

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Diplomová práce

**Analýza finanční náročnosti opatření k ochraně
obojživelníků na silnicích**

Anna Kozáková

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Anna Kozáková

Ochrana přírody

Název práce

Analýza finanční náročnosti opatření k ochraně obojživelníků na silnicích

Název anglicky

Cost-effective analysis of mitigation measures for amphibian protection on roads

Cíle práce

Jednou z nejvýznamnějších ohrožujících příčin obojživelníků je jejich mortalita na silnicích. Obojživelníci jsou v tomto ohledu značně citlivou skupinou, neboť v průběhu roku i života střídají různá prostředí a při svém pohybu krajinou jsou nuceni překonávat mj. i komunikace. Pro ochranu obojživelníků na silnicích se instalují dočasné či trvalé bariéry. Efektivita i finanční náročnost těchto opatření je však pravděpodobně odlišná, srovnání však doposud chybí.

Cílem práce je srovnání finanční náročnosti a efektivity různých typů migračních bariér (trvalých a dočasných), využívaných pro snížení mortality obojživelníků při střetech s vozidly.

Metodika

Na základě odchytů na bariérách s celoročním odchytem bude vyhodnocen podíl jedinců v jarním migračním tahu, zpětném tahu z rozmnožovacích stanovišť a tah čerstvě metamorfovaných jedinců pro různé druhy obojživelníků. Tento poměr bude aplikován na data z jarních odchytočných dočasných bariér pro zjištění počtu jedinců ohrožených srážkou s vozidlem. Bude propočítána finanční náročnost dočasných odchytočných bariér na různě dlouhé časové období a finanční náročnost bariér trvalých bezodchytočných.

Doporučený rozsah práce

cca 30-40 stran, přílohy dle potřeby

Klíčová slova

obojživelníci, doprava, fragmentace krajiny, ochrana obojživelníků, zmírňující opatření, finanční efektivita

Doporučené zdroje informací

- Andrews, K. M., Gibbons, J. W., Jochimsen, D. M., & Mitchell, J. (2008). Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. *Herpetological Conservation*, 3, 121-143.
- Arntzen, J. W., Oldham, R. S., & Latham, D. M. (1995). Cost effective drift fences for toads and newts. *Amphibia-Reptilia*, 16(2), 137-145.
- Beebee, T. J. (2013). Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations. *Conservation Biology*, 27(4), 657-668.
- Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*, 128(2), 231-240.
- Fahrig, L., Pedlar, J. H., Pope, S. E., Taylor, P. D., & Wegner, J. F. (1995). Effect of road traffic on amphibian density. *Biological conservation*, 73(3), 177-182.
- Hels, T., & Buchwald, E. (2001). The effect of road kills on amphibian populations. *Biological conservation*, 99(3), 331-340.
- Puky, M. (2005). Amphibian Road Kills: A Global Perspective. In 2005 International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2005) Federal Highway Administration USDA Forest Service U. S. Fish and Wildlife Service U. S. Environmental Protection Agency Washington State Department of Transportation Florida Department of Transportation The Humane Society of the United States Defenders of Wildlife North Carolina State University, Raleigh.
- Semlitsch, R. D. (2003). Amphibian conservation (No. 597.8 A4).
- Trombulak, S. C., & Frissell, C. A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation biology*, 14(1), 18-30.
- Vojar, J. (2007). Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č. 1.
-

Předběžný termín obhajoby

2018/19 ZS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Roman Rozínek

Elektronicky schváleno dne 16. 4. 2019

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 4. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza finanční náročnosti opatření k ochraně obojživelníků na silnicích" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi pomohli s vypracováním této práce. Především doc. Ing. Jiřímu Vojarovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, za jeho rady a trpělivost. Dále také Romanu Rozínkovi a Ing. Jiřímu Franckovi a celému týmu NaturaServis s.r.o. za data, konzultace a zkušenosti a v neposlední řadě svým blízkým za ochotu, trpělivost a podporu.

Analýza finanční náročnosti opatření k ochraně obojživelníků na silnicích

Abstrakt

Různé typy opatření na snížení mortality obojživelníků na silnicích jsou každoročně realizovány na mnoha místech v České republice. Tato práce přináší nejen přehled nejčastěji využívaných opatření, ale zároveň i porovnání jejich finanční náročnosti. Na základě odchyťových dat z celoročních dočasných bariér, konkrétně ze 109 lokalit se 72 360 odchycenými jedinci, byl zjištěn podíl zachycených jedinců v jednotlivých měsících v průběhu roku a tyto výsledky porovnány s finančními náklady na jednotlivé typy opatření. Nejčastěji užívaná dočasná odchyťová bariéra v době jarní migrace zachytí pouze 15 %, v době jarní migrace a zpětného tahu pak 30 % jedinců vstupujících do nebezpečného prostoru vozovky v průběhu sezóny. Z hlediska vynaložených finančních prostředků patří tato opatření k nejméně výhodným v poměru cena/výkon. Jako nejvýhodnější se jeví trvalé bariéry s instalací podchodů, které chrání pohybující se obojživelníky a další drobné obratlovce celou sezónu, a to bez nutnosti denní kontroly. Zároveň byl vytvořen jednoduchý nástroj pro výpočet orientačních nákladů aplikace jednotlivých typů opatření.

Klíčová slova: ochrana obojživelníků, finanční efektivita, doprava, fragmentace krajiny, zmírňující opatření

Cost-effective analysis of mitigation measures for amphibian protection on roads

Abstract

Various types of mitigation measures to reduce the road-mortality of amphibians are carried out annually in many places of the Czech Republic. This work brings not only an overview of the most frequently used measures, but also a comparison of their financial demands. Based on data from year-round temporary drift fences with pitfall traps, specifically from 109 sites with 72,360 individuals, the proportion of captured individuals in each month was found and these results were compared to the financial costs of each type of measure. The most commonly used temporary drift fences during spring migration will capture merely 15 %, at the time of spring and reverse migration only 30 % of individuals entering the hazardous area during the season. In terms of money spent, these measures are the least cost-effective. The most cost-effective is the permanent fence with installed underpasses, which protect the moving amphibians and other small vertebrates throughout the whole season, without the need for daily control. At the same time, a simple calculating tool was created to get indicative costs of different types of measures, that might be applied.

Keywords: amphibian conservation, cost-effectivity, traffic, landscape fragmentation, mitigation measures

Obsah

1. Úvod.....	10
1.1 Cíle práce	11
2. Rešerše.....	13
2.1 Obojživelníci v České republice	13
2.1.1 Ocasatí obojživelníci.....	13
2.1.2 Žáby	14
2.2 Tahy obojživelníků a riziko úmrtí na silnici	18
2.2.1 Tahy pravé (migrace).....	18
2.2.1.1 Jarní tahy na rozmnožovací stanoviště	18
2.2.1.2 Zpětný tah dospělých jedinců z místa rozmnožování.....	19
2.2.1.3 Tah metamorfovaných jedinců	19
2.2.1.4 Podzimní tah na zimoviště.....	20
2.2.2 Nepravé tahy	20
2.3 Opatření k ochraně obojživelníků na silnicích.....	20
2.3.1 Dočasné bariéry	20
2.3.1.1 Materiál na stavbu dočasných bariér	22
2.3.1.2 Bezodchyťová dočasná bariéra (naváděcí)	23
2.3.1.3 Odchyťová dočasná bariéra (jarní migrace).....	23
2.3.1.4 Odchyťová dočasná bariéra (jarní migrace a zpětný tah)	24
2.3.1.5 Celoroční dočasné odchyťové bariéry	24
2.3.2 Trvalé bariéry.....	24
2.3.2.1 Materiál na stavbu trvalých bariér	25
2.3.2.2 Umístění trvalé bariéry	26
2.3.2.3 Podchody pro obojživelníky	26
2.3.3 Ostatní opatření.....	26
2.3.3.1 Dopravní značení.....	26
2.3.3.2 Uzávěra silnice	27
2.3.3.3 Sběr migrujících obojživelníků na silnici.....	27
3. Metodika	28
3.1 Výběr a popis lokalit	28
3.1.1 D11.....	28
3.1.2 D35.....	29

3.1.3	D47.....	29
3.1.4	D3.....	30
3.1.5	Staré Nechanice	30
3.1.6	Červený Kostelec	31
3.2	Sběr dat.....	31
3.2.1	Úprava dat pro výpočet ročního využití bariér	31
3.2.2	Výpočet ročního využití bariér	32
3.2.3	Výpočet finanční náročnosti dočasných bariér	32
3.2.4	Výpočet finanční náročnosti trvalých bariér.....	35
3.2.5	Porovnání finanční náročnosti trvalých a dočasných bariér	36
4.	Výsledky	37
4.1	Využití migračních bariér v průběhu celé sezóny	37
4.2	Náklady na aplikaci opatření.....	39
4.2.1	Náklady na dočasnou bariéru.....	39
4.2.2	Náklady na trvalou bariéru	40
4.2.3	Porovnání nákladů na dočasnou a trvalou bariéru	40
4.2.4	Porovnání nákladů a efektivity jednotlivých opatření	41
5.	Diskuse	42
5.1	Diskuse dat a metodiky	42
5.2	Diskuse výsledků	43
5.2.1	Využití bariér v průběhu sezóny	43
5.2.2	Porovnání nákladů možných opatření.....	44
6.	Závěr.....	45
7.	Seznam použitých zdrojů	46
7.1	Použitá literatura	46
7.2	Internetové zdroje.....	51
7.3	Právní předpisy.....	51
8.	Přílohy	52
8.1	Mapové přílohy	52
8.2	Textové přílohy	69
8.3	Obrazové přílohy.....	70

1. Úvod

Obojživelníci jsou jednou z nejvíce ohrožených skupin organismů na planetě. Celosvětový trend vývoje populací ukazuje pokles, vymření čelí stovky druhů obojživelníků (Stuart *et al.* 2004, Grant *et al.* 2016, Arntzen *et al.* 2017). Přestože první varování ze strany vědecké obce bylo vysloveno před několika desetiletími, nepodařilo se tento trend ani zmírnit, natož zvrátit (Grant *et al.* 2016). Příčin tohoto trendu je více a mění se na škále od lokálních po celosvětové. Nejčastěji diskutovanými jsou ztráty biotopů a jejich změny, fragmentace krajiny, UV-B záření, chemická kontaminace prostředí (Blaustein *et al.* 2003, Grant *et al.* 2016, Arntzen *et al.* 2017) a patogeny (Murray *et al.* 2009, Olson *et al.* 2013, Lips 2016, Blaustein *et al.* 2018).

S fragmentací krajiny úzce souvisí dopravní, a především silniční síť. V České republice bylo k roce 2016 přes 55 tisíc km silnic, tedy 707 m/km² (ČSÚ 2016). Problematice vlivu silniční dopravy na populace obojživelníků bylo v zahraničí věnováno poměrně značné úsilí, a to jak na poli výzkumu (Fahrig *et al.* 1995, Kobylarz 2001, Carr & Fahrig 2001, Mazerolle 2004, Gibbs & Shriver 2005, Puky 2005), tak na straně praktického využití poznatků z těchto výzkumů, včetně hodnocení účinnosti jednotlivých využívaných opatření (Puky 2003, Mata 2003, Mikátová & Vlašín 2004, Beebee 2013).

Silniční doprava ovlivňuje populace obojživelníků různými způsoby. Tím nejviditelnějším je přímá mortalita jedinců pod koly jedoucích vozidel. V Evropě byla tato úmrtnost zaznamenávána již na počátku 20. století a první zmírňující opatření začala být realizována v druhé polovině 20. století (Puky 2003).

V České republice je praktická ochrana obojživelníků na poměrně vysoké úrovni. Kolizní místa obojživelníků a dopravy jsou průběžně monitorována a databáze je doplňována o nové poznatky. V roce 2004 byl publikován přehled těchto míst s praktickými doporučeními zmírňujících opatření (Mikátová & Vlašín 2004), který se pod správou AOPK průběžně aktualizuje a je k dispozici i veřejnosti na MapoMatu (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>). Kritická místa jsou sledována a na části z nich se realizují dočasná i trvalá opatření pro snížení přímé mortality. Výčet opatření, která je možno realizovat na ochranu pohybu obojživelníků přes komunikace, je velmi podrobně zpracován v publikaci ČSOP (Mikátová & Vlašín 2004). Jedná se jak o opatření dočasná (dopravní značení, uzávěra komunikace, přenášení jedinců ze silnice, dočasné bariéry), tak

o opatření trvalá (bariéry trvalé, pořízení náhradního místa rozmnožování). Každé z těchto opatření má jinou účinnost a také finanční náročnost. Účinnosti jednotlivých typů opatření je věnován poměrně velký počet publikací (Arntzen *et al.* 1995, Mata 2003, Mikátová & Vlašín 2004, Colino-Rabanal & Lizana 2012, Beebee 2013), leč finanční náročnosti jednotlivých opatření taková pozornost v odborné literatuře věnována není (Arntzen *et al.* 1995, Jílková 2010). Pro efektivní využití financí na ochranu obojživelníků je ideální účinná metoda s dlouhodobě nízkými náklady.

Společnost NaturaServis s.r.o. se zabývá (nejen) praktickou ochranou obojživelníků od roku 2004. Nedílnou součástí jsou realizace preventivních opatření proti vstupu obojživelníků do nebezpečných prostor (silnice, stavba). Díky realizaci těchto opatření vznikla rozsáhlá databáze dat o odchytech obojživelníků. Zpracováním těchto dat je možné přinést informace o využití odchyťových pastí v průběhu celé sezóny a tím i porovnat efektivnost opatření instalovaných na různě dlouhou dobu. Tu je možné porovnat s náklady jednotlivých opatření a v praxi poté zvolit takové, které bude splňovat podmínku nejvýhodnějšího poměru cena/výkon.

1.1 Cíle práce

Cílem této práce je umožnit porovnání efektivity, tedy podílu zachycených jedinců z celoročního provozu, s vynaloženými náklady u různých typů opatření realizovaných na ochranu populací obojživelníků před střety s dopravou. Zájemcům o problematiku by měla nabídnout informace o variantách řešení, na jejichž základě by bylo možné zvolit nejvýhodnější aplikaci pro danou lokalitu z hlediska efektivity i finančních nákladů.

K tomuto závěru by měly posloužit následující dílčí úkony.

- Přinést přehled možných realizací dočasných a trvalých bariér, včetně vyhodnocení nákladů na jejich realizaci. Tyto varianty byly hodnoceny ve dvou lokalitách popsaných níže, konkrétně v lokalitách Staré Nechanice a Červený Kostelec;
- Vyhodnotit vytížení bariér v průběhu celé sezóny na základě dat získaných společností NaturaServis s.r.o. Tento poměr vytížení dočasných bariér je možné využít pro vyhodnocení efektivity různých variant opatření;
- Porovnat efektivitu a nákladnost dočasných a trvalých bariér a najít tu nejvýhodnější variantu. Stejně jako u prvního dílčího cíle byly jako vzorové lokality využity Červený Kostelec a Staré Nechanice;

- Vytvořit jednoduchý nástroj pro výpočet nákladů na trvalé a dočasné bariéry a jejich porovnání. Tento nástroj byl vytvořen tak, aby jej bylo možné uplatnit na jakékoliv zájmové lokalitě.



Fotografie 1. Skokan ostronosý v amplexu ©Anna Kozáková

2. Rešerše

Za účelem uvedení do problematiky ochrany tahů obojživelníků zde tato práce přináší orientační charakteristiku obojživelníků vyskytujících se v České republice, informace o struktuře jejich migračních, disperzních a pohybových aktivit a dále přehled opatření, která jsou realizována na jejich ochranu při střetu s dopravní sítí.

2.1 Obojživelníci v České republice

Tato kapitola nabízí orientační přehled informací o obojživelnících, kteří se vyskytují na území České republiky a současně jejichž odchytová data byla zpracována v rámci této práce (tj. byli zaznamenáváni v rámci transferů).

2.1.1 Ocasatí obojživelníci

Čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*)

Jedná se o našeho nejběžnějšího ocasatého obojživelníka s rozšířením od nížin, přes pahorkatiny až k maximální výšce 1000 m n. m. (Dungel & Řehák 2005). Světově je nejvyšší zaznamenaný výskyt je v 2150 m n. m. (Trochet *et al.* 2014). Při rozmnožování preferuje mělké, menší, až středně velké plochy, do kterých masově migruje z terestrických hibernačních stanovišť v časném jaře (Baruš & Oliva 1992). Jedná se o polygynní druh. Samice klade okolo 300 vajíček (Trochet *et al.* 2014), které jednotlivě lepí na listy vodních rostlin. Dospělí jedinci opouštějí vodní prostředí v průběhu června, metamorfovaní jedinci od července až do konce sezóny (Dungel & Řehák 2005). Terestrickým biotopem je spíše otevřená krajina. Je ohrožen úbytkem vhodných biotopů, intenzivním hospodařením s aplikací biocidů a fragmentací krajiny. Jarní tah u čolků má průměrnou délku 400 m a probíhá v relativně krátkém období, v březnu a dubnu, dle nadmořské výšky a klimatických podmínek. O dalších pohybech čolků nejsou k dispozici dostatečné údaje (Mikátová *et al.* 2002).

Čolek horský (*Ichthyosaura alpestris*)

Druh středních až vyšších poloh, v České republice se vyskytuje od 350 m n. m. do 1200 m n. m. (Mikátová *et al.* 2002), celosvětově do 2500 m n. m. (Trochet *et al.* 2014). Rozmnožuje se v menších vodních plochách, kde samice klade okolo 260 vajec (Trochet *et al.* 2014). Preferuje zastíněné biotopy a jeho terestrickým stanovištěm jsou lesní biotopy,

což souvisí s jeho citlivostí na teplotní výkyvy, obzvlášť v jarním období (Mikátová *et al.* 2002). Vodní biotop po rozmnožování opouští dospělí jedinci v letních měsících, larvy pak po metamorfóze, která nastává od srpna do října, v některých případech až další sezónu (Dungel & Řehák 2005). Stejně jako čolek obecný je ohrožen především úbytkem vhodných biotopů, aplikací biocidů a fragmentací krajiny (Mikátová *et al.* 2002).

Čolek velký (*Triturus cristatus*)

Tento druh se vyskytuje v nižších až středních polohách, v České republice do 800 m n. m. (Mikátová *et al.* 2002), světově do 1750 m n. m. (Trochet *et al.* 2014). Tento druh čolka přezimuje jak na souši (spíše samice), tak ve vodě (spíše samci). I z toho důvodu preferuje větší a hlubší vodní plochy. Pokud přezimuje v terestrickém prostředí, přichází na rozmnožovací stanoviště v březnu a setrvává zde do července. Samice klade 400 vajec, která upevňuje na vodní makrofyta (Dungel & Řehák 2005). Larvy metamorfují od pozdního léta až do podzimu a část z nich v této době opouští vodní prostředí. Vzhledem k jeho citlivosti na zvýšenou kyselost vody a chemické znečištění je silně ohrožen intenzivním hospodařením. Tím že preferuje větší vodní plochy, pro přezimování i hlubší, je jeho početnost negativně ovlivněna zazemňováním vhodných biotopů, intenzivním rybářstvím a chovem kachen (Mikátová *et al.* 2002).

