

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Monitoring mortality zvěře a účinnosti optických opatření
na pozemních komunikacích na Vlašimsku**

Bakalářská práce

Autor: Eliška Štefanicová

Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Kušta, Ph.D.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Eliška Štefanicová

Lesnictví
Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Monitoring mortality zvěře a účinnosti optických opatření na pozemních komunikacích na Vlašimsku

Název anglicky

Monitoring of game mortality and efficiency of optical measures on roads in Vlašim

Cíle práce

Cílem práce je na vybraných monitorovaných úsecích v MS Tehov a v MS Pavlovice vyhodnotit počty a druhy sražené zvěře ve sledovaném období (2017 – 2019). Zároveň zjistit, v jakých obdobích ke srážkám se zvěří zde dochází nejčastěji. Dalším cílem je na základě instalace optických opatření v MS Pavlovice zjistit jejich efektivitu na tomto území. Cílem je také celkově navrhnout efektivní opatření ke snížení počtu sražené zvěře ve sledovaných honitbách.

Metodika

Monitoring mortality zvěře bude probíhat v MS Tehov, který se nachází zhruba 50 km jihovýchodně od Prahy poblíž města Vlašim a jehož hranici tvoří dálnice D1. Monitoring bude probíhat od ledna do prosince roku 2019 na silnici II. třídy číslo 2/125 na úseku dlouhém 1,5 km, který bude jednou týdně procházen a bude zaznamenávána sražená zvěř (druh a přibližné stáří) a zároveň budou o sražené zvěři informovat členové MS. Účinnost optických opatření bude sledována v MS Pavlovice, který přímo sousedí s MS Tehov. Optické opatření zde byly aplikovány na podzim roku 2017 po obou stranách pozemní komunikace II. třídy číslo 2/125 a již od roku 2017 existují záznamy o mortalitě zvěře z tohoto území. Tento úsek je dlouhý přibližně 2 km, bude také jednou týdně procházen a bude zaznamenávána sražená zvěř. Zároveň i v této honitbě budou o sražené zvěři informovat členové MS. MS Tehov bude tedy mimo jiné sloužit jako kontrolní úsek pro vyhodnocení efektivnosti instalovaných opatření v MS Pavlovice.

Monitorována bude zejména mortalita na pozemních komunikacích srnce obecného, daňka evropského, prasete divokého, zajíce polního a lišky obecné.

Harmonogram:

květen 2019 – srpen 2019: příprava literární rešerše

leden 2019 – prosinec 2019: sběr dat v terénu

leden 2019 – leden 2020: postupné vyhodnocování dat, finalizace kapitoly výsledky a diskuse

březen 2020: finalizace práce a její odevzdání

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran

Klíčová slova

MS Tehov, MS Pavlovice, sražená zvěř, odrazky, doprava, srnčí zvěř

Doporučené zdroje informací

- Apollonio, M., Andersen, R., Putman R. (eds.), 2010. European Ungulates and Their Management in the 21st Century. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Benítez-López, A., Alkemade, A., Verweij, P.A., 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. *Biol. Conserv.* 143, 1307–1316.
- Bíl, M., Kubeček, J., Sedoník, J., Andrášik, R., 2017. Srazenazver.cz: A system for evidence of animal-vehicle collisions along transportation networks. *Biol. Conserv.* 213PA, pp. 167–174.
- Coffin, A.W., 2007. From road kill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *J. Trans. Geo.* 15, 396–406.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., Hazebroek, E., 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. *Conserv. Biol.* 10 (4), 1059–1067.
- Kušta, T., Keken, Z., Ježek, M., Holá, M., Šmíd, P. 2017. The effect of traffic intensity and animal activity on probability of ungulate-vehicle collisions in the Czech Republic. *Safety Science* 91: 105-113.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Tomáš Kušta, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Elektronicky schváleno dne 6. 6. 2019

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 05. 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Monitoring mortality zvěře a účinnosti optických opatření na pozemních komunikacích na Vlašimsku" vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Tomáše Kušty, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... dne.....

Podpis autora

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Tomáši Kuštovi, Ph.D. za trpělivost a přístup na konzultacích ohledně bakalářské práce. Poděkování patří i všem členům mysliveckých spolků za informace a pomoc při monitorování sledovaných úseků.

Abstrakt

Střety se zvěří na pozemních komunikacích jsou velkým problémem nejen v České republice, ale i po celém světě. Mortalita na silnicích se neblahým způsobem projevuje na mnoha populacích volně žijících živočichů. Zanedbatelné nejsou ani ekonomické ztráty vznikající majitelům vozidel. Cílem této bakalářské práce je zhodnocení účinnosti technických opatření zabraňujících vstupu zvěře na pozemní komunikace a následné snížení rizika střetu vozidel se zvěří. Práce sleduje účinnost optických plašičů – konkrétně světelných odrazek. Účinnost těchto zařízení je vyhodnocována na základě monitoringů dvou úseků silnice číslo 2/125, které se nachází poblíž města Vlašim. Na úseku výše uvedené silnice, procházejícím honitbou mysliveckého spolku Pavlovice, byly instalovány světelné odrazky. Kontrolní úsek téže silnice v honitbě Tehov nebyl ošetřen žádnými ochrannými opatřeními. Monitoring mortality zvěře probíhal procházením úseků v týdenních intervalech po dobu kalendářního roku 2019. Využívány byly i aktuální informace o střetech od uživatelů sledovaných honiteb. Primárně sledovanými druhy jsou srnec obecný (*Capreolus capreolus*), daněk evropský (*Dama dama*), prase divoké (*Sus scrofa*) a liška obecná (*Vulpes vulpes*). Z výsledků vyplývá, že instalace optických ohradníků na úseku Pavlovice snižuje četnost střetů vozidel se zvěří o 63,2 %. V praktickém provozu honiteb lze rozhodně doporučit instalaci těchto ochranných opatření z ekonomického i ekologického hlediska.

Klíčová slova: MS Tehov, MS Pavlovice, sražená zvěř, odrazky, doprava, srnčí zvěř

Abstract

Collisions with animals on the road are a major problem not only in the Czech Republic but also around the world. Road mortality has negative impacts to many wildlife populations. The economic losses incurred by vehicle owners are also not negligible. The aim of this bachelor thesis is to evaluate the effectiveness of mechanical measures to prevent from the entry of animals on the road and the subsequent reduction of the risk of vehicle collisions with wild animals. The work monitors the efficiency of optical device – namely light reflectors. The efficiency of these facilities is evaluated on the basis of monitoring two sections of road no. 2/125, which is located near the town Vlašim. Light reflectors have been installed at the section of the above road passing through the hunting area of the Pavlovice hunting association. At the control section of the same road in the Tehov hunting area, no protective measures were provided. Monitoring of game mortality was carried out by browsing the sections in weekly intervals for all the calendar year 2019. Also actual information on clashes from users of monitored hunting grounds was used. The primarily monitored species were roe deer (*Capreolus capreolus*), fallow deer (*Dama dama*), wild boar (*Sus scrofa*) and red fox (*Vulpes vulpes*). The results show that the installation of optical scaring devices in the Pavlovice section reduces the frequency of collisions with animals by 63.2 %. In the practical operation of hunting grounds, it is definitely advisable to install these protective measures, from both economic and ecological point of view.

Keywords: MS Tehov, MS Pavlovice, collisions with animals, light reflectors, traffic, roe deer

Obsah

1	Úvod	13
2	Cíle práce	14
3	Literární rešerše	15
3.1	Vliv pozemních komunikací na krajinu a zvěř.....	15
3.2	Střety dopravních vozidel se zvěří	16
3.3	Opatření ke snížení mortality zvěře na silnicích	18
3.3.1	Silniční značky	19
3.3.2	Podchody pro zvěř.....	19
3.3.3	Přechody pro zvěř	20
3.3.4	Pachové repelenty	23
3.3.5	Světelné odrazky	24
3.3.6	Akustická zařízení	28
4	Metodika	29
4.1	Sledované úseky Pavlovice a Tehov	29
4.2	Instalace odrazek na úseku Pavlovice	31
4.3	Monitoring sražené zvěře	31
5	Výsledky	33
5.1	Evidované nehody se zvěří na sledovaných úsecích	33
5.2	Výsledky vlastního monitoringu	34
5.3	Úsek Tehov.....	35
5.3.1	Mortalita srnčí zvěře	35
5.3.2	Mortalita daňčí zvěře.....	37
5.3.3	Mortalita černé zvěře.....	38
5.3.4	Mortalita lišky obecné.....	40
5.3.5	Mortalita zajíce polního	40

5.3.6	Mortalita - ostatní živočichové.....	41
5.4	Úsek Pavlovice	43
5.4.1	Mortalita srnčí zvěře	43
5.4.2	Mortalita černé zvěře.....	44
5.4.3	Mortalita lišky obecné.....	45
5.4.4	Mortalita zajíce polního	46
5.4.5	Mortalita - ostatní živočichové.....	47
5.5	Shrnutí výsledků.....	49
5.6	Návrh opatření ke snížení srážek se zvěří v úseku Tehov.....	52
6	Diskuse	53
6.1	Porovnání výsledků na sledovaných úsecích a účinnost světelných ohradníků	53
6.2	Sřety se zvěří	55
7	Závěr.....	57
8	Seznam literatury a použitých zdrojů	58

Seznam obrázků

Obr. 1: Nárazová hmotnost divokých zvířat v tunách při rychlosti 60 km/h (zdroj ADAC, 2010)	17
Obr. 2: Odražeč s horizontálním odrazem pro rovinatý terén (MDČR, 2013)	25
Obr. 3: Citlivost vnímání zvěře na barevné spektrum (Havránek, 2011)	26
Obr. 4: Umístění odražeče mimo komunikaci (MDČR, 2013)	27
Obr. 5: Schéma pozorovacích úhlů světelných odrazek (MDČR, 2013)	27
Obr. 6: Sledovaný úsek Tehov (Mapy.cz, ©2020)	30
Obr. 7: Sledovaný úsek Pavlovice (Mapy.cz, ©2020)	30
Obr. 8: Světelné odrazky na úseku Pavlovice	31
Obr. 9: Sražená zvěř na úseku Pavlovice (Srážky se zvěří, ©2020)	33
Obr. 10: Sražená zvěř na úseku Tehov (Srážky se zvěří, ©2020)	34
Obr. 11: Mortalita hlavních sledovaných druhů za rok 2019 na obou úsecích	34
Obr. 12: Srna sražená v lednu (Eliška Štefanicová, 2019)	35
Obr. 13: Srnec nalezený v březnu (Eliška Štefanicová, 2019)	36
Obr. 14: Mortalita srnčí zvěře v úseku Tehov za rok 2019	37
Obr. 15: Sražený daněk (Eliška Štefanicová, 2019)	37
Obr. 16: Mortalita daňčí zvěře v úseku Tehov za rok 2019	38
Obr. 17: Sražený kňour (Eliška Štefanicová, 2019)	39
Obr. 18: Mortalita černé zvěře v úseku Tehov za rok 2019	39
Obr. 19: Mortalita lišky obecné v úseku Tehov za rok 2019	40
Obr. 20: Sražená liška (Eliška Štefanicová, 2019)	40
Obr. 21: Sražený zajíc (Eliška Štefanicová, 2019)	41
Obr. 22: Mortalita zajíce polního v úseku Tehov za rok 2019	41
Obr. 23: Sražený jezevec (Eliška Štefanicová, 2019)	42
Obr. 24: Sražená veverka obecná (Eliška Štefanicová, 2019)	42
Obr. 25: Sražená kuna skalní (Eliška Štefanicová, 2019)	43
Obr. 26: Sražený srnec v úseku Pavlovice (Eliška Štefanicová, 2019)	44

Obr. 27: Mortalita srnce obecného v úseku Pavlovice za rok 2019.....	44
Obr. 28: Mortalita černé zvěře v úseku Pavlovice za rok 2019	45
Obr. 29: Sražená liška (Eliška Štefanicová, 2019).....	45
Obr. 30: Mortalita lišky obecné v úseku Pavlovice za rok 2019	46
Obr. 31: Sražený zajíc (Eliška Štefanicová, 2019)	46
Obr. 32: Mortalita zajíce polního v úseku Pavlovice za rok 2019.....	47
Obr. 33: Sražený tchoř tmavý (Eliška Štefanicová, 2019).....	47
Obr. 34: Sražené mládě puštíka (Eliška Štefanicová, 2019).....	48
Obr. 35: Sražená žluna zelená (Eliška Štefanicová, 2019)	48
Obr. 36: Sražený ježek (Eliška Štefanicová, 2019).....	49
Obr. 37: Mortalita hlavních sledovaných druhů zvěře na obou úsecích za rok 2019.....	49
Obr. 38: Porovnání mortality zvěře na úseku Tehov a Pavlovice.....	50
Obr. 39: Podíl střetů se srnčí zvěří na úseku Tehov a Pavlovice	50
Obr. 40: Procentuální podíl střetů se zvěří v Tehově.....	51
Obr. 41: Procentuální podíl střetů se zvěří v Pavlovicích.....	51

Zkratky

MDČR – Ministerstvo dopravy České republiky

MS – myslivecký spolek

1 Úvod

Silnice a pozemní komunikace neprotínaly naši krajinu odjakživa. Rychlý rozvoj dopravy a silničních sítí nastal až v posledních desetiletích. Doprava má ovšem neblahý vliv na přírodu a populace zvěře žijící v blízkosti pozemních komunikací. Silnice pro živočichy představují překážku, kterou často nemohou překonat, a tudíž je znatelně ovlivněna migrace a jejich pohyb po krajině. Mnohdy mají omezenou možnost cesty za potravou, vodou nebo v době páření nemají možnost najít vhodného partnera. Pozemní komunikace negativně ovlivňují i přirozená teritoria teritoriálních živočichů. Dochází ke zmenšení teritorií, k jejich překrývání nebo dokonce k zániku. Tyto migrační cesty živočichové užívali dlouho před tím, než došlo k postavení silnic a dálnic. Mortalita těchto živočichů na pozemních komunikacích je důsledkem přeměny krajiny člověkem. Lidé tím ovšem neohrožují pouze volně žijící zvířata, ale i sebe. Ročně se stane přes sto tisíc dopravních nehod, které jsou často smrtelné. Nehody s lesní zvěří v roce 2018 činily 12,3 % z celkového počtu nehod, což není zanedbatelné množství (Centrum dopravního výzkumu, ©2020). Policie České republiky vede evidenci srážek se zvěří, uživatelé honiteb vedou také záznamy o sražené zvěři, ale jedná se ve většině případů jen o zvěř, která po střetu s vozidlem zůstane ležet přímo na silnici nebo v její těsné blízkosti. Mnoho živočichů po střetu stihne ještě odběhnout dál do krytu a následně zraněním podlehne, mnoho kusů si v případě lehčích střetů řidiči naloží a odvezou. Proto lze jen těžko odhadovat, jaké jsou skutečné počty sražených živočichů. Na tomto základě jsem se rozhodla pro monitorování počtů sražené zvěře na problematickém úseku v honitbě Tehov. V honitbě Pavlovice-Kladruby na stejně problematickém úseku byly pro minimalizaci mortality zvěře aplikovány světelné odrazky a jejich účinnost je vyhodnocována v této práci. Tyto přímo sousedící honitby se nachází ve Středočeském kraji, na okrese Benešov v blízkosti města Vlašim.

