

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta



**Mortalita obratlovců na pozemních komunikacích v okrese Bruntál**

Bakalářská práce

Kateřina Boborová

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Václavík, Ph.D.

2015

## Anotace:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou vysoké mortality obratlovců na pozemních komunikacích vlivem rozpínající se infrastruktury, jakožto liniové bariéry ztěžující migraci a pohyb obratlovců. Dále je posuzována efektivita pachových ohradníků v okolí komunikace trasy Vrbno pod Pradědem - Malá Morávka - Bruntál. Další součástí této bakalářské práce je přiblížení problematiky s použitím literatury.

Výsledky práce jsou porovnávány s oficiálními statistikami českých i zahraničních autorů. Studium dostupné literatury jsem se snažila o nastínění vztahů a vlivů mezi dopravou a populacemi živočichů. Zmíněny zde jsou i faktory ovlivňující mortalitu zvířat na pozemních komunikacích a dopad fragmentace krajiny výstavbou komunikací a s tím spojené negativní dopady na životy živočichů.

Na trase o celkové délce 53,8 km během dvanácti týdnů v průběhu dvanácti měsíců od 7.7.2014 do 15.6.2015 bylo nalezeno 338 ks kadáverů tj. 6,28 kadáverů na 1 km. Nejhojnějšími nálezy byli vrabec domácí (*Passer domesticus*), kos černý (*Turdus merula*), hraboš polní (*Microtus arvalis*), ropucha obecná (*Bufo bufo*) a skokan hnědý (*Rana temporaria*). Zároveň byla zjišťována efektivita pachových ohradníků na srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a bylo zjištěno, že na trase bez pachových ohradníků byla úmrtnost srnce o 250% vyšší, než tomu bylo na trase s pachovými ohradníky. Průměrná mortalita srnce na 1 km délky byla na trase s pachovými ohradníky, která měřila 10,7 km, 5,35 kadáveru a na trase bez pachových ohradníků, jejichž délka byla 11,75 km, činila relativní mortalita 1,67 kadáveru srnce na 1 km. Jako faktory ovlivňující mortalitu obratlovců byly vyhodnoceny biorytmy, stáří, zkušenosti a počasí. Dopad silniční dopravy pro život volně žijících živočichů je negativní, jak z hlediska úmrtnosti živočichů po kolizi s vozidlem tak i nepřímými faktory jako jsou znečištění, hluk a světlo a je zapotřebí tyto faktory eliminovat.

Klíčová slova: infrastruktura, doprava, silnice, fragmentace, migrační objekty, pachové ohradníky, obojživelníci, plazi, ptáci, savci, úmrtnost, kadáver.

## Abstract:

This thesis deals with the high mortality of vertebrates on roads due to expanding infrastructure, as liner barriers hinder the migration and movement of vertebrates. It also assesses the effectiveness of scent fences around the route Vrbno pod Pradědem-> Malá Morávka-> Bruntál. Another part of this thesis is to give a general idea of the issue and outline the relationship between traffic and animal populations with the use of available literature.

The results of this study are being compared with the official statistics of Czech and foreign authors.. Factors affecting the mortality of the animals on roads and the impact of the fragmentation of the landscape with construction of roads and the associated negative impacts on the lives of animals are also mentioned.

338 carcasses were found within twelve weeks during the twelve months on the 53,8 km long trail. The most abundant discoveries were the house sparrow (*Passer domesticus*), blackbird (*Turdus merula*), common vole (*Microtus arvalis*), common toad (*Bufo bufo*) and the common frog (*Rana temporaria*). Simultaneously was identified efficiency of scent fences. Results show the mortality of mammal (*Capreolus capreolus*) at a trace without scent fence is 250% higher than at a trace without them. An average mortality of *Capreolus capreolus* for 1 km of the trace with scent fences was 5,35 cadaver against 11,75 cadaver for 1 km of the trace without scent fences. Biorhythms, age, experience and weather conditions were found to be the most influencing factors of the mortality of vertebrates. The impact of road traffic on the life of wild animals is negative, both in terms of mortality of animals after a collision with the vehicle as well as indirect factors such as pollution, noise and light, and it seems to be necessary to eliminate these factors.

Keywords: infrastructure, traffic, roads, fragmentation, migration objects, scent fences, amphibians, reptiles, birds, mammals, mortality, carcass.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně pod odborným vedením RNDr. Tomáše Václavíka, Ph.D. a za použití citovaných literárních zdrojů.

.....

Podpis

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat všem, kteří měli se mnou po celou dobu trpělivost, panu RNDr. Tomáši Václavíkovi, Ph.D za skvělé vedení a svým úžasným, nenahraditelným rodičům za jejich pomoc a podporu, bez kterých by tato bakalářská práce nevznikla.

# Obsah

ÚVOD .....	3
CÍLE PRÁCE .....	5
1. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	6
1.1 Vliv fragmentace krajiny na život živočichů .....	6
1.2 Faktory ovlivňující mortalitu živočichů na pozemních komunikacích .....	7
1.2.1 Biorytmy živočichů .....	7
1.2.2 Stáří a zkušenosti živočichů .....	8
1.2.3 Pohlaví .....	9
1.2.4 Počasí .....	9
1.3 Rušivé vlivy dopravy na faunu a flóru .....	10
1.3.1 Hluk .....	10
1.3.2 Světelné znečištění .....	10
1.3.3 Chemické látky a jejich účinky .....	11
1.3.4 Mechanické poškození .....	11
1.4 Ochrana proti srážkám zvířat s motorovými vozidly .....	12
1.4.1 Migrační objekty .....	12
1.4.2 Pachové ohradníky jako ochranné prostředky .....	14
1.4.3 Mechanické ploty a doprovodná flóra .....	15
1.4.4 Jednání řidiče .....	16
1.5 Zjištění mortality .....	17
1.5.1 Metodika kontroly cest .....	17
1.5.2 Vliv dopravy a dalších činitelů na kadávery .....	17
1.5.3 Určování kadáverů .....	18

1.6 Oficiální měření mortality živočichů na pozemních komunikacích .....	18
2 Terénní etapa.....	19
2.1 Metodika práce.....	19
2.1.2 Popis vybrané trasy .....	19
2.1.3 Sběr dat .....	20
2.2 Analýza dat .....	22
2.4 Výsledky .....	23
2.4.1 Vyhodnocení celkové mortality .....	23
2.4.2 Vyhodnocení nejrizikovější skupiny živočichů .....	23
2.4.3 Vyhodnocení nejrizikovějších druhů jednotlivých tříd .....	26
2.4.4 Mortalita živočichů v průběhu roku .....	27
2.4.5 Porovnání mortality obratlovců na jednotlivých trasách.....	30
2.5 Porovnání efektivity pachových ohradníků.....	32
3 Diskuze a závěr .....	34
3.1 Nejohroženější třída živočichů.....	35
3.2 Nejrizikovější druhy.....	36
3.3 Roční mortalita.....	37
3.4 Mortalita na trasách.....	38
3.5 Efektivita pachových ohradníků .....	39
3.1 Závěr .....	41
Přílohy.....	42
Literatura:.....	52

## ÚVOD

S rostoucí lidskou populací dochází ke zvyšování frekvence dopravy. Výstavba nebo rozšíření silnic a dálnic či zvýšení dopravní frekventovanosti se projevuje negativně na populaci volně žijících živočichů, pro které liniové stavby představují významné migrační bariéry. V současnosti v České republice dochází pouze k výstavbě silnic a dálnic, železniční síť se modernizuje a momentálně se další železnice nestaví (Anděl a spol., 2010). Rozpínání infrastruktury má také vliv na fragmentaci krajiny a s tím spojené úhyny zvířat při jejich migraci za potravou, vodou či rozmnožováním.

Mortalita živočichů na pozemních komunikacích se v posledních několika desetiletích stala velmi diskutovaným tématem. Snaha o snížení negativního dopadu rozvoje dopravy na populaci živočichů se ve světě projevuje různě podle druhu pozemní komunikace, kterou jsou zvířata nucena překonat, aby se dostala na místo s potravou, vodou nebo místo, které by bylo vhodné k reprodukci. Střet živočicha s automobilem či jiným dopravním prostředkem bývá často pro jeho život fatální. Liniové stavby jsou nebezpečné nejen pro velké savce (Anděl, Mináriková, Andreas, 2010), ale i pro ptactvo (Johannes Erritzøe et al, Christopher Helm, 2012), plazy a obojživelníky (T. Hels, E. Buchwald, 2001).

Ve snaze o snížení mortality živočichů v důsledku kolize s vozidlem byly projektovány stavby v podobě ekoduktů a podchodů a vynalezeny ochranné prostředky bránící vstupu živočicha do vozovky. Jako ochranné prostředky můžeme zmínit odchytové bariéry pro obojživelníky, instalace oplocenek v rizikových částech silnic pro obojživelníky, plazy a drobné savce nebo pachové ohradníky, které na základě chemických sloučenin, které se z nich v důsledku UV záření uvolňují, slouží k odpuzení vyšších savců, konkrétněji kopytnatců, od pozemní komunikace a zabránit tím srážce zvířete s dopravním prostředkem (Hlaváč, Anděl, 2001). Další možnosti snížení pravděpodobnosti vstupu zvířete do provozu jsou úprava či odstranění vegetace, instalace protihlukových stěn, úprava okrajů vozovky nebo výstražné značení pro řidiče (Hlaváč, Anděl, 2001).



Nehodovost dopravních prostředků s volně žijícími živočichy eviduje policie České republiky, ovšem statistiky vzniklé na základě nahlášených nehod na policii nebývají přesné. K nepřesnosti policejních statistik dochází z důvodu nenahlášení veškerých srážek vozidel se zvířaty. V některých případech, kdy dochází ke kolizi zvířete s vozidlem, je zvíře schopno se dostat z viditelného dosahu řidiče na místo, kde většinou na následky zranění umírá. Statistiky mortality vyšších savců si vedou i jednotliví hospodáři mysliveckých honiteb, kterými prochází silnice. Další statistické záznamy o mortalitě obratlovců na pozemních komunikacích často vychází pouze z nálezů sraženého zvířete na silnici či dálnici. Z důvodu nedostatečného množství nasbíraných dat na Bruntálsku jsem se rozhodla mapovat mortalitu obratlovců a porovnávat efektivitu pachových ohradníků na silnicích I. a II. třídy v okrese Bruntál a vyhodnotit celkovou situaci nejrizikovějších tříd a druhů živočichů.

# CÍLE PRÁCE

Rešeršní část:

Seznámení s problematikou vlivu rozpínajících se infrastruktur na mortalitu zvířat, především dopadů fragmentace krajiny na populace volně žijících živočichů, zhodnocení vlivů výstavby a užívání silniční dopravy na faunu a flóru, jakož i detailní seznam a posouzení nejpoužívanějších praktik možnosti ochrany zvířat proti srážkám s motorovými vozidly na pozemních komunikacích dle autorů, zabývajících se touto problematikou v České republice i ve světě.

Vlastní výzkum

Sběr dat ve vybrané oblasti (silnice II. třídy číslo 445, silnice I. třídy číslo 11 a silnice II. třídy číslo 451 a silnice I. třídy číslo 45) v průběhu šesti dní v každém z dvanácti měsíců jednoho roku. Určení nejrizikovější skupiny živočichů a vyhodnocení nejrizikovějších druhů. Porovnání výsledků z terénní práce se statistikami v literatuře. Porovnání účinnosti pachových ohradníků pro vyšší savce z hlediska ročních období, frekvence dopravy a krajinných prvků.

# 1. LITERÁRNÍ REŠERŠE

## 1.1 Vliv fragmentace krajiny na život živočichů

Fragmentace krajiny je v posledních letech hojně diskutovaným tématem. Výstavbou silnic, dálnic a železnic dochází k narušení souvislosti krajiny a původní krajina je rozdělena na jednotlivé fragmenty. Při výstavbě infrastruktury dochází k zániku a izolovanosti biotopu a stanovišť pro velmi citlivé organismy a liniové stavby jsou hlavní a bezprostřední původci hluku a světelného znečištění, na které zvířata reagují velice negativně.

Ovlivnění živočichů fragmentací krajiny, výstavbou silnic a dálnic je u jednotlivých druhů různé. *„Obecně lze říci, že druhy s omezenou pohyblivostí, druhy s požadavky na rozsáhlý životní prostor nebo druhy se silnou závislostí na určitý typ prostředí jsou ztrátou nebo izolací biotopu nejvíce postiženy“* (P. Anděl, V.Hlaváč, 2005). Ztrátou biotopu rozumíme zničení stanoviště určitého druhu vlivem fragmentace krajiny, ať už výstavbou silnic, dálnic a železnic nebo také zemědělskou činností apod. Bývá také faktorem, který přímo ovlivňuje vymírání druhů, kterých se ztráta biotopu týká. Izolace biotopu se děje, když preference biotopu sniží pravděpodobnost páření mezi dvěma jedinci, kteří preferují rozdílné biotopy (Egan, Hood, Ott, 2012).

Veškerá dopravní síť vytváří určitou síť linií, které představují pro živočichy bariéry, vlivem kterých dochází k izolovanosti jak jedinců, tak i skupin živočichů. Nemožnost migrace izolované skupiny živočichů může mít pak za následek reprodukci mezi zbývajícími členy skupiny a s tím spojené rození potomků s genetickými poruchami (inbreeding) (Hlaváč, 2005). Je-li skupina živočichů izolovaná od zdrojů vody a potravy bez možnosti migrace či změny stanoviště, může dojít až k vyhynutí daného druhu na takovéto lokalitě, která pro něj byla před fragmentací vhodnou nikou. *„Výkyvy početnosti způsobené těmito vlivy by byly v prostředí, kde dochází k pravidelným migracím jedinců z prosperujících částí populace, bez větších problémů nahrazeny, ale v místech s fragmentačními bariérami mohou být osudné“* (Anděl et al, Praha, 2005).

Problém fragmentace krajiny je aktuálním tématem zejména u ekologicky a biologicky zajímavých míst, jako jsou velkoplošné výskyty chráněných rostlin, živočichů, velké části

nedotčené krajiny s určitými vlastnostmi či vzácnými ekosystémy, u kterých je snaha o zachování jejich celistvostí. Podle P.Anděl, V. Hlaváč (2005) jsou příklady různých chráněných území následující:

- vzácné ekosystémy – ochrana prostřednictvím zvláště chráněných území, včetně soustavy NATURA 2000
- kostra krajiny – ochrana prostřednictvím územního systému ekologické stability
- krajinný ráz – ochrana prostřednictvím přírodních parků · kulturně historický ráz krajiny – ochrana prostřednictvím krajinných památkových zón,
- nízká hluková zátěž – připravované oblasti ticha

Zásahy do výše uvedených chráněných území vlivem výstavby infrastruktury by měly za následek celkový úpadek krajiny. Tyto příklady chráněných území fungují jako celky, které by fragmentací byly narušeny, zanikly by a nemohly nadále fungovat jako přírodní ekosystém.

Jako další typ fragmentace krajiny můžeme zařadit i výstavbu lidských sídel a užitkových budov podél silnic nebo v jejich nedaleké blízkosti, čímž dochází k dalšímu narušení rázu a celistvosti krajiny a s tím spojené narušení volného pohybu zvířat.

## **1.2 Faktory ovlivňující mortalitu živočichů na pozemních komunikacích**

### **1.2.1 Biorytmy živočichů**

Mortalita zvířat způsobená vlivem fragmentace se v průběhu roku mění. Životní cykly jednotlivých druhů zvířat jsou ovlivněny biorytmy. Většina volně žijících živočichů jsou nejvíce aktivní při soumraku a rozbřesku. V této době dochází nejčastěji ke kolizím s dopravními prostředky. Významnou úlohu v mortalitě zvířat může hrát také roční období – například u jelenovitých, jako jsou srnec obecný (*Capreolus capreolus*), jelen lesní (*Cervus elaphus*) a los evropský (*Alces alces*) probíhá v průběhu měsíců září a října říje, bude vlivem migrace za účelem hledání partnera jejich mortalita vyšší. Dalším obdobím s vyšší mortalitou srnce, jelena a losa může být zima a s ní spojená migrace za potravou, která je v těchto hladových měsících vzácná. Tu často pak, podobně jako jiná zvířata, hledají v blízkosti lidských sídel – a aby se k nim přiblížili, musejí překonat bariéry

v podobě silnic, dálnic nebo železnic. V zimě je navíc slunečná část dne kratší a tak jsou jelenovití aktivnější po delší dobu než v létě. Spolu se sníženou ovladatelností vozidel v důsledku námraz a ledových pokryvů, případně zhoršenou viditelností ve sněhových srážkách to může mít za následek další zvýšení mortality jelenovitých na komunikacích. Další živočichové, kteří využívají soumraku a noci pro zajištění potravy, jsou šelmy. Šelmy v průběhu noci loví a pravděpodobnost jejich úmrtí vlivem dopravy je nižší, z důvodů menší frekventovatelnosti v průběhu nočních hodin (Wallis, 2005).

U ptáků je mortalita závislá na ročním období více než je tomu u savců (Gryz a Krauze, 2008). S vyšší aktivitou ptáků se počítá v teplejších měsících, z důvodů migrací na stanoviště vhodné k rozmnožování a hnízdění. Počet kolizí ptáků s vozidlem je vyšší u druhů, kteří shánějí potravu a hnízdí v blízkosti silnic (Kociolek A.V et al, 2011).

Plazi a obojživelníci jsou v našich podmínkách živočichové, kteří jsou aktivní pouze v teplejších měsících. U obojživelníků bývá nejvyšší aktivita v jarním období kvůli migraci na stanoviště vhodné k rozmnožování (Smith a Dodd, 2003; Beebee, 2013). Dalším kritickým obdobím pro životy obojživelníků je podzim, kdy je jejich mortalita vyšší z důvodů tahů k místům vhodným pro přezimování (Gibbs a Shriver, 2005). U plazů je aktivita obdobná aktivitě obojživelníků s drobnějšími rozdíly např. začátek vyšší aktivity přichází s určitým menším opožděním.

