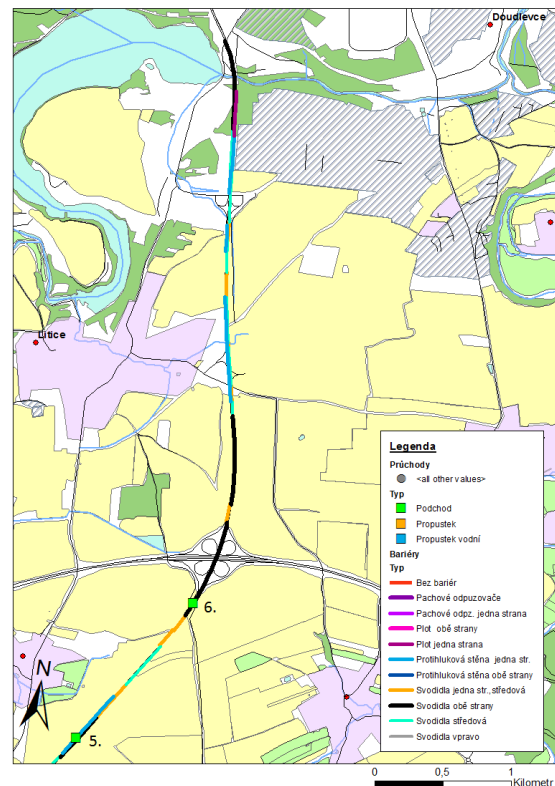
#### 4.4.3 BARIÉRY A MIGRAČNÍ OBJEKTY

Tato silnice má nejdelší úsek bez bariér měřící 4 019 metrů. Ten končí v místě, kde se silnice rozšiřuje na dva proudy v každém směru a kde také končí úsek lesa po obou stranách komunikace. V prostoru polí jsou sráženi především zástupci prasete divokého, kteří zde hledají úkryt (Košnář, 2012). Na začátku lesního úseku by měla značka upozorňující na přítomnost zvěře (příloha č. 75) podmínit snížení rychlosti vozidel. Je zde ale velké množství záznamů o sražené zvěři, především z kategorie neznámé. V tomto úseku můžeme soudit, že se může jednat o zástupce prasete divokého nebo srnce obecného. Dále je silnice zabezpečena ploty a není zde mnoho zaznamenaných srážek, přestože jsou vlivem vodní eroze na některých místech pod ploty koryta, do kterých může zvěř zapadnout a dostat se tak na komunikaci bez možnosti návratu. Na mapách č. 46 a č. 47 jsou po celém zbývajícím úseku silnice vyznačena středová svodidla místy doplněna o postranní. Na začátku a na konci čtyřproudového úseku silnice jsou instalovány ploty. V případě plotů realizovaných po obou stranách komunikace jsou jejich zakončení napojena na vysoký násep, zdvihající se po stranách migračního objektu č. 3.

Plot, po pravé straně komunikace v blízkosti Litické přehrady, začíná se zástavbou a končí ve vysokém náspu mostem pro pěší. Protihlukové stěny jsou vybudovány po jedné straně komunikace nad migračním objektem č. 5 a dále v místech se zástavbou. Pachové odpuzovače nejsou na této silnici realizovány. V úseku mezi migračními objekty č. 5 a 6 se rozkládají široká pole. Silnice je zde převážně v zářezu a není tak mnoho záznamů o srážkách. V následujícím úseku před obcí Litice se i přes zabezpečení a silnici v zářezu vyskytuje další velké množství srážek. Jedinou možností vniknutí zvěře na vozovku jsou dva krátké úseky bez svodidel na obou koncích tohoto úseku. Směrem k městu už není přístup na vozovku, v místech zaznamenaných střetů, výrazně ztížen.



**Obrázek 46: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice č. 27 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)**



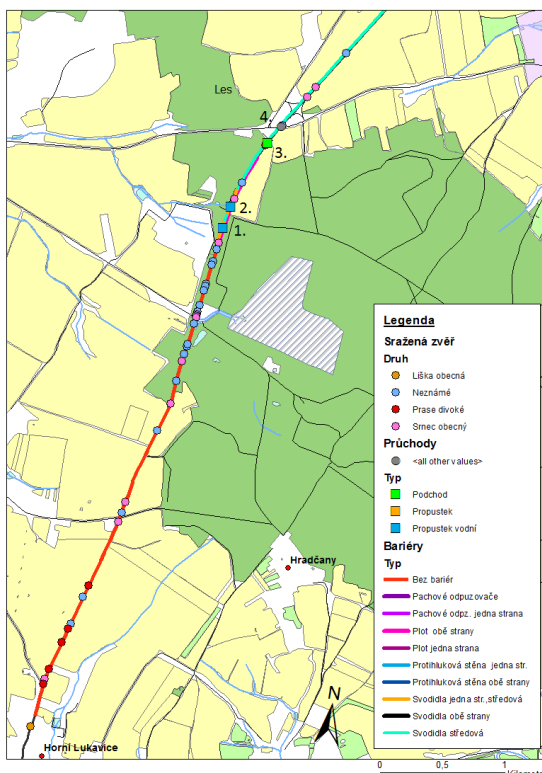
**Obrázek 47: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice č. 27 (podkladová data OpenStreetMap, 2017)**

Nachází se zde ale několik migračních průchodů. Objekty č. 1 a č. 2 jsou propustky primárně navržené na odvod vody, ale mohou sloužit jako propustky pro drobné živočichy (příloha č. 77). Objekt, na mapě označen č. 3 a na obrázku č. 50, je přesýpaný most speciální, který neslouží žádnému jinému účelu. Podchod ústí do úzkých pásů zeleně, které na jedné straně navazují na pole a na druhé na les. Je vysoký 4 metry, široký 15 metrů a na délku měří 43 metrů. Povrch je zcela přírodní, ale holý bez vegetace. Pod

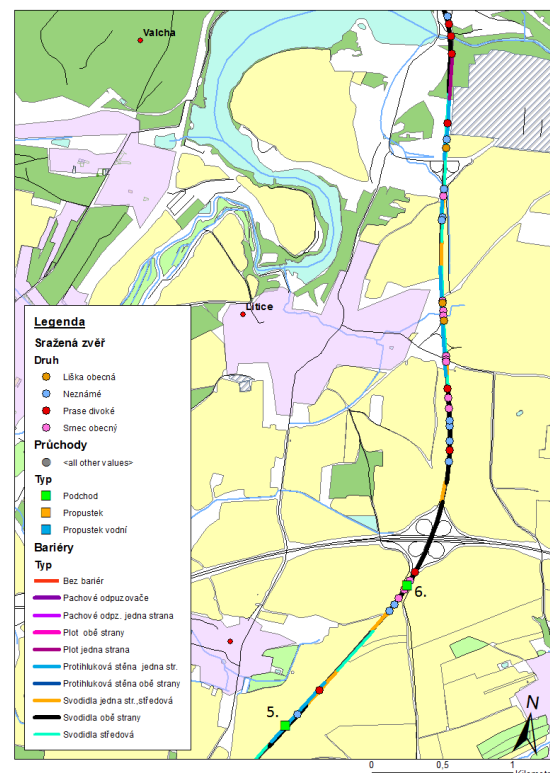


mostem je poměrně tmavý a dlouhý prostor. Nicméně podle vyšlapaných cestiček v podrostu je objekt využíván. V okolí průchodu jsou ojedinělé záznamy o srážkách. Zvěř se na vozovku dostala pravděpodobně v místech styku náspu a plotu.

Silniční podjez, označen č. 4 a zobrazen v příloze č. 78, je určen pouze silničnímu provozu. Svým profilem vzbuzuje dojem malé verze mostu velkého, jelikož se po jedné straně nachází pás zeleně. Není zde ale možnost průchodu. Objekt č. 5, na obrázku č. 51, je víceúčelový most o výšce 6 metrů, šířce 10 metrů a délce 33 metrů. Povrch je přírodní se známkami výskytu sledované zvěře (příloha č. 76). Silnice nad podchodem se nachází ve vysokém náspu, opatřená z levé strany protihlukovou stěnou a z druhé strany svodidly. Podchod navazuje po obou stranách na pole, ale z levé strany je zahrazen elektrickým ohradníkem a možnost úniku je pouze po obrostlém svahu náspu. Posledním objektem č. 6, na fotografii č. 52, je opět víceúčelový most se zpevněným šterkovým povrchem. Jeho výška je 7 metrů, šířka 10 metrů a délka 30 metrů. Betonem zpevněné ústí se na obě strany rozbíhá do navazujícího pole. Silnice vedena nad podchodem je ošetřena svodidly po obou stranách. Kolem objektu je zaznamenán velký shluk srážek. Podchod vykazoval známky častého využívání lidmi a v jeho okolí se vyskytovalo velké množství drobného odpadu.



**Obrázek 48: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na silnici č. 27 (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017)**



**Obrázek 49: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na silnici č. 27 (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017)**



**Obrázek 50: Objekt č. 3 na silnici č. 27**



**Obrázek 51: Objekt č. 5 na silnici č. 27**



**Obrázek 52: Objekt č. 6 na silnici č. 27**

#### 4.5 SRAŽENÁ ZVĚŘ V KATEGORIÍCH KRAJINNÉHO POKRYVU

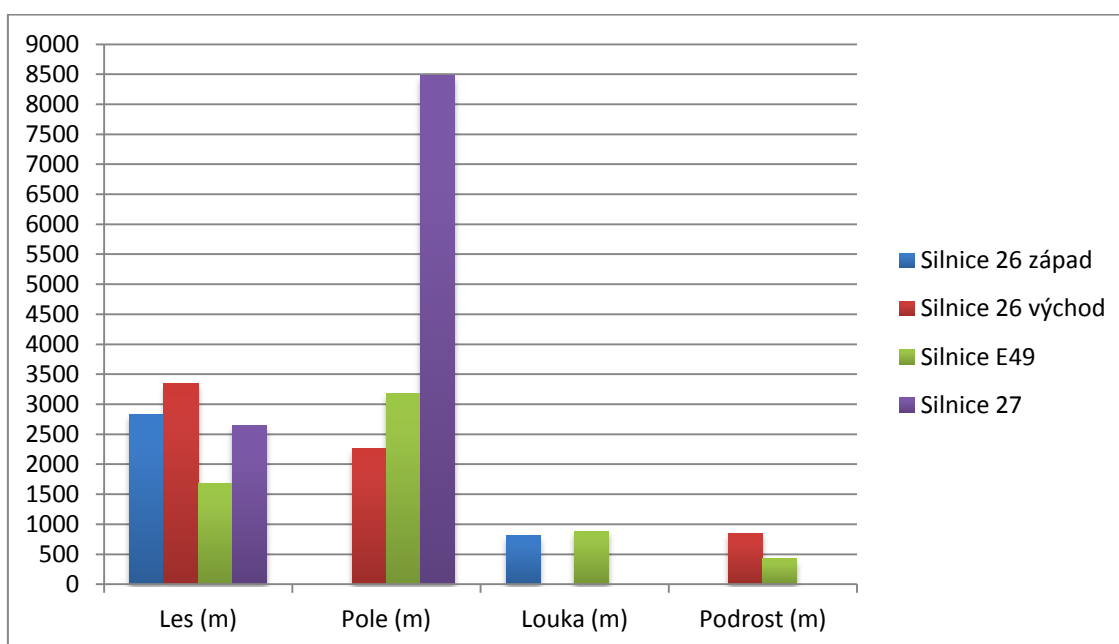
Obsahem této podkapitoly jsou souhrnné tabulky a grafy bez vlivu intenzity dopravy. Pro srovnání jsou v přílohách č. 79- č. 81 umístěny tabulky a grafy zohledňující vliv intenzity dopravy na srážky se zvěří.

##### 4.5.1 DÉLKY KATEGORIÍ NAVAZUJÍCÍHO KRAJINNÉHO POKRYVU

Tabulka č. 8 prezentuje délky jednotlivých kategorií navazujícího krajinného pokryvu. Obecně kategorie pole zabírají 13 908 metrů podél komunikací a jsou tak nejvíce zastoupeným krajinným pokryvem. Na grafu č. 53 je znázorněna výrazná převaha polí na silnici č. 27 oproti ostatním sledovaným komunikacím. Zatímco les se nachází v téměř podobné míře na všech komunikacích, louka a podrost mají velmi nízké zastoupení. Lesy zabírají na silnicích 10 495 metrů, louky 1 698 metrů a podrosty 1 275 metrů. Na východním a západním úseku silnice č. 26 se lesy nacházejí přibližně na 2/3 komunikace. Pouze na silnici E49 se vyskytují všechny čtyři popisované kategorie krajinného pokryvu. Naopak na silnici č. 27 a západním úseku silnice č. 26 se vyskytují dvě ze čtyř kategorií pokryvu.