2 Cíle práce

Cílem monitorování mortality zvěře v úseku Tehov a v úseku Pavlovice je zaznamenávání počtů a druhů sražené zvěře za sledované období (leden až prosinec roku 2019). Dalším cílem je zjištění efektivity světelných ohradníků v úseku Pavlovice a na základě výsledků monitoringu navrhnout opatření ke snížení počtu sražené zvěře v úseku Tehov.

3 Literární rešerše

3.1 Vliv pozemních komunikací na krajinu a zvěř

Silnice mohou ovlivňovat kvalitu i počet dostupných míst výskytu zvěře, zejména skrz fragmentaci krajiny. Stejně tak může být silniční doprava přímým zdrojem mortality migrující zvěře a v některých případech může být přímo katastrofická pro některé druhy (Langton, 1989).

Migrační tendence se výrazně liší u jednotlivých druhů zvěře. Peters et al. (2018) při pozorování populací srnce obecného a jelena evropského poukázali na fakt, že v rámci populace se migrační tendence značně liší i mezi jednotlivými jedinci. Zatímco u jelena migrovalo během roku 56 % jedinců, u srncí zvěře to bylo pouze 18 %.

Silnice umožňují některé ekologické benefity jako například údržbu porostů v intenzivních zemědělských krajinách (Forman, 2000), tvoří ale také jak fyzickou, tak biologickou bariéru pro mnoho živočišných druhů (Forman a Alexander, 1998; Jackson, 2000). Ekologické dopady silniční infrastruktury na jednotlivé druhy, půdu a vodu můžeme pozorovat ve vzdálenosti metrů až kilometrů od silnic (Ellenberg et al., 1991; Forman, 1995). Například ve Spojených státech je ovlivněno silnicemi 15-20 % rozlohy (Forman et Alexandr, 1998).

Podle údajů Ministerstva dopravy České republiky (2019) je v ČR celková délka silnic a dálnic 55 744 km, z čehož tvoří přes 1 251 km dálnice a bezmála 54 493 km silnice I., II. a III. třídy. Konkrétně zabírají z celkového počtu silnice I. třídy 5 818 km, silnice II. třídy 14 587 km a silnice III. třídy 34 088 km. Dalších 74 919 km tvoří místní komunikace.

Viditelnost silnice hraje významnou roli pro velikost zasaženého území, například menší lesní silnice obklopené vegetací vykazují menší dopady na chování savců (Benítez-Lopéz, 2010). Vliv silnic na populaci savců je v mnoha analýzách (Benítez-Lopéz, 2010) pozorovatelný u savců až na vzdálenost několika kilometrů. U ptačích druhů je tato vzdálenost kratší, ale je možné pozorovat vysokou variabilitu mezi druhy. Některé druhy ptáků se totiž silnicím vyhýbají úplně.

3.2 Střety dopravních vozidel se zvěří

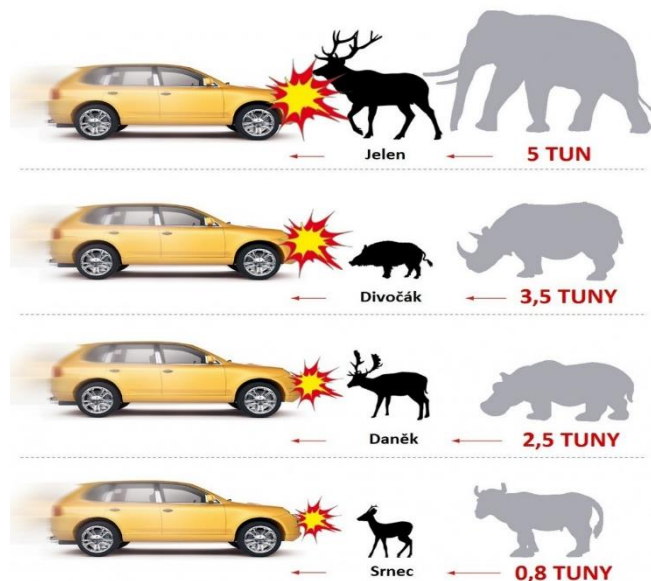
Kolize s automobily jsou hlavním zdrojem přímé mortality některých druhů zvířat (Romin et Bissonette, 1996; Trombulak et Frisell, 2000; Gibbs et Shriver, 2002; Glista et al., 2008).

Existují analýzy, které dokládají, že rozmístění míst častých střetů zvěře s vozidly není úplně náhodné, ale je prostorově seskupené pro různé druhy obratlovců včetně kopytníků (Puglisi et al., 1974; Hubbard et al., 2000; Joyce et Mahony, 2001).

Na základě toho byly vytvořeny statistické modely, které určují přírodní faktory ovlivňující četnost srážek vozidel se zvěří. Příkladem je hustota zvěře nebo velikost populace (Joyce et Mahony, 2001; Malo et al., 2004; Dussault et al., 2006; Barrientos et Bolonio, 2009). Stejně tak bylo přihlédnuto k silničním charakteristikám jako je množství dopravy, reliéf vozovky nebo topografie krajnic (Clevenger et al., 2003; Jaarsma et al., 2007).

Zjištěné informace jsou užitečné dopravním inženýrům při plánování a umístování stálých opatření ke snížení rizika střetu se zvěří, jako jsou zejména podchody a nadchody pro zvěř s oplocením, ale i sezónní dopravní značení, snížení rychlosti vozidel, úprava vegetace na krajnicích, retardéry a programy veřejné osvěty (Pojar et al., 1975; Putman, 1997; Al-Ghamdi et Al Gadhi, 2004; Krisp et Durot, 2007).

Pojar et al. (1975) et Case (1978) označují za hlavní příčinu střetů se zvěří vysokou rychlost vozidel.



Obr. 1: Nárazová hmotnost divokých zvířat v tunách při rychlosti 60 km/h (zdroj ADAC, 2010)

Studie Kušty et al. (2017) říká, že intenzita dopravy není vždy nejzásadnějším faktorem ovlivňujícím střety se zvěří. Z analýzy dat vyplývá, že četnost střetů se zvěří vrcholí v době nejvyšší migrační aktivity zvěře. Naopak v dopravních špičkách se zvěř přecházení dálnic a silnic pro motorová vozidla vyhýbá.

Lalo (1987) stanovil mortalitu obratlovců ve Spojených státech na milion jedinců za den. Na území České republiky je nejčastější sraženou zvěří srnec obecný (75 %), druhou nejčastěji sraženou zvěří je prase divoké (15 %) (Bíl et al., 2017). Z analýzy dat webové aplikace Srazenazver.cz vyplývá, že nejrizikovějším obdobím ke střetu se srnčí zvěří je měsíc květen, přičemž ke střetu z 56,4 % dochází 2 hodiny po západu slunce a 2 hodiny před východem slunce.

U zajíců a srnců převyšuje v České republice počet sražených kusů plánovaný odlov (Mrtka, 2013). Z celkových počtů sražené zvěře zahyne na dálnicích 1,72 %, 21 % na silnicích I. třídy, 31 % na silnicích II. třídy, 38 % na silnicích III. třídy a 7 % na ostatních nezařazených silnicích (Mrtka, 2013). Nejčastěji tedy ke střetům dochází na silnicích III. třídy, ale vzhledem k celkové délce je poměr počtů střetů na kilometr nejvyšší u silnic I. třídy a u silnic III. třídy nejnižší.

Dopady silniční mortality na populaci zvěře popisuje Mrtka et Borkovcová (2013) ve svém výzkumu. Z výsledků vyplývá, že každoročně zahyne na silnici 46 % zajíců, 41 % srnců, 21 % kun, 29 % lišek, 30 % prasat a 32 % jezevců z myslivecky vykazované populace.

Z pozorování Dias-Varela et al. (2011) vyplývá, že ke střetům s černou zvěří dochází z 91 % během nočních hodin, zejména mezi 1. až 4 hodinou po západu slunce. Ke střetům se srnčí zvěří naopak dochází průběžně během celého dne (55 % střetů je v noci, 45 % ve dne). Tento rozdíl může být způsoben rozdílnými potravními návyky a pastevními cykly (Mateos-Quesada, 2005).

Peris et al. (2005) a Santos et al. (2004) upozorňují na sezónní odchylky, které se také odlišují u jednotlivých druhů. Střety se srnčí zvěří jsou častější v pozdějším jaru a létě, zatímco střety s černou zvěří jsou častější na podzim a v zimě.

Diaz-Varela et al. (2011) uvádí jako nejrizikovější dny čtvrtek, sobotu a neděli, během nichž došlo k 51 % srážek s černou zvěří.

Meziročními ztrátami na silnicích, nejen z myslivecky vykazované statistiky, se ve své práci zabýval i Mrtka (2013). Dle ní byly nejvyšší pro zajíce polního a srnce obecného. Střetů se zajícem polním bylo více jak 29 % hlášených nehod. Kolize s kunami, liškami, prasaty divokými a se psem byly hlášeny ve 2-4 % případů. S veverkou a jezevcem to byly pouze 1-2 % hlášených případů. Ostatní druhy byly hlášeny méně než v 1 % případů (Mrtka, 2013).

3.3 Opatření ke snížení mortality zvěře na silnicích

Bank et al. (2002), Groot, Bruinderling et Hazebroek (1996) uvádí výčet opatření ke snížení mortality zvěře na silnicích: pachové repelenty v pěně umístěné na vegetaci a patníky kolem silnic, ultrazvuk, osvětlení silnice (může mít negativní dopady na hnízdění ptáků), snížení populace – například lovem, úprava vegetace (udržení zvířat od silnice a zvýšení viditelnosti pro řidiče).

V Kanadě došlo během osmnáctiletého pozorování ke snížení střetů losa s vlakem o 46 % díky kombinaci odlesnění koridoru okolo železnice a doplňkového krmení (Andreassen, Gundersen, Storaas, 2005).

Využívá se široká škála opatření ke snížení dopadů silnic na živočichy i přímo silniční mortality. Obecně můžeme tato opatření rozdělit do dvou kategorií: úprava chování motoristů a úprava chování zvířat. Úprava chování motoristů nejčastěji zahrnuje rychlostní limity, světla a značky, zatímco úprava chování zvířat často zahrnuje změnu oblasti výskytu anebo instalaci zařízení pro přechod silnic (Romin et Bissonette, 1996; Forman et al., 2003).

3.3.1 Silniční značky

Nejčastěji využívanou metodou je upozornění řidičů na místa častého výskytu zvěře pomocí dopravních značek. Efektivita tohoto upozornění je ale zpochybnitelná. Rozhodujícím faktorem je spíše pozornost daného řidiče, jak prokázali Iuell et al. (2003). Na rozhodující vliv pozornosti řidičů upozornili ve své studii i Pojar et al. (1975), kteří zkoumali reakce řidičů na vycpaného jelena umístěného na krajnici vozovky. Při tomto jejich pokusu zareagovalo úpravou rychlosti při spatření jelena pouze malé procento řidičů.

Jednou z možností je snížení rychlostního limitu nebo aplikace retardérů vedoucí ke snížení rychlosti vozidel (Glista et al., 2009).

Pro mnoho větších druhů je oplocení nezbytné, neboť tyto druhy preferují vstupování do silnice před využitím podchodu / přechodu (Ward, 1982).

Biologické dopady těchto metod nejsou ještě dostatečně prozkoumány a bude vyžadován další výzkum jejich efektivity (Glista et al., 2009).

3.3.2 Podchody pro zvěř

Podchody pro zvěř jsou velké průchody, které poskytují zvěři relativně neomezený přechod (Jackson et Griffin, 2000). Z podchodů a tunelů jsou častěji využívány ty, které umožňují zvířatům vidět z jednoho konce na druhý (Rosell et al., 1997).

Prostor pod silničními mosty, které překonávají říční údolí, poskytuje bez nutnosti dalších úprav mnoha druhům prostor pro překonání silnice a zároveň umožňuje přechod i druhům vázaným na břehové koridory (Glista et al., 2009). Veenbaas et Brandjes (1999) pozorovali, že všechna stávající dálniční přemostění vodních toků byla využívána savci k migraci. Čím větší podchody jsou, tím častěji je savci k migraci využívají. Podchody s vyvýšenými břehy byly obecně využívány více druhů. Velkou výhodou těchto podmostí je, že využívají přírodní terén, který je pro zvěř přirozenější a zároveň dokáže pojmout širší škálu druhů. Nevýhodou ovšem je, že mohou být velmi drahé na zbudování. Některé studie (Rodriguez et al., 1996; Clevenger et Waltho, 1999) poukazují, že menší podchody mohou být lepší pro menší savce.

Jsou známy případy, kdy někteří predátoři využívají přechody / podchody k lovu (Hunt et al., 1987; Foster et Humphrey, 1995), což může omezit přecházení zde často lovených druhů. Propusti a podchody, které jsou vyčnívající, silně ohraničené nebo rovné snižují kořisti šanci na únik (Reed et al., 1975; Clevenger et al., 2001).

Propusti mohou být jedním z neekonomičtějších způsobů snížení mortality živočichů. Velkou výhodou propustí je, že pomocí malých úprav (například přidáním přiváděcích plotů nebo částečným vyvýšením profilu často zaplavovaných propustí) mohou být pro přechod živočichů využity i již stávající propusti. Nevýhodou ovšem může být jejich velikost, která neumožňuje přechod větších zvířat. Také se musí zvýšit frekvence kontrol přístupnosti propustí pro zvířata (Glista et al., 2009).

3.3.3 Přechody pro zvěř

Mezi základní přechodové struktury patří oplocení a propusti, přechodové a podchodové systémy (Forman et al., 2003). Tato opatření by měla zajišťovat bezpečný přechod zvířat, zajišťovat propojení míst přirozeného výskytu a jejich dostupnost, a umožňovat a podporovat přirozenou migraci živočichů. Ačkoliv jsou přechody navrhovány primárně pro pohyb divokých zvířat, některé umožňují také využití lidmi, například pro rekreaci (Smith et al., 2015).

