

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Tet'ana Makarčuková

**POSOUZENÍ VYBRANÝCH MIGRAČNÍCH PROFILŮ Z
HLEDISKA OSVĚTLENÍ**

Bakalářská práce

2015



K612..... Ústav dopravních systémů

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Tet'ana Makarčuková

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Posouzení vybraných migračních profilů z hlediska osvětlení**

Název tématu (anglicky): **Assessing of Migration Profiles in Term of Lighting**

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod, cíle práce
- Uvedení do problematiky, řešerše
- Výběr vhodných lokalit
- Zhodnocení vybraných migračních profilů
- Celkový vliv rušení - hluk, osvětlení
- Terénní průzkum zvolených objektů
- Měření osvětlení na vybraných migračních objektech a v jejich blízkosti
- Závěrečné vyhodnocení, doporučení

Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Technické podmínky TP 180: Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy, 2006
Technické podmínky TP 181: Hodnocení průchodnosti území pro liniové stavby, 2006

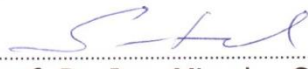
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Bc. Kristýna Neubergová, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **25. června 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **24. srpna 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia
a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů




prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


Tetana Makarčuková
jméno a podpis studenta

V Praze dne 25. června 2014

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Doc. Ing. Kristýně Neubergové, Ph. D. za odborné vedení při vypracování této práce, za její pomoc, trpělivost a vstřícnost při konzultacích.

V neposlední řadě také chci poděkovat všem respondentům, kteří mi poskytli potřebné informace.

Velké díky patří mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia a byli mi vždy oporou.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Děčíně dne 24.8. 2015

Podpis.....



ČESKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

POSOUZENÍ VYBRANÝCH MIGRAČNÍCH PROFILŮ Z HLEDISKA OSVĚTLENÍ

bakalářská práce

srpen 2015

Teřana Makarčuková

ABSTRAKT

Předmětem a cílem této práce bylo zhodnotit vliv osvětlení na funkčnost migračních objektů. Pro bakalářskou práci byl vybrán ekodukt Bílý Kostel – Hrádek nad Nisou na silnici I/35.

Pro tuto práci byl použit speciální postup nočního měření světelných vlivů na vybraném ekoduktu i v jeho okolí. Podklady byly získány nočním průzkumem na objektu. Následovalo vyhodnocení a získané údaje se použity pro generalizaci a doporučení. Využití těchto doporučení v praxi může zvýšit funkčnost vybudovaných staveb.

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to evaluate the effect of lighting on the function of migrating objects. The wildlife crossing Bílý Kostel - Hrádek nad Nisou on the expressway I/35 was chosen for the purpose of the thesis.

A special night measuring process of lighting effects on chosen wildlife crossing and its surroundings was created specifically for this thesis. The data collected during the night research of the wildlife crossing were followed by evaluation and used for generalization and recommendations. Application of these recommendations in practice can increase the functionality of buildings which are built nearby the wildlife crossing.

OBSAH

OBSAH.....	5
1 ÚVOD	8
2 NEGATIVNÍ VLIVY DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	10
2.1 Hluk a vibrace	10
2.2 Zábor půdy	11
2.3 Bariérový efekt.....	12
3 VÝVOJ KRAJINY Z HLEDISKA PRŮCHODNOSTI	13
3.1 Fragmentace krajiny	13
3.2 Nefragmentované oblasti	14
4 PŘÍKLADY ZAHRANIČNÍCH NADCHODŮ.....	15
5 MIGRACE.....	17
6 EKODUKTY V ČESKÉ REPUBLICE.....	18
7 EKODUKT U BÍLÉHO KOSTELA NAD NISOU	21
7.1 Identifikační údaje mostu	21
7.2 Popis širších územně dopravních vztahů	22
7.3 Migrační potenciál.....	23
7.4 Vlivy na biokoridoru	25
7.5 Využitelnost ekoduktu	26
7.5.1 Základní údaje	27
7.5.2 Doprovodná opatření	29
7.5.1 Intenzity	30
7.5.2 Mapy území	31
8 MĚŘENÍ OSVĚTLENÍ.....	32
8.1 Světlo	32

8.2	Použité předpisy	33
8.3	Umístění měřících bodů	34
8.4	Intenzita	35
8.5	Luxmetr	35
8.6	Postup měření	36
9	VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	38
10	ZÁVĚR	42
11	ZDROJE.....	43

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:

ČR	Česká republika
MVÚ	migračně významná území
MP	migrační potenciál
MPE	migrační potenciál ekologický
MPT	migrační potenciál technický
MÚK	mimoúrovňová křižovatka
PUPFL	pozemky určené k plnění funkce lesa
ZPF	zemědělský půdní fond

KLÍČOVÁ SLOVA

biokoridor; ekodukt; ekologie; fragmentace; intenzita; migrace; mostní objekt; osvětlení; zelený most; životní prostředí

Keywords

biocorridor; wildlife crossing; ecology; fragmentation; intensity; migration; bridge building; lighting; environment

1 ÚVOD

Předmětem bakalářské práce je *posouzení migračního objektu z hlediska osvětlení a vlivů osvětlení na migrující zvěř*.

Cílem bakalářské práce je na základě poznatků z teoretické a praktické části analyzovat, zda je migrační objekt správně řešen z hlediska osvětlení.

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na téma související s dopravou a její vliv na životní prostředí. Teoretická část je členěna do páté kapitol. První kapitola se zabývá negativními vlivy na životní prostředí. V této kapitole jsou popsány obecné negativní vlivy dopravy, jako je hluk, zábor půdy nebo bariérový efekt. Druhá kapitola je zaměřena na krajinu z hlediska průchodnosti. Jedná se jak o fragmentaci, tak i o nefragmentaci krajiny. Navazující kapitola ukazuje příklady zahraničních nadchodů. Ve čtvrté kapitole je popsána migrace a v poslední části jsou vyjmenovány a stručně popsány ekodukty v České republice.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na zmapování světelného rušení na vybraném ekoduktu. Cílem byla snaha o generalizaci výsledků z měření a navržení vhodných opatření pro stávající objekty i novou výstavbu. První část praktické části popisuje vybraný objekt, jeho polohu, rozměry využitelnost apod. Druhá část je zaměřena na popis prováděného měření. Ve třetí části jsou analyzovány výsledky měření.

Výstavba silnic a dálnic má negativní vliv na životní prostředí, a to nejen při výstavbě, ale i následně při jejich provozu. Pozemní komunikace rázně lemují krajinu, dochází k fragmentaci krajiny a k omezení přírodních migračních tras pro nelétavé živočichy. Jednotlivé populace tedy zůstávají navzájem izolované. Překonávání těchto překážek často vede k uhynutí při snaze se přesunout, a zároveň dochází k ohrožení lidských životů při střetu automobilu se zvěří. Následné vymírání zvěře vede k jejich menší populaci a k menší pravděpodobnosti najít si jedince stejného druhu a opačného pohlaví.

Realizace migračních objektů patří ke stěžejním opatřením pro snížení bariérového efektu silnic a dálnic. Migrační objekt zahrnuje nejen rozměrové parametry, ale i navazující objekty a úpravy okolí. Obecně se migrační objekty dělí na podchody a nadchody.

Oba typy objektů mohou být vybudovány buď speciálně pro migraci živočichů, nebo mohou pro tento účel být upraveny stávající stavby [10].

Speciální nadchody se nazývají ekodukty, nebo „zelené mosty“ [13]. Ekodukty jsou mostní stavby, které by měly volně žijícím živočichům pomoci překonávat uměle vytvořenou liniovou překážku v migračních trasách divoké zvěře. Slouží tedy pro zachování spojitosti životního prostředí a migračních tras živočichů.

Slovo ekodukt je odvozeno z latinského slova oikos (dům, prostředí) a duco (něco vést). Ekodukty jsou navrhovány především na dálnicích a rychlostních komunikacích, které svou šířkou a vedením trasy představují nepřekonatelnou překážku pro živočichy. Následně tedy dochází k fragmentaci krajiny, což je rozpad na menší izolované ostrovy a tyto oblasti nemohou nadále zajistit podmínky pro dlouhodobé přežívání populací.

Ekodukt je tvořen mostní nebo tunelovou konstrukcí, na které byl obnoven původní terén a vysázena vegetace tak, aby byl zajištěn „přírodní“ vzhled migračního koridoru. Výhoda oproti podchodům je také ta, že vegetace zde není limitována srážkovým a světelným stínem a ekodukt může být tedy využíván širším spektrem živočichů.

2 NEGATIVNÍ VLIVY DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Doprava je neodmyslitelná součást dnešního života. Neustálým vzrůstem hustoty dopravních cest a počtu dopravních prostředků se zrychluje i proces růstu ekologických problémů. Přestože, doprava představuje pozitivní důsledky a přínosy pro rozvoj života obyvatelstva nesmí se opomínat na řadu negativních následků. Při shrnutí všech negativních vlivů dopravy se musí brát v potaz též těžba nerostných surovin pro výrobu paliv, při výrobě vozidel, výstavbě infrastruktury a následné odpady. Tato jednotlivá stadia každého dopravního systému souvisejí s mnoha tlaky na životní prostředí a zdraví obyvatel, jako je škodlivost výfukových plynů, zábor půdy či omezení migračního pohybu zvířat.

