

Metodika na ochranu krajiny před fragmentací z hlediska plazů

Ing. Radka Musilová, Ph.D.



I. Základní charakteristika plazů	1
I.1 Nároky na prostředí a migrační chování jednotlivých druhů plazů	3
II. Bariéry v krajině pro danou skupinu a jejich vlivy.....	7
II.1 Komunikace – překážka pro plazy.....	7
II. 2 Komunikace – biotop pro plazy	10
II.3 Komunikace – nepřímé vlivy.....	13
III. Hodnocení vlivu fragmentace krajiny na plazy.....	14
IV. Procesy plánování a legislativní aspekty	15
V. Hlavní typy možných opatření pro plazy	16
V.1 Obecné zásady	16
V.2 Technická opatření.....	17
V.3 Další podpůrná opatření.....	23
V.4 Příklady z praxe	24
VI. Závěr	28
VII. Seznam použité literatury	29

I. Základní charakteristika plazů

Plazi jsou (s výjimkou druhotně přizpůsobených forem) prvními suchozemskými obratlovci. Způsobem rozmnožování jsou nezávislí na vodním prostředí a také jejich anatomie a fyziologie odráží rozsáhlé přizpůsobení suchozemskému životu. Se savci a ptáky tvoří přirozený celek vyšších obratlovců čili blanatých (*Amniota*). Na rozdíl od nich však mají recentní druhy proměnlivou tělesnou teplotu (poikilotermie) a chybí jim specializované izolační povrchové struktury, jako je srst a opeření (Baruš, Oliva 1992). Svou tělesnou teplotu tedy téměř výhradně upravují účelovým chováním, jako je například slunění či ukryvání (Zwach, 2009).

Recentní herpetofauna České republiky obsahuje 12 původních druhů plazů. Jedná se o jeden druh želvy (v poslední době ale nebyl výskyt autochtonních jedinců potvrzen), čtyři druhy ještěrek, dva druhy slepýšů a pět druhů hadů (Moravec, Jeřábková, 2015):

želva bahenní (*Emys orbicularis*)
ještěrka obecná (*Lacerta agilis*)
ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*)
ještěrka zední (*Podarcis muralis*)
ještěrka zelená (*Lacerta viridis*)
slepýš křehký (*Anguis fragilis*)
slepýš východní (*Anguis colchica*)
užovka obojková (*Natrix natrix*)
užovka hladká (*Coronella austriaca*)
užovka podplamatá (*Natrix tessellata*)
užovka stromová (*Zamenis longissimus*)
zmije obecná (*Vipera berus*)

Navzdory celkově nízké druhové diverzitě plazů České republiky pokrývá jejich výskyt celé území našeho státu (Moravec, Jeřábková, 2015). Nalézt je můžeme prakticky kdekoliv, na nedotčených přírodních lokalitách, stejně jako v obcích, ve vlhkých i suchých biotopech, v lese i bezlesí, od nížin vysoko do hor. Obecně má na druhové bohatství plazů v naší krajině pozitivní vliv především nabídka zachovalých dostatečně heterogenních přirozených biotopů, jejichž atraktivitu pro plazy může zvyšovat i přítomnost některých příhodných antropogenních ploch (Moravec, Jeřábková, 2015). Podle Mikátové a kol. (2001) došlo po druhé světové válce na našem území k výrazným změnám v krajině (zánik mokřadních a stepních biotopů, úbytek rozptýlené zeleně, rozsáhlé stavební práce), které vedly k devastaci mnohých druhů plazů. Podle těchto autorů však na druhou stranu vznikla řada nových biotopů, zejména pro dobře přizpůsobivé druhy plazů. Na okrajích silnic a železničních náspech, zejména mimo městské aglomerace, vznikaly biokoridory, jimiž se mohli takové druhy šířit. Právě tato místa jsou vhodnými náhradními biotopy pro ještěrku obecnou, slepýše nebo užovku hladkou. Některé druhy, jako např. ještěrka obecná, oba druhy slepýšů, užovka obojková a výjimečně i zmije obecná, zase mohou úspěšně využívat skládek inertních odpadů a rumišť. Na těchto místech jsou často dobré úkrytové možnosti a vhodná místa k přezimování i dostatečné potravní zdroje. Plazy jsou osídlovány i extenzivně

obhospodařované sady a zahrádky, kamenolomy, pískovny, extenzivně využívané vodní plochy apod. U některých druhů tato stanoviště představují dokonce převažující podíl ve spektru známých lokalit. Ani tyto nově vznikající biotopy však nestačily nahradit úbytek původních stanovišť, zejména u druhů s vyhraněnými nároky, jako je například ještěrka zelená, užovka stromová či zmije obecná (Mikátová a kol, 2001).

Celkově v naší herpetofauně převažují terestrické formy plazů (9 druhů). Jeden druh (želva bahenní) vede akvatický způsob života a dva druhy (užovka obojková a užovka podplamatá) semiakvatický způsob života. Mezi terestrickými druhy se dva druhy (slepýši) vyznačují skrytým částečně podzemním způsobem života. Ještěrka zední je přizpůsobena šplhavému životu na skalních svazích a užovka stromová má adaptace k semiarborikolnímu způsobu života (vybírání hnízd, kladení vajíček do stromových dutin) (Moravec, Jeřábková, 2015).

I.1 Nároky na prostředí a migrační chování jednotlivých druhů plazů

V rámci této kapitoly není z našich plazů hodnocena želva bahenní, jejíž status je nejasný a slepýš křehký a východní jsou vzhledem k tomu, že se svým chováním vzájemně neliší, hodnoceni společně.

Ještěrka obecná

V krajině, která dosud není antropicky zatížena, obývá ještěrka obecná otevřené biotopy, k jejichž společným rysům patří nižší vzrůst a menší pokryvnost bylinné vegetace, přítomnost míst s odhaleným substrátem a roztroušené porosty křovina dřevin. Velmi význačná je schopnost ještěrky obecné obsazovat antropogenní plochy a urbanizovaná území (např. železniční násypy, příkopy a okraje méně frekventovaných silnic a cest, hráze větších vodních nádrží) (Mikátová a kol. 2001, Moravec 2015a). Domovské okrsky ještěrek obecných jsou poměrně malé a v závislosti na pohlaví a období v rámci sezóny se pohybují v rozmezí 30 – 80 m² (Moravec 2015a). Od úkrytů ležících v rámci okrsku se ještěrky vzdalují zpravidla v řádu metrů, nicméně samci v období páření mohou přebíhat až na vzdálenost 150 m (Mikátová a kol. 2001).

Ještěrka živorodá

Na našem území se ještěrka živorodá vyskytuje v typickém případě ve středních a vyšších polohách, kde obsazuje smíšené i jehličnaté lesy (především lesní okraje, světliny, polomy, paseky) vlhké a pomáčené louky, rašeliniště, vřesoviště apod. Poměrně běžně se dostává i do blízkosti lidských sídel a zahrad. Nejdůležitější podmínkou výskytu je vlhkost, již doprovází i vyšší zástin a nižší teplota. Do nižších poloh proto proniká především údolními potoky a řek. Ještěrka živorodá není teritoriální druh. Poměrně velké domovské okrsky jedinců (cca 500 m²) se vzájemně překrývají. Samci jsou pohybově aktivnější než samice a dokážou za jeden den urazit i více než 60 m. Většina populace vykonává přesuny do vzdálenosti 80 m, nicméně malá část populace se přemisťuje na vzdálenost až 300 m mezi jednotlivými subpopulacemi a zajišťuje mezi nimi genetickou výměnu (Berec, Moravec 2015).

Ještěrka zední

V české republice žije jediná dosud známá autochtonní populace ještěrky zední v oblasti Štramberského krasu, kde obývá dobře exponované jižní a jihozápadní svahy vytěžených vápencových lomů. Ještěrky zední se zde zdržují při patách stěn nebo jednotlivých etážích lomu, v blízkosti skalních výstupů a při okraji města obývají zahradní zídky a terasy. Nejdelší zjištěné přesuny zdejších ještěrek nepřekročily 40m (Moravec, Veselý 2015, Urban et al. 2006). Velikost zdejší populace je odhadována na 189 – 220 jedinců (Urban et al. 2006). Štramberská populace se v současnosti jeví jako stabilní, nicméně pro svůj maloplošný charakter a izolovanou polohu nad severní hranicí souvislého rozšíření druhu je snadno zranitelná (Urban et al. 2006).

Ještěrka zelená

Současný výskyt ještěrky zelené je omezen na teplé oblasti Čech a jižní Moravy, její populace mají izolovaný reliktní charakter a nacházejí se za severozápadním okrajem souvislého rozšíření druhu (Zavadil et al. 2015). Podle Mikátové a kol (2001) se ještěrka zelená téměř výlučně vyskytuje v údolích velkých řek, které druhu poskytují vhodné lokální mikroklimatické podmínky. Zde osidluje biotopy lesostepního charakteru (teplé kamenité a křovinaté stráně, okraje lesů) a vyhovují jí i antropogenní biotopy (železniční násypy, kamenité okraje vinic, lomy, sady či zahrady). Velikost domovských okrsků ještěrky zelené může být velmi nevyrovnaná a proměnlivá v průběhu sezóny i let. V únětické populaci dosahovala zjištěná velikost okrsků v případě samců 16 – 203 m² a v případě samice 13 – 313 m², nejdelší migrace činily až 300 m (Moravec 2015b).

Slepýš křehký a slepýš východní

Slepýš obývá nejrůznější stanoviště, která vykazují určitou míru zemní vlhkosti s bohatou vegetací a dostatkem potravy, v níž převažují plži a žížaly. Nalezneme jej v listnatých a smíšených lesích, na lesních okrajích, pasekách, průsecích, křovinatých stráních, loukách, okrajích polí a polních cest. Nevyhýbá se ani okolí lidských sídel, kde bývá častý na rumišťích, skládkách, v parcích či zahradách. Běžně jej nalezneme v příkopech podél cest a silnic či na železničních náspech (Mikátová a kol. 2001). Vzhledem k jeho skrytému částečně podzemnímu způsobu života je jen málo známo o jeho prostorové aktivitě. Usuzována je vysoká věrnost poměrně malému území a oblíbenému úkrytu. Největší zaznamenané vzdálení jedince činilo 130 m (Gvoždík, Moravec 2015).