Přechody pro zvěř jsou primárně určeny pro větší zvířata, jako jsou šelmy a kopytníci. Mohou dosahovat šířky od 30 do 50 metrů, až po 200 metrů na každém konci (Jackson et Griffin, 2000; Forman et al., 2003). Přechody jsou někdy označovány jako „zelené mosty“, tedy jako zařízení poskytující možnost přechodu po relativně širokém pásu přírodní vegetace nad silnicí (Bekker et al., 1995).

Obzvláště široké přechody jsou označovány jako migrační koridory, které pomáhají udržovat přirozenou migraci napříč krajinou (Forman et al., 1997). Oplocení a bariéry ve spojení s přechody mohou předcházet vstupu zvířat na silnici a usměrňovat pohyb zvířat směrem k přechodu (Ratcliffe, 1983; Feldhamer, 1986; Jackson et Griffin, 2000; Jackson, 1996; AMBS Consulting, 1997; Bissonette et Hammer, 2000; Dodd et al., 2004).

3.3.3.1 Druhy, umístění a velikost přechodů pro zvěř

Jednou z nevýhod přechodů je, že mohou být kvůli své velikosti a konstrukčním nákladům nejdražším možným opatřením pro překonání silniční infrastruktury (Glista et al., 2009). Finanční náročnost výše uvedených opatření je značně závislá na přírodních podmínkách v místě stavby. V některých lokalitách, vzhledem k vysoké finanční náročnosti, jsou preferovány jiné „nestavební“ metody ke snížení střetů zvířat s vozidly (Glista et al., 2009).

Výhodou přechodů je, že působí na zvěř méně rušivě, jsou tišší a udržují si stejné srážkové, teplotní a světelné podmínky jako v přirozeném prostředí. Díky středně vysoké vegetaci poskytují možnost přechodu nejen větší zvěři, ale i druhům menšího vzrůstu, například malým savcům, plazům a obojživelníkům (Jackson et Griffin, 2000). Můžou také ale odpuzovat druhy jako jsou jeleni a další kopytníci, pokud tato vegetace snižuje jejich rozhled (Pedevillano et Bright, 1987).

Umístění je obzvláště směrodatné pro menší druhy jako jsou plazi a obojživelníci (Jackson et Griffin, 2000). Rozměry a tvar mohou být určujícím faktorem pro úspěšnost přechodů (Reed et al., 1975; Cain et al., 2003). Pro některé druhy může být relativní prostorová přehlednost významnější než celková velikost (Foster et Humphrey, 1995; Clevenger et Waltho, 2005). Pro šelmy a kopytníky je důležitým faktorem předcházení výskytu rušivých faktorů, zejména častého pohybu lidí (Rodriguez et al., 1996).

Trubkové propusti jsou relativně jednoduchá zařízení (0,3 – 2 m v průměru) vyrobená z betonu, oceli nebo vlnitého plechu. Jsou primárně určeny k propouštění vody pod silnicí. Zejména Evropa si osvojila používání trubkových propustí pod označením „tunely pro obojživelníky“ (Forman et al., 2003).

Mostové propusti, obecně větší než trubkové, jsou také používány pro vedení vody pod silnicí. Tyto mostové propusti jsou určeny jen k odvodu vody z přívalových srážek a ve zbylém čase zůstávají na rozdíl od trubkových suché. Tyto propusti mohou být využívány širokou škálou druhů k překonání pozemní komunikace (Yanes et al., 1995; Rodriguez et al., 1996; Clevenger et Waltho, 2000).

Využitelnost a zapojení nových přechodových struktur do migračních koridorů druhů je ovlivněno mnoha faktory. Umístění přechodu může být nejdůležitějším faktorem určujícím jeho efektivitu (Podloucky, 1989; Foster et Humphrey, 1995; Yanes et al., 1995; Land et Lotz, 1996; Rodriguez et al., 1996, Clevenger et Waltho, 2000).

Přechody pro zvěř jsou využívány ještě širší škálou zvířat než podchody (Coffin, 2007). Van Vieren et Worm (2001) zjistili, že přechody pro zvěř byly ve středním Nizozemí často využívány velkými savci, zejména jelenem a prasetem divokým. Také upozornili, že četnost přechodů zvěře se zvýšila téměř trojnásobně oproti monitoringu z rok 1989. Tento nárůst vysvětlují navyknutím si jelenů na tyto struktury. Keller (1999) také zjistil, že kopytníci, zejména srnec obecný, byli nejčastějšími uživateli přechodů pro zvěř ve Švýcarsku, Německu, Francii a Nizozemí. Na dvou přechodech v Národním parku Banff (Kanada) podél Transkanadské dálnice, byl z velkých savců nejčastěji zaznamenán přechod jelena wapiti a jelena druhu *Odocoileus spp.* (Clevenger et Waltho, 2005).

Vassant et al. (1993) upozorňuje, že v Evropě využívané přechody ve tvaru přesýpacích hodin jsou pravidelně využívány prasetem divokým, ale ne jeleny, kteří jsou odrazováni zúžením ve středové části přechodu. Širší a zároveň kratší přechody přes Transkanadskou dálnici byly častěji využívány medvědy grizzly, vlky, jeleny wapiti a jeleny druhu *Odocoileus spp.*, zatímco dlouhé přechody byly

využívány častěji medvědem černým a pumou americkou (Clevenger et Waltho, 2005).

3.3.4 Pachové repelenty

Chemické repelenty, zejména ty založené na pachu predátorů, snižují poškození plodin pobytem zvěře (Wagner et Nolte, 2001; Kimball et al., 2009).

Odezva na pach predátorů by měla být instinktivní a měla by ponechat u kopytníků dlouhotrvající efekt (Apfelbach et al., 2005), ale aplikace chemických repelentů podél silnic a železnic vykazují nejednoznačné výsledky.

I Elmeros et al. (2011) ve své studii při testování dvou různých pachových repelentů potvrdili pouze minimální účinek na jeleny a srnčí zvěř. Nízký účinek odůvodňují faktem, že použité repelenty byly založeny na pachu predátorů, například pachu vlčí moči. Predace je selektivní síla v evoluci a dalo by se očekávat, že reakce na pobytové znaky predátorů bude instinktivní (Apfelbach, 2005). Navzdory tomu Berger et al. (2001) poukazují na rozdílnou reakci na predátora u losů, kteří již útok predátora zažili, oproti losům, v jejichž přirozeném prostředí se vlk nevyskytuje. Elmeros et al. (2011) z výše uvedených důvodů nedoporučují používání repelentů založených na pachu predátora v lokalitách, kde se daný predátor dlouhodobě nevyskytuje. Stejně tak je srnčí a vysoká zvěř na aktivity člověka v přírodě citlivější tam, kde je tato zvěř lidmi aktivně více lovena (Thiel et al., 2004; Jayakody et al., 2008).

Andreassen et al. (2005) pozoroval úspěšné snížení mortality losa na železnici po aplikaci chemických repelentů v malých rozestupech podél železnice, zatímco Lutz (1994) nepozoroval žádný účinek repelentů na počet sražených kopytníků na lesní silnici.

Přesto, že mohou některé pachové repelenty najít využití při ochraně lesních a zemědělských porostů, pro využití k prevenci silniční mortality nejsou příliš vhodné. Castiov (1999) neprokázal účinnost repelentů nejen založených na pachu predátorů, ale i repelentů simulující přítomnost člověka, deriváty zkažených vajec a další silně zapáchající chemikálie.

Účinnost repelentů na jednotlivé druhy se může značně lišit, Stubbe (1970) poukazuje na vysokou vnímavost zajíců na pachové repelenty. Efektivita chemických repelentů se může měnit sezónně v závislosti na mnoha faktorech, jako jsou dostupnost potravy, výživový stav, počasí, frekvence aplikace, množství a koncentrace repelentů (Wagner et Nollte, 2001; Knapp et al., 2004).

Účinnost repelentů je zajištěna pomocí aplikace koncentrovaného pachu lidského potu na plochách, kde se zvěř nemá vyskytovat. Aplikuje se na pruhy látky nebo buničtinové vatičky v igelitovém obalu (pro snížení rychlosti vypařování), zavěšené ve vzdálenosti cca 10-20 m na sloupky ve výšce 50 cm po obvodu pozemku. Koncentrát ve formě speciální pěny působí pouze v okolí komunikace, nedochází tedy k žádnému ohraničení teritoria zvěře a přirozené přechody zvěře tak zůstávají zachovány. Tam, kde z různých důvodů nelze aplikovat konvenční metody proti škodám způsobeným zvěří a na zvěři, je pachový ohradník rychlé, jednoduché, účinné a levné řešení (Hagopur, Nedat.).

Pachové repelenty mohou být použity i k ošetření soli, která je vyhledávaným doplňkem stravy zvěře a za níž se stahují do bezprostřední blízkosti pozemních komunikací (Brown et al., 2000). Ve svém pokusu také prokázal malou účinnost komerčních pachových přípravků. Zajímavostí je 100% repelentní účinek chloridu lithného (LiCl), který je však silně toxický pro gastrointestinální soustavu zvěře.

3.3.5 Světelné odrazky

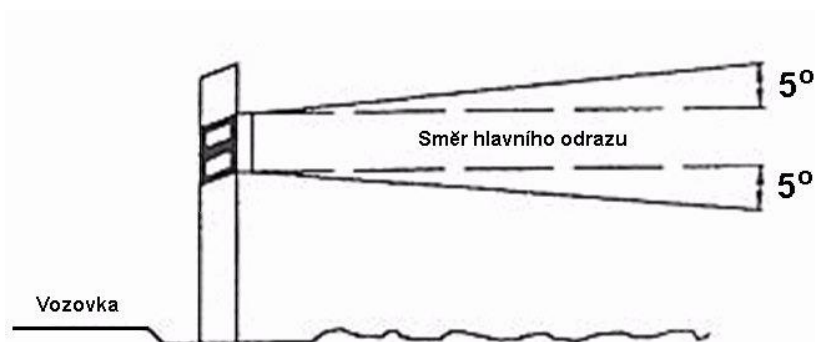
Provedení a používání odrazek proti zvěři na pozemních komunikacích schvaluje Ministerstvo dopravy ve smyslu § 124 zákona č. 361/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Pachový ohradník se na rozdíl od světelného neschvaluje (MDČR, 2013).

Odrázky pro plašení zvěře jsou optické přístroje, proto jejich účinnost závisí na čistotě odrazky a jejího správného osazení na krajnici, proto se doporučuje, aby se odrazky v případě potřeby čistily. Dojde-li při provozu k vychýlení sloupku, je nutné jej dát zpátky do správné polohy. Účinnost odrazek může snižovat i příliš vysoká tráva, která zastíňuje dopadající světlo (Plastika SV, ©2020).

Odrazky proti zvěři se umisťují na okraji komunikace, např. na směrové sloupky, a odrážejí světlo z reflektorů projíždějících vozidel převážně kolmo k ose komunikace. Zvěř, která v noci přichází ke komunikaci, po které projíždí vozidlo, vidí řadu proti ní svítících světel. Tím je zvěř opticky odrazována od vstupu na komunikaci. Principem tohoto odražeče je odrazet světlo v poměrně velkém horizontálním rozptylovém úhlu a malém vertikálním rozptylovém úhlu mimo komunikaci (MDČR, Odbor pozemních komunikací, 2013).

Odrazky při provozu na silnicích využívají odrazu světla z reflektorů auta, tudíž dochází k odrazu modrého světla do blízkého okolí pozemní komunikace. Tyto kužely světla odražené z reflektorů auta tvoří okolo silnice optickou výstražnou bariéru (Plastika SV, ©2020).

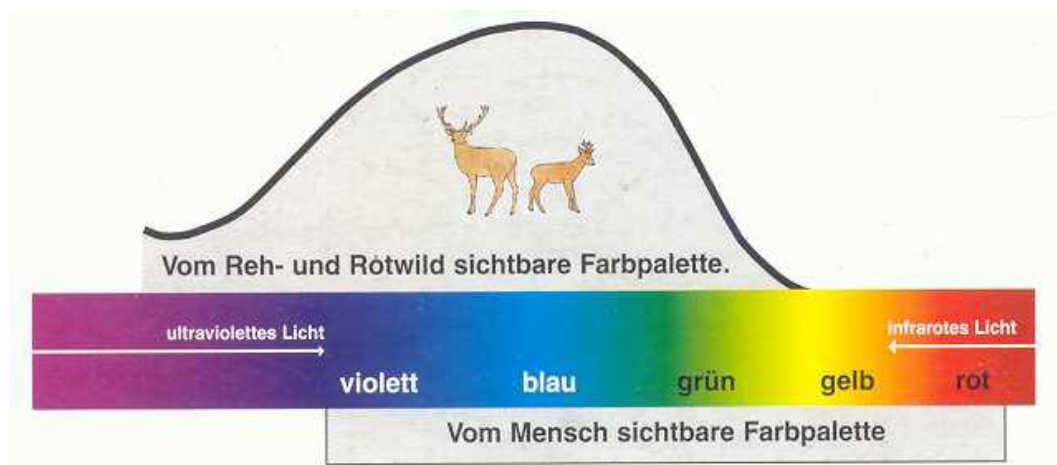
Místa aplikace jsou hlavně nehodová místa častého střetu zvěře s vozidly a místa stálých migračních cest zvěře přes silnici. Optické odrazové zařízení je určeno převážně pro spárkatou zvěř. Pokud se během jednoho roku na silnici v úseku dlouhém 1 km stanou minimálně 2 nehody spárkaté zvěře nebo 5 nehod s jinou zvěří, doporučuje se toto ochranné zařízení na komunikaci instalovat (MDČR, Odbor pozemních komunikací, 2013).