**Tabulka 8: Délka jednotlivých kategorií krajinného pokryvu**

Délka kategorie	Les (m)	Pole (m)	Louka (m)	Podrost (m)
Silnice 26 západ	2820	0	812	0
Silnice 26 východ	3344	2263	0	852
Silnice E49	1682	3172	886	423
Silnice 27	2649	8473	0	0



**Obrázek 53: Graf délky jednotlivých kategorií krajinného pokryvu**

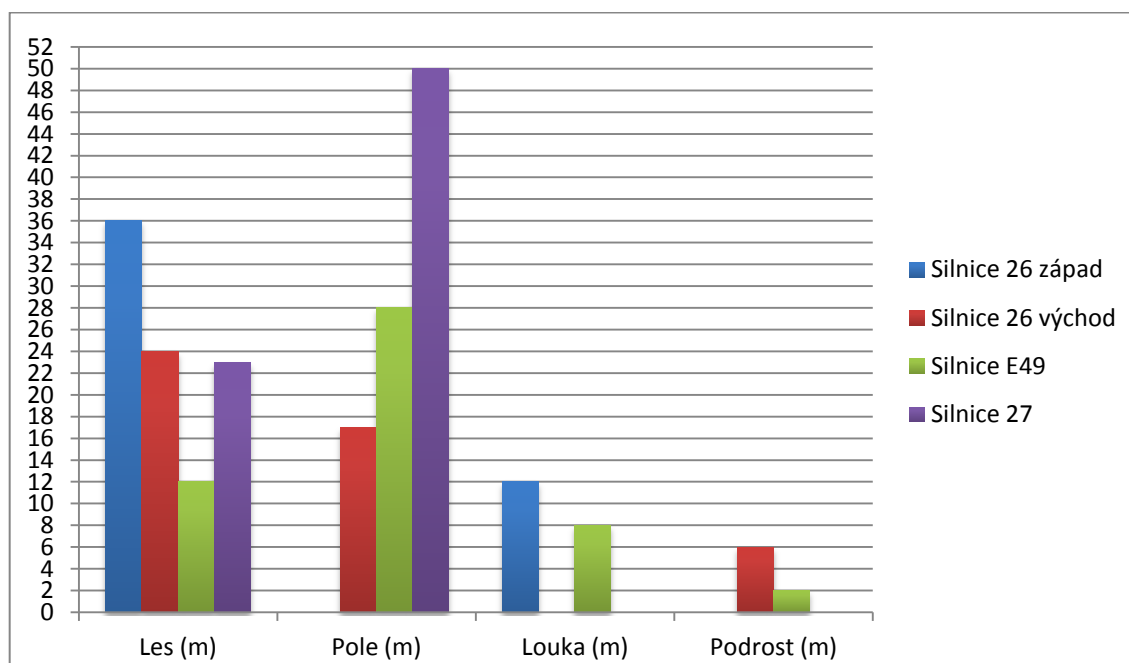
#### 4.5.2 SRAŽENÁ ZVĚŘ V JEDNOTLIVÝCH KATEGORIÍCH KRAJINNÉHO POKRYVU

Celkový počet sražené zvěře ze všech sledovaných komunikací činí 201 kusů. Nejvíce jedinců bylo zaznamenáno v kategorii Neznámé a to 101 kusů. Dále 59 jedinců srnce obecného, 34 kusů prasete divokého a 7 lišek obecných.

V následující souhrnné tabulce č. 9 jsou zaneseny počty sražené zvěře v jednotlivých kategoriích krajinného pokryvu bez rozlišeního umístění podél komunikace. Kategorie pole a les mají naprosto vyrovnaný celkový počet sražených živočichů, ale na silnici č. 27 bylo nejvíce sražené zvěře v kategorii pole. Naopak na východním úseku silnice č. 26 je nejsráživějším krajinným pokryvem les. Z grafu na obrázku č 54 je dobře patrné, že obecně nejméně zvěře bylo sraženo v kategorii podrost a louka.

**Tabulka 9: Sražená zvěř v jednotlivých kategoriích povrchu**

Sražená zvěř	Les (m)	Pole (m)	Louka (m)	Podrost (m)
Silnice 26 západ	36	0	12	0
Silnice 26 východ	24	17	0	6
Silnice E49	12	28	8	2
Silnice 27	23	50	0	0



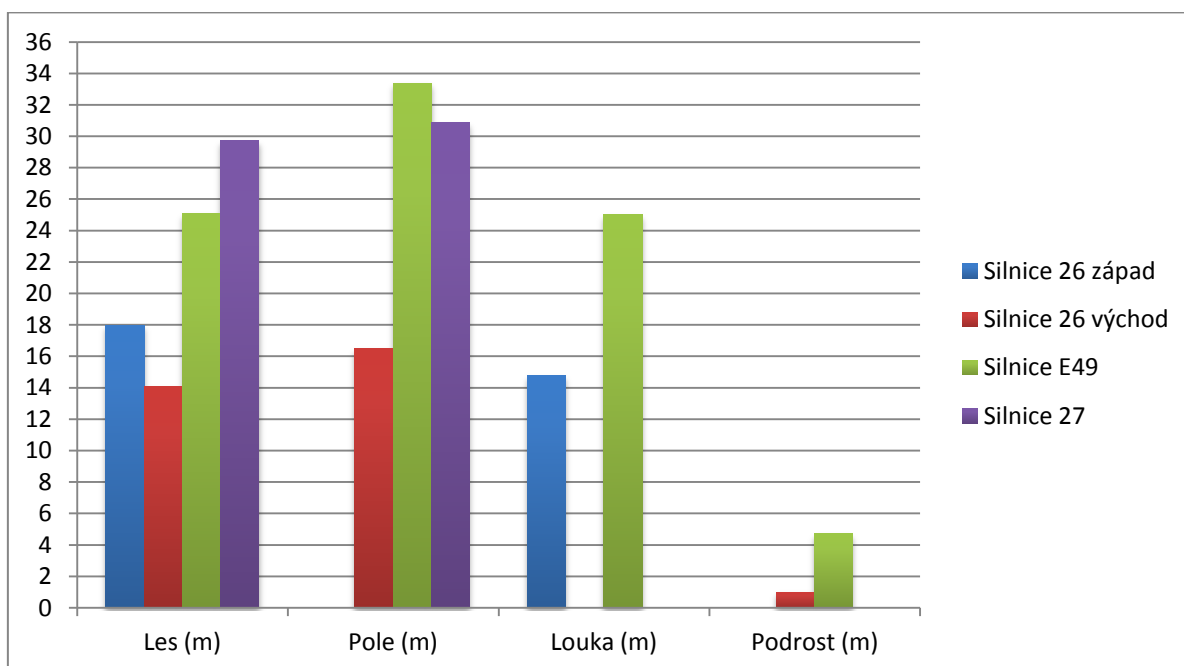
**Obrázek 54: Graf sražené zvěře v jednotlivých kategoriích povrchu**

#### 4.5.3 SRAŽENÁ ZVĚŘ NA KILOMETR DÉLKY NAVAZUJÍCÍHO KRAJINNÉHO POKRYVU

V tabulce č. 10 jsou zobrazeny hodnoty sražené zvěře, které zohledňují délku krajinného pokryvu, na kterém byla sražena. U východního úseku silnice č. 26 není kategorie podrost zohledněna z důvodu velmi malé délky, která by narušovala vzájemné porovnání kategorií. Graf č. 55 dobře prezentuje největší množství srážek v kategorii pole na silnicích č. 27 a E49. Silnice č. 27 má téměř stejnou míru srážek i v kategorii lesa. Také východní úsek silnice č. 26 má podobné hodnoty v kategoriích les a pole, které na sebe na tomto úseku navazují. Stejná je situace na silnici E49.

**Tabulka 10: Sražená zvěř na kilometr délky kategorie krajinného pokryvu**

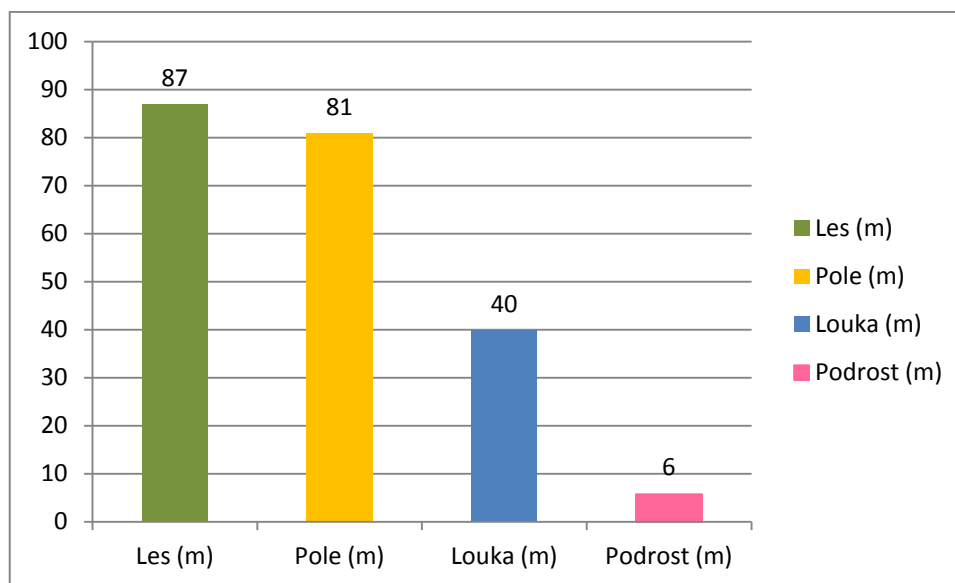
Zvěř/km kategorie	Les (m)	Pole (m)	Louka (m)	Podrost (m)
Silnice 26 západ	18	0	15	0
Silnice 26 východ	14	16	0	/
Silnice E49	25	33	25	5
Silnice 27	30	31	0	0



**Obrázek 55: Sražená zvěř přečítaná na km délky krajinného pokryvu**

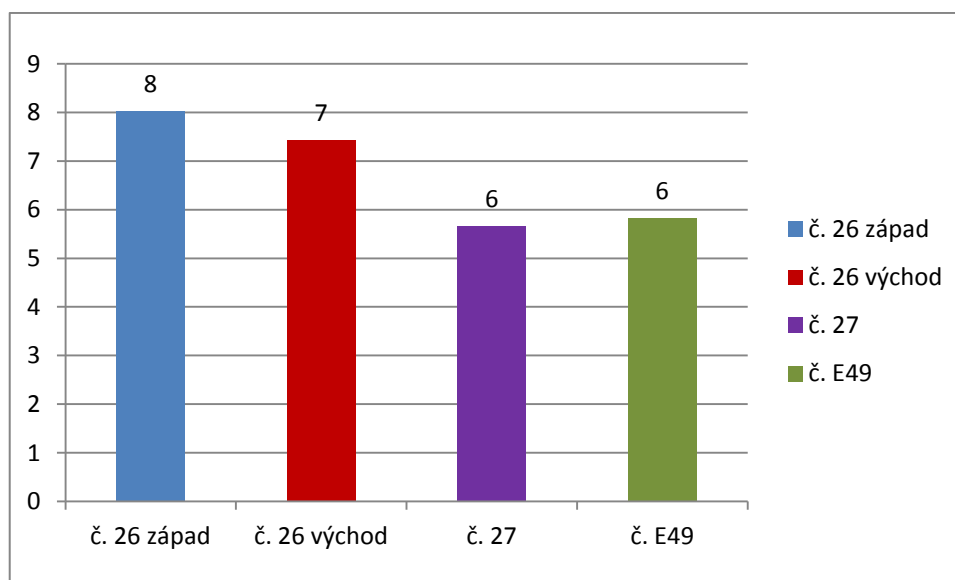
#### 4.5.4 CELKOVÉ POČTY SRAŽENÉ ZVĚŘE A ÚSEKY BEZ BARIÉR

Následující graf č. 56 zobrazuje krajinný pokryv, na kterém bylo zaznamenáno nejvíce srážek se zvěří bez ohledu na silnici, na které byl záznam pořízen. Z důvodu relevantního srovnání pokryvů o různé délce byly hodnoty sražené zvěře přepočítány na km délky plochy. Jak bylo předpokládáno, nejvíce srážek se zvěří je v kategorii les a následně pole.