Užovka obojková

Užovka obojková obývá okolí stojatých i tekoucích vod nejrůznějšího charakteru: rybníky, slepá říční ramena, zatopené pískovny, vodní nádrže, staré lomy atd. Může však osidlovat i území bez tekoucích a stojatých vod, byla pozorována i na výslunných stráních. Častá je i v intravilánech obcí, kde bývá nalezena v požárních nádržích či vlhčích zahradách (Mikátová a kol. 2001). Druh se vyznačuje poměrně velkou prostorovou aktivitou a je schopen i několikakilometrových přesunů. Domovský okrsek užovky obojkové se může pohybovat až v řádu desítek hektarů (Berec a kol. 2015). Díky tomu snadno osidluje nová území.

Užovka hladká

Užovka hladká je xerotermofilní had, který upřednostňuje suchá, k jihu exponovaná stanoviště. Obývá okraje lesů, výslunné kamenité a křovinaté stráně, staré kamenolomy, pískovny atd. Často ji nalezneme i v okolí lidských sídel, osidluje železniční tratě a násypy silnic, zahrady, parky, staré sady či vinice (Mikátová a kol. 2001). Užovka hladká má poměrně malou prostorovou aktivitu a často je zřetelně vázána na určitou lokalitu. Ze zahraničních dat lze usoudit na domovský okrsek o velikosti od 0,06 do 2,3 ha a přesuny zpravidla nepřesahující několik desítek metrů (Moravec 2015c).

Užovka podplamatá

Užovka podplamatá v našich podmínkách obývá obvykle dobře prohřáté, pomalu tekoucí, případně stojaté vody. Nejčastěji osluněná říční údolí s kamenitými břehy kde se střídají volná a zarostlá místa (Mikátová a kol. 2001). Zimuje na souši někdy dosti daleko od vody většinou v puklinách skal, kamenných sutích či pod kameny v říční navigaci, tělesech silnic či železničních tratí (Zavadil a kol. 2012). V zahloubených říčních údolích jsou u nás užovky podplamaté omezeny po většinu sezóny často jen na velmi úzký pás vhodných biotopů podél řeky, kde se jejich domovské okrsky výrazně překrývají. Pravidelné migrace mezi zimovištěm a letním biotopem u vody činí 100 – 1000 m (Moravec 2015d).

Užovka stromová

Na našem území užovka stromová vyhledává výhřevná a zároveň dosti vlhká místa s bylinným podrostem, keři a řídkěji rostoucími stromy. Jedná se většinou o biotop, kde se střídají zarostlé pásy mezi a křovinaté stráně s loukami a lesy, chatovými osadami a obcemi. Zde vyhledává komposty, hnojiště, kamenné zídky a terásky, říční břehy, říční navigace, silniční a železniční násypy a příkopy. Též lidská obydlí jako jsou chaty, chalupy, garáže, kůlny, někdy i trvale osídlené domy a žije rovněž na skládkách (Zavadil a kol. 2012). Užovka stromová je věrná svému poměrně malému domovskému okrsku, jehož velikost se podle různých zdrojů pohybuje v řádu několika ha. K výraznému zvýšení pohybové aktivity dochází v období reprodukce a jsou dokumentovány přesuny v délce 2-3 km (Musilová a kol. 2015).

Zmije obecná

Zmije obecná vyhledává vlhká, ale slunná místa, v lesnatých krajích od 200 m n. m. až po vrcholy Krkonoš. Žije především v lesích a na jeho okrajích, na vlhkých loukách, rašeliništích, na okraji močálů, vodotečí, na lesních pasekách, vřesovištích a na lesních průsecích. Ve vyšších polohách obývá zmije i skalky, hromady kamení, kamenné snosy a zídky často společně s jinými druhy plazů (Zavadil a kol. 2012). Velikost zjištěných domovských okrsků se pohybovala v rozsahu 0,07 – 0,17 ha. Sezónní migrace mohou činit u některých samců až 2 km (Fric, Moravec 2015).

Fotodokumentace vybraných druhů našich plazů

(foto: Radka Musilová, Karel Janoušek., Petr Šípek)



Obr. 1: Zmije obecná



Obr. 2: Užovka hladká



Obr. 3: Užovka obojková



Obr. 4: Užovka podplamatá



Obr. 5: Ještěrka živorodá



Obr. 6: Ještěrka obecná

II. Bariéry v krajině pro danou skupinu a jejich vlivy

Ve srovnání s homoiotermními obratlovci, vybavenými vyšší schopností se přemísťovat a šířit, jsou plazi obecně více zranitelní náhlými, byť jen krátkodobými změnami ve svém životním prostředí. V našich zeměpisných šířkách jsou plazi navíc přibližně polovinu roku závislí na vhodných úkrytech, potřebných k překonání nepříznivých klimatických podmínek (Zavadil, Moravec 2015). Obecně je pro plazy největší hrozbou ztráta, fragmentace a degradace biotopů, mezi další ohrožující faktory patří znečištění, nepůvodní predátoři či šíření patogenů. Ve srovnání s ostatními skupinami živočichů (obojživelníci, savci, ptáci) je mnohem méně studií zabývajících se vlivem dopravy na populace plazů. Nicméně existující studie jasně dokládají úbytek populací plazů v okolí komunikací, ať již v důsledku přímé silniční mortality, bariérového efektu, zvýšeného antropogenního tlaku, kontaminace či šíření nepůvodních druhů (Andrews a kol 2015).

II.1 Komunikace – překážka pro plazy

Nežádka jsou plazi nuceni překonat komunikaci během pravidelných sezónních migrací (zimoviště, jarní stanoviště, letní stanoviště). Na rozdíl od obojživelníků jsou tato stanoviště více rozptýlena po krajině a migrace plazů nejsou nijak masové, takže snáze unikají pozornosti (Andrews a kol. 2015). Tedy až na známé výjimky, například masové migrace užovky proužkované (*Thamnophis sirtalis*) mezi zimovištěm a letním stanovištěm v kanadské provincii Manitoba. Zde na zhruba 3 km úseku dálnice (PTH) #17 činila roční úmrtnost přibližně 10000 jedinců (Roberts, 2007).

Podle Andrewse a kol (2015) je mnoho plazů na komunikacích usmrceno, neboť nejsou dost rychlí na to, aby se střetu s autem vyhnuli, a zároveň jsou ve většině případů příliš drobní na to, aby je řidiči spatřili a vyhnuli se jim. Navíc některé druhy mohou v ohrožení strnout či zaujmout obranný postoj, který je však vůči vozidlu neúčinný, a pouze se tím prodlužuje čas strávený na komunikaci. Přejetiny plazů jsou drobné a snáze uniknou pozornosti, nenápadný však podle Andrewse a kol (2015) bývá i celkový dopad na populace, přičemž je důležité vzít v potaz několik skutečností:

- Populace druhů, které brzy pohlavně dospívají a vykazují velkou reprodukční schopnost, se dokáží lépe vyrovnat se ztrátami v důsledku silniční mortality. Většina našich plazů však pohlavně dospívá až ve věku 3 – 5 let a jejich plodnost není vysoká.
- Plazi jsou méně mobilní ve srovnání například se savci a jejich populace jsou menší a lokalizované. Proto jsou populace plazů více vystaveny riziku lokální extinkce a rovněž možnosti znovuosídlení lokalit jsou omezené.
- V mnoha případech je obtížné stanovit velikost populací plazů, často se jedná o druhy drobné, skrytě žijící a jejich reprodukce není snadno detekovatelná (ve srovnání například s obojživelníky). Odhad vlivu dopravy a komunikací je pak tedy o to složitější.

Jedním z našich nejohroženějších plazů je z hlediska komunikací užovka podplamatá, která je svým výskytem vázána na údolí větších řek a má výraznou prostorovou dynamiku. Migrační cesty mezi břehem a zimovišti či vhodnými místy pro kladení vajec jsou v úzkých říčních

údolích téměř všude přetnuty silnicemi, železnicemi a cyklostezkami, kde hyne velký počet jedinců, zejména juvenilních (Moravec 2015d).

Oba druhy slepýšů strádají v důsledku automobilové dopravy zejména díky pomalému pohybu a oblibě vyhřívat se na okraji prohřáté vozovky, přičemž nejkritičtější v tomto ohledu jsou jarní měsíce – období rozmnožování, kdy jsou zejména samci velmi aktivní (Gvoždík, Moravec, 2015). Svou roli zde hraje anatomie jejich kůže. Šupiny pokrývající tělo jsou zevnitř vyztuženy kostěnými destičkami, a proto své tělo slepýš těžce ohýbá. Pronikne-li na hladkou vozovku, nemá se o co opřít a jen stěží se odtud odplazí. Proto zůstává na vozovce déle a stává se častou obětí automobilové dopravy (Zavadil a kol. 2012).

Další z našich druhů plazů, užovka obojková, se vyznačuje poměrně vysokou prostorovou aktivitou a je schopna až několikakilometrových opakovaných přesunů. Díky svým migračním schopnostem je užovka obojková schopna navštěvovat a rychle osidlovat nově vzniklé vhodné biotopy, ale také je tím pádem ohrožena dopravou (Berec a kol. 2015). Lokálně se může jednat o zásadní ohrožení. V jihozápadním Polsku na příměstské cestě skrz rybníční oblast o délce 1800 m bylo během 2 let zjištěno 190 mrtvých užovek obojkových, přičemž se jednalo převážně o jedince juvenilní (Ciesiolkiewicz et al. 2006).

Silniční mortalita je dlouhodobě sledována u populací užovky stromové, která se na našem území vyskytuje pouze ve třech oblastech. Nejvíce pozornosti je věnováno izolované populaci v údolí Ohře, kterou protíná frekventovaná silnice I13. Počet usmrčených dospělých jedinců na úseku této komunikaci v délce 6 km a vedlejších silnicích v lokalitě se pohybuje v rozmezí 5 - 10 dospělých exemplářů ročně a 10 – 15 juvenilních a subadultních jedinců (Musilová, vl. data). Dotčená silniční mortalitou je i populace v Bílých Karpatech, a to zejména podél silnice I/57 ve Vlárském průsmyku a pak podél silnice I/50v oblasti Starého Hrozenkova. Třetí populace v NP Podýjí není až tak výrazně dotčena automobilovou dopravou, jako cyklostezkami. Každoročně je zde zaznamenáno několik desítek usmrčených plazů, přičemž největší podíl přejetin (36%) připadá na užovku stromovou, druhý v pořadí je slepýš křehký (28%) (Mikátová, in verb.)