### **1.2.2 Stáří a zkušenosti živočichů**

Mezi další faktory ovlivňující mortalitu živočichů na silnicích můžeme zmínit jejich věk a zkušenosti daného jedince. Obecně platí, že náchylnější ke kolizím s vozidlem jsou mladší jedinci, kteří nedosáhli plné fyzické zdatnosti dospělých jedinců (Erritzøe, 2003).

Vyšší úmrtnost mláďat vlivem dopravy se liší podle třídy živočichů a také záleží, ve kterém období dochází k osamostatnění mláďat. Baker (2007) uvádí příklad na lišce obecné (*Vulpes vulpes*), u které byla zjištěna vyšší mortalita mláďat v podzimním období. Celkově můžeme shrnout, že u savců bude podzim pro mladé jedince více ohrožujícím než pro jiné třídy živočichů z důvodů dlouhodobé péče o potomstvo.

U mladých jedinců ptáků hraje velkou roli nedokonalost techniky letu a nedostatečná schopnost orientace (Reijnen et al., 1996) Vlivem nedostatečné zdatnosti pro udržení

výšky letu dochází ke kolizi mláděte ptáka s vozidlem. Z polské studie (Orłowski, 2008) vyplývalo, že mladí jedinci ptáků jsou nalezeni až v 60% kadáverů ptáků vlivem dopravy. Další studie vyhodnotily jako nejrizikovější druh vrabce domácího (*Passer domesticus*) (Hell et al, 2005; Erritzøe et al, 2003).

Nejvyšší mortalita mladých jedinců obojživelníků bývá v období tahů na zimoviště. V množství kadáverů mladých obojživelníků hraje velkou roli vzdálenost zimoviště od vody.

### **1.2.3 Pohlaví**

U většiny nalezených kadáverů dochází k znemožnění identifikace pohlaví nálezů vlivem rozježdění vozidel, špatného počasí apod. S tímto problémem se často setkáváme u drobnějších obratlovců. Baker (2007) zjistil, že u savců, konkrétně u lišky obecné (*Vulpes vulpes*), dochází k nejčastější mortalitě starých samců v zimním období. U většiny živočichů je prokázání vlivu pohlaví na překonávání bariér nepodloženo. Nejčastější zastoupení samičího pohlaví u kadáverů se vyskytuje na jaře, kdy dochází k migraci oplodněných samic obojživelníků k vodě.

### **1.2.4 Počasí**

Počasí souvisí do velké míry s ročními obdobími. V teplejší části roku - jaro, léto a začátek podzimu, tzv. babí léto jsou teploty vyšší a aktivita živočichů větší. Na jaře se stoupající teplotou dochází k probuzení všech tříd živočichů a jejich následné migrace důležité pro zachování druhu a genofondu. Z předešlé věty můžeme usuzovat, že v období s nižšími teplotami je aktivita živočichů menší a tudíž i mortalita živočichů vlivem dopravy bude nižší. Naopak se zvyšující se teplotou budou i živočichové aktivnější a bude vyšší i jejich mortalita (Hell et al, 2005; Erritzøe a Mazgajski, 2003).

Vlivem různorodosti počasí dochází k různé druhové skladbě nalezených kadáverů. Carvalho a Mira (2011) ve své práci zdůrazňují; bude-li se stejná trasa mapovat ve dvou obdobích, bude vlivem rozdílného počasí jiná druhová skladba nalezených zvířat.

Při deštivém počasí dochází k vyšší mortalitě obojživelníků (Seibert a Conover, 1991). Podle Sutherlanda et al.(2010) při dešti vlivem dopravy umírá nejvíce ropuch obecných

(*Bufo bufo*) co má za následek zkreslení statistiky, je-li prováděná v nevhodném deštivém období.

### **1.3 Rušivé vlivy dopravy na faunu a flóru**

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, doprava ovlivňuje životy živočichů nejen na silnici, ale také v jejím okolí. Světelné znečištění a hluk jsou dva hlavní rušivé elementy pro zvířata pohybující se v blízkosti silnice. S nejvyšší frekvencí hluku a světelného znečištění se setkáváme u vysokorychlostních silnic a dálnic, kde je frekvence dopravy mnohem vyšší než na silnicích 2. a 3. třídy.

#### **1.3.1 Hluk**

Zvířata žijící v blízkosti dopravní komunikace jsou schopná se na hluk adaptovat a dále pro ni nepůsobí stresově a nebezpečně. Naopak velmi stresující je hluk pro zvířata, která se k silnicím dostávají v menší míře, při migracích (Anděl et al., 2005). V nadměrně hlučném prostředí silnic a dálnic se aplikují protihlukové ochrany. Jako ochrana proti hluku se používají protihlukové stěny – zabraňují šíření zvuku do krajiny a snižují dopad hluku na obyvatelstvo. Nevýhoda tohoto opatření spočívá v narušování rázu krajiny, kde jsou protihlukové stěny rušivým elementem; a také jsou pro většinu zvířat nepřekonatelnou bariérou. Problém hluku se vyskytuje i v prostředí podchodů pod mosty železničních tratí, i silnic a dálnic. Ke snížení hluku v prostředí podchodů se používají přesýpané konstrukce – zmírňující frekvenci hluku pod mostem (Anděl et al., 2010).

#### **1.3.2 Světelné znečištění**

Jako další rušivý element si můžeme uvést již zmíněné světelné znečištění, které při oslnění zvířat často dopomáhá ke střetu zvířete s jedoucím vozidlem. V tomto případě se dá bránit nadměrnému oslňování pomocí výše zmíněných protihlukových stěn, které nepropouští světlo skrz.

Tato opatření se používají v místech, kde je vybudovaný ekodukt nebo podchod, sloužící k bezpečnému přesunu zvířat na druhou stranu silnice. Vlivem výstavby těchto ochranných doplňků nejsou zvířata vystresovaná a využití ekoduktu je pro ni přirozené. (Ministerstvo dopravy, 2006)

### **1.3.3 Chemické látky a jejich účinky**

Dalším ohrožujícím faktorem pro faunu i floru vyskytující se v okolí silnic je jejich údržba v zimních měsících, která je spojená s chemickým ošetřováním vozovky proti namrzání. Aplikace posypové soli sice odstraní z vozovky led a sníh, ale sůl samotná pak končí v bezprostřední blízkosti silnice, kde tím pádem dochází k silnému zasolování půdy, což má negativní účinky jak na okolní vegetaci, která může vyšší salinitu špatně snášet, tak na společenstva drobných, zejména bezobratlých živočichů, kteří v této vegetaci žijí; jednak jsou ohroženi nepřímo výše zmíněným úbytkem vegetačního pokryvu, který jim poskytuje útočiště, jednak také přímým vystavením posypové soli, případně jiným chemikáliím při údržbě používaným. Posypová sůl je i velice atraktivní pro kopytníky, kteří se stahují k silnicím za účelem pozření soli.

Na chemickém znečištění krajiny se do značné míry podílejí výfukové plyny ze spalovacích motorů vozidel. Výfukové plyny mají na svědomí vznik smogu a působí nepříznivě na dýchací cesty člověka i živočichů. Také nadměrné množství škodlivých látek ze spalovacích motorů ovlivňuje výskyt a životnost organismů, které jsou na změnu svého prostředí citlivé (tzv. bioindikátoři, kteří svou přítomností či nepřítomností, popřípadě změnami tělesného chemismu – např. akumulací některých chemických látek – ukazují na změnu prostředí).

### **1.3.4 Mechanické poškození**

Kromě chemického poškození fauny a flóry se setkáváme i s poškozením mechanickým, vlivem prachových částic. Projíždění dopravního vozidla po nezpevněných okrajích silnic, hlavně silnice 2. a 3. třídy, způsobuje víření prachových částic, které usedají na okolní vegetaci a při větrném počasí ostrohranné prachové částice poškozují povrch rostliny. Další možností poškození rostlin prachovými částicemi je celkové pokrytí rostliny prachem, které vede v dlouhodobě suchém počasí k jejímu zadušení. Podobný vliv může mít prach na bezobratlé živočichy; stejně tak velmi nebezpečným se může stát prach pro obojživelníky, kteří mají značně citlivou kůži, která je polopropustná, hladká a tenká a není chráněná žádnými rohovitými šupinami, jak je tomu u plazů, je pouze neustále vlhká. Prostřednictvím polopropustné kůže je zprostředkován příjem vody a výměna plynů mezi



obojživelníkem a jeho okolím. Absence ochranného prvku kůže ovšem znamená také vyšší riziko chemického i mechanického poškození, jaké způsobuje právě prach.

## **1.4 Ochrana proti srážkám zvířat s motorovými vozidly**

Negativní vliv dopravy na životy živočichů je v dnešní době neustále se rozpínající infrastruktury zásadní. Hlavní migrační koridory zvířat jsou často narušeny výstavbou pozemních komunikací, které se zvířata snaží překonat. Překonávání bariéry končí často smrtí zvířete (Hlaváč, 2007). Proto se v rámci ochrany volně žijících a migrujících živočichů začaly používat různé ochranné prvky, např. v podobě migračních objektů.

### **1.4.1 Migrační objekty**

Migrační objekty jsou stavby postavené za účelem napomáhání uskutečnění bezproblémové migrace zvířat. Jedná se o objekty sloužící k bezpečnému přesunu jedinců přes silniční bariéru. Každá taková stavba, musí splňovat určitá kritéria, aby byla co nejefektivněji využívána při migraci a minimalizovala se pravděpodobnost průniku a následného úmrtí zvířete na silnici. Jako zástupce migračních objektů používaných v České republice si můžeme uvést ekodukty pro velké savce, podchody pod vozovkou pro menší obratlovce, ale i podchody pro velké savce pod mosty nesoucí železnici, dálnici či silnici.

První migrační objekt, konkrétněji ekodukt, byl vystaven již v 80. letech 20. století v Nizozemí (Redakce, 2012). První ekodukty vznikaly cíleně na ochranu volně žijících zvířat, která se již v Nizozemí ke konci 20. století nevyskytovala v hojném počtu, jako tomu bylo na začátku století. V současné době je v zemích západního světa běžnou praxí, že je výstavba migračních objektů paralelní s výstavbou silnic a dálnic či železnic.

Při zajišťování průchodnosti krajiny je třeba zajistit složku biotickou v podobě zvířat a také složku antropogenní, tedy výstavbu pozemních komunikací. Na řešení tohoto problému se podílí ekolog ve spolupráci s projektantem a musí být tolerovány nároky obou dvou složek. „*Doba provozu na nové komunikaci je plánována na desítky let a po tuto dobu by měl fungovat i migrační objekt*“ (Ministerstvo dopravy, 2006). Přesné odhadnutí chování zvířat a jejich pohyb po krajině je téměř nemožný. Avšak při výstavbě migračního objektu se bere v potaz i určitá adaptační kapacita. „Proto metodika zajišťování průchodnosti silnic a dálnic zavádí pojem migrační potenciál. Migrační potenciál vyjadřuje předpoklady daného

profilu pro umožnění migrace“ (Ministerstvo dopravy, 2006). Cílem při zajišťování průchodnosti je zajistit dostatečný migrační potenciál.

Aby mohlo dojít k výstavbě takového objektu, musí se zmapovat hlavní migrační koridory daného druhu a přesně identifikovat místa s nejvyšší pravděpodobností srážky živočicha s dopravním prostředkem. Zmapováním migračních koridorů se zabývá ekolog a zoolog ve spolupráci s odborníky z mysliveckého sdružení.

Parametry migračního objektu jsou velice variabilní a záleží na druhu zvířete, pro které je migrační objekt primárně vystavěn, na míře zabezpečení proti hluku, světelnému znečištění, imisím a optickému rušení pro zvířata.

Obvykle platí, že čím větší zvíře, tím obtížnější podmínky pro výstavbu migračního objektu. Šelmy i velcí kopytníci jsou citliví na velikost svého teritoria a výstavba takového objektu je náročná na velikost a množství doprovodných prvků, aby byly danými druhy živočichů využívány k migraci. Ministerstvo dopravy (2006) provedlo kategorizaci zvířat, (kategorie A-E) podle náročnosti druhu na etologické a biologické nároky. Mezi nejvíce náročné živočichy (kategorie A) řadíme například jelena evropského (*Cervus elaphus*), rysa ostrovida (*Lynx lynx*), medvěda hnědého (*Ursus arctos*), vlka obecného (*Canis lupus*), ale i kočku divokou (*Felis silvestris*). Do další kategorie (B) zvířat patří srnec obecný (*Capreolus capreolus*) a prase obecné (*Sus scrofa*), oba tyto druhy jsou méně náročné na velikost migračních objektů a na rozdíl od předchozí kategorie zvířat vyžadují více migračních objektů. Šelmy jako liška obecná (*Vulpes vulpes*), jezevec lesní (*Meles meles*) a další lasicovité šelmy i s bobrem evropským (*Castor fiber*) nejsou nároční na velikosti objektů, potřebná je jejich četnost a správné použití doprovodných prvků, u bobra evropského a vydry říční je důležitým faktorem „dostatečný pruh souše (1 m) podél převáděného vodního toku“ (Ministerstvo dopravy, 2006). Do předposlední kategorie (D) řadíme všechny obojživelníky, pro které jsou bariéry v podobě pozemních komunikací ve velké míře smrtelné. Zde se využívají prostředky k zabránění vstupu obojživelníka na silnici, která je vede k podchodu nebo korytu skrz které mohou bezpečně přejít na druhou stranu silnice. Kategorie (E) zahrnuje všechny živočichy včetně bezobratlých a spolu s nimi i rostliny. Přechody i podchody jsou pro tyto organismy náročným prostředím, které musí splňovat hydrologické a pedologické podmínky pro rozšíření organismu.

„K technickému popisu migračních objektů se používají základní rozměrové parametry. Je třeba upozornit, že všechny rozměry jsou chápány z hlediska migrace živočichů.

Rozměrové charakteristiky vysvětluje následující tabulka.“

Název	Popis	Stanovení rozměru
délka migračního objektu	jedná se o vzdálenost, kterou musí živočich absolvovat při průchodu z jedné strany komunikace na druhou	u podchodů odpovídá technickému parametru šířka mostu (nejmenší příčná vzdálenost mezi vnějšími lici obou mostních říms) nebo délka propustku (vzdálenost mezi čely propustku)
šířka migračního objektu	rozměr rovnoběžný s osou komunikace (u nadchodů měřeno na povrchu krycí vrstvy, u podchodů měřeno na povrchu terénu)	u podchodů odpovídá délce přemostění
výška migračního objektu	volná výška pod mostem	volná výška pod mostem
index I	poměr mezi plochou světlého průřezu v ose komunikace a délkou migračního objektu	výpočet pro všechny typy profilů: $I = P/d$ P – plocha světlého průřezu (m <sup>2</sup> ) d – délka migračního objektu (podchodu) výpočet pro obdélníkový tvar profilu: $I = \delta \times v/d$ $\delta$ – šířka migračního objektu (rozměr rovnoběžný s osou komunikace) v – výška migračního objektu d – délka migračního objektu (rozměr kolmý na osu komunikace)

(Ministerstvo dopravy, 2006).

Hlavním cílem je tedy výstavba funkčního migračního koridoru, který bude hojně využíván živočichy při pohybu po krajině a minimalizovat bariérové účinky silnic, dálnic a železnic na životy zvířat.

### 1.4.2 Pachové ohradníky jako ochranné prostředky

Dalším ochranným prostředkem, který zabraňuje vniknutí zvířat na pozemní komunikaci, je tzv. pachový ohradník. Pachový ohradník neboli pachový plot, byl poprvé představen v roce 1989 německou společností Hagopur (Wikipedie, 2014). Pachový ohradník slouží k odpuzení divokých zvířat z určitých míst. Může se například jednat o místa s vysazenými mladými stromky, které zvířata ničí okusováním; nicméně ve snaze o snížení mortality zvířat na silnicích se pachové ohradníky aplikují do okolí kolem silnic. Pachové ohradníky fungují na základě zrazení zvěře pachem predátora, proto jsou také označovány jako zradidla. „Pachový ohradník je založen na speciální pění, která se aplikuje podél silnic a zabraňuje častým nehodám“ (Zdeněk Kröhn, [www.pachove-ohradniky.eu](http://www.pachove-ohradniky.eu)). „Velmi

*zjednodušeně – působením UV záření se z pěny uvolňuje vůně kombinace složek: vlk, rys, medvěd a člověk“* (Zdeněk Kröhn, [www.pachove-ohradniky.eu](http://www.pachove-ohradniky.eu)). Tato pěna se nanese na strom nebo kůl v místě, kde chceme zabránit pohybu zvířat. Pachové ohradníky by měly být od sebe vzdáleny přibližně 5m, aby jejich účinností byl vytvořen pachový „plot“ (Zdeněk Kröhn, návod). Doba účinku pachového koncentrátu je ovlivněna klimatickými podmínkami, které mají spolu se směrem větru vliv na účinnost míry vnímání zvířat. Tato metoda zabránění vniku zvířat na pozemní komunikaci je velice účinná, avšak zvířata si na pachy po určité době zvykají a poté dochází opět ke kolizi zvířete s dopravním prostředkem. Pěna jakožto pachový zásobník vydrží tři až pět let. Důležitým faktorem pro účinnost těchto zradidel je častá výměna či obměna uvolňujících se látek, které jsou v pění obsaženy. Ideálním udržováním aktivního účinku pachových ohradníků je opětovná aplikace pachového koncentrátu každé čtyři měsíce nebo co půl roku (Veselka Petr, 2009). Jednotlivé přípravky pachových ohradníků mají rozdílnou dobu účinku, např. pachové ohradníky od Hagorpur duftzaun schaum mají účinek zhruba 1 měsíc a po aplikaci Hagopur duftzaun koncentrátu dokonce 3 měsíce. Doba účinku pachového koncentrátu je ovlivněna klimatickými podmínkami.

