

Univerzita Pardubice
Dopravní Fakulta Jana Pernera

Hluk u migračních objektů

Bc. Luboš Špitálník

Diplomová práce

2015

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Luboš Špitálník**
Osobní číslo: **D13655**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Provozní spolehlivost dopravních prostředků a infrastruktury:
Ochrana životního prostředí v dopravě**
Název tématu: **Hluk u migračních objektů**
Zadávající katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Student popíše problematiku průchodnosti silnic a dálnic pro volně žijící živočichy a druhy migračních objektů. Definuje možný vliv hluku na využití migračních objektů. U vybraných migračních objektů provede jejich hlukovou analýzu a určí možný vliv hluku na jejich funkčnost. V případě negativního vlivu hluku navrhne opatření pro jeho omezení.

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího práce
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran textu a přílohy
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

- [1] ANDĚL P., MINÁRIKOVÁ T. ET ANDREAS M. /EDS./: Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce, Evernia, Liberec, 2010, 137 s., ISBN 978-80-903787-5-9
[2] ANDĚL P. ET AL.: Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy / Metodická příručka, Evernia, Liberec, 2011, 161 s., ISBN 978-80-903787-4-2
[3] ANDĚL P., HLAVÁČ V., LENNER R. ET AL.: Migrační objekty pro zajištění průchodnosti dálnic a silnic pro volně žijící živočichy, Ministerstvo dopravy ČR a Evernia Liberec, 2006, 92 s. ISBN 80-903787-0-6
[4] ANDĚL P., MINÁRIKOVÁ T. ET ANDREAS M. /EDS./: Migrační koridory pro velké savce v České republice, Evernia, Liberec, 2010, mapa, ISBN 978-80-903787-6-6

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Kukla, Ph.D.
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání diplomové práce: 25. února 2015
Termín odevzdání diplomové práce: 22. května 2015



doc. Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.
děkan

L.S.



doc. Ing. Michael Lata, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2015

Čestné prohlášení:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích 16. 5. 2015

Bc. Luboš Špitálník

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Kuklovi Ph.D. a externímu konzultantu Doc. RNDr. Petru Andělovi, CSc., za vedení a cenné rady při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval své rodině za podporu a pomoc při celém průběhu mého studia.

ANOTACE

Praktická část této práce se zabývá měřením hlukových emisí na vybraných migračních objektech dálnice D11. Jedná se konkrétně o nadchody Voleč a Žehuň a podchody Chýšť a Kanín. S tímto tématem je silně svázána fragmentace krajiny a o ní se práce zmiňuje, konkrétně o jejím významu, historickém vývoji a prognóze. Zmíněné stavby mají společný jmenovatel a to dopravní infrastrukturu. Ta je nezbytným předmětem ke správné aplikaci nadchodů, podchodů a efektivní minimalizaci fragmentace krajiny. V praktické části se pojednává o měření hluku na výše jmenovaných objektech v České republice. Z hlukového hlediska jsou zde hodnoceny jejich přednosti, nedostatky a vzájemné porovnání. Každá stavba je zde fotograficky zdokumentována hlukově zmapována.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ekodukt, nadchod, podchod, měření hluku, fragmentace krajiny, migrační objekt, UAT, dopravní infrastruktura, hluková mapa

TITLE

Noise at migration objects

ANNOTATION

The practical part of my work deals with the measurement of noise emissions on selected migration objects situated on highway D11. Specifically it is ecoducts Voleč and Žehuň and underpasses Chýšť and Kanín. This theme is strongly tied to the fragmentation of the landscape and it is also one, about its importance, development and prognosis. It is an essential subject for proper application overpasses, underpasses and effectively minimize fragmentation of the landscape. The practical part deals with the measurement of noise on the foregoing objects in the Czech Republic. The noise terms are evaluated their strengths, weaknesses and comparison. Each building is photographically documented by noise map.

KEYWORDS

Ecoduct, overpass, subway, noise measurement, fragmentation of the landscape, migration object, UAT, transport infrastructure, noise map

OBSAH

ÚVOD	11
1 NEGATIVNÍ VLIVY SILNIČNÍ DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	12
2 FRAGMENTACE KRAJINY	13
2.1 Násobná fragmentace	14
2.2 Důsledky fragmentace krajiny	14
2.2.1 Bariérový efekt	15
2.2.2 Ztráta lokalit a jejich propojení.....	16
2.2.3 Sřet zvířat s vozidly	16
2.2.4 Biokoridory a lokality podél komunikací	17
2.2.5 Znečištění a rušení	17
2.3 Hodnocení fragmentace krajiny	18
2.4 Současný stav fragmentace krajiny v České republice	18
2.5 Prognóza fragmentace krajiny.....	20
2.6 Možnosti eliminace fragmentace krajiny	23
2.7 Územní systém ekologické stability.....	24
3 MIGRACE ŽIVOČICHŮ	26
3.1 Kategorizace živočichů	27
3.2 Migrační koridor	29
3.3 Silniční komunikace jako migrační bariéra.....	32
4 MIGRAČNÍ OBJEKTY	34
4.1 Podchod.....	35
4.1.1 Propustek	36
4.1.2 Most na komunikaci.....	36
4.2 Nadchod	37
4.3 Historie výstavby migračních objektů	37
4.4 Koncepce migračních objektů.....	38
4.4.1 Umístění migračních objektů.....	39
4.4.2 Vegetace na objektu.....	39
4.4.3 Zařazení objektu do okolí	40
4.5 Konstrukce migračních objektů	42
4.5.1 Konstrukce propustků	42
4.5.2 Konstrukce mostů na komunikaci.....	43
4.5.3 Konstrukce nadchodů	44

5	MĚŘENÍ HLUKU	48
6	MĚŘENÍ HLUKU NA VYBRANÝCH MIGRAČNÍCH OBJEKTECH	50
6.1	Stanovení metodiky měření hluku	50
6.2	Ekodukt Voleč.....	52
6.3	Ekodukt Žehuň	55
6.4	Podchod Kanín	58
6.5	Podchod Chýšť	60
6.6	Porovnání	62
6.6.1	Porovnání nadchodů	62
6.6.2	Porovnání podchodů	64
6.6.3	Porovnání celkově.....	65
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	69
	PŘÍLOHY	73