2.1.2 Žáby

Blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*)

Preferuje nížiny a střední polohy 300–500 m n. m. (Dungel & Řehák 2005). Jedná se o druh s převažující aktivitou v noci, den přečkává v úkrytu, nejčastěji zahrabaná v zemi až 1 m hluboko (Baruš & Oliva 1992). Z toho důvodu preferuje stanoviště s lehkými půdami písčitého, až hlinitopísčitého charakteru v blízkosti větších vodních ploch, případně v nivách řek (Mikátová *et al.* 2002). Samice klade šňůry v počtu až 2500 vajec, které uchycuje k vodní vegetaci ve vodním sloupci (Trochet *et al.* 2014). Pro rozmnožování vyžaduje lokality s hlubší vodou. Dospělci opouštějí vodní biotop velmi krátce po rozmnožování od května až do června, metamorfovaní jedinci od července do října, v některých případech až další sezónu (Dungel & Řehák 2005).

Ropucha obecná (*Bufo bufo*)

Jde o nejběžnější druh České republiky, rozšířený od nížin až do horských oblastí (Dungel & Řehák 2005), v zahraničí se vyskytuje ve výškách až do 2500 m n. m. (Trochet *et al.* 2014). Jedná se o druh s převážně noční aktivitou a výrazně masovým tahem. Obývá nejrozličnější typy biotopů a je velice přizpůsobivá. Pro rozmnožování využívá širokou škálu vodních biotopů, od rybníků až po malé tůně. Preferuje hlubší vodní sloupec (70 cm), ale pokud takovýto biotop není v dosahu, je schopná se úspěšně rozmnožovat i v mělkých vodách (Mikátová *et al.* 2002). Samice klade šňůry v počtu až 10000 vajec (Trochet *et al.* 2014). Dospělci opouštějí vodní biotop krátce po rozmnožování a většinu sezóny tráví v terestrickém prostředí. Metamorfovaní jedinci opouštějí vodní prostředí v letních měsících, a to masově (Dungel & Řehák 2005). Ohrožena je chemickým znečištěním vodních ploch, které využívá k rozmnožování, a fragmentací krajiny. Jarní tahy a tahy metamorfovaných mláďat jsou často soustředěné do několika dnů a mají masový charakter. Dospělci migrují na místa rozmnožování i několik kilometrů vzdálených (Mikátová *et al.* 2002).

Ropucha zelená (*Bufotes viridis*)

Tento druh obývá nižší a střední polohy do 450 m n. m. Preferuje a pro rozmnožování využívá mělké, často periodické vodní plochy s hodně prohřátou vodou. Tahy na rozmnožovací stanoviště nejsou tak masové jako u ropuchy obecné (Dungel & Řehák 2005). Samice snáší šňůry obsahující až 15000 vajec (Trochet *et al.* 2014). Vývoj k metamorfóze je v teplé vodě velmi krátký, první metamorfovaní jedinci opouštějí vodní prostředí už v červnu. Dospělci tráví období mimo rozmnožovací sezónu v terestrickém prostředí s typicky stepním a lesostepním charakterem. Ohrožena je likvidací biotopů vhodných k rozmnožování a chemickým znečištěním prostředí. Jarní tah probíhá v dubnu. (Mikátová *et al.* 2002).

Ropucha krátkonohá (*Epidalea calamita*)

Jedná se o druh obývajících nížiny a pahorkatiny v nadmořských výškách 170-550 m (Dungel & Řehák 2005). Preferuje terestrické i vodní biotopy raně sukcesních stádií s minimem vegetace, v současné krajině často antropogenně ovlivněné – pískovny, lomy, výsypky, staveniště (Mikátová *et al.* 2002). Období rozmnožování je u tohoto druhu dáno distribucí srážek, při kterých vznikají kaluže, které tento druh preferuje. Samice snáší

šňůry v počtu až 4000 vajec (Trochet *et al.* 2014) do mělké vody (do 10 cm), poté dospělí jedinci opouštějí vodní prostředí. Juvenilní jedinci opouštějí vodní prostředí po metamorfóze, která nastává 1-2 měsíce po vylíhnutí. Tento druh je v České republice kriticky ohrožený, především nedostatkem vhodných rozmnožovacích biotopů a neprostupností krajiny (Mikátová *et al.* 2002).

Skokan zelený (*Pelophylax esculentus*)

Jde o druh s těžištěm výskytu v nížinách a středních polohách do 700 m n. m. (Dungel & Řehák 2005), mimo území České republiky až do nadmořské výšky 1550 m (Trochet *et al.* 2014). Skokan zelený je součástí skupiny zelených (vodních) skokanů. K rozmnožování využívá trvalé vodní plochy, do kterých v průběhu května samice klade snůšky o průměrná velikosti 2000 vajec, v případě vhodného počasí i opakovaně v průběhu roku (<https://www.biolib.cz>). Tento druh se celou sezónu zdržuje v blízkosti vodního prostředí. Ohrožen je úbytkem vhodných stanovišť, chemickým znečištěním a intenzivním rybochovem.

Skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*)

Tomuto druhu se daří v teplých nížinách do nadmořské výšky 300 m (Dungel & Řehák 2005), mimo území České republiky byl výskyt zaznamenán i v nadmořské výšce okolo 2000 m (Trochet *et al.* 2014). Stejně jako ostatní vodní skokani využívá široké spektrum trvalých vodních ploch a je možné ho najít i u tekoucích vod, v blízkosti kterých se zdržuje celou sezónu (<https://www.biolib.cz>). Z vodních skokanů má největší snůšku, která může obsahovat i více jak 10000 vajec. Ohrožen je úbytkem vhodných stanovišť, chemickým znečištěním a intenzivním rybochovem.

Skokan krátkonohý (*Pelophylax lessonae*)

Ze skupiny zelených skokanů má těžiště výskytu v nejvyšších nadmořských výškách, v České republice v kraji Vysočina (Dungel & Řehák 2005). Pro rozmnožování preferuje mělké a osluněné vodní plochy trvalého charakteru. Snůška obsahuje průměrně 2000 vajec (Trochet *et al.* 2014). Jedná se o druh velmi citlivý na změny prostředí a jeho populace negativně reaguje především na znečištění vodního prostředí (Dungel & Řehák 2005).

Skokan hnědý (*Rana temporaria*)

Jedná se o druh velice nenáročný na kvalitu prostředí s výskytem po celé České republice. Je náročnější na kvalitu terestrického biotopu než ropucha obecná, a to konkrétně na vlhkost (Dungel & Řehák 2005). Na kvalitu vodního prostředí nemá specifické nároky, rozmnožuje se i v mírně průtočných vodách, rybnících, tůních, vodních nádržích a dalších vodních plochách (Mikátová *et al.* 2002). Samice klade až 4000 vajec v jednom neohraničeném shluku (Trochet *et al.* 2014). Metamorfování jedinci opouštějí vodní prostředí krátce po metamorfóze v závislosti na klimatických podmínkách od června do konce sezóny (Dungel & Řehák 2005). U tohoto druhu je zaznamenán silný propad početnosti. Ohrožen je v období rozmnožování intenzivním rybochovem, změnou vodního režimu v krajině a v terestrických biotopech fragmentací krajiny. Jarní tah probíhá velice brzy na jaře a díky nízkým teplotám a výkyvům počasí není tak masový jako u ropuchy obecné, přesto je velmi snadno identifikovatelný (Mikátová *et al.* 2002).

Skokan štíhlý (*Rana dalmatina*)

Území České republiky je severním okrajem výskytu tohoto druhu, jenž obývá lokality do nadmořské výšky 400 m (Dungel & Řehák 2005). Jedná se o druh, který vodní biotop obývá výhradně v období rozmnožování, většinu sezóny pak tráví v terestrickém prostředí, často v lokalitách značně vzdálených od vody. Charakteristická jsou stanoviště lesostepí, okraje lesů, skalní stepi. K rozmnožování upřednostňuje osluněné, zarostlé, trvalé vodní plochy (Mikátová *et al.* 2002), kde samička snáší snůšku o počtu maximálně 1600 vejčích (Trochet *et al.* 2014). V období rozmnožování je ohrožen, stejně jako ostatní hnědí (suchozemští) skokani, intenzivním rybochovem a změnou vodního režimu v krajině a v terestrických biotopech fragmentací krajiny (Mikátová *et al.* 2002).

Skokan ostronosý (*Rana arvalis*)

Jde o druh vyskytující se v nížinách a středních polohách do 600 m n. m. (Dungel & Řehák 2005). Ve vodě se dospělí jedinci zdržují výhradně v období rozmnožování, které probíhá v březnu nebo dubnu v průběhu jednoho až dvou dnů. Poté se vyskytuje v terestrickém prostředí v blízkosti vodních ploch, vodních toků, mokřadů, v rašelinistních biotopech, vlhkých listnatých lesích, případně na okrajích polí. Stejně jako ostatní hnědí skokani preferuje stabilní vodní plochy a litorální pásmo rybníků a vodních nádrží (Mikátová *et al.*

2002). Snůška může obsahovat až 3000 vajec (Trochet *et al.* 2014). Příčiny ohrožení jsou stejné jako u ostatních hnědých skokanů.

2.2 Tahy obojživelníků a riziko úmrtí na silnici

Důvod, proč jsou obojživelníci skupinou živočichů silně ohroženou střety se silniční dopravou je několik. Jedním z nich je to, že se jedná o druhy s komplexními nároky na prostředí. V průběhu vývoje jedince potřebují vodní i terestrické stanoviště. Vývoj jedince od vajíčka přes larvální stádium po metamorfózu probíhá u tuzemských druhů ve vodním prostředí. Požadavky na tato stanoviště jsou, jak je zmíněno výše, druhově specifické a stejně tak i pohyb jedinců mezi těmito lokalitami (Mikátová *et al.* 2002). Jsou-li terestrická a vodní/mokřadní stanoviště oddělena silnicí, může dosahovat podíl úmrtí obojživelníků na celkových úmrtích obratlovců více jak 90 % (Glista *et al.* 2008). Holden (2002) uvádí, že na silnicích častěji umírají žáby než ocasatí, což je dáno jednak vyšší ochotou žab rozmnožovat se ve větších vodních plochách (typicky rybníky), po jejichž hrázi často vedou dopravní komunikace a také vyšším počtem metamorfovaných jedinců, kteří se po metamorfóze přesouvají zpět do terestrických biotopů.

Právě masové tahy obojživelníků dané ročním obdobím a klimatickými podmínkami a konkrétními druhy jsou při střetu se silniční sítí nejvíce viditelné. A také na ně míří nejvíce zmírňujících opatření. Nezanedbatelná část migrace ale nemá tak masivní projev, a proto jí není věnována taková pozornost.

2.2.1 Tahy pravé (migrace)

2.2.1.1 Jarní tahy na rozmnožovací stanoviště

Jedná se o tah pohlavně dospělých jedinců ze zimoviště na rozmnožovací stanoviště. Tah probíhá v závislosti na počasí, teplotě, nadmořské výšce a konkrétním druhu (Arnfield *et al.* 2012, Blaustein *et al.* 2001, Timm *et al.* 2007). Jde často o masové tahy, které začínají v České republice již v předjaří, dle aktuálních teplot v dané lokalitě již v únoru, tedy ještě často v čase sněhové pokrývky (Mikátová *et al.* 2002). Nejvíce jsou zaznamenávány masové jarní tahy u ropuchy obecné. Je to dáno jednak tím, že se jedná o naši nejběžnější žábu, a také tím, že v době jarní migrace překoná největší vzdálenosti (Kovář *et al.* 2009). Velmi podobně masový projev jarní migrace mají hnědí skokani, u kterých je, stejně jako u

ropuchy obecné, rozmnožovací období krátké. Naopak u druhů s prodlouženou dobou rozmnožování, tedy u zelených skokanů nebo například u čolka velkého (Trochet *et al.* 2014), kde období rozmnožování probíhá i několik týdnů, není tento jarní tah ostře časově ohraničen, a tím je i těžší ho zaznamenat a cílit na něj ochranná opatření.

2.2.1.2 Zpětný tah dospělých jedinců z místa rozmnožování

Vzhledem k tomu, že někteří dospělí jedinci zůstávají v místě rozmnožování po delší dobu, nejedná se o tak masový a úzce časově ohraničený tah. Jeho začátek se prolíná s koncem jarního tahu na rozmnožovací stanoviště a pokračuje až do konce sezóny – tedy až do podzimních měsíců (Mikátová *et al.* 2002). Tím, že tento tah není tak soustředěný do jednoho krátkého období, je méně často předmětem ochranných opatření. Například AOPK eviduje a v aplikaci MapoMat (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>) uveřejňuje 572 kolizních míst obojživelníků se silniční dopravou, ale pouze u 53 z nich je uveden i jiný tah než jarní migrace.

2.2.1.3 Tah metamorfovaných jedinců

Masový tah čerstvě metamorfovaných jedinců je známý u ropuchy obecné a u skokana hnědého (Mikátová *et al.* 2002). To ovšem neznamená, že by jiné druhy neohrožovalo riziko střetu čerstvě metamorfovaných mláďat s koly jedoucích vozidel. Tato skutečnost je pouze méně viditelná, protože například u čolků obecných je kadáver juvenilního jedince po vylisování koly jedoucích vozidel velice těžko patrný, na rozdíl od kadáveru například dospělé ropuchy obecné (Hemelaar 1988, Verrell & Francillon 1986). Viditelnost těchto úmrtí a tím i kolizního úseku jako takového, je ovlivněna i konkrétním druhem a jeho morfologií. Snáze odhalitelné jsou lokality s tahem ropuch, blatnic, případně skokanů. U ocasatých Hells & Buchwald (2001) uvádějí zhruba 7% pravděpodobnost zaznamenání kadáveru na komunikaci.

Vývoj larev a období jejich metamorfózy je také druhově specifický a může (dle druhu a počasí) probíhat od několika týdnů až do další sezóny (Mikátová *et al.* 2002). Tím je u rizikových úseků s výskytem více druhů obojživelníků obtížné cílit opatření na ochranu těchto tahů. Kolizní úsek s tahem metamorfovaných jedinců je tak v aplikaci MapoMat (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>) evidován pouze jeden.

2.2.1.4 Podzimní tah na zimoviště

Jedná se o přesun jedinců z letních pobytových stanovišť na zimoviště. Druhově i dle lokality probíhá od srpna až do pozdního podzimu (Rozínek 2011).

2.2.2 Nepravé tahy

Jedná se o nemasové přesuny jedinců či části populace za potravou, případně případy disperze do nových lokalit. Počty takto migrujících jedinců jsou ovlivněny počasím a dalšími, nám dosud neznámými podmínkami (Mikátová *et al.* 2002). Jedná se tedy o pohyby jedinců jen velice těžko předvídatelné a časově neohraničené. Tyto nepravé tahy jsou naprosto stěžejní pro genetický tok v metapopulacích obojživelníků, stejně jako disperze juvenilních jedinců. (Sinsch 2014).

2.3 Opatření k ochraně obojživelníků na silnicích

Na ochranu obojživelníků při jejich pohybu krajinou jsou realizovány různé typy opatření. Jsou to opatření s různou efektivitou, s různou náročností. Tato kapitola přináší přehled těchto opatření se zaměřením na dočasné a trvalé bariéry.

2.3.1 Dočasné bariéry

Dle evidence AOPK jsou dočasné migrační bariéry v současné době budovány na více než 100 úsecích v ČR (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>). Jedná se o konstrukce zábran kombinované případně s odchyťovými padacími pastmi dle toho, jedná-li se o bariéru odchyťovou či bezodchyťovou (Mikátová *et al.* 2004, Rozínek 2011). Tento způsob ochrany obojživelníků může být poměrně efektivní, ale dává prostor mnoha chybám při realizaci.

Zde je heslovitý výčet nejčastějších chyb dle Vojara (2007) a Rozínka (2011):

- Nevhodná lokalizace zábran (je třeba před instalací provést průzkum);
- Použití nevhodného materiálu: ideální je hladký materiál – například fólie. Arntzen (1995) ovšem uvádí jako vhodný materiál jemné králičí pletivo, případně netlon;
- Nedostatečná údržba bariéry. Při porušení celistvosti zábrany se výrazně snižuje její efektivita;

- Špatně umístěné odchyťové nádoby. Většina živočichů se pohybuje těsně podél bariéry, a je-li nádoba umístěna v byť malé vzdálenosti od zábrany, obejdou ji a nedojde k zachycení jednotlivce. Totéž platí v případě, kdy není okraj odchyťové nádoby zarovnan s okolím;
- Chybějící opatření proti podhrabání bariéry;
- Nevhodné odchyťové nádoby – jde například o mělké nebo příliš hluboké nádoby bez okruží a bez odvodňovacích otvorů;
- Nedostatečná kontrola odchyťových nádob, nízká frekvence a kontrola úkrytů;
- Špatné zacházení se odchycenými živočichy;
- Nedostatečně pečlivá, nepřesná a málo obsáhlá evidence odchycených jedinců, nedostatečné zaměření odchyťových nádob a teplot, případně dalších dat;
- Neodstranění dočasných bariér a odchyťových nádob po ukončení odchytů.



Fotografie 2: Příklad špatné instalace dočasné bariéry a odchyťové nádoby. Odchyťová nádoba nemá okraj na úrovni okolí, spodní část fólie není přihrnutá, bariéra je plně prostupná. ©Roman Rozínek

2.3.1.1 Materiál na stavbu dočasných bariér

Vhodné, i když ne plně optimální, jsou dvě varianty fólie, které se používaly na konci minulého století a které se na některých lokalitách se používají i v současné době. Jde o elektrikářskou a krycí igelitovou fólii. S krycí fólií se při terénních pracích velmi dobře manipuluje a je vyhovující jako ochrana méně pohyblivých druhů (např. čolků, skokana hnědého, ropuchy obecné, kuněk a blatnice). Další výhodou je možnost ji využívat i několik sezón po sobě, pokud je přes zimu vhodně uskladněna (Rozínek 2011). Jako naprosto nevhodné se jeví dřevěné, plastové, případně plechové desky. Jednak se s nimi v terénu špatně manipuluje, jednak zde hrozí poměrně velké riziko zcizení.

Mnohaleté praktické zkušenosti ve společnosti NaturaServis s.r.o. potvrdily, že nejvhodnějším materiálem je kaširovaná fólie PPH 70+25 g/m², o šířce 65–75 cm. Fólie je hladká, pevná, odolná povětrnostním vlivům i UV záření a odolá také nárazu zvěře. S tímto materiálem se v terénu dobře pracuje (Rozínek 2011).

Při instalaci bariéry je třeba vytvořit na horním okraji fólie drobný lem či záhyb proti směru tahu živočichů, který zabraňuje bariéru překonat druhům, kteří jsou dobrými lezci, a zároveň i hadům. Dostatečná výška bariéry je 50 cm, v lokalitách s výskytem skokana štíhlého 60 cm (Příloha Obr.1).

K instalaci dočasné bariéry je třeba použít kolíky. Při instalaci se dle terénu umísťují ve vzdálenosti 1–1,5 m od sebe. Jako nejvhodnější se jeví dřevěné kolíky o délce 1 m a rozměrech 4×4 cm. Na tyto kolíky se fólie připevňuje sponkami, na každý kolík je třeba využít 8-12 sponek. Jako odchytné nádoby se nejlépe osvědčují desetilitrové plastové kýble s kolmými stěnami. Ke každé nádobě je třeba mít připravené okružní víko, do kterého je vyříznutý otvor tak, aby po nasazení na vědro vznikl cca 5 cm široký okraj, který zabrání živočichům z pasti utéct.