S komunikacemi se dostávají do střetu všichni naši plazi. Nejrizikovějším obdobím pro dospělé plazy je období rozmnožování (duben – květen), kdy dochází ke zvýšené aktivitě a migracím spojeným s vyhledáváním partnerů. V období rození či líhnutí mláďat (srpen, září) se významně zvyšuje silniční mortalita této kategorie. Ohrožení jsou zejména méně pohybliví slepýši, následují hadi a střetu často neuniknou ani ještěrky. Situaci v posledních letech ještě zhoršují živelně budované a převážně asfaltové cyklostezky, které zpřístupnili i doposud nedotčené oblasti, často podél řek. Plazi jsou cyklisty ohroženi stejně jako motorovými vozidly. Kromě toho někteří cyklisté na plazy úmyslně najíždějí (Zavadil a kol. 2012). Situace je nejvážnější v místech kde komunikace či cyklostezky přetínají pravidelné migrační trasy našich nejohroženějších plazů – užovky stromové či užovky podplamaté.



Obr. 7 a 8: Přejeté užovky stromové



Obr. 9: Přejetá užovka obojková



Obr. 10: Přejetá ještěrka živorodá



Obr. 11: Přejetá zmijs obecná



Obr. 12: Přejetý slepýš křehký



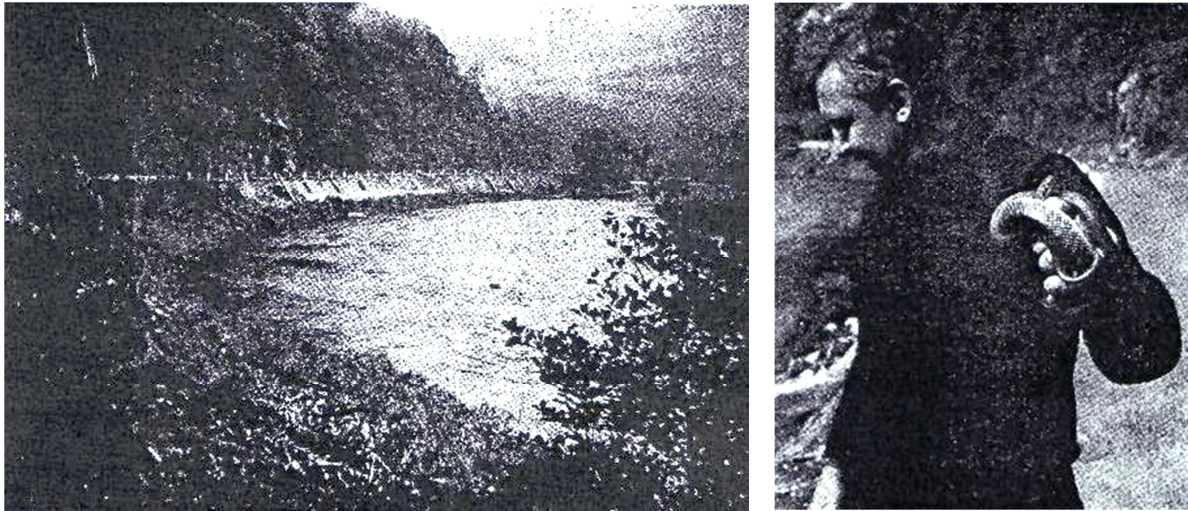
Obr. 13: Přejetá ještěrka obecná

II. 2 Komunikace – biotop pro plazy

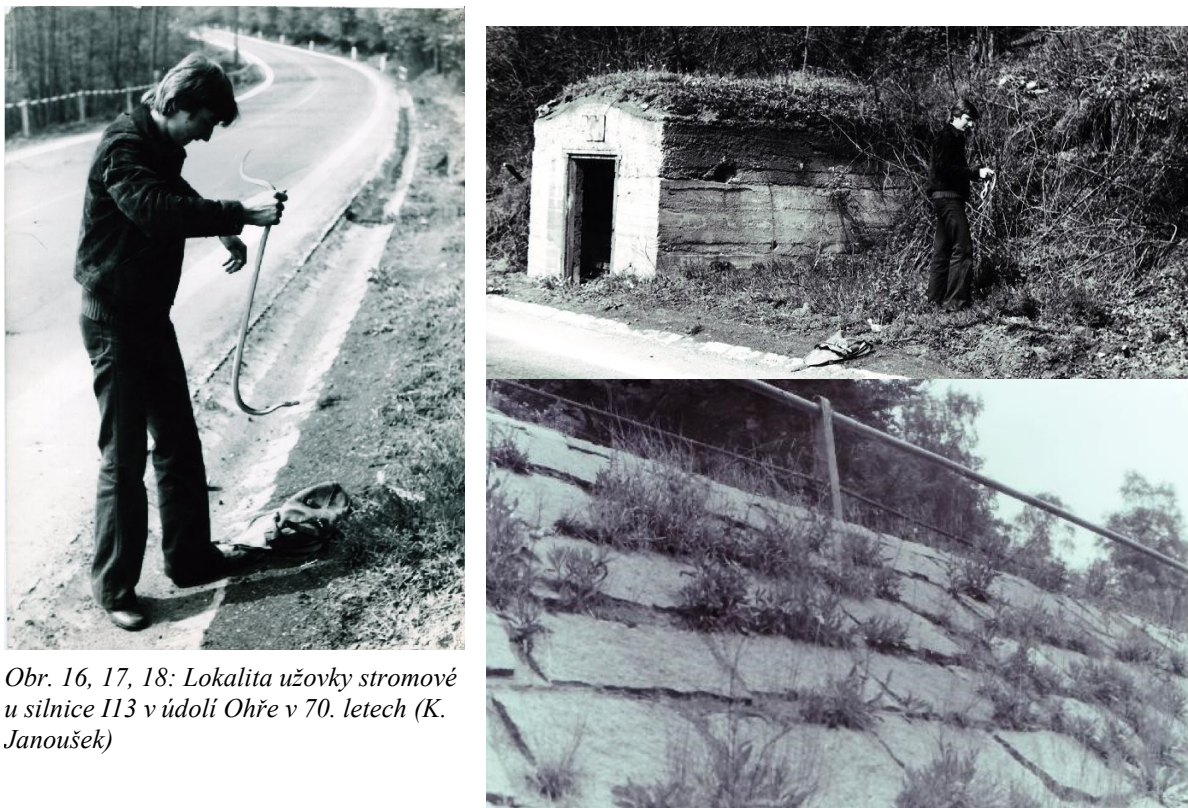
Komunikace nemusí nutně působit pouze jako negativní faktor. Dobře osluněné silniční okraje s kamennými zídками, nízkou vegetací, místy odhaleným povrchem a teplem vyzařující asfaltový povrch mohou být pro plazy velmi atraktivní. Často však zůstává nejasné, zda tyto biotopy skutečně vedou ke zvýšení populace plazů nebo se jedná o ekologickou past, která jedince láká do míst, kde je pravděpodobnost přežití a úspěšného rozmnožení nízká (Andrews a kol. 2015).

Pro plazy, kteří svou tělesnou teplotu ovlivňují chováním a výběrem teplotně příhodných úkrytů, je vyhřátý asfalt velkým lákadlem, které nezdědka končí kolizí s vozidlem. Jsou však známy i lokality, kde plazi dlouhodobě existují a úspěšně se rozmnožují v těsném okolí frekventované silnice. Jedna z takových lokalit se nachází v údolí řeky Ohře mezi obcemi stráž nad Ohří a Boč. V těsném kontaktu s tělesem silnice zde žije populace užovky stromové, užovky obojkové, užovky hladké a slepýše křehkého. Ve velmi sevřeném úseku údolí se vedle řeky Ohře nachází stará kamenná říční navigace a na její horní části frekventovaná silnice, na jejíž okraj navazují kamenné zídky, zalesněná stráž a svažité louky. Poměrně úzký pás biotopů po obou stranách frekventované silnice obývá množství plazů. Někteří jedinci se sluní v těsné blízkosti silničního tělesa a zcela nereagují na intenzivní a hlučnou dopravu, např. projíždějící kamiony. Během tří let intenzivní studie užovky stromové v letech 2005 – 2007, zde bylo odchyceno a individuálně označeno 36 jedinců. Z toho počtu jich bylo 24 odchyceno zpětně a ve 13 případech bylo zjištěno překonání silnice, často i opakované a během sezóny pravidelné (mezi zimovištěm v zídce nad silnicí, jarním stanovištěm a místem pářením, letním stanovištěm u řeky, místem kladení vajec do tělesa říční navigace a opět zimovištěm). Během této studie byla sledována i silniční úmrtnost, byli nalezeni 2 přejetí dospělí jedinci, 2 nedospělí jedinci a 14 novorozených mláďat. Vysoká četnost překonávání velmi frekventované silnice spolu s poměrně nízkou mortalitou dospělců vedla k domněnce, že dospělí hadi využívají k překonání komunikace staré kamenné silniční propusti, kterých je v lokalitě hned několik. Výrazně rozdílná byla však situace u mláďat, která po vylíhnutí v říční navigaci pod silnicí často zamířila přímo vzhůru a skončila pod koly aut. V sezóně 2006 juvenilní mortalitu výrazně zmírnila instalovaná bariéra zabraňující vstupu mláďat na vozovku (Musilová, vl. data). Tato velmi zajímavá lokalita se stala předmětem několika dalších studií (např. Kovář et al. 2014, Lapáčková 2015), které přinesly další podrobnosti a důležitá zjištění. Kovář et al (2014) s pomocí pískových pruhů v propustech zachycujících stopu po průlezu zjišťují, že využívání propustí není náhodné, ale že plazi dávají přednost propustem, kterými trvale neprotéká voda, jejichž vnitřní stěny jsou tvořeny kameny se skulinami, které z obou stran volně přechází do okolního terénu a v jejichž blízkosti jsou atraktivní biotopy pro plazy, např. kamenné zídky. Nicméně stopa v pískovém pruhu neumožňuje jednoznačně rozlišit jednotlivé druhy plazů na lokalitě. Autoři dále usuzují, že významný vliv pro využívání propustí mají feromonové pachové stopy. Na základě těchto poznatků zaměřuje Lapáčková (2015) svou diplomovou práci na 4 vhodné propustky ve 3 lokalitách v blízkosti téže frekventované silnice. S využitím pískových pruhů v kombinaci s kamerami potvrzuje využití všech 4 propustek užovkou stromovou, obojkovou i slepýšem křehkým. Zaznamenává i čas a teplotu a dále tato data analyzuje. Na základě výsledků studií

Ize usoudit, že jsou-li plazům k dispozici vhodné konstrukce pro překonání bariéry komunikace, dokáží se tomu přizpůsobit a dlouhodobě v okolí silnice koexistovat. Silnice tak nemusí působit jako bariéra, ale může dokonce poskytovat i vhodný životní prostor. A není pochyb o tom, že zdejší koexistence je dlouhodobá. Na sledované lokalitě u silnice mezi Stráží nad Ohří a Bočí byla užovka stromová nalezena již v roce 1966 v souvislosti s rozšiřováním silnice (Šolcová-Danihelková, 1966). Dále byl její zdejší výskyt sledován řadou herpetologů (Janoušek, Haleš in verb.), v letech 2005 – 2007 zde probíhal výzkum spojený s individuálním značením jedinců a v roce 2016 v souvislosti s pokračováním výzkumu zde byli nalezeni tři dospělí jedinci označení před více než 10 lety. Jeden z těchto zajímavých nálezů byl publikován (Janoušek a kol. 2015).