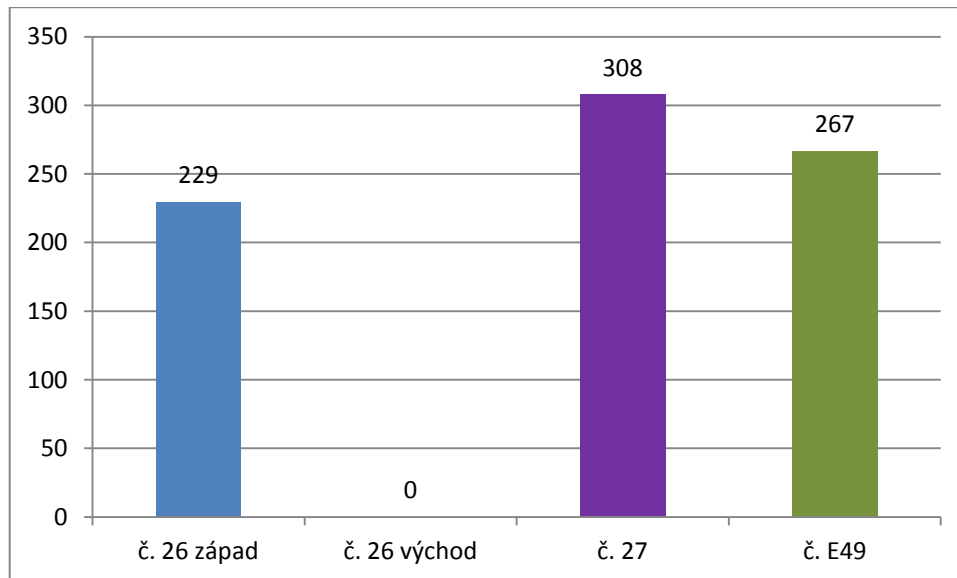
**Obrázek 56: Celkový počet zvěře sražené v jednotlivých kategoriích krajinného pokryvu.**

Graf č. 57 zobrazuje silnici, na které je nejvíce srážek se zvěří. Z důvodu rozdílné délky silnic byla zvěř přepočítána na km délky silnice. Výsledky jsou poměrně vyrovnané a nepatrně více srážek je na kratších z vybraných úseků, které se nacházejí převážně v lese.



**Obrázek 57: Sražená zvěř na km délky vybraných komunikací**

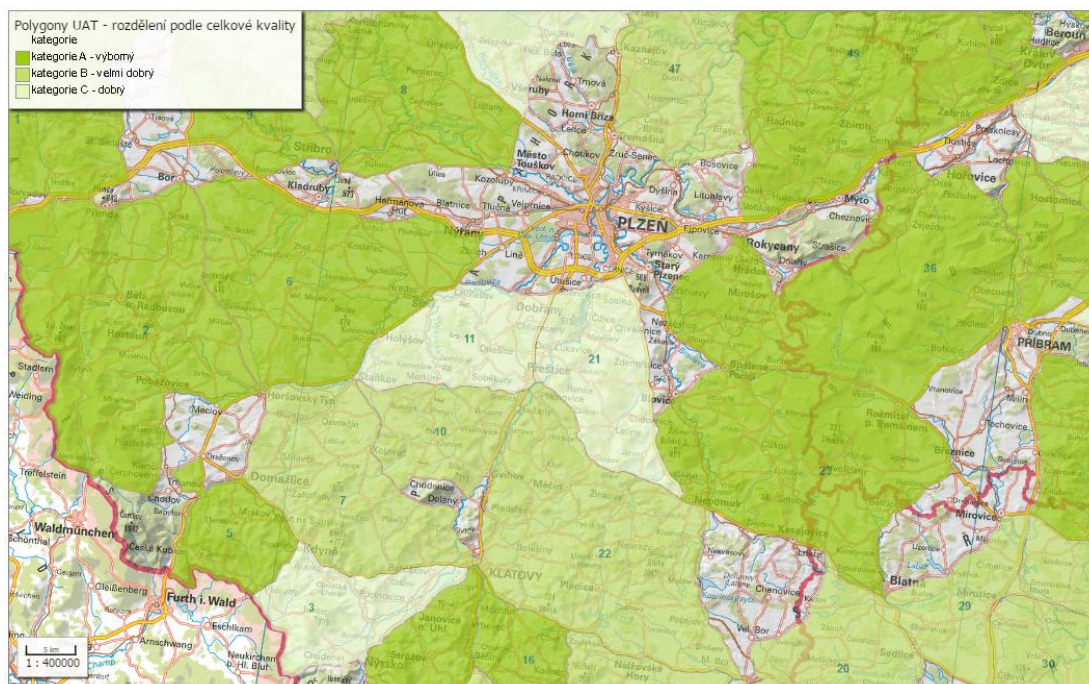
Graf č. 58 zobrazuje úseky bez bariér, které jsou přepočítány na délku vybrané silnice. Nejvíce zabezpečenou silnicí je východní úsek č. 26, který je také nejkratší. Naopak nejdelší silnice č. 27 má v grafu nejvyšší hodnotu vlivem dlouhého bezbariérového úseku v oblasti polí u Horní Lukavice. Západní úsek silnice č. 26 je ze 2/3 ošetřen bariérami a silnice E49 je téměř bezbariérová.



**Obrázek 58: Délka úseků bez bariér (m) přepočteno na km délky jednotlivých silnic**

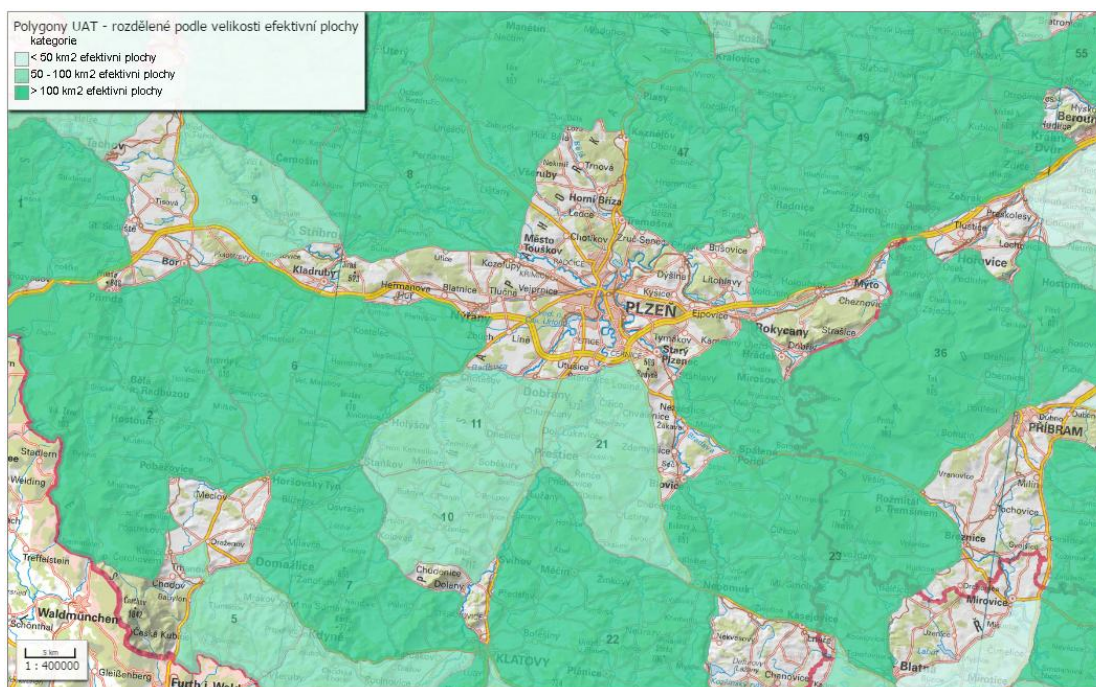
#### 4.6 VLIV VYBRANÝCH SILNIC NA FRAGMENTACI V KRAJINĚ

Zkoumané silnice výrazně ovlivňují svoje okolí na lokální úrovni. Intenzita dopravy v kombinaci se šířkou silnice má prokazatelný vliv na disturbance v okolí komunikací (viz narušené zóny jednotlivých silnic). Prokazatelně bylo zaznamenáno nejvíce srážek se zvěří na úsecích s vyšší intenzitou dopravy (15 001- 25 000 voz/24h) a to 110. Na středně frekventovaných úsecích (10 001- 15 000 voz/24h) bylo sraženo 64 kusů zvěře a nejméně záznamů bylo pořízeno na komunikacích s nízkou intenzitou dopravy (7 001- 10 000 voz/24h). Velkou roli zde ale hrála délka a typ kategorie krajinného pokryvu, na kterém byla srážka zaznamenána a také typ bariérového zabezpečení silnic. Pro srovnání viz tabulky a grafy v příloze č. 78 až č. 81. Z příložených mapy na obrázku č. 59 je zřejmá poměrně vysoká kvalita polygonů na území Plzeňského kraje. Jejich efektivní plochy ve většině případů korespondují s celkovou kvalitou polygonů (obrázek č. 60). Na vymezeném území, zvoleném v této práci, se nacházejí dva polygony UAT (č. 11 a č. 21) s nižší kvalitou, které rozděluje právě zvolená silnice č. 27.



**Obrázek 59: Polygony UAT na Plzeňsku** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Polygony UAT Evernia s.r.o et Cenia, 2012)

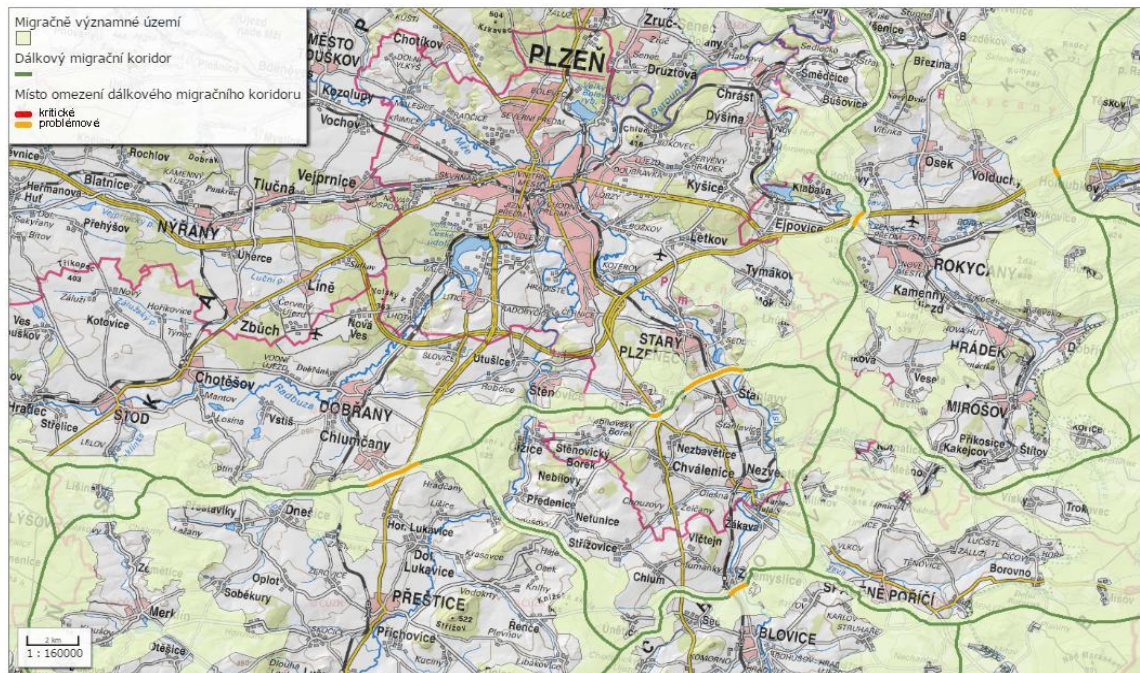
Ty jsou sice v celkové kvalitě polygonů hodnoceny pouze jako dobré, ale jejich efektivní plochy se nacházejí v rozmezí 50-100 km<sup>2</sup>. Přičemž plocha polygonu č. 11 činí 172 km<sup>2</sup> a plocha polygonu č. 21 je 197 km<sup>2</sup>. Na jejich území se, jako nejhodnotnější biotop, rozkládají roztroušené úseky hlavně jehličnatých lesů. Silnice č. 27 dále ve svém pokračování dělí dalších několik polygonů o různé kvalitě.



**Obrázek 60: Mapa Efektivních ploch na Plzeňsku** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, Efektivní plochy Evernia s.r.o et Cenia, 2012).