Fotografie 3: Dočasná bariéra s instalovanou odchyťovou pastí ©Roman Rozínek

2.3.1.2 Bezodchyťová dočasná bariéra (naváděcí)

Tento typ bariéry je možné využít při ochraně obojživelníků před střetem s vozidly, ale pouze v případě, že je možné živočichy nasměrovat do zařízení umožňujícího silnici překonat (tedy most, propustek, podchod...). Tím je migrace živočichů i nadále umožněna. Při tomto typu konstrukce je nutné mít jistotu, že zařízení k průchodu přes silnici je vhodné a využitelné pro zájmové druhy. Dočasnou bezodchyťovou bariéru (naváděcí) je možné instalovat podél silnice v úseku serpentín, kde mají obojživelníci tendenci zkracovat si cestu. Nutné je dočasnou naváděcí bariéru instalovat z obou stran cesty, tak aby byli živočichové chráněni také při zpětném tahu (Rozínek 2011).

2.3.1.3 Odchyťová dočasná bariéra (jarní migrace)

Jde o nejčastější způsob instalace dočasných odchyťových bariér. V podmínkách ČR se jedná o aktivitu financovanou částečně z dotací, částečně jde o dobrovolnickou aktivitu škol, neziskových organizací, případně nadšenců odborné i laické veřejnosti. Je využívána tam, kde živočichy není možné navádět do zařízení určeného k překonání komunikace. Cílem je do odchyťových nádob odlovit všechny jedince, kteří narazili na bariéru. Tím, že ji nepřekonají, Jsou nuceni se pohybovat podél ní, dokud nespádnou do padací pasti.

Obsluha tyto živočichy přenáší ve směru migrace na opačnou stranu komunikace. Kontrola odchyťových nádob musí probíhat minimálně jednou denně, a to v brzkém ránu (Rozínek 2011).

Vzhledem k tomu, že jde o nakládání se zvláště chráněnými druhy živočichů, je třeba tuto činnost vykonávat s maximální opatrností a pečlivostí a postupovat v rámci zákonného rámce. To obnáší mimo jiné i získání výjimky z ochranných podmínek zvláště chráněných živočichů dle zákona 114/1992 Sb. (Mikátová *et al.* 2004). Tento způsob ochrany obojživelníků s sebou přináší poměrně velká rizika. Tím, že je tato bariéra instalována jen z jedné strany komunikace, jak již bylo zmíněno, překrývá se zpětný tah živočichů z rozmnožovacího stanoviště s jarní migrací. Dochází poměrně často k situaci, kdy dočasná bariéra brání vracejícím se jedincům v průchodu a zdržuje je tak v rizikovém úseku u silnice, nebo dokonce přímo na vozovce (Rozínek 2011).

2.3.1.4 Odchyťová dočasná bariéra (jarní migrace a zpětný tah)

Technologie a princip této instalace je stejný jako u předchozí varianty, pouze s tím rozdílem, že je odchyťová bariéra vybudována z obou stran komunikace tak, aby byli ochráněni živočichové nejen migrující na rozmnožovací stanoviště, ale také jedinci vracející se zpět. Vzhledem k tomu, že zpětný tah není tak ostře časově ohraničen a trvá delší dobu, není tento způsob z důvodu vyšších nákladů tak často využíván.

2.3.1.5 Celoroční dočasné odchyťové bariéry

V současné době je tato forma využívána téměř výhradně jen při ochraně živočichů před vstupem na staveniště liniových staveb. Kromě ochrany všech typů migrací zároveň slouží ke stanovení úseků s nejvyšším migračním tlakem a k určení druhového složení populací obojživelníků v okolí budoucích liniových staveb. Tato data je poté možné využít pro určení optimálního umístění trvalých bariér a pro stanovení jejich parametrů.

2.3.2 Trvalé bariéry

Trvalá bezodchyťová bariéra, je-li dobře instalována, chrání všechny tahy obojživelníků. Jedná se o naváděcí bariéru. Podmínkou její funkčnosti je instalace průchodů pro obojživelníky nebo navádění živočichů do vhodných propustků či podmostí (Anděl *et al.* 2011). Jedná se o opatření dlouhodobého charakteru s minimálními nároky na údržbu.

Trvalá bariéra je zpravidla budována oboustranně podél liniové stavby a tím zajišťuje ochranu všech typů migrací, a to celoročně.

2.3.2.1 Materiál na stavbu trvalých bariér

Betonové trvalé bariéry jsou betonové dílce sesazené do bariéry. Nevýhodou je, že pohyblivější jedinci mohou tuto bariéru překonat. Je možné ji modifikovat instalováním horního lemu, který tomu zabrání. Další nevýhodou je vysoká hmotnost jednotlivých dílů a nutnost dokonale rovného podkladu. Při instalaci v členitém terénu dochází k vzniku mezer mezi jednotlivými dílci, čímž je porušena celistvost a funkčnost celé konstrukce.

Polymerbetonové prefabrikáty (ACO) jsou vyrobené z vysoce trvanlivého materiálu. Dílce jsou osazené bočními zámky a díky tomu je možné je sesadit a zamezit tak mezerám mezi díly. Jsou vhodné k instalaci do méně členitého terénu a jejich výhodou je samonosnost. Nevýhodou je jejich vysoká hmotnost a nutnost ukládat je do betonového lože (Příloha Obr. 2).

Plastové bariéry z recyklovaného materiálu jsou výhodné díky své velmi nízké hmotnosti, která umožňuje, na rozdíl od předchozích variant, instalaci bez mechanizace. Díly je možné kotvit přímo do země, není tedy třeba připravovat betonové lože. Tento typ bariéry má vysokou trvanlivost a je možné ho využít i v členitějším terénu. Velikou nevýhodou je tepelná dilatace. Při instalaci tohoto typu bariéry je třeba brát tuto vlastnost v potaz, aby nedošlo ke vzniku mezer mezi jednotlivými díly (Příloha Obr. 3).

Bariéra ze žárově zinkovaného plechu nabízí výhodu snadné instalace, možnost využití i ve velmi členitém terénu a nízkou hmotnost, což celou instalaci výrazně usnadňuje. Jednotlivé dílce mají speciální profilování, které účinně brání drobným živočichům v překonání této bariéry (Příloha Obr. 4). Dílce se ukotvují na železné (taktéž zinkované) kolíky, což zajišťuje její stabilitu a zároveň, v případě nutnosti i možnost dočasné deinstalace. Na straně komunikace je tento systém přihrnut zeminou tak, aby ji zvířata, která se na komunikaci ocitnou, mohla bezpečně opustit. Menší nevýhodou tohoto systému je ve srovnání s předchozími typy jeho nižší životnost. Životnost výše jmenovaného materiálu je minimálně 30 let (Rozínek 2011).

2.3.2.2 Umístění trvalé bariéry

Jak je již uvedeno v kapitole 2.3.1.5, o přesném umístění tohoto typu bariéry je možné rozhodnout nejlépe na základě odchyťových dat z celoročních odchyťů na dočasné odchyťové bariéře. Tato data nám dají jasnou představu o počtu jedinců, druhovém složení, a hlavně o rozsahu migračních cest. Díky tomu je potom možné budovat trvalou bariéru nejeřektivnějším způsobem (Rozínek 2011).

2.3.2.3 Podchody pro obojživelníky

Trvalá bariéra je zpravidla bezodchyťová, a pro její funkčnost je tedy nutné, umožnit živočichům překonání komunikace bezpečným způsobem. V případě nové stavby je možné využít systém propustků, podchodů, případně mostních konstrukcí. V současné době je pro migrační průchodnost liniových staveb využívána metodika „Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy“ (Anděl *et al.* 2006). Tato metodika stanovuje jako podklad EIA i Rámcovou migrační studii, jejímž obsahem je i specializovaný průzkum migračních cest obojživelníků. Další zpřesňování umístění migračních objektů probíhá i po vydání stanoviska EIA a instalace celoročních dočasných bariér je v současné době standardem při výstavbě liniových staveb (https://portal.cenia.cz/eiasea/view/eia100_cr). V místech, kde je migrační prostupnost pro obojživelníky nedostatečná, je možné jak u nových staveb, tak u stávajících komunikací možné navrhnout instalaci podchodů přímo pro obojživelníky.

2.3.3 Ostatní opatření

Mezi opatření, která se dají využít pro ochranu obojživelníků před střetem s dopravou, je možné zahrnout i dopravní značení, případně uzávěru daného úseku silnice v kolizním místě a sběr migrujících obojživelníků na silnici.

2.3.3.1 Dopravní značení

Od 1.1.2016 platí v České republice nová dopravní značka „Pozor žáby“. Jedná se o výstražnou značku upozorňující na možnou srážku se specifickým druhem živočichů. Tato značka ovšem žádným způsobem neupravuje chování řidičů a je pouze na nich, zda daný úsek projedou ohleduplněji, či nikoliv. Všeobecně je možné toto dopravní značení využít jako dočasnou ochranu v lokalitě migrace, ideálně v kombinaci se značkou upravující

rychlost projíždějících vozidel. Dle MapoMatu (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>) je toto opatření aplikováno na 22 úsecích v České republice, převážně v lokalitách se slabou migrační intenzitou.

2.3.3.2 Uzávěra silnice

Jedná se o opatření, které má vysokou účinnost v případě velmi intenzivní jarní migrace. Jde o opatření dočasné a velmi účinné, obzvláště v lokalitách se silným provozem. Bohužel na komunikacích se silným provozem je velmi problematické získat povolení k uzávěře (Mikátová *et al.* 2002). Dle MapoMatu (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>) tento způsob opatření není v České republice aplikován na žádném kolizním úseku. Částečně je toto opatření aplikováno v lokalitě vodní nádrže Souš, kde každoročně probíhá silná jarní migrace přes silnici na hrázi tohoto vodního díla. Tato hráz je v zimním období uzavřena a díky tomu proběhne část migrace v období této uzávěry.

2.3.3.3 Sběr migrujících obojživelníků na silnici

Sběr migrujících jedinců je opatřením, které by mělo sloužit jako nouzové pro případ, kdy z časových, ekonomických či jiných důvodů není možné zorganizovat jiný postup. Toto opatření je časově velice náročné, protože je nutný celonoční odchyt migrujících jedinců v rizikovém úseku a jejich přenášení do bezpečného prostoru, případně na rozmnožovací stanoviště (Mikátová *et al.* 2002). Zároveň je tento způsob značně rizikový i pro pracovníky a je nutné dodržovat striktně bezpečnost pohybu na komunikaci.

Tento způsob ochrany obojživelníků je hojně využíván ve Velké Británii. Zde probíhá pod záštitou neziskové organizace rozsáhlá dobrovolnická aktivita „Toad patrol“. Od roku 1987 tato organizace pořádá každoroční sběr migrujících obojživelníků na rizikových úsecích. V roce 2018 takto ochraňovali 165 úseků a transferovali téměř 100 000 jedinců (www.froglife.org). Podobně rozsáhlá aktivita na ochranu migrujících obojživelníků probíhá i ve Švýcarsku pod organizací KARCH. Ta spravuje a udržuje rozsáhlou databázi kolizních úseků a pomáhá zorganizovat dobrovolnické aktivity na ochranu ohrožených jedinců. Na rozdíl od Velké Británie se zde více prosazuje ochrana pomocí dočasných bariér (<https://lepus.unine.ch/zsdb/>).

3. Metodika

Pro porovnání efektivity dočasných a trvalých bariér byla jako srovnávací kritéria zvolena jejich finanční náročnost a procentuální podíl zachycených jedinců daným typem opatření z celkového objemu jedinců zachycených za celou sezónu. Pro stanovení tohoto procentuálního podílu byla využita data získaná na celoročních odchyťových bariérách instalovaných společnostmi NaturaServis s.r.o. v rámci zmírňujících opatření realizovaných v souvislosti s výstavbou liniových staveb. Tato data byla dále zpracována tak, aby z nich bylo možné vyhodnotit procentuální podíl jedinců zachycených v jednotlivých měsících. Dále byly stanoveny náklady pro různé varianty opatření (dočasné bariéry instalované na různě dlouhou dobu, trvalé bariéry). Tyto hodnoty byly porovnány a bylo zvoleno nejvhodnější opatření. Pro toto opatření byla následně na dvou lokalitách vypracována finanční rozvaha.

3.1 Výběr a popis lokalit

Pro výpočet využití dočasných bariér v jednotlivých měsících byla využita data z čtyř staveb dálnic v České republice. Konkrétně se jednalo o stavby budoucích dálnic D11, D35, D47 a D3 v níže popsáných úsecích. Tyto lokality byly zvoleny z důvodu jednotnosti metodiky odchyťu zvířat a instalace dočasných odchyťových bariér. Celoroční dočasné odchyťové bariéry byly instalovány podél liniových staveb v úsecích s vyšší pravděpodobností migrace obojživelníků dle návrhu Rozínka (in verb 2019). Dvě lokality zvolené pro výběr nejvhodnějšího opatření jsou kolizní místa silnic s tahem obojživelníků ve Královéhradeckém kraji, konkrétně lokalita Staré Nechanice a Červený Kostelec. Tyto lokality byly zvoleny z důvodu jednotnosti metodiky instalace a odchyťu zvířat a také z důvodu kontinuity aplikace opatření dočasných odchyťových bariér po dobu více než 10 let stejnou metodou.

3.1.1 D11

Společnost NaturaServis s.r.o. instalovala a spravovala celoroční dočasné odchyťové bariéry při stavbě této dopravní komunikace od dálničního kilometru 42 až po současné úseky ve výstavbě D11/06 a D11/07 do Jaroměře. Ošetřovány byly všechny úseky rizikové z hlediska možné migrace drobných obratlovců: vodní toky přetínající stavbu, vodní plochy v blízkosti stavby a úseky vedené lesními komplexy. Území se nachází v

Královéhradeckém kraji severozápadně od Hradce Králové. Zájmové území se rozkládá podél stávající silnice I/33 (Hradec Králové – Jaroměř), zahrnuje 15 km úsek plánované stavby pro pokračování dálnice D11, 1106 a 1107 (Hradec Králové – Jaroměř). Jedná se převážně o zemědělskou krajinu, tvořenou zejména polními kulturami, doprovodnou vegetací v blízkosti několika vodotečí (Sendražický potok, Melounka, Olšovka, Trotina, Jordán), vodními plochami (Mlýnek), remízky a lučními stanovišti. V současné době je území intenzivně využíváno člověkem obytným účelům, průmyslové a zemědělské výrobě. Zbytky relativně přírodního prostředí jsou vázány na obtížně využitelné plochy, zejména v periodicky zamokřovaných polohách při vodních tocích (louky a ladem ležící travnaté pozemky, liniové porosty lužních dřevin, menší plochy lesa) (https://portal.cenia.cz/eiasea/view/eia100_cr). Příklad instalace úseků dočasných bariér na úseku D11/06 a D11/07 (Příloha Mapa 1–5, Obr. 5).

3.1.2 D35

Ošetřen byl úsek od křížení s dálnicí D11 na 126. dálničním kilometru po křížení s rychlostní silnicí I/37. Jedná se o stavbu v blízkosti Opatovického kanálu a význačných vodních ploch písňáků u Opatovické elektrárny. Trasa dálnice zde překračuje Rajskou strouhu, dvě ramena Opatovického kanálu a jeho bezejmenný přítok. Na této trase dále přetíná tři lesní komplexy převážně smíšených lesů. (Příloha Mapa 6, 7).

3.1.3 D47

Ošetřeny byly úseky výstavby D47/04, D47/05 a D47/06, tedy od obce Lipník nad Bečvou po obec Bílovec. Dálnice zde prochází Moravskou bránou, tedy krajinou převážně zemědělsky obhospodařovanou, s vysokým podílem orné půdy a nízkým zastoupením fragmentů lesa. Výjimku tvoří nivy potoků Loučka, Hlásenec, Jezernice, Žabník, Milenovský (Milenovec), Drahotušský Radíkovský, Velička, Ludina a několik bezejmenných potoků. Tyto nivy lze považovat i přes meliorační úpravy za cenné lokality v rámci zájmového území, jednak z hlediska ekologické stability území, jednak pro druhové složení fauny). Dotčené biokoridory, biocentra a interakční prvky lze obecně charakterizovat pouze jako potencionálně funkční vzhledem k dosavadním zásahům člověka. Prvky ekologické stability jsou mimo výše jmenované nivy potoků omezeny na remízky ve formě ostrůvků zeleně, na hájky, solitérní křoviny a stromy, na zamokřená místa se zelení podél melioračních svodnic, na několik rybníčků a litorálními pásy

náletových dřevin a na doprovodnou zeleň stávajících komunikací a lidských sídel. (Příloha Mapa 8, 9)

3.1.4 D3

Společností NaturaServis s.r.o. byl ošetřen úsek D3/07 Tábor-Soběslav a v současné době je ošetřován úsek D309/I a D309/II, tedy Bošilec-Úsilné. Trasa silnice v tomto úseku prochází krajinou zásadně pozměněnou člověkem. Většina délky trasy silnice vznikla rozšířením silnice již existující. Trasa se důsledně vyhýbá obytné zástavbě, pokud možno i vodním plochám a lesním komplexům. Rozšíření stávající linie místy obnáší zásah do okrajových porostů okolních lesů. Trasa silnice se nutně kříží se stávajícími liniemi v krajině. Nejčastěji jsou to vodoteče a jejich doprovodné nivy, které jsou v zájmovém území mírně ruderální. V konkrétních podmínkách koridoru navrhované dálnice byly nejcennějšími ekosystémy listnaté lesy, a to doubravy s příměsí lípy, javoru, v nivních polohách olšiny s příměsí vrby, střemchy a křovin. Dalším stabilizujícím prvkem v této krajině jsou vodní plochy a vodoteče přirozeného nebo polopřirozeného charakteru (Vyhnálek 2003). Příklad instalace na úsecích 309/I a 309/II (Příloha Mapa 10–30, Obr. 6)

3.1.5 Staré Nechanice

Jedná se o kolizní úsek komunikace II/324 mezi obcemi Staré Nechanice a Kobylice v okrese Hradec Králové. Tato komunikace odděluje rozsáhlý lesní komplex (zimoviště) od soustavy rybníků Malý Lhoták a Velký Lhoták, které jsou hojně využívány obojživelníky k rozmnožování. Intenzita dopravy v tomto úseku je (dle údajů Ředitelství silnic a dálnic z roku 2010) 2 923 motorových vozidel za 24 hodin, z toho přibližně sedmina jsou těžká motorová vozidla (<http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>). Tento poměrně silný provoz a výrazná intenzita migrace byly důvodem, proč zde od roku 2006 až do současnosti instaluje společnost NaturaServis s.r.o. dočasnou odchyťovou bariéru na období jarní migrace. Na této lokalitě bylo celkově zaznamenáno 10 druhů obojživelníků, a to rosnička zelená, ropucha obecná, ropucha zelená, skokan zelený, skokan hnědý, skokan štíhlý, skokan ostronosý, čolek horský, čolek velký a čolek obecný (Kozáková *et al.* 2018a). (Příloha Mapa 31, 32)

3.1.6 Červený Kostelec

Jedná se o kolizní úsek komunikace I/14 z Červeného Kostelce do Náchoda. Tato komunikace odděluje lesní a luční biotopy od rybníku Čermák. Vysoká intenzita dopravy odpovídá kategorii silnice I. třídy, tedy 4 248 motorových vozidel za 24 hodin, z toho 439 těžkých motorových vozidel (<http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>). Společnost NaturaServis zde instaluje každoročně dočasnou odchyťovou bariéru pro jarní migraci a zpětný tah dospělých jedinců. Na této lokalitě bylo zaznamenáno celkově 9 druhů obojživelníků: ropucha obecná, blatnice skvrnitá, kuňka obecná, skokan zelený, skokan hnědý, skokan štíhlý, čolek horský, čolek velký a čolek obecný (Kozáková *et al.* 2018a). (Příloha Mapa 33, 34)

3.2 Sběr dat

Terénní sběr dat prováděli pracovníci společnosti NaturaServis s.r.o. na dočasných bariérách celoročních, jarních i jarních se zpětným tahem, instalovaných toutéž společností. Kontrola odchyťových nádob byla prováděna na denní bázi. Zaznamenáván byl datum, druh, počet jedinců a lokalita (Příloha Text 1). Na některých lokalitách bylo zaznamenáváno i pohlaví odchycených jedinců a rozdělení na juvenilní a adultní jedince. Dočasná bariéra (jarní migrace) na lokalitě Staré Nechanice byla instalována od roku 2006 do roku 2018 vždy na období jarní migrace dle aktuálních klimatických podmínek (Příloha Obr.1). Ihned po ukončení jarního tahu byla deinstalována. Kontrola odchyťových nádob byla prováděna na denní bázi. Zaznamenáván byl datum, druh, počet jedinců, pohlaví a rozdělení na adultní a juvenilní jedince (Kozáková *et al.* 2018a). Dočasná bariéra (jarní migrace a zpětný tah) na lokalitě Červený Kostelec byla instalována od roku 2006 do roku 2018 vždy na období jarní migrace a zpětného tahu dle aktuálních klimatických podmínek. Ihned po ukončení zpětného tahu byla deinstalována. Kontrola odchyťových nádob byla prováděna na denní bázi. Zaznamenáván byl datum, druh, počet jedinců, pohlaví a rozdělení na adultní a juvenilní jedince (Kozáková *et al.* 2018b).