Obr. 14 a 15: Lokalita užovky stromové u silnice I13 v údolí Ohře v roce 1966 (Šolcová-Danihelková 1966)



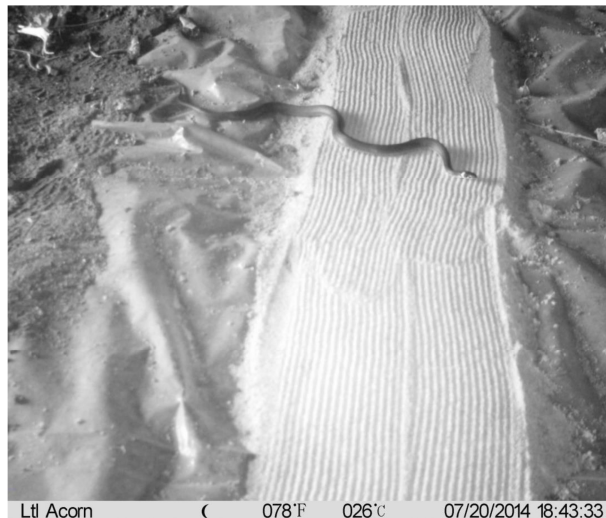
Obr. 16, 17, 18: Lokalita užovky stromové u silnice I13 v údolí Ohře v 70. letech (K. Janoušek)



Obr. 19, 20, 21, 22: Lokalita užovky stromové u silnice II3 v údolí Ohře v současnosti, detail kamenného náspu pod silnicí, kam užovky kladou vejce a kamenné propusti, kterou využívají k překonání silnice (Musilová)



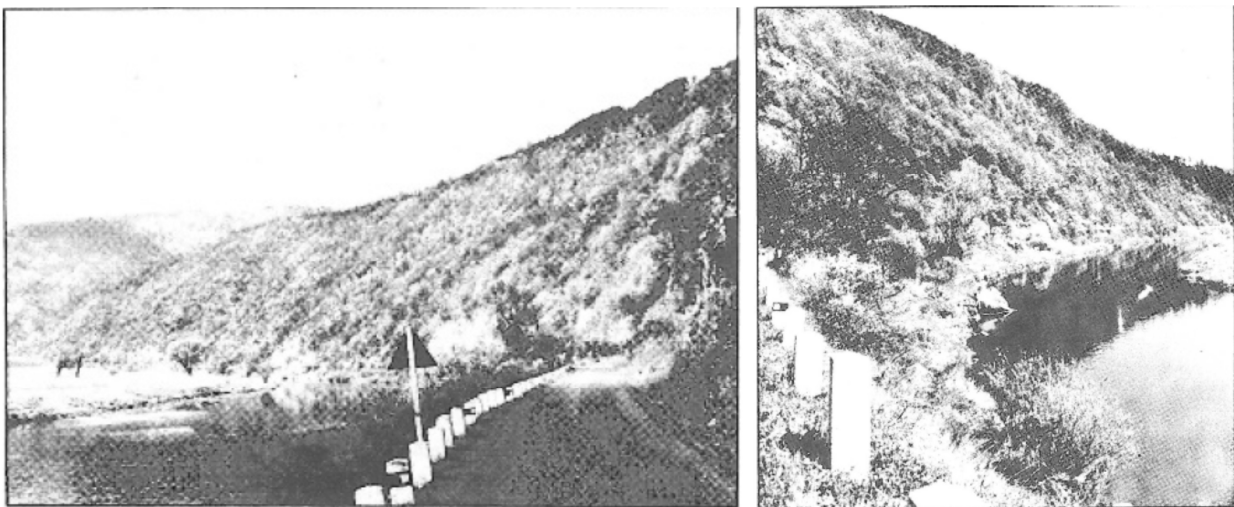
Ltl Acorn ● 062°F 017°C 05/10/2014 14:01:44



Ltl Acorn (078°F 026°C 07/20/2014 18:43:33

Obr. 23, 24: Užovka stromová a užovka obojková zachycené při průřezu propustkem kamerou (Lapáčková, 2015)

Další bohatá lokalita plazů v okolí silnice se nachází u řeky Berounky v PR Nezabudické skály. Na úbočí skal a v okolí vozovky žije slepýš křehký, ještěrka obecná a zelená, užovka hladká, podplamatá a obojková a vzácně i zmije obecná. Na úbočí svahu, ve výšce asi 4 m nad hladinou řeky, probíhá vozovka, která je zpevněna náspem z přírodního kamene. Mezi kameny vznikly labyrinty dutin, které tvoří spolehlivé prostory pro hibernaci i příležitostný úkryt (Laňka 1983). Necitlivým zásahem v 80. letech bylo zaasfaltování štěrbin a škvír v rámci opravy silnice, které znemožnilo přístup plazů k úkrytům a zimovištím. Toto vážné ohrožení vyřešilo až dodatečné vyčištění štěrbin a obnovení vstupů do tělesa (Moravec 2015d). Na rozdíl od předchozí popisované lokality zde nejsou přítomny propusti a migrace plazů oběma směry přes silnici jsou zdrojem silniční mortality. Významný problém je to zejména pro vzácné druhy plazů, v tomto případě ještěrku zelenou a užovku podplamatou. Na druhou je tato silnice mnohem méně frekventovaná.



Obr. 25, 26: Lokality výskytu plazů u Nezabudické silnice (Laňka 1983)

II.3 Komunikace – nepřímé vlivy

Kromě přímých vlivů komunikace v podobě mortality existují i řada nepřímých vlivů skrze fragmentaci krajiny, která způsobuje snížený tok genu, ztrátu genetické diverzity, snížený fitness a zvýšené riziko lokální extinkce (Jochimsen a kol. 2014). Jedním z nepřímých vlivů jsou i zplodiny z aut, které mohou ovlivnit reprodukci a chování jedinců, či zastřít důležité pachové signály. Silnice mohou omezit genový tok a snížit genetickou diverzitu populací skrze kombinaci přímé mortality a inbreedingu. Některé druhy plazů se mohou komunikaci zcela vyhýbat, čímž pádem je přímá mortality zanedbatelná, nicméně nedostatečná výměna genů může vést až k vyhynutí populace. Zvýšená mortality například pouze jednoho pohlaví ovlivní strukturu populace a poměr pohlaví (Andrews a kol. 2007).

III. Hodnocení vlivu fragmentace krajiny na plazy

Ohrožení našich plazů má složitý charakter s množstvím ohrožujících faktorů. Na území České republiky jsou plazi nejvíce ohroženi postupující fragmentací a devastací vhodných biotopů v souvislosti s intenzivním využíváním krajiny a rozšiřující se zástavbou. Stále rostoucí je vliv dopravy a mezi dalšími faktory ohrožující naše plazy lze zmínit kontaminaci prostředí, predaci nepůvodními šelmami, zejména norkem americkým (*Mustela vison*) mývalem severním (*Procyon lotor*) a psíkem mývalovitým (*Nyctereutes procyonoides*) či nadměrné stavy divokých prasat (*Sus scrofa*) (Zavadil a kol. 2012). Jednotlivé ohrožující faktory mají často synergistický účinek a jen těžko lze jejich vliv vzájemně oddělit a vyhodnotit.

Podle Moravce a Jeřábkové (2015) leží z pohledu naší herpetofauny Česká republika uvnitř areálu 5 druhů (ještěrka obecná, ještěrka živorodá, užovka obojková, užovka hladká a zmije obecná). U dalších 5 druhů pak naším územím probíhá severní hranice jejich rozšíření (želva bahenní, ještěrka zelená, ještěrka zední, užovka stromová a užovka podplamatá) a u některých z nich se u nás dokonce vyskytují izolované populace, které jsou již ze své podstaty velmi ohrožené. U slepýšů křehkého a východního prochází Českou republikou hranice jejich rozšíření a kontaktní (hybridní) zóna.

Drastické změny krajiny, ke kterým došlo po druhé světové válce, negativně ovlivnily jak vzácné tak i běžné druhy plazů, ty byly a jsou mnohdy postiženy i více (Zavadil, Moravec 2015). Například v případě ještěrky obecné, která je schopna osidlovat příhodné antropogenní prostředí, vedlo výrazné zvýšení antropického tlaku, ke kterému došlo v posledních desetiletích i v již urbanizované krajině (prudké rozšiřování sídel a komunikací, neúměrná zástavba intravilánů a periferií, nárůst dopravního ruchu, rekreačních aktivit atp.), k mizení dříve prosperujících příměstských a městských populací (Moravec 2015a). U celkem běžné ještěrky živorodé byl v posledních 20 letech zaznamenán výrazný pokles početnosti populací v oblasti NP Šumava v souvislosti s přibýváním zastavěných ploch, rozšiřováním komunikací, otvíráním nových cest a souvisejícím prudkým nárůstem dopravy a turistického ruchu (Berec, Moravec 2015). Ohrožení izolovaných a okrajových populací plazů (užovka stromová, podplamatá, ještěrka zelená) je věnována mimořádná pozornost, neboť tam riziko extinkce zvýšené.

