

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Mortalita plazů na silnicích a její řešení

Bakalářská práce

Nikola Porubská

Vedoucí práce:

Mgr. Michal Berec, Ph.D.

České Budějovice 2012

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Českých Budějovicích, 15. dubna 2012

.....

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. V platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 15. dubna 2012

.....

Mé poděkování patří především mému školiteli Mgr. Michalu Berecovi, Ph.D. za vedení mé práce. Dále mé díky patří všem, kteří mi poskytli potřebné informace, pomoc a radu pro vypracování této práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu během celé doby studia, které si nesmírně vážím.

SOUHRN

Vysoká úmrtnost plazů na silnicích je způsobena rychlým rozvojem dopravy a neustálým budováním nové infrastruktury. Následně dochází k izolovanosti populací, což může ohrozit jejich dlouhodobou životaschopnost. Další příčinou úmrtnosti plazů může být rozvoj zemědělství a s tím spojená urbanizace. V této práci je uvedena situace pro několik vybraných druhů hadů na základě dostupných informací a jsou diskutovány negativními vlivy působící na druhy plazů. Také jsou zde navržena opatření pro zmírnění úmrtnosti jedinců na komunikacích a velmi nutná informovanost veřejnosti o tomto problému.

Klíčová slova: plazi, úmrtnost, komunikace.

ABSTRACT

High mortality of reptiles on roads is caused by the rapid development of transportation and the constant building of new infrastructure. Consequently, this may result in the isolation of populations, which may threaten their long-term viability. Mortality of reptile populations is also affected by the development of agriculture and the associated urbanization. In this work the overview of situation for a few selected species is presented based on available studies dealing with the negative influences acting on the species of reptiles. Further, there are discussed a few proposed measures to mitigate the mortality of individuals on roads and the necessity of public awareness of this problem.

Key words: reptiles, mortality, roads.

OBSAH

1. ÚVOD.....	7
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	8
2.1. Příčiny mortality plazů.....	8
2.2. Mortalita hadů.....	9
2.2.1 Přímé a nepřímé vlivy působící na mortalitu hadů.....	11
2.3. Metody studií plazů v terénu.....	12
2.4. Ochrana plazů.....	14
3. METODIKA.....	16
4. VÝSLEDKY.....	17
4.1. Ohrožené skupiny hadů.....	19
4.1.1. Geografie a studie zabývající se mortalitou hadů.....	21
4.1.2 Sezóna.....	24
5. DISKUZE.....	25
6. ZÁVĚR.....	29
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	30

ÚVOD

Úmrtnost živočichů na silnicích je jedním z nejznámějších efektů fragmentace lokalit (tj. rozdělení přírodních lokalit s výskytem specifických druhů rostlin a živočichů na menší a více izolované jednotky). Každoročně jsou usmrceny milióny živočichů při kolizích s vozidly. Automobilová doprava je významným fenoménem současnosti. Výstavba dopravní infrastruktury je podmínkou ekonomického rozvoje, který pak přináší rychlý růst přepravních výkonů a růst intenzity provozu na komunikacích. Dopravní zátěž přitom neustále roste. Rychlý rozvoj dopravy má zásadní vliv na krajinu, ale také na přežívání populací volně žijící živočichů v takto ovlivněné krajině. Příčiny mortality lze obecně rozdělit do dvou skupin: faktory technické, odrážející stav komunikace a provozu na ní (šířka komunikace, počet jízdnic pruhů, svodidla, protihlukové stěny, oplocení, intenzita dopravy, její rozložení v průběhu dne, průměrná rychlost vozidel, apod.) a faktory biologické, odrážející stav populací živočichů v okolí komunikace a jejich migrační chování. Situaci dále ovlivňují také místní konfigurace terénu, skladba lesních a zemědělských kultur, atd.

Cílem práce bylo upozornit na tento problém s důrazem na mortalitu hadů, přinést přehled dosavadních výzkumů a nalézt způsoby řešení a ochrany postižených skupin plazů ohrožených usmrcením na silnicích.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Příčiny mortality plazů

Nedávné studie provedené ve Spojených státech odhadují, že každý den na komunikacích uhynie jeden milion obratlovců (Gaby 1987). Také na území Austrálie je každý rok na silnicích usmrceno pět miliónů plazů a obojživelníků (Lalo 1987).

Úmrtnost na silnicích závisí na teplotě, srážkách, ročním období a denní nebo noční době. Roční kolísání úmrtnosti indikuje rozmnožovací období, období péče o mláďata, hledání nových teritorií právě dospělými mláďaty, sezónní migrace a loveckou sezónou. Úmrtnost na silnicích ovlivňuje také okolní krajina. Silnice, které vedou paralelně nebo protínají okraje lesů travními porosty, jsou zvláště rizikové pro živočichy pravidelně se pohybující mezi těmito oblastmi. Takové komunikace mají negativní účinek na hadí populaci (Hardy 2008). Toto riziko je vyšší pro hady, které se v prostředí vyskytují pravidelně a pro přizpůsobivé druhy. K vysoké hadí úmrtnosti dochází v důsledku častých přechodů přes komunikace za účelem rozmnožování, zimování, obživy, nebo vyhledáváním letních stanovišť (Hardy 2008).

Zdá se, že silniční úmrtnost koreluje s věkem a pohlavím jedinců během konkrétní sezónní aktivity, například vyšší počet úhynu juvenilních jedinců v květnu může být zapříčiněno příchodem nových jedinců do populace, především aktivnějších druhů a druhů s větší disperzní schopností. Také v období páření, kdy samci podnikají přesuny přes komunikace za samicemi, může mít za následek zvýšenou úmrtnost. (Hardy 2008). V několika posledních průzkumech byla zdokumentována a zaznamenána zvýšená mortalita i u jiných skupin plazů, u krokodýlů, ještěrek a želv (Klauber a Fitch 1989). Známá jsou úmrtní velkých ohrožených druhů, včetně krokodýla amerického (*Crocodylus acutus*) (Gallagher et al. 1989). Například na Jižní Floridě byly zaznamenány automobilové srážky, které v 46% případech skončily úmrtím zvířete (Gaby 1987).

Mortalitou na silnicích trpí také obojživelníci (mloci, žáby). K nejvyšším úmrtnostem dochází na silnicích, které se nachází v blízkosti mokřadů a rybníků, silnice tím narušují připojení základních zdrojů a stanovišť v krajině (Ashley a Robinson 1996; Smith, 2003). Mnoho druhů se stanou obětí na silnicích v obrovském počtu a to během masové migrace dospělých jedinců v době rozmnožování (Holden 2002).

Úmrtností na silnici jsou pravděpodobně postiženy některé druhy žab více než mloci, kteří se množí v blízkosti silnic. Kromě toho, žáby mají křehkou tělní strukturu, která může být více náchylná vůči tlaku vytvořeném vozidlem, aniž by došlo k přímému zásahu (Holden 2002).