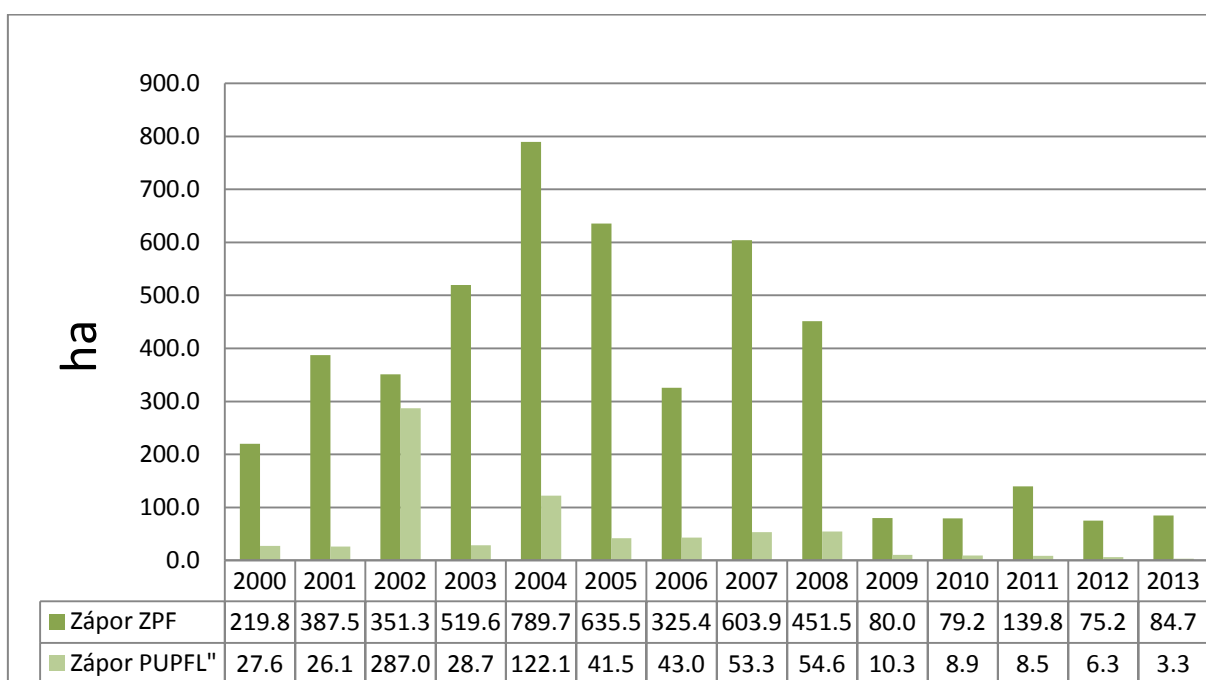
2.1 Hluk a vibrace

Zdrojem hluku a vibrací z dopravy jsou jednotky motorových vozidel, styk s vozovkou a aerodynamické účinky karoserií. Hladinu hluku ovlivňuje hustota osídlení, struktura a hustota silniční sítě.

Při nadměrném hluku dochází ke snížení koncentrace a pozornosti, ke změnám krevního tlaku, nebo degeneraci sluchových buněk. Nermalou rolí následně hraje i stres, nervozita a panika. Hluk může přerušit nebo narušit typické zvukové projevy doprovázející určité důležité činnosti. Může docházet i k přerušení růstu nedostatkem energie, kvůli neustálému útěku před hlukem nebo vyhýbání se hlučným prostorům. Dochází pak k neschopnosti zvěře ulovit si potravu, a proto se narušuje potravní řetězec. Dalším důsledkem nadměrného hluku je nerovnoměrné druhové rozmístění, kdy zvířata nepřírozeně migrují a jsou vytlačovaná ze svých teritorií, a tak se snižuje jejich schopnost reprodukce. Je samozřejmé, že ne všechny druhy zvířat hluk obtěžuje, jsou i taková, která si zvyknou, jakmile však dojde k výrazné změně, dají se na útěk. [24]

2.2 Zábor půdy

Doprava ovlivňuje přirozenou funkci půdy, jako je například přirozená schopnost zadržovat vodu a zajištění přirozených podmínek a biotopů pro rostlinné i živočišné druhy. V souvislosti s růstem a rozšiřováním dopravní infrastruktury (hodnoty jsou viditelně v grafu č. 1) dochází k záborům zemědělské a lesní půdy, fragmentaci krajiny [24]. To vše má negativní vliv na ekosystém, neboť migrace volně žijících živočichů je tím značně omezena, nastává tedy bariérový efekt. Omezení pohybu jednotlivých druhů živočichů může být klíčovou okolností pro přežití druhu.



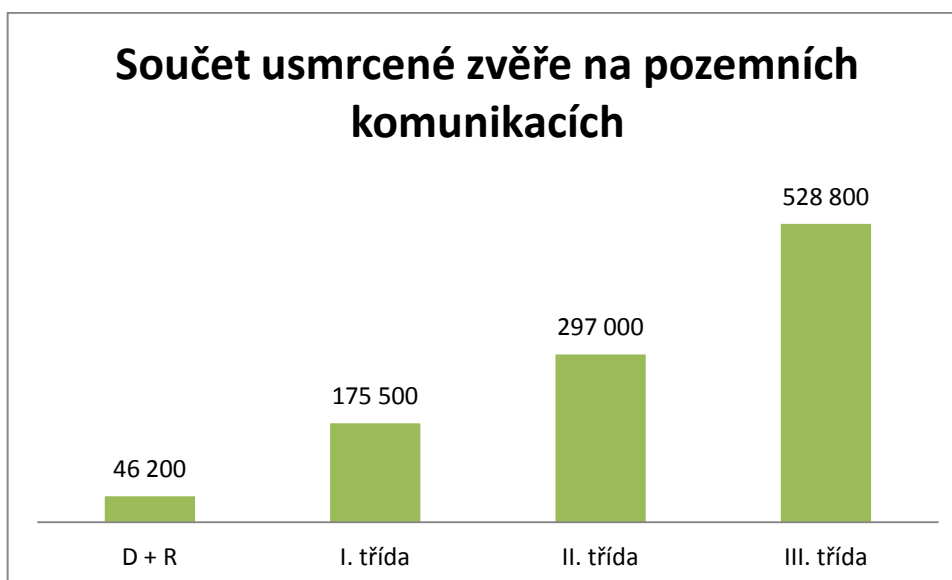
GRAF č. 1 Zápory zemědělské a lesní půdy dopravní infrastrukturou [1]

2.3 Bariérový efekt

Bariérový efekt vzniká kombinací různých faktorů (dopravní intenzita, technické parametry komunikace), které dohromady snižují pravděpodobnost a úspěšnost překonání komunikace volně žijícími živočichy. V tabulce č.1 jsou zaznamenány přibližné hodnoty mortality zvířat. Omezení bariérového efektu lze dosáhnout lepším výběrem trasy silnice. Nově vybudovaná komunikace by měla v co nejmenších částech protínat migrační trasy zvěře. Je potřeba brát zřetel na konkrétní technické řešení, z něhož vyplývá výškové řešení trasy a návrhy technických objektů, jako jsou mosty, tunely aj. Těmito objekty by se měla vybavit předem určená místa, která zvířata používají k migraci. Díky tomu se sníží bariérový efekt a tím i celkový fragmentační dopad.

TABULKA č. 1 Odhad mortality daných druhů zvířat na silnicích ČR za rok [5]

Druh	D + R	I. třída	II. třída	III. třída	celkem
zajíc polní	14 400	73 600	150 700	327 700	566 400
kuna	8 400	21 200	15 100	5 100	49 800
jezek (n)	15 100	59 100	115 600	157 000	346 800
lasice kolčava	3 000	9 100	4 300	11 700	28 100
srnec obecný	3 300	10 100	11 300	27 300	52 000
liška obecná	2 000	2 400	0	0	4 400



GRAF č. 2 Morality [5]

3 VÝVOJ KRAJINY Z HLEDISKA PRŮCHODNOSTI

Zásadním zlomem z hlediska životních podmínek pro živočichy v krajině byl nástup průmyslové revoluce, provázený těžbou surovin, rozvojem průmyslu, masivní výstavbou měst a především rozvojem silniční a železniční dopravy.

S nástupem železnice a vyjetím prvního parního vlaku se v přírodě začal objevovat první rušivý element, který živočichové neznali. Skrz krajinu se začaly pohybovat objekty velké hmotnosti a vysokou rychlostí a následné střetnutí se zvěří mělo pro zvěř fatální následky. Nepřirozeným hlukem jsou navíc ovlivňovány široké pásy krajiny podél komunikací. Vznikají první reálné liniové bariéry.

3.1 Fragmentace krajiny

Fragmentace znamená rozdělení přírodních lokalit s výskytem specifických druhů rostlin a živočichů na menší a více izolované jednotky. Izolace ohrožuje přežití citlivějších druhů zvířat. Bariéry způsobují rozpad původně souvisějící krajiny na menší a stále izolovanější ostůvky, které již nemohou zajistit podmínky pro dlouhodobé přežití populace. Pro velké savce komunikace představuje překážku pouze v případě, že je oplocena, pro menší živočichové například obojživelníci, bezobratlovci a malí savci, jsou mnohem častěji sraženi vozidly nebo usmrceni predátory. Ve většině situací komunikace omezí pohyb živočichů, ale neomezí jej úplně. Malé populace mohou trpět příbuzenským křížením a větší úmrtností, jsou tedy více závislé na migraci než velké populace.

Klíčovým faktorem fragmentace je hustota silnic, která je závislá na využívání půdy, lidském osídlení a urbanizaci.