Andrews a kol (2015) uvádějí, že ačkoliv není pochyb o negativním vlivu komunikací na populace plazů, existuje poměrně málo studií, které jasně dokládají pokles populací následkem přímých či nepřímých vlivů dopravy. V mnoha případech je tento efekt pouze usuzován. Situace je ještě složitější v případě prokazování nepřímých vlivů, které se obtížně kvantifikují a vyžadují dlouhodobý monitoring. Autoři Rytwinski a Fahrig (2012) vyhodnocovali dostupné publikace, které kvantifikovaly vztah mezi velikostí populace a komunikací či dopravou a našli 34 studií týkajících se savců, 16 studií zaměřených na ptáky, stejný počet se týkal obojživelníků a pouze 9 studií ohledně plazů.

Negativní dopad fragmentace na genetickou diverzitu ještěrek živorodých zdokumentovali Grosse et al. (2006 ex Berec, Moravec 2015). Podle nich je sice úroveň heterozygotity u středoněmeckých a východoněmeckých populací z fragmentovaných i spojitých biotopů srovnatelná, ve fragmentovaných biotopech je ale významně nižší diverzita alel.

Row a kol. (2007) se zabývali vlivem silniční mortality užovky černé v Kanadě na dlouhodobé přežití populace. Podle těchto autorů se při velikosti populace 340 jedinců a roční silniční mortalitě 9 jedinců pravděpodobnost extinkce během 500 let zvýšila ze 7,3 % na 99 %.

V současné době není při posuzování vlivu dopravy pozornost zaměřena pouze na přímou silniční mortalitu, ale mnohem větší důraz je kladen na nepřímé vlivy, které jsou obvykle vážnější a dlouhodobější, i když je jejich dopad složitější detekovat a kvantifikovat (Andrews a kol 2007). Díky nedostatku relevantních dat je bariérový efekt v případě plazů často podceňován.

IV. Procesy plánování a legislativní aspekty

Zákon 114/92 Sb. o ochraně přírody a krajiny řeší ochranu plazů jednak jako ochranu jejich přirozených biotopů a ekosystémů, jejichž jsou součástí, a jednak jako druhovou ochranu. V seznamu zvláště chráněných druhů jsou vedeny všechny naše druhy plazů kromě slepýše východního (na našem území doložen až v roce 2010, a proto dosud není zařazen v žádné kategorii vyhlášky ani v červeném seznamu). Inovující vyhláška č. 175/2006 Sb. sice řadí některé druhy do nižší kategorie ochrany, kdyby ovšem byla vždy a všude naplňována, byla by stále dostatečná (Zavadil, Moravec 2015).

Podle Zavadila a kol (2012) je podobně jako u ostatních skupin živočichů také u plazů ochrana biotopů prioritní záležitostí. V praxi se bohužel setkáváme s opačným přístupem. Ochrana jedinců má často přednost a osud biotopů plazů již prakticky nikoho nezajímá. Z praxe jsou podle autorů známy případy, kdy jsou udělovány výjimky z ochrany kriticky ohrožených druhů za účelem vydání stavebního povolení i v přímém sousedství chráněných lokalit plazů, zlehčovány odborné posudky nebo účelově vykládána litera zákona. Kontroverzní jsou také translokace, u nás doporučované a realizované v případě slepýšů v důsledku zákonem vyžadovaného hodnocení vlivů velkých průmyslových, dopravních a jiných staveb a záměrů na životní prostředí (EIA). Ta jsou jen aktem pochybné „záchrany“ jednotlivých odchytitelných zvířat a ve svém důsledku nevedou ani k založení nové populace ani k užitečnému posílení té původní v místě introdukce (Gvoždík, Moravec 2015).

Podle Zavadila a kol (2012) selhává u plazů (podobně jako u řady dalších taxonů - bezobratlí, obojživelníci) tradiční ochránářský přístup. U většiny druhů našich plazů je to stále uplatňovaná bezzásahovost ve zvláště chráněných územích (ZCHÚ), nevhodně prováděné Agroenvironmentální programy, přísná legislativní ochrana jedinců a nikoli striktní ochrana jejich životního prostředí (zejména mimo ZCHÚ), zjednodušené vnímání nároků plazů na

prostředí (či jejich dosud nerozpoznané životní nároky), nepochopení biologického významu řady cenných lokalit vzniklých lidskou činností (výsypek, pískoven, lomů, vojenských cvičišť, autodromů apod.) a přehlížení některých překvapivě snadných a ochránářsky účinných opatření, jako je např. stavba zídek ze skládaných kamenů, ponechávání hromad větví, pilin či listí na jednom místě po řadu let, mozaikovitě ošetřované části krajiny apod.

Podle Andrewse a kol (2015) je za účelem minimalizace bariérového efektu a snížení mortality na silnicích zapotřebí správně identifikovat kritické úseky s nejvyšší mortalitou a nutností překonání bariéry. Důležitá je v tomto procesu výborná znalost území a ekologie přítomných plazů, což může být náročné z hlediska času i financí. Podle Langena (2010) mohou identifikaci kritických míst usnadnit předpovědní modely, které zohledňují biotopové nároky a chování jednotlivých druhů, důležité prvky v krajině (blízkost vodního prostředí, líhniště, zimoviště atd.).

V procesu plánování platí pro plazy obecné zásady formulované Andělem a kol (2011). Podle těchto autorů je investiční příprava pozemních komunikací složitý proces, ve kterém se řeší uskutečnění technických i organizačních záměrů od koncepce až po vlastní realizaci a platí zde tyto hlavní zásady: (i) zařazení problematiky fragmentace krajiny a migrace živočichů do rozhodování ve všech stupních investiční přípravy, (ii) zpracování odborných podkladových materiálů pro rozhodování (tzv. migračních studií). Realizace migračních opatření je složitou a ekonomicky náročnou oblastí. Proto je pro kvalitní rozhodování třeba vycházet z podrobných odborných podkladů.

V. Hlavní typy možných opatření pro plazy

V.1 Obecné zásady

Jak uvádějí Anděl a kol (2011) je hlavním opatřením jasně definovaná **koncepce řešení**, která zmírní negativní vlivy dopravy a fragmentace krajiny. Ta zahrnuje následující:

Zohlednění potřeb ochrany přírody při přípravě stavby. To znamená:

- Výběr vhodného koridoru a varianty konkrétní trasy
- Pečlivé provedení biologického průzkumu a migrační studie včetně návrhů umístění a parametrů migračních objektů
- Důsledné zahrnutí požadavků na ochranu přírody do projektové dokumentace

Maximální ohleduplnost v průběhu staveb

- Provedení preventivních opatření (vhodné načasování, transfery apod.)
- Provedení kompenzačních opatření (tvorba nových biotopů)

- Účelně zřízené staveniště, šetření okolí

Minimalizace střetů živočichů s vozidly po uvedení komunikace do provozu

- Účinné bariéry (zabrány, oplocení)

Zachování maximální možné průchodnosti krajiny pro živočichy

- Vhodná lokalizace migračních objektů (návrhy umístění objektů by měly vycházet z migrační studie a měly by plně respektovat přirozené trasy pohybu živočichů)
- Vhodné parametry migračních objektů (viz níže, kapitola Migrační objekty) včetně jejich začlenění do krajiny (pomocí podpůrných prvků – výsadba křovin a dřevin v okolí, vytvoření vhodných krytů apod.)

Respektování potřeb všech věkových kategorií

- Při návrzích migračních objektů, zejména propustků, respektovat potřeby a možnosti všech věkových kategorií.

V.2 Technická opatření

Z praktického hlediska je možné opatření na komunikacích ve vztahu k migraci živočichů rozdělit do tří základních skupin (Anděl a kol. 2011):

- opatření podporující překonání komunikace (tzv. migrační objekty)
- opatření omezující vstup na komunikaci
- opatření pro řidiče

Migrační objekty - opatření podporující překonání komunikace

Podle Anděla a kol (2011) je migrační objekt chápán jako stavební objekt na pozemní komunikaci realizovaný za účelem migrace živočichů, nebo umožňující tuto migraci jako vedlejší jev a hodnocený z tohoto hlediska. V podobném významu bývají v literatuře používány pojmy ekologický mostní objekt, ekologický most, průchod, přechod, ekodukt atd. Migrační objekty je možné dělit podle různých hledisek, která se vzájemně kombinují, blíže viz. Anděl a kol. (2011). Tito autoři také popisují základní parametry, které by měly migračních objekty vhodné pro plazy splňovat:

- Musí respektovat ekologické nároky druhů (u plazů nebývá problém velikost, ale nevhodné provedení – např. trvalé zavodnění, absence úkrytů, nevhodné materiály apod.)
- Doporučená velikost: rámový propustek min. 0,7 x 0,7 m při délce 10m, kruhový propustek min. 0,8 m (pro silnice 1. a 2. třídy, délka propustku cca 10m), 0,5 m pro silnice 3. třídy (délka propustku cca 7m)
- Je důležité, aby plazi viděli otvor na druhém konci propustku
- Materiál - beton uvolňuje toxické látky ještě týdny až měsíce po dokončení – plazi jsou k těmto vlivům citliví. Je tedy potřeba vybudovat s dostatečným předstihem před uvedením do provozu (ideálně 3 měsíce předem, pokud je postaven později, je třeba

jej uměle zavodnit pro urychlení odplavení toxických látek) a jeho dno pokrýt zeminou, pískem a kameny.