### **1.4.3 Mechanické ploty a doprovodná flóra**

Oplocení silnic a dálnic je jednou z forem předcházení vstupu zvířete na pozemní komunikaci (Kušta, 2011). Pro velké savce není problém vysoký plot překonat. Jakmile se zvíře ocitne na silnici, začíná panikařit a pokusy dostat se zpět se nedaří. Zvíře začne hledat další možnou únikovou cestu a ve většině případů dochází k jeho usmrcení pod koly vozidla (Ministerstvo dopravy, 2006). Menší savci nejsou zpravidla plot schopni přeskocit, proto se uchylují k jeho podhrabání, překousání či prolezení (Ministerstvo dopravy, 2006). Aby byla ochrana zvířat před kolizí s vozidlem efektivní, je potřeba vybírat plot s určitou velikostí ok. Bude-li mít plot větší oka, nezabrání se v pohybu obojživelníkům, plazům ani drobným hlodavcům a mláďatům dalších živočichů (Ministerstvo dopravy, 2006). Od výstavby plotů jako ochranného prostředku se již odstupuje, pro jejich nákladnost na údržbu, úpravy a celkovou funkčnost.

Podél pozemních komunikací bývá častá flóra v podobě nízkých keřů, vysokých trav či stromů. Ačkoli tato flóra snižuje dopad hluku a světelného znečištění, má i negativní vliv na chování živočichů v její blízkosti. Je-li taková flóra v bezprostřední blízkosti silnice,

živočich často nerozezná, kde rostlinný porost končí a hrozí proběhnutí zvířete keřem či trávou přímo pod kola vozidla. Aby se této situaci předcházelo, je potřeba oddělit flóru keřů, vysokých trav a stromů pásem nižší trávy a volného prostranství, aby se zvířata neukrývala v blízkosti pozemní komunikace. V případě luk by měl být poslední křovinný pás v blízkosti lesa a louka by neměla být ukončena křovisky, aby nedocházelo k situaci, která je popsána výše (Ministerstvo dopravy, 2006).

#### **1.4.3.1 Bezpečnostní zařízení u pozemních komunikací**

Ačkoli jsou svodidla určena pro auta, nad kterými ztratí řidič kontrolu, můžeme je považovat do určité míry za ochranný prvek. Dostane-li se zvíře ke svodidlům, v mnoha případech se alespoň zastaví a nepokračuje ihned v cestě. Minimální až žádnou ochranu neposkytují svodidla menším obratlovcům, kteří nemusejí svodidla překonávat, protože je podlézají. Problém svodidel je v jejich aplikaci. Většinou jsou aplikovány v místech, kde zabraňují vozidlu ve sjetí ze srázu a bývají většinou na jen jedné straně pozemní komunikace a podél silnice v několika částech. Na silnicích s rovným terénem bývají i v delších úsecích

#### **1.4.4 Jednání řidiče**

V neposlední řadě je nejlepší ochrana prevence ze strany řidiče. Řidič vozidla by měl být schopen předvídat situaci na silnici a podřídit rychlost a styl jízdy typu krajiny, kterou projíždí. V současné době řidiči bývají v rizikových oblastech informováni o častém pohybu zvířat prostřednictvím výstražných dopravních značek se symbolem skákajícího jelena.

Jak již bylo zmíněno výše, velcí savci a šelmy se pohybují po krajině nejčastěji za ranního rozbřesku a večerního soumraku; tento fakt musí potenciální řidič brát v potaz a být ostražitý. V nočních hodinách je tedy aktivita živočichů zvýšená a srážka vozidla se zvířetem pravděpodobnější. Dále by měl řidič brát na zřetel, že se někteří živočichové pohybují ve stádech, například srnci; tzn. přeběhne-li řidiči před vozidlem srnec nebo srna, měl by snížit rychlost a ztlumit světla, aby nedocházelo k oslnění zvířete, které může vkročit do silnice. V případě prasete divokého dochází k pohybu bachyně i se selaty, čímž se riziko srážky značně zvyšuje. Srážka vozidla s prasetem divokým, jelenem evropským, ale i srncem obecným může být fatální jak pro zvíře, tak i pro posádku vozidla. Ke srážce

vozidla se zvířetem dochází také často v čase snížené viditelnosti. Nemělo by také docházet k podceňování pohybu zvířat. Vidí-li řidič na kraji silnice zvíře, nesmí se spoléhat, že zvíře do silnice nevkročí a měl by brát v potaz, že má v takovém případě zodpovědnost nejen vůči sobě, ale i zvířeti a samozřejmě také k posádce ve svém vozidle či jiným vozidlům vyskytujícím se na komunikaci.

## **1.5 Zjištění mortality**

### **1.5.1 Metodika kontroly cest**

Při sběru dat zjišťování mortality zvířat na pozemních komunikacích je zapotřebí zvolit vhodnou metodu kontroly cest, kde je výzkum prováděn. Při zjišťování počtu kadáverů na silnicích je potřeba zvolit rychlost projíždění trasy, aby bylo možné zaznamenat všechny mrtvoly. Při rychlém projíždění cest dochází k četným přehlédnutím některých kadáverů viditelných na silnicích nebo v bezprostřední blízkosti silnice (Erritzøe et al., 2003).

Ideální rychlost, kterou je cesta projížděná, je co možná nejnižší (Erritzøe a Mazgajski, 2003). Z toho vyplývá, že nejideálnější způsob sběru dat je procházení cest pěší chůzí. V rychlosti pěší chůze dochází k nejpočetnějším nálezům kadáverů a v porovnání se sběrem dat v průběhu jízdy autem jsou nálezy kadáverů pěší chůzí dokonce 5x početnější (Erritzøe, 2002). Problém s nálezem kadáverů zvířat nastává na silnicích s povolenou vyšší rychlostí, kde dochází při kolizi zvířete s vozidlem k odražení zvířete mimo silnici. Právě v takovém případě je vhodné sbírat data pomocí pěší chůze, při které můžeme pozorovat bezprostřední prostředí silnice (Dodd et al., 2004).

### **1.5.2 Vliv dopravy a dalších činitelů na kadávery**

Při sběru dat a následného vyhodnocení výzkumu dochází k problému s nálezem kadáverů. Kadávery zůstávají na vozovce dlouhou dobu a jsou vystaveny vysoké frekvenci dopravy, vlivem které dochází k úplnému rozježdění kadáverů. Barthemess a Brooks (2010) zveřejnili, že skutečné množství kadáverů vlivem dopravy může být až 4,8krát vyšší. Takto vysoké odchylce dochází vlivem velkých časových prodlev, mezi jednotlivými sběry dat. Proto můžeme usuzovat, že nejpřesnější statistiky jsou v částech, kde dochází k častějším měřením. Podle Hodsona (1966) dochází během 24-48 hodin vymizení až 25% kadáverů (Chaloupková, 2012). K takto vysokému procentu vymizení

kadáverů ze silnic dochází vlivem různých činitelů, viz výše rozježdění kadáverů dalšími vozidly, vliv bezobratlých živočichů nebo odnesení kadáverů dalším zvířetem (Erritzøe, 2002). Další situací, díky které dochází k nepřesným statistikám, je svoz kadáverů silniční službou. V neposlední řadě hraje velkou roli řidič. Někteří řidiči po kolizi se zvířetem sražené zvíře naloží do auta a odvezou si jej, jak uvádí Anděl a Hlaváč (2008).

### **1.5.3 Určování kadáverů**

Při nálezů kadáverů a následného začlenění do statistiky je nutné, aby byla provedena determinace nálezů, o jaké zvíře se jedná. Problém nastává, je-li kadáver na vozovce delší dobu vystaven vlivu ostatních činitelů. Kadavery menších živočichů bývá často nemožné určit. Podle Orłowského (2008) je až 10% kadáverů nemožné determinovat. V takovém případě je důležitá snaha o začlenění živočicha do vyšších taxonomických úrovní a napsat zda se jedná o obojživelníka, plaze, ptáka či savce.

### **1.6 Oficiální měření mortality živočichů na pozemních komunikacích**

V letech 2006-2007 probíhalo v České republice dosud největší zjišťování mortality živočichů na silnicích. Během 13 měsíců v období 1.4.2006 – 30.4.2007 bylo sledováno 1.282 km silnic a dálnic a bylo nalezeno 2.149 ks kadáverů obratlovců. Zjišťování mortality probíhalo procházením předem vytyčených tras po obou stranách silnice či dálnice, při nálezů bylo zapsáno, jaký druh živočicha byl nalezen, přesné místo nálezů, přibližné stáří kadáveru a stručný popis krajiny okolí nálezů. Z celkové délky 1.282 km připadalo 321 km na dálnice a vysokorychlostní silnice, 302 km na silnice I. tř, 355 km silnice II. třídy a 304 km na silnice III. třídy. Krajiny, které byly protínány sledovanými úseky byly rozvrženy do různých spekter přírodních ekosystémů s různými krajinnými prvky, aby byla mortalita zjištěna v různých podmínkách České republiky. Výsledky výzkumu byly zveřejněny Hlaváčem (2008), jehož statistika informovala o procentuálním zastoupení jednotlivých tříd nalezených živočichů. Nejčastěji byly nalezeny kadavery savců a to v 54%, z toho vyplývá, že bylo nalezeno přibližně 1.160 ks savců, nejčastějšími nálezy byly zajáci polní, ježci a z drobnějších savců hlavně hraboši polní. Další třída živočichů, kteří byli často sražení vozidly, byli ptáci, kteří tvoří 25% ze všech nalezených kadáverů. Obojživelníci tvoří 17% nálezů a plazi 4%. Počet nálezů se lišil podle hustoty dopravy na sledovaném úseku. V případě savců a ptáků byly ze silnice zkoumány i

krajnice a příkopy, jelikož u ptáků často dochází k jejich srážce s vozidlem a následným odražením mimo pozemní komunikaci, v případě velkých savců, se po srážce dostanou ještě pár metrů od silnice, kde později zahynou. Dále se množství nálezů jednotlivých tříd liší podle nadmořské výšky, ve které se sledovaný úsek pozemní komunikace nachází. V případě ptáků docházelo k početnějším nálezům v nížinných oblastech. U savců byly nálezy také častější v nížinách, avšak rozdíl oproti horským oblastem nebyl tak markantní jako u ptáků (Hell, 2004).

## **2 Terénní etapa**

### **2.1 Metodika práce**

#### **2.1.2 Popis vybrané trasy**

Terénní etapa probíhala na předem vytyčených trasách mezi Vrbnem pod Pradědem a Bruntálem o celkové délce 53,8 km. První trasa vedla z Vrbna pod Pradědem do Bruntálu přes obce Ludvíkov, Karlova Studánka, Malá Morávka, Václavov u Bruntálu. Délka první trasy činila 27,8 km. Druhá trasa vedla z Vrbna pod Pradědem do Bruntálu přes obce Karlovice, Pocheň, Široká Niva, Kunov a Nové Heřminovy. Délka trasy z Vrbna pod Pradědem do Bruntálu přes Širokou Nivu činila 26 km.

Trasy, na kterých probíhalo sbírání dat, byly vybírány podle vlastní znalosti úseků a nálezů vysokého počtu sražených zvířat. Obě trasy procházejí zalesněnou krajinou se smíšenými lesy, převážně jehličnatého až jehličnatě-listnatého složení. Na obou trasách je stejnocenné zastoupení silnic I. a II. třídy a tedy shodná hustota dopravy. Je tedy možné označit obě trasy jako shodné ve všech aspektech, tudíž výsledky mortality na obou trasách mohou být hodnoceny rovnocenně. Jediný rozdíl je, že na první trase z Vrbna pod Pradědem do Bruntálu přes Malou Morávku jsou nainstalovány pachové ohradníky a na druhé trase žádné ochranné prvky k zabránění vběhnutí zvířete do provozu nejsou. Tohoto rozdílu je využito k porovnávání mortality vyšších savců na trase 1 a 2. Rozdělení tras podle hustoty dopravy (třídy silnic), počtu kilometrů v obcích a mimo ně lze vidět v následující tabulce:



Tabulka: 1

Třída cesty	Číslo cesty	Délka celkem [km]	V obcích	Mimo obce
I. třída	45	7,1	1,2	5,9
I. třída	11	8,9	2,8	6,1
II. třída	445	17,6	8,2	9,4
II. třída	450	1,3	0	1,3
II. třída	451	18,9	7,15	11,75

Obě dvě trasy jsou v Moravskoslezském kraji, přesněji v bývalém okrese Bruntál. První trasa o celkové délce 27,8 km se nachází v typu krajiny vrchovina až hornatina. Lesnatý porost provázející první trasu tvoří ve větším množství jehličnaté stromy s menším množstvím stromů listnatých. Od Vrbna pod Pradědem dochází ke stoupání až do 855 m. n. m. v místě Karlova studánka, Hvězda. Od nejvyššího bodu výškového profilu první trasy dochází k postupnému klesání, které je následně vystřídáno mírným stoupáním a opět klesáním až na nadmořskou výšku 439 m. n. m. v Bruntále. V druhé polovině této cesty jsou hojné louky a pastviny se skotem. V průběhu celé trasy je četnější zastávba v podobě obcí Ludvíkov cca 3,9 km a Malá Morávka cca 4,3 km (viz. příloha I).

Druhá trasa má celkovou délku 26 km, georeliéfem této trasy je opět vrchovina až pahorkatina, avšak výškový profil je nižší, od Vrbna pod Pradědem zaznamenáváme mírné stoupání, po kterém následuje mírné klesání. Maximální dosažená nadmořská výška druhé trasy je 561 m. n. m., po které dochází k opětovnému klesání výškového profilu na 439 m. n. m. v Bruntále v místě křížení obou tras. Druhou trasu doprovází opět smíšené lesy s vyšším podílem jehličnatých lesů. I zde se vyskytují pastvy se skotem a louky (viz. příloha II).

### 2.1.3 Sběr dat

Sběr dat sražených obratlovců probíhal v délce jednoho kalendářního roku od 7. července 2014 do 15. června 2015 vždy 6 dní v druhém či třetím týdnu v měsíci. V tomto období jsem osobně projížděla první i druhou trasu, vždy ve stejný den. Projetí obou tras zabralo přibližně 9-10h na kole, při použití skútru 5-6h a v případě velmi špatného počasí jsem trasu projížděla autem a jízda trvala okolo 3-4h. Trasy byly projížděny následujícím způsobem: v liché dny jsem vyjízděla ve směru Vrbno pod Pradědem do Bruntálu přes Malou Morávku a v sudé dny opačně, tedy z Vrbna pod Pradědem do Bruntálu přes

Širokou Nivu (Mrtka, 2002/07). Tento postup byl vybrán z toho důvodu, aby při sběru dat nedocházelo z časových důvodů k jednostrannému zkreslení v důsledku četnějších nálezů na jedné z tras v dřívějších hodinách, rozježdění kadáverů auty do neidentifikovatelného stavu či v případě drobnějších těl k odnesení většími zvířaty v pozdějších hodinách dne. U měření, která byla prováděná v zimních měsících nebo za nepříznivého počasí bylo využito jízdy na skútru a jízdy autem. Přesněji řečeno měření celé trasy s využitím automobilu probíhalo ze 72 měření celkem 10krát a měření za využití skútru probíhalo z celkového počtu měření 6x.

Při nálezů sraženého zvířete byla zaznamenána jeho poloha vůči vozovce, zda se nachází v obci či mimo obec, určení druhu, přibližné stáří kadáveru a čas a datum nálezu (Hlaváč 2008) s přibližným zanesením nálezu do mapy pomocí GPS aplikace v mobilním telefonu. Určování druhu probíhalo za pomoci určovacích klíčů (Einhard Bezzel 2013; Ivan Zwach 2013; Mojmír Vlašín 1994; Anděra 2002; Dungel 2002/2011; Mikátová 2001). U starších nálezů a u nálezů na velmi frekventované silnici či při nepříznivém počasí se občas stávalo, že mrtvolu zvířete nebylo možno determinovat. V takovém případě jsem kadáver zařadila alespoň do konkrétní třídy obratlovců. V terénní etapě byla pořizována fotografická dokumentace sběru dat pro případné dodatečné určení druhu. Sledovány nebyly pouze silnice, ale i příkopy a blízké okolí silnic. S problémem mapování mortality vyšších savců jsem se obrátila na policii České republiky a hospodáře honiteb, kteří mnou vybrané trasy procházeli. Policie mi statistiky dopravních nehod způsobené střetnutím vozidla se zvířaty v období od 7.7.2015 do 15.6.2014, většinou se jednalo o srnce obecného. Hospodáři honiteb mi poskytovali informace o počtu nalezených vyšších savců, kteří zemřeli v důsledku kolize s vozidlem ve shodném termínu.

Celková mortalita byla zjišťována na úseku o celkové délce 53,8 km, tedy na celé trase. Celá trasa se rozdělila na trasu 1 a trasu 2. Na trase 1, která byla opatřena pachovými ohradníky, probíhalo měření mortality vyšších savců a zjištěná mortalita byla porovnávána s mortalitou vyšších savců na trase 2, tedy na trase bez pachových ohradníků.

## 2.2 Analýza dat

Metodika, kterou bylo prováděné vyhodnocení celkové mortality, se nijak nelišila od metodiky sběru dat k ostatním vyhodnocením. Rozdílem je pouze vyhodnocení mortality zvířat jako celku, tzn. přepočítání kusů kadáverů na měsíc a následně na jeden rok.

Mnou nasbíraná data za dvanáct týdnů v průběhu jednoho roku jsou vynásobena koeficientem 5 (Mrtka, 2002/07). Tento koeficient nám umožňuje přepočítání nasbíraných dat na teoretický počet nalezených kadáverů za celý kalendářní rok, tzn. vyhodnocení mortality obratlovců za 12 měsíců.

**Prvním krokem k vyhodnocení celkové mortality je vynásobení počtu nalezených kadáverů za 6 dní v každém měsíci mnou určeným koeficientem 5. Koeficient 5 je použit z důvodu přepočítání mortality na měsíc, tj. 30 dní (viz. kapitola 2.4.1)**

**Všechna nasbíraná data byla zpracována v programu Microsoft Office Excel 2007 v podobě tabulek a grafů. Mapy byly graficky upravovány v programu Malování a Picasa 3. V programu Picasa 3 probíhala také úprava fotografií pořízených během celé terénní etapy.**

Při zjišťování mortality živočichů na silnicích v okrese Bruntál jsem se zaměřila na vyhodnocení druhové skladby živočichů, kterou jsem vyhodnotila dodatečně z nasbíraných dat, které jsem nasbírala za dobu terénní etapy, tedy od 7.7.2014 do 15.6.2015.