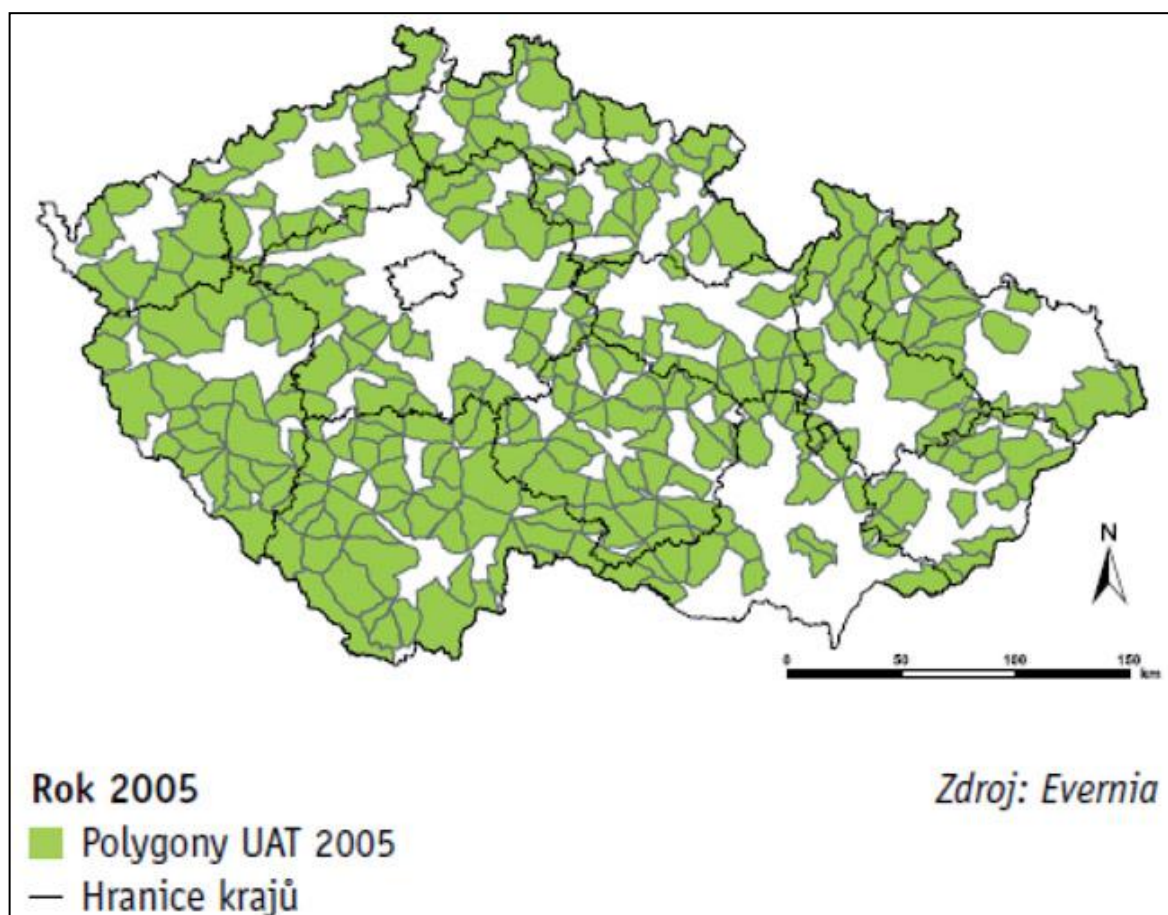
Česká republika se v rámci Evropy řadí mezi oblasti s vysokou mírou fragmentace – například ze srovnání všech evropských zemí vyplývá, že více fragmentovanou krajinu mají pouze země Beneluxu a Německo, Česká republika je těsně v závěsu za těmito zeměmi [1]

3.2 Nefragmentované oblasti

Oblasti, které jsou považovány za nefragmentované se nazývají polygony UAT (Unfragmented Areas by Traffiv) [1]. Jako polygon UAT se označuje krajina, která má rozlohu větší než 100 km² a její území je ohraničeno komunikacemi s intenzitou přesahující 1 000 vozidel/den. Za rok 2005 jsou polygony UAT zobrazeny v mapě č.1

Polygony UAT pro vybrané území lze získat [2]:

- z prvotních dat v prostředí GIS (silniční a železniční síť, intenzity dopravy na základě celostátního sčítání, nebo specializovaných dopravních modelů)
- ze souboru zpracovaného pro celou Českou republiku, umístěného Portálu veřejné správy ČR.

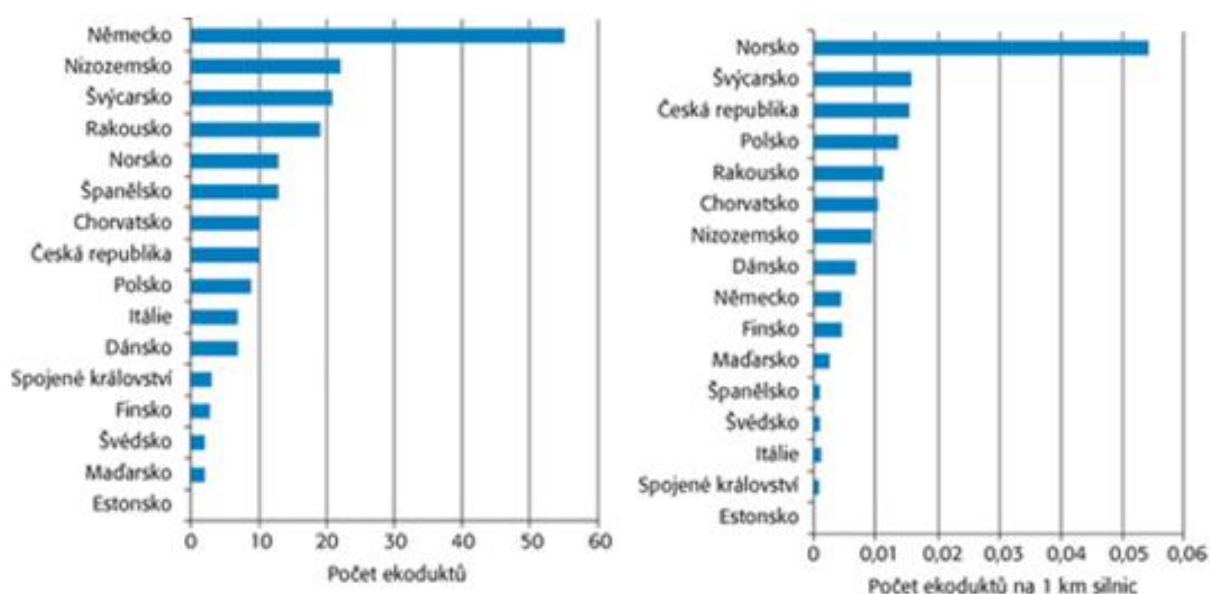


MAPA č. 1 Fragmentace krajiny dopravou v ČR [3]

4 PŘÍKLADY ZAHRANIČNÍCH NADCHODŮ

V mnoha zemích světa se ekodukty považují za standardní součást dálnic a frekventovaných silnic. V zahraničí není neobvyklé stavět specializované mosty jen, pro jeden druh zvířat. V Evropě mezi prvními začaly zelené mosty zavádět Nizozemí, Polsko a Belgie.

Na každém zahraničním ekoduktu jsou součástí stavby protihlukové bariéry a hustá vegetace, aby plaché jedince neodrazoval hluk a osvětlení z komunikací. Zkušenosti ze zahraničí ukazují, že pokud se podaří most dobře vyprojektovat užívají ho zvířata denně po celý rok. Biokoridory jsou využívány i ptactvem. Pro překonání komunikace ptáci hledají nejbezpečnější místo. Biokoridor s vysokou hustou vegetací je i pro létavé živočichy nejideálnějším místem pro migraci.



OBRÁZEK č. 1 Počet a hustota ekoduktů v jednotlivých evropských zemích [7]



OBRÁZEK č. 2 Ekodukt Kanada [22]



OBRÁZEK č. 3 Ekodukt Nizozemsko [14]

5 MIGRACE

Migrace je pravidelný pohyb s více nebo méně uzavřeným cyklem, s návratem do rodiště. Zvířata musí mít určité předpoklady pro svou migraci, mezi tyto předpoklady patří zrak, pohyblivost či paměť, díky tomu vzniká složitá zvířecí instinktivní činnost. Zaznamenává se několik příčin migrace. Dlouhodobá migrace nastává při změně výživy nebo klimatu. Při aktuální migraci zvěř hledá potravu, která není v daném okamžiku dostupná, dále k ní dochází při rozmnožování nebo zvířata migrují před nepříznivým počasím a dochází zde i ke konkurenčnímu boji o prostor. Podle druhu se migrace dělí na pravidelnou, což je sezónní, a nepravidelnou, kterou využívají putovní zvířata. V tabulce č.4 jsou zaznamenány velikosti rozloh migračně významných území dále jen MVÚ v České republice a procentuální podíly rozloh MVÚ. [9]

TABULKA č. 2 Rozloha MVÚ podle jednotlivých krajů [4]

kraj	Rozloha MVÚ (km)	podíl MVÚ na rozloze kraje (%)
Jihočeský	6 230	61.8
Karlovarský	1 922	57.9
Plzeňský	4 067	53.7
Liberecký	1 585	50.1
Zlínský	1 938	48.9
Vysočina	3 136	45.3
Moravskoslezský	2 478	44.5
Olomoucký	2 104	40.9
Pardubický	1 610	35.6
Ústecký	1 701	31.8
Královehradecký	1 469	30
Jihomoravský	2 131	30.1
Středočeský	3 128	28.4
Praha	0	0

6 EKODUKTY V ČESKÉ REPUBLICE

Za první ekodukt v České republice se považuje stavba na R/35 u Dolního Újezdu. Tento migrační objekt však nebyl postaven výhradně pro migraci živočichů, ale spíše pro zachování krajinného rázu při průchodu silnice přes zlomový svah a přivedení přístupové lesní cesty.