Obr. 2: Odražeč s horizontálním odrazem pro rovinný terén (MDČR, 2013)

Hedlund, Curtis, Curtis et Williams (2004) upozorňují, že světelné odrazky nemají dlouhodobý efekt. Savci jsou často barvoslepi, většinou vnímají pouze odstíny modrého a zeleného světla (400-500 nm); Neitz et Jacobs (1989). Savci obecně nedokážou detekovat varovná zbarvení (červená a žlutá), která jsou využívána k odrazení například ptáků. Přesto, že vysvětlení není mnoho, lze brát

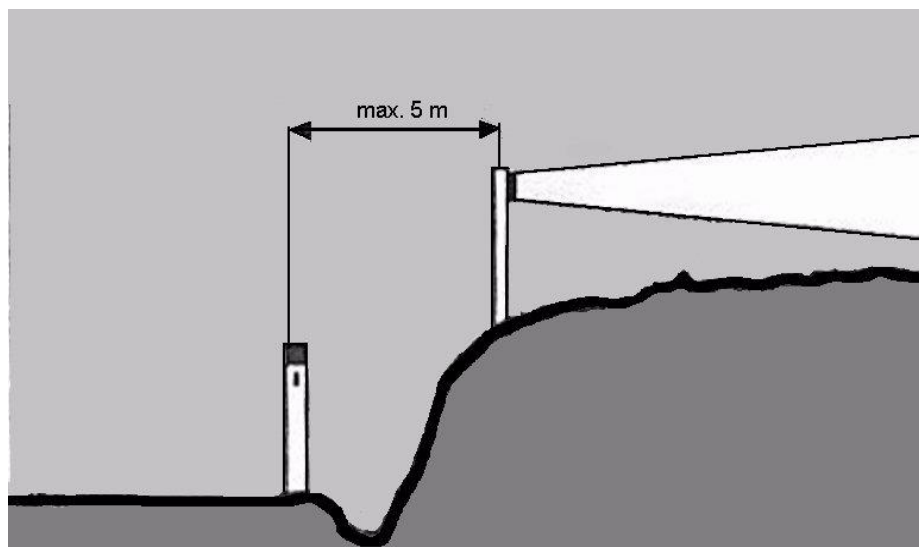
barvoslepost jako výhodu. – Je možné, že stejně jako barvoslepi lidé, umí lépe rozeznat kamufláž v přírodních barvách (Sachs, 1995). Z hlediska spektra barev je nejvýhodnější použít odrazky v modré barvě, na kterou je zvěř nejvnímavější (Havránek, 2011).



Obr. 3: Citlivost vnímání zvěře na barevné spektrum (Havránek, 2011)

Odrážka i držák odrazky musí být z materiálu odolávajícího povětrnostním vlivům a vyhovující běžnému způsobu údržby komunikace (mechanické čištění, odklizení sněhu apod.). Barva odražeče musí být bílá (Plastika SV, ©2020).

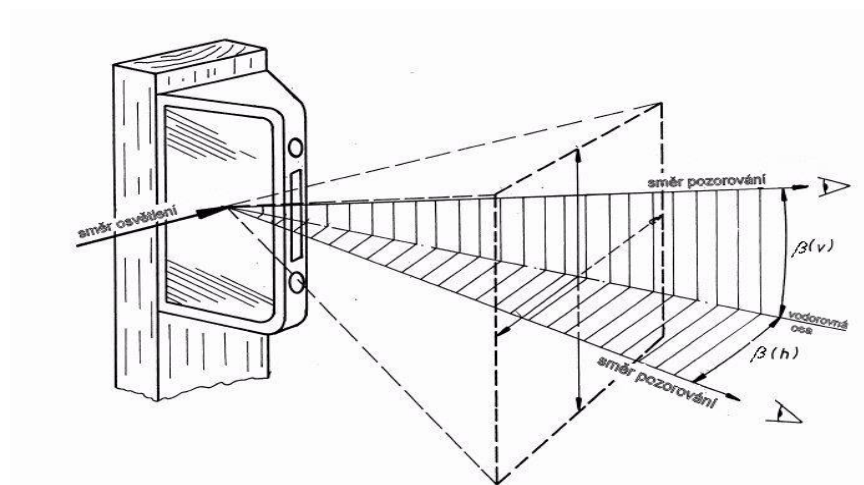
Odrážky se umísťují na okraji silnice tak, aby odrazovou plochou směřovaly k zabezpečenému prostoru, který musí pokrývat prostor předpokládaného pohybu zvěře kolem silnice. Musí být ale umístěny tak, aby neodrážely světlo zpět k řidiči, ale ani k řidičům vozidel jedoucích před ním / za ním, nebo k řidičům protijedoucím (MDČR, 2013).



Obr. 4: Umístění odražeče mimo komunikaci (MDČR, 2013)

Podle odrazového efektu a dle použití se odrazky proti zvěři dělí na:

- typ A – odražeč s horizontálním odrazem, který světlo odráží hlavně ve směru horizontálním, pro použití v rovinnatém terénu,
- typ B – odražeč se šikmým odrazem, který světlo odráží šikmo nahoru nebo dolů od silnice, určen k použití v kopcovitém terénu (MDČR, 2013).



Obr. 5: Schéma pozorovacích úhlů světelných odrazek (MDČR, 2013)

3.3.6 Akustická zařízení

Mezi zvukové plašiče řadíme poplašné zvuky, pyrotechniku, propanová děla a sirény (Hygnstrom et al., 1994). Účinnost akustických a světelných plašičů potvrzují zejména výrobci, naopak nezávislé studie často ukazují rychlé navyknutí zvěře na tyto stimuly (Ujvári et al., 1998; 2004; D'Angelo et al., 2006).

Savci, stejně jako ptáci, jsou silně adaptabilní na zvuková zařízení (Mason, 1999). Na auta bývají často umístována poplašná zařízení, takzvané píšťalky, které podle výrobců mají vysokofrekvenčním zvukem odradit zvěř před vstupem do dráhy vozidla. Nejsou však žádná průkazná data o účinnosti těchto zařízení (Shumake, 1998).

4 Metodika

4.1 Sledované úseky Pavlovice a Tehov

Sledování probíhalo od ledna do prosince roku 2019 na silnici II. třídy číslo 2/125 na dvou úsecích dlouhých 1,5 km, které byly jednou týdně procházeny (hlavně o víkendech) a byla zaznamenávána sražená zvěř (druh a pohlaví), popř. jsem po domluvě byla o sražené zvěři informovaná od členů mysliveckého spolku (dále jen „MS“).

Honitba Pavlovice-Kladruby se nachází v blízkosti města Vlašim, je tudíž příměstskou honitbou. Leží ve vlašimské pahorkatině, nadmořská výška je zde od 420 do 510 m. n. m. Přímo sousedí s honitbou Psáře, ve které se nachází kontrolní úsek Tehov. Výměra této první honitby činí 1228 ha. Držitelem honitby je honební společenstvo Pavlovice – Kladruby. V této honitbě se ze spárkaté zvěře vyskytuje převážně zvěř srnčí, daňčí a černá, ovšem normované stavy jsou stanoveny pouze pro zvěř srnčí. Přirozeně se zde vyskytuje v poměrně malém počtu zajíc polní a koroptev polní. Každý rok se zde uměle odchovávají bažanti v počtu 150 kusů. Roční odlov srnčí zvěře je 30 kusů, daňčí zvěře 30 kusů a 80 kusů zvěře černé.

Kontrolní úsek Tehov náleží do honitby Psáře. Tato honitba přímo sousedí s honitbou Pavlovice-Kladruby, tudíž jsou zde stejné přírodní i klimatické podmínky pro zvěř. Oproti honitbě Pavlovice-Kladruby je honitba Psáře o něco větší, má 1471 ha. Držitelem honitby je honební společenstvo Psáře, uživatelem je Myslivecký spolek Tehov-Bučina. V honitbě se ze spárkaté zvěře vyskytuje zvěř srnčí, daňčí a černá. Normované stavy jsou stanoveny také pouze pro srnčí zvěř. Ročně se zde loví 35 kusů srnčí zvěře, 40 kusů daňčí zvěře a okolo 100 kusů černé zvěře.

Oba úseky, na kterých probíhal monitoring sražené zvěře, se nachází na téže silnici II. třídy číslo 2/125. Tyto problematické úseky tvoří po obou stranách komunikace pole.

Kontrolní úsek Tehov začíná od dálničního sjezdu na 49. km dálnice D1 a končí u autobusové zastávky vesnice Nemíž.



Obr. 6: Sledovaný úsek Tehov (Mapy.cz, ©2020)

Úsek Pavlovice je rovina před vesnicí Pavlovice směrem od vesnice Tehov. Zde jsou po obou stranách komunikace světelné ohradníky.



Obr. 7: Sledovaný úsek Pavlovice (Mapy.cz, ©2020)

4.2 Instalace odrazek na úseku Pavlovice

Světelné ohradníky zde byly aplikovány členy mysliveckého spolku na podzim roku 2017 a to po obou stranách pozemní komunikace II. třídy číslo 2/125, neboť na tomto problematickém úseku bylo v předchozích letech sraženo minimálně 15 kusů srnčí zvěře za rok. V roce 2018, po aplikaci odrazek, došlo na tomto úseku se srážce srnčí zvěře 9x, s daňčí zvěří 2x a jednou se zvěří černou.



Obr. 8: Světelné odrazky na úseku Pavlovice

4.3 Monitoring sražené zvěře

Oba úseky jsem pravidelně každý víkend procházela a zaznamenávala počty a druhy sražené zvěře. Dále jsem byla o sražené zvěři informována od mysliveckých hospodářů, kteří byli v případě nahlášení střetu informováni od Policie České republiky, nebo mě po předchozí dohodě kontaktovali ohledně nálezů členové obou mysliveckých spolků.

Mezi hlavní druhy zvěře, na které se monitoring vztahoval, patří srnec obecný, daněk evropský, prase divoké, liška obecná a zajíc polní. Během roku ovšem došlo ke srážce dalších druhů živočichů, například kuny skalní, tchoře tmavého, jezevce lesního, puštíka obecného nebo žluny zelené.

K evidenci počtů sražených kusů byl využíván tabulkový software MS Excel – pro každý sledovaný úsek byla vytvořena tabulka, do které byli zapisováni

nalezení sražení jedinci sledovaných druhů. Záznam vždy obsahuje druh a pohlaví jedince, místo nálezu (silnice x pole) a zemědělskou plodinu, která se v daný čas v okolí komunikace na poli nacházela. Tyto tabulky byly následně využity ke grafickému zpracování a zobrazení výsledků.

Na základě celostátního sčítání dopravy, které provádělo Ředitelství silnic a dálnic v roce 2016, bylo na úseku Tehov zaznamenáno 1930 vozidel za 24 hodin. Z toho byla v počtu 1642 osobní a dodávková vozidla, 275 těžkých motorových vozidel a 13 jednostopých motorových vozidel.

Na úseku Pavlovice bylo zaznamenáno za den 5480 vozidel, z toho 4633 osobních a dodávkových vozidel, 797 těžkých motorových vozidel a 50 jednostopých motorových vozidel.

5 Výsledky

5.1 Evidované nehody se zvěří na sledovaných úsecích

Na internetové stránce www.srazenazver.cz lze najít konkrétní úsek pozemní komunikace a pomocí filtru zjistit počet nahlášených dopravních nehod, při kterých došlo ke střetu se zvěří. Období jsem zvolila souběžné s dobou trvání vlastního monitoringu, tedy leden až prosinec roku 2019. Každý sražený živočich je na mapě na místě střetu označen různě barevným bodem.

V úseku Pavlovice byl podle tohoto portálu evidován pouze jeden střet se zvěří srnčí (červený bod) a jeden střet s prasetem divokým (černý bod). K oběma střetům došlo v listopadu v časných ranních hodinách.



Obr. 9: Sražená zvěř na úseku Pavlovice (Srážky se zvěří, ©2020)

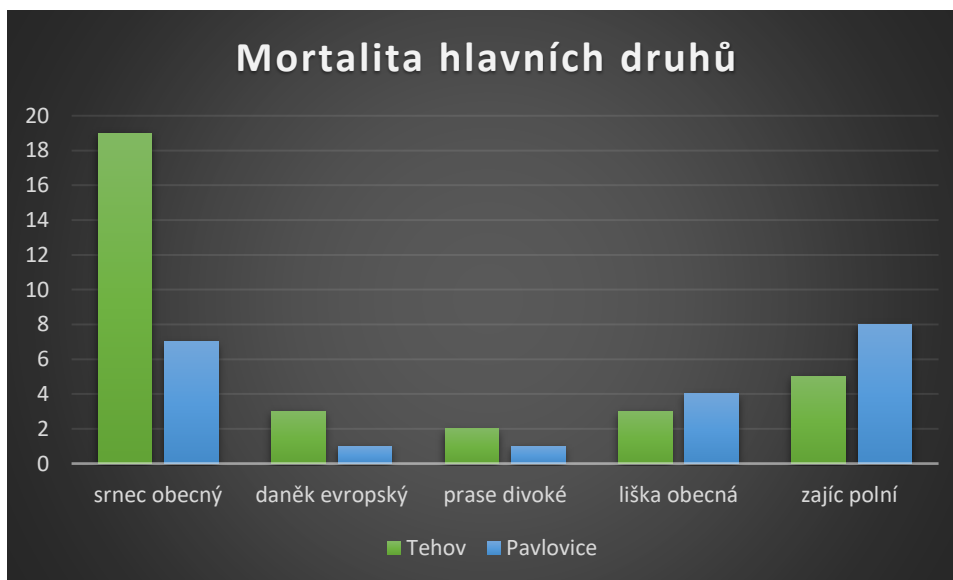
Na úseku Tehov jsou zaznamenány čtyři střety vozidel se zvěří srnčí (červený bod). K jednomu střetu došlo v říjnu, ke dvěma v listopadu a k jednomu v prosinci. Ke střetům došlo vždy v podvečerních nebo ranních hodinách.



Obr. 10: Sražená zvěř na úseku Tehov (Srážky se zvěří, ©2020)

5.2 Výsledky vlastního monitoringu

Vlastní monitoring mortality zvěře a účinnosti světelných ohradníků na pozemních komunikacích probíhal od ledna do prosince, tedy po celý kalendářní rok 2019. Za celý rok jsem absolvovala 52 obchůzek, převážně o víkendu.



Obr. 11: Mortalita hlavních sledovaných druhů za rok 2019 na obou úsecích

5.3 Úsek Tehov

Monitoring mortality zvěře na tomto kontrolním úseku probíhal v honitbě Psáře, která se nachází zhruba 50 km jihovýchodně od Prahy poblíž města Vlašim a jehož hranici z jedné strany tvoří dálnice D1.

5.3.1 Mortalita srnčí zvěře

Na úseku Tehov bylo za sledované období nalezeno 19 kusů srnčí zvěře, které byly prokazatelně sraženy dopravním prostředkem.

V lednu došlo ke srážce srny, sražený kus zůstal uprostřed silnice. Měsíc únor byl bez nehody. V březnu došlo ke srážce tří srn a jednoho dvouletého srnce, vidláka. Všechny tyto kusy byly nalezeny ve škarpě vedle silnice.