- Absence bariér (zejména vysoké stupně) jak u vstupu do propustku, tak uvnitř propustku samotného; veškeré otvory bez možnosti úniku je nutno zakrýt.
- Úprava podmostí mostů na komunikaci – limitem bývá nevhodné provedení, zejména převaha betonu, absence úkrytů, absence vegetace a nevhodné technické úpravy koryta toku

Parametry migračních objektů a jejich významem pro plazy se zabývali i Joachimsen a kol (2004). Tito autoři shrnují poznatky z několika studií, ve kterých byl prokázán význam jednotlivých charakteristik, viz tab. 1

Tab. 1: Vliv parametrů migračních objektů na vybrané testované skupiny obojživelníků a plazů dle Joachimsena a kol. (2014)

Parametr migračního objektu	Efekt	Testovaná skupina
Typ vstupu	Výhodou půlkruhového nebo čtvercového vstupu je přirozený substrát.	Obojživelníci, plazi
Rozměry, otevřenost a světlost uvnitř objektu	Obousměrné tunely se širokým průřezem jsou vhodnější. Zatímco obojživelníci akceptovali i tunel o šířce 0,2 m a výšce 0,4 m, preferovali podchody širší. Ještěrky a hadi vykazovali vyšší četnost migrací v podchodech a propustcích o šířce 2 m	Obojživelníci, plazi – ještěrky a hadi
Poloha	Poloha migračního objektu musí respektovat obvyklé migrační trasy, důležitá je blízkost místa rozmnožování. Využití migračního objektu je dáno jeho polohou a okolním biotopem.	Obojživelníci, plazi – ještěrky a hadi
Vegetační pokryv	Více byly využívány migrační objekty s vegetačním pokryvem v okolí	Plazi – ještěrky a hadi
Teplota	Teplotní disproporce v malých podchodech může způsobit váhání migrujících jedinců. Provětrávání může být zvýšeno větším rozměrem objektu a mřížemi či roštem	Obojživelníci, hadi
Přirozené světlo	Přirozené světlo skrze rošt navádí jedince skrze tunel a poskytuje prostor pro slunění	Obojživelníci, plazi – ještěrky a hadi
Hydrologie	Žádoucí jsou prvky, které odkloní vodu a zabrání zatopení	Obojživelníci, hadi

Podle Andrewse a kol (2015) je z praxe známo mnoho různých variant migračních objektů, které jsou plazy využívány a jejich účinnost je ovlivněna velikostí, otevřeností ze svrchní strany a intenzitou dopravy. Autoři uvádějí, že nejvíce účinné jsou ty migrační objekty, které plynule navazují na preferovaný biotop. Plazi se vyhýbají příliš otevřeným plochám, kde je zvýšené riziko predace, z čehož se dá usuzovat spíše na využívání podchodů. Nicméně některé druhy ještěrek a hadů byly pozorovány i na různých evropských nadchodech. Rovněž struktury, jejichž primárním účelem není migrace živočichů (podmostí, propustky, viadukty) mohou být (byť někdy až po určité úpravě) velmi užitečné.

Struijk (2011) shromáždil informace o pozorování plazů v různých typech migračních objektů v Nizozemí, Německu a Belgii. Zjistil, že všechny v těchto zemích původní druhy plazů, některý z typů migračních objektů využily. Z hlediska zdrojů se jednalo spíše o náhodný sběr informací a nikoliv o systematický výzkum, přesto se jedná o cenné informace (Tab.2).

Tab. 2: Využívání různých typů migračních objektů druhy plazů v Nizozemí, Německu a Belgii (Struijk 2011)

Druh	Ekodukt		Podmostí		Podchod (uzavřený)		Podchod (část. otev.)		Podchod (otevřený)	
	Počet lokalit	Počet jedinců	Počet lokalit	Počet jedinců	Počet lokalit	Počet jedinců	Počet lokalit	Počet jedinců	Počet lokalit	Počet jedinců
Ještěrka živorodá	5	>>10	2	5	1	>1	-	-	2	2
Ještěrka obecná	2	13	-	-	1	1	-	-	-	-
Ještěrka zední	-	-	3	>4	-	-	-	-	-	-
Slepýš křehký	3	>17	1	1	1	5	-	-	-	-
Užovka obojková	2	2	2	5	2	>167	1	46	2	4
Užovka hladká	1	1	1	2	-	-	-	-	1	1
Zmije obecná	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6



Obr. 27: Otevřený podchod na lokální komunikaci v Nizozemí je využíván ještěrkou živorodou a zmijí obecnou (Struijk 2011)



Obr. 28: Herpetodukt Elspeesche Heide - částečně otevřený podchod pod komunikací s prokázaným využíváním několika druhů plazů, viz dále, (Struijk a kol. 2014)



Obr. 29: Ekodukt v Belgii s podmáčenými biotopy, které jej činí atraktivním; v roce 2010 zde byla zaznamenána užovka hladká (Struijk 2011)



Obr. 30: Ekodukt se záměrně instalovanými úkryty pro plazy, čehož v tomto případě využívá ještěrka obecná (Struijk 2011)



Obr. 31: Mostní objekt v Nizozemí pod kterým migruje užovka obojková (Struijk 2011)



Obr. 32: Viadukt na dálnici A27 v Nizozemí, kde vegetace po obou stranách umožňuje migraci slepýše křehkého (Struijk 2011)

Zábrany - opatření omezující vstup na komunikaci

V rámci opatření omezujících vstup na komunikaci jsou v případě plazů využívány zábrany, které jedince navádějí do migračních objektů. Andrews a kol (2015) udávají, že materiál musí být trvanlivý a odolný přírodním podmínkám i silniční údržbě. Zábrany pro plazy mohou být tvořeny prefabrikáty z galvanizované ocele, mohou být i betonové, plastové či dřevěné. Mohou být stabilní či připevněné na již existující plot. Základ zábrany by měl zahlouben, aby znemožnil podhrabání a vznik mezer při erozi. Efektivita tohoto opatření velmi závisí na použitém materiálu (stálost, hladkost), designu (výška, délka, šířka, sklon) a údržbě zábrany i okolní vegetace.

Problematiku zábran pro plazy velmi podrobně popisuje Struijk (2010) a přináší velmi cenné poznatky z praxe. Jak tento autor uvádí, výška zábran využívaných v Nizozemí se pohybuje mezi 30 a 40 cm. Důležitá je však nejen výška, ale i tvar, který plazům překonání zábrany komplikuje či znemožňuje. Mezi dva nejosvědčenější způsoby patří zadní sklon a přečnívající okraj na horní straně zábrany. Umístění a délka jsou různé v závislosti na řešené situaci, nicméně délka by měla přesahovat ještě minimálně o 15 m do navazujícího biotopu. Mezi problémy, které autor zaznamenal, patří nedostatečně odolný materiál, přičemž vzniklé trhliny a skuliny umožňují průnik druhů, pro které jsou zábrany určeny. Dále je to nedostatečný management okolní vegetace, kdy tato přerůstá a umožňuje překonání zábrany či špatné ukotvení (viz následující fotodokumentace). Autor konstatuje, že v Nizozemí je téměř každá soustava zábrana/migrační objekt nekvalitní či nedostatečně udržovaná.



Obr. 33,34: Řada druhů plazů je schopna překonávat zábrany, tvarováním zábrany lze učinit překonání obtížnějším (Struijk 2010)



Obr. 35,36: Kovové zábrany pro užovku obojkovou, přerůstající vegetace však usnadnit může průnik druhu (Struijk 2010)



Obr. 37,38,39: Ocelové zábrany byly v Nizozemí použity jako dočasné opatření v průběhu stavbě. Vzhledem ke své výšce 50 cm, tvarovanému okraji a poměrně odolnému materiálu, který vydrží i management jsou vhodným řešením (Struijk 2010).



Obr. 40,41,42: Zábrany plastové a z PVC či polyetylenu nejsou dostatečně odolné teplotní výkyvům. Zábrany na obrázku jsou určené pro ještěrku živorodou, užovku obojkovou a hladkou a zmiji obecnou (Struijk 2010)



Obr. 43, 44: Drsnější povrch kotvicích sloupků může usnadnit překonání zábrany, proto by tyto měly být umístěny z opačné strany, než jak je provedeno na této lokalitě (Struijk 2010)



Obr. 45, 46: Bez následného pravidelného managementu zábrana ztrácí význam, neboť prerůstající vegetace umožní její překonání (Struijk 2010)

Značky a tabule - opatření pro řidiče (cyklisty)

Mezi opatření modifikující rychlost dopravy upozorňující řidiče na výskyt živočichů patří podle Anděla a kol (2011) dopravní značky s vyobrazenými druhy živočichů. Tyto značky mohou být nestandardní – např. větší, kontrastní (barevné, blikající, LED diody atd.). V praxi se značky či informační tabule používají v kritických úsecích zpravidla doplňkově k dalším výše popsaným opatřením.



Obr. 47: Značka upozorňující na častý výskyt želvy diamantové na silnici s blikáčem, který se spouští v dopravních špičkách (Andrews a kol. 2015).



Obr. 48: Značka upozorňující řidiče na častý výskyt užovky proužkované na dálnici v kanadské Manitobě (Roberts 2007)

V.3 Další podpůrná opatření

Podle Andrewse a kol (2015) upřednostňují plazi určité prvky na stanovišti, které osidlují či jimi migrují, zatímco jiným se vysloveně vyhýbají. Ačkoliv na toto téma téměř neexistují žádné publikované studie, lze usoudit, že pomocí cíleného managementu okolní vegetace a umístěním vhodných úkrytů je možné plazy odradit od vstupu na komunikaci a naopak je nasměrovat k migračním objektům. Například řada druhů ještěrek a hadů upřednostňuje setrvávat v okolí úkrytů (například kmenů či kamenů). Pás přirozené vegetace vedoucí paralelně se silnicí může pomoci nasměrovat plazy k migračním objektům. Budováním kamenných zídek, úkrytů z větví a kmenů či vytvářením hromad organického materiálu lze dosáhnout nejen nasměrování plazů na žádoucí lokality, ale také posílení jejich populací.