OBRÁZEK č. 4 Ekodukt Dolní Újezd, Ekodukt Hrabůvka, Ekodukt Kletné [15] srpen

TABULKA č. 3 Stručné informace o ekoduktech v ČR [15]

silnice	název	délka [m]	uspořádání	zprovoznění	staničení
R35	Ekodukt Dolní Újezd	100	2 + 3 pruhy	22. 7. 1999	km 293,5
D1	Ekodukt Hrabůvka	48,8	3 + 2 pruhy	25. 11. 2008	km 306,0
D1	Ekodukt Kletné	62	2 + 2 pruhy	25. 11. 2009	km 326,1



OBRÁZEK č. 5 Ekodukt Žehuň, ekodukt Voleč, ekodukt Šabatka [15]

TABULKA č. 4 Stručné informace o ekoduktech v ČR [15]

silnice	název	délka [m]	uspořádání	zprovoznění	staničení
D11	Ekodukt Žehuň	50	2 + 2 pruhy	20. 12. 2005	km 51,7
D11	Ekodukt Voleč	78	2 + 2 pruhy	21. 12. 2006	km 71,0
R1	Ekodukt Šabatka	70	3 + 4 pruhy	20. 9. 2010	km 9,25



OBRÁZEK č. 6 Ekodukty na Pražském okruhu [18]

TABULKA č. 5 Stručné informace o ekoduktech na Pražském okruhu[15]

silnice	název	délka [m]	uspořádání	zprovoznění	staničení
R1	Ekodukt Cholutice I	26,6	2 + 2 pruhy	20. 9. 2010	km 5,3
R1	Ekodukt Cholutice II	26,6	2 + 2 pruhy	20. 9. 2010	km 5,7
R1	Ekodukt Cholutice III	26,6	2 + 2 pruhy	20. 9. 2010	km 6,1



OBRÁZEK č. 7 Ekodukt Chotoviny Tábor, ekodukt Jenišov [15]

TABULKA č. 6 Stručné informace o ekoduktech v ČR [15]

silnice	název	délka [m]	uspořádání	zprovoznění	staničení
D3	Ekodukt Chotoviny Tábor	45,0	2 + 2 pruhy	2014	km 26,55
R6	Ekodukt Jenišov	40,0	2 + 2 pruhy	2009	km 2,32
I/20	Ekodukt Nová Hospoda	76,0	2 + 2 pruhy	2010	km 11,00
I/35	Ekodukt Bílý Kostel nad Nisou	18,8	2 + 2 pruhy	2014	km 1,92



OBRÁZEK č. 8 Mapa s ekodukty [23]

7 EKODUKT U BÍLÉHO KOSTELA NAD NISOU

7.1 Identifikační údaje mostu

Pro posouzení byl vybrán ekodukt na I/35 Bílý Kostel – Hrádek nad Nisou. Silnice je kategorie S11,5/80. Zelený most u Bílého Kostela je snadno přístupný. U této poměrně nové stavby by bylo vhodné posoudit, jestli migrační koridor zvířata plně využívají.

Zelený most se nachází v staničení 1,920 km. Objednavatel tohoto objektu bylo Ředitelství silnic a dálnic ČR. Za nadřízený orgán je považováno Ministerstvo dopravy ČR a projektantem byla firma VALBEK®, spol. s r.o. Volná výška mostu není ničím omezena. Úhel křížení je 90° a výška průjezdného profilu je 4,80 + 0,15 m [16].



FOTO č. 1 Fotodokumentace, ekodukt Bílý Kostel nad Nisou [autor]

7.2 Popis širších územně dopravních vztahů

Most se nachází v extravilánu, v katastrálním území obce Václavice Libereckého kraje. Most se nachází v místě, kde trasa nové silnice I/35 prochází zalesněným územím s biokoridorem. Stavba silnice I/35 zahrnuje kromě hlavní trasy přestavbou mimoúrovňové křižovatky Bílý Kostel, výstavbou 2 nových křižovatek (Václavice a Hrádek nad Nisou).

Trasa silnice I/35 vychází z MÚK silnic I/13 a I/35 v Bílém Kostele. Z křižovatky trasa stoupá severním směrem východně od hřbitova v Bílém Kostele přes údolí Farského potoka a bezejmenné vodoteče. Trasa překonává dvěma mostními objekty. V tomto stoupání je navržen přídatný jízdní pruh. Po obejití Hlásného vrchu se trasa stáčí k západu po zemědělských pozemcích, mimoúrovňově kříží silnice III/2712. Po obejití lesního komplexu se trasa stáčí a směřuje k Hrádku nad Nisou, kde se napojuje na stávající silnici I/35 vybudovanou v roce 1992 jako obchvat Hrádku nad Nisou. Napojení města je navrženo úrovnovou stykovou křižovatkou ve tvaru T prodloužením větve stávající křižovatky.

7.3 Migrační potenciál

Migrační objekty zvyšují pravděpodobnost prostupnosti liniových dopravních staveb pro volně žijící živočichy. Pro vyhodnocení pravděpodobnosti funkčnosti migračního objektu se používá veličina zvaná migrační potenciál (MP). Skládá se ze dvou nezávislých částí – ekologického a technického migračního potenciálu. [6]

Při výstavbě nové komunikace je její doba provozu plánovaná na desítky let dopředu a po tuto dobu by měl i migrační objekt plnit stále své funkce. Zvířecí návyky je však na tuto dobu nemožné předpovědět, zároveň se musí počítat s jejich určitou adaptační kapacitou. MP vyjadřuje využitelnost daného objektu na následující roky dopředu.

Funkčnost MP určují dvě složky: ekologická a technická, jejich popis a obsah je v tabulce č. 3. Celkový migrační potenciál je definován jako součin migračního potenciálu ekologického a technického.

TABULKA č. 7 Složky migračního potenciálu [6]

Název složky MP	Popis složky MP	Obsah složky MP	Zkratka
migrační potenciál ekologický	Je dán vlastnostmi samotné migrační cesty, kterou má v tomto profilu v době před výstavbou pozemní komunikace. Je třeba uvažovat s výhledem jejího využívání do budoucnosti především z hlediska celkového širšího území.	MPE vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou je migrační cesta plně využívána zvěří bez výstavby komunikace. Je modelem celkového migračního tlaku v dané lokalitě.	(MPE)
migrační potenciál technický	Je dán vlastnostmi migračního objektu, jeho celkovou konstrukcí, rozměry a doprovodnými opatřeními.	MPT vyjadřuje, jak budou zachovány původní parametry migrace při realizaci daného objektu.	(MPT)

Všechny formy MP se pohybují v uzavřeném intervalu $<0;1>$.

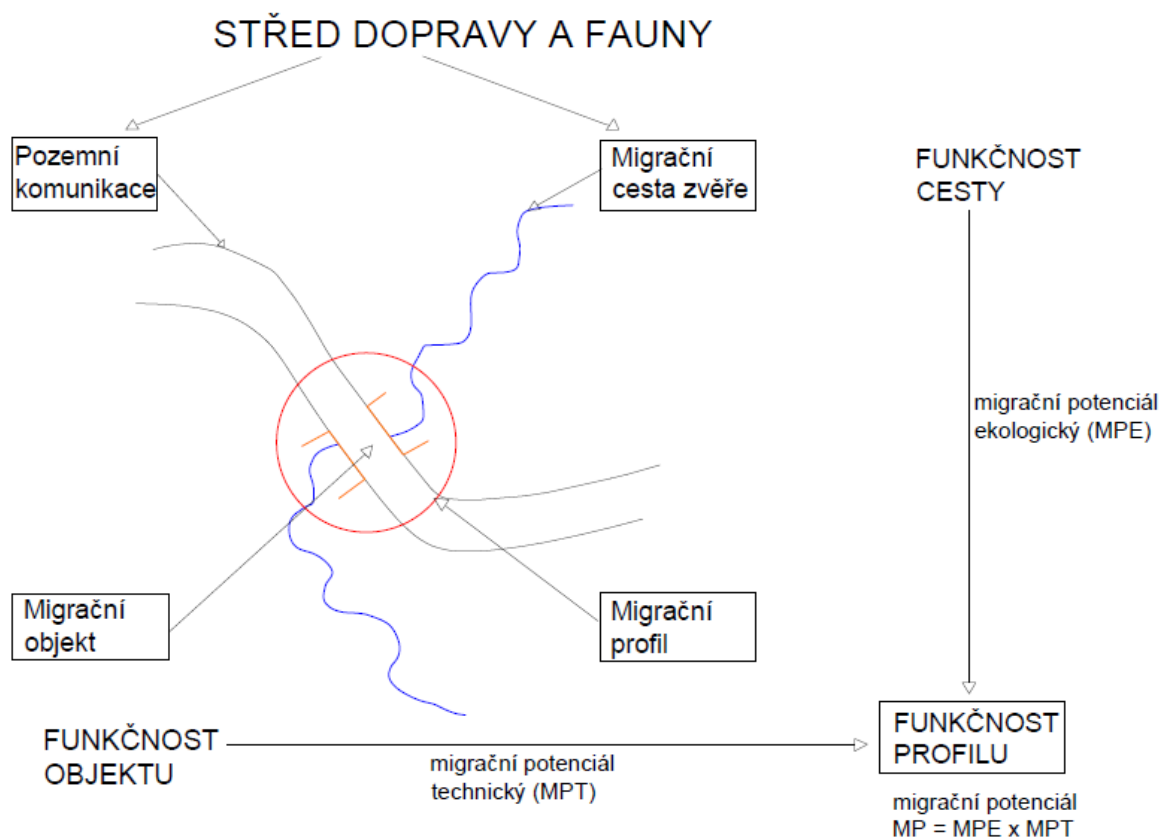
MP = 0 představuje krajní stav, při kterém je průchod zvěře daným migračním profilem nemožný

MP = 1 představuje ideální stav, kdy významná a zvěří pravidelně využívaná cesta nebude pozemní komunikací vůbec ovlivněna.

Reálné „mezistavy“ mezi oběma krajními body lze kategorizovat a slovně popsat v následující tabulce. [6]

TABULKA č. 8 Kategorizace migračního potenciálu [6]

MP	Charakteristika migrační funkčnosti profilu
1.0 - 0.8	zcela funkční stav blížící se ideálnímu řešení
0.8 - 0.6	nadprůměrná, vysoká funkčnost, pouze s malými omezeními
0.6 - 0.4	průměrná, nízká funkčnost, se zřetelně omezujícími prvky
0.4 - 0.2	podprůměrná, nízká funkčnost, řada omezujících prvků
0.2 - 0.0	nefunkční stav, blíží se úplné neprůchodnosti zvěře



OBRÁZEK č. 9 Schéma migračního potenciálu [1]

7.4 Vlivy na biokoridoru

K určení důležitosti migračního objektu, kromě rozměrů, je podstatné i komplexní řešení objektu a bezprostředního okolí. To musí minimalizovat rušivé vlivy okolí a působit dojmem bezpečí pro migrující zvíře. Stav migračního profilu má zásadní vliv na stav bezpečí u zvířat, tento stav je hodnocen v rámci ekologického migračního potenciálu. V rámci stavebního objektu jsou řešeny tyto vlivy:

- a) **Optika:** Zvíře procházející migračním objektem by mělo být co nejvíce chráněno od smyslového kontaktu s komunikací. Základním faktorem je tedy vegetační úprava celého objektu.
- b) **Pohyb:** Terén objektu by měl mít přírodní charakter, na který je zvíře zvyklé z okolí. Zcela nevhodné jsou asfaltové, betonové zpevněné plochy, či štěrk a oblázky. Při průchodu zvíře uslyší zvuk, který sám vydává procházejíc přes tento povrch a následně je vyplašeno.
- c) **Hluk:** Umělé nebo přirozené hlukové opatření na mostním objektu chrání zvířata před hlukovou zátěží vyvolanou intenzitou dopravního proudu na pozemní komunikaci.
- d) **Osvětlení:** Zvířata migrující především v noci jsou rušena reflektory projíždějících automobilů a umělým osvětlením.