Vyhodnocení nejrizikovější skupiny živočichů probíhalo obdobně jako vyhodnocení druhové skladby s tím rozdílem, že jsem se zaměřila na nalezené počty jednotlivých druhů a podle toho určila, které druhy byly nalezeny nejčastěji (viz. graf 4). Dále jsem hodnotila efektivitu pachových ohradníků jakožto ochranných prvků zabraňujících vstupu zvířete do vozovky následujícím způsobem: do mapy s vyznačenou trasou o délce 53,8 km jsem si vyznačila polohy nálezů vyšších savců (viz. příloha V) a zaměřila jsem se na nálezy pouze na silnicích II. třídy. Následně jsem v procentech vyjádřila nálezy na trase 1 a trase 2 a tím určila výši mortality na trase 1 i 2 a dospěla k výsledku (viz graf 9; výsledky a diskuze).

Přínos práce je v identifikaci nejproblémovějších úseků trasy, ve kterých dochází k nejčastějším kolizím zvířat s vozidlem. V tomto případě byl vyhodnocen nejproblémovější úsek pro konkrétní druh (viz příloha III); vyhodnocení probíhalo

zanesením nasbíraných dat do mapy, ze které se dal tento problém vyčíst a dále byl vyhodnocen neproblémovější úsek trasy pro všechna zvířata opět shodnou metodou. Také byl vyhodnocen měsíc a období, ve kterém došlo k nejpočetnějším nálezům z nasbíraných dat, která byla převedena do grafů 5 a 6.

## **2.4 Výsledky**

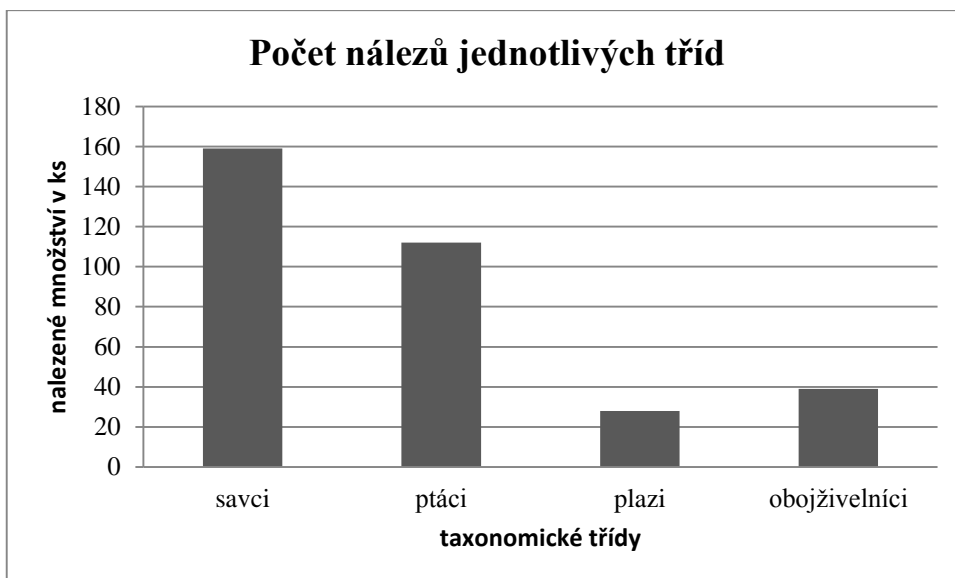
### **2.4.1 Vyhodnocení celkové mortality**

Pokud bylo první měření prováděno v červenci a bylo nalezeno během 6 dní 45 ks kadáverů, zjistíme počet kadáverů za 30 dní následovně: 45(počet kusů) vynásobíme číslem 5 (koeficient) a dostaneme výsledek 225 ks. Tento výsledek musíme brát jako výsledek teoretický, jelikož smrt zvířat následkem sražení s vozidlem není pravidelný úkaz, který by probíhal v určitých cyklech.

Počet nalezených kadáverů na 1 km trasy nám udává tzv. relativní mortalitu (Anděl, Hlaváč, 2008). Průměrná četnost nálezů kadáverů při celkovém najetí 3.873,6 km činila 1 nález na 11,46 km, z toho vyplývá 0,087 mrtvoly na 1 km trasy. Ve skutečnosti jsou čísla odlišná z důvodů nepravidelné vzdálenosti jednotlivých kolizí živočicha s vozidlem a mění se i podle třídy silnice.

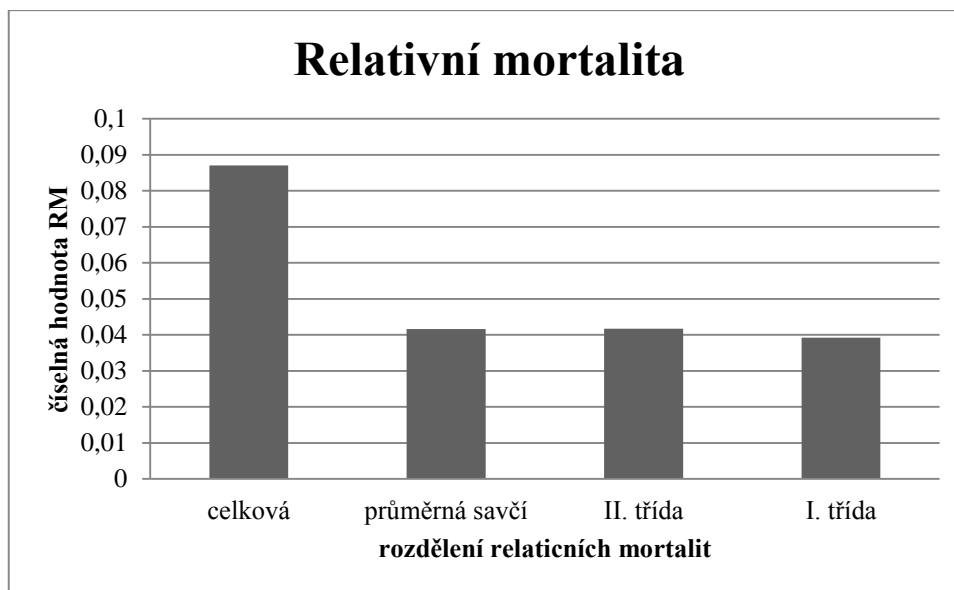
### **2.4.2 Vyhodnocení nejrizikovější skupiny živočichů**

Během dvanácti týdnů terénní etapy bylo najeto na vytyčené trase celkem 3.873,6 km a nalezeno 338 ks kadáverů. Identifikováno bylo 48 druhů živočichů patřících do 43 rodů ze čtyř živočišných tříd; a sice obojživelníků, plazů, ptáků a savců (graf 1.). Z celkového počtu 338 kusů nalezených kadáverů nebylo možno determinovat 14 ks (4,10%), v 6 případech se jednalo o obojživelníky, dále 4 ks ptáků a 4 ks savců. Procentuální zastoupení jednotlivých tříd bylo následující: obojživelníci 11,53%, plazi 8,28%, ptáci 33,13% a savci 47,04%.



*Graf 1: Počet kusů nalezených kadáverů dle taxonomických tříd*

Graf 1 zobrazuje počet zástupců každé třídy; jak je možné si povšimnout, nejvyšší počet jedinců má třída savců a to 159 ks. Třída savců zahrnovala 16 druhů a 17 rodů a jednalo se o druhou druhově nejvariabilnější skupinu živočichů. Pokud zprůměrujeme nález savců na kilometry, vychází 1 kadáver savce na 24, km trasy nebo 0,0415 savce na 1 km. Avšak četnost kadáveru savce se mění podle druhů silnice. Silnice I. třídy tvoří 28,25 % z celkové trasy 3.873,6 km, což je 1.094,4 km. Na silnicích I. třídy bylo celkem nalezeno 43 ks kadáverů savců tzn. 1 savec na 25,45 km nebo 0,0392 savce na 1 km. Silnice II. třídy tvoří 71,78 % z celkové trasy to je 2.779,2 km a bylo na nich nalezeno 111 ks kadáverů savců tedy 1 savec na 23,95 km nebo 0,0417 savce na 1 km.

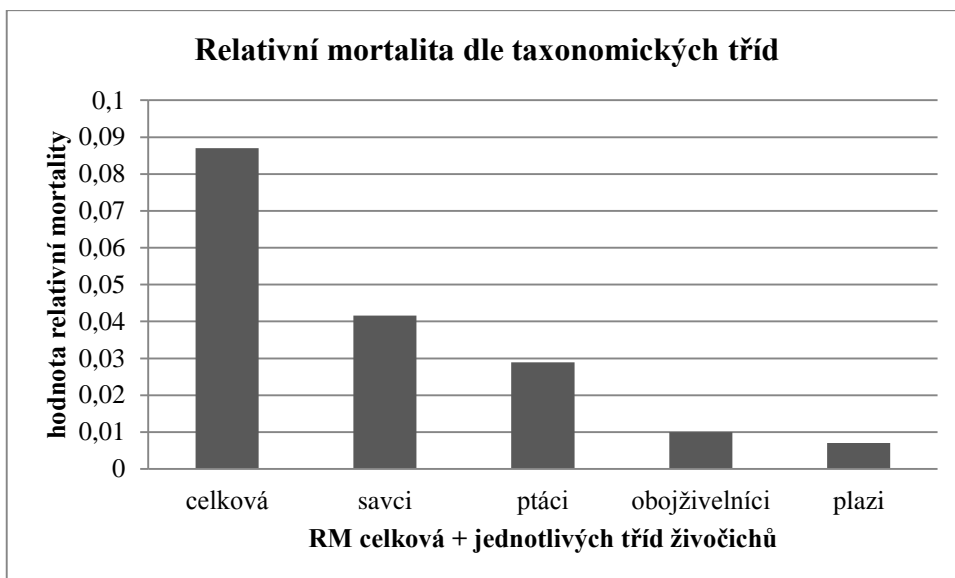


*Graf 2: Grafické porovnání relativních mortalit třídy savců*

Porovnáme-li dle grafu 2 jednotlivé relativní mortality, zjistíme, že relativní mortalita savců na silnicích I. třídy tvoří přesně 45,1 % z celkové relativní mortality všech nalezených zvířat. Kdežto mortalita savců na silnicích II. třídy činí 47,93 % z celkové mortality všech nalezených živočichů.

Druhou nejrizikovější skupinou živočichů byla třída ptáků. Nalezeno bylo 112 ks kadáverů, zahrnujících 19 druhů a 22 rodů. Jedná se o druhově nejvariabilnější skupinu živočichů mezi nálezy. Celková relativní mortalita ptáků je 1 kadáver ptáka na 34,58 km nebo 0,0289 ptáka na 1 km (viz. graf 3). Relativní mortalita na silnicích I. třídy: 1 kadáver na 34,2 km neboli 0,0292 kadáveru na 1 km. Na silnicích II. třídy je relativní mortalita 1 kadáver na 34,74 km; 0,0287 kadáveru na 1 km.

Na třetím místě je třída obojživelníků, kterých bylo nalezeno 39 ks kadáverů zahrnující 4 druhy. Relativní mortalita u obojživelníků je 1 kadáver na přibližně 99km, tj. 0,01 kadáveru na 1 km. Na čtvrtém místě jsou plazi, kde relativní mortalita je 1 kadáver na 139 km, tj. 0,0070 kadáveru na 1 km (viz graf 3).



Graf 3: Grafické porovnání celkové relativní mortality a relativních mortalit jednotlivých taxonomických tříd

### 2.4.3 Vyhodnocení nejrizikovějších druhů jednotlivých tříd

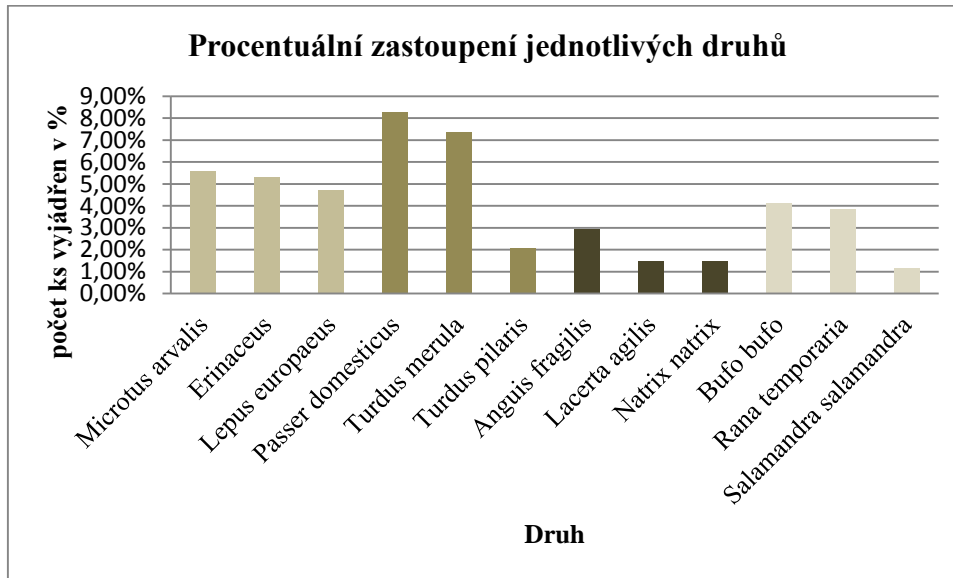
Jak je vidět na grafu 1, nejrizikovější skupinou živočichů je třída savců. Savci byli nalezeni v 47,04 % všech kadáverů. Zaměříme-li se na nejrizikovější druhy třídy savců, bude na prvním místě hraboš polní (*Microtus arvalis*), který byl nalezen v 5,6 % ze všech živočichů. Druhým nejrizikovějším živočichem je ježek, konkrétněji oba jeho druhy (*Erinaceus europaeus*, *Erinaceus concolor*), který byl celkově nalezen v 5,32%. V 4,7% ze všech nalezených kadáverů byl nalezen zajíc polní (*Lepus europaeus*) (viz. graf 4).

Nejrizikovějším druhem z třídy ptáků byl vyhodnocen vrabec domácí (*Passer domesticus*), který byl nalezen v 8,284 % případů všech nálezů, kos černý (*Turdus merula*), který byl nalezen v 7,396 % případech nálezů a drozd kvíčala (*Turdus pilaris*), který tvořil 2,07 % ze všech nálezů (viz. graf 4).

Z třídy plazů byl nejčastěji nalezen kadáver slepýše křehkého (*Anguis fragilis*) a to v 2,958 % případů, dále to byla ještěrka živorodá (*Lacerta agilis*) a užovka obojková (*Natrix natrix*) a oba druhy byly nalezeny v 1,479 % případů všech nálezů (viz. graf 4).

Poslední hodnocená třída jsou obojživelníci, z nichž nejčastěji byla nalezená ropucha obecná (*Bufo bufo*) a to v 4,142 % případů všech nálezů, dalším často nalezeným

oobjíživníkem byl skokan hnědý (*Rana temporaria*) a to sice v 3,846 % případů. Oobjíživník, kterému patří třetí místo hojnosti nálezů, je mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*) a tvoří 1,183 % všech nálezů (viz. graf 4).



Graf 4: Vždy tři sloupce v grafu mající stejnou barvu představují tři zástupce jedné třídy živočichů.

Ačkoli nejrizikovější třídou živočichů byli savci, kteří tvoří téměř 1/2 všech nálezů, tak nejrizikovějším druhem celkově byl vrabec domácí (*Passer domesticus*) (viz. kapitola 2.4.5).

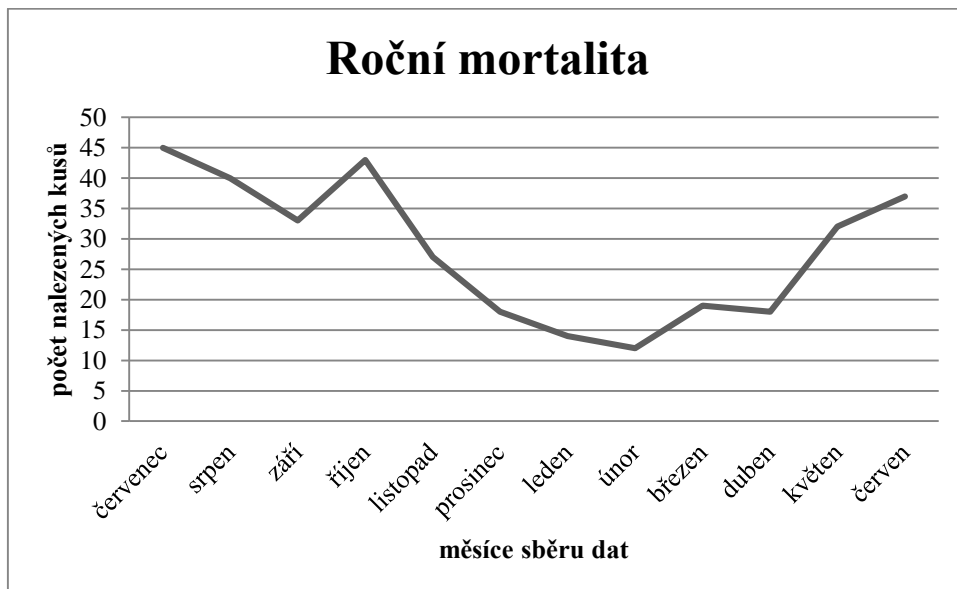
#### 2.4.4 Mortalita živočichů v průběhu roku

Z dat, která jsem nasbírala, bylo nutno zjistit celkovou mortalitu živočichů v rámci 365 dní v roce. Přepočty kadáverů vždy na jeden měsíc z dat, která byla nasbírána v průběhu 6 dní v každém období měření. Po výpočtu mortality na každý měsíc jsem dostala 12 čísel (12 měsíců), která jsem sečetla a došla se k číslu 1.690, které představuje pravděpodobný roční výsledek počtu kadáverů obratlovců na silnicích (viz. tabulka 2).