Luchenbach a Bury (1983) uvádí zvýšenou přítomnost ztráty ocásku u ještěrek, které se vyskytují podél silnic. Ztráta ocásku je únikový mechanismus, obvykle souvisí s výskytem predátora. Samičky ještěrek bez ocásku produkují méně vajíček než ty s ocásky a jeho ztráta může způsobit i úmrtí (Luchenbach a Bury 1983).

2.2. Mortalita hadů

Naše krajina je protkána hustou sítí silnic, která a v mnoha směrech ovlivňuje procesy v ekosystému (Forman 2003).

Vlastnosti komunikací jsou velice proměnné a mohou ovlivňovat přírodu a to jak přímo tak i nepřímo. Jednotlivé vlastnosti silnice jako je její věk, substrát, přístup, šířka a také umístění silnice v krajině mohou ovlivnit přítomnost jednotlivých druhů a tím i míru a vznik rizikových oblastí, které by měly za následek úhyn jedinců na komunikacích (Andrews 1990; White, 2003).

Z dosavadních poznatků plyne, že nejvyšší úmrtností trpí mláďata a nedospělí jedinci. Za nejrizikovější období roku je považováno období měsíce května a června, kdy jsou hadi nejaktivnější (Jochimsen 2004).

Úmrtnost na silnici může mít vliv na tok genů mezi jedinci a to může mít za následek totální izolaci populace a její dlouhodobou životaschopnost (Sjörger 1994; Vos 1998).

Malé a izolované populace mohou trpět příbuzenským křížením nebo mohou zcela vyhynout a jsou tedy mnohem závislejší na migraci než velké populace. Přežití populace v roztržitých stanovištích závisí na struktuře silnic a pohybu zvířat (Carr a Fahrig 2001). Rizikem úhynu na komunikacích mohou trpět izolované populace, které mají velmi omezenou rozlohu výskytu a kvůli izolovanosti mají malý počet jedinců a jejich ztráty nemohou být vyrovnány imigrací některou ze sousedních populací. Na tuto populaci působí všechny negativní vlivy s větší intenzitou a může mít za následek velký početní výkyv populace po několika po sobě jdoucích nepříznivých sezón (Musilová 2011).

Určité chování u hadů zvyšuje jejich zranitelnost na silnicích (Jochimsen 2004), jako je tendence vyhřívání se na povrchu vozovky, relativně pomalý pohyb (Rosen a Lowe 1994; Rudolph, 1999) a nároky na prostředí, které se liší podle sezóny. Hadi jsou aktivnější během určité sezóny, kdy hledají specifické zdroje, jako je útočiště, jedince stejného druhu, kořist a hledání vhodného místa pro snůšku (Gregory a Duvall 1990). Tyto zdroje se většinou nachází v různých lokalitách, které jsou nejednotně rozmístěny v krajině. Pohyb jedinců během sezóny se tedy rozlišuje na krátké vzdálenosti a to za účelem opatření kořisti, rozmnožováním, nebo naopak na delší vzdálenosti, kdy vyhledávají klidové stanoviště sloužící k hibernaci (Cobb 1994).

Dlouhodobě životaschopné populace závisí na propojenosti mezi těmito stanovišti v krajině. Jak úmrtnost ovlivňuje každého jedince, poskytují další poznatky o vlivu silnic na hadí populaci, kdy Cobb (1994) uvádí, že úhyn březí samice je větší problém než úhyn juvenilního jedince. Ne vždy silnice představuje pro hady pouze nebezpečí. Naopak podél určitých úseků silnic jsou kamenné zídky, které představují pro hady atraktivní biotop (Jochimsen 2004). Dospělí jedinci evidentně dobře znají svůj domovský okrsek, znají jednotlivé migrační trasy a k přesunu přes silnici využívají silniční propustky pro periodické vodoteče. Naopak u mláďat a nedospělých jedinců je situace jiná. Nemají ještě tyto trasy dostatečně zažitě, a proto často vylézají přímo na povrch komunikace bez šance na její překonání (Jochimsen 2004).

2.2.1. Přímé a nepřímé vlivy působící na mortalitu hadů

Mortalita hadů je způsobena přímými a nepřímými vlivy (viz dále), kdy na silnicích dochází k úmrtí mnoha druhů hadů. Jedincům na pozemních komunikacích hrozí nebezpečí střetu s dopravními prostředky (Spellerberg 1990, Maxell a Hokit 1999), čím může dojít k přímé úmrtnosti hadů. Ačkoli většina srážek hadů s dopravními prostředky je náhodná, Luchenbach a Bury (1983) ve státě Kalifornie upozornili na to, že lidé často usmrcují hady úmyslně.

Úmrtnost na silnicích závisí na teplotě, srážkách, ročním období a denní nebo noční době (Maxell a Hokit 1999). Roční kolísání úmrtnosti ovlivňuje rozmnožovací období, období péče o mláďata, hledání nových teritorií právě dospělými mláďaty, sezónní migrace a vyhledávání kořisti. Úmrtnost ovlivňuje také okolní krajina.

Přímé účinky zahrnují poranění nebo úmrtnost, ke kterým dochází při budování silničních staveb (např. odstřelování při pozemních pracích) (Gibbons 2001). Ačkoli v městských oblastech je silniční úmrtnost vysoká, nejvyšší úmrtnost na silnicích byla zaznamenána v národních parcích, vzhledem k vyšší koncentraci druhů. (Bernardino a Dalrymple 1992; Kline a Swann 1998).

Na mortalitu plazů mají vliv i nepřímé vlivy. Například Maxell a Hokit (1999) poukazují na další problém, kdy citlivě vnímají vzniklé vibrace na vozovce. To může vyvolat strach u mnoha hadů, jejichž instinktivní reakcí je znehybnění, čímž se zvyšuje pravděpodobnost přejetí dopravním prostředkem.

Jako opatření ke zmírnění úmrtnosti hadů jsou vyhlášovány záchranné programy pro jednotlivé druhy plazů v určitých lokalitách. Např. záchranný program užovky stromové (*Elaphe longissima*) v roce 2011. S tím souvisí i různé metody studií na určitých území a získávání informací o jednotlivých druzích.

2.3. Metody studií plazů v terénu

Terénní výzkum plazů je na rozdíl od řady jiných živočišných skupin poměrně obtížný. Pro studium této živočišné skupiny neexistují standardní ustálené metody odchytu, jako je tomu například u ptáků a netopýrů (odchyt do sítí, zjišťování podle akustických projevů), savců (odchyt do různých typů pastí), nebo různé entomologické metody (smýkání, atd.). U plazů jsme odkázáni pouze na výsledky získané přímým pozorováním nebo individuálním odchylem. Úspěšnost získaných výsledků je také velmi významně ovlivněna počasím, a to jak momentálním stavem počasí v době pozorování, tak jeho průběhem v určitém roce (Krebs 1989).