Obr. 12: Srna sražená v lednu (Eliška Štefanicová, 2019)

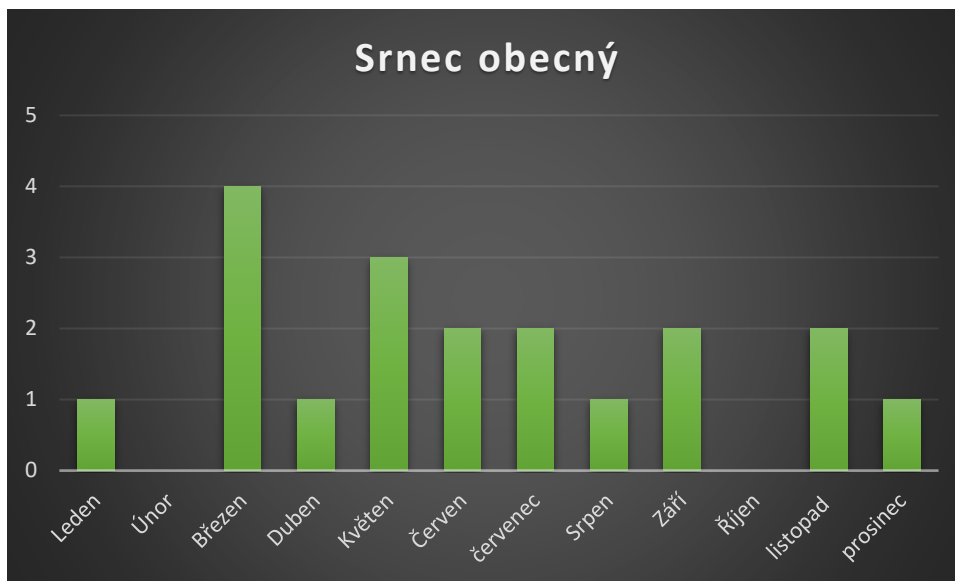


Obr. 13: Srnec nalezený v březnu (Eliška Štefanicová, 2019)

V dubnu byla sražena srna ve vysokém stádiu březosti. V květnu byl nalezený sražený šesterák (věk určen na 4 roky) a dvě srny. Z toho jednou došlo zřejmě ke střetu nákladního vozidla se srnou, nalezeno jen naprosto zdevastované torzo těla. V červnu byly sraženy dvě srny, obě nalezeny v bezprostřední blízkosti vozovky.

V červenci došlo ke srážce ročního srnce-bulkaře a srnčete. V srpnu byla opět sražena srna. V září bylo nalezeno srnče a nerovný šesterák, odhadem tříletý.

V listopadu došlo ke srážce srny a srnčete. Prosinec se stal osudným srnci v lýčí, který neměl ještě plně vyvinuté paroží.



Obr. 14: Mortalita srnčí zvěře v úseku Tehov za rok 2019

5.3.2 Mortalita daňčí zvěře

Na sledovaném úseku byly zaznamenány tři kusy sražené daňčí zvěře. V únoru byl sražen roční daněk-bulkař, nalezen ve škarpě.



Obr. 15: Sražený daněk (Eliška Štefanicová, 2019)

V září došlo ke srážce daněly automobilem, kus nalezen cca 30 metrů na poli od místa střetu.

V říjnu se v nočních hodinách střetl osobní automobil se čtyřletým daněkem. K nehodě byl přivolán myslivecký hospodář, jelikož daněka bylo nutné dostřelit.



Obr. 16: Mortalita daňčí zvěře v úseku Tehov za rok 2019

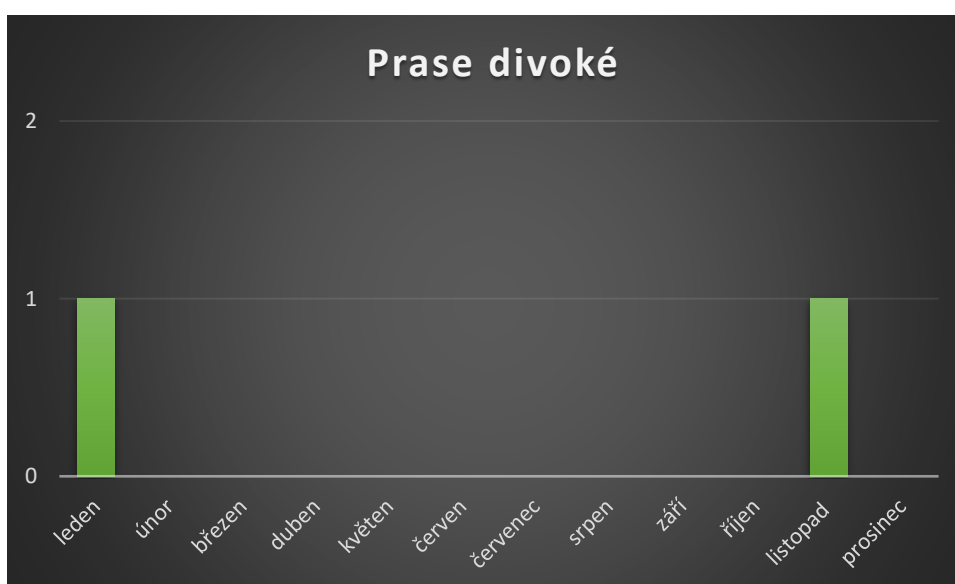
5.3.3 Mortalita černé zvěře

Za rok 2019 byly v úseku Tehov sraženy 2 kusy černé zvěře. Během měsíce ledna došlo ke střetu automobilu s kňourem, věk určen na 3 roky. Kňour, odhad váhy 80 kg, po střetu zhasnul asi 40 metrů od vozovky, na přiléhajícím poli řepky.

Další kus černé zvěře byl sražen v listopadu. Jednalo se o zhruba dvacetikilové sele. Po střetu s automobilem zůstalo ležet na silnici, odkud bylo následně odklizen.



Obr. 17: Sražený kňour (Eliška Štefanicová, 2019)



Obr. 18: Mortalita černé zvěře v úseku Tehov za rok 2019

5.3.4 Mortalita lišky obecné

Ve sledovaném období byly sraženy tři lišky obecné. V červnu byla sražena dvě liščata, obě zůstala ležet na vozovce. V srpnu byla nalezena sražená dospělá liška.



Obr. 19: Mortalita lišky obecné v úseku Tehov za rok 2019



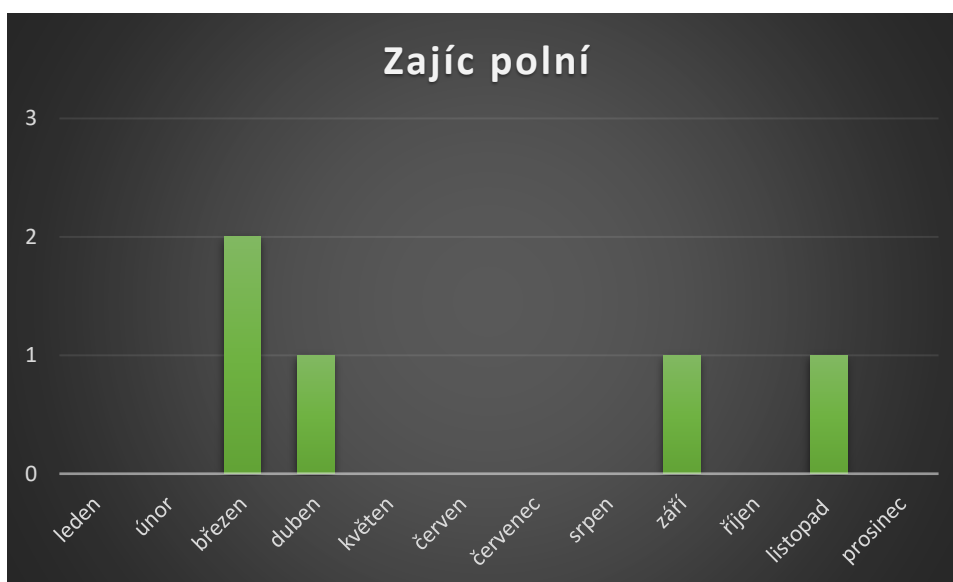
Obr. 20: Sražená liška (Eliška Štefánicová, 2019)

5.3.5 Mortalita zajíce polního

U zajíce polního byly zaznamenány dva sražené kusy v měsíci březnu. Další jedinci byli sraženi v dubnu, v září a v listopadu. Celkem tedy 5 zajíců.



Obr. 21: Sražený zajíc (Eliška Štefanicová, 2019)



Obr. 22: Mortalita zajíce polního v úseku Tehov za rok 2019

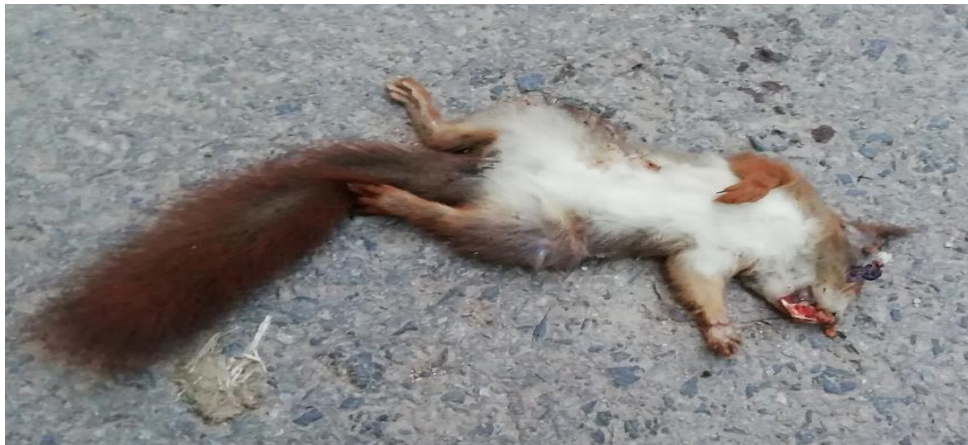
5.3.6 Mortalita - ostatní živočichové

V dubnu jsem našla na okraji pozemní komunikaci sraženého jezevce, podle zubů se jednalo o mladý kus.



Obr. 23: Sražený jezevec (Eliška Štefanicová, 2019)

V květnu byla sražena veverka obecná.



Obr. 24: Sražená veverka obecná (Eliška Štefanicová, 2019)

V březnu a v září byly nalezeny 2 sražené kuny skalní.



Obr. 25: Sražená kuna skalní (Eliška Štefanicová, 2019)

5.4 Úsek Pavlovice

Honitba Pavlovice-Kladruby se nachází v blízkosti města Vlašim, je tudíž příměstskou honitbou. Leží ve vlašimské pahorkatině, nadmořská výška je zde od 420 do 510 m. n. m. Přímo sousedí s honitbou Psáře, ve které se nachází kontrolní úsek Tehov. Na tomto úseku byla sledována účinnost světelných ohradníků.

5.4.1 Mortalita srnčí zvěře

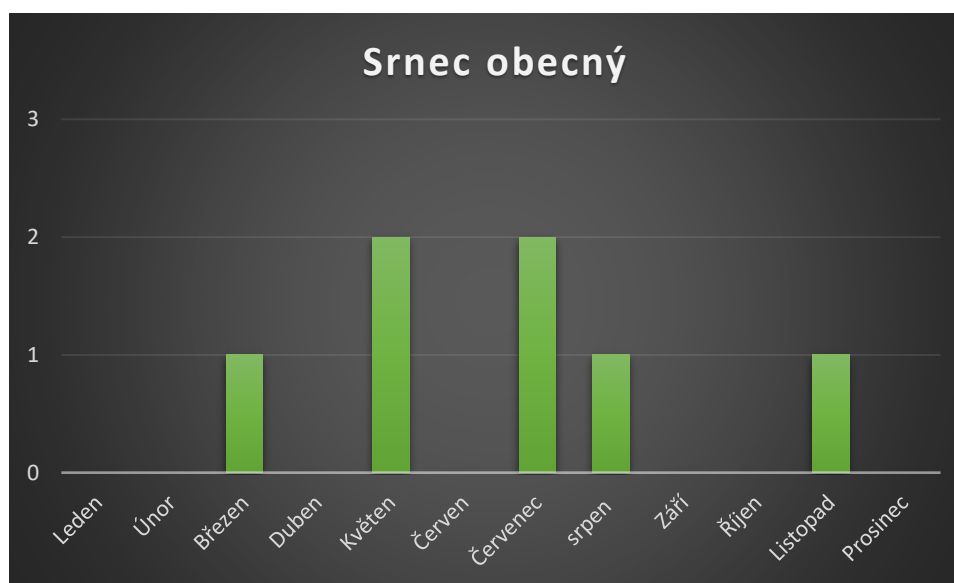
Na sledovaném úseku v MS Pavlovice, kde jsou po obou stranách aplikované modré světelné odrazky, došlo během celého roku ke srážce „pouze“ 7 kusů srnčí zvěře.

V měsíci březnu zde došlo ke srážce srny, která zůstala po střetu ležet ve škarpě vedle silnice. V květnu byl sražen zhruba pětiletý srnec, vysoký šesterák, který také zůstal ležet v přilehlé škarpě. Druhým sraženým kusem v květnu byla srna.

V červenci došlo ke střetu se srnou a ročním srnečkem. V srpnu bylo sraženo srnče. V listopadu zde byla nalezena sražená srna, po střetu odběhla asi 30 metrů od pozemní komunikace na pole, kde na následky vnitřních zranění zhasnula.



Obr. 26: Sražení srnce v úseku Pavlovice (Eliška Štefánicová, 2019)



Obr. 27: Mortalita srnce obecného v úseku Pavlovice za rok 2019

5.4.2 Mortalita černé zvěře

V listopadu jsem byla informována o sraženém kusu černé zvěře na sledovaném úseku, jednalo se o lončáka o váze zhruba 50 kg.



Obr. 28: Mortalita černé zvěře v úseku Pavlovice za rok 2019

5.4.3 Mortalita lišky obecné

Během celého sledovaného období byly sraženy 4 lišky. V březnu, v květnu a v září se jednalo o dospělé kusy, v červnu bylo nalezeno lišče.



Obr. 29: Sražená liška (Eliška Štefanicová, 2019)



Obr. 30: Mortalita lišky obecné v úseku Pavlovice za rok 2019

5.4.4 Mortalita zajíce polního

Za kalendářní rok 2019 bylo sraženo 8 zajíců, 2 v březnu, 1 v dubnu, 2 v květnu, jeden v srpnu, říjnu a v listopadu.