Tabulka: 2: Pře počty nasbíraných dat v období měření, které probíhalo 6 dní v každém měsíci; koeficient 5, slouží k převedení výsledků získaných za 6 dní na teoretický výsledek za 30 dní.

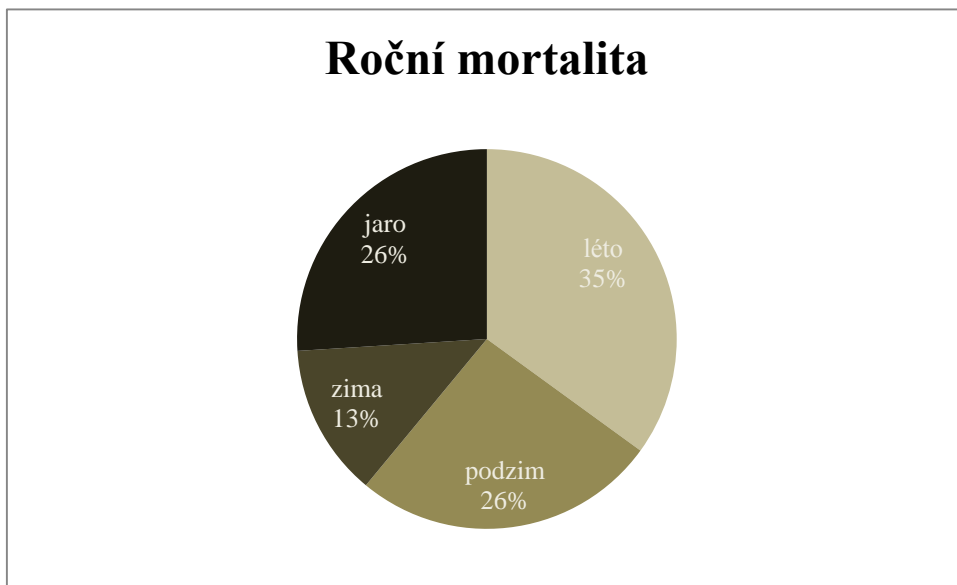
Měsíc	Nálezy	krát koeficient 5	Teoretický výsledek
červenec	45	*5	225
srpen	40	*5	200
září	33	*5	165
říjen	43	*5	215
listopad	27	*5	135
prosinec	18	*5	90
leden	14	*5	70
únor	12	*5	60
březen	19	*5	95
duben	18	*5	90
květen	32	*5	160
červen	37	*5	185
<b>Suma</b>	<b>338</b>	<b>*5</b>	<b>1690</b>



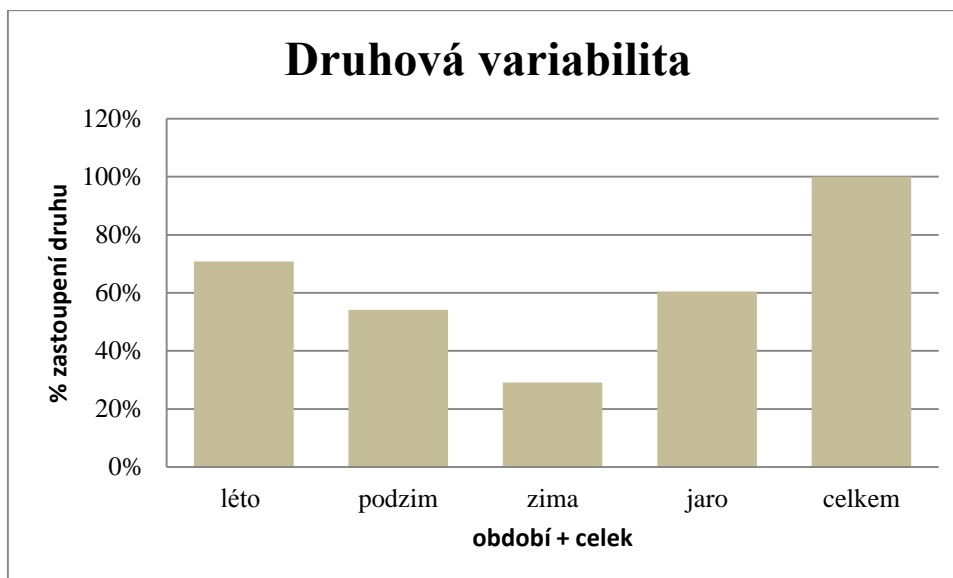
Graf 5: roční mortalita živočichů

Celková roční mortalita je velice variabilní z několika důvodů. Prvním důvodem je sezónní druhová variabilita (viz graf 7); od jara do podzimu je více aktivních druhů živočichů.

Naproti tomu v zimě je zvýšená mortalita nehibernujících živočichů a stálých, zimujících ptáků; plazi a obojživelníci se od října stahují na svá zimoviště, kde přečkávají zimu v hibernaci. Druhým důvodem je využití automobilu či skútru ke kontrole tras (viz. sběr dat). Třetím důvodem je rozložení dopravní frekvence v průběhu roku. V letních měsících jsou hlavní příčinou zvýšení frekvence dopravy letní prázdniny, v prosinci zase Vánoce. Jak již bylo zmíněno v rešeršní části, dalším velkým faktorem ovlivňující mortalitu je počasí v průběhu měření. Graf 6 znázorňuje mortalitu v jednotlivých ročních obdobích. Graf 7 znázorňuje druhovou variabilitu v každém ročním období.



*Graf 6: procentuální vyjádření mortality dle ročních období*



*Graf 7: procentuální zastoupení počtu druhů v jednotlivých ročních obdobích*

Léto je období, které dle grafu 7 bylo druhově nejvariabilnější, z celkového počtu 48 druhů bylo v létě nalezeno 70% druhů. 41,17% nálezů patřilo do třídy ptáků, 35,29 % do třídy savců, zástupci z třídy plazů tvořili 14,7 % a třída obojživelníků byla zastoupena v 8,823 %. Na podzim bylo druhové zastoupení jednotlivých tříd následující: nejčastější nálezy patřily do třídy savců a tvořily 44,15 % všech nálezů, druhá druhově nejvariabilnější třída byla třída ptáků zastoupena 30,76 %, plazi tvořili 11,53 % nálezů a obojživelníci tvořili 11,53 % nálezů. V zimě byly nalezeny kadávery patřící do třídy savců v 71,42 % a třídy ptáků v 28,57 %; plazi ani obojživelníci se v zimě nevyskytovali. Posledním obdobím bylo jaro, které opět bylo druhově variabilnější, druhově nejdiverzněji byly zastoupení ptáci v 44,82 %, dále savci 34,48%, plazi 13,79 % i obojživelníci v 6,89 %.

#### **2.4.5 Porovnání mortality obratlovců na jednotlivých trasách**

Počet nalezených kadáverů se mění podle délky trasy a délky silnic I. a II. třídy. Tabulka 3 znázorňuje procentuální podíl silnice I. a II. třídy na první a druhé trase při najetých 3.873,6 km

Tabulka 3: procentuální zastoupení tříd silnic na jednotlivých trasách

Třída silnice	I trasa	II trasa
I. tř	32,01%	24,43%
II. tř	67,98%	75,76%

Tabulka 4: Relativní mortalita kadáverů na 1 km, rozdělení dle třídy silnice a trasy

Třída silnice	I trasa	II trasa
I. tř	0,057	0,101
II. tř	0,101	0,083

32,01% trasy 1 tvoří silnice I. třídy, množství nalezených kadáverů je 21,14% a relativní mortalita je 0,057 kadáveru na 1 km. Trasa 1 je z 67,98% silnice II. třídy a počet nalezených kadáverů je 78,85 %, relativní mortalita 0,101 kadáveru na 1 km

Trase 2 je zastoupena z 24,43 % silnicí I. třídy bylo na ní nalezeno 28,22 % ze všech nálezů, relativní mortalita je 0,101 kadáveru na 1 km. Trasa 2 je ze 75,76 % tvořena silnicemi II. třídy a bylo na ní nalezeno 71,77 % veškerých nalezených kadáverů, relativní mortalita je 0,083 kadáveru na 1 km (viz. příloha VII).

Nejvyšší součet všech relativních hodnot je na silnici II. třídy procházející městem, která činí 8,6702 kadáverů na 1 km. Dále nejvyšší průměrnou hodnotou je dle tabulky 5 silnice I. třídy v městské zástavbě, která činí 0,384 kadáverů na 1 km.

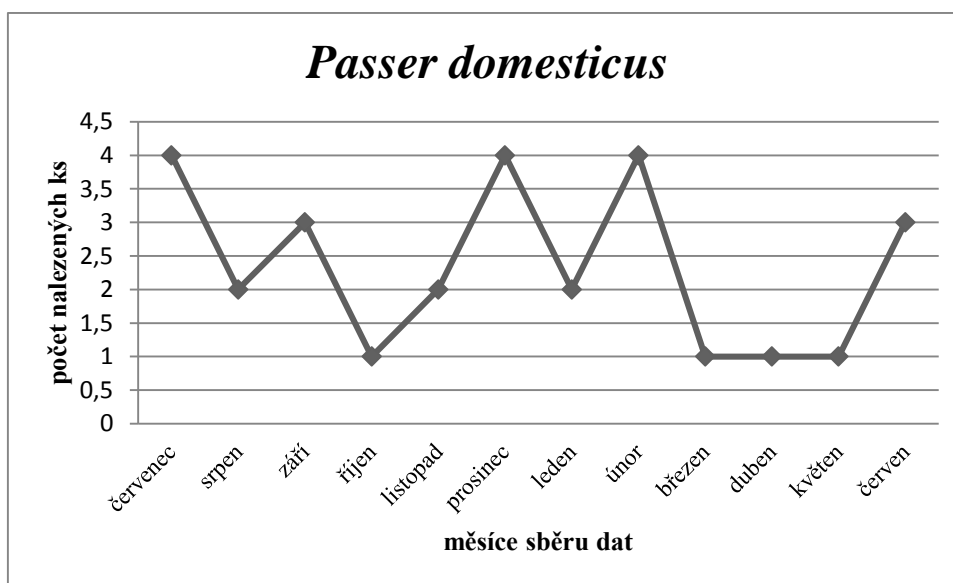
Nejhojněji nalezeným druhem byl vrabec domácí (*Passer domesticus*), patřící do třídy ptáků (viz graf 4) a následující tabulka vyjadřuje rizikové oblasti pro vrabce a shrnutí relativní mortality.

Tabulka 6: třída silnice/oblast nálezu

I. tř./město	II. tř./město	I. tř./mimo město	II. tř./mimo město
1,25	0,751	0,178	0,4

Z tabulky vyčteme, že nejčastěji dochází ke kolizi vrabce domácího s vozidlem v městských a příměstských oblastech. Dle grafu 8, můžeme vyhodnotit, že jsou pro vrabce

nejrizikovější měsíce červenec, prosinec a únor, dále září a červen. V letních měsících je pravděpodobně vysoký počet mortality vrabce z důvodů vyšší dopravní frekvence v období letních prázdnin a péče o mláďata. V zimních měsících hraje velkou roli počasí a nedostatek potravy pro vrabce, kteří se uchylují k pobytu v blízkosti lidských sídel, kde bývají často přikrmováni. Prosinec 2014 byl sice teplotně nadprůměrný, ale v období před Vánoci byla opět vyšší frekvence dopravy. Únor 2015 byl chladný a vrabci se stahovali k lidským sídlům, proto v oba tyto zimní měsíce byl vyšší nález kadáverů vrabce v městských nebo příměstských oblastech.



Graf 8: měsíční mortalita vrabce domácího, během 12 měsíců

## 2.5 Porovnání efektivity pachových ohradníků

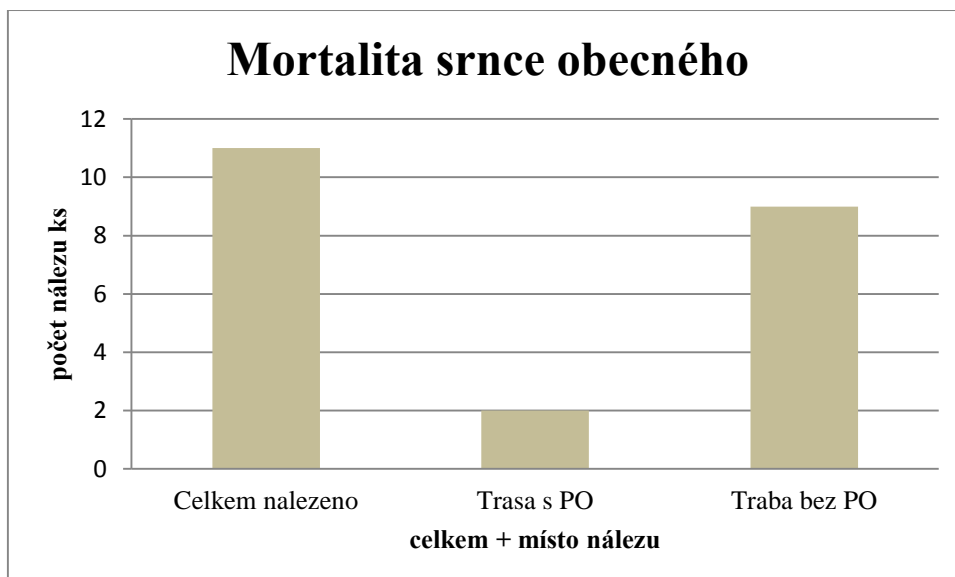
Efektivita pachových ohradníků byla vyhodnocována na základě porovnání 2 tras. Na trase 1 byly instalovány pachové ohradníky, na trase 2 nebyla žádná ochranná zábrana, bránící vstupu zvířat do vozovky. Pachové ohradníky jsou primárně určeny pro kopytníky, jako jsou srnec obecný (*Capreolus capreolus*), jelen lesní (*Cervus elaphus*), prase divoké (*Sus scrofa*) a další.

Pachové ohradníky byly nainstalovány na silnicích č. 445 a č. 450 mimo obce a délka jejich instalace byla 10,7 km a celkem bylo ochráněno 56,6 % silnic II. třídy trasy 1 (viz. příloha IV). Dle informací od policie České republiky byla v daném úseku v období od 7.7.2014 do 15.6.2015 nahlášena 1 nehoda způsobena kolizí vozidla s kopytníkem v měsíci

září a byla potvrzena i hospodářem honitby. V prosinci mi byla podána informace hospodářem honitby o nalezení jednoho kusu kadáveru srnce obecného (*Capreolus capreolus*), který byl nalezen přibližně 8 m od silnice v lesnatém porostu a měl jasná zranění vzniklá v důsledku kolize s vozidlem.

Trasa 2, podél které nebyly nainstalovány pachové ohradníky, měla 11,75 km mimo obce a jednalo se o silnici II. třídy č. 451 (viz. příloha IV).

V období od 7.7.2014 do 15.6.2015 bylo usmrceno 11 ks srnce obecného v důsledku kolize s vozidlem. 2 kadávery byly nalezeny na silnici č. 445 mezi Malou Morávkou, rozcestí Hvězda a Malou Morávkou (viz příloha V.).



Graf 9: Grafické vyjádření četnosti nálezů na jednotlivých trasách; PO= pachový ohradník

Z celkového počtu 11 kusů kadáverů srnce obecného se 18% vyskytovalo na trase s pachovými ohradníky a 81,81% na trase bez ochranných prvků. 81,81% se nacházelo na silnicích II. třídy a 18% na silnici I. třídy č. 45. Na trase s pachovými ohradníky byla relativní mortalita srnce 0,18 kadáveru srnce na 1 km trasy. U trasy bez pachových ohradníků je relativní mortalita 0,598 kadáveru na 1 km.

### 3 Diskuze a závěr

Při zjišťování mortality obratlovců na silnicích I. a II. třídy jsem se zaměřila na vypočítání relativní mortality, kterou jakožto základní „jednotku“ využívá Anděl a Hlaváč (2008). Při počítání relativní mortality dostáváme 1 kus kadáveru na určitý počet kilometrů. Výsledku docílíme pomocí výpočtu najetých kilometrů k nalezeným kusům kadáverů. V mém případě činila celková relativní mortalita 1 nález na 11,46 km, avšak tohoto výsledku se nevyužívá a je potřeba jej přepočítat na množství kadáveru na 1 km ujeté trasy, tedy správným výsledkem je hodnota 0,087 kadáveru na 1 km. Srovnám-li svůj výsledek s relativní mortalitou dle Hlaváče (2008), který informuje o ročním měření na 1.282 km, jeho zjištěná relativní mortalita je 1,69 kadáveru na 1 km trasy. Jen pro představu, abych dosáhla stejné relativní mortality, jako má Hlaváč (2008), musela bych na své trase najít 19x více nálezů. Hell et al. (2005) sledovali mortalitu savců a ptáků na silnicích slovenské části Dunajského povodí. Během sledování bylo najeto 22.688 km a nalezeno 3.009 kadáverů. Relativní mortalita jeho sledování činila dokonce 7,54 kadáveru na 1 km. Smith a Dodd (2003) sledovali v průběhu jednoho roku v Alachua, USA, silnici II. třídy o celkové délce 3,2 km, v průběhu roku byl sledovaný úsek procházen celkem 105krát a bylo nalezeno 821 živočichů, kteří zemřeli následkem kolize s vozidlem. Relativní mortalita činila 2,2 kadáveru na km trasy. Kořínek (1995) sledoval mortalitu obratlovců v důsledku silniční dopravy na území středního Polabí v průběhu tří let. Sledovaný úsek byl 3,5 km dlouhý a bylo na něm nalezeno 181 kadáverů. A vysledovaná relativní mortalita činila 51,71 kadáverů na 1 km.