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek č. 1 - Fragmentace biotopů zvířat [28]	14
Tabulka č. 1 - Intenzita dopravy ve vztahu k propustnosti komunikace [17].....	15
Obrázek č. 2 - Fragmentace krajiny v České republice v roce 2010 [8].....	19
Obrázek č. 3 - Fragmentace krajiny v Evropě [9].....	20
Graf č. 1 - Pokles rozlohy UAT v ČR od roku 1980 s prognózou do roku 2040 [10].....	21
Obrázek č. 4 - Fragmentace krajiny části Evropy z roku 2009 [11].....	21
Tabulka č. 2 - Míra fragmentace krajiny a dopravy v některých státech Evropy [11]	22
Obrázek č. 5 - Prognóza fragmentace krajiny ČR v roce 2040 [2].....	23
Obrázek č. 6 - Systém "V" plotů, navádějících zvěř na ekodukt.....	24
Tabulka č. 3 - Rozdělení volně žijících živočichů do kategorií dle migračních nároků [20].....	27
Obrázek č. 7 - Migračně důležitá území a dálkové migrační koridory v ČR [14].....	30
Obrázek č. 8 - Intenzita dopravy na hlavní dopravní síti ČR [4].....	31
Obrázek č. 9 - Kritická místa dopravní infrastruktury pro přechod živočichů [14]	32
Obrázek č. 10 - Problémová místa dopravní infrastruktury pro přechod živočichů [14]	32
Obrázek č. 11 - Schéma faktorů ovlivňujících účinnost migračních objektů [20]	35
Obrázek č. 12 - Vhodné konstrukce propustků [20].....	43
Obrázek č. 13 - Most přímo poježděný [20].....	44
Obrázek č. 14 - Most přesýpaný [20]	44
Obrázek č. 15 - Tunelovitý typ ekoduktu [24].....	46
Obrázek č. 16 - Typ ekoduktu s hyperbolickým půdorysem [24]	46
Obrázek č. 17 - Klenutý typ ekoduktu [24]	46
Obrázek č. 18 - Výsledné měřené body na migračních objektech [30]	52
Obrázek č. 19 - Ekodukt Voleč.....	52
Graf č. 2 - Hluk na ekoduktu Voleč - sever až jih [29].....	53
Graf č. 3 - Hluk na ekoduktu Voleč - západ až východ [29]	54
Obrázek č. 20 - Ekodukt Žehuň	55
Graf č. 4 - Hluk na ekoduktu Žehuň - sever až jih [29].....	56
Graf č. 5 - Hluk na ekoduktu Žehuň - západ až východ [29]	57
Obrázek č. 21 - Podchod Kanín	58
Graf č. 6 - Hluk na podchodu Kanín [29].....	59

Obrázek č. 22 - Podchod Chýšť	60
Obrázek č. 23 - Rošt na podchodu Chýšť spolu s jednou ze tří studní	61
Graf č. 7 - Hluk na podchodu Chýšť [29].....	61
Graf č. 8 - Porovnání hlukových emisí na vybraných nadchodech od severu k jihu.....	63
Graf č. 9 - Porovnání hlukových emisí na vybraných nadchodech od východu na západ	64
Graf č. 10 - Porovnání hlukových emisí na vybraných podchodech	65
Graf č. 11 - Porovnání hlukových emisí na nadchodu Voleč a podchodu Kanín.....	66

ÚVOD

V dnešní době, kdy se klade stále větší důraz na životní prostředí a minimalizaci negativních vlivů na jeho jednotlivé složky, případně zmírnění následků, je problematika měření hluku na migračních objektech relativně aktuální. Silniční doprava bývala v tomto duchu vnímána především jako znečišťovatel ovzduší a ostatní negativní vlivy plynoucí z provozu se opomíjely, avšak právě na hluk a jeho negativní vliv se v posledních letech klade stále větší důraz. Jeho negativní dopad na živé složky je jak v krátkodobé, tak dlouhodobé expozici, jejíž následky mohou být silné a mnohdy i trvalé.

Z důvodu rozšiřování a zhušťování dopravní infrastruktury, stěhování se lidí za prací do velkých měst a tím rostoucí urbanizací, dochází k zabírání a omezování životního prostoru ostatních živočichů. Frekventované liniové stavby, jako dálnice a rychlostní silnice jsou pro živočichy takřka nepřekonatelnou bariérou. Umocňuje se tak děj zvaný fragmentace krajiny. Jedná se o negativní a nežádoucí jev, který rozděluje fungující krajinu na menší a menší podčásti. Tomuto jevu lze předcházet, ba ho i řešit. Jedno z možných opatření představuje právě výstavba migračních objektů přes problémová místa. Přičemž je zapotřebí zaměřit se na konkrétní živočichy, kterých se tato opatření týkají. Což není jednoduché vzhledem k velkému množství druhů s rozdílnými ekologickými nároky. Také vzhledem k různorodým přírodním podmínkám, které každé území má, se řadí řešení fragmentace krajiny a následných protiopatření složitým problémem.

Cílem této práce je měření hlukových emisí na vybraných migračních objektech nacházejících se na dálnici D11. Jedná se o dva podchody Chýšť a Kanín a dva nadchody Voleč a Žehuň. Stavby jsou vybrány záměrně s rozdílnými prvky a konstrukcí. Jejich následné zmapování a vyhodnocení tak může ukázat vhodnější způsob aplikace migračních objektů. Měření a analýza hlukové zátěže následně pomůže odhalit jejich silné a slabé stránky, porovnat vhodnější řešení a navrhnout nápravná opatření pro zvýšení účinnosti jednotlivých staveb.

1 NEGATIVNÍ VLIVY SILNIČNÍ DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Samotná existence dopravy a dopravní infrastruktury negativně ovlivňuje životní prostředí a jeho jednotlivé složky. Vystavěné komunikace zabírají půdu a jsou hlavním zdrojem fragmentace krajiny, což má za následek ohrožování biologické stability - snižování rozmanitosti živých organismů (biodiverzity) a také estetickou devastaci krajiny. Také samotný provoz dopravních prostředků emituje hluk a vibrace, což jsou rušivé aspekty, které se snažíme eliminovat kvůli negativním vlivům jak na lidi, tak na okolní faunu.

Dalším faktorem je také vznik výfukových emisí - látek znečišťujících ovzduší vznikajících provozem jednotlivých vozidel. Jedná se o plynné látky, které jsou výsledkem nedokonalého spalování v motoru, ale také o látky pevné, vznikající opotřebením jednotlivých částí vozu, tak i spalováním provozních hmot, včetně uvolňování vysoce nebezpečných látek z katalyzátoru. Dále sem patří kontaminace půd a vod únikem provozních kapalin. Zahrnuty by zde měly být i odpady vzniklé provozem vozidla. Jedná se především o pneumatiky a autovraky, které jsou ale z velké míry recyklovatelné. Zřídka kdy uváděné znečištění složek životního prostředí zapříčiněné údržbou komunikací, především v zimě. Za rušivý element se považuje i světlo, jak už z osvětlení silnic, tak vozidel na nich, takže i to by mělo být zahrnuto ve výčtu dopravních faktorů negativně ovlivňujících složky životního prostředí.