TABULKA č. 9 Zhodnocení ekoduktu podle TP 180 [autor]

Ekodukt Bílý Kostel nad Nisou			
Optika	Pohyb	Hluk	Osvětlení
Částečně vegetační úpravy	Přirozená nezpevněná půda	Bez opatření, bez přirozené protihlukové ochrany	Částečná opatření proti svitu. Bez opatření, bez přirozené ochrany proti osvitu

7.5 Využitelnost ekoduktu

Na okrajích ekoduktu v zalesněné části jsou vidět vyšlapané cestičky od zvěře a v písčitém povrchu cesty vedoucí přes ekodukt jsou obtištěny zvířecí stopy. Při západu slunce a následné stmívání byly viděny při přecházení srnky a několik menších stád prasat divokých. Oba zmiňované druhy zvěře využívaly přechod obousměrně.



FOTO č. 2 Fotodokumentace, ekodukt Bílý Kostel nad Nisou [autor]



FOTO č. 3 Fotodokumentace, ekodukt Bílý Kostel nad Nisou [autor]

7.5.1 Základní údaje

Biokoridor je jednopodlažní, nepohyblivý a trvalý. Nachází se v levostranném směrovém oblouku o poloměru $R=500$ m. Je kolmý s normovanou zatížitelností. Příčný sklon vozovky je konstantní jednostranný 5,5%. [16]

Migrační objekt se nachází na komunikaci, která je vedena v zářezu terénu. Délka mostu je 18,80 m, volná šířka mostu je 30,00 m, celková šířka mostu byla naměřena 36,00 m. Výška mostu nad terénem je 6,40 m a volná výška pod mostem je 4,95 m. Plocha nosné konstrukce je 676,80 m². Zatížení mostu může být 24 tun. Půdorys je řešen nálevkovou konstrukcí z přímých částí, jak se dá vidět na obrázku č.10. [16]

Zelený most není stavěn konstrukcí parabolickou, jak tomu často bývá u mostů kvůli šetření místa a navedení zvěře, v tomto případě místa bylo dostatek a tudíž byla zvolena rovná konstrukce.

Na obou stranách ekoduktu se nachází menší zalesněné pásmo, za ním navazují zemědělsky využívané plochy. Lesní komplexy ani navádějící zeleň nenavazují přímo na biokoridor. Zalesněné pásmo se skládá převážně z dubů, bříz a smrků.

Středem zeleného mostu je vedena nezpevněná písčitá cesta, podle nevyjetých kolejí se dá tvrdit, že není často využívaná zemědělskými stroji. Podél příjezdové cesty není nikde značená cyklistická ani turistická cesta. Převážná část ekoduktu je kryta přirozeným zatravněním.



FOTO č. 4 Fotodokumentace, ekodukt Bílý Kostel nad Nisou [autor]

7.5.2 Doprovodná opatření

Svodidla

Silniční svodidlo prochází pod mostem.

Oplocení

Oplocení je instalováno po obou stranách pozemní komunikace na gabionových křídlech. V dohledné vzdálenosti nejsou nikde postaveny paralelní linie, které by tvořily pasti. Na gabionových křídlech je osazena zábrana proti pádu - zábradlí, tvořené sloupky z taženého polymerního kompozitu 50x50 mm v odstínu šedozeleném [16]. Zábradlí je kotveno do betonových bloků z betonu. Na mostě je oplocení do výšky 2,00 m.

Zeleň

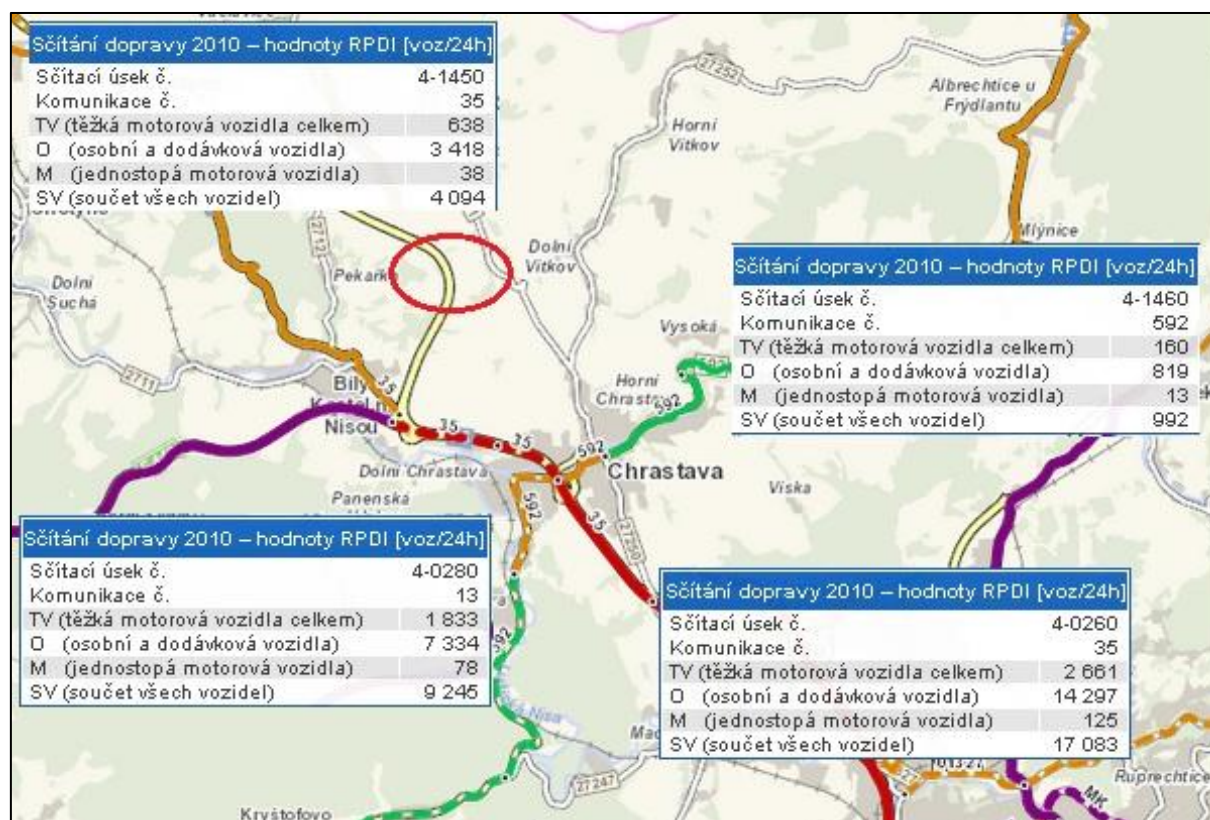
Dřeviny a nízká vegetace zatím nejsou vysokého vzrůstu. Výsadby jsou výrazně zahuštěné podél okrajů migračního objektu a tak bude střed chráněn před rušením způsobeným provozem na silnici. Prostředek pláně je rozvolněný, díky tomu větší druhy živočichů vidí volný prostor před sebou. Výsadba stromů je kombinována s hustou výsadbou keřů.

Na ekoduktu se nenacházely balvany, hromady kamení, položené kmeny stromů, hromady větví, nejsou zde zároveň ani žádné prvky snižující působení rušivých faktorů. V blízkosti migračního koridoru se nenachází žádné umělé osvětlení.



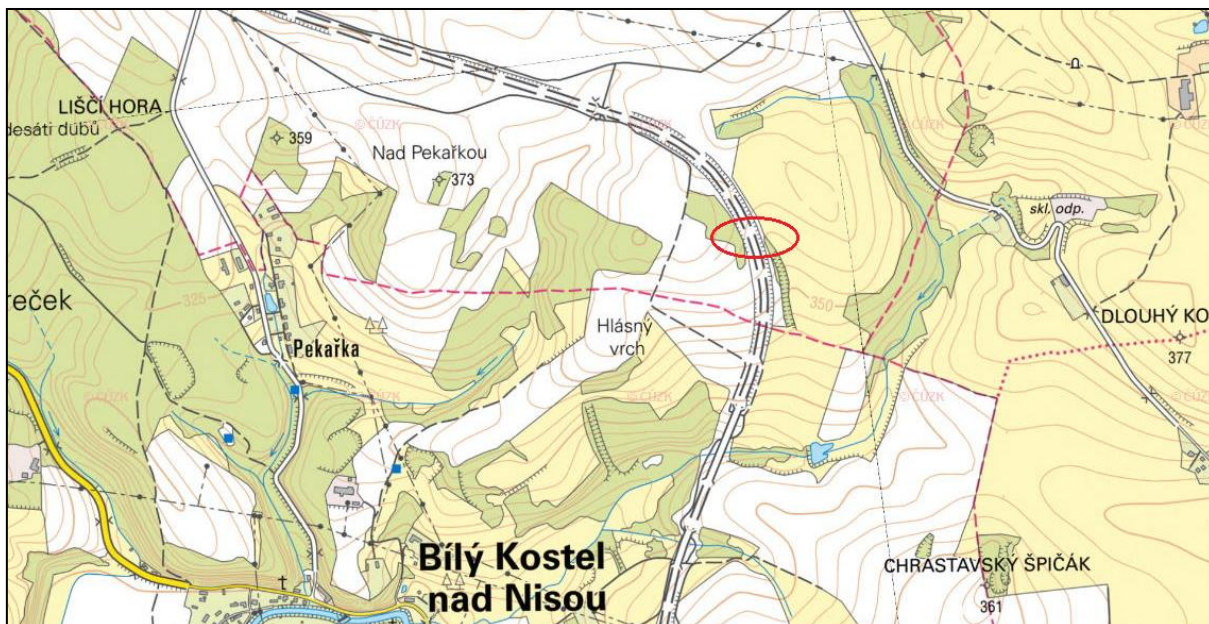
FOTO č. 5 Fotodokumentace, ekodukt Bílý Kostel nad Nisou [autor]