Použití vhodné metodiky a načasování terénních pozorování zásadním způsobem rozhoduje o získaných výsledcích. Jednotlivé druhy plazů se vzájemně liší způsobem života i nároky na prostředí. Volba konkrétní metody závisí na těchto faktorech:

- Vytčený cíl sledování. Mapování, monitoring.
- Druh. Zvolená metodika závisí na ekologii vybraného druhu.
- Stav počasí. Důležitá je nejen vhodná teplota, ale i vlhkost, síla větru, apod.
- Roční období. Souvisí s výběrem druhu.
- Charakter a členitost lokality
- Vybavení mapovatele. Úspěšnost i možnosti studia plazů v terénu závisí také na odborné úrovni mapovatele a na případném udělení potřebných výjimek.

Jednotlivé metody mají svá úskalí a jejich použití často závisí na vhodných okolnostech (počasí, vhodný biotop, přehlednost terénu, snadno kontrolovatelné úkryty, apod.). Například zjistit užovku stromovou (*Elaphe longissima*) v oblastech, kde je jejich výskyt vázán na zídky, je za vhodného počasí poměrně snadné. Zjistit tentýž druh v Bílých Karpatech, kde je převážně vázán na přírodní biotopy (zídky, les, lesní okraje luk a pastvin), je velmi obtížné a výsledek často záleží na náhodě. Pro dlouhodobá sledování jsou již po mapovateli požadovány poměrně přesné a podrobné

údaje o lokalitě o okolnostech nálezů sledovaných druhů. Tyto požadavky se týkají zejména monitoringu, při němž jednoduchými metodami zjišťujeme přítomnost a nepřítomnost druhu ve vybraném kvadrátu (Henzel 2006).

Struktura požadovaných údajů vychází z metodiky monitoringu plazů, která byla vypracována Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR 2006):

Dokumentace důležitá pro monitoring:

Dokumentování výchozího stavu vychází z metodiky monitoringu AOPK ČR (2006). Zápis o stavu lokality je v případě každoročního monitoringu součástí každoročního sledování.

Dokumentace širšího okolí monitorované plochy:

V rámci monitorování vybrané lokality bude každoročně zdokumentována i síla vlivů (jak pozitivních, tak negativních), působící vně nebo uvnitř dané lokality. To usnadní např. vysvětlení příčin úbytku některých druhů apod.

Vyznačení hranic monitorovaných úseků:

Hranice vybraných úseků (popř. trasy) budou v terénu dostatečně zřetelně označeny tak, aby mohl monitoring v rámci stejných ploch (úseků, linií) probíhat i po změně zpracovatele. Označení bude proto provedeno jednak pomocí různých značek (barevné značky pomocí trvanlivého spreje, vrypy na kameny apod.).

Mimoto budou monitorované úseky pečlivě změřeny (plocha, délka) zaměřeny GPS a zaznamenány do map, plánek apod.

Počet návštěv na lokalitě:

Zpracovatel bude každoročně vykazovat výsledky ze dvou návštěv lokality. Každá návštěva bude vykázána v rámci samostatného zápisu. Mezi jednotlivými návštěvami je třeba zachovat dostatečný časový odstup. Nelze např. vykazovat výsledky ze dvou po sobě následujících dnů. Odstup mezi jednotlivými návštěvami bude asi 14 dnů. Je však dobré počítat s tím, že počet návštěv na většině lokalit bude vyšší před zahájením monitoringu bude např. každoročně potřeba nejprve vysledovat správnou fázi ročního cyklu některých druhů, apod.

Stav počasí před monitoringem:

Pro aktivitu plazů je důležitý i průběh počasí v předchozích přibližně 14 dnech. Není třeba je popisovat nijak výrazně, stačí poznamenat např. dlouhodobě sucho, pravidelné přeháňky apod.

Odchyt plazů:

Většina druhů plazů je chráněna a manipulace s nimi za běžných okolností není povolena. Z tohoto důvodu s odchytom plazů většina navržených metodik nepočítá. Vždy je vhodné upřednostnit neinvazivní metody, a to i za předpokladu menší přesnosti údajů. K rušení plazů a k manipulaci s nimi by mohlo docházet pouze výjimečně a v odůvodněných případech (Krebs 2006).

Možnosti značení plazů:

Další metody monitoringu plazů jsou již složitější a vycházejí ze zpětných odchytů značených jedinců. Odhad četnosti populace se provádí na základě matematických výpočtů, při použití metod značkování a zpětného odchytu, tzv. „Mark and Recapture Techniques“ (Krebs 2006). Aby byl odhad četnosti správný, je potřeba splnit několik základních požadavků (Henzel 2006).

- Užití snadno rozpoznatelného značení.
- Značení nesmí ovlivnit přežívání ani chování jedince (ulovitelnost a úmrtnost značených i neznačených jedinců musí být stejná).
- Odchyt musí být prováděn rovnoměrně po celé vymezené ploše.
- Označení jedinci musí být v populaci rovnoměrně rozptýleni (jednotlivé odchty musí být prováděny v takových intervalech, aby tato podmínka byla splněna).
- Při krátkodobém výzkumu je možné použít barvení povrchu těla v různé kombinaci teček a barev. (Henzel 2006).

2.4. Ochrana plazů

Zákon 114/92 Sb. O ochraně přírody a krajiny řeší ochranu plazů (jakož i ostatních skupin živočichů) jednak jako ochranu jejich přirozených biotopů a ekosystémů, jejichž jsou součástí, a jednak jako druhovou ochranu. Ochrana biotopů a ekosystémů je pro plazy velmi důležitá. Zákon umožňuje chránit prostředí systémem zvlášť chráněných území i formou územních systémů ekologické stability. Zvláštní ochranou živočichů (tedy i všech plazů) se rozumí, že jsou tyto živočichové chráněni ve všech svých vývojových stádiích. Chráněna jsou jimi užívaná přirozená i umělá sídla a jejich biotop (Krebs 2006).

3. METODIKA

V této práci jsem se zaměřila na podřád hadů (*Serpentes*). Ke zjištění současných znalostí o mortalitě hadů jsem použila veřejných vyhledávacích serverů Web of knowledge, Google Scholar. Jako klíčová slova jsem uváděla hesla „snake(s)“, „mortality“, „road(s)“ a jejich kombinace, další vyhledávání probíhalo přes křížové odkazy z již vyhledaných článků.

Z jednotlivých studií byla vybrána data a údaje popisující mortalitu na komunikacích. Tato data byla dána do tabulky a následně zhodnocena ve výsledcích.

4. VÝSLEDKY

Celkem se mi podařilo nalézt 23 vědeckých prací zabývajících se mortalitou hadů. Data z jednotlivých studií jsou uvedeny v Tabulce 1. U některých studovaných druhů nebyla všechna data dostupná, a proto některé faktory nejsou zde uvedeny.

Tabulka 1. Přehled sledovaných parametrů spojených s mortalitou hadů.