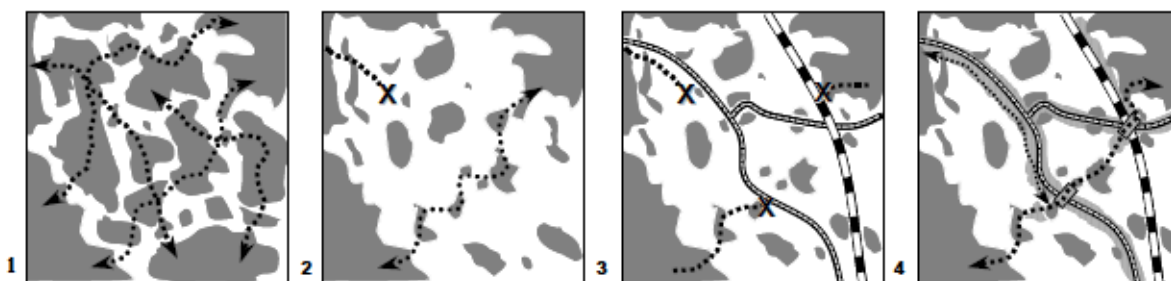
Doprava obecně měla velký vliv na vývoj řady ekosystémů, kde kvůli zavlečení nových druhů do pro ně nepřírodních podmínek docházelo k přemnožení těchto jedinců a vytlačování, vymírání původních obyvatel dané lokality a jejich nově nalezené kořisti, která během evoluce nebyla na podobný druh predátora připravena. Široké možnosti transportu mají také za následek daleko snadnější šíření virů a nemocí.

2 FRAGMENTACE KRAJINY

Pojem fragmentace pochází z latinského slova "fragmentum", v překladu úlomek, zlomek či zbytek. Pokud mluvíme o fragmentaci krajiny, myslíme tím nepříznivý jev, proces, který rozděluje původně komplexně fungující přírodní části krajiny, biotopů, na stále se zmenšující podčásti s méně kvalitní úrovní života, jako důsledek rozšiřování dopravních komunikací, infrastruktury, sídel, urbanizace a rozšiřování lánů orné půdy. Negativní dopad fragmentace krajiny se dá popsat jako postupné omezování, zmenšování prostoru pro faunu a flóru. Zároveň dochází ke snížení možností jejich migrace, zapříčiněné mimo jiné tvorbou migračních bariér. Tento jev je velmi závažným a stále rostoucím problémem, který se musí řešit při každé plánované komunikaci a zároveň musí ošetřit ta místa, kde byla tato problematika opomíjena, jinak může mít v budoucnu katastrofické následky pro širokou škálu životního prostředí. Možné riziko je vyhynutí některého druhu v takto fragmentované oblasti, zapříčiněné nedostatečnou možností migrace a tím nedostatkem jedinců k udržení populace. Takto již dochází k omezování počtů některých živočichů. Obzvláště zvěře s omezenou schopností migrace. Tento efekt ve výsledku narušuje celou rovnováhu ekosystému. Jeden druh bude vymírat, jiný se přemnoží, případně oboje. Tento úkaz má vliv na genetickou rozmanitost a její nedostatek může v dlouhodobém časovém horizontu vést také k zániku populace daného druhu, takže ke snižování biologické diverzity. Ve světle těchto faktů zasahuje do problematiky stát a jeho orgány. Snaží se pomocí různých legislativních nástrojů chránit cenná území a udržet jejich celistvost. Případně zajistit co největší průchodnost a navržení nápravných opatření tam c nejvíce ohrožených oblastech. Tyto procesy ochrany životního prostředí probíhají nejen na národní, ale v současné době i na celoevropské úrovni. Problematika migrace živočichů, fragmentace krajiny a jejich řešení již musí být součástí všech přípravných projektů na budování a rekonstrukci silnic a dálnic. Návrh umístění staveb, funkčních jako migrační objekty vychází z biologických poznatků, přičemž je také velmi důležité posoudit technickou realizovatelnost v souladu s navrhovaným umístěním [1], [2].

2.1 Násobná fragmentace

Násobná fragmentace je jev, při kterém jsou umístěny dvě a více dopravních cest v jednom migračním koridoru. Tento "defekt" často nastává u nově vybudovaných dálnic, které kopírují trasu původní, respektive přilehlé silnice. Existence takto blízkých dopravních cest ve vzdálenosti 0,3 až 1 km představuje pro zvěř takřka nepřekonatelnou bariéru, tak se tento druh fragmentace stává ještě rizikovějším. Obzvláště pokud je umocněn vysokou intenzitou dopravy na těchto komunikacích [3].



Obrázek č. 1 - Fragmentace biotopů zvířat [28]

Na obrázku č. 1 a jeho první části je patrné, jak se živočichové pohybují po volném prostoru s dostatkem vegetace. Na jeho druhé části je vidět, že některá propojení stanovišť mohou být trvalá i při nedostatečném množství přirozeného prostředí. Třetí část zobrazuje výstavbu infrastruktury a přerušení a zamezení migračních cest živočichů. Zvyšuje izolaci fauny a způsobuje fragmentaci krajiny. Čtvrtá část obrázku č. 1 znázorňuje opatření ke zmírnění uvedených negativních efektů. Ty mohou pomoci obnovit, nebo dokonce zlepšit, konektivitu stanovišť v krajině [28].

2.2 Důsledky fragmentace krajiny

Jako základní členění dopadů fragmentace krajiny se v současné době považuje těchto pět hlavních ekologických efektů, bariérový efekt, ztráta lokalit a jejich propojení, střet zvířat s vozidly, biokoridory a lokality kolem komunikací a znečištění a rušení. Jejich základní charakteristiky jsou dále popsány [3].

2.2.1 Bariérový efekt

Existence jakékoliv pozemní komunikace představuje pro pohyb všech živočichů překážkou. Pro větší savce je hlavní bariérou oplocení a vysoká intenzita dopravy na víceproude komunikaci. Menším živočichům působí problém prakticky jakákoliv užívaná komunikace a stávají se častěji oběťmi dopravních nehod. V podstatě žádná dopravní cesta nezamezí migraci živočichů v plném rozsahu, ale záleží na jejím technickém řešení. Mezi technické parametry se zahrnují šířka komunikace, výška vedení komunikace - násyp či zářez, oplocení, protihlukové stěny apod. a také migrační objekty. Ovšem i pouhé omezení migrace určitého druhu s sebou nese jisté následky. Pokud je dopravní komunikace limitujícím prvkem pro migraci jakéhokoliv zvířete (viz příloha A) po více generací, existuje jistá pravděpodobnost, že bude mít negativní vliv na jejich genetický vývoj. To vytváří další důvod k zachování možnosti volného pohybu živočichů. Především pro druhy s větší citlivostí na fragmentaci krajiny. Jedná se o druhy, které obývají rozsáhlá území při nízkém počtu jedinců, takže mezi potenciálně nejvíce ohrožené druhy patří zejména velcí savci. Menší savci nejsou zpravidla existencí dálnic natolik citelně ovlivněni. Drobní savci jsou schopni nalézt dostatečné množství trubních propustků k překonání dálnice, kterých je u dálnic velké množství a pro větší zvířata jsou nevyužitelné [3], [17], [18].