Rozdíly v relativních mortalitách mezi jednotlivými autory a mnou si vysvětluji rozdílným prostředím, časem, ve kterém měření probíhalo a metodikou, kterou bylo měření mortality prováděno a v neposlední řadě odlišnou dopravní hustotou na silnicích v místech měření a délkou sledované trasy.

V mé práci je vyhodnocena relativní mortalita pro jednotlivé živočišné třídy. Jako první je vyhodnocena relativní mortalita savců, jakožto nejrizikovější třídy živočichů, která činila 1 nález na 24 km a tedy 0,0416 kadáveru savce na 1 km (viz. graf 2). Z českých autorů se zabývá mortalitou pouze savců Mrtka a Borkovcová (Mrtka, Borkovcová, 2013). Výsledky studie vycházely z dotazníkového vyhodnocení, celkem bylo nasbíráno 1008 vyplněných dotazníků. Vyhodnocení průměrného počtu kadáverů na 1000 km silnic bylo 6,8-17,4

kadáverů za rok, relativní mortalita byla 0,068-0,0174 kadáverů na 1 km za rok. Hell et al. (2005), při svém sledování na slovenské části Dunajského povodí našel 45,5% savců ze všech nálezů, tzn. 1.369,095 kusů savců. Relativní mortalita savců tedy činila 1 nález na 16,57 km, tj. 0,60 kadáveru na 1 km trasy.

Další třídou, u které byla vyhodnocena relativní mortalita, je třída ptáků, u kterých relativní mortalita činila jeden nález na 34,58 km, tj. 0,0289 kadáveru na 1 km. Hel et al. (2008) našel při sledování 54,5% ptáků, tzn. 1.639,9 ks z celkového počtu nalezených kadáverů, pro které byla vyhodnocena relativní mortalita 1 kadáver na 13,84 km, tj. 0,072 kadáveru na 1 km. Orłowsky (2008) naměřil relativní mortalitu za rok na 9,1.

Má relativní mortalita plazů je 1 kadáver na 139 km, tj. 0,007 kadáveru na 1 km. Průměrná mortalita u obojživelníků je 1 kadáver na 99km, tj. 0,01 kadáveru na na 1 km. Kořínek (1991) ve svém měření uvádí, že plazi tvořili 0,6% ze všech nalezených kadáverů, tzn. 18,036 ks z třídy plazů. Relativní mortalita tedy byla 1 mrtvý plaz na 5,15 km nebo 0,19 kadáveru plaza na 1 km. Z celkového množství nalezených kadáverů obojživelníci tvořili 2,2%, což znamená 1 mrtvý obojživelník na 1,59 km; na 1 km to tedy bylo 0,628 kadáveru (viz. graf 3)

Jednotlivé hodnoty průměrných mortalit u všech čtyř živočišných tříd jsou ovlivněny ročním obdobím, délkou sledování, odlišnou metodikou, zájmovým vyhodnocení určitých druhů a celkově odlišnou druhovou skladbou živočichů dané krajiny. Také intenzita dopravy, rychlost a přítomnost či absence ochranných prostředků. Toto všechno jsou možné příčiny rozdílů ve výsledcích jednotlivých autorů a výsledků mých.

### **3.1 Nejohroženější třída živočichů**

Jako nejohroženější třída živočichů je dle mých výsledků vyhodnocena třída savců, kteří tvořili 47,04% z celkového počtu nalezených kadáverů (viz. graf 1). Kořínek (1995) má shodný výsledek, kde savci tvoří 61,3% ze všech nálezů. Stejného vyhodnocení nejrizikovější třídy dosáhl Hlaváč (2008) v jehož studii tvořili savci 54% z celkového množství nalezených kadáverů.

Hell et al (2008) má však odlišný výsledek, kde nejohroženější třídou živočichů jsou ptáci a to v 54,4% všech nálezů. Langbein a Putman (2003) při svém měření našli 603 ks



živočichů a savci se vyskytovali v 50% případů všech nálezů. Jako nejrizikovější třídu živočichů Smith a Dodd (2003) vyhodnotili obojživelníky. Beebee (2013) zveřejnil, že dle výzkumů prováděných na čtyřech kontinentech může mortalita obojživelníků tvořit dokonce až 90% z celkové mortality živočichů.

Vyhodnocení nejrizikovější třídy živočichů se odvíjí dle krajiny, kterou prochází pozemní komunikace, na které je prováděn sběr dat. Velkou měrou na výsledky dopadá i aktuální stav počasí; při deštivém počasí se prokázal nárůst mortality obojživelníků (Seibert a Conover, 1991). Také roční období; kdy na jaře a na podzim dochází k tahům obojživelníků na místo páření nebo zimoviště. Péče o mláďata do jisté míry také ovlivňuje mortalitu živočichů; pokud se rodiče starají o mláďata a shánějí jim potravu, zvýší se pravděpodobnost úmrtí v důsledku kolize s vozidlem (Baker 2007).

### 3.2 Nejrizikovější druhy

Dle mého vyhodnocení nejrizikovějších druhů pro jednotlivé třídy (viz. graf 4) byl nejčastěji nalezen kadáver vrabce domácího (*Passer domesticus*). V průběhu ročního sběru dat bylo nalezeno 28 ks kadáverů vrabce, který zastupuje 25% veškerých nálezů patřících do třídy ptáků, stejného výsledku dosáhl Hell et al (2005) a Erritzøe et al (2003). Druhým nejčastějším nálezem byl kadáver kosa černého (*Turdus merula*), kterého jsem za celou dobu průběhu sběru dat našla celkem 25 ks, tedy 22,3% všech nálezů ptáků. Práce Chaloupkové (2012) vyhodnotila na druhém místě nejčastěji sráženým ptákem také kosa černého.

Mrtka a Borkovcová (2013) vyhodnotili z dotazníkového výzkumu, že nejčastějším usmrceným zvířetem pod koly vozidel je zajíc polní (*Lepus europaeus*). Z 692 dotazníků bylo vyhodnoceno, že kadávery zajíce polního tvořily 26,58% všech nálezů. Z mých dat jsem vyhodnotila nejčastěji vyskytující se kadáverem hraboše polního (*Microtus arvalis*) (viz. graf 4), který tvořil 11,94% všech kadáverů třídy savců. Dle výzkumů Mrtky a Borckovcové (2006) byl nejhojnějším kadáverem ježek (*Erinaceus*). Z celkového počtu nalezených savců tvořil ježek 52,17 % všech nalezených kadáverů. Hell et al (2005) vyhodnotil jako nejčastěji se vyskytující kadáverem savce křečka polního (*Cricetus cricetus*) a to v 35,7% případů.

Z třídy obojživelníků je vyhodnocen jako nejčastější kadáver ropucha obecná (*Bufo bufo*) (viz. graf 4). Ropucha tvoří 35% ze všech kadáverů obojživelníků a 4,14% ze všech nalezených kadáverů. Můj výsledek se shodoval se studií Elžanovski et al (2009) a Gryz a Krauze (2008). Błażuka (2010) ve své studii vyhodnotil nejčastějším kadáverem obojživelníka rovněž ropuchu obecnou, která se vyskytovala v přibližně stejném počtu jako skokan hnědý (*Rana temporaria*), kterého jsem vyhodnotila druhým nejčetnějším nálezem obojživelníka. Skokana hnědého bylo nalezeno 13 ks, což představuje 33,33% nálezů obojživelníků.

### 3.3 Roční mortalita

Mortalita se v průběhu roku mění v závislosti na teplotě a podle Hella et al, (2005) a Erritzøe (2003) početnost mortality stoupá se stoupající teplotou. Protože čím je vyšší teplota prostředí, ve kterém se živočichové vyskytují, tím jsou živočichové aktivnější. Dalo by se říci, že se zvyšující se teplotou roste druhová diverzita živočichů pohybujících se v okolí pozemních komunikací.

Vyhodnocením celkové mortality za rok (viz. graf 5) jsem došla k závěru, že nejvyšší mortalita je v měsíci červenci, kdy bylo nalezeno 45 ks kadáverů. V procentuálním zastoupení tvoří červenec 13,31% celoroční mortality. Překvapivým výsledkem byla vysoká mortalita v říjnu, kde bylo nalezeno 43 ks kadáverů. Vysvětlením vysoké mortality může být podzimní tah obojživelníků na vhodné zimoviště (Gibbs a Shriver, 2005) a vyvedení mláďat z brlohů a jejich částečné osamostatnění (Baker, 2007). Naproti tomu je únor měsícem s nejnižší mortalitou v roce a tvoří 3,55% celkové roční mortality (viz. graf 5).

Mortalita dle ročních období je nejvyšší v létě. V období od 7.7.2014 do 13.9.2014 tvoří celková mortalita za toto období 35% roční mortality, tj. 118 ks kadáverů (viz graf 6). Léto je obecně obdobím s nejvyšší průměrnou teplotou (Erritzøe, 2003) a s ní je spojena i nejvyšší druhová diverzita živočichů (viz graf 7), která je v mém měření zastoupena 70,83% všech druhů, tj. 34 druhů živočichů. Nejvyšší počet druhů vyskytujících se v létě patří do třídy ptáků a to celkem 14 druhů. Druhou nejpočetnější taxonomickou třídou živočichů jsou savci s 12 druhy. Druhová variabilita jara je v mém měření druhá nejvyšší. Je to způsobeno nástupem delších dnů a zvyšující se teploty. Nejdíverznější taxonomickou třídou jsou savci s 13 druhy a ptáci s 10 druhy.

S blížící se zimou dochází ke stěhování některých našich ptáků do teplých krajín, proto se jejich druhové zastoupení snižuje. Naopak u savců není sezónní stěhování tak hojné jako u ptáků. U savců dochází spíše k zimnímu spánku, ale i tak není jisté, že se savci v průběhu zimy nevzbudí nebo že prospí přesnou kalendářní zimu.

### **3.4 Mortalita na trasách**

Míra mortality odráží hustotu dopravy na sledovaném úseku, z toho důvodu jsem vyhodnotila jednotlivé trasy a jednotlivé třídy silnic mezi sebou. Silnice první třídy náležící trase 1 tvoří 32,01 % z celkové délky najeté trasy 2.001,6 km, počet na ní nalezených kusů kadáverů (viz. tabulka4) tvoří 10,94% ze všech nálezů. Relativní mortalita je 1 kadáver na 17,29 km, tj. 0,057 kadáveru na 1 km. Kdyby byla silnice I. třídy po celé délce trasy 1, bylo by pravděpodobně nalezeno 116 ks kadáverů. Silnice II. třídy trasy 1 tvoří 67,98 % z celkové délky najeté trasy 2001,6 km, počet nalezených kadáverů tvoří 40,53 % ze všech nálezů a relativní mortalita je jeden kadáver na 9,86 km, tj. 0,101 kadáveru na 1 km. Kdyby celá trasa 1 byla zastoupena pouze silnicí II. třídy, bylo by pravděpodobně nalezeno 203 ks kadáverů.

Trase 2 je zastoupena z 24,43 % silnicí I. třídy z celkové délky najeté trasy 1.872 km a byl na ní nalezeno 13,61 % ze všech nálezů. Relativní mortalita je 1 kadáver na 9,86 km, tj. 0,101 kadáveru na 1 km trasy. Převedením silnice I. třídy na celou trasu 2 by vedlo k pravděpodobnému nálezu 190ks kadáverů. Trasa 2 je ze 75,76 % tvořena silnicemi II. třídy a bylo na ní nalezeno 34,61 % veškerých nalezených kadáverů. Relativní mortalita je 1 kadáver na 12,12 km tj. 0,83 kadáveru na 1 km trasy. Převedením celé trasy na silnice II. třídy bylo by pravděpodobně bylo nalezeno 154,1 ks kadáverů.

Celkové vyhodnocení nejrizikovější silnice dle třídy je z výsledků mé práce, silnice II. třídy, kde na 38,5 km bylo nalezeno 258 ks kadáverů a relativní mortalita je 6,7 kadáveru na 1 km. Oproti tomu relativní mortalita na silnicích I. třídy, kde bylo nalezeno na 15,2 km 80 ks kadáverů, je 5,26 kadáverů na 1 km. Avšak Borkovcová, Mrtka a Winkler (2012), vyhodnotili jako nejrizikovější silnici pro životy obratlovců silnice I. třídy. Rozdíl mezi výsledkem mých vyhodnocení a vyhodnocení Borkovcové, Mrtky a Winklera (2012) je pravděpodobně zapříčiněn rozdílnou délkou vybraných úseků, odlišných krajinných prvků, rozdílné nadmořské výšky a s tím spojené odlišné druhové variability.

Nejvyšší mortalita obratlovců, která byla posuzována na základě mortality v městských a mimoměstských úsecích, byla nejvyšší v městských úsecích, kde na 20,05 km bylo nalezeno 163 ks kadáverů za 12 měření a relativní mortalita je 8,13 kadáverů na 1 km za 12 měření. V mimoměstských oblastech, které měly délku 33,6 km, bylo nalezeno 175 ks kadáverů za 12 měření a relativní mortalita je 5,208 km za 12 měření. Z podobného výzkumu prováděného Chaloupkovou (2012) bylo více kadáverů nalezeno na úsecích mimo města, kde vyšší mortalita byla způsobena vyšší rychlostí řidičů. Rozdíl je pravděpodobně v odlišném období sběru dat, ve výběru odlišných tras a v celkovém zastoupení jednotlivých tříd silnic, také odlišná hustota dopravy a poloha kadáverů vůči silnici. Vyšší mortalita obratlovců v městských částech může být způsobena i tím, že v Malé Morávce je vyhodnocen rizikový úsek pro obojživelníky, kde jsem je nejčastěji nalézala. Také kadáver ježka byl poměrně často v blízkosti lidských sídel.

### **3.5 Efektivita pachových ohradníků**

Součástí mé bakalářské práce bylo vyhodnocení efektivity pachových ohradníků. Vyhodnocení efektivity pachových ohradníků probíhalo na základě porovnání mortality kopytnatců na trase 1, kde byly ohradníky instalovány, s mortalitou kopytnatců na trase 2, kde žádné opatření zabraňující vstupu zvířat do vozovky nebylo.

Na pachové ohradníky byla použita pěna Hagopur Duftzaun, která byla pravidelně obnovována z důvodů vytvoření efektivního pachového „oplocení“ silnice II. třídy č. 445 a 450. Za celou dobu měření mortality bylo nalezeno 11 ks srnce obecného (*Capreolus capreolus*), který tvoří 3,25 % všech nálezů. 81,81% nálezů srnce obecného bylo na silnicích II. třídy a 18,19% nálezů na silnici I. třídy. 63,63% nálezů srnce bylo nalezeno na silnici č. 451, tato silnice žádná opatření proti vstupu zvířete na silnici nemá.

K prvnímu nálezu kadáveru srnce obecného na silnici s pachovými ohradníky došlo v měsíci září. Druhý nález na silnici s pachovými ohradníky byl v prosinci. Nejvíce srnců usmrcených v důsledku kolize s vozidlem bylo v listopadu a v lednu. Mortalita srnců v měsíci listopadu na trase bez pachových ohradníků tvořila 27,27%, stejné procentuální zastoupení mortality srnce v důsledku kolize s vozidlem je i v měsíci lednu.

Efektivita pachových ohradníků je 2:7, tedy pravděpodobnost kolize se srncem nebo jiným kopytníkem je na trase bez pachových ohradníků o 350% vyšší, než je tomu na silnici s pachovými ohradníky. Nález 2 kadáverů srnce obecného na silnici s ochrannými prvky může být vysvětlen obdobím, ve kterých došlo ke kolizím. Září je pro srnce období říje a v období říje srnci procházejí mnohem více míst (migrace za rozmnožováním). Obecně platí, že čím větší dálku musí jedinec urazit, tím více pozemních komunikací mu cestu kříží. Dalším odůvodněním může být snížena účinnost pachových ohradníků vlivem počasí. Tento výsledný počet kusů kadáverů ovšem nemusí být konečný. Ve skutečnosti mohlo dojít k mnohem více nehodám, ale řidiči využili situace a sraženého srnce nebo prase naložili do auta a odvezli. Také množství nahlášených nehod na policii je z těchto důvodů mnohem nižší, než odpovídá skutečnému stavu.

Kurča (2010) publikoval výsledky snížení mortality srnců v Pardubickém kraji na silnici I. třídy č. 35, kde byly 2 úseky o délce 1km osazeny odrazovými skly a na 3 kilometrech bylo využito instalace pachových ohradníků, obě opatření byla zkouškou změny mortality. V oblasti, kde došlo v roce 2006 ke 12 střetům se zvěří, v období měření po aplikaci pachových ohradníků v roce 2007 došlo pouze k 1 střetu kopytníka s vozidlem. Na druhé trase, kde došlo v roce 2006 celkově k 9 kolizím zvířete s vozidlem, v období měření v roce 2007 nedošlo k žádnému střetnutí.

Efektivita pachových ohradníků byla měřena také v honitbě Schrick, kde před rokem 1995 nebyly instalovány pachové ohradníky a docházelo k úmrtí 12ks srnce obecného ročně. Mezi lety 1995-1996 došlo k aplikaci pachových ohradníků v délce silnice 1800 m a následně se mortalita srnce v důsledku kolize s vozidlem snížila na 3 ks ročně (Havránek a Hučko 2009).

Jak již bylo zmíněno výše, mortalita kopytnatců je ovlivněna mnoha faktory, jedním z nich je, že srnci, jeleni a prasata jsou velká zvířata s velkými nároky na teritorium a častými migračními nároky, proto může dojít ke sražení s vyšším savcem i v oblasti, kde je silnice chráněná pachovým ohradníkem.

### 3.1 Závěr

Při vyhodnocení mortality na silnicích I. a II. třídy v okrese Bruntál jsem došla k závěru, že rozpínající se infrastruktura má jistě negativní dopad na živočichy, avšak mnou vyhodnocené výsledky dosáhly nižší hodnoty, než má Anděl a Hlaváč (Anděl a Hlaváč, 2005), což může být způsobeno kratším vytyčením úseku, na kterém výzkum probíhal, dále různou hustotou dopravy a počasím. Přesto, že se jednalo většinou o silnice II. třídy, tak zaznamenaná míra mortality jednotlivých druhů je znepokojující. Jak již bylo zmíněno, mortalita živočichů na jednotlivých silnicích bude ve skutečnosti mnohem vyšší. Kadávery ležící na silnici podléhají mnoha vlivům a při měření je není možno zaznamenat.