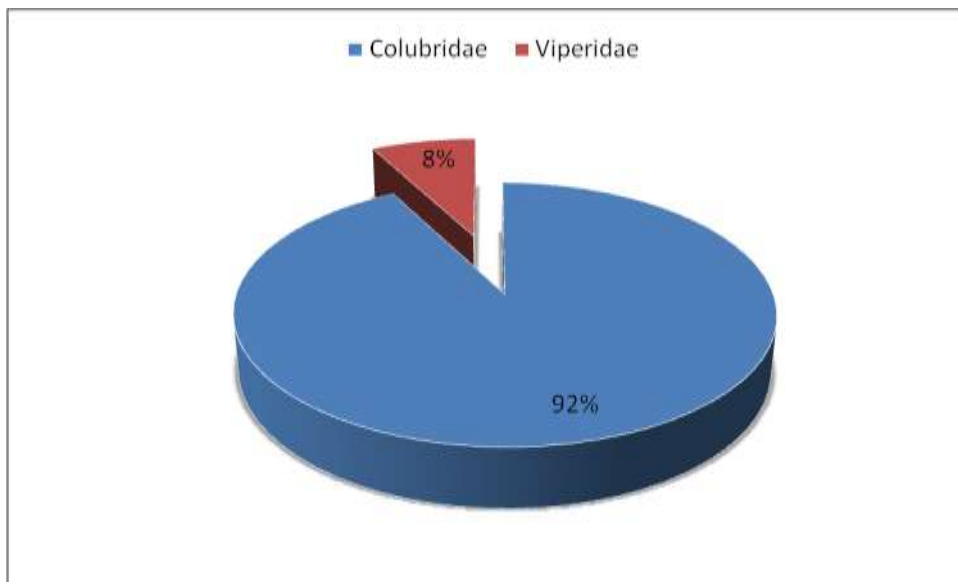
Druh	Čeleď	Mortalita celkem	Dospělci ♀ / ♂	Mláďata	Zdroj
Štíhlovka americká (<i>Coluber constrictor</i>)	<i>Colubridae</i>	79%	67%	12%	Degrerio et al. (2010)
Užovka bičová (<i>Masticophis bilineatus</i>)	<i>Colubridae</i>	32%			Rosen (1999)
Užovka býčí (<i>Pituophis catenifer</i>)	<i>Colubridae</i>	74%			Anders et al. (2008)
Užovka černá (<i>Pantheropsis obsoletus</i>)	<i>Colubridae</i>	90%		59%	Row et al. (2007)
Užovka dlouhonosá (<i>Rhinocheilus lecontei</i>)	<i>Colubridae</i>	56%			Rouse et al. (2011)
Užovka mokasínová (<i>Nerodia sipedon</i>)	<i>Colubridae</i>	5%			Bartosz (2004)
Užovka obojková (<i>Natrix natrix</i>)	<i>Colubridae</i>	89%		30%	Ciesiolkiewicz et al. (2006)
Užovka obojková (<i>Natrix natrix</i>)	<i>Colubridae</i>			89%	Bartosz (2004)
Užovka páskovaná (<i>Nerodia fasciata</i>)	<i>Colubridae</i>	73%		17%	Degrerio et al. (2010)
Užovka pletená (<i>Masticophis flagellum</i>)	<i>Colubridae</i>	44%			Rosen (1999)
Užovka purpurová (<i>Farancia abacura</i>)	<i>Colubridae</i>	47%			Andrews (2007)
Užovka stromová (<i>Elaphe longissima</i>)	<i>Colubridae</i>	80%			Musilová (2011)
Užovka šarlatová (<i>Cemophora coccinea</i>)	<i>Colubridae</i>	80%		12%	Degrerio et al. (2010)
Užovka štítonosá (<i>Chionactis occipitalis</i>)	<i>Colubridae</i>	60%			Rouse et al. (2011)
Užovka zelená (<i>Opheodrys aestivus</i>)	<i>Colubridae</i>	70%		39%	Degrerio et al. (2010)
Chřestýš západní (<i>Crotalus atrox</i>)	<i>Viperidae</i>	40,5%			Rouse et al. (2011)

Údaje uvedené v Tabulce 1. Mortalita celkem, Dospělci, Mláďata, uvádí data roční úmrtnosti hadů, zjištěné z prací jednotlivých výzkumů, zabývajících se studovanými druhy.

4.1. Ohrožené skupiny hadů

Čeledi

Ze získaných dat se většina zabývá druhy patřícími do čeledi užovkovití (*Colubridae*) (12 druhů) a pouze jeden zástupcem z čeledi zmijovití (*Viperidae*), viz. Graf 1.



Graf 1: Zastoupení studovaných druhů patřících do uvedených čeledí

Mortalita celkem

Vyjadřuje roční úmrtnost hadů zjištěnou z výzkumů jednotlivých studií a hodnoty celkové mortality pro studované druhy, uvedené v Tabulce 1. se pohybovaly v rozmezí od 5 do 90 % (průměr 61% ± směrodatná odchylka 24 %). Nejvyšší mortalita (90%) byla zjištěna u druhu užovky černé (*Pantheropsis obsoletus*). Naopak nejmenší mortalita (5%) byla zaznamenána u užovky mokasínové (*Nerodia sipedon*).

Sledování druhů a doba výzkumu jednotlivých studií byla v rozmezí od 2 do 4 let a probíhalo v době jejich nejvyšší aktivity. U kratších výzkumů se sledoval například jeden úsek rizikové oblasti a byl zaměřen na jeden druh, například výzkum silniční úmrtnosti chřestýše západního (*Crotalus atrox*) v oblasti Dinosaur Provincial park, v USA. A naopak nejdelší výzkum se týkal prací zabývajících se více druhy, například studie týkající se druhu užovky dlouhonohé (*Rhinochelys lecontei*) a užovky pletené (*Masticophis flagellum*), kdy předmětem sledování byly i jednotlivé pohyby jedinců, jako je rozptýlení nebo zdržování se v určitých lokalitách.

Dospělci

Dalším sledovaným parametrem byla skupina dospělých jedinců, kdy úmrtnost byla uvedena pouze u jednoho druhu užovky americké (*Coluber constrictor*) (67%).

Pohlaví

Se skupinou dospělců, zmíněných viz výše, souvisí další sledovaný parametr a tím je pohlaví. Úmrtnost podle jednotlivých pohlaví uvádí pouze jediná práce (Degrerio et al. 2010), kdy úmrtnost byla uvedena u jednoho druhu štíhlovky americké (*Coluber constrictor*), a to 67 %.

Mlád'ata

Jako posledním sledovaným parametrem byla skupina mlád'at. Úmrtnost těchto juvenilních jedinců se pohybuje od 12-89 % (průměr 36% ± směrodatná odchylka 29 %). Nejvyšší hodnota (89%) byla uvedena u druhu užovky obojkové (*Natrix natrix*) a naopak nejnižší (12%) byla zaznamenána pro dva druhy, užovka šarlatová (*Cemophora coccinea*) a štíhlovka americká (*Coluber constrictor*).