Tabulka č. 1 - Intenzita dopravy ve vztahu k propustnosti komunikace [17]

Intenzita dopravy vozidla / den	Propustnost komunikace a charakteristika
< 1 000	Propustná pro většinu žijících druhů: nízká intenzita dopravy není dostatečným varováním. Zvířata se snaží komunikaci překonat - velká mortalita
1 000 - 4 000	Propustná pro některé druhy, bariéra pro citlivé druhy: tato komunikace již částečně odrazuje zvířata od překonání komunikace
4 000 - 10 000	Silná bariéra, hluk, emise: komunikace je v některých případech možné přejít, proto i zde dochází k častým střetům s vozidly
> 10 000	Nepropustná pro většinu druhů, velká míra fragmentace populací: vysoká intenzita dopravy má většinou na zvířata silně odpuzující účinek, překonávají situaci pouze ve stresových situacích - malá mortalita

Migrační bariéry se kategorizují dle tří hlavních faktorů. Konkrétně jsou to doba působení, typ objektu v krajině a zohlednění kumulativního efektu těchto bariér. První zmíněná, doba působení se základně dělí na trvalou či přechodnou. Typ objektu je různý podle druhu překážky. Tou může být například dopravní komunikace, železnice, případně i vodní toky a jiné. Třetí a poslední faktor je zohlednění kumulativního efektu bariér, jedná se o vícenásobné překážky, které jsou blízko u sebe a následně se počítá jejich výsledné společné riziko. Propustné překážky v podstatě nepředstavují závažný problém, ale v případě jejich soustředění se ve větším počtu na malé ploše už může vést k problému, který bude nutno řešit. Bylo dokázáno, že dopravní komunikace představují pro živočichy nejen fyzickou bariéru, ale také behaviorální, kdy se jí instinktivně vyhýbají a straní, klidně i na několik kilometrů. Tento jev se objevuje zejména u dospělých jedinců [4], [17].

2.2.2 Ztráta lokalit a jejich propojení

Budování infrastruktury má rovněž za následek zábor půdy, čímž dochází k narušení přirozené oblasti. Ztráta lokalit a jejich propojení má podobný dopad jako "bariérový efekt". Vede k přehrazení biokoridorů, migračních cest a izolaci živočichů v jednotlivých fragmentovaných oblastech [3].

2.2.3 Střet zvířat s vozidly

Nejznámější důsledek fragmentace krajiny, se kterým se dnes a denně mohou řidiči setkávat, je střet se zvěří. Právě kvůli četnosti střetů vozidel se zvěří a obecnému povědomí o těchto mnohdy nečekaných nehod je daný faktor tak známý. Každoročně zahyne na českých silnicích přes jeden milión různých zvířat, od srnek, přes zajíce po obojživelníky. Nejčastějšími oběťmi tohoto typu nehod jsou poměrně hojné druhy, bohužel ale množství úmrtí stále roste a tím se jejich vliv zvětšuje. V roce 2014 byla zvířata druhým nejčastějším viníkem dopravních nehod s 5300 nehodami, přičemž u 62 procent se jedná o srnce a u 30 procent o divoké prase. Velice časté jsou i střety se zajíci, ovšem jejich sčítání je velmi obtížné. Na jaře je největší riziko srážky právě se srncem a na podzim s prasetem divokým. Mortalita na dopravních komunikacích závisí i na okolních podmínkách, jako na teplotě, srážkách, ročním období, dnu či noci a dalších faktorech. Dále také ovlivňující faktory z pohledu živočichů jako například období rozmnožování, péče o mláďata, migraci nově dospělých, sezonní migraci a v neposlední řadě

má vliv i lovecká sezona. I přes relativně vysoké množství střetů zvířat s vozidly a jejich úhynu se jedná pouze o malé číslo z jejich celkové roční mortality. U většiny druhů se jedná o jedno až čtyři procenta. Rizikem se dá tento faktor nazývat pro populace plazů a obojživelníků, kteří migrují intenzivně a mezi množstvím různých lokalit, obzvláště pak během období rozmnožování. Jejich přechod přes komunikaci bývá zdlouhavější a tím se zvyšuje pravděpodobnost střetu s vozidlem. Ke střetu vozidel s velkými a středními savci dochází nejčastěji na dvouproudých nebo rychlostních komunikacích. Na celkové mortalitě obratlovců se však největší mírou podílí silnice nižších tříd. Z důvodu, že méně frekventované komunikace nižších tříd mají nižší hustotu provozu a zároveň je zde většinou absence jakýchkoliv bariér, a proto jsou živočichy často užívány a preferovány k přechodu. Logicky je také celková délka silnic nižších tříd mnohem větší než celková délka dálnic. Pokud délku komunikací přepočítáme na mortalitu živočichů, je nejvíce srnců a zajíců usmrceno na dálnicích a rychlostních silnicích [3], [5], [17], [19].

2.2.4 Biokoridory a lokality podél komunikací

Vysazování zeleně kolem komunikací vytváří vhodné prostředí pro některé živočichy. Konkrétně pro řadu menších druhů ptáků, savců, obojživelníků, či plazů, kteří si z těchto míst vytváří svá útočiště. Výskyt živočichů v těchto lokalitách zvětšuje potenciální riziko srážky s dopravním prostředkem. Což vyvolává otázku, zdali údržbou zachovávat vhodné prostředí pro výskyt těchto živočichů (redukce sečení, vysazování vhodné vegetace, nepoužívání chemikálií apod.) a tím ponechat zvýšené riziko střetu. Nebo používat údržbu (pravidelné sečení, užívání chemikálií proti plevelu apod.), která minimalizuje vhodné podmínky pro zachování těchto útočišť. Kraje silnic plné vegetace mohou sloužit jako koridor pro migraci zvěře, cesta je tak může zavést například až do měst a obydlených částí. Nejbližší křižovatka bude pro menší druhy "neprůchodná" a tím se slepou uličkou. Blízké okolí dopravních komunikací sice může skýtat a také skýtá útočiště pro některé druhy, avšak kvůli různým druhům znečištění a rušení provozem je tato lokalita obydlována především rozšířenými a přizpůsobivými druhy, které se tím samy vystavují riziku smrti [3].

2.2.5 Znečištění a rušení

Jak bylo uvedeno výše, provozem vozidel dochází ke znečišťování ovzduší, vody, půd a také k rušení okolí emisemi hluku a světlem. Intenzita hluku závisí primárně na hustotě dopravního proudu na dané komunikaci, další faktory mající vliv, jsou druhy flóry podél cest,

typ přilehlých bariér a reliéf krajiny. Rušení světlem má dvě různé stránky. Osvětlení od vozidel ruší a odrazuje většinu zvěře, zároveň však přitahuje hmyz, jenž představuje hlavní složku potravy pro další druhy. Samotná konstrukce komunikace působí na hustotu podloží a půdy. To má dopad i na podzemní vody, které ovlivňují vegetaci. Kvalitu vod negativně ovlivňuje i posypová sůl, která ji kontaminuje a mění pH v půdě, což následně usnadňuje cestu dalším nežádoucím látkám. Při provozu dopravních prostředků dochází občas k únikům či úkapům provozních hmot, kde se jedná převážně o kapaliny ropného charakteru. Právě tyto patří mezi prvky významně degradující kvalitu vod a půd [3].