3.2.1 Úprava dat pro výpočet ročního využití bariér

Z kompletní nálezové databáze byla vybrána pouze data z celoročních bariér, tedy těch, které byly obsluhovány od počátku migrační sezóny do ukončení migrace. Z této sady dat byla odstraněna data o plazech. Dále nebyla využita data o druzích s velmi nízkým

zastoupením – kuňkách a rosničce zelené. Odchyťová data skupiny hnědých skokanů (skokan hnědý, skokan štíhlý, skokan ostronosý) byla pro další výpočty sloučena. Odchyťová data skupiny zelených skokanů taktéž (skokan skřehotavý, skokan zelený, skokan krátkonohý) a stejně tak ropuchy (ropucha obecná, ropucha zelená a ropucha krátkonohá). Stejným způsobem byli sloučeni čolci (čolek obecný, čolek velký a čolek horský).

Váha počtu zaznamenaných juvenilních jedinců byla snížena v závislosti na druhu. Jedná se o korekci na základě pravděpodobnosti přežití do dalšího roku (Altwegg 2003, Schmidt *et al.* 2012, Trochet *et al.* 2014). Schmidt (2012) uvádí pravděpodobnost přežití do dalšího roku u blatnice skvrnitě 0.2–0.4 v závislosti na pohlaví a datu metamorfózy, Trochet (2014) 0.42 (použita hodnota 0.40). Altwegg (2003) uvádí u skokana krátkonohého pravděpodobnost přežití do další sezóny 0.15–0.3 v závislosti na hustotě jedinců v larvárním stádiu a po metamorfóze (hodnota využitá pro celou skupinu zelených skokanů 0.225). Pro ropuchu obecnou je uváděna Trochetem *et al.* (2014) hodnota 0.10 (tato hodnota byla využita u všech druhů ropuch), u skokana hnědého 0.48 (hodnota využita pro celou skupinu hnědých skokanů), u čolka obecného hodnota 0.80 (využita u skupiny čolků).

3.2.2 Výpočet ročního využití bariér

Z odchyťových dat pro jednotlivé druhy zaznamenaných na celoročních dočasných bariérách byl vypočítán poměr využití odchyťových bariér pro jednotlivé měsíce s korekcí významnosti jedinců dle věku. Tento procentuální poměr využití byl vypočítán součtem adultních jedinců v každém měsíci a součtem zaznamenaných juvenilních jedinců v každém měsíci násobeném pravděpodobností přežití do dalšího roku.

3.2.3 Výpočet finanční náročnosti dočasných bariér

Pro výpočet nákladů na dočasné bariéry byl použit součet nákladů nezávislých na délce funkčnosti instalované bariéry, tedy náklad na zpracování návrhu opatření a závěrečné zprávy, náklady na materiál, dopravu materiálu a pracovníků, stavbu a deinstalaci, případně likvidaci materiálu. Dále byl vypočítán náklad na provoz odchyťové bariéry. Byl počítán pro každodenní kontrolu dvoučlennou pracovní skupinou. Doba, pro kterou byla počítána doba funkčnosti bariéry byla stanovena na 45 dní u jarní migrace, na 60 dní u

jarní migrace a zpětného tahu, na 184 dní u jarní migrace, zpětného tahu a ochrany juvenilů a na 245 dní u celoroční bariéry. V následujícím textu je pojmu cena používáno ve smyslu nákladově orientované ceny (tj. kalkulace), která se stanovuje součtem nákladů na jednotlivé výrobní faktory.

Do kalkulací jsou dle Francka (2013) zahrnuty následující druhy nákladů:

- **Náklady na materiál:** do kalkulace jsou započítávány pořizovací ceny materiálů/výrobků zjištěné pro cenovou úroveň roku 2019. Jsou oceněny pořizovacími cenami bez DPH. Jde vždy o nové, nikoliv opotřebené materiály, tj. v kalkulacích není nikde (v žádném propočtu) použita sleva;
- **Náklady na mzdy:** kalkulované v souvislosti s vynaložením práce v terénu při tvorbě opatření nebo v souvislosti s přípravou jednotlivých akcí, jako je inženýrská činnost, příprava konkrétních návrhů, zpracování harmonogramů, zajištění subdodávek, vč. nákladů na komunikaci a pomocné práce.

Mzdy jsou kalkulovány jako jednosložkové, tj. zahrnují v sobě jak základní, tak i pohyblivou složku mzdy. Tyto sazby dále obsahují náklady na sociální a zdravotní pojištění v zákonné výši, kalkulované jako procentní sazba platná pro rok 2019 a předepsaná příslušnými zákony jako pojistné hrazené zaměstnavatelem, kde základnou pro stanovení výše pojistného je položka přímé mzdy;

- **Náklady na dopravu:** zahrnují náklady na pohonné hmoty a náklady na odpisy terénních a osobních automobilů;
- **Náklady na výrobní režii** zahrnují v sobě nepřímé náklady vznikající při realizacích: náklady na el. energii pro pohon nářadí, náklady na zařízení, opravy a údržbu jednorázově odepisovaných strojů, mechanismů, nářadí, pracovního oblečení, výstroje, mzdové náhrady, poplatky související s prováděním prací (náklady na osvědčení opravňující k provádění prací), náklady na skladové hospodářství realizací (staveb), náklady na pojistné související s realizacemi (např. pojištění odpovědnosti);
- **Náklady na správní režii** v sobě zahrnují náklady, které vznikají ve správě firmy (náklady na vedení účetnictví, náklady na zákonné pojištění zaměstnavatele, zaměstnanců, strojů a povinné ručení motorových vozidel).

Tyto náklady na režii nelze zjišťovat na kalkulační jednici, proto jsou odhadnuty procentem k vlastním výkonům (Francek 2013).

- Náklady na přípravu: mzdová složka a doprava;
- Náklady na instalaci: materiál, mzdová složka a doprava;
- Náklady na provoz dočasné bariéry: doprava a mzdová složka;
- Náklady na deinstalaci zahrnují dvě složky: mzdovou a dopravu;
- Náklad na zpracování závěrečné zprávy: mzdová složka.

Jednotkové ceny vztahující se k roku 2019 byly stanoveny na základě konzultace s finančním vedením společnosti NaturaServis spol. s.r.o. (Francek in verb 2019).

Časová náročnost jednotlivých pracovních úkonů byla stanovena na základě zkušeností autorky při řízení provozu společnosti NaturaServis s.r.o. Délka úseku instalace bariéry pro výpočet nákladů dočasné bariéry byla stanovena na 600 m, což je délka rizikových úseků jak v Nechanicích, tak v Červeném Kostelci (Kozáková *et al.* 2018 a, b). Pro výpočet nákladů na dopravu byly stanoveny vzdálenosti lokalit 17 km a 42 km (<https://mapy.cz>), tedy vzdálenosti mezi sídlem společnosti NaturaServis s.r.o. a lokalitami Staré Nechanice a Červený Kostelec, které tato firma spravuje.

Tabulka 1: Jednotkové ceny vztahující se k dočasným bariérám. V prvním sloupci je uveden typ nákladu, ve druhém jednotka, ve které je tento náklad uváděný, a dále jednotková cena, jež určuje náklad na tuto jednotku.

Položka	Jednotka	Jednotková cena v Kč
Mzdová složka		
Návrh opatření včetně souhlasů majitelů pozemků	Hodina	600,-
Instalace dočasné bariéry	běžný metr	56,-
Údržba dočasné bariéry	Hodina	325,-
Odchyt, kontrola a transfer	Hodina	325,-
Deinstalace dočasné bariéry	běžný metr	46,-
Vypracování závěrečné zprávy	Hodina	600,-
Materiálová složka		
Kotvící kolíky	Kus	9,-
Fólie	běžný metr	18,-
Odchytové nádoby včetně	kus	45,-

Položka	Jednotka	Jednotková cena v Kč
víček		
Spotřební materiál (sponky, sponkovačky, polepy)	běžný metr	7,50,-
Náklady na dopravu		
Doprava osob a materiálu	Km	11,50,-

3.2.4 Výpočet finanční náročnosti trvalých bariér

Pro výpočet nákladů trvalé bariéry byla využita kombinace trvalé bariéry z pozinkovaného plechu a podchodů pro obojživelníky od firmy ACO (viz kapitola 2.3.2). Náklady na instalaci trvalé bariéry byly převzaty z Nákladů obvyklých opatření Ministerstva životního prostředí ČR (https://www.mzp.cz/cz/naklady_obvyklych_opatreni_mzp). Tento dokument využívá agregované položky, které představují obvyklou finanční částku, za kterou je možno realizovat určitý typ opatření. Částka zahrnuje všechny nezbytné činnosti a materiály potřebné k realizaci opatření. Náklady na podchody pro obojživelníky byly získány od firmy ACO (2019). U naváděcí bariéry vedené souběžně s komunikací je třeba instalovat podchody ve vzdálenosti cca 60 m (Anděl *et al.* 2011). Náklady na instalaci podchodů jsou agregovanou položkou na materiálové náklady na obsyp a opravu komunikace po uložení podchodů, na zemní práce, náklady na nakládání s odpadem, na dopravu osob, strojů a materiálu.

Tabulka 2: Jednotkové ceny vztahující se k trvalým bariérám V prvním sloupci je uveden typ nákladu, ve druhém jednotka, ve které je tento náklad uváděný, a dále jednotková cena, jež určuje náklad na tuto jednotku.

Položka	Jednotka	Jednotková cena v Kč
Trvalá bariéra pro obojživelníky a plazy	běžný metr	2000,-
<i>ACO PRO AT 500; L=1,0 m; v=0,52 m; s větr. Štěrbinami</i>	kus	18390,-
<i>ACO PRO EG 1000, vstupní portál, šířka 100 cm</i>	kus	7390,-
Instalace podchodu	běžný metr	8000,-

Položka	Jednotka	Jednotková cena v Kč
Návrh opatření včetně souhlasů majitelů pozemků	hodina	600,-
Vypracování závěrečné zprávy	hodina	600,-

3.2.5 Porovnání finanční náročnosti trvalých a dočasných bariér

Pro porovnání nákladů na dočasnou bariéru, instalovanou na různě dlouhé období, a trvalou bariéru byla využita metoda doby splacení. Doba splacení je čas, během kterého dosáhnou výnosy z investice hodnoty odpovídající původní investici (Vochozka *et al.* 2012). Jako výnos byl stanoven roční náklad na dočasnou bariéru dle jednotlivých způsobů instalace, tedy částka, která je ušetřena tím, že je lokalita ošetřena bariérou trvalou. Počáteční investicí jsou náklady na instalaci trvalé bariéry v lokalitě. Doba splacení nastává v okamžiku, kdy kumulované náklady na každoroční instalaci dočasné bariéry dosáhnou hodnoty nákladů trvalé bariéry. Při tomto výpočtu nebyla zvažována ani diskontace budoucích nákladů, ani případná změna nákladů na dočasnou bariéru v budoucích letech.

Pro tyto výpočty byl vytvořen výpočetní soubor v programu MS Excel, do kterého je možné zadat základní údaje dané lokality (dojezdová vzdálenost, délka kolizního úseku, šířka komunikace a počet funkčních propustků), a který provede výpočet nákladů na jednotlivé typy opatření pro možnost jejich porovnání. Soubor je přiložen k této práci na CD.

4. Výsledky

4.1 Využití migračních bariér v průběhu celé sezóny

Nejvíce zastoupenými druhy na sledovaných stavbách byly souhrnně ropuchy (52,9 %), druhými nejčastějšími skupina skokanů hnědých (37,7 %), což odpovídá i aktuálním poznatkům o rozšíření a početnosti jednotlivých druhů obojživelníků v ČR (Chobot & Němec 2017). Celkově byly zpracovány záznamy o odchycích 72360 jedinců ze 109 lokalit.

Tabulka 3: Přehled zaznamenaných taxonů a jejich výskytu na zájmových lokalitách

Název	Počet lokalit
ropuchy	105
skupina skokanů hnědých	96
skupina skokanů zelených	49
blatnice skvrnitá	41
čolci	56

Legenda: Název – název druhu nebo zájmové skupiny druhů, počet lokalit-počet lokalit na kterých se daný druh (skupina druhů) vyskytoval.

Tabulka 4: Přehled počtu zaznamenaných jedinců na všech lokalitách

Název	Počet jedinců	Počet jedinců po korekci
Ropuchy	38276	21363
blatnice skvrnitá	847	494
skupina skokanů hnědých	27271	13410
skupina skokanů zelených	1121	303
Čolci	4845	4459

Legenda: Název-název druhu nebo zájmové skupiny druhů, počet jedinců-počet jedinců zaznamenaných pro daný druh (skupinu druhů), počet jedinců po korekci počtu juvenilů pravděpodobností jejich přežití.

Tabulka 5: Přehled počtu zaznamenaných jedinců na jednotlivých stavbách

Název	Počet jedinců
D11	
Ropuchy	24992
blatnice skvrnitá	81
skupina skokanů hnědých	20110
skupina skokanů zelených	341
Čolci	4092
D3	
Ropuchy	3165
blatnice skvrnitá	112
skupina skokanů hnědých	1193
skupina skokanů zelených	735
Čolci	381
D35	
Ropuchy	201
blatnice skvrnitá	653
skupina skokanů hnědých	289
skupina skokanů zelených	7
Čolci	125
D47	
Ropuchy	9918
blatnice skvrnitá	1
skupina skokanů hnědých	5679
skupina skokanů zelených	38
Čolci	247

Legenda: Název – název druhu nebo zájmové skupiny druhů, počet jedinců-počet jedinců zaznamenaných pro daný druh (skupinu druhů)

Z Tabulky 5 je evidentní početní dominance ropuch (především ropuchy obecné) téměř ve všech lokalitách. Rozhodně zajímavý je ovšem početný výskyt blatnice skvrnité ve sledované oblasti stavby D35 v okolí Opatovic nad Labem.

Tabulka 6: Přehled využití dočasných bariér v jednotlivých měsících. Jde o procentuální využití v jednotlivých měsících z celkového počtu jedinců zachycených za rok.

Měsíc	Využití před korekcí	Využití po korekci
březen	0,29 %	0,48 %
duben	7,34 %	10,15 %
květen	9,29 %	10,94 %
červen	13,68 %	9,24 %

Měsíc	Využití před korekcí	Využití po korekci
červenec	26,57 %	20,83 %
srpen	19,75 %	18,41 %
září	14,29 %	18,03 %
říjen	8,79 %	11,92 %

Legenda: Procentuální hodnota vyjadřuje procento jedinců z celkového počtu zaznamenaného za celý rok.

Z Tabulky 6 je zřejmé, že dočasná bariéra instalovaná pouze na jarní migraci, tedy na řádově šest týdnů v jarních měsících, zachytí maximálně 10–20 % jedinců vstupujících do rizikového úseku. Dočasná bariéra zachycující jarní migraci a zpětný tah, instalovaná standardně na 2–3 měsíce (dle lokality), může zachytit až 30 % jedinců. Dočasná bariéra řešící i tah juvenilů, která je instalovaná až do srpna, může zachytit 70 % jedinců. Bariéra celoroční dočasná a trvalá bariéra pak mohou zachytit až 100 % jedinců vstupujících do kolizního úseku.

4.2 Náklady na aplikaci opatření

Tato kapitola předkládá výsledky výpočtu nákladů různých variant ochrany kolizního úseku a porovnává jejich efektivitu.

4.2.1 Náklady na dočasnou bariéru

Největší položkou nákladů na instalaci a provoz dočasné bariéry je odvedená práce. Tvoří orientačně 70–80 % celkových nákladů v závislosti na dojezdové vzdálenosti obsluhy. Jak uvádí již Jílková (2010), tato část je často opomíjena, protože většinu těchto bariér obsluhují dobrovolníci.

Tabulka 7: Náklady na instalaci a provoz opatření dočasné bariéry na různé období funkčnosti na lokalitě Staré Nechanice. Náklady jsou uvedeny v Kč. Náklady jsou rozděleny na náklady na práci, materiál a dopravu. Délka kolizního úseku je 600 m.

	Jarní migrace	Jarní migrace, zpětný tah	Jarní migrace, zpětný tah, juvenilové	Celoroční
roční náklady	192461	396460	780777	969837
z toho práce	152025	328100	663933	829142
z toho materiál	22059	44118	44118	44118
z toho doprava	18377	24242	72726	96577

Tabulka 8: Náklady na instalaci a provoz opatření dočasné bariéry na různé období funkčnosti na lokalitě Červený Kostelec. Náklady jsou uvedeny v Kč. Náklady jsou rozděleny na náklady na práci, materiál a dopravu. Délka kolizního úseku je 600 m.

	Jarní migrace	Jarní migrace, zpětný tah	Jarní migrace, zpětný tah, juvenilové	Celoroční
roční náklady	243861	464610	987394	1244570
z toho práce	176400	360600	763600	961850
z toho materiál	22059	44118	44118	44118
z toho doprava	45402	59892	179676	238602

4.2.2 Náklady na trvalou bariéru

Náklady na trvalou bariéru v lokalitě Staré Nechanice činí částku 3 828 160,- Kč, na lokalitě Červený Kostelec na částku 3 655 040,- Kč. Tento rozdíl v ceně je dán existencí dvou funkčních propustků v lokalitě Červený Kostelec, což snižuje počet nově instalovaných migračních objektů v lokalitě.

4.2.3 Porovnání nákladů na dočasnou a trvalou bariéru

Dle Tabulky 9 je patrné, že doba návratnosti investice je značně závislá na zvolené variantě instalace dočasné bariéry. Přesto je zřejmé, že ve všech případech na těchto konkrétních lokalitách je doba návratnosti investice kratší, než je doba životnosti trvalé bariéry, tedy 30 let.