7.5.1 Intenzity

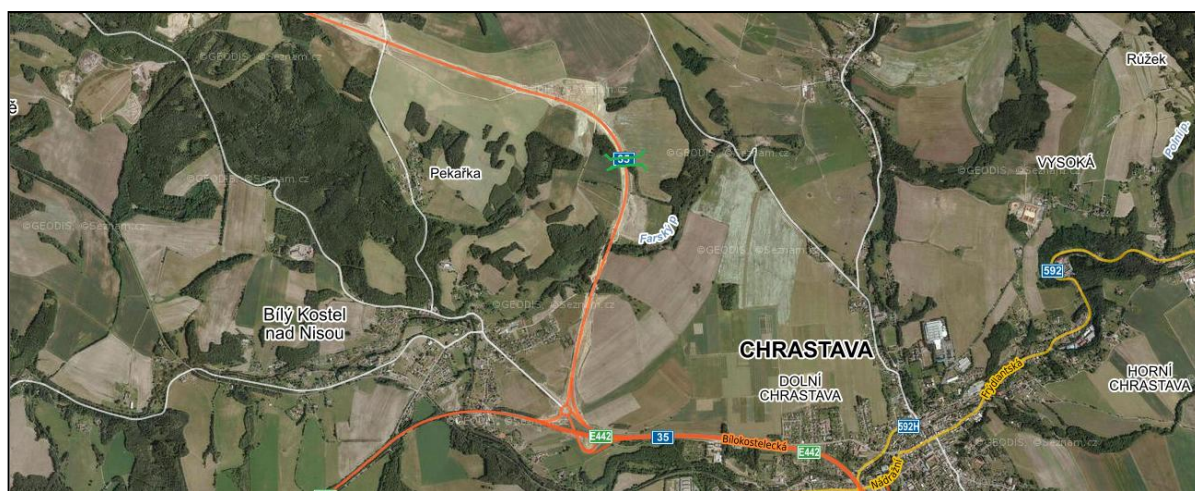


OBRÁZEK č. 11 Intenzity v okolí ekoduktu [12]

7.5.2 Mapy území



MAPA č. 2 Ekodukt Bílý Kostel nad Nisou [17]



MAPA č. 3 Ekodukt Bílý Kostel nad Nisou [18]

8 MĚŘENÍ OSVĚTLENÍ

8.1 Světlo

Světlo je druh záření, které se šíří obrovskou rychlostí. Je vyzařováno Sluncem, elektrickými svítidly nebo žhavými či hořícími (voda, sklo) látkami. Jiné látky světlo více či méně odrážejí a pohlcují. Viditelné světlo je elektromagnetické vlnění s vlnovými délkami mezi 380 až 720 nanometry. Ze světelného zdroje po odrazu světla nebo po jeho rozptýlení v atmosféře či na částech prachu (aerosolů) v atmosféře dopadne do lidského oka vždy určitá část vlnění, v němž jsou jednotlivé složky spektra zastoupeny s různou intenzitou.

Rozdělení osvětlení

Osvětlení se rozděluje do tří základních skupin:

1. Denní osvětlení – přímé využití sluneční energie
2. Umělé osvětlení – světlo vzniká transformací jiného druhu energie
3. Sdružené osvětlení – kombinace denního a umělého osvětlení

Uměle osvětlení

Uměle osvětlení doplňuje nebo zcela nahrazuje denní osvětlení v případě jeho nedostatku. Umělé osvětlení potřebuje zdroj energie, protože vzniká transformací jiného druhu energie (např. elektrické nebo mechanické).

Světelně technické výpočty

Cílem světelně technických výpočtů je návrh osvětlovacích soustav nebo zjištění, zda kvalita osvětlení odpovídá normám a předpisům v konkrétním případě. Tyto výpočty se provádí metodou poměrných příkonů, tokovou metodou a bodovou metodou [8]. Pro tuto práci byla zvolena bodová metoda.

Bodová metoda

Slouží ke kontrole osvětlenosti, popř. jasů v kontrolním bodě. Tato kontrola se provádí v bodech vodorovných, svislých i obecně nakloněných rovin. Nevýhodou této metody je skutečnost, že v získaných výsledcích nejsou zahrnuty odražené světelné toky, navíc platí pouze pro bodový zdroj světla, jehož rozměry se blíží k nule.

8.2 Použité předpisy

Akreditované metody:

ČSN 360011-1 Měření osvětlení vnitřních prostorů – základní ustanovení.

ČSN 360011-3 Měření osvětlení vnitřních prostorů – měření umělého osvětlení .

Rozlišují se tři základní druhy měření osvětlení:

- a) přesné (výzkumné účely, náročné vnitřní prostory),
- b) provozní (ověřování navržených a realizovaných podmínek a jejich dodržování),
- c) orientační (ověřování základních podmínek zrakové pohody).

Pro každý druh měření jsou dány jiné požadavky na přesnost měřicích přístrojů. Pro měření osvětlení se používají fotoelektrické luxmetry a jasoměry. [19]

Druh měření	Přípustná celková chyba (%)		Dop. lhůty pro kalibraci (rok)
	Luxmetry	Jasoměry	
přesné	±5	±7,5	2
provozní	±10	±10	3
orientační	±20	±20	5

OBRÁZEK č. 12 Přípustné celkové chyby a lhůty kalibrace luxmetrů a jasoměrů [19]

Jednotky

Jednotkou pro měření intenzity dopadajícího světla se používá lux (lx). Lux vyjadřuje celkový světelný výkon, který dopadne na jednotku plochy. Jeden lux je jeden lumen na metr čtvereční. Lumenem je označována jednotka světelného toku.

Příklady hodnot v luxech je tabulka č.

TABULKA č. 10 Hodnoty osvětlení v luxech [11]

Osvětlení	Příklad situace
< 1 lux	měsíční svit
10 luxů	svíčka ve vzdálenosti 30 cm
400 luxů	typická kancelář
50 000 luxů	slunný den

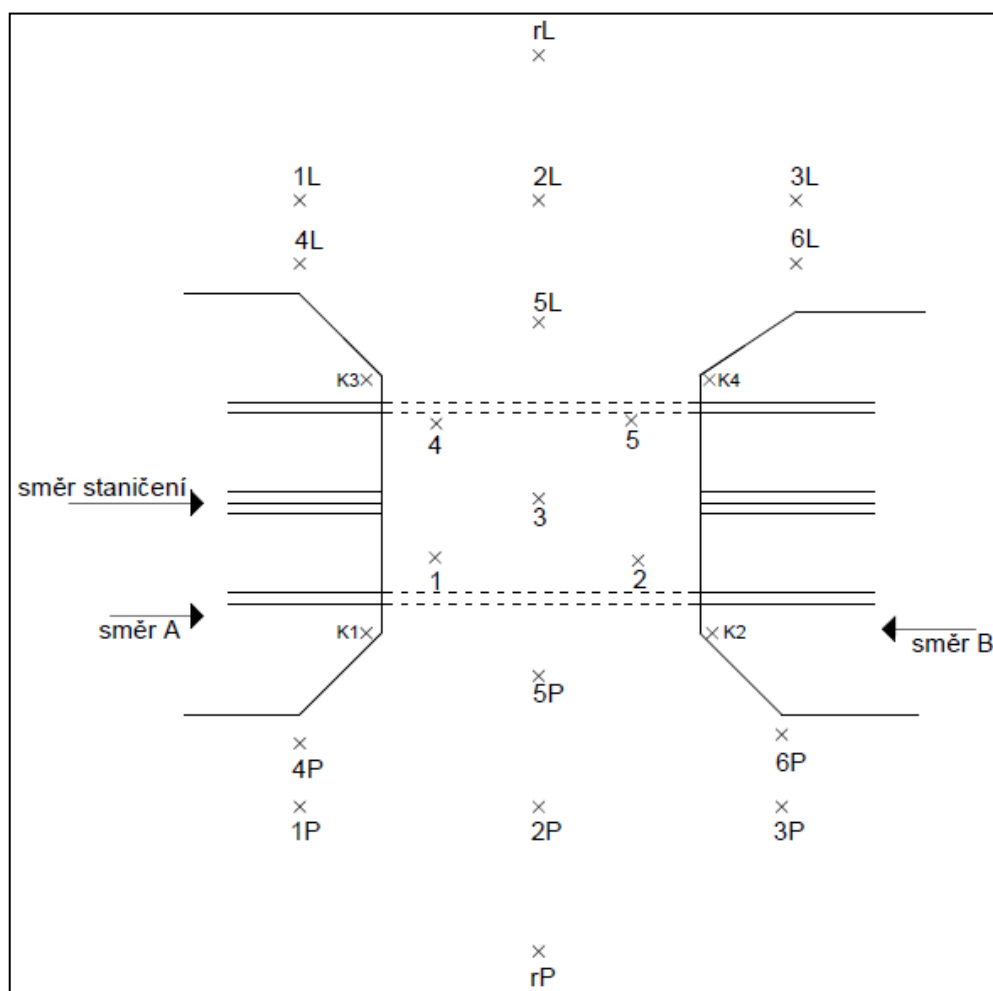
8.3 Umístění měřících bodů

Měřící body na migračním objektu byly vybrány následujícím způsobem. Bod 3 byl umístěn na střed ekoduktu, přibližně nad středový dělicí pruh dálnice. Body 1, 2, 4 a 5 jsou umístěny na levý a pravý okraj ekoduktu. Další body jsou umístěny až do prostoru pomyslné spojnice mezi začátkem stavby a přilehlým terénem.