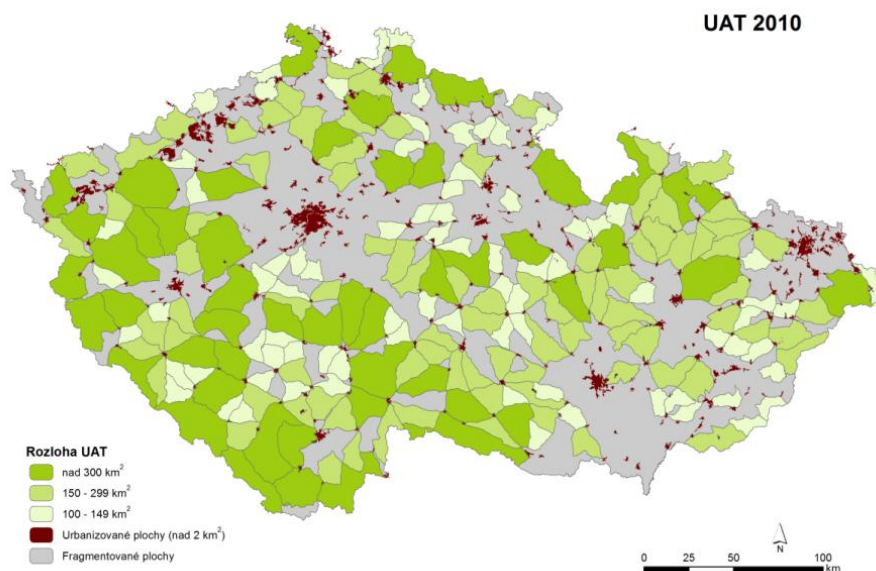
2.3 Hodnocení fragmentace krajiny

Hodnotit fragmentaci krajiny lze provádět více způsoby. Jedna z nejčastějších a nejlépe vypovídajících metod je stanovení UAT. Za UAT je označována oblast, která není fragmentována, v originále "unfragmented area by traffic", což je možné volně přeložit právě jako území nefragmentované dopravou. Slovní definice tohoto pojmu je část krajiny ohraničena liniovou stavbou, tvořící bariéru, přičemž se dopravní komunikace stává bariérou při intenzitě dopravy vyšší, než tisíc vozidel za den. Druhá část definice pak stanovuje minimální rozlohu UAT, což činí sto kilometrů čtverečných. Používání tohoto systému není úplně přesné, jde o určitou modelaci a odhad, přesto je hojně používán k určení aktuální fragmentace krajiny a jednotlivých lokalit [6].

2.4 Současný stav fragmentace krajiny v České republice

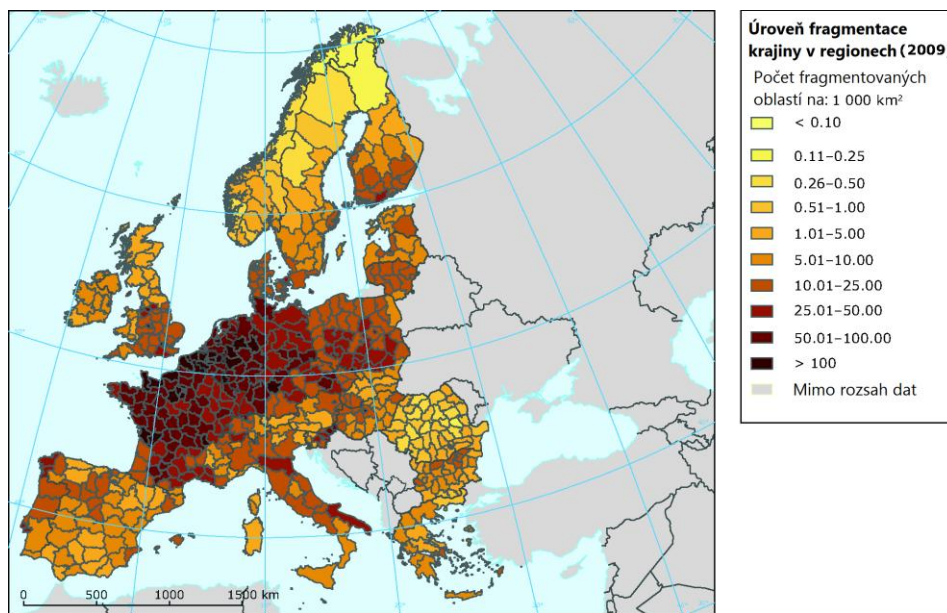
V posledním měření UAT se nacházela v České republice největší fragmentace krajiny ve Středočeském, Moravskoslezském a Jihomoravském kraji viz obrázek č. 2. Ve zmíněných lokalitách došlo k největšímu úbytku nefragmentovaných ploch za měřené období mezi roky 2005 a 2010. Tento vysoký nárůst zapříčinila urbanizace aglomerací a rozšiřování dopravní infrastruktury například výstavbou dálnic a rychlostních silnic. Zároveň jejich nedostatečná propracovanost v otázkách ochrany životního prostředí a zachování původních biotopů a migračního potenciálu. V tomto desetiletém časovém rozpětí bylo v České republice zabráno

novou silniční infrastrukturou 357 hektarů lesů a 4590 hektarů zemědělské půdy. Největší zásluhu na tom má Středočeský kraj a Hlavní město Praha z let 2004 až 2006. Hlavním jmenovatelem tohoto záboru byla především výstavba pražského okruhu. Na druhé straně statistiky s nejmenším nárůstek UAT se nachází Jihočeský a Plzeňský kraj, v nichž je nejvyšší počet nefragmentovaných ploch, i z důvodu nižší hustoty dopravní infrastruktury [8].



Obrázek č. 2 - Fragmentace krajiny v České republice v roce 2010 [8]

Z hlediska mezinárodní scény se Česká republika řadí ke státům s vyšší fragmentací a postupně dohání západní země na předních příčkách jako je Belgie, Dánsko, Nizozemsko, Francie a Německo. Na druhém konci pomyslné tabulky UAT jsou země s méně hustou dopravní infrastrukturou a menším podílem zastavěných ploch a urbanizovaných lokalit s rozsáhlými, nedotčenými přírodními oblastmi. Ideální příkladem jsou některé východní a severské země, především Skandinávie, viz obrázek č. 3 [8].