Obr. 49,50: Řada pařezů umístěných v nadchodu dálnice A50 v Nizozemí podporuje migraci ještěrky obecné (Struijk 2010)

V.4 Příklady z praxe

1) Užovka stromová v Poohří (Musilová, vl. data)

Pro izolovanou populaci užovky stromové v údolí Ohře je vážným ohrožením stále rostoucí autoprovoz. Během výzkumu v letech 2005 – 2007 bylo nalezeno 53 mrtvých jedinců. Téměř 80 % těchto ztrát měla na svědomí právě doprava. Nejčastěji jsou usmrcována mláďata a nedospělí jedinci. Nejrizikovějším obdobím roku je květen a červen, kdy jsou hadi nejaktivnější. Ne vždy však silnice a její okolí představuje pro hady pouze nebezpečí. Naopak určité úseky silnice lemované zídkami vytváří pro hady velmi atraktivní biotop. Na jednom takovém dlouhodobě sledovaném úseku bylo zjištěno, že užovky stromové opakovaně překonávají těleso komunikace, což bylo doloženo početnými zpětnými odchvy jedinců na obou stranách silnice (blíže viz kapitola III.2). Užovky zde velmi dobře znají terén, pamatují si migrační trasy a k překonání silnice využívají silniční propustky pro periodické vodoteče. Kamenné stěny propustků jsou pro hady přirozeně atraktivním biotopem a vybízejí k jejich využívání. Jiná je však situace u mláďat a nedospělých jedinců, kteří nemají tyto trasy dostatečně zažité a často lezla přímo na povrch komunikace bez šance na její překonání. Navíc se mláďata líhla přímo v kamenném náspu pod silnicí a po narození mířila přímo na vozovku. Vysokou úmrtnost této věkové skupiny redukovalo až zbudování zábrany ze silných plechových dílů v délce 250 m podél riskantního úseku silnice v roce 2006. Zábrana má šikmý sklon, který mláďatům zabraňuje proniknout na vozovku, na druhou stranu však nepůsobí jako zábrana pro jedince lezoucí v opačném směru. Doplnkovým opatřením bylo zbudování úspěšného líhniště na druhé straně silnice, které pohyb mláďat v bezprostřední blízkosti komunikace omezilo (Musilová, vl. data)



2) Zmije milóská (*Macrovipera schweizeri*) na řeckém ostrově Milós (Ioannidis, 2011)

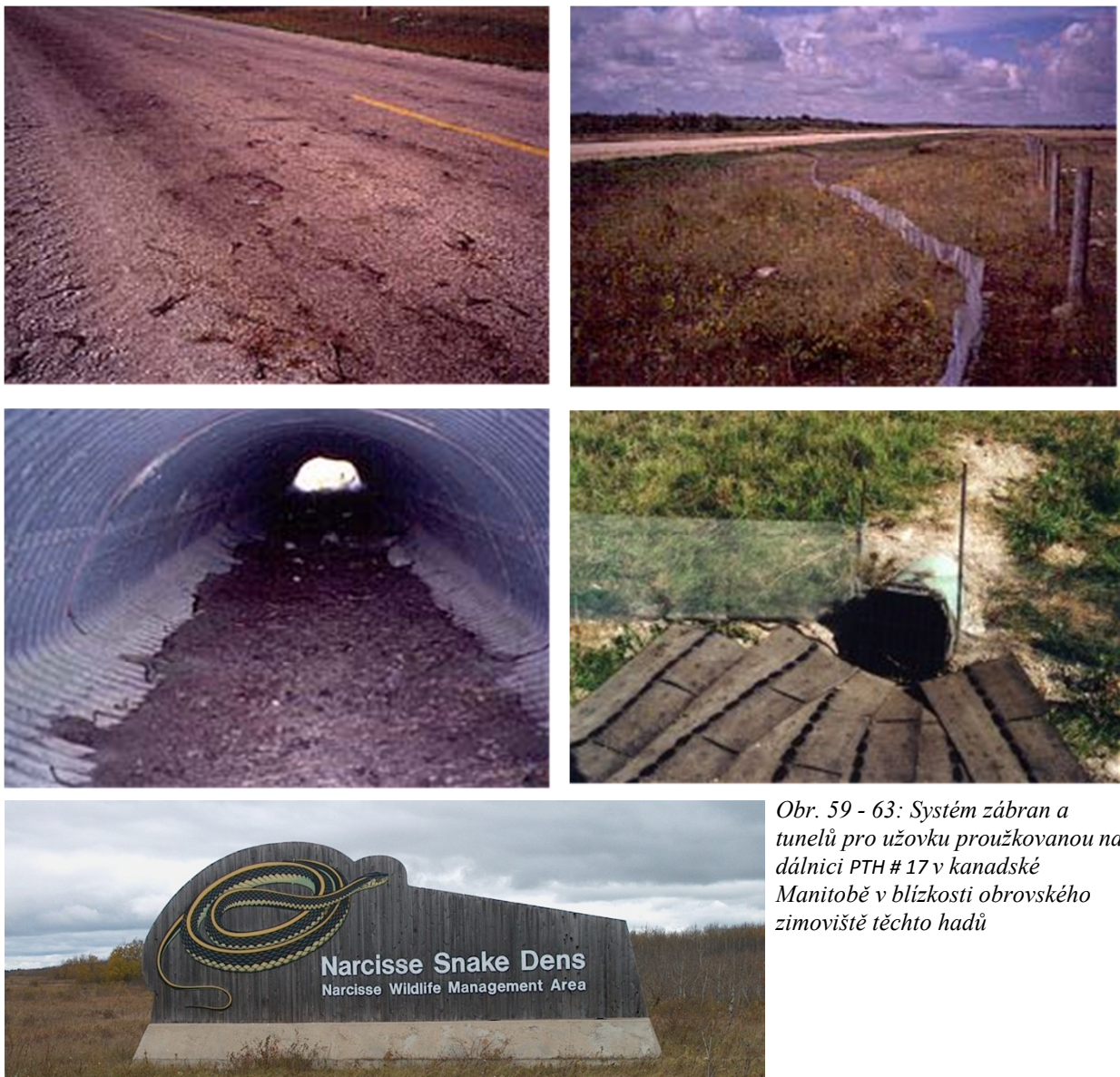
Zmije milóská se je velmi ohrožená a vyskytuje se pouze na čtyřech Kykládských ostrovech – Milos, Sifnos, Kimolos a Polyaigos. Na největším a nejznámějším ostrově Milos se vyskytuje 2800 – 3500 zvířat, což je více než 60% celkového počtu populace. V důsledku dopravy bylo ročně usmrceno 183 – 537 těchto ohrožených zmijí. Jedním z řešení této vážné situace bylo vytvoření soustavy zábran a podchodů ve vytipovaných kritických úsecích. Po realizaci tohoto opatření byla situace v letech 2006 – 2008 byla monitorována s využitím pruhu písku (po průlezu zmije zůstává stopa) a kamer. Výsledky byly následující, v aktivní sezóně v letech 2006 – 2008 činil denní průměr 0,77 průlezů milóských zmijí na jeden podchod. Celkem 77 % z počtu zmijí, které narazily nad podchod, jej využily a během sledovaných let se využívání zvyšovalo. Autor konstatuje, že výška zábran 60 cm je pro zmiji milóskou dostatečná a že nebyla pozorována snaha se podchodům vyhnout. Dále zdůrazňuje důležitost správné lokalizace migračního objektu v místech přirozené migrační trasy zvířat a jako vhodný rozestup migračních objektů uvádí 50 m (neměl by přesáhnout 100 m). Celkově opatření hodnotí jako vhodné, nicméně nákladné a vyžadující každoroční kontrolu a dlouhodobý monitoring.



Obr. 55 - 58: Systém zábran a podchodů pro zmiji milóskou na řeckém ostrově Milós se osvědčuje (Ioannidis 2011)

3) Tunely pro užovku proužkovanou (*Thamnopsis sirtalis*) v kanadské Manitobě (Roberts 2007)

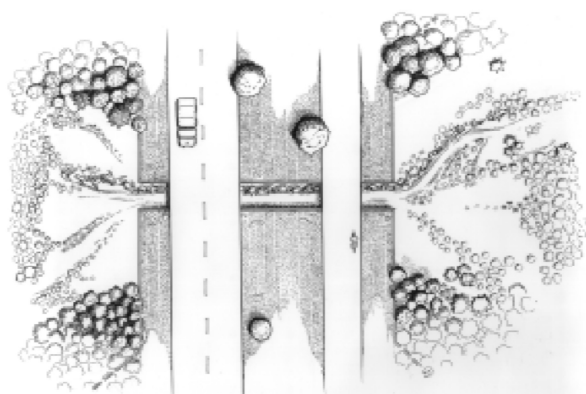
Jedna z nejnámější hadích lokalit na světě leží v chráněném území „Narcisse Wildlife Management Area“ v Kanadě a její unikátnost spočívá v obrovských jarních a podzimních koncentracích užovky proužkované u zimovišť. Tyto agregace hadů představují největší koncentraci obratlovců na světě a kvůli tomuto unikátnímu fenoménu tam zavítá až 20000 návštěvníků ročně. Migrace takového množství hadů byly zdrojem obrovské silniční mortality, která byla v letech 1991 až 1993 odhadnuta na přibližně 10.000 zvířat ročně, a to navzdory přítomnosti tunelů a zábran. V roce 1994 byla zábrana prodloužena o dalších 500 m a zbudovány dva další tunely. V následujících letech byla provedena řada pokusů a sledována reakce hadů, byly vyzkoušeny různé typy a výšky zábran a dokonce byl v tunelu naistalován propanový teplomet, který hady v podzimním období opravdu nalákal. Přes veškerou snahu byla silniční mortalita v letech 1998 a 1999 velmi vysoká. V roce 2001 bylo vytvořeno 10 nových tunelů s naváděcími zábranami a je odhadováno, že se mortalita snížila o 75 %.



Obr. 59 - 63: Systém zábran a tunelů pro užovku proužkovanou na dálnici PTH # 17 v kanadské Manitobě v blízkosti obrovského zimoviště těchto hadů

4) Podchod pro herpetofaunu (tzv. herpetodukt) na Elspeetsche Heide v Nizozemí (Struijk a kol. 2014)

Autoři tohoto příspěvku detailně popisují význam nově navrženého migračního objektu pro hereptofaunu (tzv. hereptoduktu), který se od běžně využívaných migračních objektů navrhovaných pro obojživelníky a plazy liší většími rozměry a otevřeností. Jimi popisovaný herpetodukt v celkové délce 32,7m řeší křížení s regionální komunikací a cyklotrasou. Aby byl tunel dostatečně prosluněný a poskytoval herpetofauně příznivé mikroklima, jsou stropní mimo silnice otevřené a pouze 43,3 % z celkové délky tunelu je zastřešeno. Podlaha tunelu byla překryta místním pískem a byla zde instalována řada robustních kmenů s předpokládaným využitím jako úkryt a místa pro slunění. V návaznosti na podchod byly vytvořeny úkryty z kmenů a větví a místa vhodná k rozmnožování plazů. Během 25 pochůzek v letech 2012 – 2014 zde bylo pozorováno 16 ještěrek živorodých, 4 ještěrky obecné, 1 slepýš křehký, 2 zmije obecné a z obojživelníků pak skokan ostronosý, ropucha obecná a čolek horský. Kromě migrace byl tunel v řadě případů využit jedinci i v otevřených částech ke slunění a dokonce i k rozmnožování ještěrek. Navzdory vyšším investičním nákladům se herpetodukt jeví jako optimální řešení zachování konektivity plazích biotopů.