V období od 7.7.2014 do 15.6.2015 bylo na trase o celkové délce 53,8 km prováděno 72krát měření mortality obratlovců na silnicích a byla porovnáována efektivita aplikace pachových ohradníků na životy vyšších savců. Na této trase bylo celkem nalezeno 338ks kadáverů. Nejčastěji zaznamenaným nálezem byl vrabec domácí (*Passer domesticus*), kos černý (*Turdus merula*) a hraboš polní (*Microtus arvalis*) Relativní mortalita 338 ks na 53,8 km je 6,28 nálezů na 1 najetý kilometr.

V bakalářské práci jsem se zabývala celkovým vlivem dopravy na životy volně žijících živočichů. V rešeršní části jsem se snažila nastínit problematiku a seznámení s možnými řešeními, které jsou v míře potřebné pro Českou republiku finančně nedostupné.

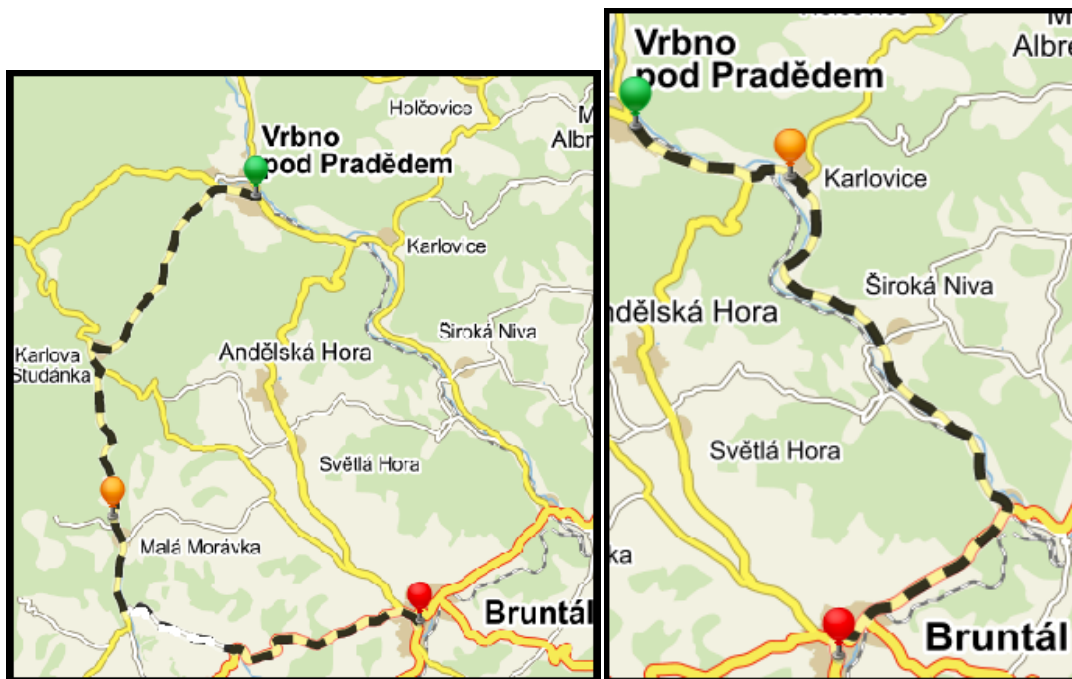
Hlavním výsledkem mé práce bylo vyhodnocení celkové mortality na silnicích I. a II. třídy v okrese Bruntál, následné vyhodnocení nejrizikovější třídy živočichů, kterou jsou bezpochyby savci - tento výsledek se shoduje i s měřením jiných autorů zabývajících se touto problematikou. Vyhodnocení vrabce domácího jako nejčastěji sraženého zvířete je výsledek opět shodný s některými autory publikací o mortalitě zvířat na silnicích.

V neposlední řadě jsem vyhodnotila druhově nejbohatší třídy živočichů vyskytujících se v mém měření. Dále byla porovnáována mortalita obratlovců dle tříd silnic, kde jsem se dostala k opačným výsledkům, než je tomu u ostatních autorů, také byla porovnána mortalita obratlovců na silnicích v městských úsecích a v mimoměstských úsecích kde byly opět mé výsledky opačné vůči výsledkům jiných autorů. Dále jsem vyhodnotila vliv pachových ohradníků na srnce a celkově kopytníky a porovnání efektivit jejich aplikace, která se ukázala jako vysoká.

## Přílohy:

Příloha I: První trasa

Příloha II: Druhá trasa



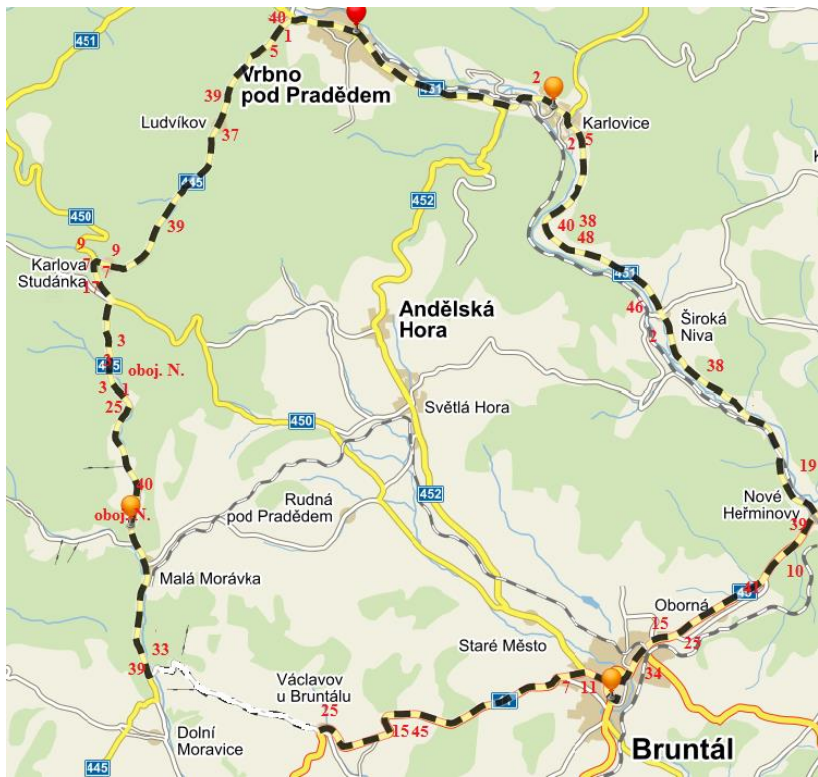
Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Příloha III:

Legenda: 1) Ropucha obecná, 2) Skokan hnědý, 3) Mlok skvrnitý, 4) Čolek horský, 5) Užovka obojková, 6) Zmije obecná, 7) Slepýš křehký, 8) Ještěrka obecná, 9) Ještěrka živorodá, 10) Poštołka obecná, 11) Káně lesní, 12) Linduška horská, 13) Hýl obecný, 14) Kos černý, 15) Drozd kvíčala, 16) Drozd cvrčala, 17) Rehek zahradní, 18) Pěnkava obecná, 19) Sýkora modřinka, 20) Sýkora úhelniček, 21) Sýkora koňadra, 22) Holub doupňák, 23) Čížek lesní, 24) Kukačka obecná, 25) Vrabec domácí, 26) Špaček obecný, 27) Budniček menší, 28) Konipas bílý, 29) Strnad obecný, 30) Zvonek zelený, 31) Červenka obecná, 32) Myš domácí, 33) Hraboš polní, 34) Potkan obecný, 35) Krtek obecný, 36) Králík divoký, 37) Myšice lesní, 38) Veverka obecná, 39) Rejsek obecný, 40) Ježek, 41) Kočka domácí, 42) Zajíc polní, 43) Kuna skalní, 44) Kuna lesní, 45) Lasice kolčava, 46) Liška obecná, 47) Tchoř tmavý, 48) Srnec obecný