Obr. 31: Sraženy zajíc (Eliška Štefánicová, 2019)



Obr. 32: Mortalita zajíce polního v úseku Pavlovice za rok 2019

5.4.5 Mortalita - ostatní živočichové

V květnu byl nalezený sražený tchoř tmavý.



Obr. 33: Sražený tchoř tmavý (Eliška Štefanicová, 2019)

V červnu jsem našla v nočních hodinách sražené mládě puštíka obecného.



Obr. 34: Sražené mládě puštíka (Eliška Štefanicová, 2019)

V srpnu byla sražená žluna zelená.



Obr. 35: Sražená žluna zelená (Eliška Štefanicová, 2019)

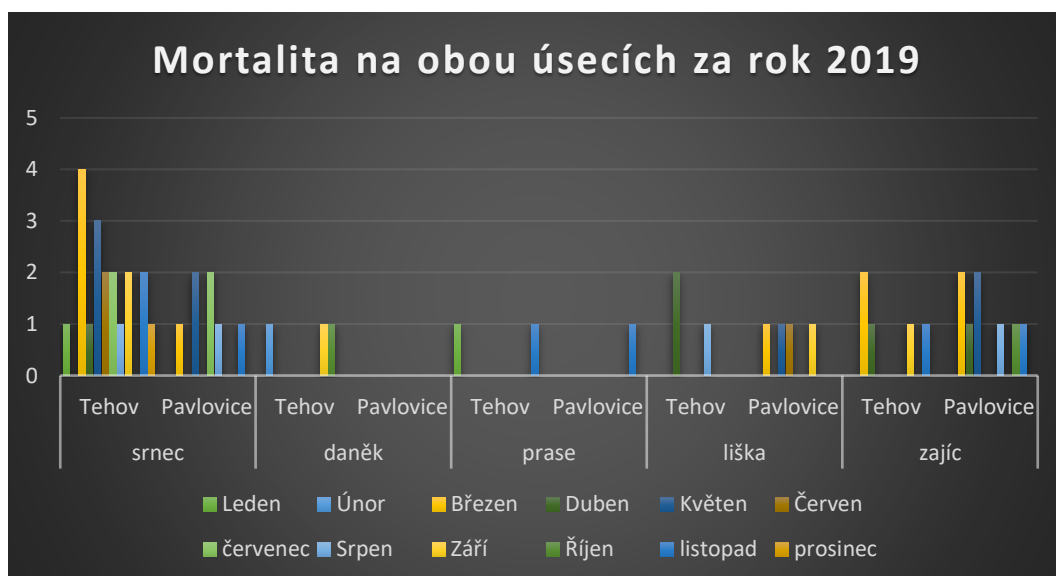
Během sledovaného období jsem na monitorovaném úseku v Tehově i v Pavlovicích našla velké množství sražených drobných savců (ježků, hlodavců apod.), ptáků, plazů a obojživelníků, které jsem ale konkrétně nezaznamenávala a neidentifikovala, neboť předmětem mé bakalářské práce byl pouze monitoring zvěře.



Obr. 36: Sražený ježek (Eliška Štefanicová, 2019)

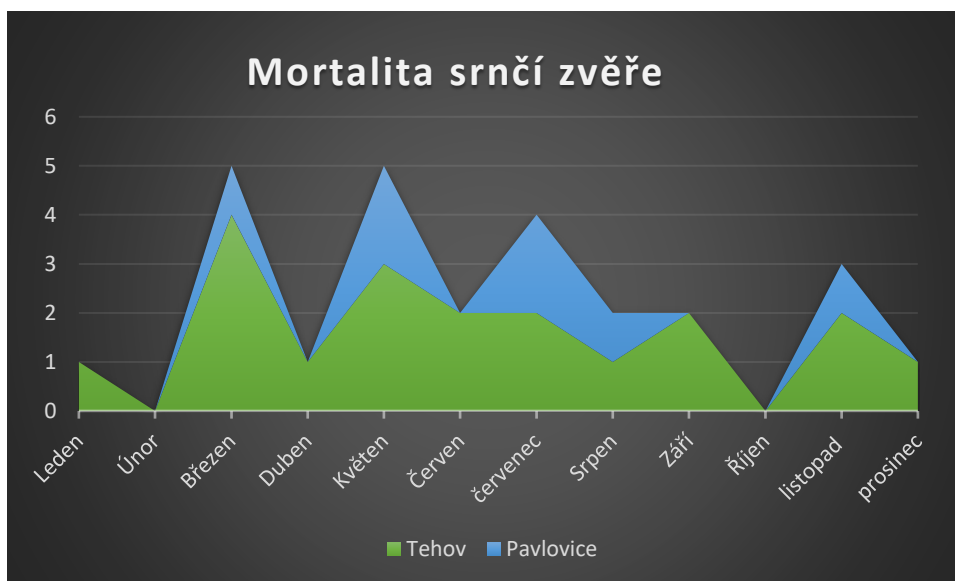
5.5 Shrnutí výsledků

Na kontrolním úseku Tehov bylo za sledované období sraženo 19 kusů srnčí zvěře, 3 kusy daňčí zvěře, 2 kusy černé zvěře, 3 lišky a 5 zajíců. Na úseku Pavlovice se světelnými ohradníky bylo sraženo 7 kusů srnčí zvěře, žádný kus daňčí zvěře, 1 kus černé zvěře, 4 lišky a 8 zajíců.



Obr. 37: Mortalita hlavních sledovaných druhů zvěře na obou úsecích za rok 2019

Na obr. 38 je graficky zobrazeno porovnání mortality srnčí zvěře na úseku Tehov a Pavlovice za jednotlivé měsíce.



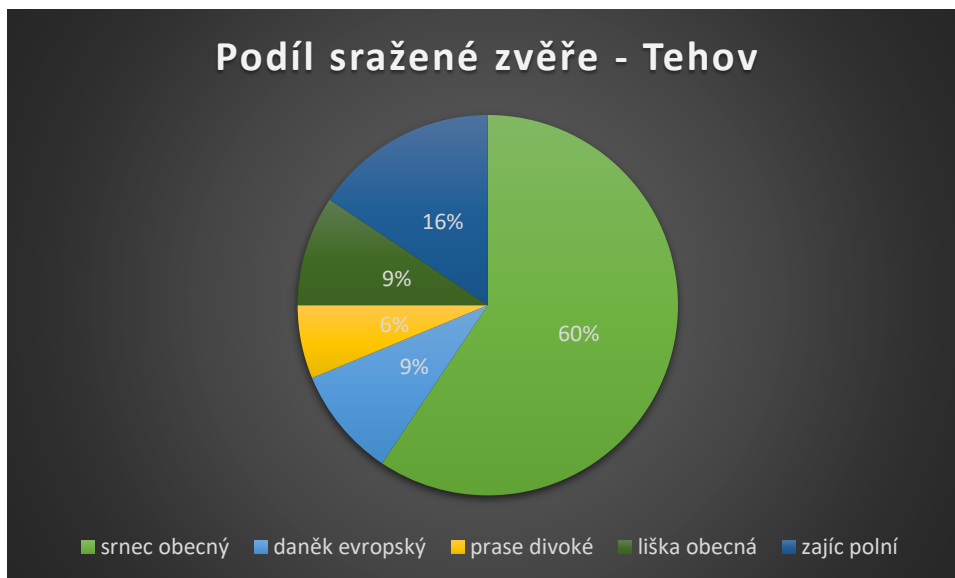
Obr. 38: Porovnání mortality zvěře na úseku Tehov a Pavlovice

Procentuální vyhodnocení podílů střetů se srnčí zvěří je v Pavlovicích 27 % a v Tehově 73 %.



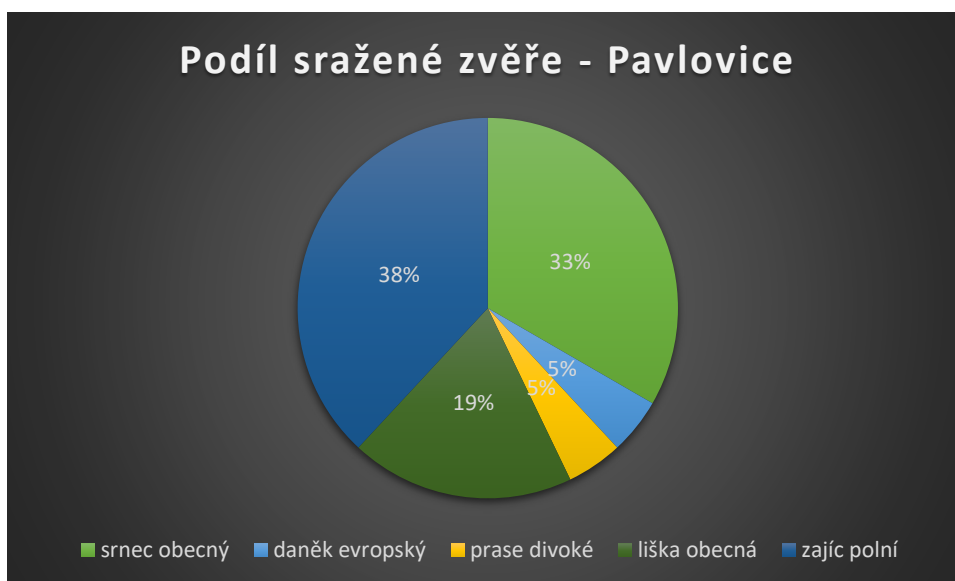
Obr. 39: Podíl střetů se srnčí zvěří na úseku Tehov a Pavlovice

Procentuální podíly sražených druhů zvěře na úseku Tehov – největší mortalita na kontrolním úseku byla u srnčí zvěře (60 %) a nejmenší naopak u zvěře černé (6 %).



Obr. 40: Procentuální podíl střetů se zvěří v Tehově

Procentuální podíly sražených druhů zvěře na úseku Pavlovice, kde byly aplikovány odrazky, byla největší mortalita u zajíce polního (38 %) a nejmenší opět u černé zvěře (5 %).



Obr. 41: Procentuální podíl střetů se zvěří v Pavlovicích

5.6 Návrh opatření ke snížení srážek se zvěří v úseku Tehov

Vzhledem k zaznamenaným výsledkům mortality zvěře na pozemní komunikaci na kontrolním úseku Tehov vyplývá, že se jedná o velmi rizikový a nebezpečný úsek nejen pro migrující zvěř, ale i pro řidiče motorových vozidel. Jedná se o dlouhou rovinu vedoucí od dálničního sjezdu, kterou lemují pole. To vyvolává dojem přehledného úseku a svádí řidiče k rychlé jízdě. Na polích se však nejen v noci, ale i ve dne pohybuje velké množství zvěře. Proto zde dochází často ke srážce automobilu se zvěří, neboť řidiči ve velké rychlosti nedokážou včas a efektivně zareagovat, aby střetu zabránili. Za kalendářní rok 2019 na tomto úseku zahynulo více než 35 kusů zvěře a mnohem větší počet drobných savců, plazů, ptáků a obojživelníků.

Na základě výsledků této práce lze doporučit aplikaci světelných odrazek po obou stranách silnice na tomto kritickém úseku tak, aby docházelo k účinnému odrazu světla a minimalizoval se tak vstup zvěře na vozovku.

6 Diskuse

6.1 Porovnání výsledků na sledovaných úsecích a účinnost světelných ohradníků

Mortalitu zvěře na pozemních komunikacích a účinnost světelných odrazek nejlépe demonstrujeme na srnčí zvěři, neboť u té jsou počty sražených kusů nejvyšší.

V Pavlovicích byly aplikovány odrazky na konci roku 2017, neboť v předchozích letech zde bylo sraženo okolo 15 kusů srnčí zvěře za rok. V roce 2018, po aplikaci odrazek, došlo na tomto úseku ke srážce srnčí zvěře 9x, s daňčí zvěří 2x a jednou se zvěří černou.

Za námi sledované období, tj. rok 2019, došlo na kontrolním úseku Tehov, který nebyl ošetřen žádnými ochrannými opatřeními, ke srážce 19 kusů srnčí zvěře. Oproti tomu v úseku Pavlovice (na stejné silnici, ale na úseku se světelnými ohradníky) došlo ke střetu vozidla se srnčí zvěří „pouze“ 7x. Navíc mohla být účinnost světelných ohradníků snížena v době, kdy se na okolních polích nacházela vzrostlá kukuřice, která blokovala odraz světla od odrazek směrem ke zvěři, a kdy byla díky kukuřici v těchto polích vysoká koncentrace všech druhů zvěře.

Z těchto čísel vyplývá, že účinnost světelných ohradníků na úseku Pavlovice je 63,2 %, neboť zde bylo i přes nepříznivé okolní podmínky sraženo o 12 kusů méně oproti kontrolnímu úseku v Tehově, který nebyl opatřen žádnými ochrannými prostředky. V potaz musíme vzít i fakt, že 3 kusy srnčí zvěře byly sraženy právě v době, kdy se na okolních polích nacházela vzrostlá kukuřice, a navíc dozrívala srnčí říje (červenec, srpen). V případě, že by okolí vozovky bylo přehledné, mohla by účinnost světelných ohradníků být i vyšší než dosažených 63 %.

Z dalších výsledků vyplývá, že u daňčí zvěře byla účinnost odrazek 100 %, neboť v úseku Tehov byly za celé sledované období sraženy 3 kusy daňčí zvěře, kdežto v úseku Pavlovice nedošlo k žádnému střetu s daňčí zvěří.

U černé zvěře je účinnost ohradníků vyhodnocena jako poněkud slabší, protože v úseku Pavlovice byl sražen 1 kus černé zvěře a na úseku Tehov 2 kusy. Účinnost světelných ohradníků je tedy v tomto případě 50 %.

Za rok 2019 byly v úseku Tehov sraženy 3 lišky a v úseku Pavlovice 4 lišky, proto se zdá, že na šelmy nemají světelné odrazky vůbec žádný účinek.

U zajíce polního bylo sraženo 5 kusů v úseku Tehov a 8 kusů v úseku Pavlovice. I zde jsou tedy světelné ohradníky pravděpodobně bez jakéhokoliv pozitivního efektu.

V průběhu zaznamenané mortality můžeme sledovat výrazné výkyvy v počtech střetů v jednotlivých měsících.

Hlavně v zimních a v jarních měsících jsou vidět početné tlupy srnčí zvěře pasoucí se prakticky 24 hodin denně na polích. K velkému počtu srážek docházelo právě v březnu, což mohlo být způsobeno postupným rozpadem těchto zimních tlup srnčí zvěře a migrací zvěře do nových teritorií. Další výkyv v nárůstu srážek se zvěří nastal v květnu, což může být zapříčiněno začátkem doby lovu srnčí zvěře.