Všechny body v přístupných prostorech byly rozloženy souměrně, tak aby byly plochy měřícími body co nejlépe pokryty.

Body K1, K2, K3, K4 byly umístěny na okraji objektu.

Referenční body byly zvoleny body rL, rP. [2]



OBRÁZEK č. 13 Schéma bodů k měření

8.4 Intenzita

Během měření byla obloha jasná bez měsíčního svitu. Během měření byla zaznamenána intenzita dopravy: ve směru A (Hrádek nad Nisou) 53 voz/h, ve směru B (Bílý Kostel) 36 voz/h. Měření probíhalo 1 hodinu.

TABULKA č. 11 Naměřená intenzity

	22:10 - 22:20	22:20 - 22:30	22:30 - 22:40	22:40 - 22:50	22:50 - 23:00	23:00 - 23:10
Směr A	8 voz.	12 voz.	4 voz.	9 voz.	13 voz.	7 voz.
Směr B	8 voz.	2 voz.	8 voz.	6 voz.	6 voz.	6 voz.

8.5 Luxmetr

Pro měření osvětlení byl na základě doporučení a daných možností vybrán přístroj luxmetr. Luxmetr se skládá z přijímače s fotočlánkem a z měřícího a vyhodnocovacího systému. Přístroj je určen k měření osvětlení sluneční intenzity, v rámci možností byl použit na noční měření. Na základě doporučení výrobce Voltcraft nebyl použit žádný filtr.

Během měření nebyly zaznamenány jiné zdroje světla kromě dopravy na silnici



OBRÁZEK č. 14 Luxmetr [20]

8.6 Postup měření

V bodech (1-5; 1P-6P; 1L-6L) byla realizovaná vždy dvě měření a to v obou směrech komunikace. Zaznamenána byla maximální hodnota a minimální byla pokaždé nulová (v době kdy na komunikaci nebylo zachyceno žádné osvětlení z reflektorů projíždějících automobilů). Aby bylo možné naměřené hodnoty zachytit čidlo luxmetru bylo vždy orientováno směrem k dopravě, a to ve výšce 1,5 metru nad povrchem.

Z důvodu nerovnoměrnosti dopravního proudu bylo měření prováděno vždy 30 sekund.

Bylo provedeno měření i ve vertikálním směru, přičemž čidlo bylo otočeno směrem k obloze a mělo zaznamenat přirozený druh osvětlení, nikoliv tedy z reflektorů automobilů. Tento druh měření byl proveden před měřením v každém bodě. Toto měření probíhalo maximálně 15 sekund.

Body, které se vyskytují na hranách ekoduktu (1K, 2K, 3K, 4K) byly měřeny 2 krát po dobu 30 sekund proti směru komunikace a byla brána v potaz vždy maximální hodnota. Zde se vertikální měření neprovádělo, protože tyto body se vyskytují za plotem ohraničujícím mostní objekt a zvířata se na tyto body nemohou dostat, tudíž je zbytečné pro ně měřit osvětlení.

V nejvzdálenějších bodech v ose mostního objektu (rP, rL), kdy je zvíře schované v zalesněném pásu a teprve se rozhoduje, zda koridor využije, se měřila pouze intenzita přirozeného osvětlení. Čidlo bylo orientováno směrem k obloze po dobu 30 sekund.

Do protokolu o měření vedle naměřených hodnot byl zaznamenán i čas začátku měření.[2]



FOTO č. 6 Ekodukt u Bílého Kostela ve výstavbě [21]



FOTO č. 7 Fotodokumente, ekodukt u Bílého Kostela [autor]

9 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Pro vyhodnocení výsledků měření byla ke každému měřenému bodu určena stupnice. Tato stupnice se odvíjí od rozpětí naměřených hodnot.

- A – žádné rušení
- B – střední rušení
- C – silné rušení

Popis stupnice:

Stupnice A – žádné rušení (zelená barva)

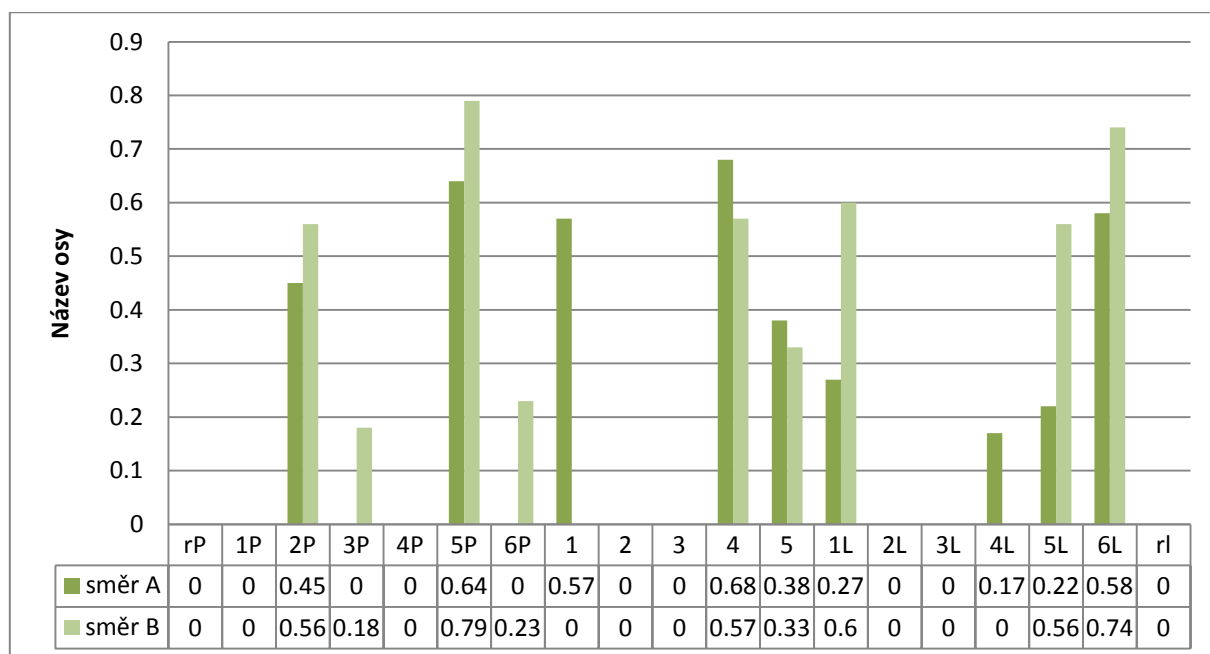
Představuje hodnoty, kdy v bodě na mostním objektu nebylo zaznamenáno žádné rušivé osvětlení

Stupnice B – střední rušení (oranžová barva)

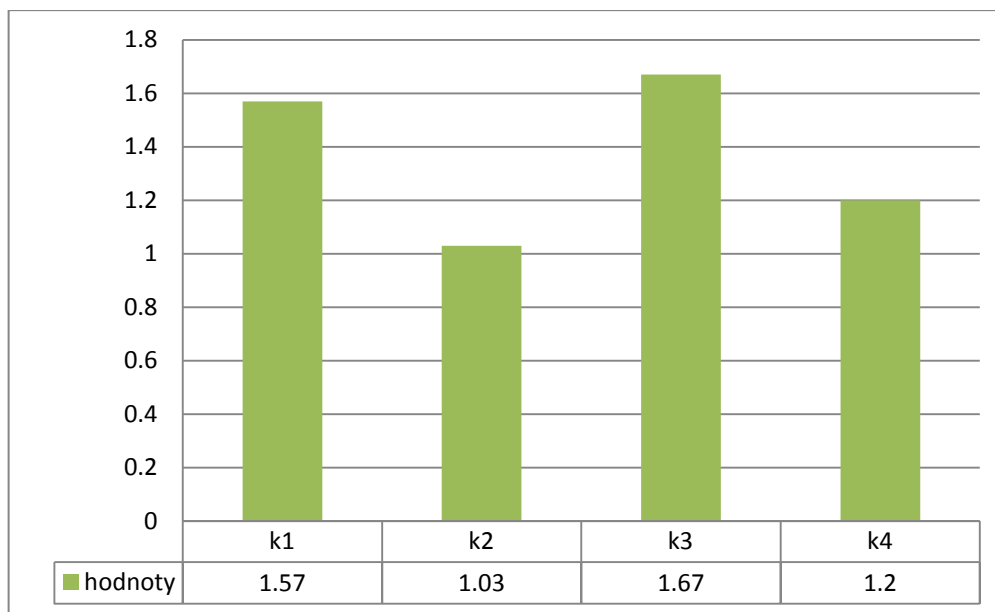
Hodnoty pohybující se od 0 lx do 0.4 lx včetně, jsou brány jako středně rušivé osvětlení

Stupnice C – silné rušení (červená barva)

Jestliže se naměřená hodnota pohybuje od 0,4 lx a výš, je tento bod považován za nechráněný před rušivými vlivy.