Tabulka 9: Doba návratnosti investice na trvalou bariéru. Doba návratnosti určuje rok, ve kterém každoroční náklady na instalaci dočasné bariéry dosáhnou nákladů na trvalou bariéru

	Jarní migrace	Jarní migrace, zpětný tah	Jarní migrace, zpětný tah, juvenilové	Celoroční
Staré Nechanice				
Roční náklady (Kč)	192461	396460	780777	969837
Doba návratnosti investice (rok)	20	10	5	4
Červený Kostelec				
Roční náklady (Kč)	243861	464610	987394	1244570
Doba návratnosti investice (rok)	15	8	4	3

4.2.4 Porovnání nákladů a efektivity jednotlivých opatření

Pro porovnání efektivity investovaných prostředků bylo využito přepočtu nákladů na 100% zachycených jedinců. V případě přepočtu efektivity trvalé bariéry byla započítána životnost na období 30 let. Z výsledků lze vyčíst následující: přestože jsou náklady na opatření ochraňující pouze jarní migraci v absolutních hodnotách nejnižší (už jen proto, že je dočasná bariéra instalovaná pouze na jedné straně komunikace), tak z hlediska efektivity vložených prostředků patří mezi dražší varianty, nebo dokonce k variantě nejdražší. Jako zcela nejvýhodnější, porovnáme-li náklady a efektivitu, vychází instalace bariéry trvalé, v lokalitě Červený Kostelec dokonce o 90 % než instalace jakékoliv varianty bariéry dočasné.

Tabulka 10: Porovnání finanční efektivity bariér instalovaných na různé období u lokality Staré Nechanice. Podíl zachycených jedinců určuje procento zachycených jedinců za období instalovaného opatření, Náklady jsou ročními náklady daného typu opatření a přepočet na 100 % určuje hodnotu přepočtu nákladů na 100 % zachycených jedinců ročně.

	Jarní migrace	Jarní migrace, zpětný tah	Jarní migrace, zpětný tah, juvenilové	Celoroční	Trvalá
Podíl zachycených jedinců	15 %	30 %	70 %	100 %	3000 %
Náklady (Kč)	192461	396460	780777	969837	3828160
Přepočet na 100 % (Kč)	1283073	1321533	1115396	969837	127605

Tabulka 11: Porovnání finanční efektivity bariér instalovaných na různé období u lokality Červený Kostelec. Podíl zachycených jedinců určuje procento zachycených jedinců za období instalovaného opatření, Náklady jsou ročními náklady daného typu opatření a přepočet na 100 % určuje hodnotu přepočtu nákladů na 100 % zachycených jedinců ročně.

	Jarní migrace	Jarní migrace, zpětný tah	Jarní migrace, zpětný tah, juvenilové	Celoroční	Trvalá
Podíl zachycených jedinců	15 %	30 %	70 %	100 %	3000 %
Náklady (Kč)	243861	464610	987394	1244570	3655040
Přepočet na 100 % (Kč)	1625740	1548700	1410563	1244570	121835

5. Diskuse

5.1 Diskuse dat a metodiky

Výhodou zpracovávaných dat je jednotný způsob jejich získávání využíváný u všech lokalit v rámci celé práce. Vzhledem k tomu, že byly využity dočasné bariéry s odchyťovými pastmi, tedy metoda považovaná za jednu z nejúčinnějších při odchycích obojživelníků (Dodd 2010, Mendes *et al.* 2015, Ali *et al.* 2018), je možné předpokládat, že jsou získaná data o pohybech obojživelníků jsou úplná.

Celkový počet sledovaných lokalit byl 109, kde bylo celkově zaznamenáno přes 72 tisíc jedinců. Tento počet v kombinaci s různými roky odchytů se jeví jako dostačující pro vyrovnání variability průběhu počasí v jednotlivých letech.

Při úpravě dat byla snížena váha zaznamenaných juvenilních jedinců pravděpodobností přežití do dalšího roku (Altwegg 2003, Schmidt *et al.* 2012, Trochet *et al.* 2014). Podobným způsobem mohla být snížena váha i u dospělých jedinců mimo období rozmnožování, protože z hlediska vývoje populace pro daný rok již nemají přínos. Tato korekce využita nebyla. Pro tento výpočet by bylo nutné znát věk každého jednotlivce a tato data zaznamenána nebyla. Obojživelníci jsou součástí ekosystému a různých potravních řetězců. Tedy dospělý jedinec, který se stane potravou například v podzimním období má přínos pro celý potravní řetězec. Naopak dospělý obojživelník po střetu s dopravou, v podobě slisovaného kadáveru, způsobuje riziko pro mrchožrouty, kteří jsou atrahováni do nebezpečného prostoru komunikace.

Pro výpočet nákladů na jednotlivá opatření byly použity náklady obvyklé na trhu. Je ovšem pravda, že většina dočasných bariér, které jsou instalované v České republice, jsou obsluhované a budovány na dobrovolnické bázi (Jílková 2010). Takováto situace bohužel není dlouhodobě udržitelná a je s případným úbytkem dobrovolníků nutné počítat se zvýšením nákladů na aplikaci těchto opatření. Proto byly do výpočtu celkových nákladů zahrnuty i náklady na práci.

5.2 Diskuse výsledků

5.2.1 Využití bariér v průběhu sezóny

Schopnost pohybu jedinců má velice zásadní vztah nejen k individuálnímu fitness, ale i k vývoji populace jako takové. Má přímý vliv na genetický tok, přirozený výběr, adaptaci, metapopulační dynamiku a distribuci druhů na vhodných lokalitách (Pittman *et al.* 2014). Informace o pohybu jedinců mají tím pádem velký význam pro plánování jakýchkoliv aktivit pro jejich ochranu. Semlitsch (2008) rozděluje tahy obojživelníků na migraci a disperzi. Migraci definuje jako vnitropopulační cyklické pohyby z a na rozmnožovací stanoviště, disperzi pak jako pohyb ze zdrojové lokality na jiná stanoviště. Vzdálenosti migrací a disperzí jsou druhově specifické, je dle Semlitsche (2003) možné sledovat u migrací překonané vzdálenosti do 1 km a u disperzí je třeba věnovat pozornost okolí do 10 km od rozmnožovacího stanoviště. Z toho je patrné vyšší riziko střetu se silniční dopravou právě při disperzi. A právě disperze je ze své definice naprosto zásadní pro stabilitu populací. Cushman (2006) uvádí jako největší zdroj genetického toku disperzi juvenilů po metamorfóze. V člověkem pozměněné fragmentované krajině je tento tok často přerušen nebo oslaben (Rothermell 2004). Rothermell (2004) s Cushman (2006) zároveň uvádí, že orientace směru disperze juvenilů je ovlivněna případným vhodným terestrickým prostředím v těsné blízkosti zdrojové lokality, jinak probíhá směrově zcela náhodně. Populace s nedostatečnou konektivitou na další možná rozmnožovací stanoviště jsou výrazně více ohrožena jakýmkoliv vnějšími vlivy, případně dočasnou ztrátou rozmnožovacího biotopu.

Největší pozornost ochraně pohybujících se obojživelníků před srážkou s dopravou se věnuje v období migrací. Dle předložených výsledků je ovšem zřejmé, že jedinci se pohybují krajinou v průběhu celé sezóny a řešením jarních migračních tahů chráníme pouhých 15 % všech pohybů obojživelníků krajinou. V návaznosti na předchozí odstavec je zřejmé, že tím pomíjíme dlouhodobou stabilitu (meta)populací.

Mikátová & Vlašín (2004) uvádějí, že pokud je ztráta způsobená na migrujících jedincích dopravou do 25 %, je populace schopná se s touto ztrátou vyrovnat. Hels & Buchwald (2001) uvádějí pravděpodobnost úmrtí obojživelníků na silnici s provozem 3200 aut/24 hodin 34 %–61 % (podobný provoz jako na zájmových lokalitách Staré Nechanice a Červený Kostelec) a roční mortalitu dospělých jedinců 21–25 %. Důležité je zde poznamenat, že se populace s takovou ztrátou vyrovná, bohužel selekce pod koly vozidel

je jen velmi málo závislá na kvalitách jedince, a dochází tím k oslabení density-dependent faktorů přirozené selekce (Altweg 2003).

Právě orientace disperze juvenilů dle nejbližšího okolí nám může pomoci směřovat opatření na jejich ochranu při střetu s dopravou. Jsme totiž schopni lokalizovat pravděpodobná místa, kudy bude docházet k překonávání komunikací na základě koridorů vhodných terestrických biotopů. Tento princip koresponduje s principem územního systému ekologické stability, zakotveném v českém právním systému v zákoně č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny v platném znění a vyhlášce č. 395/1992 Sb. Bohužel možnost biokoridory přerušit jejich funkčnost pro migraci živočichů není tak ideální. O pohybech obojživelníků mimo pravé tahy je zatím známo jen velmi málo informací. Je zřejmé že se jedná o druhově specifické chování a u druhů, které obývají v dospělosti převážně terestrické biotopy je možné předpokládat i pohyb u kterého je riziko střetu se silniční dopravou. Vzhledem k biotopovým nárokům jednotlivých druhů je možné i zde využít pro ochranu jedinců výběr lokalit podle křížení vodních toků a jiných prvků územního systému ekologické stability se silničními komunikacemi.

5.2.2 Porovnání nákladů možných opatření

Z Evropské příručky pro identifikování a řešení konfliktů infrastruktury a přírody (Iuell 2003) je zřejmé, že je třeba dávat přednost dlouhodobým řešením. Tím může být právě instalace trvalé bariéry v lokalitách, kde probíhá ochrana migrujících obojživelníků formou instalace dočasných bariér v jarním období. Jako ve všech ostatních odvětvích lidské činnosti je jedním ze základních rozhodovacích faktorů finanční otázka. Proto je finanční porovnání nákladů stěžejní i v oblasti ochrany přírody. Jílková (2010) uvádí na dvou lokalitách, u kterých zpracovala návrh instalace trvalé bariéry návratnost počáteční investice u trvalého řešení 14, potažmo 19 let. Přestože způsob výpočtu je v této práci odlišný od práce Jílkové, výsledky se v zásadě neliší (15 a 20 let). Ovšem při porovnání možných variant s ohledem a přepočtem na efektivitu aplikovaného opatření je situace diametrálně odlišná. Při životnosti trvalé bariéry 30 let, což je minimální trvanlivost tohoto opatření, je náklad na jeden rok nižší než roční náklad na každoroční provoz bariéry ochraňující pouze jarní migraci. Při rozdílu v efektivitě, tedy podílu zachycených jedinců za období, na které je bariéra instalována ku jedincům zachyceným za celou sezónu, 15 % :100 %.

6. Závěr

Cílem této diplomové bylo zhodnotit efektivitu různých typů dočasných a trvalých bariér na ochranu obojživelníků před střety s dopravou. K tomu byla využita data ze 109 úseků staveb budoucích páteřních komunikací sebraných pracovníky společnosti NaturaServis s.r.o. Díky tomu bylo možné zjistit podíl jedinců vstupujících do nebezpečného prostoru liniových staveb v průběhu celého roku. Zásadním zjištěním je, že dočasné odchyťové bariéry, instalované na dobu jarních migrací obojživelníků, zachytí relativně nízký podíl populace.

Dále bylo zjištěno, že nejvýhodnější poměr cena/výkon mají bariéry celoroční, chránící obojživelníky v průběhu celé sezóny, tedy od března do října. Návratnost investice do trvalé bariéry je tedy relativně krátká, porovnáme-li celoroční odchyťovou bariéru a bariéru trvalou, je návratnost investice v horizontu 5 let. A vzhledem k životnosti trvalé bariéry minimálně 30 let se jedná o řešení levnější a zároveň nezávislé na každoročním získání finančních prostředků a pracovníků obsluhy.

Na základě zpracovávaných dat a získaných informací byl zároveň vytvořen jednoduchý nástroj pro výpočet orientačních nákladů na instalaci dočasných bariér různých typů a také trvalých bariér včetně podchodů pro drobné obratlovce. Tento nástroj je variabilní i co se týče možností jednoduše upravovat jednotkové ceny v závislosti na vývoji ekonomiky v České republice.

Vzhledem k výše zmíněným výsledkům se jeví jako optimální začít instalovat trvalé bariéry v lokalitách, kde jsou již delší dobu aplikována dočasná ochranná opatření, ať už na bázi dobrovolnické nebo jiné, na základě kterých, se potvrdilo, že je třeba daný úsek chránit a v jakém rozsahu. Tím může dojít k uvolnění kapacit organizací, které se aplikací těchto opatření zabývají a ty mohou instalovat dočasné odchyťové bariéry v lokalitách, ve kterých žádné opatření aplikováno není. Vzhledem k tomu, že takových lokalit je jen dle MapoMatu (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>) 372, není třeba se obávat toho, že by ochotní dobrovolníci nenašli lokalitu, kde by se mohli uplatnit.

7. Seznam použitých zdrojů

7.1 Použitá literatura

- Ali, W., Javid, A., Bhukhari, S. M., Hussain, A., Hussain, S. M., & Rafique, H. (2018). Comparison of different trapping techniques used in herpetofaunal monitoring: A Review. *Punjab University Journal of Zoology*, 33(1), 57-68.
- Altwegg, R. (2003). Multistage density dependence in an amphibian. *Oecologia*, 136(1), 46-50.
- Anděl, P., Belková, H., Gorčicová, I., Hlaváč, V., Libosvár, T., Rozínek, R., Šíkula, T. & Vojar, J. (2011). Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy. *Evernia*, Liberec, 154 s
- Anděl, P., Hlaváč, V., & Lenner, R. (2006). Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy: technické podmínky: schváleno MD-OPK čj. 413/06-120-RS/2 ze dne 27.7. 06 s účinností od 1. srpna 2006, ev. č. TP 180. Ministerstvo dopravy, odbor pozemních komunikací.
- Arnfield, H., Grant, R., Monk, C., & Uller, T. (2012). Factors influencing the timing of spring migration in common toads (*Bufo bufo*). *Journal of Zoology*, 288(2), 112-118.
- Arntzen, J. W., Abrahams, C., Meilink, W. R., Iosif, R., & Zuiderwijk, A. (2017). Amphibian decline, pond loss and reduced population connectivity under agricultural intensification over a 38 year period. *Biodiversity and Conservation*, 26(6), 1411-1430.
- Arntzen, J. W., Oldham, R. S., & Latham, D. M. (1995). Cost effective drift fences for toads and newts. *Amphibia-Reptilia*, 16(2), 137-145.
- Baruš, V., & Oliva, O. (1992). *Obojživelníci-Amphibia*. Academia.
- Beebee, T. J. (2013). Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations. *Conservation Biology*, 27(4), 657-668.
- Blaustein, A. R., Belden, L. K., Olson, D. H., Green, D. M., Root, T. L., & Kiesecker, J. M. (2001). Amphibian breeding and climate change. *Conservation Biology*, 15(6), 1804-1809.

- Blaustein, A. R., Romansic, J. M., Kiesecker, J. M., & Hatch, A. C. (2003). Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*, 9(2), 123-140.
- Blaustein, A., Urbina, J., Snyder, P., Reynolds, E., Dang, T., Hoverman, J., ... & Hambalek, N. (2018). Effects of emerging infectious diseases on amphibians: a review of experimental studies. *Diversity*, 10(3), 81.
- Carr, L. W., & Fahrig, L. (2001). Effect of road traffic on two amphibian species of differing vagility. *Conservation Biology*, 15(4), 1071-1078.
- Colino-Rabanal, V. J., & Lizana, M. (2012). Herpetofauna and roads: a review. *Basic and Applied Herpetology*, 26, 5-31.
- Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological Conservation*, 128(2), 231-240.
- Dodd, C. K. (Ed.). (2010). *Amphibian Ecology and Conservation: a Handbook of Techniques*. Oxford University Press.
- Dungel, J., & Řehák, Z. (2005). *Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky*. Academia.
- Fahrig, L., Pedlar, J. H., Pope, S. E., Taylor, P. D., & Wegner, J. F. (1995). Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation*, 73(3), 177-182.
- Francek, J. (2013) Ekonomické odůvodnění a poznámky (komentář) k odhadu nákladů na opatření týkajících se biocentra Radomilická mokřina. Nепublikováno, depon. in NaturaServis
- Gibbs, J. P., & Shriver, W. G. (2005). Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians?. *Wetlands Ecology and Management*, 13(3), 281-289.
- Glista, D. J., DeVault, T. L., & DeWoody, J. A. (2008). Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*, 3(1), 77-87.
- Grant, E. H. C., Miller, D. A., Schmidt, B. R., Adams, M. J., Amburgey, S. M., Chambert, T., ... & Johnson, P. T. (2016). Quantitative evidence for the effects of multiple drivers on continental-scale amphibian declines. *Scientific Reports*, 6, 25625.

- Hels, T., & Buchwald, E. (2001). The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation*, 99(3), 331-340.
- Hemelaar, A. (1988). Age, growth and other population characteristics of *Bufo bufo* from different latitudes and altitudes. *Journal of Herpetology*, 369-388.
- Holden, C. (2002). Spring road peril: toad blowout. *Science*, 296(5565), 43.
- Chobot, K., & Němec, M., (2017) Červený seznam ohrožených druhů České republiky Obratlovci. (Red List of threatened species of the Czech Republic. Vertebrates). *Příroda*, 34
- Iuell, B. (2003). Wildlife and Traffic-a European handbook for identifying conflicts and designing solutions. In *The XXIIInd PIARC World Road Congress World Road Association-PIARC*.
- Jílková, M. (2010): Využití data ze záchranných transferů obojživelníků přes komunikace. – Ms. [Dipl. pr.; depon. in: Knih. Kat. Ekol. FŽP ČZU, Praha.]
- Kobylarz, B. (2001). The effect of road type and traffic intensity on amphibian road mortality. *Journal of Service Learning in Conservation Biology*, 1, 10-15.
- Kovar, R., Brabec, M., Vita, R., & Bocek, R. (2009). Spring migration distances of some Central European amphibian species. *Amphibia-Reptilia*, 30(3), 367-378.
- Kozáková, A., Rozínek R., Francek J. (2018). Ochrana migrační trasy Červený Kostelec, závěrečná zpráva 2018. Nepublikováno, depon. in NaturaServis
- Kozáková, A., Rozínek R., Francek J. (2018). Ochrana migrační trasy Staré Nechanice, závěrečná zpráva 2018. Nepublikováno, depon. in NaturaServis
- Lips, K. R. (2016). Overview of chytrid emergence and impacts on amphibians. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1709), 20150465.
- Mata, C. (2003). Effectiveness of wildlife crossing structures and adapted culverts in a highway in Northwest Spain. UC Davis: Road Ecology Center. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/3t24s427>
- Mazerolle, M. J. (2004). Amphibian road mortality in response to nightly variations in traffic intensity. *Herpetologica*, 60(1), 45-53.

Mendes, D. M., de Freitas Leão, R., & Toledo, L. F. (2015). Drift fences in traps: theoretical evidence of effectiveness of the two most common arrays applied to terrestrial tetrapods. *Natureza & Conservação*, 13(1), 60-66.

Mikátová, B., & Vlašín, M. (2004). *Obojživelníci a doprava*. ZO ČSOP Veronica, Brno.

Mikátová, B., Vlašín, M., Mikát, M., & Rozínek, R. (2002). *Ochrana obojživelníků*. Pro ZO ČSOP Veronica vydalo EkoCentrum Brno.