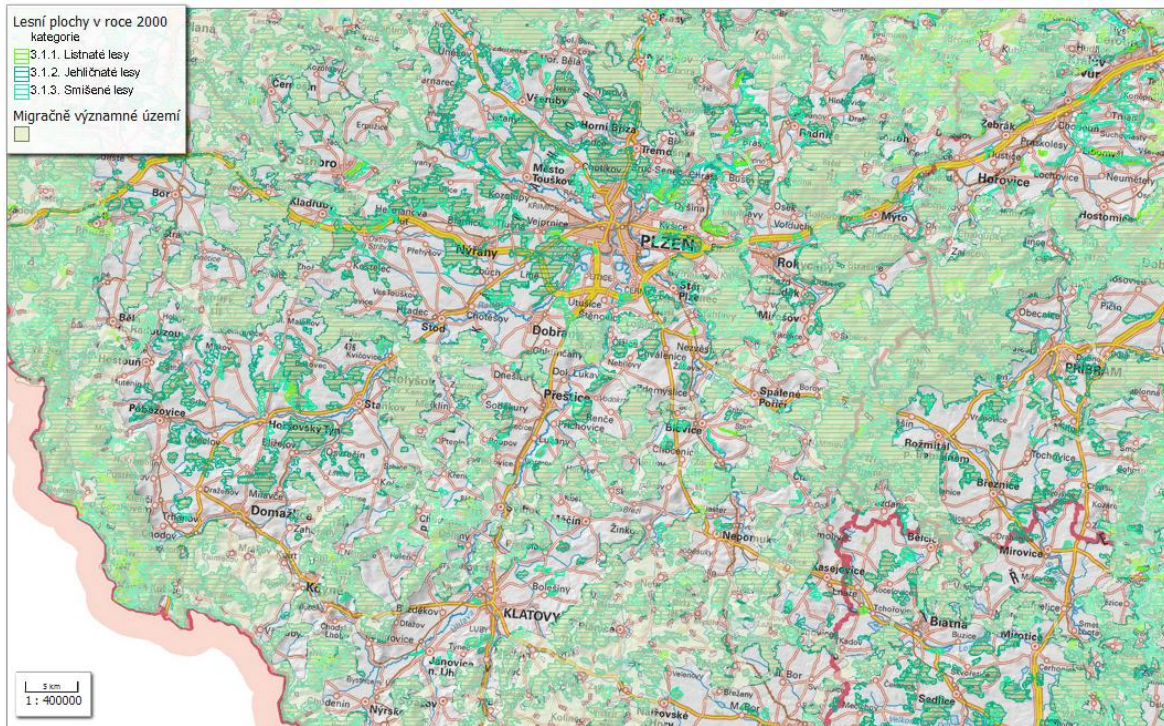


Z výřezu mapy č. 61 je zřejmé, že tato komunikace a komunikace E49 zabíhají do dvou úseků MVÚ a přetínají dva DMK se statutem problémového místa. Silnice č. 27 přetíná DMK v úseku mezi Horní Lukavicí a Chlumčany. Místo střetu se nachází mezi dvěma vzdálenými úseky lesa s prostorem vyplněným rozsáhlou plochou polí. Status problémového místa získalo pravděpodobně kumulací několika dalších silnic nižších tříd, které rovněž koridor protínají a navazují na vybranou silnici.



**Obrázek 61. Výřez MVÚ a DMK se znázorněnými místy omezení v Plzeňském kraji, (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; MVÚ a DKM AOPK ČR, 2017 et Cenía, 2012)**

V případě silnice E49, přetíná DMK v úseku mezi výjezdem z obce Losiná a křižovatkou směrem k obci Chválenice. Křižovatka v místě styku je nepřehledná, s vysokou intenzitou dopravy, a v okolí se rozprostírá holý úsek bez roztroušené zeleně navazující na obou stranách na úseky lesa. V problémových místech se nenachází žádné migrační přechody. Na silnici č. 27 je nejbližší migrační objekt až u křížení se silnicí č. 180 (mapa č. 46, objekt č. 3). Po porovnání výřezů map č. 61 a č. 62) je zřejmé překrytí většiny lesnatých úseků s MVÚ.



**Obrázek 62: Zalesněné plochy na Plzeňsku** (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Lesní plochy Ministerstvo životního prostředí, 2015, et Cenia, 2012)

Vybrané úseky zkoumané v této práci se nacházejí podle Kategorizace území z hlediska migrací pro velké savce na obrázku č. 11 v zóně významné. V té je zaznamenán pouze občasný výskyt velkých savců (Anděra et Zicha, 2017). Silnice za hranicí vybraného úseku přechází dále do kategorie vyšší a to zvýšeného významu.

Západní úsek silnice č. 26 od sebe rozděluje polygony č. 6 a č. 11, ale až dále od sledovaného úseku. Převážnou část obklopují jehličnaté lesy, ale v blízkosti se nenachází žádné MVÚ a tento úsek je z hlediska dálkových migrací neprůchodný.

## 5 DISKUSE VÝSLEDKŮ

Dopravní komunikace představují významné bariéry v krajině. Mortalita volně žijících živočichů během kolizí s dopravními prostředky je označována jako jeden z nejdůležitějších dopadů dopravy na populace živočichů (Anděl et al., 2005). Analýza výsledků na vybraných komunikacích v zájmovém území ukázala, že nejfrekventovanější komunikace v okolí Plzně nejen prochází v blízkosti či přímo přetínají významné biokoridory, ale způsobují úhyny zvěře i mimo tyto úseky.

V místě přetnutí DMK silnicí č. 27 nejsou registrovány žádné srážky, přestože je zde silnice velmi frekventovaná. Úsek je ale velmi přehledný a se začínajícím úsekem lesa i značený. Shluky srážek v okolí přechodu jsou způsobeny kančí zvěří, která podle Košnáře (2012) hledá v přilehlých polích úkryt a potravu. Z toho můžeme soudit, že i srážky s kategorií Neznámé budou způsobeny zástupci prasete divokého spolu se srnčí zvěří. Přilehlý lesní komplex je součástí MVÚ a i přes velké množství srážek není možné úsek oplotit, aniž by se narušila konektivita celku. Možným řešením by byla instalace pachových odpuzovačů. Kušta et al. (2015) zaznamenal na zkoumaném úseku blízko Prahy snížení dopravních nehod se zvěří o 37 % a Mrtka (2012) až o 56 %. Upozorňují ale na spornost účinků odpuzovačů a odkazují na odbornost a zkušenost při správné volbě odpuzovacího prostředku a umístění ohradníku.

V této práci jsou účinky pachových ohradníků sporné. V místech instalace po obou stranách komunikace na silnici č. 26 západ se v důsledku četných srážek jeví jako neúčinné. Naopak není možné posoudit funkčnost odpuzovačů umístěných po jedné straně komunikace, jelikož jsou většinou doplněna o středová svodidla, o která se zvěř může zarazit při vstupu z druhé strany. Podle názorů několika myslivců z Loveckého Fóra (Lovecké fórum/Myslivost, 2014), kteří mají s instalací pachových odpuzovačů zkušenost, může být navíc tato bariéra proražena, pokud má zvěř dostatečnou motivaci. Pachové odpuzovače nejsou funkční v zimních měsících, kdy teplota klesne pod bod mrazu. Podle výzkumu v disertační práci Ing. Mrtka (2014) je ale v těchto měsících obecně srážek se zvěří méně. V místě druhého křížení s DMK na silnici E49 vzniká obdobná situace.

Výsledky vlivu intenzity dopravy zjištěné v této práci korespondují s výsledky několika dalších. Například Mrtka (2012) uvádí, že srážky se zvěří stoupají se zvyšující se intenzitou dopravy až do určitého bodu (25 000 voz/24h), kdy se srážky snižují. Jeho data pochází od

širokého spektra dotazovaných řidičů. Jsou ale v rozporu například s disertační prací Šlajera (2016). Ten označuje jako nejvíce problematické silnice II. a III. třídy. V práci použil statistická data hlášených dopravních nehod zaviněním zvěří.

Lengbein (2007) ve svém projektu, který se týká kolizí jelenů s dopravními prostředky po celé Anglii, uvádí jako nejvíce srážkový krajinný pokryv louku z jedné strany (60 % případů). Na to navazují lesy s 55 % srážkovostí. Kompletní lesy a louky mají podle jeho výsledků stejnou míru srážek (30 %). Výsledky u jednotlivých silnic v této práci ukazují jako nejvíce srážkový krajinný pokryv les po obou stranách komunikace (30 % z celkových sražených na sledovaném území) a pole z jedné strany (27 %). Nejmenší srážky vykazuje pole z obou stran (19 %). Lengbein (2007) poznamenává, že bez znalosti podílu zalesněných nebo otevřených krajinných prostor po celé silniční síti není možné situaci zhodnotit. Zaznamenal ale větší četnost srážek v krajině, kde byl les alespoň z jedné strany, než na otevřeném prostoru. Toto tvrzení zde můžeme také potvrdit.

Keken et al. (2016) dále ve svém srovnání krajinného pokryvu mezi lety 1950- 2012 upozoroval změnu mozaikovitě uspořádané krajiny na velké krajinné celky lesů a polí. Snížila se celková různorodost krajiny a zvýšil se podíl kumulovaných silnic, které zapříčiňují špatnou orientaci zvěře v krajině a nutnost opakovaného přecházení přes komunikace. V této práci se jako vedlejší produkt ukazuje něco podobného. Můžeme z grafu č. 56 sledovat daleko větší zastoupení lesů a polí, než dalších kategorií pokryvu. Ze souhrnných map je zřejmá i vysoká rozloha celků navazujících na vybrané silnice.

Oproti tvrzení Hlaváče et al. (2001) jsou sledované silnice I. třídy většinou opatřeny svodidly nebo jiným bariérovým řešením. Nejčastějšími bariérovými konstrukčními řešeními na vybraných silnicích byla středová svodidla, místy v kombinaci s náročnějším terénem kolem komunikace (silnice v zářezu). Jak uvádí Anděl et al. (2005) srážky jsou větší na úsecích v úrovni terénu. V místech přítomnosti středových svodidel byly zaznamenány velké počty srážek, jelikož se o svodidla přebíhající zvěř zastaví. Neustálé přebíhání může být způsobeno atraktivitou navazujícího krajinného pokryvu, kdy zvěř ještě neupravila svou migrační stezku nebo má v některých úsecích kladnou zkušenost s přechodem (Anděl et al. 2005; Keken et al. 2016). Nejméně srážek by tedy mělo být na silnici č. 26 východ, která má po celé své délce bariéry a i množství plotů. Jelikož je zde dlouhý úsek pouze středových svodidel a také svodidel středových a po jedné straně komunikace, zvěř na silnici pronikne. Silnice je velmi frekventovaná a na jejím území se

nachází pouze jeden přechod s parametry na hranici funkčnosti. Z kumulace srážek v blízkosti konce oplocení můžeme soudit, že je tento podchod nevyužitý. V oblasti přechodu byl při terénním výzkumu zaznamenán vizuální kontakt se srnčí zvěří.

V místě dalšího většího shluku mezi plochou polí, není bohužel možné realizovat funkční přechod. Ostatní komunikace s vyšší intenzitou dopravy mají alespoň nějaké migrační přechody, z nichž je většina přesýpané formy podchodu a splňují podmínky v oblasti optima. Bez dalšího pozorování není možné říci, zda jsou podchody zvěří využívány nebo jsou v okolí průchodů nižší srážky vlivem dalších opatření zamezujících vstup na vozovku. Pouze podchod č. 6 na silnici č. 27 má sice potřebné parametry, ale v oblasti podchodu jsou značné známky rušení lidskou aktivitou a zvěř se pravděpodobně snaží překonat komunikaci vrchem (Anděl et al. 2005). Srovnání map bariér a migračních objektů ukazuje, že kolem průchodů, které jsou dostatečně zabezpečeny proti vniknutí zvěře na komunikaci, nejsou výrazné srážky. Naproti tomu objekty, kolem nichž jsou bariéry pouze polopropustné (svodidlo středové a po jedné straně, plot na jedné straně), vykazují ve svém okolí větší množství srážek. Obdobná zjištění měla studie Ascensão et al. (2013), v níž se zjišťovalo zachování genetické rozmanitosti. Zjistili větší úmrtnost na silnicích s průchody a minimem plotů, než na silnicích plně nebo alespoň částečně oplocených. V místech křížení s DMK není možné realizovat migrační objekt a množství srážek se zvěří tuto nutnost nepotvrzují. Jediný menší podchod vhodný pro malé savce se nachází u obce Líně na silnici č. 26 západ. Průchod je dobře umístěn vzhledem k častému výskytu lišek obecných u lidských sídel. Ten dokládají jak údaje zjištěné v této práci tak několik článků a prací, například Košnář (2013) a Mrtka (2014).

## 6 ZÁVĚR

Výsledky této práce potvrdily hypotézu, podle které je nejvíce srážek na komunikacích protínající les. Nejméně srážek vykazovaly silnice procházející otevřeným prostorem polí.

Úseky s vyšší intenzitou dopravy opravdu vykazovaly nejvíce bariérových řešení, ale většina z nich byla určena k orientaci řidiče na vozovce (svodidla). Opatření zamezující zvěři vstup na vozovku byla instalována povětšinou v lese. Naopak hypotéza, která předpokládá nízký podíl prvků zabezpečující průchodnost krajiny, není potvrzena. Na silnicích o vyšší intenzitě dopravy jsou realizovány migrační objekty, ale pro potvrzení jejich funkčnosti by musel být proveden další výzkum.

Prokazatelně bylo zaznamenáno nejvíce srážek se zvěří na úsecích s vyšší intenzitou dopravy (15 001- 25 000 voz/24h) a to 110. Na středně frekventovaných úsecích (10 001- 15 000 voz/24h) bylo sraženo 64 kusů zvěře a nejméně záznamů bylo pořízeno na komunikacích s nízkou intenzitou dopravy (7 001- 10 000 voz/24h).