GRAF č. 3 Naměřené hodnoty



GRAF č. 4 Naměřené hodnoty na okrajích ekoduktu

Měření světelných podmínek na ekoduktech zatím nikdy nebylo popsáno ani zaznamenáno. Tudíž naměřené hodnoty a následná stupnice byla vytvořena hypoteticky na základě změřených veličin

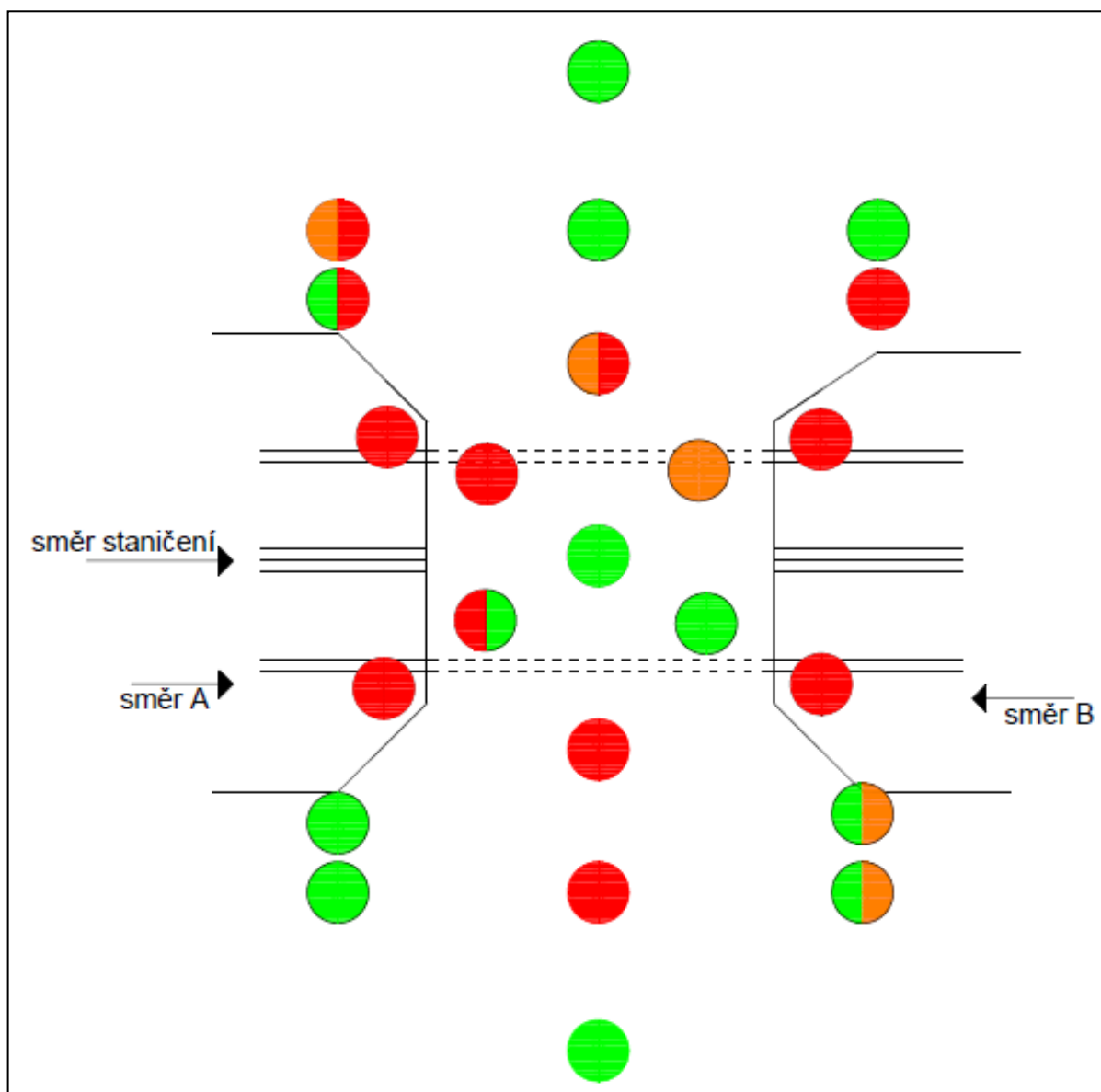
Grafy č.3 a 4, obrázek č.16 ukazuje analyzované rušení.

Střed mostu je před osvětlením chráněn nejlépe a hodnoty zaznamenané na bodě č.3 jsou minimální. K bodům 2, 1P, 4P, 2L a 3L žádné světlo nedoléhá. Tyto body se ale nevyskytují v přímé rovině cesty, tudíž se nimi zvíře nemůže řídit tak aby se vyhnulo osvětlení.

Z měření vyplývá, že mostní objekt vybudovaný v levostranném oblouku je v bodech 4, 5 a 6L svícen nejvíce.

Z 19 měřících bodů na migrujícím objektu, které mohou ovlivnit rozhodnutí zvíře pro vstup na most, je vyhodnoceno, že 9 bodů je ovlivněno osvětlením z projíždějících automobilů.

Body K1, K2, K3 a K4 jsou na hranách mostu a nebyly tedy započínány do bodů mající vliv při rozhodování



OBRÁZEK č. 15 Barevné vyznačení osvětlení

Protokol z měření						
					datum	31.5.2015
objekt:	Ekodukt u Bílého					
popis klimatických podmínek					čas začátku měření:	22:10
polojasná bezměsíční poloha, teplota 16 °C, bez světelného rušení						
popis klimatických podmínek					čas konce měření:	23:10
jasná bezměsíční poloha, teplota 16 °C, bez světelného rušení						
OSVĚTELNOST						
měřící bod	začátek měření	vertikální	výška 1.5m ze směru A		výška 1.5m ze směru B	
			min	max	min	max
rP	22:10			0		0
1P	22:13	0	0	0	0	0
2P	22:15	0	0	0.45	0	0.56
3P	22:18	0	0	0	0	0.18
4P	22:21	0	0	0	0	0
5P	22:24	0	0	0.64	0	0.79
6P	22:27	0	0	0	0	0.23
1	22:30	0	0	0.57	0	0
2	22:33	0	0	0	0	0
3	22:36	0	0	0	0	0
4	22:39	0	0	0.68	0	0.57
5	22:42	0	0	0.38	0	0.33
1L	22:45	0	0	0.27	0	0.6
2L	22:48	0	0	0	0	0
3L	22:51	0	0	0	0	0
4L	22:54	0	0	0.17	0	0
5L	22:57	0	0	0.22	0	0.56
6L	23:00	0	0	0.58	0	0.74
rl	23:03			0		0

OBRÁZEK č. 16 Protokol z měření

světelnost u komunikace	
měřící bod	osvětlenost
k1	2.82
k2	1.57
k3	1.73
k4	2.43

OBRÁZEK č. 17 Protokol z měření

10 ZÁVĚR

Doprava se stále bude rozvíjet dál, proto je důležité nezapomínat na upadající životní prostředí a život zvěře. Základním cílem práce bylo zhodnocení vlivů světelného rušení na funkčnost migračního objektu. Bylo provedeno měření zasahujícího světla na migrační objekt a naměřené údaje byly zaznamenány do protokolu.

Výsledky průzkumu zcela evidentně potvrdily, že na migračním koridoru po západu slunce je silné světelné i hlukové rušení od projíždějících automobilů.

Je však důležité zmínit, že na zeleném mostě je vysázena zeleň, zatím však malého vzrůstu pro efektivní tlumení hluku i osvětlení.

Pro efektivní využití migračního objektu je doporučeno vystavět protihlukové stěny jak na samotném zeleném mostě, tak i na navádějících prostorech nadchodu, které zároveň budou sloužit i jako bariéra proti osvětlení z pozemní komunikace. Jako bariéry se dají použít obyčejné dřevěné konstrukce a k nim nasázet popínající se zeleň.

Jako ekonomicky méně náročnou alternativní variantu lze považovat dostatečnou vegetační úpravu: keřové pásy po obou stranách, listnaté stromy s bohatou korunou a menší jehličnaté stromy pro zimní období.

11 ZDROJE

Seznam použité literatury

- [1] ANDĚL, Petr. *Hodnocení fragmentace krajiny dopravou: metodická příručka*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005, 99 s. ISBN 80-860-6492-1.
- [2] JURENKA, J. *Vliv osvětlení na funkčnost migračních objektů*. Praha, 2011. Diplomová práce. FD-ČVUT.
- [3] Anděl P. (2007): Fragmentace krajiny dopravou a opatření na její minimalizaci. – Dopravní inženýrství, č. 1/2007, p. 19 – 20, ISSN 1801-8890.
- [4] ANDĚL Petr, GORČICOVÁ Ivana, BELKOVÁ Helena a POMALIŠOVÁ Lenka. EVERNIA. *Strategická migrační studie pro Liberecký kraj*. 2013
- [5] Anděl P. & Hlaváč V., 2008: Automobilová doprava a mortalita obratlovců. *Ochrana přírody* 5: 19– 21
- [6] TP 180 (2006): Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy. – Ministerstvo dopravy, odbor pozemních komunikací, ŘSD, Praha, 92 s
- [7] Anders Sjölund, Mattias Olsson / The Swedish Transportation Administration, prezentace na konferenci IENE 2010
- [8] HORŇÁK, Pavol: *Světelná technika*. 1.vyd. Bratislava: ALFA, 1989. s 248.
- [9] ANDĚL, Petr. *Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy: metodická příručka*. Vyd. 1. Liberec: Evernia, 2011, 154 s. ISBN 978-80-903787-4-2.

Internet

- [10] www.casopis.ochranaprirody.cz – internetové stránky o ochraně přírody
- [11] <http://www.fotoroman.cz> – internetové stránky o světle a fotografování
- [12] <http://scitani2010.rsd.cz> – internetové stránky o celostátním sčítání dopravy
2010
- [13] <http://issar.cenia.cz> – stránky o půdě, krajině a zemědělství ČR
- [14] <http://www.atlasobscura.com/> - internetové stránky fotografií červenec
- [15] www.ceskedalnice.cz – české dálniční internetové stránky
- [16] www.valbek.eu – internetové stránky projektové firmy VALBEK®, spol. s r.o
- [17] <http://www.ikatastr.cz> – internetové stránky s katastrálními geodetickými mapami
- [18] www.mapy.cz
- [19] www.odbornecasopisy.cz – internetové stránky s odbornými časopisy
- [20] www.voltcraft.cz – internetové stránky společnosti Volcraft
- [21] www.dalnice-silnice.cz – internetové stránky dálnic a silnic ČR
- [22] <http://www.national-geographic.cz/> - internetové stránky s fotografií červenec
- [23] www.rsd.cz – internetové stránky Ředitelství silnic a dálnic ČR
- [24] www.cenia.cz – internetové stránky české informační agentury životního prostředí