Murray, K. A., Skerratt, L. F., Speare, R., & McCallum, Hamish (2009). Impact and dynamics of disease in species threatened by the amphibian chytrid fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Conservation Biology*, 23(5), 1242-1252.

Olson, D. H., Aanensen, D. M., Ronnenberg, K. L., Powell, C. I., Walker, S. F., Bielby, J., ... & Fisher, M. C. (2013). Mapping the global emergence of *Batrachochytrium dendrobatidis*, the amphibian chytrid fungus. *PloS one*, 8(2), e56802.

Petrovan, S. O., & Schmidt, B. R. (2016). Volunteer conservation action data reveals large-scale and long-term negative population trends of a widespread amphibian, the common toad (*Bufo bufo*). *PLoS One*, 11(10), e0161943.

Pittman, S. E., Osbourn, M. S., & Semlitsch, R. D. (2014). Movement ecology of amphibians: a missing component for understanding population declines. *Biological Conservation*, 169, 44-53.

Puky, M. (2003). Amphibian mitigation measures in Central-Europe. In *2003 International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2003)* Federal Highway AdministrationUSDA Forest ServiceU. S. Fish and Wildlife ServiceU. S. Environmental Protection AgencyNew York State Department of TransportationWashington State Department of TransportationFlorida Department of TransportationAmerican Association of State Highway & Transportation Officials (AASHTO) Transportation Research BoardThe Humane Society of the United StatesDefenders of WildlifeWestern Transportation InstituteNorth Carolina State University, Raleigh.

Puky, M. (2005). Amphibian Road Kills: A Global Perspective. In *2005 International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2005)* Federal Highway AdministrationUSDA Forest ServiceU. S. Fish and Wildlife ServiceU. S. Environmental Protection AgencyWashington State Department of TransportationFlorida Department of

Transportation
The Humane Society of the United States
Defenders of Wildlife
North Carolina State University, Raleigh.

Rothermel, B. B. (2004). Migratory success of juveniles: a potential constraint on connectivity for pond-breeding amphibians. *Ecological Applications*, 14(5), 1535-1546.

Rozínek, R. (2011): Bariéry na ochranu obojživelníků: praktický návod k použití. In. Zavadil V., Sádlo J., Vojar J. (eds): Biotopy našich obojživelníků a jejich management. Metodika AOPK ČR, Praha 2011

Semlitsch, R. D. (2008). Differentiating migration and dispersal processes for pond-breeding amphibians. *The Journal of Wildlife Management*, 72(1), 260-267.

Semlitsch, R. D., & Bodie, J. R. (2003). Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17(5), 1219-1228.

Schmidt, B. R., Hödl, W., & Schaub, M. (2012). From metamorphosis to maturity in complex life cycles: equal performance of different juvenile life history pathways. *Ecology*, 93(3), 657-667.

Sinsch, U. (2014). Movement ecology of amphibians: from individual migratory behaviour to spatially structured populations in heterogeneous landscapes. *Canadian Journal of Zoology*, 92(6), 491-502.

Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S., Fischman, D. L., & Waller, R. W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306(5702), 1783-1786.

Timm, B. C., McGarigal, K., & Compton, B. W. (2007). Timing of large movement events of pond-breeding amphibians in Western Massachusetts, USA. *Biological Conservation*, 136(3), 442-454.

Trochet, A., Moulherat, S., Calvez, O., Stevens, V. M., Clobert, J., & Schmeller, D. S. (2014). A database of life-history traits of European amphibians. *Biodiversity Data Journal*, (2).

Verrell, P. A., & Francillon, H. (1986). Body size, age and reproduction in the smooth newt, *Triturus vulgaris*. *Journal of Zoology*, 210(1), 89-100.

Vochozka, M., Ezrová, H., Kafka, T., Mulač, P., Mulačová, V., Opekarová, L., ... & Váchal, J. (2012). Podniková ekonomika. Grada publishing.

Vojar J. (2007): Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č. 1 Českého svazu ochránců přírody. ZO ČSOP Hasina Louny

Vyháněk, V. (2003). Dokumentace o hodnocení vlivů na životní prostředí dle přílohy č.4 zákona č. 100/2001 Sb. Dálnice D3, stavba 0309 Bošilec - Úsilné. Dostupné online na https://portal.cenia.cz/eiasea/view/eia100_cr

7.2 Internetové zdroje

<https://www.czso.cz/csu/xc/infrastruktura-silnicni-dopravy-k-1-1-2016>

<http://webgis.nature.cz/mapomat/>

https://portal.cenia.cz/eiasea/view/eia100_cr

<http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>

<https://mapy.cz>

www.froglife.org

<https://lepus.unine.ch/zsdb/>

<https://www.biolib.cz>

Google™earth 7.1.2.2041. Google Inc., 1600 Amphitheatre Parkway, Mountain View, CA 94043, USA

7.3 Právní předpisy

Předpis č. 395/1992 Sb. Vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

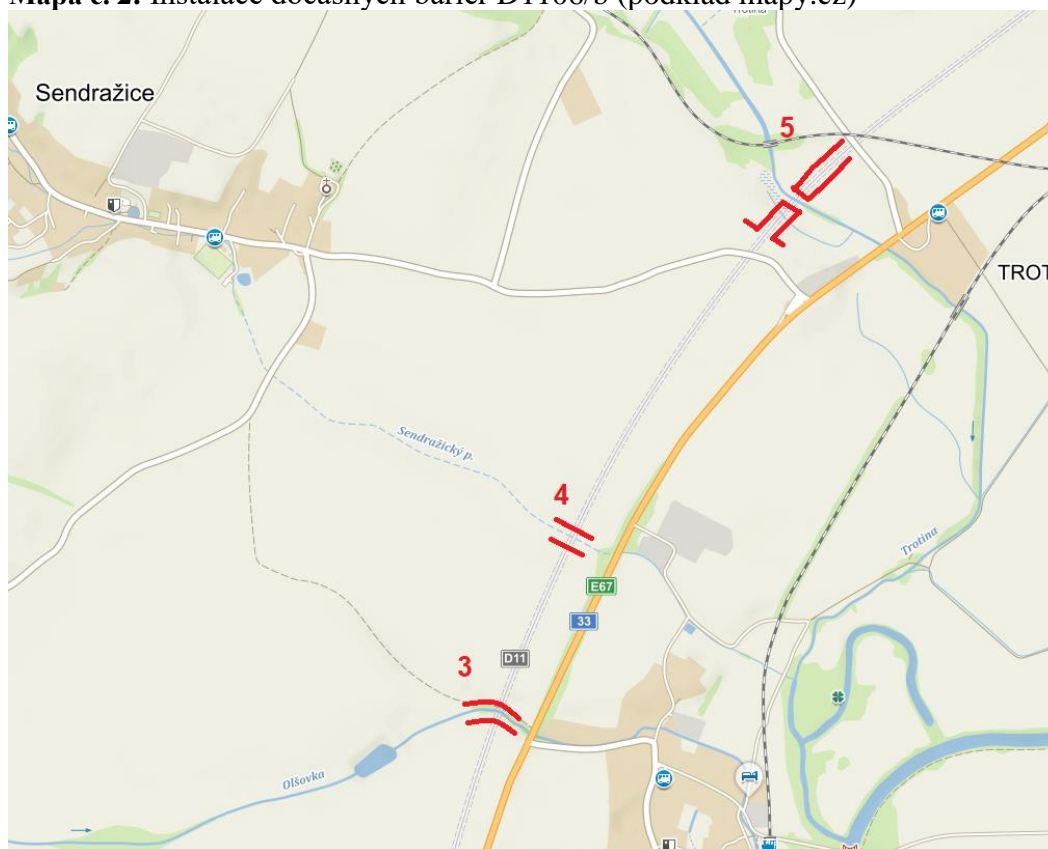
8. Přílohy

8.1 Mapové přílohy

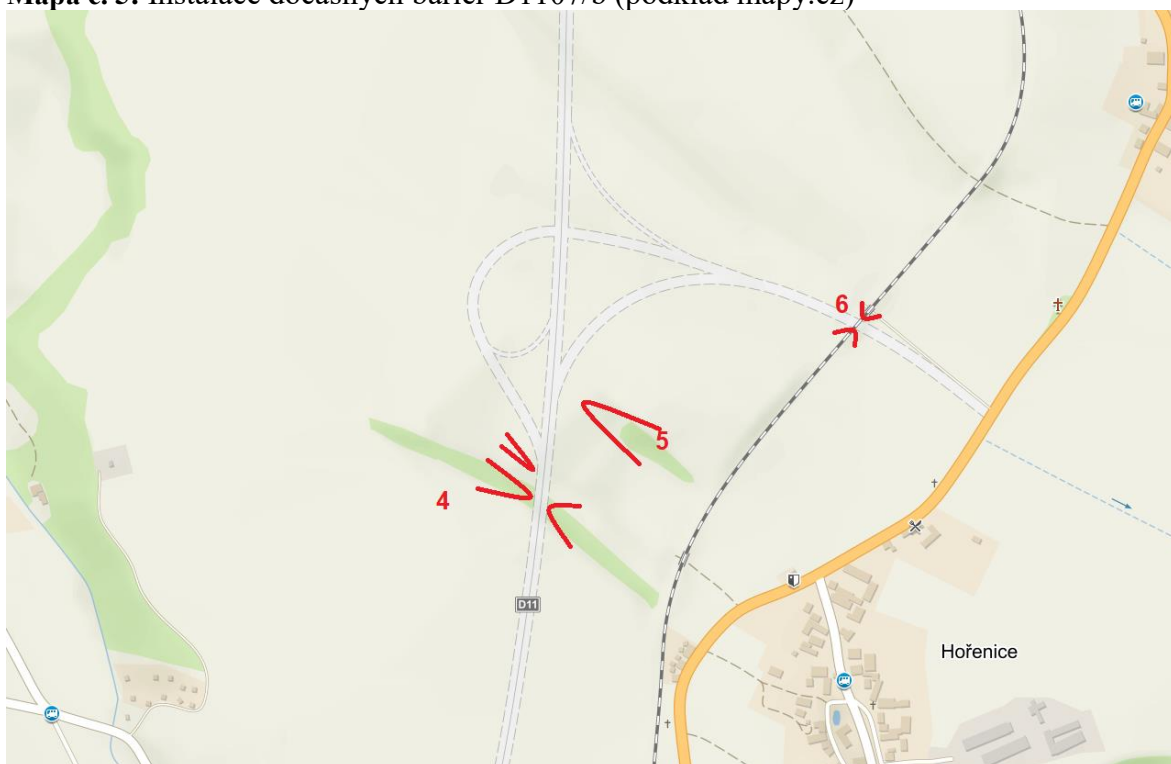
Mapa č. 1: Instalace dočasných bariér D1106/a (podklad mapy.cz)



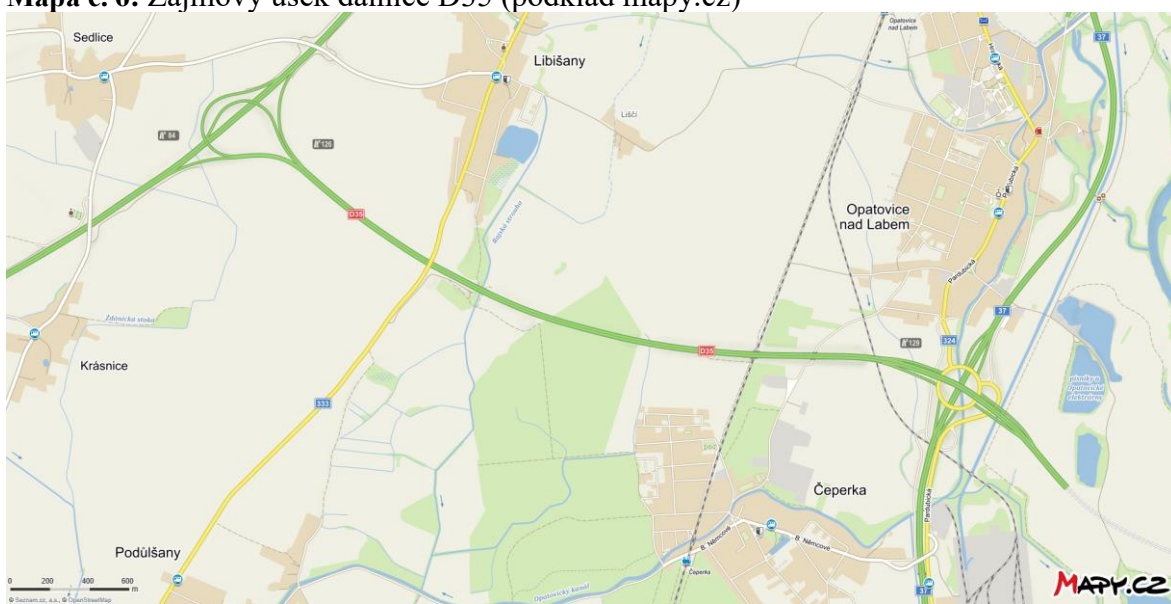
Mapa č. 2: Instalace dočasných bariér D1106/b (podklad mapy.cz)



Mapa č. 5: Instalace dočasných bariér D1107/b (podklad mapy.cz)



Mapa č. 6: Zájmový úsek dálnice D35 (podklad mapy.cz)



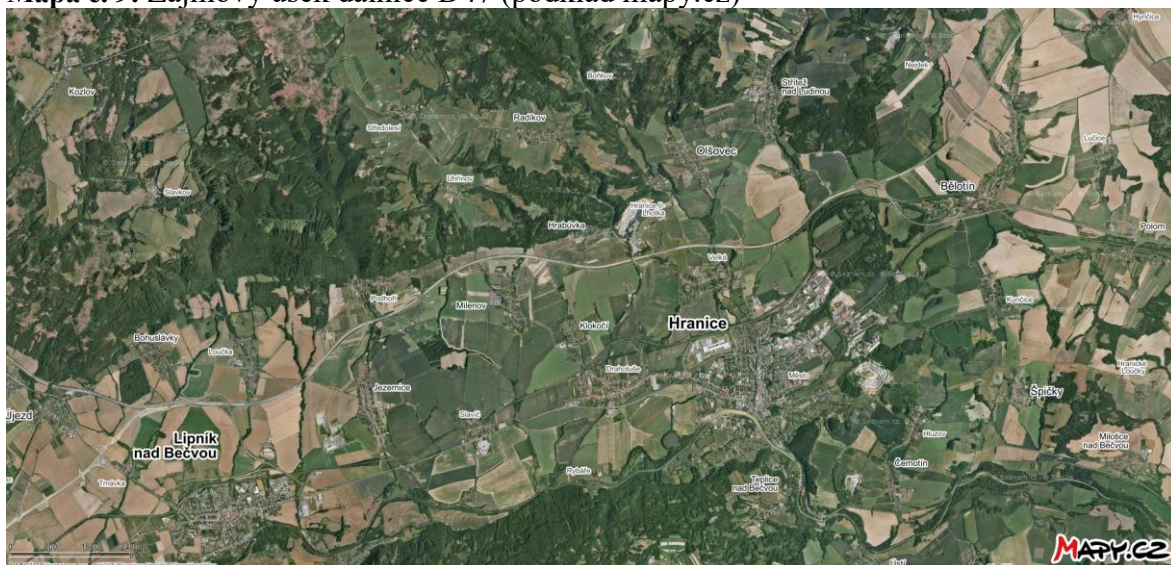
Mapa č. 7: Zájmový úsek dálnice D35 (podklad mapy.cz)



Mapa č. 8: Zájmový úsek dálnice D47 (podklad mapy.cz)



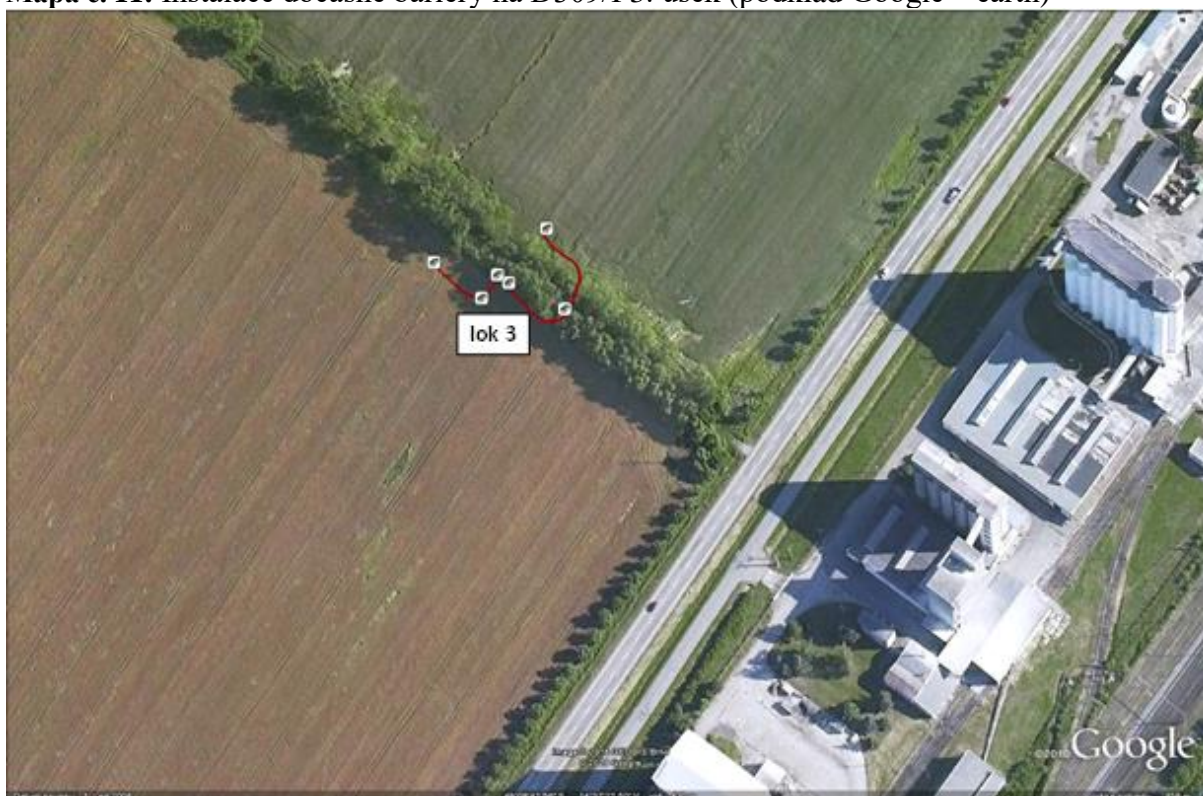
Mapa č. 9: Zájmový úsek dálnice D47 (podklad mapy.cz)



Mapa č. 10: Instalace dočasné bariéry na D309/I 1. a 2. úsek (podklad Google™earth)



Mapa č. 11: Instalace dočasné bariéry na D309/I 3. úsek (podklad Google™earth)



Mapa č. 12: Instalace dočasné bariéry na D309/I 4. úsek (podklad Google™earth)



Mapa č. 13: Instalace dočasné bariéry na D309/I 5. úsek (podklad Google™earth)