Byly zjištěny velmi vyrovnané výsledky v četnosti srážek na jednotlivých silnicích. Nejvyšší četnost srážek, přepočítanou na km délky kategorie krajinného pokryvu nebo délky silnice, byla zaznamenána na západním úseku silnice č. 26 a to v úseku lesa. Také v rámci kategorie krajinného pokryvu lesa bylo sraženo nejvíce zvěře. Ale nejvíce zastoupenou kategorií byla pole.

Nejdelší úsek bez bariér byl změřen na silnici č. 27, který přetíná dálkový migrační koridor. Nejkratší úsek bez bariér je na západním úseku silnice č. 26, kde je velmi nízká intenzita dopravy. Východní úsek silnice č. 26 je kompletně pokryt bariérami, které jsou v místech nejhustější kumulace srážek polopropustné. Účinnost bariér v podobě pachových odpuzovačů nebylo možné z dostupných dat prokázat. Zatímco ploty jsou účinnou překážkou zamezující vstup na komunikaci, snižují konektivitu v krajině a v místech ukončení plotů byl často větší počet srážek.

Bohužel v místech největší akumulace srážek nejsou aplikovaná žádná migrační opatření. Ve většině případů realizaci neumožňují terénní podmínky. Ve dvou případech jsou poblíž anebo přímo v místě kumulace realizovány nevhodné migrační objekty.

## 7 RESUMÉ

Cílem práce bylo zhodnocení vlivu liniových staveb na průchodnost krajiny pro zvěř a vztahů mezi intenzitou dopravy, mortalitou zvěře a navazujícím krajinným pokryvem. Byl proveden terénní výzkum za účelem sběru dat a zmapování okolního krajinného pokryvu s následnou digitalizací dat. Při sběru dat byla sledována četnost migračních objektů a jejich parametry. Stěžejní bylo co nejpřesnější zaznamenání polohy a délky bariér na komunikacích. Zjištěná data byla kategorizována a provázána s daty srážek se zvěří v mapovém prostředí ArcMap. Na mapovém podkladu bylo použito několik analýz a výpočtů. Výsledkem je soubor map a grafů, které dokládají souvislost mezi intenzitou dopravy a budováním bariér na komunikacích. Také potvrzují hypotézu, podle které je největší počet srážek se zvěří na komunikacích vedoucích lesem. Naopak vyvrací předpoklad nízkého počtu migračních prvků. Je patrná snaha o zabezpečení komunikací proti vniknutí zvěře použitím plotů a pachových ohradníků. Účinnost odpuzovačů nebyla v této práci prokazatelná vlivem kombinace s jinou polopropustnou bariérou.

### Resume

The aim of this thesis is to evaluate the influence of linear structures on the permeability of the landscape and determine relations between traffic intensity, wild life mortality and a landcover. The field research was conducted for a purpose of data collection and detailed landcover mapping. Quantity and parameters of passage constructions were observed. The key points of the field works were register accurate position and length of particular barriers in the landscape.

Collected data were categorized and combined with wildlife-vehicle collisions in the ArcMap software. There were used a several analysis and calculations to obtain results confirming relations between traffic intensity and barriers building. These result also confirm hypothesis that the wildlife-vehicle collisions were most frequented on the roads surrounded by forrest. On the other hand, the findings refute the hypothesis of low amount of passage constructions. The effort of roads security is evident in the use of fences and odor repellents application. The efficiency of odor repellents wasn't proved, because of combination with another semipermeable barrier.

## 8 SEZNAM LITERATURY

### Tištěné zdroje:

ANDĚL, P., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V., MIKO, L., ANDĚLOVÁ, H., 2005. *Hodnocení fragmentace krajiny dopravou: Metodická příručka*. AOPK ČR, Praha.

ANDĚL, P., PETRŽÍLKA, L., GORČICOVÁ, I., 2010. *Indikátory fragmentace krajiny: metodická příručka = Indicators of landscape fragmentation : systematic guide*. Liberec: Evernia

ANDĚL, P., MINÁRIKOVÁ, T., ANDREAS, M., ed., 2010. *Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce*. Evernia, Liberec.

ANDĚL, P., HLAVÁČ, V., LENNER, R., 2006. *Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy: Technické podmínky*. Ministerstvo dopravy ČR, odbor pozemních komunikací, Praha.

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.

HLAVÁČ, V., ANDĚL, P., 2001. *Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy*. AOPK ČR, Praha.

LENGBEIN, J., 2007. *National Deer-Vehicle Collisions Project*. Deer for the Highways Agency.

ŠLAJER, D., 2016. *Zhodnocení účinnosti zábran proti zvěři na pozemních komunikacích*. Diplomová práce, České vysoké učení technické v Praze.

MRTKA, J., 2012. *Mortalita vybraných skupin obratlovců způsobená dopravními prostředky*. Disertační práce, Mendelova univerzita v Brně.

### Elektronické zdroje:

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJIN ČESKÉ REPUBLIKY. 2017 [online]. [cit. 27. 3. 2017]. Dostupné z: [www.ochranaprirody.cz](http://www.ochranaprirody.cz)



- ANDĚRA, M, ZICHA, O, Mapování savců v ČR [online] Mapování výskytu druhů v České republice, 2010 [cit. 17. 4. 2017]. Dostupné z: [www.savci.biolib.cz/](http://www.savci.biolib.cz/)
- ASCENSAO, F., CLEVENGER, A., JACKSON, N., SANTOS- REIS, M., URBANO, P., *Wildlife–vehicle collision mitigation: Is partial fencing the answer? An agent-based model approach*. Ecological Modelling [online]. ScienceDirect, 2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380013001294>
- BELECO. 2014 [online]. [cit. 27. 3. 2017]. Dostupné z: [www.beleco.cz/odborna-cinnost/pruzkumy-monitoring-a-vyzkum/navrh-managementu-bezlesi.html](http://www.beleco.cz/odborna-cinnost/pruzkumy-monitoring-a-vyzkum/navrh-managementu-bezlesi.html)
- BUČEK, A., 2003. *Ekologické sítě – koncepce, tvorba a péče*. ÚSES – zelená páteř krajiny – sborník ze semináře [online] [cit. 28. 2. 2017] Dostupné z: [www.uses.cz/data/sbornik03/\\_bucek.pdf](http://www.uses.cz/data/sbornik03/_bucek.pdf)
- BUČEK, A. *Východiska a vývoj tvorby ekologických sítí v ČR*. Ochrana přírody [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2013, 2012(zvláštní číslo) [cit. 28. 2. 2017]. Dostupné z: [www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/vychodiska-a-vyvoj-tvorby-ekologickych-siti-v-cr/](http://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/vychodiska-a-vyvoj-tvorby-ekologickych-siti-v-cr/)
- GIVERTZ, E., THORNE, J., BERRY, A., JAEGER, J., *Integration of landscape fragmentation analysis into regional planning: A statewide multi-scale case study from California, USA*. Landscape and Urban Planning [online]. ResearchGate, 2017 [cit. 7. 3. 2017]. Dostupné z: [www.researchgate.net/publication/222301416\\_Integration\\_of\\_landscape\\_fragmentation\\_analysis\\_into\\_regional\\_planning\\_A\\_statewide\\_multi-scale\\_case\\_study\\_from\\_California\\_USA](http://www.researchgate.net/publication/222301416_Integration_of_landscape_fragmentation_analysis_into_regional_planning_A_statewide_multi-scale_case_study_from_California_USA)
- HLAVÁČ, V., *Současné postupy při budování ekoduktů jsou neefektivní*. Ekolist.cz [online]. BEŽEK, 2011 [cit. 31. 3. 2017]. Dostupné z: [www.ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/vaclav-hlavac-soucasne-postupy-pri-budovani-ekoduktu-jsou-neeefektivni](http://www.ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/vaclav-hlavac-soucasne-postupy-pri-budovani-ekoduktu-jsou-neeefektivni)
- KEKEN, Z., KUŠTA, T., LANGER, P., SKALOŠ, J., *Landscape structural changes between 1950 and 2012 and their role in wildlife–vehicle collisions in the Czech Republic*. Land Use Policy [online]. ScienceDirect, 2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837715302295?np=y&npKey=06866f40e89832af2caf392e7b18f1b62ac657e0ee7bf2c1b2ae85682f5fafb6>

KOLINA, J., *Mosty za miliardy se stavěly zbytečně, zvěř bude silnice pocházet*, Lidovky.cz [online]. Mafra, a.s, 2011 [cit. 31. 3. 2017]. Dostupné z: [www.lidovky.cz/mosty-za-miliardy-se-stavely-zbytecne-zver-bude-silnice-podchazet-10l-/zpravy-domov.aspx?c=A110203\\_150107\\_In\\_domov\\_spa](http://www.lidovky.cz/mosty-za-miliardy-se-stavely-zbytecne-zver-bude-silnice-podchazet-10l-/zpravy-domov.aspx?c=A110203_150107_In_domov_spa)

KOŠNÁŘ, A., *Divoká prasata- známe je?*. Ekolist.cz [online] BEZK, 2012 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/divoka-prasata-zname-je>

KOŠNÁŘ, A., *Liška obecná- skrytě žijící lovec*. Ekolist.cz [online] BEZK, 2013 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/liska-obecna-skryte-zijici-lovec>

KUŠTA, T., KEKEN, Z., JEŽEK, M., KŮTA, Z., *Effectiveness and costs of odor repellents in wildlife–vehicle collisions: A case study in Central Bohemia, Czech Republic*. Transportation Research Part D: Transport and Environment [online]. ScienceDirect, 2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920915000498>

KUTAL, M., *České ekodukty jsou špatný vtíp za veřejné peníze,*. Ekolist.cz [online] BEZK, 2011 [cit. 31. 3. 2017]. Dostupné z: [www.ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/miroslav-kutal-ceske-ekodukty-jsou-spatny-vtip-za-verejne-penize](http://www.ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/miroslav-kutal-ceske-ekodukty-jsou-spatny-vtip-za-verejne-penize)

NÁRODNÍ GEOPORTÁL INSPIRE. 2016. [online]. [cit. 18. 2. 2017]. Dostupné z [www: geoportal.gov.cz/web/guest/map](http://www.geoportal.gov.cz/web/guest/map)>.

PEŠOUT, P., HOŠEK, M., *Ekologická síť v podmínkách ČR*. Ochrana přírody [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2013, 2012(zvláštní číslo) [cit. 2. 3. 2017]. Dostupné z: [www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/ekologicka-sit-v-podminkach-cr/](http://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/ekologicka-sit-v-podminkach-cr/)

PŘISPĚVATELÉ, *Pachové ohradníky*, 2014, Lovecké fórum/Myslivost [online], [cit. 10. 4. 2017]. Dostupné z: [www.loveckeforum.info/viewtopic.php?f=9&t=8919](http://www.loveckeforum.info/viewtopic.php?f=9&t=8919)

PŘISPĚVATELÉ OPENSTREETMAP.2017. OpenStreetMap Foundation [online] [cit. 15. 2. 2017]. Dostupné z: [download.geofabrik.de/europe/czech-republic.html](http://download.geofabrik.de/europe/czech-republic.html)

ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR. 2017 [online]. [cit. 29. 1. 2017]. Dostupné z: [www.rsd.cz/wps/portal/](http://www.rsd.cz/wps/portal/)

SRAŽENÁ ZVĚŘ 2017, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i, Olomouc [online]. [cit. 4. 2. 2017]. Dostupné z: <http://www.srazenazver.cz/>