4.1.1. Geografie a studie zabývající se mortalitou hadů

Výskyt jednotlivých druhů uvedených v Tabulce 1 se týká především severoamerických druhů (vyskytujících se téměř po celém území severní Ameriky) a dvou druhů s výskytem na území Evropy, užovka stromová (*Elaphe longissima*) a užovka obojková (*Natrix natrix*).

Severoamerické druhy:

Užovka černá (*Pantheropsis obsoletus*):

Row et al. (2007) se zabýval vlivy silnic na populaci užovky černé na v Ontariu na území Kanady a ze svých výsledků zaznamenal celkem 115 přesunů, z nichž 3 jedinci byli usmrceni automobily. Row (2007) uvádí, že úmrtnost na silnici může mít negativní dopad na dospělé jedince v populaci.

Užovka šarlatová (*Cemophora coccinea*), užovka americká (*Coluber constrictor*) a užovka páskovaná (*Nerodia fasciata*). Těmito druhy se zabývá Brett (2010). Předmětem jeho sledování byla populace trpící úmrtností na komunikacích v oblasti Bald Head Island, izolovaném bariérovém ostrově v Severní Karolíně.

Podle Bretta (2010) se úmrtnost na sledované komunikaci lišila podle druhu, věku a pokud sledování probíhalo v průběhu rozmnožování či ne. Ve výsledcích uvádí 186 zjištěných hadů, celkem pěti druhů (*Coluber constrictor*, *Opheodrys aestivus*, *Pantherophis alleghaniensis*, *Cemophora coccinea* a *Nerodia fasciata*). Nejčastěji postiženým druhem byla štíhlovka americká (*Coluber constrictor*) a nejvyšší počet střetů byl zaznamenán u skupiny nově narozených jedinců (59%) s největší úmrtností v období srpna. Z výsledků se domnívá, že úmrtnost nesouvisela s počtem návštěvníku

na ostrově a navrhuje zvýšení informovanosti veřejnosti a omezení rychlosti v době, kdy jsou populace nejvíce aktivní (Brett 2010).

Užovka býčí (*Pituophis catenifer*), užovka purpurová (*Farancia abacura*): Jochimsen (2006) u těchto druhů zjistil vyšší úmrtnost na jaře. Podle Jochimsena (2006) mají silnice vliv na populace hadů, například při budování nových komunikací může docházet k časté izolaci populací. Autor upozorňuje na možné řešení v několika bodech: Hlavní je sledovat jakékoli změny s ohledem na druh, období, pohlaví a věk a dále zjistit a zhodnotit faktory, které ovlivňují úmrtnost populací na komunikacích. Tyto zjištěné informace by mohly být použity k identifikování míst v rizikových oblastech s vyšší úmrtností druhů (Jochimsen 2006).

Užovka zelená (*Opheodrys aestivus*), užovka štítonosá (*Chionactis occipitalis*): Těmito druhy se zabývá Brett (2010) (zmíněné viz výše).

Užovka dlouhonosá (*Rhinochelius lecontei*), užovka pletená (*Masticophis flagellum*). Tyto druhy zahrnul ve své práci Rouse (2011). Předmětem výzkumu byly účinky nově vybudovaných komunikací na hadí populace, vyskytující se na sledovaném území. Rouse (2011) se zabýval aktivitou jedinců a nejvyšší aktivita byla zaznamenána v období páření. Populaci sledoval po dobu čtyř let a bez ohledu na druh, se sledované druhy značně lišily v jejich přesunech (jak časté přesuny, vzdálenost) a ve svém rozmístění v určité oblasti (Rouse 2011).

Chřestýš západní (*Crotalus atrox*):

Martinson (2008) provedl studii na území Dinosaur Provincial park v USA. Sledování probíhalo po dobu dvou let a bylo zaměřené na silniční úmrtnost prérijních chřestýšů v jihovýchodní Albertě. Jeho hlavním cílem v této oblasti, bylo vyvinout opatření, která by vedla ke snížení počtu usmrcených hadů. Ze svých navrhovaných opatření Martinson (2008) uvádí například uzavírání silnic v době častých migračních cest, nebo umístění dopravních značek se sníženou rychlostí. Dopravním značkám veřejnost bohužel nevěnovala sebemenší pozornost. Největším problémem je nedostatek kvalitních informací a proto se snaží klást důraz na seznámení veřejnosti s touto situací. Domnívá se, že tyto kroky by mohly zvýšit zájem o hadí populace a ostatní žijící živočichy a tímto získat i podporu v plánování ochranných opatření (Martinson 2008).

Druhy vyskytující se na území Evropy:

Užovka stromová (*Elaphe longissima*):

Tímto druhem se zabývá Musilová (2011) a předmětem výzkumu tohoto druhu, byla izolovaná populace v oblasti Poohří. Nejvyšším ohrožením populace je neustále rostoucí autoprovaz, to dokazuje úmrtnost v letech 2005-2007 kdy bylo nalezeno 53 mrtvých jedinců a až 80 % těchto ztrát bylo způsobeno vlivem dopravy. Nejvyšším úhynem trpí mláďata a nedospělí jedinci (Musilová 2011).

Některé úseky silnic jsou lemovány kamennými zídkami, které vytváří atraktivní biotop. V Poohří byl dlouhodobě sledován jeden úsek komunikace, který užovky stromové opakovaně překonávaly. To bylo doloženo mnoha odchvy označených jedinců na obou stranách silnice. Jako účinné opatření, které výrazně snížilo vysokou úmrtnost této skupiny, bylo vybudování bariéry podél nebezpečného úseku silnice 13 (Ostrov-Chomutov).

Užovka obojková (*Natrix natrix*):

Dodd (2004) u tohoto druhu studoval příčiny úmrtnosti v přírodní rezervaci Stawy Milickie na území Polska. Předmětem sledování byly malé populace a migrující druhy vzhledem ke stále rostoucí hustotě dopravy. Dodd (2001) upozorňuje na dopady, které má rozšiřování měst a znečišťování na přírodní prostředí.

Podle Dodd (2001) jsou tyto jevy předpokladem hlavních příčin poklesu počtu jedinců. Zaznamenával informace týkající se počtu uhynulých jedinců, jejich pohlaví a velikost druhů.

Lowe (1994) u tohoto druhu uvedl, že míra úmrtnosti na sledované komunikaci činila 48 hadů/km/rok při aktivitě jedinců 186 dní v roce (6 měsíců).

Bonnet (1999) zmiňuje vztah mezi roční dobou, pohlavím a věkovou skupinou uhynulých jedinců na komunikacích. Nejvíce citliví jsou právě narození jedinci, samci migrujícími za samicemi v době rozmnožování a samice hledající místo pro kladení snůšky (Bonnet 1999).

4. 1. 2 Sezóna

Z jednotlivých výzkumů studovaných druhů, byly zaznamenány druhy aktivity celkem u 8 druhů, kdy se posuzovalo:

- hlavní aktivita během roku
- nejvyšší počet střetů
- aktivita (den/noc)

Tyto údaje jsou shrnuty v Tabulce 2.