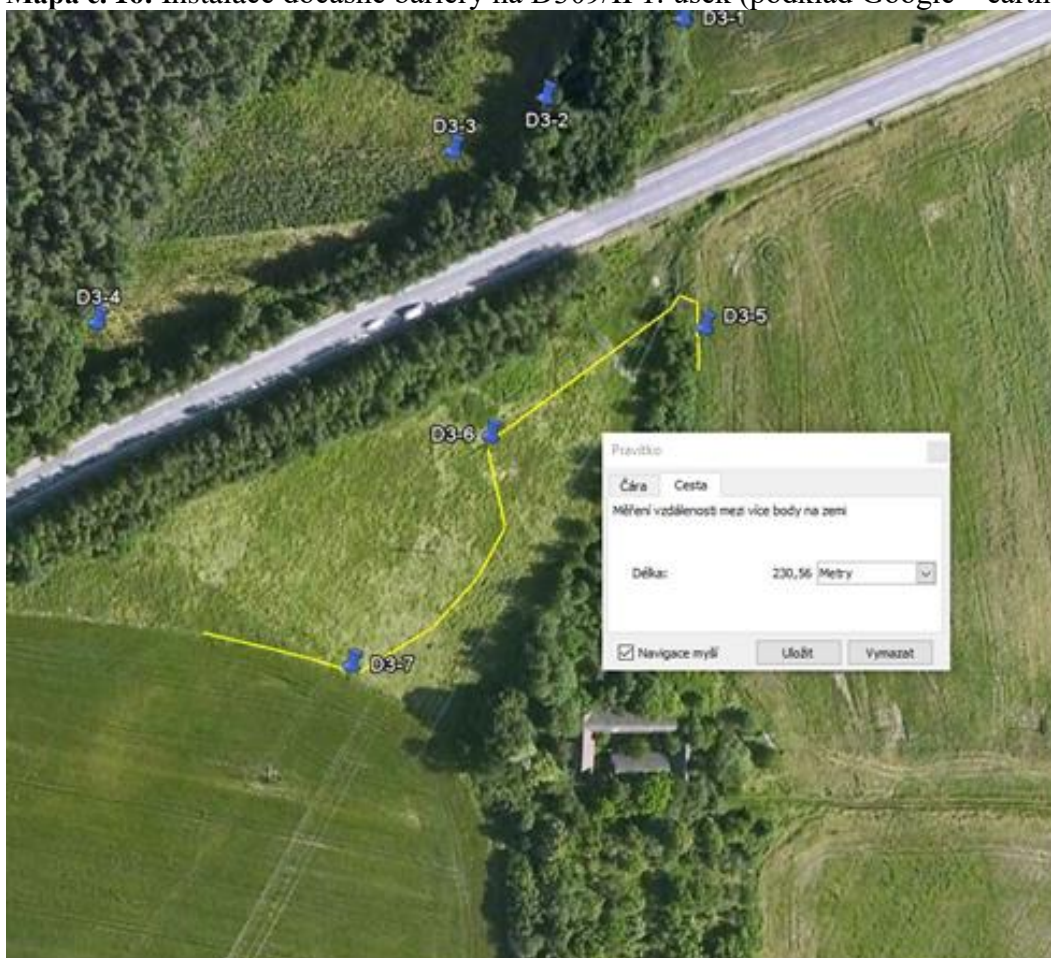
Mapa č. 14: Instalace dočasné bariéry na D309/I 6. úsek (podklad Google™earth)



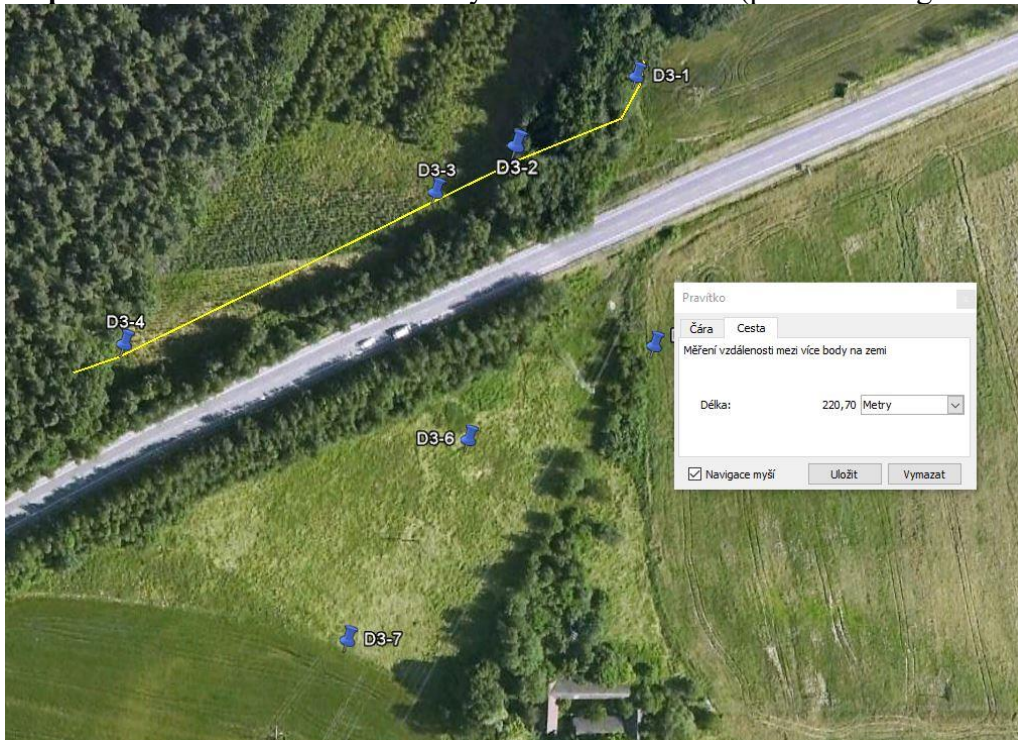
Mapa č. 15: Instalace dočasné bariéry na D309/I 7. úsek (podklad Google™earth)



Mapa č. 16: Instalace dočasné bariéry na D309/II 1. úsek (podklad Google™earth)



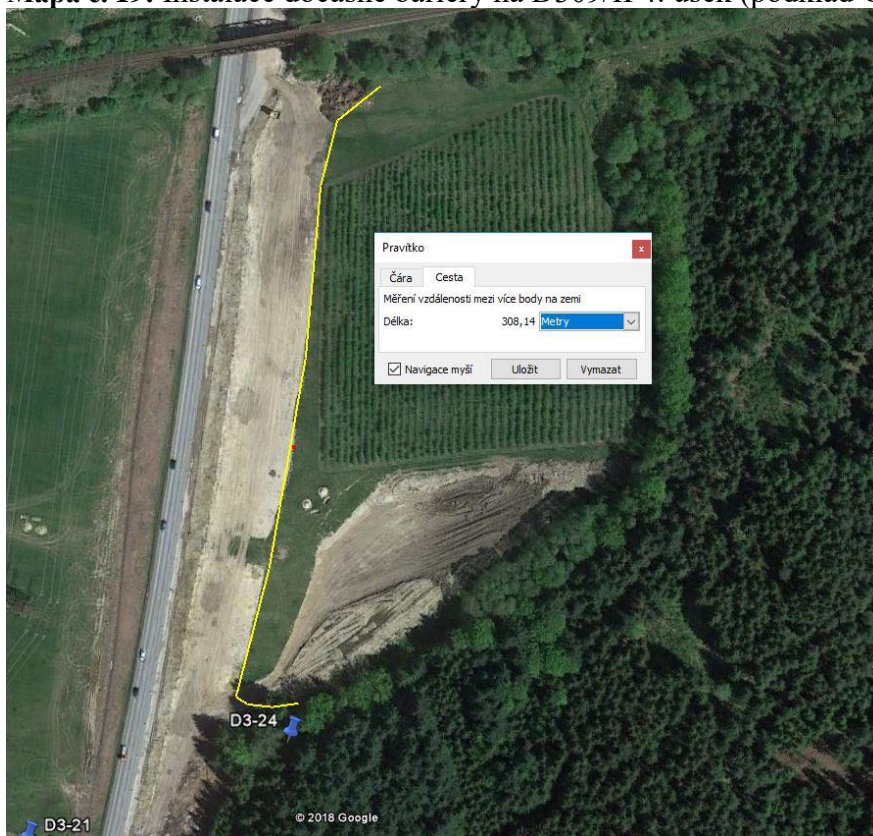
Mapa č. 17: Instalace dočasné bariéry na D309/II 2. úsek (podklad Google™earth)



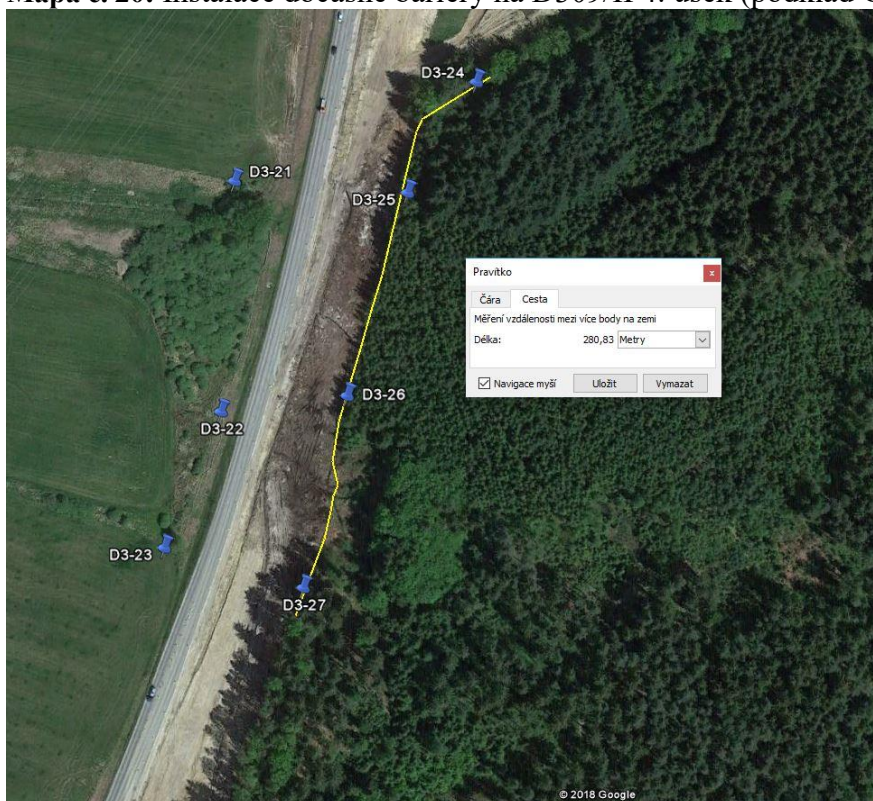
Mapa č. 18: Instalace dočasné bariéry na D309/II 3. úsek (podklad Google™earth)



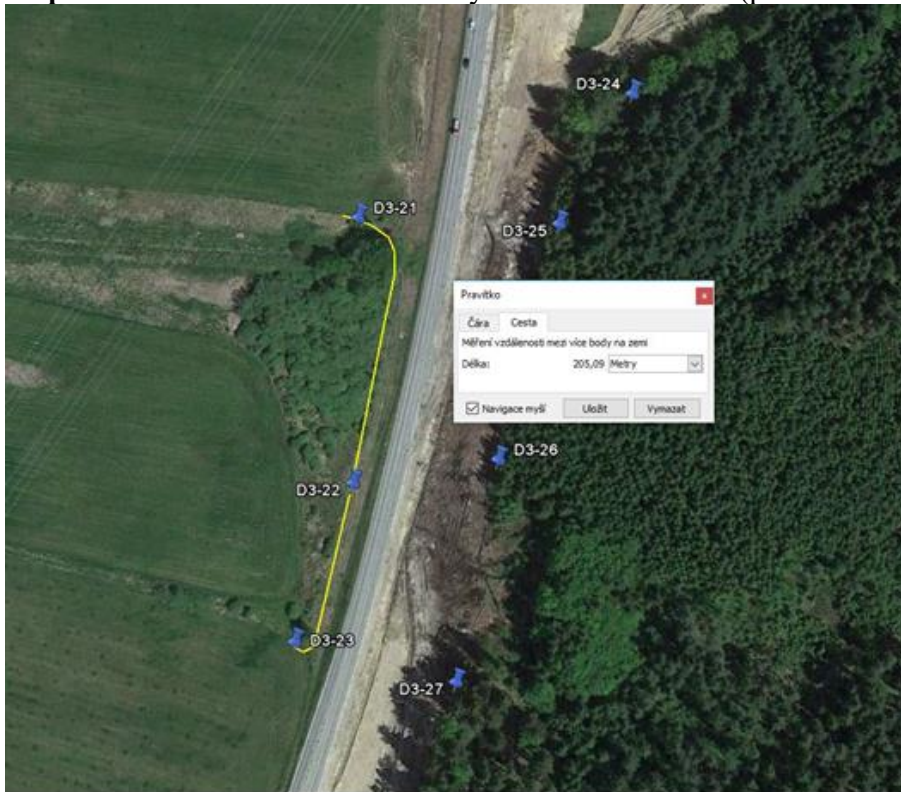
Mapa č. 19: Instalace dočasné bariéry na D309/II 4. úsek (podklad Google™earth)



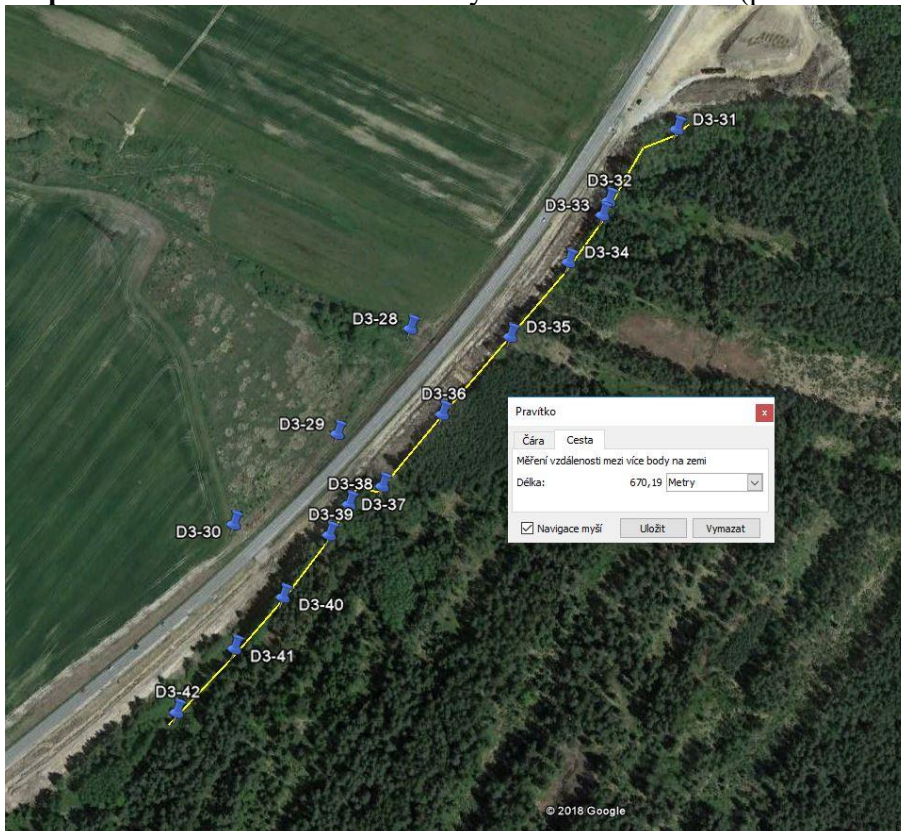
Mapa č. 20: Instalace dočasné bariéry na D309/II 4. úsek (podklad Google™earth)



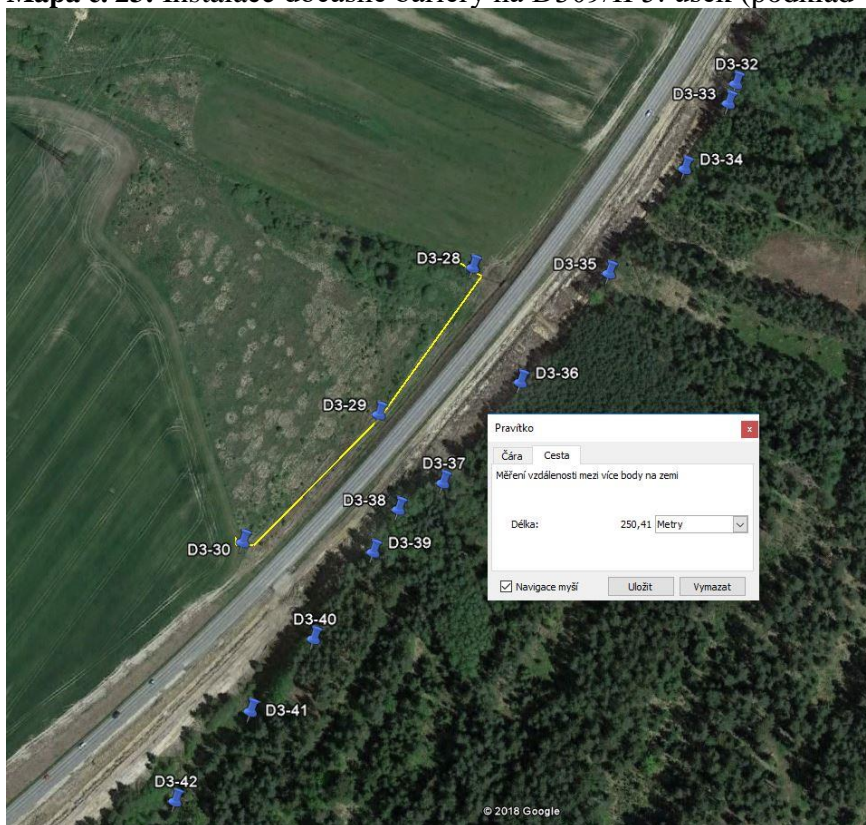
Mapa č. 21: Instalace dočasné bariéry na D309/II 4. úsek (podklad Google™earth)



Mapa č. 22: Instalace dočasné bariéry na D309/II 5. úsek (podklad Google™earth)



Mapa č. 23: Instalace dočasné bariéry na D309/II 5. úsek (podklad Google™earth)



Mapa č. 24: Instalace dočasné bariéry na D309/II 6. úsek (podklad Google™earth)



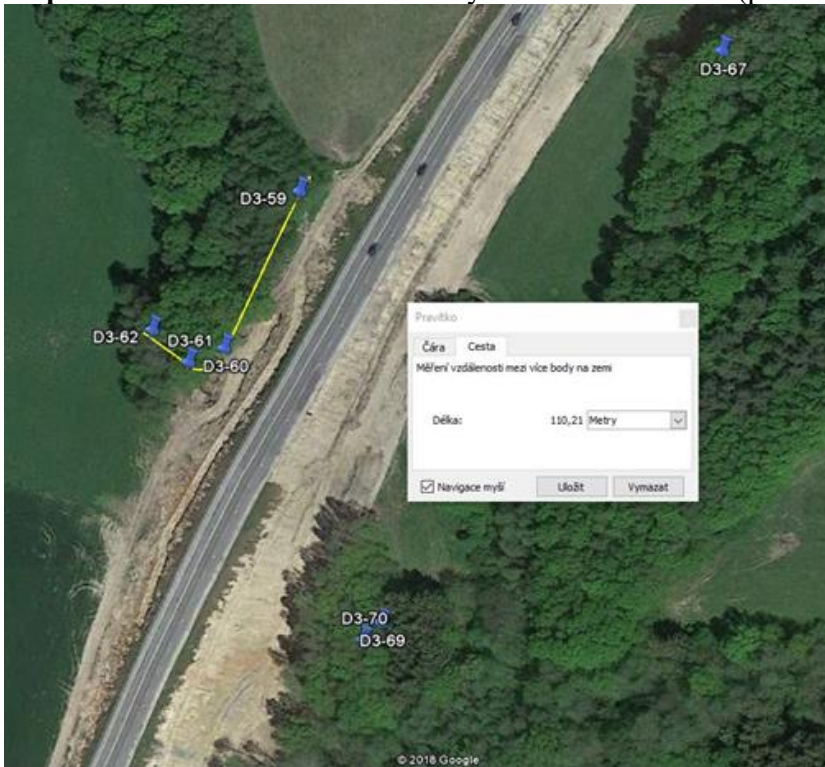
Mapa č. 25: Instalace dočasné bariéry na D309/II 6. úsek (podklad Google™earth)