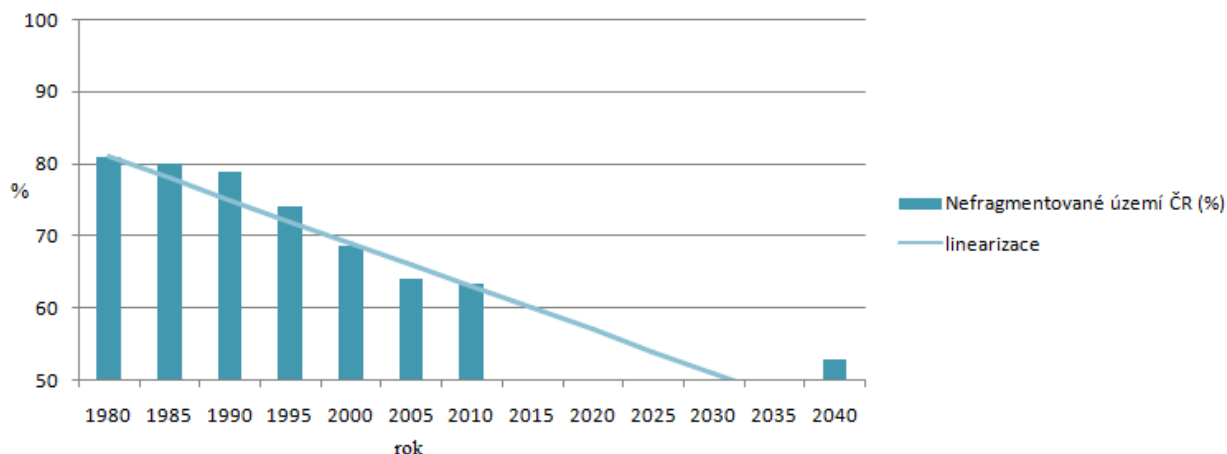


Obrázek č. 3 - Fragmentace krajiny v Evropě [9]

Důležitý je také stav fragmentace krajiny v České republice na vodních tocích. Je na nich evidováno více než šest tisíc příčných překážek, bariér majících negativní vliv na vodní ekosystém a v této souvislosti i na volnou migraci zvířat [8].

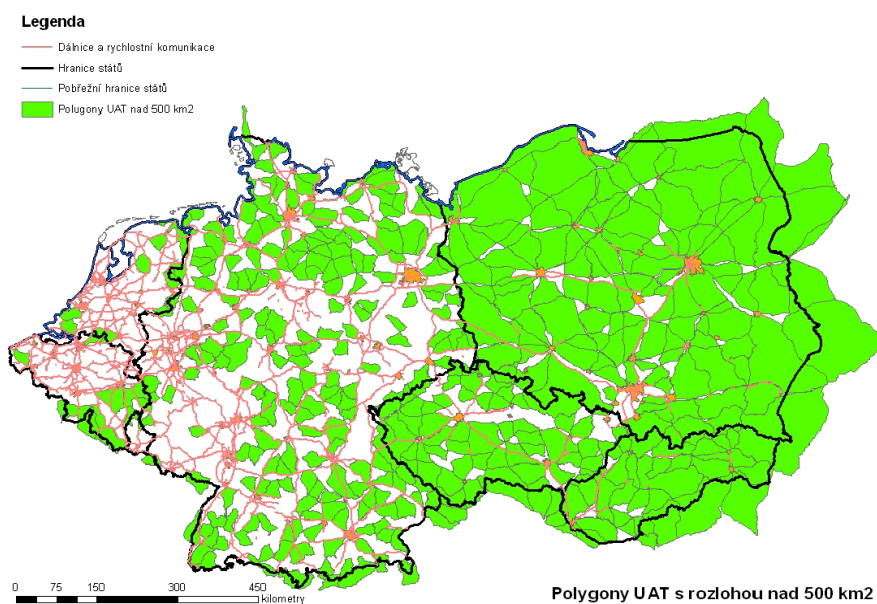
2.5 Prognóza fragmentace krajiny

Podíl nefragmentované krajiny mezi lety 1980 až 2010 v České republice poklesl z 81 % na 63,4 %, bráno z celkové rozlohy státu. Přestože se rychlost poklesu v posledních letech snižuje, celková fragmentace stále roste a nepředpokládá se žádný výraznější útlum tohoto negativního efektu. I z důvodu plánovanému rozšiřování dopravní infrastruktury, především dálnic na území České republiky. Společností CityPlan byla vypracována prognóza, podle které bude i nadále klesat rozloha nefragmentovaného území. Ta by měla v roce 2040 dosáhnout až na 53 %. Jak je možné vidět z grafu č. 1, tak v případě udržení nastoleného trendu vývoje od roku 1980 do 2010 by bylo reálné dojít k hodnotě 53 % UAT ještě dříve, než v roce 2040. V tomto ohledu je možné tvrdit, že prognóza rozhodně nepatří k pesimistickým a její naplnění se zdá uskutečnitelné [10], [8].



Graf č. 1 - Pokles rozlohy UAT v ČR od roku 1980 s prognózou do roku 2040 [10]

Česká republika se snaží v dlouhodobém horizontu konkurovat zemím západní Evropy. V tomto ohledu se dá říct, že prognóza budoucího stavu fragmentace krajiny se jeví spíše pesimistická, obzvláště díky relativně pozitivní situaci v současné době. Na obrázku č. 4 je zobrazena fragmentace krajiny z roku 2009 v části střední Evropy. Z něj je patrné, že vývoj země založený na způsobu západní Evropy s sebou nese určitá rizika specifická pro tento druh problematiky, která jsou dnes patrná a mělo by se z nich poučit a vyvarovat se jim. Zelená barva vyznačuje nefragmentované lokace. V evropském měřítku se jedná o oblasti s minimální rozlohou 500 km². Části vyznačené bíle jsou již fragmentovány.



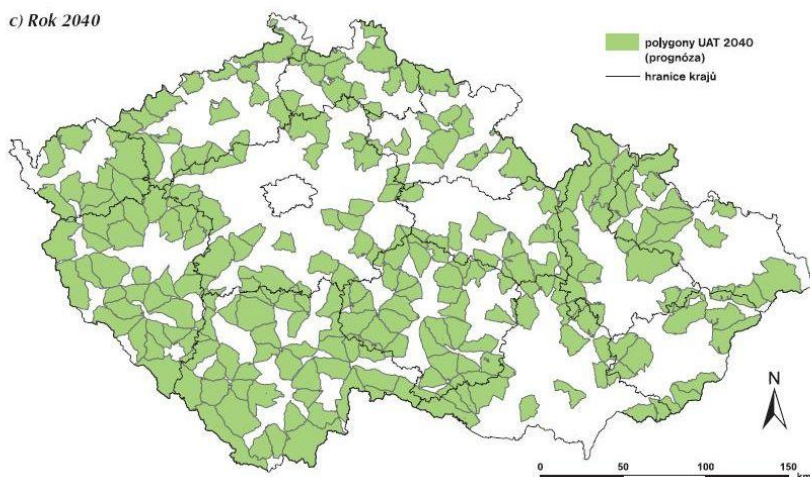
Obrázek č. 4 - Fragmentace krajiny části Evropy z roku 2009 [11]

Tabulka č. 2 obsahuje indikátory, které ve spolupráci s obrázkem č. 3 zobrazují přibližný stav fragmentace krajiny ve zmíněných zemích. Pokud porovnáme Českou republiku s Německem, kde obě země disponují srovnatelnou hustotou silniční sítě, mají ovšem naši západní sousedé téměř třikrát větší hustotu přepravního výkonu. Tím se může snadno stát i ze silnice nižší třídy těžce propustná bariéra pro zvěř. Průměrná velikost UAT, dopravou nefragmentovaných částí krajiny je v České republice okolo 80 %. Jedná se o lepší výsledek než u našich západních sousedů a zároveň i celkový podíl UAT oblastí k celkové rozloze státu vyznívá v současné době ve prospěch ČR. Konkrétní hodnoty jsou 78 % ČR a 42 % Německo.