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ

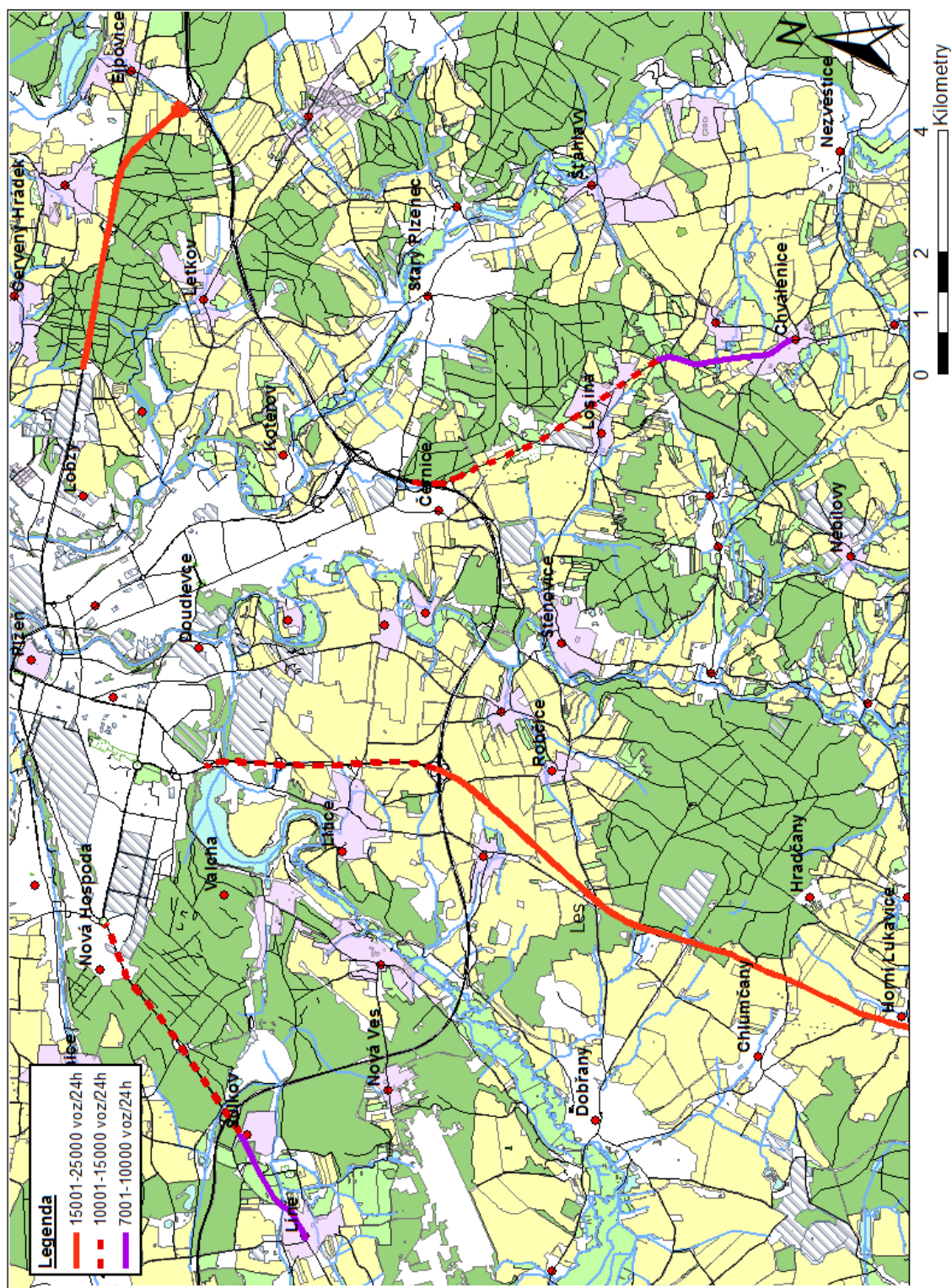
<b>Obrázek 1: Úseky vybraných silnic</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	7
<b>Obrázek 2: Mapa ekologické sítě ČR</b> , © 2008 — 2017 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.....	10
<b>Obrázek 3: Polygony UAT v ČR</b> (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Polygony UAT Evernia s.r.o et Cenia, 2012) .....	11
<b>Obrázek 4: Efektivní plocha polygonů UAT v ČR</b> (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, .....	12
<b>Obrázek 6: Grafické znázornění zvětšování nevhodných ploch</b> (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010) .....	13
<b>Obrázek 5: Grafické znázornění meff</b> (Anděl, Petržílka, Gorčicová, 2010).....	13
<b>Obrázek 7: Vliv rozdílu tvaru polygonu na délku hranic</b> .....	16
<b>Obrázek 8: Polygony UAT podle délky potenciálních bariér</b> (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Efektivní plochy Evernia s.r.o et Cenia, 2012).....	17
<b>Obrázek 9: Mapa MVÚ a DMK se znázorněnými místy omezení</b> (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; MVÚ a DKM AOPK ČR, 2017 et Cenia, 2012) .....	19
<b>Obrázek 10: Migrační profil</b> (Anděl et al., 2011). .....	20
<b>Obrázek 11: Mapa kategorizace území ČR z hlediska migrací velkých savců</b> (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Kategorizace území Evernia s.r.o et Cenia, 2012).....	21
<b>Obrázek 12: Konstrukční typy propustků</b> (Anděl et al., 2011).....	25
<b>Obrázek 13: Propustek pro malé živočichy</b> (Zdroj: © 2017 AOPK ČR) .....	25
<b>Obrázek 14: Ilustrace mostu A) přímo pojížděné a B) přesypané</b> (Anděl et al., 2011). .....	26
<b>Obrázek 15: Most P5 pro dálnici D5 Koterov</b> , (Zdroj: cz.worldmapz.com, foto: david.kreuz) .....	26
<b>Obrázek 16: Pojížděný most Ledce</b> (Zdroj: dálnice.com, foto: © Jan Slovák) .....	27
<b>Obrázek 17: Přesypaný most silnice č. 26 Rokycanská</b> (Zdroj: vlastní foto).....	27
<b>Obrázek 18: Ekodukt Jenišov</b> (Zdroj: © 1996-2017 Economia, a.s., Hospodářské noviny IHNEP.cz) .....	29
<b>Obrázek 19: Nevhodně umístěný ekodukt Lipník nad Bečvou</b> (Zdroj: Mapy.cz) .....	30
<b>Obrázek 20: Narušená zóna silnice č. 26 západ</b> (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017). .....	35
<b>Obrázek 21: Graf sražené zvěře na km délky kategorie krajinného pokryvu</b> .....	36
<b>Obrázek 22: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice č. 26 západ</b> (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017). .....	37
<b>Obrázek 23: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice č. 26 západ</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	38
<b>Obrázek 24: Podchod č. 2 silnice č. 26 západ</b> .....	39
<b>Obrázek 25: Propustek č. 1 obec Líně na silnici č. 26 západ</b> .....	39
<b>Obrázek 26: Souhrnná mapa bariér a sražek se zvěří na západním úseku silnice č. 26</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017). .....	40
<b>Obrázek 27: Narušená zóna silnice č. 26 východ</b> (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017). .....	41

<b>Obrázek 28: Graf sražené zvěře na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 26 východ</b> .....	42
<b>Obrázek 29: Kategorie krajinného pokryvu a Sražená zvěř silnice č. 26 východ</b> (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017).....	42
<b>Obrázek 30: Bariéry a migrační objekty na východním úseku silnice č. 26</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017) .....	43
<b>Obrázek 31: Podchod č. 1 na silnici č. 26 východ</b> (foto vlastní) .....	44
<b>Obrázek 32: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na východním úseku silnice č. 26</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017).....	44
<b>Obrázek 33: Bufferová zóna silnice E49</b> (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017). .....	45
<b>Obrázek 34: Bufferová zóna silnice E49</b> (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017). .....	45
<b>Obrázek 35: Graf sražené zvěře na kilometr kategorie krajinného pokryvu silnice E49</b> .....	46
<b>Obrázek 36: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice E49</b> (topografický podklad: OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017). 47	
<b>Obrázek 37: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice E49</b> (topografický podklad: s OpenStreetMap, 2017, sražená zvěř: Centrum dopravního výzkumu, 2017). 47	
<b>Obrázek 38: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice E49</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	48
<b>Obrázek 39: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na silnici E49</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	48
<b>Obrázek 40: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na silnici E49</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	48
<b>Obrázek 41: Bufferová zóna silnice č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017) .....	49
<b>Obrázek 42: Bufferová zóna silnice č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017) .....	49
<b>Obrázek 43: Graf sražené zvěře na kilometr kategorie krajinného pokryvu silnice č. 27</b> .....	50
<b>Obrázek 44: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	51
<b>Obrázek 45: Kategorie pokryvu a Sražená zvěř silnice č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	51
<b>Obrázek 46: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	52
<b>Obrázek 47: Bariéry a migrační objekty na úseku silnice č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....	52
<b>Obrázek 48: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na silnici č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017). 53	
<b>Obrázek 49: Souhrnná mapa bariér a srážek se zvěří na silnici č. 27</b> (podkladová data OpenStreetMap, 2017; Sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017). 53	
<b>Obrázek 50: Objekt č. 3 na silnici č. 27</b> .....	54
<b>Obrázek 51: Objekt č. 5 na silnici č. 27</b> .....	54
<b>Obrázek 52: Objekt č. 6 na silnici č. 27</b> .....	54
<b>Obrázek 53: Graf délky jednotlivých kategorií krajinného pokryvu</b> .....	55
<b>Obrázek 54: Graf sražené zvěře v jednotlivých kategoriích povrchu</b> .....	56

<b>Obrázek 55: Sražená zvěř přepočítaná na km délky krajinného pokryvu .....</b>	<b>57</b>
<b>Obrázek 56: Celkový počet zvěře sražené v jednotlivých kategoriích krajinného pokryvu.....</b>	<b>58</b>
<b>Obrázek 57: Sražená zvěř na km délky vybraných komunikací .....</b>	<b>58</b>
<b>Obrázek 58: Délka úseků bez bariér (m) přepočteno na km délky jednotlivých silnic .....</b>	<b>59</b>
<b>Obrázek 59: Polygony UAT na Plzeňsku (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Polygony UAT Evernia s.r.o et Cenia, 2012).....</b>	<b>60</b>
<b>Obrázek 60: Mapa Efektivních ploch na Plzeňsku (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, Efektivní plochy Evernia s.r.o et Cenia, 2012).....</b>	<b>60</b>
<b>Obrázek 61. Výřez MVÚ a DMK se znázorněnými místy omezení v Plzeňském kraji, (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; MVÚ a DKM AOPK ČR, 2017 et Cenia, 2012).....</b>	<b>61</b>
<b>Obrázek 62: Zalesněné plochy na Plzeňsku (Zdroj: topografický podklad ČÚZK, 2016; Lesní plochy Ministerstvo životního prostředí, 2015, et Cenia, 2012) .....</b>	<b>62</b>
<b>Obrázek 63: Intenzita dopravy na vybraných silnicích (podkladová data OpenStreetMap, 2017; intenzita dopravy ŘSD, 2015).....</b>	<b>I</b>
<b>Obrázek 64: Kategorie krajinného pokryvu na vybraných silnicích (podkladová data OpenStreetMap, 2017).....</b>	<b>II</b>
<b>Obrázek 65: Sražená zvěř na vybraných silnicích (podkladová data OpenStreetMap, 2017; sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017 .....</b>	<b>III</b>
<b>Obrázek 66: Druhá strana propustku č. 1 obec Líně silnice č. 26 (foto vlastní).....</b>	<b>IV</b>
<b>Obrázek 67: Pachové odpuzovače obec Líně silnice č. 26 západ (foto vlastní).....</b>	<b>IV</b>
<b>Obrázek 68: Pachové odpuzovače Nová Hospoda silnice č. 26 západ (foto vlastní).....</b>	<b>IV</b>
<b>Obrázek 69: Druhá strana vyústění objektu č. 2 silnice č. 26 západ (fotografie vlastní) .....</b>	<b>V</b>
<b>Obrázek 70: Koryto na vodoteč, migrační objekt č. 2 silnice č. 26 západ (fotografie vlastní) .....</b>	<b>V</b>
<b>Obrázek 71: Propustek č. 4 pro odvod vody Nová Hospoda silnice č 26 západ (foto vlastní) .....</b>	<b>VI</b>
<b>Obrázek 72: Plocení podél silnice č. 26 východ (Rokycanská), (foto vlastní) .....</b>	<b>VI</b>
<b>Obrázek 73: Propustek č. 2 na silnici č. 26 východ (foto vlastní).....</b>	<b>VII</b>
<b>Obrázek 74: Stopy zvěře nalezené na lesní cestě u sjezdu na Kyšice na silnice č. 26 východ . na mapě č. 32 v kategorii podrost (foto vlastní).....</b>	<b>VII</b>
<b>Obrázek 75: Značka Pozor zvěř na silnici č. 27 (foto vlastní).....</b>	<b>VIII</b>
<b>Obrázek 76: Stopy zvěře nalezeny v podchodu č. 5, vyznačené na mapě č. 46, na silnici č. 27(foto vlastní).....</b>	<b>VIII</b>
<b>Obrázek 77: Objekt č. 2, vyznačený na mapě č. 45, na silnici č. 27 (foto vlastní) .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Obrázek 79: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 26 západ (vlastní tvorba).....</b>	<b>IX</b>
<b>Obrázek 78: Objekt č. 4, na mapě č. 45, na silnici č. 27 (foto vlastní).....</b>	<b>IX</b>
<b>Obrázek 80: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 26 východ (vlastní tvorba).....</b>	<b>X</b>
<b>Obrázek 81: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice E49 (vlastní tvorba).....</b>	<b>XI</b>
<b>Obrázek 82: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 27 (vlastní tvorba).....</b>	<b>XII</b>