Obr. 64 - 68: Herpetodukt v Nizozemí s mnoha speciálními prvky pro plazy je funkční a jeví se jako optimální řešení (Struijk a kol. 2014)

VI. Závěr

Populace plazů jsou v současné době ohroženy mnoha různými faktory, jejichž působení je často synergistické a je tudíž těžké je navzájem oddělit a přesně kvantifikovat. Tento materiál se pokouší zhodnotit negativní vlivy spojené s fragmentací krajiny a navrhnout možná řešení k jejich předcházení či nápravě. Z tohoto pohledu znamenají pro plazy hrozbu především rozšiřující se zástavba, která znamená ztrátu či degradaci jimi obývaných biotopů a samozřejmě také dopravní infrastruktura, která způsobuje jednak přímou mortalitu plazů a jednak rozděluje populace na stále menší shluky jedinců, které spolu již nejsou schopné komunikovat. V případě vlivů dopravních komunikací zatím existuje mnohem více informací a zkušeností s mortalitou plazů, naopak konkrétních údajů o bariérovém efektu silnic a dalších sekundárních vlivech takové fragmentace dosud chybí. Souvisí to samozřejmě i s potřebou náročnějšího výzkumu pro tyto účely a také s některými charakteristikami této skupiny. Vzhledem k jejich studenokrevnosti je pro plazy typické např. využívání vyhrátých povrchů silnic ke slunění v teplejším počasí, což je velmi rizikové a vede k vyšší úmrtnosti. Některé druhy pak vykazují pravidelné migrace mezi svými zimovišti a letními stanovišti, kterými jsou často např. břehy řek, což v případě silnice vedoucí v prostoru mezi těmito dvěma místy vede k hromadným úhynům.

Negativní vlivy fragmentace krajiny na plazy mohou být dle našeho názoru zmírněny v první řadě důsledným dodržováním legislativy v oblasti územního plánování, ochrany zvláště chráněných druhů živočichů a jejich biotopů a zároveň zahrnutím hlediska prostupnosti krajiny pro plazy už od počátku do všech plánovaných záměrů a na všech potřebných úrovních. Pokud k realizaci záměru dojde, je třeba vybrat variantu s nejmenším negativním vlivem a do projektu doplnit potřebná opatření dle dosavadních zkušeností a specifík dané lokality. U plazů je např. typické, že jsou na rozdíl od jiných skupin živočichů schopni využívat migrační objekty menších rozměrů, problémem však často bývá spíše jejich nevhodné provedení (nevhodné materiály, absence úkrytů, trvalé zavodnění, apod.). Proto je velmi důležité vždy u každého záměru zvážit potřeby všech v místě dotčených druhů a navrhovaná opatření tomu uzpůsobit či je vhodně zkombinovat. Následně je nutný kvalitní monitoring účinnosti takových opatření, aby mohla být dále zlepšována v případě nových projektů. Materiál uvádí v poslední kapitole několik konkrétních příkladů a z nich plynoucích zkušeností. Dalším takovým příkladem může být monitoringová studie zaměřená na problém mortality užovky podplamaté obývající řeku Berounku v okolí obce Karlštejn (Kovář a Průcha 2015). Ta byla zpracována v rámci stejného projektu a kromě výsledků monitoringu provedeného v roce 2015 navrhuje i možné varianty řešení této situace.

VII. Seznam použité literatury

- Anděl P. a kol. 2011: **Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy**, Evernia s.r.o., Liberec
- Andrews K.M., Langen T.A., Struijk R.P.J.H. 2015: **Chapter 26: Reptiles: Overlooked but often at risk from roads**. In: R.van der Ree, C. Grilo, and D.J. Smith (eds.): Handbook of Road Ecology. John Wiley.
- Andrews K., Gibbons J. W., Jochimsen D. M. 2007: **Ecological effects of roads infrastructure on herpetofauna: understanding biology and increasing communication**. In Proceedings of the 2007 International Conference on Ecology and Transportation, edited by C. Leroy Irwin, Debra Nelson, and K.P. McDermott. Raleigh, NC: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, pp 567-582.
- Baruš V., Oliva O. 1992: **Fauna ČSFR: Plazi**. Academia, Praha.
- Berec M., Moravec J. 2015: **Zootoca vivipara (Lichtenstein, 1823) – ještěrka živorodá**. In: Moravec J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha
- Berec M., Moravec J., Fric Z. 2015: **Natrix natrix (Linnaeus, 1758) – užovka obojková**. In: Moravec J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha
- Ciesiolkiewicz J., Orłowski G., Elzanowski A. 2006: **High juvenile mortality of Grass Snakes Natrix natrix on a suburban road**. Polish J. Ecology 54:465 –472.
- Fric Z., Moravec J. 2015: **Vipera berus (Linnaeus 1758) – zmije obecná**. In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha
- Gvoždík V., Moravec J. 2015: **Anguis fragilis (Linnaeus 1758) – slepýš křehký**. In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha
- Ioannidis Y. 2011: **Effectiveness of road barriers and underpasses for reptiles. The case of Milos viper (Macrovipera schweizeri)**. IENE 2011 Scientific Workshop and General Assembly, 21–24 September 2011 in Greece
- Janoušek K., Musilová R., Zavadil V. 2015: **Had číslo 54 žije**. Živa 4, s. 184 – 186.
- Jochimsen D. M., Peterson C. R., Harmon L. J. 2014: **Influence of ecology and landscape on snake road mortality in a sagebrush-steppe ecosystem**. Animal Conservation 17: 583–592
- Kovář R., Brabec M., Víta R., Boček R. 2014: **Mortality Rate and Activity Patterns of an Aesculapian Snake (Zamenis longissimus) Population Divided by a Busy Road**. Journal of Herpetology, 48(1), 24-33.
- Kovář R. a Průcha M. 2015: **Detailní monitoring kolizního místa a migrací užovky podplamaté v obci Karlštejn**. ECODIS, s.r.o., biologická studie, 110 str.
- Langen T. A. 2010: **Predictive models of herpetofauna road mortality hotspots in extensive road networks: three approaches and a general procedura for creating**

hotspot models that are useful for environmental managers. Pp 475 – 486 In. Proceeding of the 2009 international conference on the ecology and transportation.

Laňka V. 1983: **První území s komplexní ochranou plazů na Křivoklátsku.** Bohemia centralis, Praha, 12: 129–144.

Lapáčková, K. 2015: **Pohybová aktivita užovky stromové v Poohří ve vztahu k silničnímu tělesu.** Diplomová práce, Jihočeská Univerzita v českých Budějovicích, 51 pp.

Mikátová B., Vlašín M., Zavadil V., (eds.) 2001: **Atlas rozšíření plazů v České republice.** Atlas of the distribution of reptiles in the Czech Republic, AOPK ČR, Brno, Praha

Moravec J. 2015a: **Lacerta agilis (Linnaeus 1758) – ještěrka obecná.** In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha

Moravec J. 2015b: **Lacerta viridis (Laurenti 1768) – ještěrka zelená.** In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha

Moravec J. 2015c: **Coronella austriaca (Laurenti 1768) – užovka hladká.** In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha

Moravec J. 2015d: **Natrix tessellata (Laurenti 1768) – užovka podplamatá.** In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha

Moravec J., Jeřábková L. 2015: **Recentní herpetofauna České republiky.** In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha

Moravec J., Veselý M. 2015: **Podarcis muralis (Laurenti 1768) – ještěrka zední.** In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha

Musilová R., Zavadil V., Kotlík P., Moravec J. 2015: **Zamenis longissimus (Laurenti 1768) – užovka stromová.** In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha

Roberts D. 2007: **Red sided garter snake mortality on PTH #17 at Narcisse WMA.** www.carcnet.ca

Row J.R., Blouin-Demers G., Weatherhead P.J. 2007: **Demographic effects of road mortality in Black Ratsnakes (Elaphe obsoleta).** Biol. Conserv. 137:117–124.

Rytwinski T., Fahrig L. 2012: **Do species life history traits explain population responses to roads? A meta-analysis.** Biol Conserv 147: 87–98.

Struijk R. P. J. H. 2010: **Rasters voor reptielen.** Een verkennende studie. Stichting RAVON, Nijmegen: 37 pp.

Struijk R. P. J. H. 2011: **Het gebruik van faunapassages door reptielen.** De Levende Natuur 112:108–113.

Struijk R. P. J. H., Jansen S., D. van de Veer O. 2014: **Herpetoduct Elspeetsche Heide: the new standard for herpetofauna?** Zeitschrift für Feldherpetologie 21: 207–218.

Šolcová – Danihelková, M. 1966: **O výskytu užovky stromové (Elaphe longissima) na Karlovarsku.** Sborník biol. geol. věd PF, České Budějovice, 2: 183-187.

Urban P., Kopecký O., Veselý M. 2006: **Početnost populace ještěrky zední ve Štramberku.** Živa. 6, s. 269-271.

- Zwach I. 2009: **Obojživelníci a plazi České republiky**. Grada Publishing, a.s., Praha
- Zavadil V., Moravec J. 2015: **Příčiny ohrožení a ochrana našich plazů**. In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha
- Zavadil V., Jeřábková L., Moravec J. 2015: **Ještěrka zelená – výskyt v České republice**. In: Moravec, J. (ed.): Fauna ČR, Plazi – Reptilia. Academia, Praha
- Zavadil V., Vojar J., Musilová R. 2012: **Ochrana biodiverzity plazů**. In: Machar I., Drobilová L. (eds): Ochrana přírody a krajiny v České republice, vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení 1 a 2, Univerzita Palackého v Olomouci.



Ministerstvo životního prostředí

Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejnska a Norska. Součástí projektu „Komplexní přístup k ochraně fauny terestrických ekosystémů před fragmentací krajiny v ČR (EHP-CZ02-OV-1-028-2015)“.

Tento dokument byl vytvořen za finanční podpory EHP fondů 2009-2014 a Ministerstva životního prostředí. Za obsah tohoto dokumentu je výhradně odpovědná AOPK ČR a nelze jej v žádném případě považovat za názor donora nebo Ministerstva životního prostředí.