V letních měsících na polích okolo obou monitorovaných úseků rostla kukuřice a řepka, tudíž se zde nacházela poměrně vysoká koncentrace nejen srnčí zvěře, a docházelo tak i k většímu množství střetů vozidel se zvěří. Výsledky na monitorovaném úseku v Pavlovicích tak byly negativně ovlivněny především v červenci a v srpnu. Touto dobou neměly odrazky plnou účinnost, neboť se zde po obou stranách silnice nacházela na poli vzrostlá kukuřice, a odraz světla, který měl zabraňovat zvěří vstup na vozovku, byl zachycen bariérou vzrostlého kukuřičného porostu. V červnu a v červenci mohly být srážky zapříčiněny i právě probíhající srnčí říjí a vyháněním mladších kusů staršími. Negativní vliv v této době mohla mít i probíhající sklizeň zemědělských plodin.

V zimních měsících, hlavně v listopadu, je zaznamenán další významný výkyv mortality zvěře na silnicích. Dochází k němu zřejmě v důsledku naháněk na černou zvěř, kdy je tím bohužel zároveň vyháněna a plašena i zvěř srnčí.

6.2 Střety se zvěří

Na kontrolním úseku Tehov srnčí zvěř zaujímala 60 % z celkového počtu sražených jedinců sledovaných druhů zvěře. Lze navíc předpokládat, že by reálný podíl mohl být ještě vyšší, neboť vzhledem k atraktivitě srnčí zvěřiny je dosti pravděpodobné, že několik kusů mohlo být odcizeno účastníky dopravního provozu bez vědomí uživatelů honiteb. Tento výsledek víceméně odpovídá výsledku Bíla et al. (2017), který uvádí, že na území České republiky je nejčastější sraženou zvěří srnec obecný se zastoupením 75 % jedinců z celkového počtu.

Na tomto neošetřeném úseku (Tehov) byl druhým nejčastěji sraženým druhem zajíc polní s podílem 16 %, černá zvěř se do kolize s vozidlem dostala nejméně ze všech pěti hodnocených druhů (6 %). Stejně jako u Mrtky et. al (2013) byly meziroční ztráty na silnicích nejvyšší u zajíce polního a srnce obecného. Bíl et al. (2017) dále ve své studii uvedl, že v České republice je druhou nejčastěji sraženou zvěří prase divoké se zastoupením 15 %. Toto tvrzení však nekoresponduje s výsledky výše uvedeného monitoringu.

Na odrazkami ošetřeném úseku Pavlovice byl nejvyšší úhyn v květnu a v červenci, kdy došlo ke sražení dvou kusů srnčí zvěře. Tento výsledek částečně koresponduje s výsledky Bíla et al. (2017), kteří označují za nejrizikovější ke střetu se srnčí zvěří měsíc květen. Kdežto na úseku Tehov byl jako nejrizikovější vyhodnocen březen se čtyřmi uhynulými kusy. Tento druhý výsledek souhlasí s výsledky Kůty (2012), který také monitoroval sraženou zvěř na Vlašimsku. V případě tohoto úseku Tehov si lze březnový zvýšený úhyn srnčí zvěře vysvětlit přítomností a migrací zimních tlup na přilehlých řepkových polích.

Peris et al. (2005) a Santos et al. (2004) upozorňují, že střety se srnčí zvěří jsou častější v pozdějším jaru a létě, zatímco střety s černou zvěří jsou častější na podzim a v zimě. Toto tvrzení koresponduje s výsledky prováděného monitoringu na obou úsecích.

Ve zde popisovaném monitoringu bylo možné sledovat nárůsty střetů se zvěří právě v době, kdy zvěř migrovala. – V březnu docházelo k rozpadu zimních tlup srnčí zvěře, v květnu zvěř migrovala v důsledku obsazování teritorií a v důsledku

začátku doby lovu. V červenci byl velký pohyb zvěře v důsledku vrcholící srnčí říje a v listopadu docházelo k rozhánění zvěře při naháňkách na černou zvěř. Tyto výsledky souhlasí se studií Kušty (2017), ze které vyplývá, že četnost střetů se zvěří vrcholí v době nejvyšší migrační aktivity zvěře.

Na obou sledovaných úsecích došlo ke všem střetům s černou zvěří výhradně v nočních hodinách. Přestože u většiny dalších zjištěných úhynů nebylo vzhledem k metodice monitoringu možné prokázat čas kolize, lze přepokládat, že i u ostatních druhů ke střetům docházelo převážně v nočních hodinách. Toto vyplývá i z pozorování Diaz-Varela et al. (2011) které ukazuje, že ke střetům s černou zvěří dochází z 91 % během nočních hodin.

Na úseku Pavlovice byly odrazky aplikovány v roce 2017. Z výsledků mého monitoringu a v porovnání s kontrolním úsekem Tehov je za rok 2019 prokazatelný pozitivní efekt na snížení mortality spárkaté zvěře. Vzhledem k absenci přesných výsledků z předchozích let nelze postupné snižování účinnosti systému odrazek vyloučit, ale dva roky po jejich aplikaci byl jejich pozitivní efekt na snížení mortality spárkaté zvěře zcela jasně pozorovatelný. U lišek a zajíců pozitivní efekt pozorován nebyl a neúčinnost mohla být způsobena navyknutím si na odlesky odrazek. Například Hedlund et al. (2004) upozorňují, že světelné odrazky nemají dlouhodobý efekt.

Názorů na účinnost odrazek je řada. Mnoho studií, které se zabývaly touto problematikou označuje světelné odrazky jako neefektivní, kdežto na druhé straně existují studie, kde je těmto odrazkám přikládáno velké procento snížení počtů střetů vozidel se zvěří (Hučko et al., 2008). Na úseku Pavlovice se projevil pozitivní vliv instalovaných světelných odrazek na snížení mortality zejména u srnčí zvěře, která zde zaujímá „pouze“ 33 % sražených jedinců monitorovaných druhů.

7 Závěr

Tato bakalářská práce monitoruje mortalitu zvěře na silnici II. třídy a zároveň sleduje účinnost světelných odrazek snižujících riziko vstupu zvěře na komunikaci. Monitoring probíhal na dvou vybraných kritických úsecích téže silnice. Na jednom úseku byly aplikované světelné odrazky, druhý kontrolní úsek byl bez odrazek. Všechna sražená zvěř byla zaznamenávána na základě vlastního monitoringu z obchůzek nebo byly informace převzaty od členů mysliveckých spolků.

Monitoring probíhal po celý kalendářní rok 2019. Na obou sledovaných úsecích bylo nalezeno 52 prokazatelně sražených jedinců hlavních sledovaných druhů, kterými byli srnec obecný, daněk evropský, prase divoké, liška obecná a zajíc polní. Na úseku bez odrazek Tehov bylo sraženo 19 kusů srnčí zvěře, 3 kusy daňčí zvěře, 2 kusy černé zvěře, 3 lišky obecné a 5 jedinců zajíce polního. Na úseku s odrazkami Pavlovice zahynulo 7 kusů srnčí zvěře, 1 kus černé zvěře, 4 lišky obecné a 8 jedinců zajíce polního; nedošlo zde k žádnému střetu se zvěří daňčí. Mimo hlavní sledované druhy byl na úseku Tehov ještě objeven sražený jezevec lesní, veverka obecná a dva jedinci kuny skalní. Na úseku Pavlovice byl navíc nalezen tchoř tmavý, kuna skalní a mládě puštíka obecného. Do této statistiky byly zahrnuty pouze kusy, které byly nahlášeny nebo prokazatelně nalezeny. Bohužel mnoho kusů zvěře bývá lidmi po střetu odcizeno nebo zahynou na následky vnitřních zranění mimo okolí pozemní komunikace. Tito jedinci tudíž nemohou být do tohoto monitoringu zahrnuti a lze se jen domnívat o skutečném počtu živočichů zahynulých v důsledku střetu s motorovým vozidlem.

Na základě vyhodnocení účinnosti světelných ohradníků jsem se rozhodla na rizikový úsek Tehov navrhnout aplikaci těchto odrazek na obě strany pozemní komunikace, aby se zde minimalizovala mortalita zvěře.

V období, kdy je odraz světla limitován okolní vegetací (kukuřice, řepka), by mohla být účinnost navýšena aplikací pachových repelentů. Tuto hypotézu by bylo vhodné potvrdit dalším sledováním. Stejně tak lze doporučit výzkum působení odrazek na lišky a zajíce, neboť u těchto druhů po dvou letech od aplikace odrazek nebyl pozorován žádný efekt.

8 Seznam literatury a použitých zdrojů

Tištěné zdroje

AL-GHAMDI, A. S. & ALGADHI, S. A. (2004). Warning signs as countermeasure to camel-vehicle collisions in Saudi Arabia. *Accident Analysis and Prevention*. 36, s. 749-760. ISSN 0001-4575.

AMBS CONSULTING. (1997). Fauna usage of three underpasses beneath the F3 freeway between Sydney and Newcastle. *Final Report to the New South Wales Roads and Traffic Authority*. Sydney.

ANDREASSEN, H. P., GUNDERSEN, H., STORAAS, T. (2005). The effect of scent-marking, forest clearing and supplemental feeding on moose-train collisions. *Journal of Wildlife Management*. 69, s. 1125-1132. ISSN 0022-5413.

APFELBACH, R., BLANCHARD, C. D., BLANCHARD, R. J., HAYES, R. A. & MCGREGOR, I. S. (2005). The effects of predator odors in mammalian prey species: a review of field and laboratory studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 29, s. 1123-1144. ISSN 0149-7634.

BALLON, P. (1985). Premieres observations sur l'efficacite des passages a gibier sur l'autoroute A36. In: *Routes et faune sauvage*. Bagneaux: Service d'Etudes Techniques de Routes et Autoroutes, s. 311-316.

BANK, F. G., IRWIN, C. L., EVINK, G. L., GRAY, M. E., HAGOOD, S., KINAR, J. R., LEVY, A., PAULSON, D., RUEDIGER, B., SAUVAJOT, R. M., SCOTT, D. J. & WHITE, P. (2002). Wildlife habitat connectivity across European highways. *Technical Report FWHA-PL-02-011*. Washington: U. S. Department of Transportation.

BARRIENTOS, R. & BOLONIO, L. (2009). The presence of rabbits adjacent to road increases polecat road mortality. *Biodiversity Conservation*. 18, s. 405-418. ISSN 0960-3115.

- BEKKER, H., VAN DEN HENGEL, B., VAN BOHEMEN, H. & VAN DER SLUIJS, H. (1995). *Natuur over wegen*. Delft: Ministry of Transport, Public Works and Water Management. 103 s. ISBN 9036937027
- BENÍTEZ-LOPÉZ, A., ALKEMADE, R. & VERWEI, I. J. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*. 143, s. 1307-1316. ISSN 0006-3207.
- BERGER, J., SWENSSON, J. E. & PERSSON I. L. (2001). Recolonizing carnivores and naive prey: conservation lessons from Pleistocene extinctions, *Science*. 291, s. 1036-1039. ISSN 0036-8075.
- BÍL, M., KUBEČEK, J., SEDONÍK, J. & ANDRÁŠIK, R. A. (2017). System for evidence of animal-vehicle collisions along transportation networks. *Biological Conservation*. 213 A, s. 167-174. ISSN 0006-3207.
- BISSONETTE, J. & HAMMER, M. (2000). *Comparing the effectiveness of earthen escape ramps with one-way gates in Utah*. Logan: Utah State University, nepublikováno.
- BROWN, W. K., HALL, W. K., LINTON, L. R., HUENEFELD, R. E. & SHIPLEY, L. A. (2000). Repellency of Three Compounds to Caribou. *Wildlife Society Bulletin*. 28, 2, s. 365-371. ISSN 1938-5463.
- CAIN, A. T., TUOVILA, V. R., HEWITT, D. G. & TEWES, M. E. (2003). Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in southern Texas. *Biological Conservation*. 114, s. 189-197. ISSN 0006-3207.
- CASE, R. M. (1978). Interstate highway road-killed animals: a data source for biologists. *Wildlife Society Bulletin*. 6, s. 8-13. ISSN 0091-7648.
- CASTIOV, F. (1999). *Testing Potential Repellents for Mitigation of Vehicle-Induced Mortality of Wild Ungulates in Ontario*. – Disertační práce. Sudbury: Laurentian University, 107 s.

CLEVINGER, A. P. & WALTHO, N. (2000). Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology*. 14, s. 47-56. ISSN 0888-8892.

CLEVINGER, A. P. & WALTHO, N. (2005). Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation*. 121, 3, s. 453-464. ISSN 0006-3207.

CLEVINGER, A. P. & WALTHO, N. Dry drainage culvert use and design considerations for small-and medium-sized mammal movement across a major transportation corridor. In EVING, G. L., GARRETT, P., ZEIGLER, D. & BERRY, J. (1995). (Eds.). *Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. Tallahassee, FL: Florida Department of Transportation, 1999, s. 263-277.

CLEVINGER, A. P., CHRUSZCZ, B. & GUNSON, E. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*. 109, s. 15-26. ISSN 0006-3207.

CLEVINGER, A. P., CHRUSZCZ, B. & GUNSON, K. (2001). Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology*. 38, s. 1340-1349. ISSN 0021-8901.

COFFIN, A. W. (2007). From roadkill to road ecology. A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*. 15, s. 396-406. ISSN 0966-6923.

DIAZ-VARELA, E. R., VAZQUEZ-GONZALEZ, I., MAREY-PÉREZ, M. F. & ÁLVAREZ-LÓPEZ, C. J. (2011). Assessing methods of mitigating wildlife-vehicle collisions by accident characterization and spatial analysis. *Transportation Research Part D*. 16, 4, s. 281-287. ISSN 1361-9209.

DODD, Jr. C. K., BARICHIVICH, W. J. & SMITH, L. L. (2004). Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biological Conservation*. 118, s. 619-631. ISSN 0006-3207.