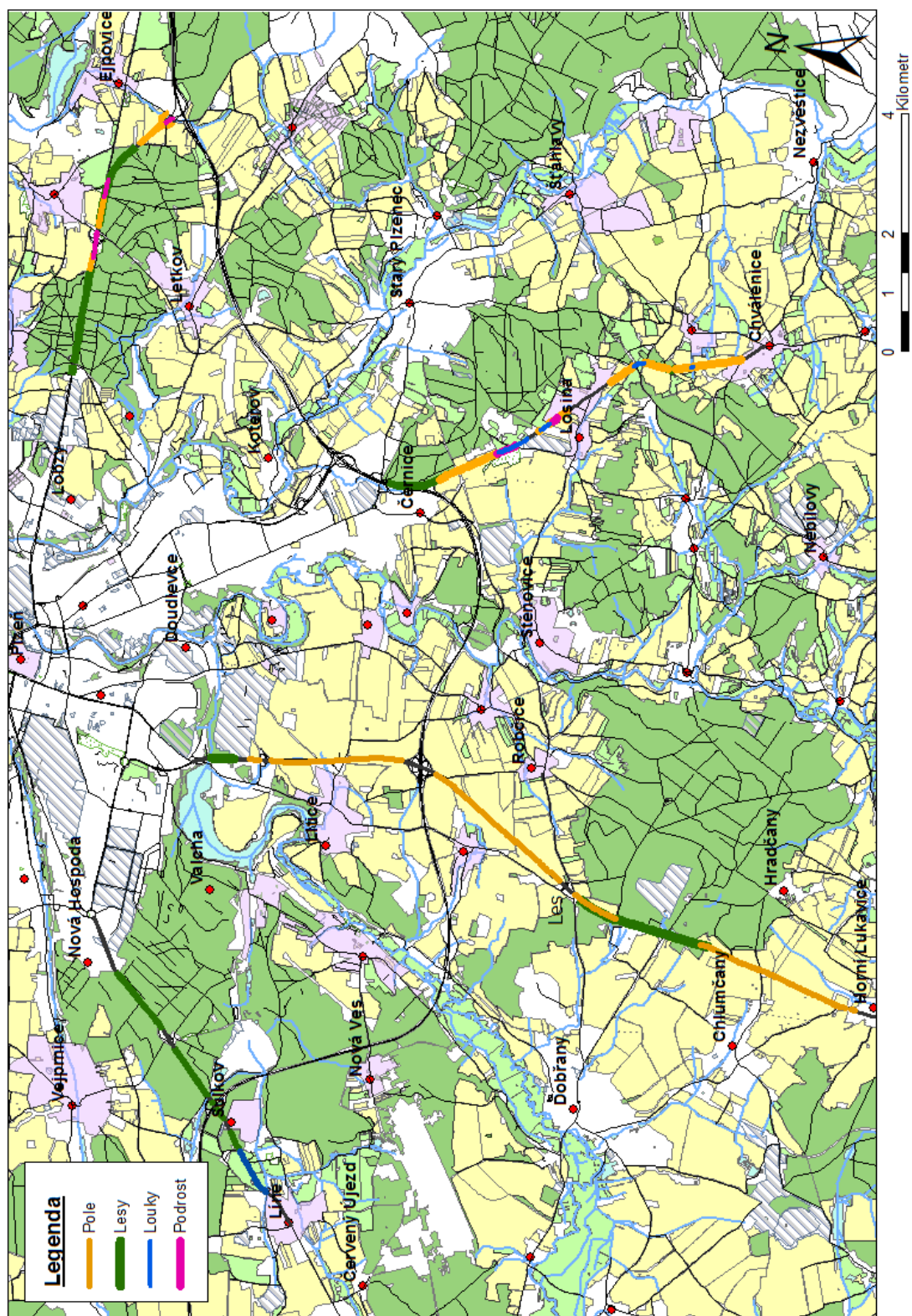
<b>Tabulka 1: Rozdělení migračních opatření, (Anděl, Mináriková, Andreas., et al., 2010).</b>	24
<b>Tabulka 2: Parametry podchodů pro jednotlivé kategorie, (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006).</b>	28
<b>Tabulka 3: Rozměrové parametry nadchodů pro jednotlivé kategorie, (Anděl, Hlaváč, Lenner, 2006; Anděl et al., 2011)</b>	30
<b>Tabulka 4: Kategorie krajinného pokryvu a sražená zvěř pro silnici č. 26 západ.....</b>	36
<b>Tabulka 5: Kategorie krajinného pokryvu a sražené zvěře na silnici č. 26 východ ....</b>	41
<b>Tabulka 6: Kategorie krajinného pokryvu a sražená zvěř pro silnici E49 .....</b>	46
<b>Tabulka 7: Kategorie krajinného pokryvu a sražená zvěř pro silnici č. 27 .....</b>	50
<b>Tabulka 8: Délka jednotlivých kategorií krajinného pokryvu.....</b>	55
<b>Tabulka 9: Sražená zvěř v jednotlivých kategoriích povrchu.....</b>	56
<b>Tabulka 10: Sražená zvěř na kilometr délky kategorie krajinného pokryvu.....</b>	57
<b>Tabulka 11: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici č. 26 západ .....</b>	IX
<b>Tabulka 12: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici č. 26 východ .....</b>	X
<b>Tabulka 13: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici E49.....</b>	XI
<b>Tabulka 14: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici č. 27.....</b>	XII

## 10 PŘÍLOHY

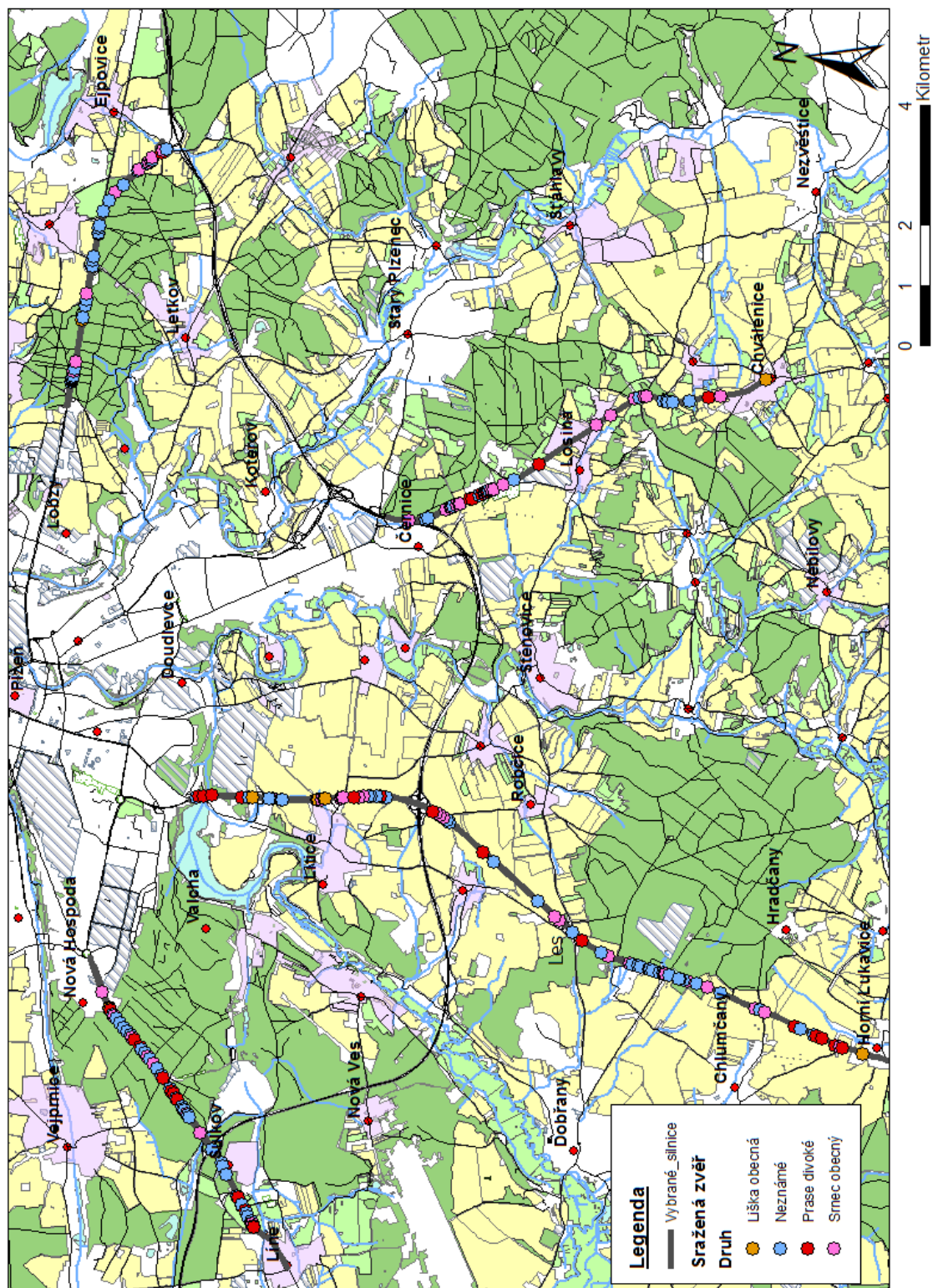


**Obrázek 63: Intenzita dopravy na vybraných silnicích** (podkladová data OpenStreetMap, 2017; intenzita dopravy ŘSD, 2015)





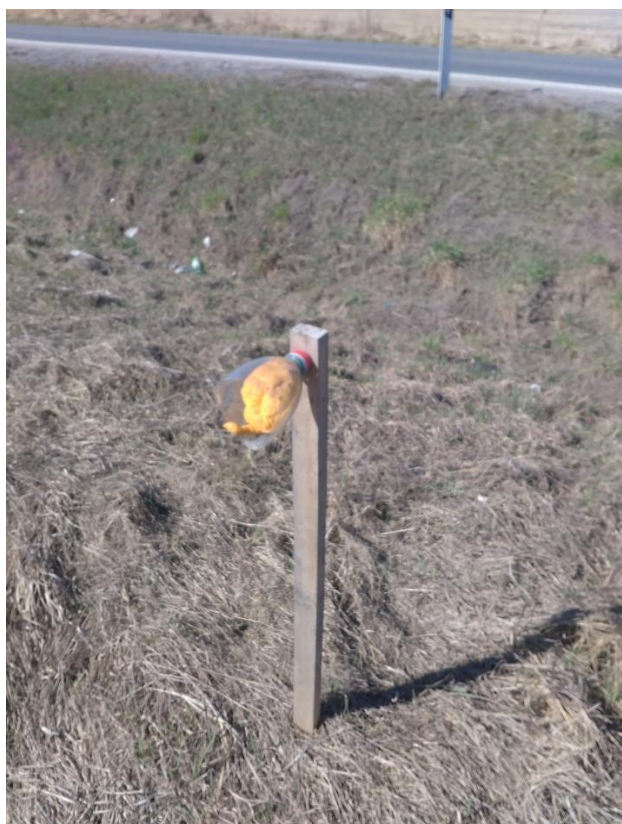
Obrázek 64: Kategorie krajinného pokryvu na vybraných silnicích (podkladová data OpenStreetMap, 2017)



Obrázek 65: Sražená zvěř na vybraných silnicích (podkladová data OpenStreetMap, 2017; sražená zvěř Centrum dopravního výzkumu, 2017)



**Obrázek 66: Druhá strana propustku č. 1 obec Líně silnice č. 26 (foto vlastní)**



**Obrázek 67: Pachové odpuzovače obec Líně silnice č. 26 západ (foto vlastní)**



**Obrázek 68: Pachové odpuzovače Nová Hospoda silnice č. 26 západ (foto vlastní)**



**Obrázek 69: Druhá strana vyústění objektu č. 2 silnice č. 26 západ (fotografie vlastní)**



**Obrázek 70: Koryto na vodoteč, migrační objekt č. 2 silnice č. 26 západ (fotografie vlastní)**



**Obrázek 71: Propustek č. 4 pro odvod vody Nová Hospoda silnice č 26 západ (foto vlastní)**



**Obrázek 72: Plocení podél silnice č. 26 východ (Rokycanská), (foto vlastní)**



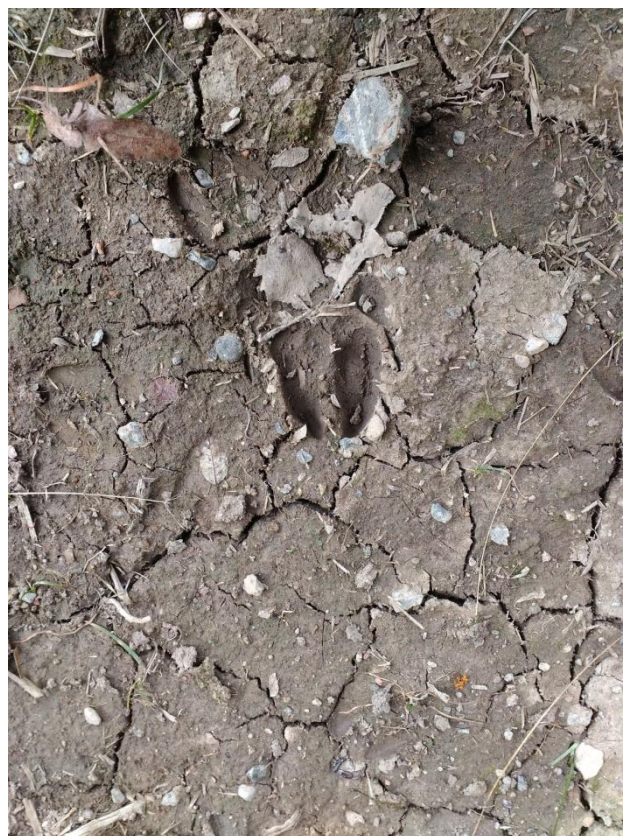
**Obrázek 73: Propustek č. 2 na silnici č. 26 východ (foto vlastní)**