Tabulka č. 2 - Míra fragmentace krajiny a dopravy v některých státech Evropy [11]

Stát	Indikátory dopravy		Indikátory fragmentace	
	Hustota silniční sítě [km/ km ²]	Hustota přepravního výkonu osob [Osobokilometr/ km ² / den]	Průměrná velikost UAT [km ²]	Podíl nefragmentovaných oblastí [%]
Belgie	4,9	10280	785	26
Lucembursko	2,0	6860	514	12
Nizozemsko	3,0	9740	703	17
Německo	1,8	6640	826	42
Česko	1,6	2390	1480	78
Slovensko	0,4	1370	2241	94
Polsko	1,2	1590	2763	91

Podle studie vypracované společností CityPlan bude pravděpodobný stav fragmentace krajiny v České republice v roce 2040 takový, jako zobrazuje obrázek č. 5. Na první pohled je patrné, že největší úbytek nefragmentovaných oblastí se očekává v okolí velkých měst, z důvodu rozšiřování urbanizace a dopravní infrastruktury.



*Obr. 1.26 a, b, c Srovnání fragmentace krajiny v ČR na základě metodiky UAT v letech 1980 a 2005 a prognóza pro rok 2040. Zelené oblasti jsou doposud nefragmentované. Jak je však vidět, jejich podíl na rozloze státu v čase strmě klesá.
Zdroj: Evernia 2008*

Obrázek č. 5 - Prognóza fragmentace krajiny ČR v roce 2040 [2]

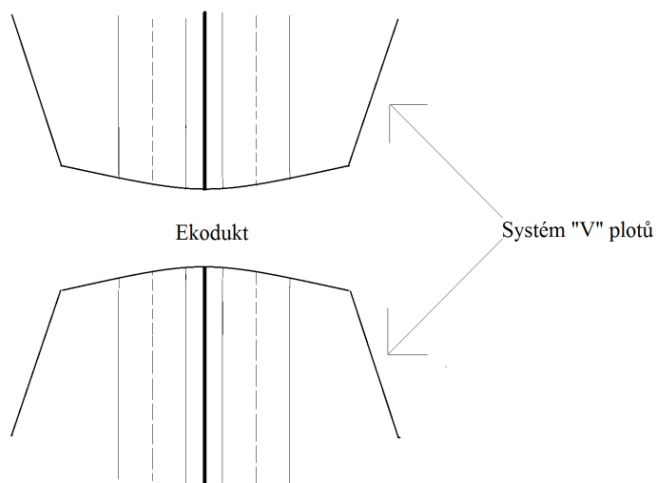
2.6 Možnosti eliminace fragmentace krajiny

V současné době se rozlišují dva základní druhy eliminací fragmentace krajiny. V prvním případě jde o minimalizaci fragmentace krajiny výstavbou nových komunikací a tedy opatřeními na těchto cestách. Druhá možnost je zmírnění fragmentace, defragmentace na již existující a nevyhovující infrastruktuře.

1. Plánované komunikace

Při plánování nové komunikace je zapotřebí brát ohled na již existující síť infrastruktury a snažit se umístit cesty co nejbližší k sobě. Místo výstavby nových tras preferovat rozšíření stávající silnice vedoucí požadovanými místy. To je možné realizovat dokonce i za stálého provozu. Tento způsob defragmentace, plánovanými komunikacemi je vhodnější, než vytvořit další bariéru pro živočichy v podobě dvou, případně více souběžných komunikací. V projektování by měly být zohledněny také průchody pro faunu, ať už nad nebo pod komunikací. Nutná je konzultace vhodného umístění objektu s ekology. Přitom se musí brát v potaz celá řada faktorů. Například konkrétní druhy, které mohou využívat přechod jak každodenně lokálně, tak pro možnost užití během svých sezonních migrací a podle toho přizpůsobit celkovou velikost objektu. Zároveň je vhodné přechody vegetačně co nejvíce přizpůsobit volné okolní přírodě,

aby nijak nerozrušovaly živočichy během přecházení a menším poskytovaly bezpečí. V současné době se stále běžně užívá tak zvaný systém "V" plotů, jež navádějí zvěř k přilehlým nadchodům či podchodům viz obrázek č. 6 [3].



Obrázek č. 6 - Systém "V" plotů, navádějících zvěř na ekodukt

2. Stávající komunikace

Dálniční, případně rychlostní silniční úseky staršího data výroby představují jednu z největších bariér pro migraci živočichů. Příčina je v plánování těchto komunikací, kde se dříve příliš nehledělo na ochranu životního prostředí, fragmentaci krajiny. Jako následky takového jednání jsou útvary pro přechod zvěře nepříjemné a mnohdy neprůchodné. Na takovémto typu komunikace je zapotřebí vybudovat, případně rekonstruovat přechody, které zde mohou být postaveny, avšak nejsou vhodné [3].

Jako migrační přechod můžeme chápat více různých staveb nacházejících se na silnicích, viz kapitola 4. Migrační objekty. Některé z nich byly postaveny s prvotním záměrem přechodu pro živočichy, jiné zvěř začala sama užívat, přestože se tento způsob využití neplánoval [12].

2.7 Územní systém ekologické stability

Pro snížení vlivu fragmentace krajiny byl v ČR zaveden tak zvaný územní systém ekologické stability (ÚSES). Jeho úkolem je zajistit setrvání původní fauny a flóry v jejich

přírodních stanovištích v co nejideálnějších podmínkách, popřípadě vytvořit podmínky pro jejich návrat do dané lokace. Cíl tohoto systému je tedy logický, zajistit dlouhodobou existenci a trvalou reprodukci původních organismů a jejich společenství v daných podmínkách. Součástí územního systému ekologické stability tvoří tři základní skladebné části. Jedná se o biocentrum, biokoridor a interakční prvek, které jsou dále všechny citovány dle platných zákonů.