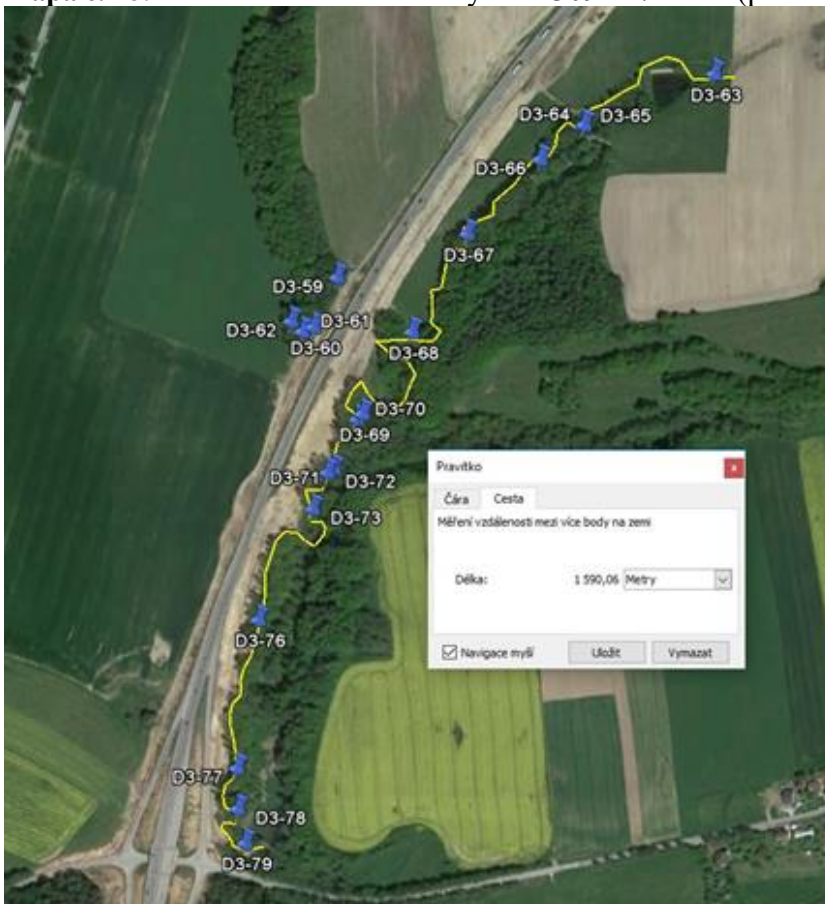
Mapa č. 26: Instalace dočasné bariéry na D309/II 6. úsek (podklad Google™earth)



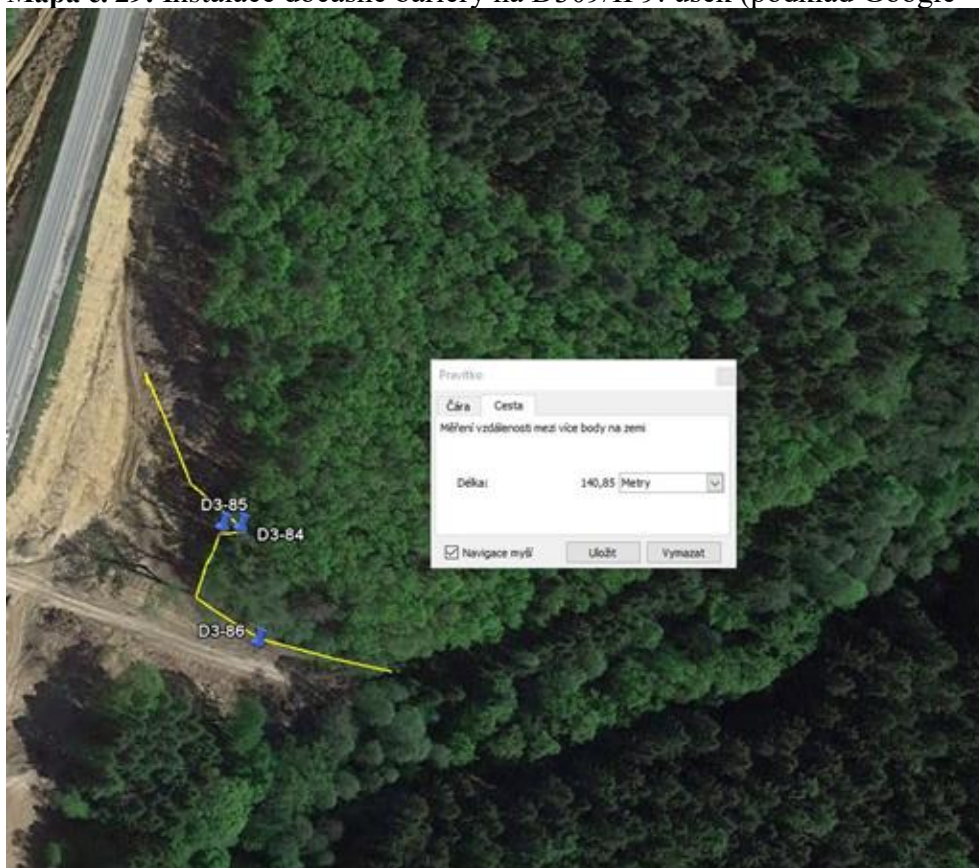
Mapa č. 27: Instalace dočasné bariéry na D309/II 7. úsek (podklad Google™earth)



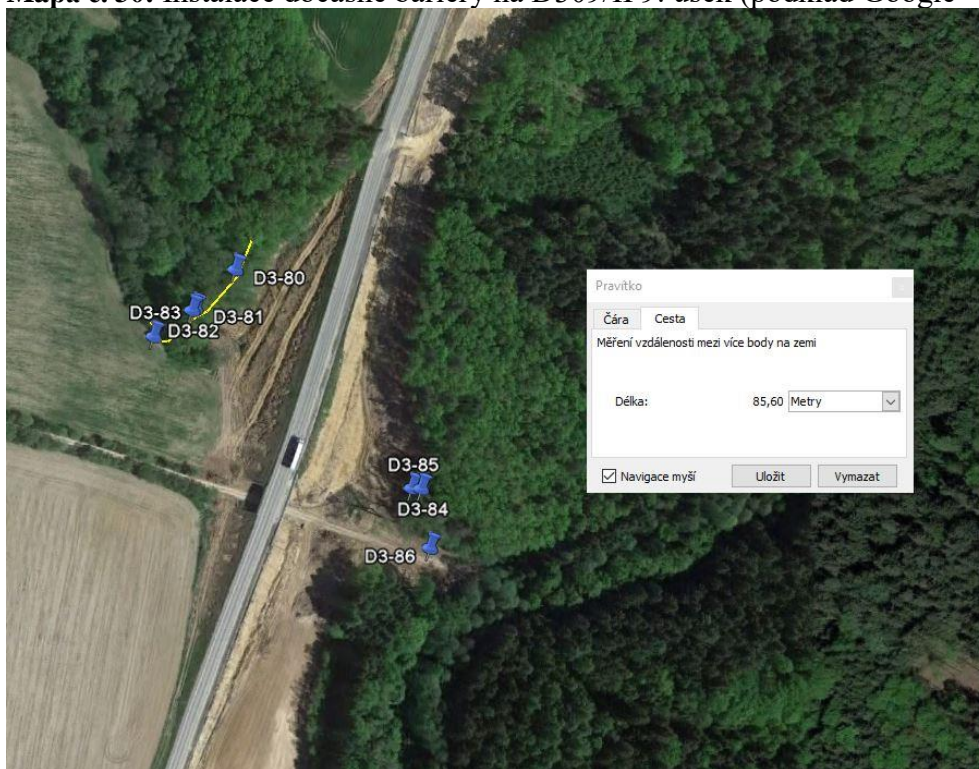
Mapa č. 28: Instalace dočasné bariéry na D309/II 7. úsek (podklad Google™earth)



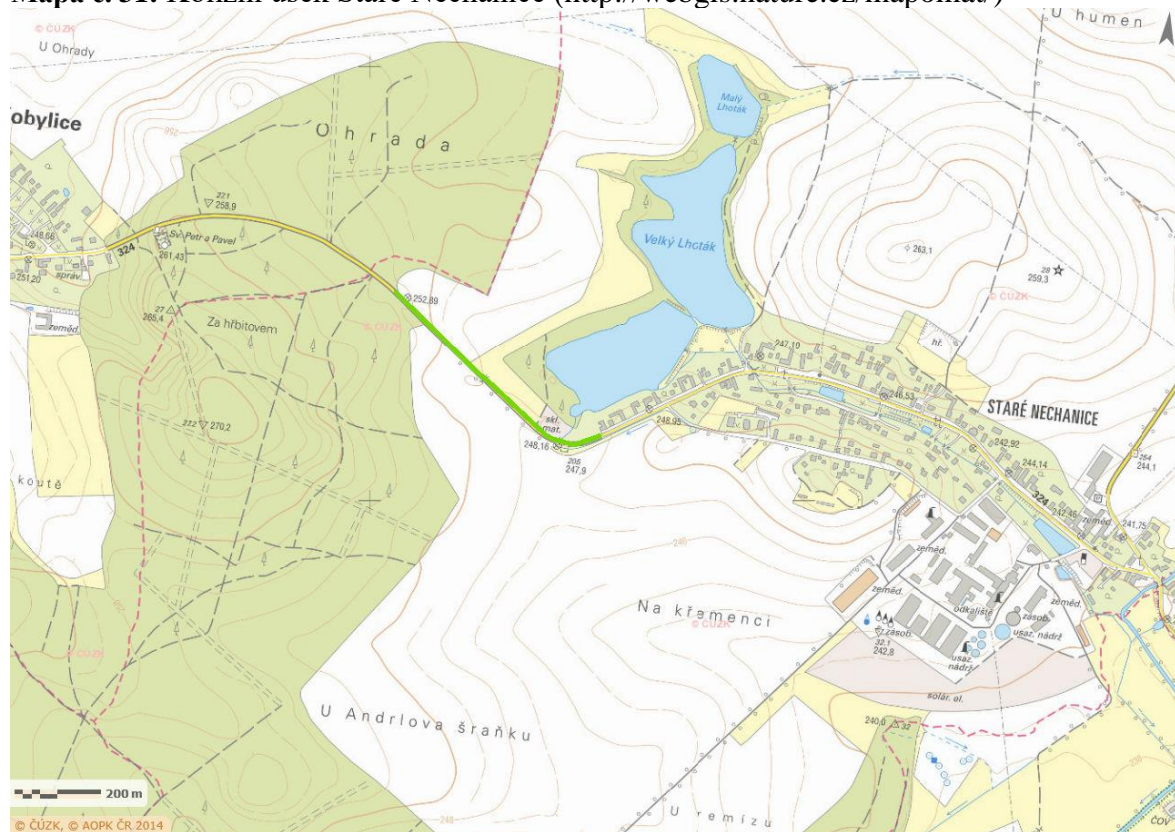
Mapa č. 29: Instalace dočasné bariéry na D309/II 9. úsek (podklad Google™earth)



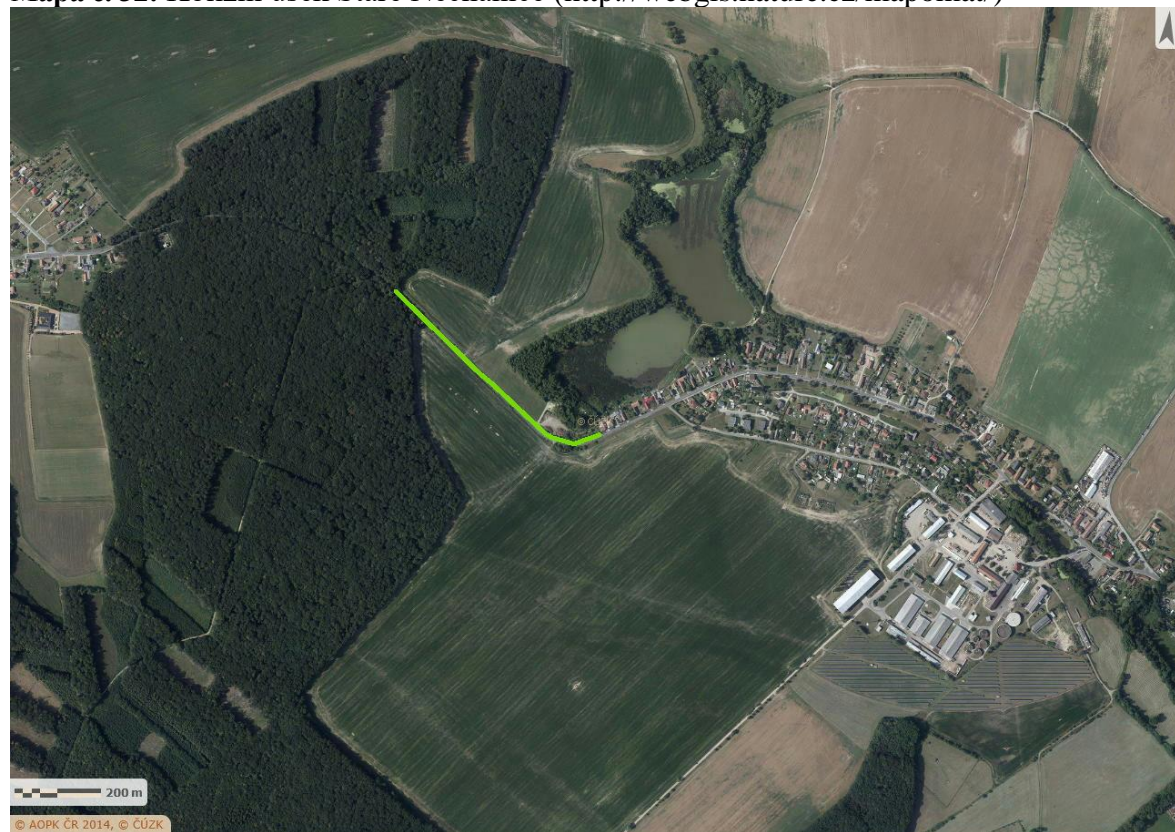
Mapa č. 30: Instalace dočasné bariéry na D309/II 9. úsek (podklad Google™earth)



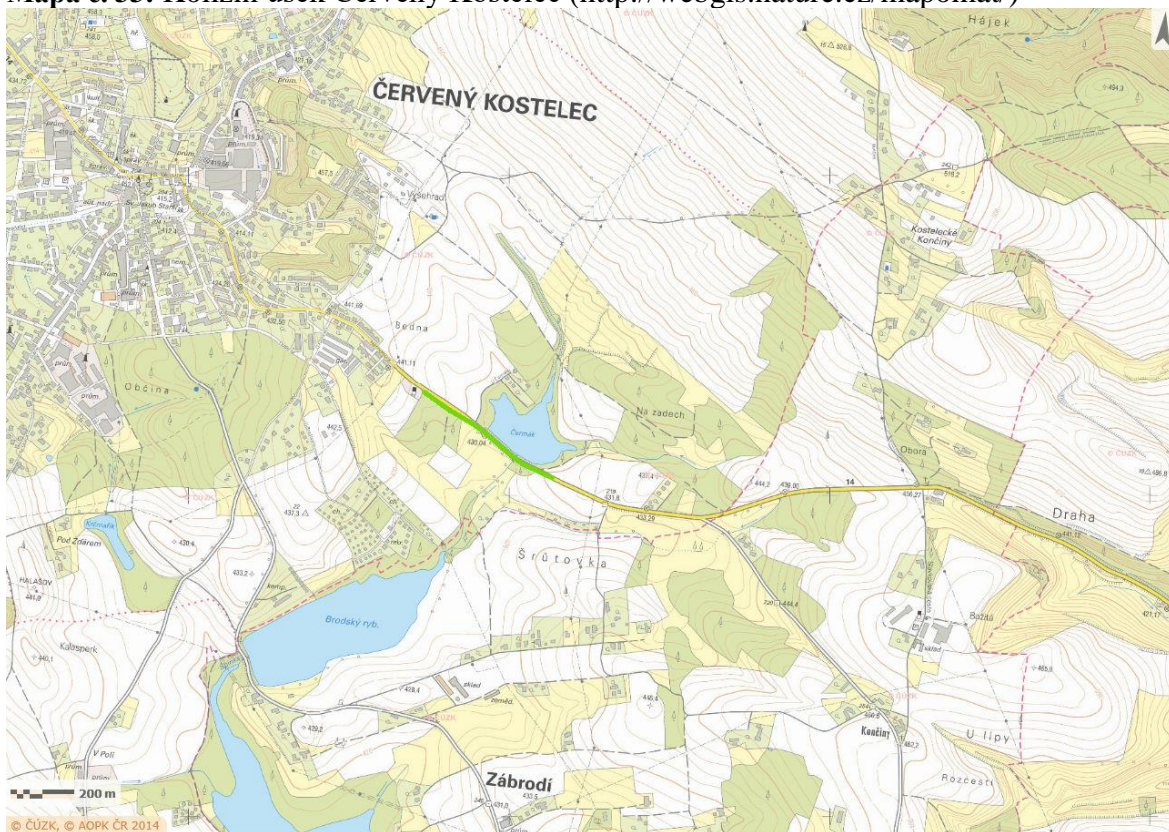
Mapa č. 31: Kolizní úsek Staré Nechanice (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>)



Mapa č. 32: Kolizní úsek Staré Nechanice (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>)



Mapa č. 33: Kolizní úsek Červený Kostelec (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>)



Mapa č. 34: Kolizní úsek Červený Kostelec (<http://webgis.nature.cz/mapomat/>)



8.2 Textové přílohy

Text 1: Záznamový formulář používaný pro evidenci odchytů

Rok	Den	Měsíc	Lokalita	Bariéra	Odchytná nádoba	Jiné	Zvíře (druh)	Samec	Samice	Mládě	Snůšky	Larvy	Neurč.	Celkem	Voda	Počasí	Souč. T. (°C)	Min T. (°C)	Max T. (°C)

8.3 Obrazové přílohy

Obrázek č. 1.: Způsob instalace dočasné bariéry © Roman Rozínek



Obrázek č. 2.: Polymerbetonové prvky ACO © Roman Rozínek



Obrázek č. 3.: Trvalá bariéra z recyklovaného plastu © Roman Rozínek



Obrázek č. 4.: Trvalá bariéra z pozinkovaného plechu © Roman Rozínek



Obrázek č. 5: Instalace dočasné bariéry na stavbě D11 © NaturaServis



Obrázek č. 6.: Dočasná bariéra na stavbě D3 © NaturaServis