- DUSSAULT, C., ROULIN, M., COURTOIS, R. & OULLET, J. P. (2006). Temporal and spatial distribution of moose-vehicle accidents in the Laurentides Wildlife Reserve, Quebec, Canada. *Wildlife Biology*. 12, s. 415-426. ISSN 0909-6396.
- ELLENBERG, H., MULLER, K. & STOTTELE, T. (1991). Strassen-Okologie. In: Broschurenreihe der Deutschen Strassenliga. *Okologie und Strasse*. Bonn, Germany, s. 19-115.
- ELMEROS, N., WINBLADH, J. K., ANDERSEN, P. N., MADSEN, A. B. & CHRISTENSEN, J. T. (2011). Effectiveness of odour repellents on red deer and roe deer: a field test. *European Journal of Wildlife Research*. 57, s. 1223-1226. ISSN 1612-4642.
- FELDHAMER, G. A., GATES, J. E., HARMAN, D. M., LORANGER, A. J. & DIXON, K. R. (1986). Effects of interstate highway fencing on white-tailed deer activity. *Journal of Wildlife Management*. 50, s. 497-503. ISSN 0022-5413.
- FORMAN, R. T. T. & ALEXANDER, L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecological Systems*. 29, s. 207-231.
- FORMAN, R. T. T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0521479800.
- FORMAN, R., FRIEDMAN, D. S., FITZHENRY, D., MARTIN, J. D., CHEN, A. S. & ALEXANDER, L. E. (1997). Ecological effects of roads: Toward three summary indices and an overview for North America. In: CANTERS, K. (ed.) *Habitat Fragmentation and Infrastructure*. Delft: Ministry of Transport, Public Works and Water Management, s. 40-54.
- FORMAN, R., SPERLING, D., BISSONETTE, J., CLEVINGER, A., CUTSHAFF, C., DALE, V., FAHRIG, R., FRANCE, R., GOLDMAN, C., HEANUE, K., JONES, J., SWANSON, F., TURRENTINE, T. & WINTES, T. (2003). *Road Ecology: Science and Solutions*. 1. vydání. Washington: Island Press Covelo. 481 s. ISBN 1-55963-933-4.

- FOSTER, M. L. & HUMPHREY, S. R. (1995). Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. *Wildlife Society Bulletin*. 23, 1, s. 95-100.
- GLISTA, D. J., DEVAULT, T. L. & DEWOODY, J. A. (2009). A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*. 91, 1, s. 1-7. ISSN 0169-2046.
- GROOT BRUINDERINK, G. W. T. A. & HAZEBROEK, E. (1996). Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology*. 10, 4, s. 1059-1067.
- HAVRÁNEK, F. (2011). Střety zvěře a dopravních prostředků na komunikacích. In *Sborník z konference „Myslivecká konference 2011“*. Liberec: Odbor ŽP a zemědělství, s. 23-35.
- HEDLUND, J. H., CURTIS, P. C., CURTIS, G. & WILIAMS, A. E. (2004). Methods to reduce traffic crashes involving deer: what works and what does not. *Traffic Injury Prevention*., 5, s. 122-131. ISSN 1538-9588.
- HUBBARD, M. W., DANIELSON, B. J. & SCHMITZ, R. A. (2000). Factors influencing the location of deer-vehicle accidents in Iowa. *Journal of Wildlife Management*. 64, s. 707-713. ISSN 0022-5413.
- HUČKO M. & HAVRÁNEK F. (2008). Kudy se ubírá řešení střetů zvěře a vozidel v zahraničí. *Myslivost*. 86, 3. s. 68-70.
- HUNT, A., DICKENS, H. & WHELAN, R. (1987). Movement of mammals through tunnels under railways lines. *Australian Zoologist*. 24, 2, s. 89-93.
- HYGNSTROM, S. E., TIMM, R. M. & LARSON, G. E. (1994). *Prevention and Control of Wildlife Damage*. Lincoln: University of Nebraska.
- IUELL, B., BEKKER, G. J., CUPERUS, R., DUFEK, J., FRY, G., NICKA, C., HLAVÁČ, V., KELLER, V., ROSELL, C., SANGWINE, L., TORSLOV, N. & WANDALL, B. (2003). *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. Brusel: KNNV Publishers, 169 s. ISBN 9050111866.

JAARSMA, C. F., VAN LANGEVELDE, F., BAVECO, J. M., VAN TUPEN, M. & ARISZ, J. (2007). Model for rural transportation planning considering simulating mobility and traffic kills in the badger *Meles meles*. *Ecological Informatics*. 2, s. 73-82. ISSN 1574-9541.

JACKSON, S. D. & GRIFFIN, C. R. A. strategy vor mitigating highway impacts on wildlife. In MESSMER T. A., WEST, B. (2000). (eds.). *Wildlife and Highways: Seeking Solutions to an Ecological and Socio-Economic dilemma*. Bethesda: The Wildlife Society, s. 143-159.

JACKSON, S. D. Underpass systems for amphibians. In: EVINK, G. L., GARRETT, P., ZEIGLER, D., BERRY, J. (1996). (Eds.). *Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. Tallahassee, FL: Florida *Department of Transportation*, s. 240-244.

JAYAKODY, S., SIBBALD, A. M., GORDON, I. J. & LAMBIN, X. (2008). Red deer vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology*. 141, s. 81-91. ISSN 0909-6396.

JOYCE, T. L. & MAHONEY, S. P. (2001). Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. *Wildlife Society Bulletin*. 28, s. 281-291. ISSN 1938-5463.

KELLER, V. The use of wildlife overpasses by mammals results from infrared video surways in Switzerland, Germany, France and the Netherlands. In: EVINK, G. L., GARRET, P. & ZEIGLER, D. (1999). (eds.). *Proceedings of the 5th Infra EcoNetwork Europe konference*. Budapest, Hungary, s. 283-284.

KNAPP, K. K., YI X., OAKASA, T., THIMM, W., HUDSON, E. & RATHMANN, C. (2004). *Deer-vehicle crash countermeasure toolbox: a desicion and choice resource*. Wisconsin: Midwest Regional University Transportation Center. 263 s.

KRISP, J. M. & DUROT, S. (2007). Segmentation of lines based on point densities-An optimisation of wildlife warning sign placement in southern Finland. *Accident Analysis Prevention*. 39, s. 38-46. ISSN 0001-4575.

KUŠTA, T., KEKEN, Z., JEŽEK, M., HOLÁ, M. & ŠMÍD, P. (2017). The effect of traffic intensity and animal activity on probability of ungulate-vehicle collisions in the Czech Republic. *Safety Science*. 91, s. 105-113. ISSN 0925-7535.

LALO, J. (1987). The problem of roadkill. *American Forests*. 50, s. 50-52. ISSN 0002-8541.

LAND, D. & LOTZ, M. Wildlife crossing design and use by Florida panthers and other wildlife. In: EVINK, G., ZEIGLER, D., GARRETT, P. & BERRY, J. (1996). (Eds.). *Transportation and Wildlife: Reducing Wildlife Mortality and Improving Wildlife Passageways Across Transportation Corridors*. Tallahassee: Florida Department of Transportation. s. 322-328.

LANGTON, T. E. S. Reasons of preventing amphibian mortality on roads. In: LANGTON, T. E. S. (1989). (Ed.). *Amphibians and Roads, Proceeding of the Toad Tunnel Conference*. Bedfordshire: ACO Polymer Products Ltd. ISBN 0951517201.

MALO, J. E., SUAREZ, F. & DIEZ, A. (2004). Can we mitigate animals-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology*. 41, s. 701-710. ISSN 0021-8901.

MASON, J. R., HOLLICK, J., KIMBALL, B. A. & JOHNSTON, J. (1999). Repellency of Deer Away Big Game Repellent to eastern cottontail rabbits. *Journal of Wildlife Management*. 63, s. 309-314. ISSN 0022-5413.

MATEOS-QUESADA, P. (2005). Densidad poblacional y uso del espacio del corzo en el centro de la Península Ibérica. *Galemys*. 17, s. 3-12. ISSN 2254-8408.

MRTKA, J. & BORKOVCOVÁ, M. (2013). Estimated mortality of mammals and the costs associated with animal-vehicle collisions on the roads in the Czech Republic. *Transportation Research Part D*. 18, s. 51-54. ISSN 1361-9209.

NEITZ, J. J., GEIST, T. & JACOBS, G. H. (1989). Color vision in the dog. *Visual Neuroscience*. 3, s. 119-125. ISSN 0952-5238.

PADEVILLANO, C. & BRIGHT, R. G. (1987). The influence of visitors on mountain goat activities in Glacier National Park, Montana. *Biological Conservation*. 39, s. 1-11. ISSN 0006-3207.

PERIS, S., BAQUEDANO, R., SÁNCHEZ, A. & PESCADOR, M. (2005). Mortalidad del jabalí (*Sus scrofa*) en cerreteras de la provincia de Salamanca: Influencia de su comportamiento social. *Galemys*. 17, s. 13-23. ISSN 2254-8408.

PETERS, W., HEBBLEWHITE, M., MYSTERUD, A., EACKER, D., HEWISON, A. J. M., LINNELL, J. D. C., FOCARDI, S., URBANO, F., DE GROEVE, J., GEHR, B., HEURICH, M., JARNEMO, A., KJELLANDER, P., KROSCHER, M., MORELLET, N., PERDOTTI, L., REINECKE, H., SANDFORD, R., SONNICHSEN, L., SUNDE, P. & CAGNACCI, F. (2018). Large herbivore migration plasticity along environmental gradients in Europe: life-history traits modulate forage effect. *Oikos*. 128, 3, s. 416-429. ISSN 0030-1299.

PODLOUCKY, R. (1989). Protection of amphibians on roads; examples and experiences from Lower Saxony. In: LANGTON, T. E. S: (ed.). *Amphibians and Roads, Proceedings of the Toad Tunnel Conference*. ACO Polymer Products Ltd., Bedfordshire, s. 15-28. ISBN 0951517201.

POJAR, T. M., PROSENCE, R. A., REED, D. F. & WODDARD, T. N. (1975). Effectiveness of a lighted, animated deer crossing sign. *Journal of Wildlife Management*. 39, s. 87-91. ISSN 0022-5413.

- PUGLISI, M. J., LINDZEY, J. S. & BELLIS, E. D. (1974). Factors associated with highway mortality of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*. 38, s. 799-807. ISSN 0022-5413.
- PUTMAN, R. J. (1997). Deer and road traffic accidents: options for management. *Journal of Environmental Management*. 51, 1, s. 43-57. ISSN 0301-4797.
- RATCLIFFE, J. (1983). Why did the road toad cross the road? *Wildlife August*. s. 304-307.
- REED, D. F., WOODARD, T. N. & POJAR, T. M. (1975). Behavioral response of mule deer to a highway underpass. *Journal of Wildlife Management*. 39, s. 361-367.
- RODRIGUEZ, H., CREMA, G. & DELIBES, M. (1996). Use of non-wildlife passages across a high-speed railway by terrestrial vertebrates. *Journal of Applied Ecology*. 33, 6, s. 1527-1540.
- ROMIN, L. A. & BISSONETTE, J. A. (1996). Deer-vehicle collision: status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin*. 24, s. 276-283. ISSN 1938-5463.
- ROSELL, C., PARPAL, J., CAMPENY, R., JOVE, S., PASQUINA, A. & VELASCO, J. M. (1997). Mitigation of barrier effect of linear infrastructures on wildlife. In CANTERS, K. (ed.). *Habitat Fragmentation and Infrastructure*. Delft, Netherlands: Public Works and Water Management, s. 367-372.
- SACHS, O. (1995). *An Anthropologist on Mars*. New York: Vintage Books. ISBN 0-679-43785-1.
- SANTOS, P., MEXIA-DE-ALMEIDA, L. & PETRUCCI-FONSECA, F. (2004). Habitat selection by wild boar *Sus scrofa* in Alentejo, Portugal. *Galemys*. 16, 2, s. 167-184. ISSN 1137-8700.
- SHUMAKE, S. A. (1998). Electronic rodent repellent devices: A review of efficacy test protocols, and regulatory actions. In MASON, J. R. (Ed.). *Repellents*

in *Wildlife Management*. F. T. COLLINS: Colorado State University Press, s. 253-270.

SMITH, D. J., VAN DER REE, R. & ROSELL, C. Wildlife crossing structures: An effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity accros roads. In: VAN DER REE, R., SMITH, D. J. & AGRILO, C. (2015). (eds.). *Handbook of road ecology*. Chichester, UK, John Willey and Sons, Ltd. s. 172-182. ISBN 9781118568187.

STUBBE, M. (1970). Zur Evolution der Markierungorgane bei Musteliden. *Biologisches Zentralblatt*. 89, 2, s. 213. ISSN 0006-3304.

THIEL, P. K., COUTANT, A. E. & OLESEN, C. R. (2004). Seasonal changes and acitivity-dependent variantion in heart rate of roe deer. *Journal of Mammalogy*. 85, s. 245-253. ISSN 0022-2372.

UJVÁRI, M. L., BAAGOE, H. J. & MADSEN, A. B. (1998). Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle collisions: a behavioral study. *Journal of Wildlife Management*. 62, s. 1094-1099. ISSN 0022-5413.

UJVÁRI, M. L., BAAGOE, H. J. & MADSEN, A. B. (2004). Effectiveness of acoustic road markings in reducing deer-vehicle collisions: a behavioural study. *Wildlife Biology*. 10, s. 155-159. ISSN 0909-6396.

VAN VIEREN, S. E. & WORM, P. B. (2001). The use of motorway widliffe overpass by large mammals. *Netherlands Journal of Zoology*. 51, s. 97-105. ISSN 0028-2960.

VASSANT, J., BRANDT, S. & JULLIEN, J. M. (1993). Influence du passage de l'autoroute A5 sur les populations cert et sanglier du Massif d'Arc-en-Banois: 1er partie. *Office National de la Chasse*.

VEENBAAS, G. & BRANDJES, J. Use of fauna passages along waterways under highways. In EVINK, G. L., GARRETT, P., ZEIGLER, D., BERHRY, J. (1999). (eds.). *Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. Tallahassee, FL: Florida Department of Transportation, s. 253-258.

WAGNER, K. K. & NOLTE, D. L. (2001). Comparison of active ingredients and delivery systems in deer repellents. *Wildlife Society Bulletin*. 29, s. 322-330. ISSN 0091-7648.

WARD, A. L. (1982). Mule deer behavior in relation to fancing and underpasses on Interstate 80 in Wyoming. *Transportation Research Record*. 859, s. 8-13. ISSN 0361-1981.

YANES, M., VELASCO, J. M. & SUÁREZ, F. (1995). Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. *Biological Conservation*. 71, s. 217-222. ISSN 0006-3207.

Internetové zdroje

Ředitelství silnic a dálnic ČR, (©2020) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/>

Srážky se zvěří, (©2020) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <http://www.srazenazver.cz/cz/>

Ministerstvo dopravy ČR, (©2020) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/>

Centrum dopravního výzkumu, (©2020) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/>

Policie ČR, (©2020) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/>

Hagopur, (Nedat.) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <http://www.hagopur.cz/>

Plastika SV, (©2020) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.plastika-sv.cz/>

Mapy.cz, (©2020) [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>