Tabulka 2. Aktivita u jednotlivých druhů

Druh	Hlavní aktivita během roku	Nejvyšší počet střetů	Aktivita den/noc
<i>Coluber constrictor</i>	březen-listopad	srpen	den
<i>Cemophora coccinea</i>	květen-srpen	srpen	noc
<i>Elaphe obsoleta</i>	červenec	červenec	noc
<i>Opheodrys aestivus</i>	březen-listopad	srpen	den
<i>Nerodia fasciata</i>	březen-listopad	srpen	noc
<i>Farancia abacura</i>	březen-listopad	červenec	noc
<i>Crotalus atrox</i>	srpen	srpen	den

5. DISKUZE

Podle Jochimsena (2004) hadi určitým chováním zvyšují svou zranitelnost na silnicích. Ve svých přesunech jsou relativně pomalí a nejčastěji využívají povrchu vozovky k vyhřívání. Dalším typickým chováním, které uvádí Enge a Wood (2002) je znehybnění těla, kdy se jedinec lekne a není schopen v pokračování přesunu přes komunikaci, což je v častých případech příčinou úmrtnosti na silnicích.

V předložené bakalářské práci byla uvedena data, zjištěná z jednotlivých studií zabývajících se populacemi hadů. Ze zjištěných dat z jednotlivých prací, byla celková mortalita (tj. průměrná roční úmrtnost) byla u druhu užovky černé (*Pantheropsis obsoletus*) (90%) a naopak nejmenší míru úmrtnosti ve své studii uvedl Bartosz (2004) u druhu užovky mokasínové (*Nerodia sipedon*) (5%) (Row et al 2007). Jako další byla skupina dospělých jedinců, kde nejvyšší úmrtnost (67%) uvádí pouze jedna práce (Degreio et al. 2010). Podle Degreio et al. (2010) hlavními negativními vlivy, které působí na druhy, jsou změny v krajině, které jsou způsobené zánikem tradičního způsobu hospodaření a jeho přechodem od maloplošného způsobu k velkoplošnému.

V řadě lokalit chybí drobné struktury vytvářející členitost krajiny, jako jsou různé meze, kamenné zídky, prosluněné snosy. Na jiných místech naopak dochází k intenzivnímu hospodaření, kdy jsou výše uvedené terénní struktury likvidovány. Tyto změny byly příčinou zániku řady lokalit, které druhům sloužily k rozmnožování i zimování. Příčiny úmrtnosti u dospělých jedinců byly časté přesuny v době rozmnožování, hledání potravy a za účelem vyhledávání vhodného místa k přezimování (Jochimsen 2004).

Dalším sledovaným faktorem byla skupina mláďat, kde byla zaznamenána nejvyšší úmrtnost (89%), kterou uvádí Ciesiolkiewicz et al. (2006) u druhu užovky obojkové (*Natrix natrix*). A naopak nejnižší úmrtnost (12%) podle Degreio et al. (2010) byla zjištěna u druhu užovky šarlatové (*Cemophora coccinea*) a štíhlovky americké (*Coluber constrictor*). Kde příčinou zvýšené úmrtnosti by mohly být časté přesuny právě narozených mláďat.

Ve většině literatuře zabývající se studovanými druhy, se autoři shodují na opatření, které by vedly k větší informovanosti veřejnosti a větší zájem o tuto problematiku. Veřejnosti existence takto rizikových lokalit není často známa. V některých případech, byl projeven velký nezáměr o realizaci jakýchkoli navrhovaných opatření. Například umístění dopravních značek se sníženou rychlostí v době nejvyšší migrace zvířat, se jevílo jako účinné opatření, ale nebylo až tak účinné, jak se předpokládalo. Dalším návrhem byla zmíněna různá bariérová opatření, která by ale měla spíše než ochranné opatření, za následek spíše omezení pohybu zvířat. Vybudování různých průlezů a propustí se jevílo jako lepší varianta k předcházení úmrtnosti na silnicích, ale s těmito opatřeními by bylo možné počítat až při budování nových komunikací (Jochimsen 2004).

Existují další strategie, které by mohly zmírnit úmrtnost plazů na silnicích. Z dosud zjištěných navrhovaných opatření Ruediger (2005) zmiňuje například uzavírání určitých silničních úseků v období migrace. Dálnice a další pozemní komunikace představují bariéry pro některé druhy volně žijících živočichů a mohou mít vliv na ztrátu a izolovanost stanovišť jednotlivých druhů. Člověk těmito svými činnostmi narušuje volný pohyb živočichů, možnost migrace a genetického toku mezi jednotlivými druhy. Ve většině průmyslových zemí je pohyb omezen na tzv. "koridory". Zejména při plánování dálničních a silničních cest, by bylo užitečné získat nezbytné informace o migračních trasách a pohyblivosti divoké zvěře (Andrews 1990).

Podle Aresca (2005) by při stavbě další nové infrastruktury mělo být pamatováno na umístění umělých koridorů pro živočichy, průchodů a mostů na vhodných místech. Například v Rakousku byla provedena studie k získání potřebných informací o migračních trasách volně žijících živočichů. Byla zde snaha získat informace o bariérovém účinku dálnic na druhy živočichů a zároveň doporučení a návrhy na co nejefektivnější umístění chodeb pro volně žijící živočichy.

Tyto shromážděné údaje a informace se dají použít při plánování budoucích komunikací. (Aresco 2005).

V posledních letech bylo provedeno mnoho studií, které se zabývaly zmírněním úmrtnosti plazů na silnicích. V literatuře jsou nejvíce diskutovány a zmiňovány dvě metody. Jedná se o oplocení, které zabrání plazům dostat se na silnice a vybudování různých průlezů a podchodů, které pomohou bezpečnému přesunu plazů aniž by byli vystaveni nebezpečí střetu s dopravními prostředky (Enge a Wood 2002). Bariérovým oplocením je možné snížit počet přejetých plazů na silnicích, ale toto oplocení musí být správně navrženo a udržováno tak, aby bylo účinné (Enge a Wood 2002).

Instalace bariérového oplocení může zmírnit přímou úmrtnost plazů na silnicích. Tunely a průlezy musejí být použity v souladu s oplocením, aby mohlo docházet k migraci druhů (Boarman a Sazaki 1996). Musejí být navrženy s ohledem na faktory, jako je velikost, tvar, světlo, teplota, hluk, hloubka, přístupy, oplocení a umožnit kontaktu s jinými druhy. Tato opatření mohou však pohyb druhů poněkud omezit (Boarman a Sazaki 1996).

Dalším opatřením jsou budování biokoridorů podél komunikací. Komunikace působí jako fyzická překážka, která má vliv na populace živočichů a vegetace podél a v okolí komunikací může vytvářet atraktivní lokality pro volně žijící živočichy (Enge a Wood 2002). V bezprostřední blízkosti silnic je často zaznamenán výskyt obojživelníků, plazů, ptáků i savců. Mnoho druhů nachází útočiště především v zatravněných a zalesněných okrajích silnic a dálnic. Některé okraje komunikací slouží jako lokality a jejich fungování může ovlivnit styl, jakým jsou udržovány. (Boarman et al. 1996).