**Obrázek 74: Stopy zvěře nalezené na lesní cestě u sjezdu na Kyšice na silnici č. 26 východ . na mapě č. 32 v kategorii podrost (foto vlastní).**



**Obrázek 75: Značka Pozor zvíř na silnici č. 27 (foto vlastní)**



**Obrázek 76: Stopy zvíře nalezeny v podchodu č. 5, vyznačené na mapě č. 46, na silnici č. 27 (foto vlastní)**



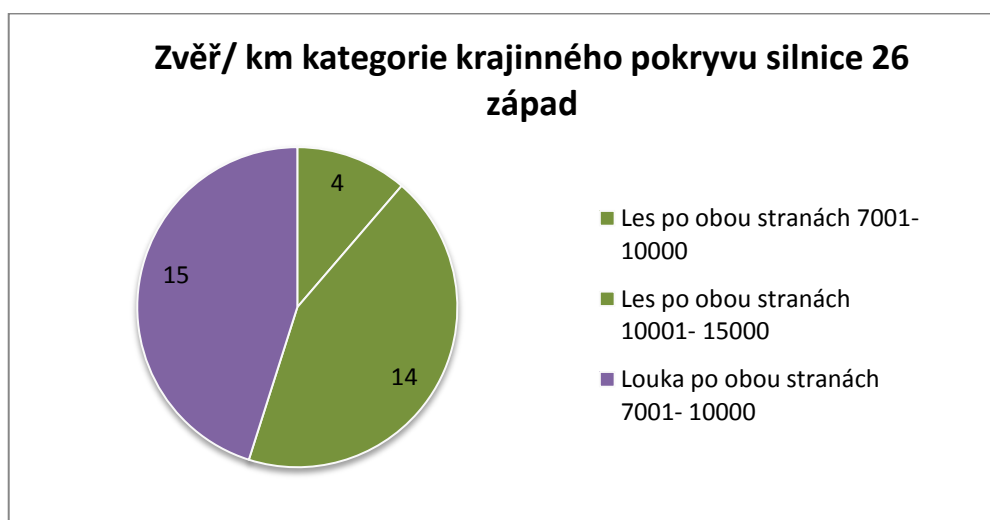
**Obrázek 77: Objekt č. 2, vyznačený na mapě č. 45, na silnici č. 27 (foto vlastní)**



Obrázek 78: Objekt č. 4, na mapě č. 45, na silnici č. 27 (foto vlastní)

Tabulka 11: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici č. 26 západ

Silnice 26 západ							
Kategorie pokryvu	Intenzita	Délka silnice (m)	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražená zvěř	% z celku	Zvěř/ km
Les po obou stranách	7001-10000	6227	270	4,3	1	0,5	4
Les na jedné straně	7001-10000	6227	100	1,6			0
Les po obou stranách	10001-15000	6227	2450	39,2	35	17,5	14
Louka po obou stranách	7001-10000	6227	812	13	12	6	15

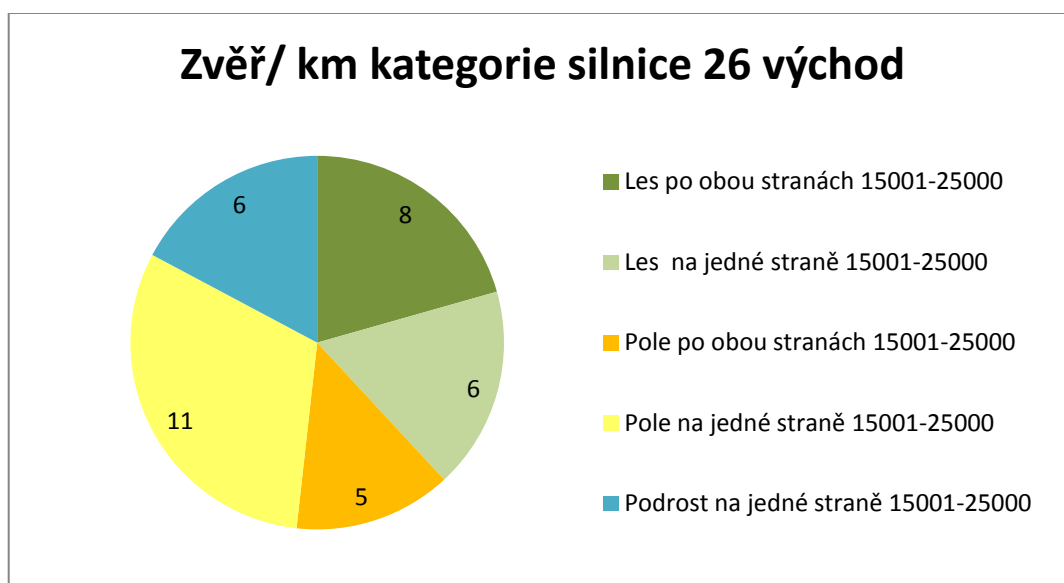


Obrázek 79: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 26 západ (vlastní tvorba)



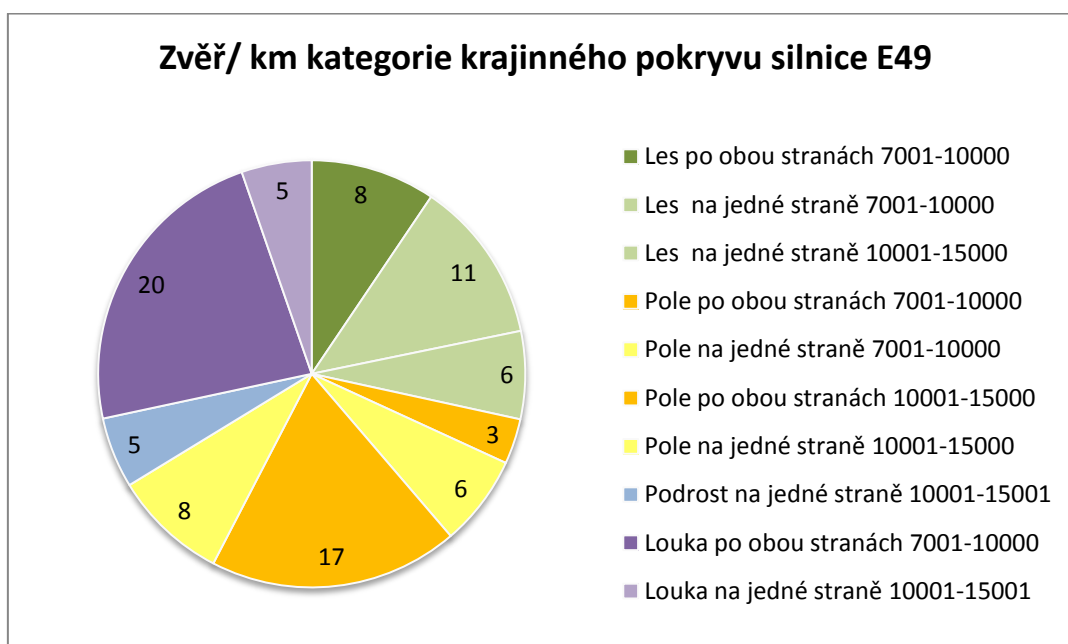
**Tabulka 12: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici č. 26 východ**

Silnice 26 východ							
Kategorie pokryvu	Intenzita	Délka silnice (m)	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražená zvěř	% z celku	Zvěř/ km
Les po obou stranách	15001-25000	4848	2105	43,4	16	7,8	8
Les na jedné straně	15001-25000	4848	1239	25,6	8	4	6
Pole po obou stranách	15001-25000	4848	1389	28,7	7	3,5	5
Pole na jedné straně	15001-25000	4848	874	18	10	5	11
Podrost po obou stranách	15001-25000	4848	65	1,3	1	0,5	1
Podrost na jedné straně	15001-25000	4848	787	16,2	5	2,5	6

**Obrázek 80: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 26 východ (vlastní tvorba)**

Silnice E49							
Kategorie pokryvu	Intenzita	Délka silnice (m)	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražená zvěř	% z celku	Zvěř/ km
Les po obou stranách	7001-10000	7033	120	1,7	1	0,5	8
Les na jedné straně	7001-10000	7033	368	5,2	4	2	11
Les na jedné straně	10001-15000	7033	1194	17	7	3,5	6
Pole po obou stranách	7001-10000	7033	661	9,4	2	1	3
Pole na jedné straně	7001-10000	7033	825	11,7	5	2,5	6
Pole po obou stranách	10001-15000	7033	900	12,8	15	7,5	17
Pole na jedné straně	10001-15000	7033	786	11,2	6	3	8
Podrost na jedné straně	10001-15001	7033	423	6	2	1	5
Louka po obou stranách	7001-10000	7033	246	3,5	5	2,5	20
Louka na jedné straně	10001-15001	7033	640	9,1	3	1,5	5

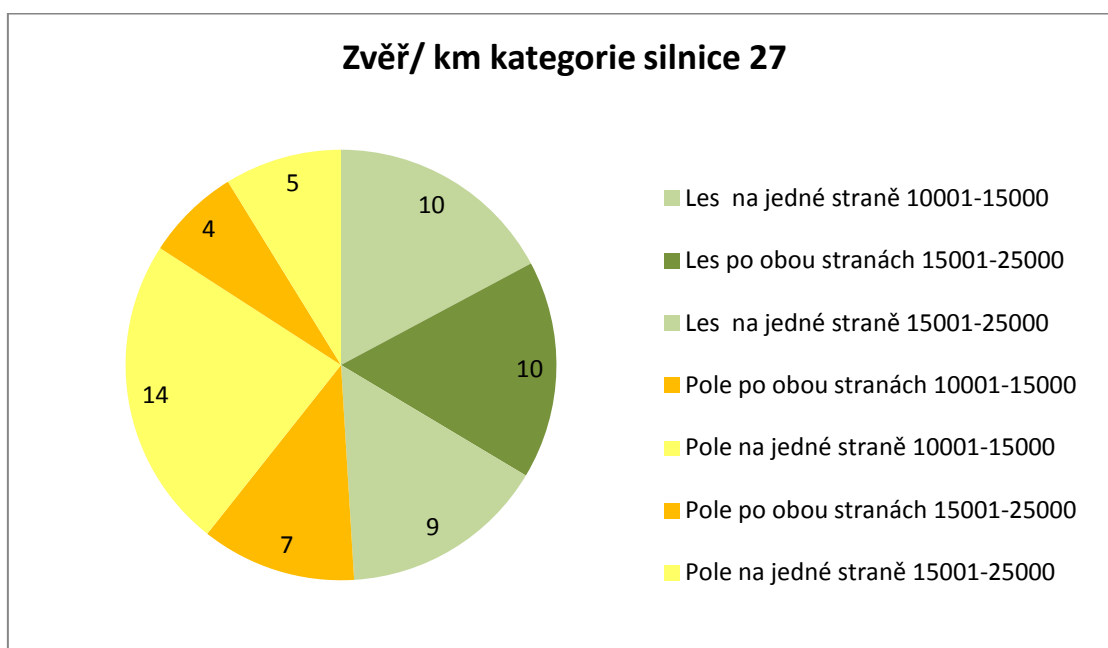
Tabulka 13: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici E49



Obrázek 81: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice E49 (vlastní tvorba)

Tabulka 14: Kategorie krajinného pokryvu, intenzita dopravy a sražená zvěř na silnici č. 27

Silnice 27							
Kategorie pokryvu	Intenzita	Délka silnice (m)	Délka kategorie (m)	% kategorie	Sražená zvěř	% z celku	Zvěř/ km
Les po obou stranách	10001-15000	13057	283	2,2	0	0	0
Les na jedné straně	10001-15000	13057	96	0,7	1	0,5	10
Les po obou stranách	15001-25000	13057	1309	10	13	6,5	10
Les na jedné straně	15001-25000	13057	961	7,4	9	4,5	9
Pole po obou stranách	10001-15000	13057	1418	10,9	10	5	7
Pole na jedné straně	10001-15000	13057	844	6,5	12	6	14
Pole po obou stranách	15001-25000	13057	4898	37,5	21	10,5	4
Pole na jedné straně	15001-25000	13057	1313	10,1	7	3,5	5



Obrázek 82: Sražená zvěř na km délky kategorie krajinného pokryvu silnice č. 27 (vlastní tvorba)