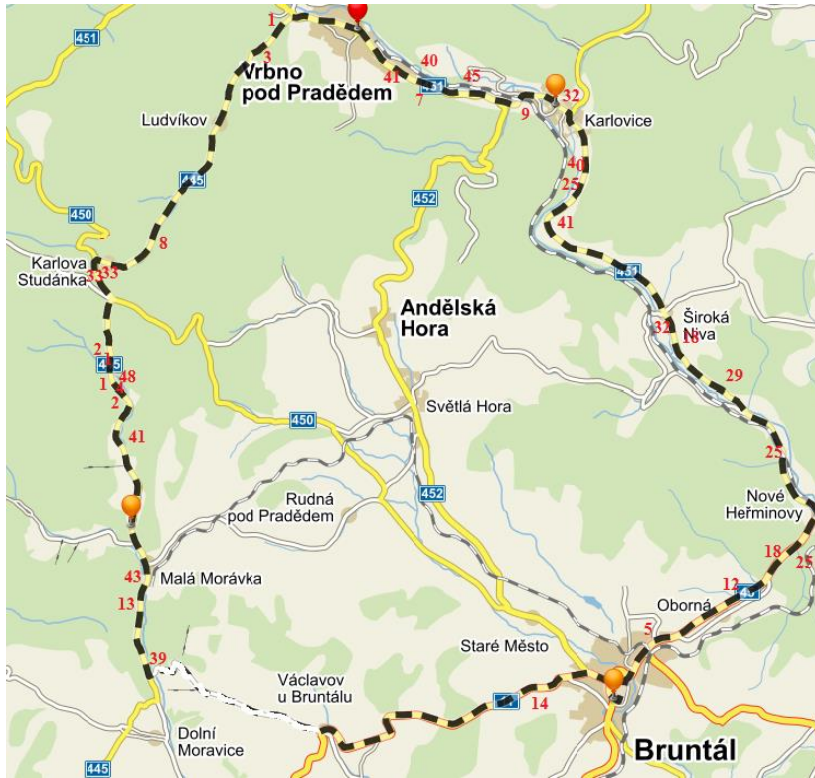


červenec

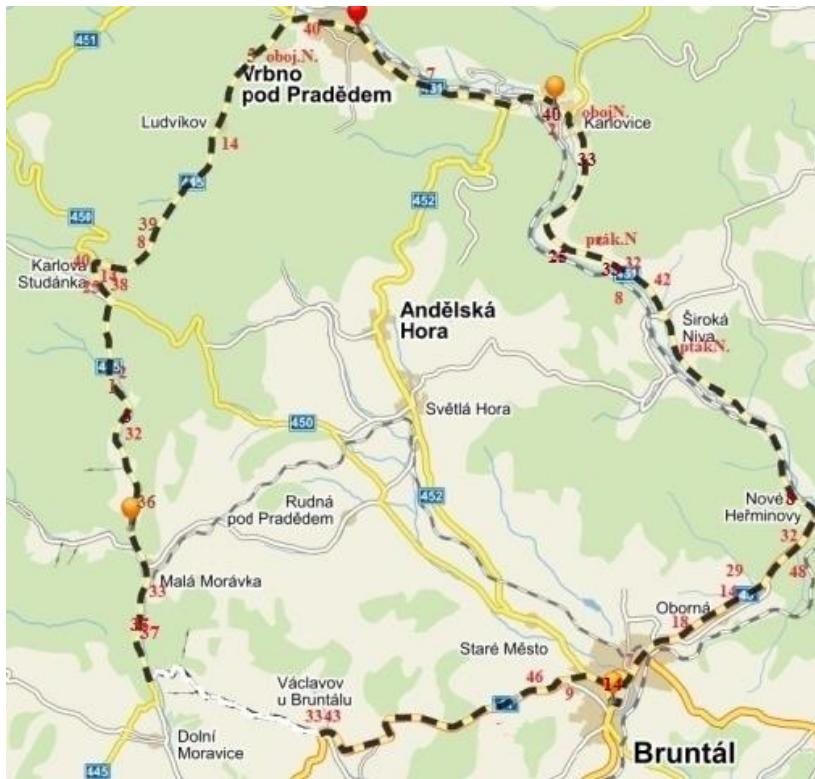


srpen



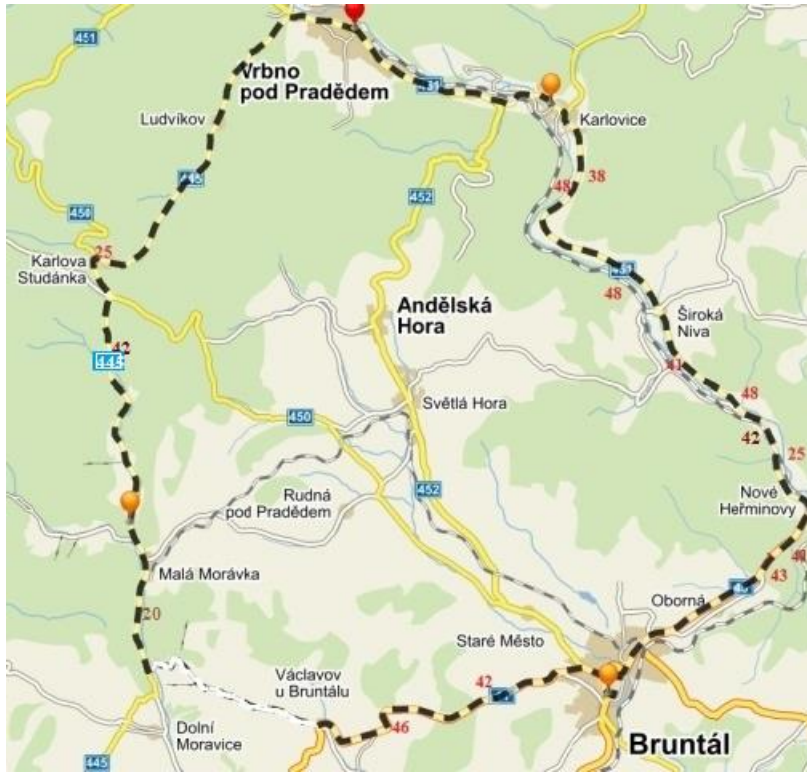


září

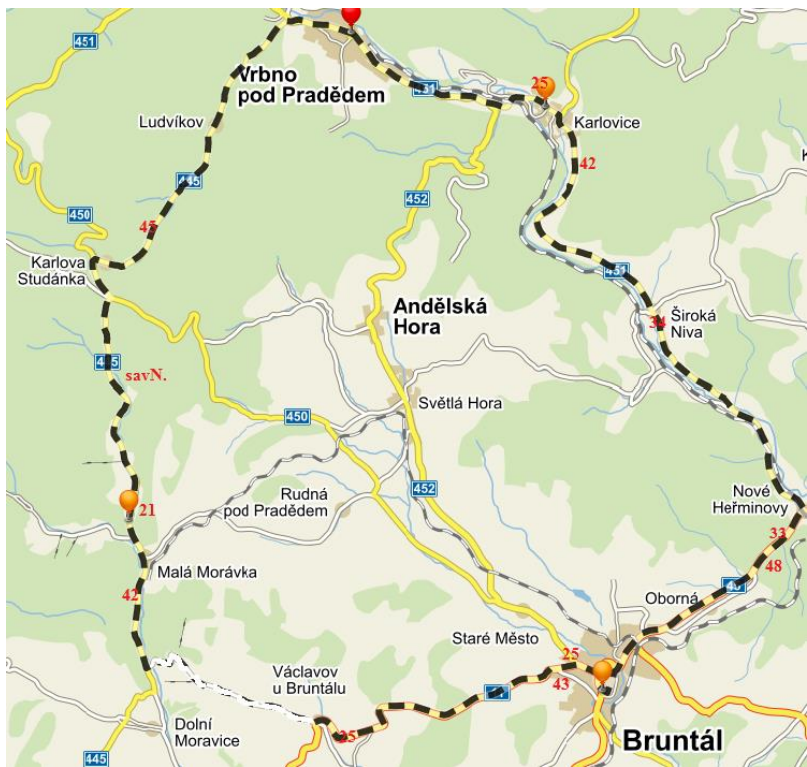


říjen

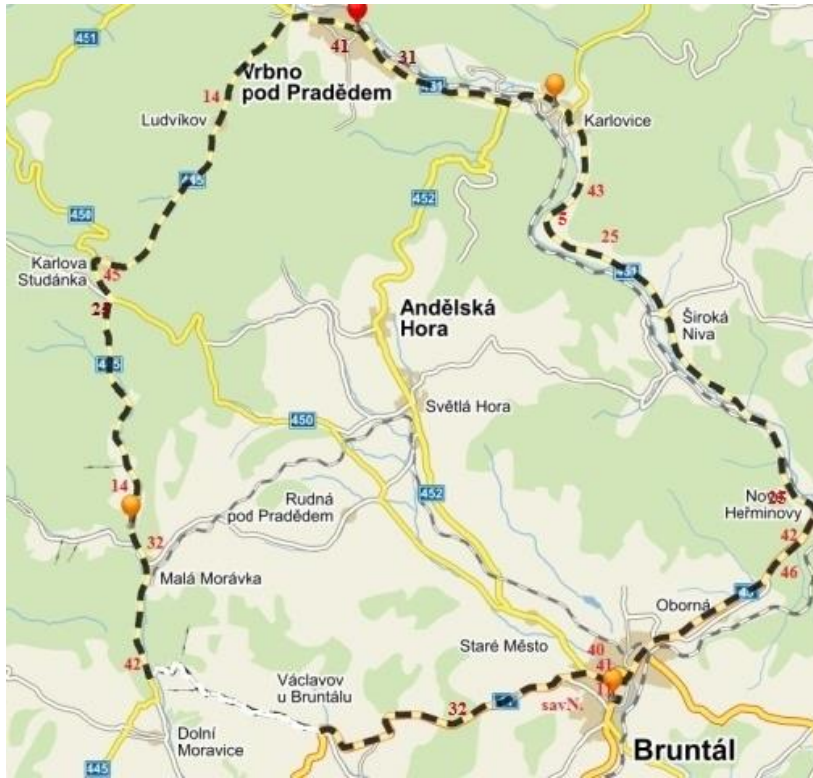




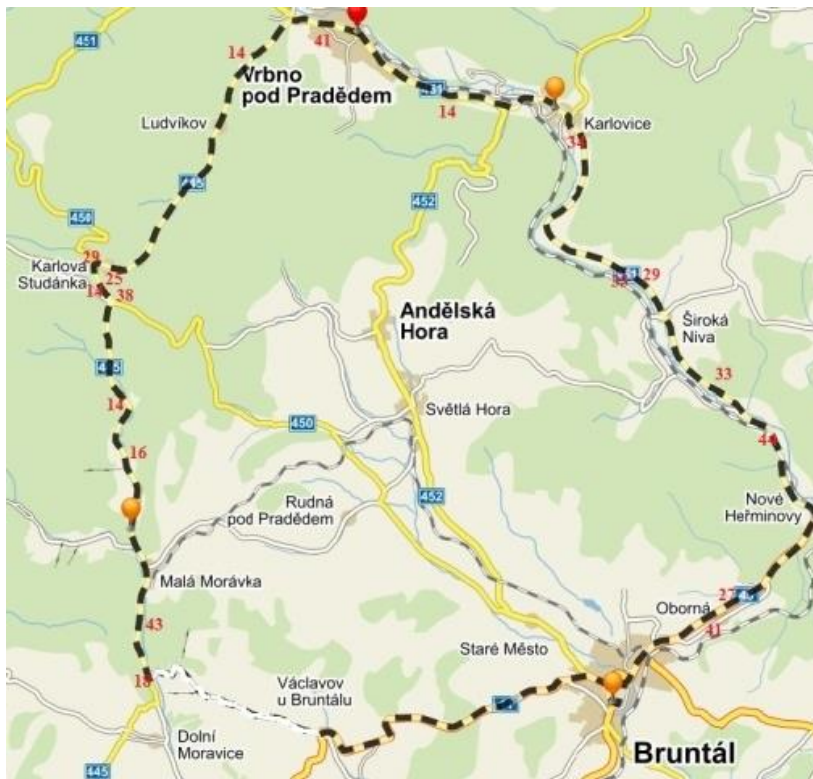
leden



únor



březen



duben



květen



červen

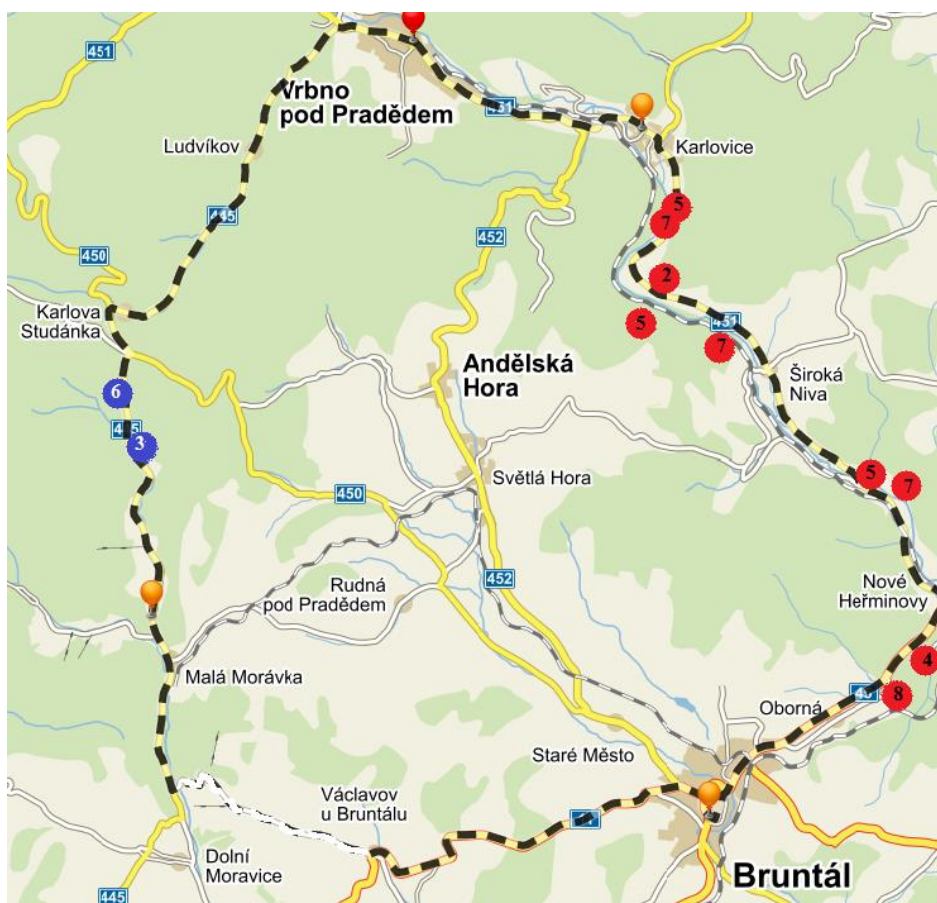
Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Příloha IV: V červeném poli je vyznačeno území, kde nebyly nainstalovány pachové ohradníky; v modrém poli je vyznačeno území s nainstalovanými pachovými ohradníky.



Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Příloha V: červeně – nálezy na trase bez pachových ohradníků; modře – nálezy na trase s pachovými ohradníky



Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Příloha VI:

Tabulka 6:

druh	I.třída/město	II.třída/město	I.třída/mimoM	II.třída/mimoM
<i>Bufo bufo</i>		0,685		0,133
<i>Rana temporaria</i>		0,685		0,089
<i>Salamandra salamandra</i>		0,124		0,089
<i>Ichthyosaura alpestris</i>		0,0623		
<i>Natrix natrix</i>	0,3	0,249		0,178
<i>Viper berus</i>		0,0623		
<i>Anguis fragilis</i>	0,3	0,249	0,18	0,133
<i>Lacerta agilis</i>		0,124		0,089
<i>Zootoca vivipara</i>		0,124	0,09	0,0445
<i>Falco tinnunculus</i>	0,3	0,0623	0,09	
<i>Buteo buteo</i>	0,5		0,09	
<i>Anthus spinoletta</i>			0,09	
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>				0,0445

<i>Turdus merula</i>	1,3	0,997	0,09	0,311
<i>Turdus pilaris</i>			0,27	0,133
<i>Turdus iliacus</i>		0,0623		
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>			0,18	0,0445
<i>Fringilla coelebs</i>			0,18	0,133
<i>Cyanistes caeruleus</i>		0,0623		
<i>Periparus ater</i>		0,0623		0,0445
<i>Parus major</i>		0,249	0,09	0,089
<i>Columba oenas</i>		0,0623		
<i>Fringilla spinus</i>			0,09	
<i>Cuculus canorus</i>				0,0445
<i>Passer domesticus</i>	1,3	0,751	0,18	0,4
<i>Sturnus vulgaris</i>				0,0445
<i>Phylloscopus collybita</i>			0,09	
<i>Motacilla alba</i>		0,124		0,0445
<i>Emberiza citrinella</i> )		0,0623	0,09	0,133
<i>Carduelis chloris</i>		0,0623		0,0445
<i>Erithacus rubecula</i>		0,0623	0,09	0,0445
<i>Mus musculus</i>		0,311	0,09	
<i>Microtus arvalis</i>		0,56	0,18	0,357
<i>Ratus norvegicus</i>	0,3	0,186		
<i>Talpa europea</i>		0,124	0,09	0,133
<i>Oryctolagus cuniculus</i>		0,0623		
<i>Apodemus flavicolis</i>		0,0623	0,18	0,133
<i>Sciurus vulgaris</i>		0,186		0,4
<i>Sorex araneus</i>	0,3	0,124	0,27	0,3125
<i>Erinaceus europaeus, concolor</i>	0,3	0,747	0,09	0,178
<i>Felis silvestris catus</i>	0,5	0,373	0,36	0,133
<i>Lepus europaeus</i>		0,186	0,54	0,3125
<i>Martes foina</i>	0,3	0,0623	0,36	0,089
<i>Martes martes</i>			0,09	0,0445
<i>Mustela nivalis</i>	0,3	0,186	0,18	0,133
<i>Vulpes vulpes</i>		0,0623	0,36	0,089
<i>Putorius putorius</i>			0,09	
<i>Capreolus capreolus</i>			0,18	0,4
<i>Neidentif. Oboj.</i>		0,249		0,133
<i>Neidentif. Pták</i>		0,124	0,09	0,0445
<i>Neidentif. Savec</i>		0,186	0,18	
	5,5	8,7752	5,17	5,2025
<i>průměrná relativní mortalita</i>	0,5	0,23	0,17	0,145



## Literatura:

1. Anděl P., Mináriková T., Andreas M. -2010, Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce, Vyd. Evernia s.r.o., AOPK ČR, Liberec 2010
2. Petr Anděl, Michal Andreas, Ivana Gorčicová, Václav Hlaváč, Tereza Minariková, Dušan Romportl, Martin Strnad , Anna Zieglerová, Koncepce ochrany migračních koridorů velkých savců a územní systém ekologické stability, Evernia, 2009
3. Anděl P, Gorčicová I. et Petržílka L., Atlas vlivu silniční dopravy na biodiverzitu Evernia, Liberec, 2008
4. Anděl P., Gorčicová I., Hlaváč V., Miko L., Andělová H. -2005, Hodnocení fragmentace krajiny dopravou-Metodická příručka, Vyd. AOPK ČR, Praha 2008
5. Erritzøe J., Mazgajski T. D., Rejt Ł. 2003. Bird casualties on European roads — a review. Acta Ornithol
6. Johannes Erritzøe, Richard Allen – 2012, Cuckoos of the Word, London : Christopher Helm. 2012
7. T. Hels, E. Buchwald, 2001: The effect of road kills on amphibian populations, 2001
8. Wallis, I 2005, 'Road Kills', Nature Australia, vol. 28, no. 6, pp. 55-61.
9. Jakub Gryz, Dandy Krauze, 2008, Mortality of vertebrates on a road crossing the Biebrza Valley (NE Poland)
10. V. Kociolek, A. P. Clevenger, C. C. ST. Clair and D. S. Proppe, Effects of Road Networks on Bird Populations, 2011
11. Kenneth Dodd Jr., Lora L. Smith, William J. Barichivich, Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida, 2003, Biological Conservation
12. Trevor J. C. Beebee, Effects of Road Mortality and Mitigation Measures on Amphibian Populations, 2013, Biological Conservation
13. James P. Gibbs and W. Gregory Shriver, Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians?, 2005, Biological Conservation
14. Philip J. Baker, Claire V. Dowding, Susie E. Molony, Piran C.L. White and Stephen Harris, Activity patterns of urban red foxes (*Vulpes vulpes*) reduce the risk of traffic-induced mortality, 2007, Biological Conservation
15. Rien Reijnen, Ruud Foppen, Impact of road traffic on breeding bird populations, 1995, Ministry of transport

16. Grzegorz Orłowski, Roadside hedgerows and trees as factors increasing road mortality of birds: Implications for management of roadside vegetation in rural landscapes, 2008, Science direkt
17. A.A. Dunthorn a & F.P. Errington, Casualties among birds along a selected road in Wiltshire, 1964, Bird study
18. Hell P., Plavý R., Slamečka J., Gašparík J. -2005, Losses of mammals (Mammalia) and birds (Aves) on roads in the Slovak part of the Danube Basin, European Journal of Wildlife Research
19. Filipe Carvalho, António Mira, Comparing Antal vertebrate rous kills over two times periods, 9 years apart: a case study in Mediterranean farmland, 2010
20. Filipe Carvalho, António Mira, Sara M. Santos, How Long Do the Dead Survive on the Road? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys, 2011
21. Seibert H.C., Conover J. H., Mortality of vertebrates and invertebrates on an Anthens County, Ohio, Highway, 1991, The Ohio Journal of Science
22. Ronald W. Sutherland, Phillip R. Dunning, and Whit M. Baker, Amphibian Encounter Rates on Roads with Different Amounts of Traffic and Urbanization, 2010, Corsevation Biology
23. Ministerstvo dopravy a odbor pozemních komunikací, Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy, Evernia, 2006
24. Scott P. Egan Glen R. Hood and James R. Ott: Testing the Role of Habitat Isolation among Ecologically Divergent Gall Wasp Populations, Volume 2012 (2012), Article ID 809897, 8 pages
25. N. L. Hodson, A survey of road mortality in mammals (and including data for the Grass snake and Common frog), 1966m Journal of Zoology
26. Hodson N. L., Snow D. W. 1965. The road deaths enquiry, 1960–61. Bird Study
27. Hodson N. L., Some notes on the habits of roadside carrion feeders. Bird Study, 1966
28. Chaloupková A. bakalářská práce, Mortalita obratlovců na cestách, 2012, UP Olomouc
29. Hlaváč V. et Anděl P., Mosty přes vodní toky – ekologické aspekty a požadavky. Metodická příručka, Kraj Vysočina a AOPK ČR, 2008
30. Hell, Losses of mammals (Mammalia) and birds (Aves) on roads in the Slovak part of the Danube Basin, 2004
31. Einhard Bezzel, klíč ke spolehlivému určování - 3 znaky, Rebo Productions, 2013

32. Ivan Zwach, Obojživelníci a plazi České republiky, Praha : Grada, 2013
33. Mojmír Vlašín, Klíč k určování savců, Brno:Ekocentrum, 1994
34. Miloš Anděra, Atlas rozšíření savců v České republice: předběžná verze= Atlas of the mammals of the Czech Republic: a provisional vision. 4, Hlodavci(Rodentia). Část 2, část 2, Myšovití(Muridae), myšivkovití (Zapodidea), Praha: Národní muzeum, 2002
35. Jan Dungel, Karel Hudec, Atlas ptáků České a Slovenské republiky, Praha: Academia, 2011
36. Mikátová, B., Atlas rozšíření plazů v České republice = Atlas of the distribution of reptiles in the Czech Republic, Brno ; Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001
37. Mrtka J., Borkovcová M., Veselý P., Effect of automobile traffic on mortality of selected species of mammals, mendelu.cz, 2002/07
38. Borkovcová, Mrtka, Winkler: 2012: Factors affecting mortality of vertebrates on the roads in the Czech Republic. Transportation research part D: transport and environment
39. Barthemess E. L., Brooks M. S.: 2010, The influence of body-size and on roadkill trends in mammals, Biodivers Conserv
40. Tomáš Kušta: 2011, Posouzení vlivu pozemních komunikací na mortalitu a migraci velkých savců
41. Kořínek, L.: 1995: Sledování uhynulých zvířat na silnicích středního Polabí. AOPK ČR, Praha
42. Elzanowski A., Ciesiołkiewicz J., Kaczor M., Radwańska J., Urban R. -2009, Amphibian road mortality in Europe: a meta-analysis with new data from Poland, Eur J Wildl Res
43. Langbein, J., Pulman, R. 2005: Deer Vehicle Collisions in Britain – A Nationwide Issue. - Ecology and environmental management
44. Błazuk J. -2010, Śmiertelność płazow na drogách Trojmiejskiego parku Krajobrazowego i w jego otoczeniu-Amphibian mortality on roads of Trojmiejski landscape park and the neighbourhood area
45. Havránek, F. & Hučko, M. 2009: Ochrana lidí a zvěře na silnicích. – Myslivost 87(12): 58-59

## Internet:

46. <http://www.birdresearch.dk/unilang/traffic/trafik.htm>, Erritzøe, J. 2002: Bird traffic casualties and road quality for breeding birds -a summary of existing papers with a bibliography. [www.birdresearch.dk](http://www.birdresearch.dk).
47. Václav Hlaváč, Dělat jen ploty kolem dálnic nestačí, [www.ekolist.cz](http://www.ekolist.cz), 2005
48. Václav Hlaváč, Vliv silniční dopravy na volně žijící živočichy je v současné době stále častěji diskutovaným tématem v ochraně přírody, Webinář – průchodnost silnic a dálnic pro živočichy, <http://www.forumochranyprirody.cz/clanek-pro-odborniky/webinar-pruchodnost-silnic-dalnic-pro-zivocichy>.
49. ([http://www.pachove-ohradniky.eu/Hagopur-a1\\_0.htm](http://www.pachove-ohradniky.eu/Hagopur-a1_0.htm)), Pachové ohradníky –účinnost, Pachové ohradníky Hagopur brání střetu zvířat s auty
50. <http://www.pachove-ohradniky.eu/Univerzalni-sada-pachovych-ohradniku-Doprava-po-cele-CR-ZDARMA-d31.htm?tab=description>; návod, Hagopur
51. Veselka Petr, 2009: <http://medwed.webnode.cz/>
52. Anděl, Hlaváč, Automobilová doprava a mortalita obratlovců, 2008, <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/automobilova-doprava-a-mortalita-obratlovcu/>
53. Hlaváč, 2007: <http://www.forumochranyprirody.cz/umrtnost-savcu-na-ceskych-silnicich-naklady-spojene-s-odstranovanim-skod-po-srazkach-s-vozidly>
54. <http://www.forumochranyprirody.cz/vliv-silnicni-mortality-na-populace-objevitelnu>
55. Scott P. Egan, Glen R. Hood, James R. Ott, 2012: <http://www.hindawi.com/journals/ijecol/2012/809897/>.
56. Redakce, 2012: [http://www.national-geographic.cz/clanky/prechody-pro-zvirata-nejkrasnejsi-na-svete-i-prusvihy.html#.VXXO2c\\_tmko](http://www.national-geographic.cz/clanky/prechody-pro-zvirata-nejkrasnejsi-na-svete-i-prusvihy.html#.VXXO2c_tmko)
57. [https://cs.wikipedia.org/wiki/Pachov%C3%BD\\_ohradn%C3%ADk](https://cs.wikipedia.org/wiki/Pachov%C3%BD_ohradn%C3%ADk), 2014