Ekologická údržba příkopů a krajnic jako je redukce pravidelně sečených ploch, vysazení původních druhů rostlin, keřů a stromů, chemická likvidace plevelů, má na biodiverzitu pozitivní vliv, avšak na druhé straně, může snížit bezpečnost provozu a zvýšit počty živočichů sražených vozidly (Boarman, Sazaki 1996).

Okraje silnic mohou sloužit také jako koridor, kterým volně žijící živočichové migrují, tento pohyb je však pro menší druhy omezen nejbližší křižovatkou, případně urbanizovanou oblastí. Někdy se zvěř dostává podél silnic a dálnic až do velkých měst (např. Velká Británie, Norsko) (Enge a Wood 2002).

Okraje silnic však v žádném případě nemohou nahradit přírodní koridory. Přírodní podmínky podél komunikací nejsou stálé a mohou se drasticky měnit. Silniční

koridory vždy protínají jinou infrastrukturu a vedou volně žijící živočichy k těmto křižovatkám, kdy může dojít ke střetu. Bezprostřední okolí komunikací může v některých případech fungovat jako přírodní lokality (Boarman a Sazaki 1996).

Další strategií pro zmírnění úmrtnosti plazů na silnicích by mohlo být dočasné uzavření silnice v době nejvyšší migrace druhů. Jako další opatření se doporučují účinná pásma kolem nebo v místech zimovišť. Také omezení hustoty provozu na některých komunikacích, instalace přejezdové konstrukce, jako jsou tunely, propustky nebo umístování dopravních značek pro snížení rychlosti (Enge et al. 2002).

Jsou známy průzkumy, identifikující lokality, které jsou pro hady nebezpečné a mohou mít negativní vliv na populace. (Boarman a Sazaki 1996). Například jeden průzkum provedený v Ontariu, v oblasti šesti přírodních rezervací v průběhu jara, léta a na podzim roku 2008.

Jako další opatření se navrhuje vyhlášení záchranných programů pro jednotlivé druhy plazů v určitých lokalitách (Enge a Wood 2002). Například vyhlášení záchranného programu užovky stromové (*Elaphe longissima*) v roce 2011 pro oblast Bílých Karpat. Záchranné programy souvisí s umělým vysazováním druhů, jak reintrodukce, tj. vysazování plazů na lokalitách, kde se kdysi v minulosti vyskytovali (tj. znovuvysazení), tak i introdukce (přemístění, translokace), tj. zavádění druhů na lokality, kde jsou zcela novým prvkem fauny. Reintrodukce mohou být možností pro záchranu ohroženého druhu. Otázkou je, odkud brát jedince pro uskutečnění znovunavrácení na určité lokality.

Odchytit jedince z místních populací je nevhodné (snížení početnosti původní populace a malá naděje na úspěch na nové lokalitě). Jedinci pocházející z jiné části oblasti nejsou vhodné k tzv. posilování populací. Například ještěrka zelená odchycená v Bulharsku a vysazená na naše lokality je přizpůsobená jiným podmínkám (např. odlišná doba inkubace vajec, jiné přezimování). Její případní potomci jsou v místním prostředí znevýhodněni. Tento postup může původní populace negativně ovlivnit (Krebs 2006).

Většina literatury uvádí dva nejčastější negativní vlivy silnic na populace hadů. Za prvé, komunikace přímo snižuje počet reprodukčních jedinců. A za druhé, při budování komunikací dochází k rozpadu přirozeného prostředí a to má nepříznivý vliv

na pohyb a kontakt s ostatními jedinci svého druhu. Podle Shine (2004) je jednoznačně potřeba podrobnější studie vlivu komunikací na pohyblivost populační dynamiky hadů, obzvlášť na pohyb juvenilních jedinců. Stejně tak podrobnější studie o strategiích, vedoucí k zachování a ochraně populací, které jsou ovlivněny neustálým rozšiřováním dopravních komunikací (Shine et al. 2004).

6. ZÁVĚR

Tato práce se zabývá mortalitou hadů a jejím vlivem na jednotlivé skupiny. Práce dále přináší základní přehled o příčinách mortality a snaží se nalézt návrhy, způsoby a opatření pro zmírnění úmrtnosti plazů na silnicích. Spolu s navrhovanými ochrannými opatřeními je důležité zajistit větší informovanost o tomto problému a tím se pokusit o lepší ochranu jednotlivých druhů v krajině.

Zmírněním tohoto problému by mohla být

- realizace budování bariér a zídek podél komunikací
- a využívání propustí pro periodické vodoteče.
- Jednou z možností záchrany ohrožených druhů by mohlo být umělé vysazování,
- jako další krok je zajištění a úprava vhodného biotopu, které mohou napomoci šíření druhu a propojení ostrůvkovitých populací.
- Nejdůležitějším a hlavně prvním krokem vedoucím ke zmírnění úmrtnosti hadů na silnicích je upozornění veřejnosti o existenci tohoto problému a poskytnutí dostatek kvalitních informací.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- Adams, L., Geis, A., 1981. Effects of highways on wildlife. US Department of Transportation, Washington DC. Federal Highway Administration, 49(5): 22 - 30.
- Ament, R., Clevenger, A. P., Hardy, A. 2008. An assessment of road impacts on wildlife populations in US National Parks. *Environmental Management*, 42: 480 - 496.
- Andrews, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Australian Journal of Zoology*, 26: 130 - 41.
- Andrews, K. M., Gibbons, J. W., Jochimsen, D. M. 2006. Literature synthesis of the effects of roads and vehicles on amphibians and reptiles. Federal Highway Administration, Washington, DC. *Conservation Biology*, 2: 151 - 152.
- Andrews, K., 2007. Ecological effects of roads infrastructure on herpetofauna: Understanding biology and Increasing Communication: *Conservation Biology*, 16: 567 - 582.
- Krebs, Menzel. 2006. Konečná verze metodiky monitoringu plazů v ČR. Msc. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 11 s.
- Aresco, M. J. 2005. Mitigation measures to reduce highway mortality of turtles and other herpetofauna at a north Florida lake. *Journal of Wildlife Management*, 69: 540 - 551.
- Ashley, E. P., Robinson, J. T. 1996. Road mortality of amphibians and other wildlife in the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *The Canadian Field-Naturalist*, 110: 403 - 412.
- Bennet, A. F. 1991. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review; In: D. A. Saunders and R. J. Hobbs (editors) 1991. *The Role of Corridors*. Beatty and Sons, Chipping Norton. *Nature Conservation*, 2: 117 - 124.
- Bernardino, F. S., Dalrymple, G. H. 1992. Seasonal activity and road mortality of the snakes of the Pa-hay-okee wetlands of Everglades National Park, USA. *Biological Conservation*, 61: 71 - 75.

- Boarman, W., Sazaki, M, Jennings, W. 1997. The effect of roads, barrier fences, and culverts on desert tortoise populations in California, USA. *Biological Conservation*, 62: 116 - 121.
- Borczyk, B., 2006. Cause of mortality and bodily in Grass snakes (*Natrix natrix*) from the Stawy Milickie nature reserve (SW Poland):*Biological Conservation*, 62: 22 - 24.
- Carr, L., Fahrig, L. 2001. Effects of road traffic on two amphibian species of differing vagility. *Conservation Biology*, 15: 1071 - 1078.
- Ciesiolkiewicz, J., Orłowski, G., Elzanowski, A. 2006. High juvenile mortality of Grass snakes (*Natrix natrix*) on a suburban road. Department of Zoology, University of Wrocław, 465 - 472.
- Cobb, V. A., Green, J. J., Worrall, T., Pruett, J. , Glorioso, B. 2005. Initial den location behavior in a litter of neonate timber rattlesnakes (*Crotallus horridus*). *Southeastern Naturalist*, 4: 723 - 730.
- Dodd, C. Kenneth, J., Smith, L. 2004. Effectiveness of a Barrier Wall and Culverts in Reducing Wildlife Mortality on a Heavily Traveled Highway in Florida. *Biological Conservation*, 118: 619 - 631.
- Enge, K. M., Wood, K. N. 2002. A pedestrian road survey of an upland snake community in Florida. *Southeastern Naturalist*, 1: 365 - 380.
- Forman, R. T., Sperling, T., D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P. , Cutshall, C. D Dale, V. H., Fahrig, L, France, R. , Goldman, C. R., Heanue, K. , Jones, J. A. , Swanson, F. J., Turrentine, T., Winter, T. C. 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, DC., USA. *Biological conservation* 6:133 - 136.
- Gaby, R. 1987. Utilization of human- Alfred habitat by American Crocodiles in Southern Florida. In Odum, R. R., Riddleberger, K. A., Ozier, J. C (editors.). University of Georgia. Proceedings of the 3 rd Southeastern Nongame and Endangered Wildlife Symposium, 21: 128 - 138
- Gibbons, J. W. 2003. Terrestrial habitat: A vital komponent for herpetofauna of isolated wetlands. *Wetlands*, 23: 630 - 635.

- Gibbs, J. P., Shriver, W. G. 2002. Estimating the Effects of Road Mortality on Turtle Populations. *Conservation Biology*, 16(6): 1647-1652.
- Holden, C. 2002. Spring road peril: toad blow out. *Science*, 296: 43.
- Jackson, S. D., C. R., Griffin. 2000. A Strategy for mitigation highway impacts on wildlife. In I. A. Messmer, B. West (editors.), *Wildlife and Highways: Seeding Solutions to an Ecological Socio-economic Dilemma.*, The Wildlife Society, 23: 143 - 159.
- Jochimsen, D. H. 2006. Ecological effects of roads on herpetofauna: a literature review and empiric study examining seasonal and landscape influences on snake road mortality in eastern Idaho, Idaho State University, Pocatello, 23: 45 - 51.
- Klauber, S., Fitch, S. 1989. The Sharon Springs Roundup and Prairie Rattlesnake Demography. *Transactions of the Kansas academy of science*, 13: 101 - 113.
- Kline, N. C., Swann, D. E. 1998. Quantifying wildlife road mortality in Saguaro National Park. In Erink, G. L., Garrett, P, Zeigler, D., Berry, J. (editors.). *Proceeding of the 1998 -. Florida, International Conference Wildlife Ecology and Transportation*, 37: 23 - 31.
- Kline, N. C., Swann, D. E., Schaeter, A., Beupre, K., Pokorny, M. 2001. Model for estimating wildlife mortality on roads and its implication for mitigation and mortality. In G. L. Erink, P. Garrett, K. P. McDermott (editors.), *Proceedings for the 2001 International Conference on Ecology and Transportation*, North Carolina State University, 78: 122 - 131.
- Lode, T., 2000. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio*, 29: 163 - 166.
- Maxell, B., Hokit. G. 1999. Amphibians and Reptiles, In *Effects of Roads and Off Road Vehicles on Reptile Populations: A Review for Montana*, G. Joslin, Youmans, J, Montana, Chapter of The Wildlife Society, 2: 1 - 29.
- Musilová, R. 2011: *Ekologie a status užovky stromové (Zamenis longissimus) v severozápadních Čechách*. Praha 2011. Disertační práce. Česká Zemědělská univerzita v Praze. Fakulta životního prostředí. Katedra ekologie, 42 s.
- Podloucky, R., 1989. Protection of amphibians on roads examples and experiences from Lower Saxony. In: Langton, T. E. S. (editors.), *Amphibians and Roads*.

- Proceedings of the Toad Tunnel Conference, Rendsburg, Federal Republic of Germany, 7–8 January 1989., Shefford, England, ACO Polymer Products, 6: 15 - 28.
- Rosen, P. C., Lowe, Ch. H. 1994. Highway mortality of snakes in the Sonoran desert of southern Arizona. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Arizona, Tuscon. Biological conservation, 68: 143 - 148.
- Rouse, J.; 2011. Movement and Spatial Dispersion of *Sistrurus catenatus* and *Heterodon platirhinos*: Implications for Interactions with Roads. The American Society of Ichthyologists and Herpetologistsn 2011 (3): 443 - 456.
- Row J., Demers, G. B., Wetherhead, P. J. 2007. Demographic effects of road mortality in black ratsnakes (*Elaphe obsoleta*). Department of Biology, University of Ottawa, Canada, Biological conservation, 137: 117 - 124.
- Shine, R., Lemaster, M, Wall, M., Langkilde, T., Mason, R. 2004. Why did the snake cross the road? Effects of roads on movement and Location of mates by garter snakes (*Thamnophis sirtalis parietalis*). Ecology and Society 9(1): 9. Dostupný z: WWW: < <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art9/>>, 9 September 2008).
- Smith, L. L., Dodd., C. K. 2003. Wildlife mortality on U. S. highway 441 across Paynes Prairie, Alachua County, Florida, Florida Scientist, 66: 128 - 140.
- Spellerberg, I. F. 1975. The grass snake in Britain. Oryx, 13: 179 - 184.
- Sura, P., Zamachowski, W. 2003. Zaskroniec zwyczajny *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758). In Atlas plazeni gadów Polski: Status- rozmieszczenie- ochrona, 90 - 93 s.
- Vos, C. C, J. P. Chardon. 1998. Effects of habitat fragmentation and road density on the distribution pattern of the moor frog (*Rana arvalis*). Journal of Applied Ecology, 35: 44 - 56.
- White, P. A., Ernst, M. 2003. Second Nature: Improving Transportation Without Putting Nature Second. Washington, DC. Defenders of Wildlife publication, 18: 70.

Internetové zdroje:

United States Department of Transportation, Federal Highway Administration. Critter Crossings: Linking Habitats Reducing Roadkill [cit. 2011-04-05]. Dostupné z WWW: < <http://www.fhwa.dot.gov/environment/wildlifecrossings/main.htm> >