*"**Biocentrum** je definováno prováděcí vyhláškou č. 395/1992 Sb. (§ 1 písm. a) k zákonu č. 114/1992 Sb. jako biotop nebo soubor biotopů v krajině, který svým stavem a velikostí umožňuje trvalou existenci přirozeného či pozměněného, avšak přírodě blízkého ekosystému." [7]*

*"**Biokoridor** je definován prováděcí vyhláškou č. 395/1992 Sb. (§ 1 písm. b) k zákonu č. 114/1992 Sb. jako území, které neumožňuje rozhodující části organismů trvalou dlouhodobou existenci, avšak umožňuje jejich migraci mezi biocentry a tím vytváří z oddělených biocenter síť." [7]*

*"**Interakční prvek** je krajinný segment, který na lokální úrovni zprostředkovává příznivé působení základních skladebných částí ÚSES (biocenter a biokoridorů) na okolní méně stabilní krajinu do větší vzdálenosti. Mimo to interakční prvky často umožňují trvalou existenci určitých druhů organismů, majících menší prostorové nároky (vedle řady druhů rostlin některé druhy hmyzu, drobných hlodavců, hmyzožravců, ptáků, obojživelníků atd.)." [7]*

3 MIGRACE ŽIVOČICHŮ

Pojem migrace v podstatě znamená přesunování živočichů z jednoho místa na druhé. Ať už se jedná o skupinu, či jednotlivce. Tento způsob pohybu zvířat se u nich vyvinul jako reakce na měnící se životní podmínky během ročního cyklu a v rámci životního cyklu přidružené fauny a flóry. Migrace se tedy nejčastěji opakují v jisté periodě. To vedlo k jejich rozčlenění na tři základní druhy. Denní migrace, jedná se o jev vyskytující se spíše u rostlin. Dále je to měsíční migrace, vzácný případ, který se odehrává především za účelem rozmnožování. A nakonec roční, kde jde jednoznačně o nejčastější a nejznámější případ. Migrace do teplých krajín, za obdobím dešťů, za účelem rozmnožování se. Zároveň však existuje možnost nepravidelné migrace. Ta nastane například z důvodu přemnožení daného druhu, přemnožení jeho predátora, znečištění či nevhodných podmínek. Tyto aspekty může ovlivňovat a také ovlivňuje fragmentace krajiny [13].

Obecně existuje u většiny druhů savců část populace, pohybující se na velké vzdálenosti a nerespektující přirozené okrsy. Jedná se o téměř dospělé jedince, kteří si musí najít nová útočiště, jelikož jsou vytlačováni ze své domoviny. Občas takto však migrují i plně dospělí jedinci. Tento druh migrací má zásadní význam na dlouhodobé přežití a také prosperitu populací. Díky tomu tak mohou být osídlena i místa, která jsou jinak izolovaná a v krátké době by jim hrozil zánik. Zároveň se touto nestandardní migrací často vyrovnávají výkyvy síly populace způsobené zhoršenými podmínkami, epidemiemi, přírodními katastrofami apod. Také takto může docházet k osidlování nových oblastí [18].

Fragmentace krajiny v našich podmínkách nejvíce ovlivňuje migraci velkých šelem. Mezi ně patří vlk obecný, rys ostrovid a medvěd hnědý. Jedná se o druhy často migrující na dlouhé vzdálenosti. Vzdálenost, urazená při těchto migracích se pohybuje od desítek až po stovky kilometrů. Tyto druhy jsou mnohdy citlivé na lidskou přítomnost a snaží se jí vyhýbat jak jen to je možné, snaží se stranit člověku. Což jim právě člověk svými zásahy do jejich přirozených regionů značně ztěžuje. V České republice je na hranici vymření populace losa evropského, jelikož samotný výskyt této zvěře u nás čítá jen pár desítek kusů. K jejich udržení se zde a znovuoobnovení jejich populace je už nyní zapotřebí migrace losa od sousedního Polska, případně ze zemí Skandinávie. Pokud by losi takovouto cestu absolvovali, jednalo by

se o přesun dlouhý stovky kilometrů. Tím by se množství překážek akumulovalo a násobil se bariérový efekt [4].

3.1 Kategorizace živočichů

Každý druh má jiné nároky a potřeby na parametry užívaných migračních objektů. Při plánování opatření pro jednotlivé stavby je zapotřebí vycházet z konkrétního druhového složení a vytipovat cílové druhy, které budou daný přechod užívat. Z tohoto hlediska došlo ke sjednocení druhů do základních kategorií s podobnými potřebami pro zajištění jejich migrace. Ideální modelovou skupinou pro aplikaci při projektování migračních objektů v našich podmínkách jsou velcí savci, kategorie A. Ti jsou kvůli svým požadavkům na velikost areálu a dálkovým migračním ohrožení fragmentací krajiny nejvíce. Na menší savce mají bariéry v krajině méně negativní dopad, pro umožnění jejich existence většinou postačují i části krajiny mezi dálnicemi. Větší savci navíc migrují na delší vzdálenosti než menší savci. Masožravci rovněž migrují na delší vzdálenosti než býložravci, protože musí při cestě za potravou urazit i desítky kilometrů. Podrobnější rozdělení živočichů do kategorií, které se využívá i při projektování migračních objektů je vidět v tabulce č. 3 [17].

Tabulka č. 3 - Rozdělení volně žijících živočichů do kategorií dle migračních nároků [20]

Kategorie	Druhy	Charakteristika
A - velcí savci a druhy nejnáročnější na parametry objektů	jelen, rys, medvěd, vlk, los	Základním hodnoceným typem migrace je liniová dálková migrace celorepublikového a evropského formátu. Migrační objekty pro tyto druhy by měly být realizovány především na dálkových migračních koridorech, u kterých je důraz kladen na kontinuitu a dlouhodobou perspektivu.
B – ostatní kopytníci	srnec, prase divoké	Základním typem migrace je lokální migrace, která zahrnuje cesty mezi zimními a letními stanovišti, mezi zdroji potravy, vodou a místy odpočinku. Ve vztahu ke komunikacím je třeba počítat především s místními populacemi, které jsou na místní podmínky dobře adaptované. U prasat divokých je nutné počítat

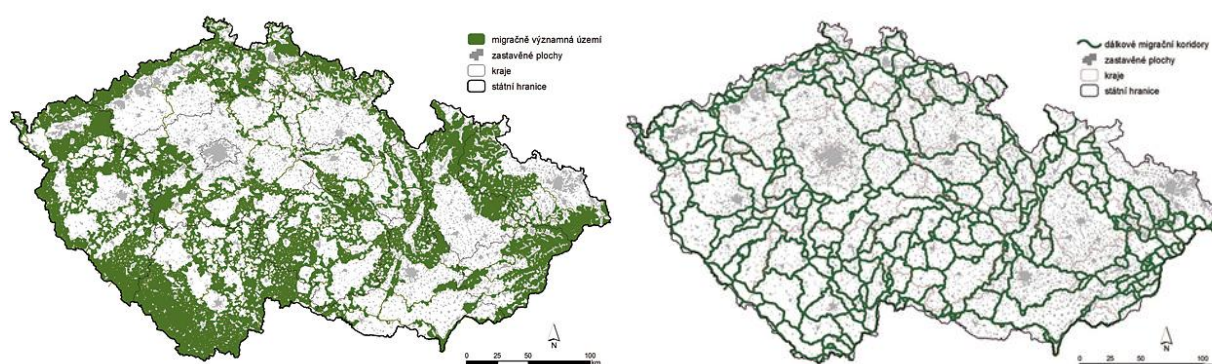
		s delšími nepravidelnými přesuny jedinců i celých tlup.
C – savci střední Velikosti	C1 – liška, jezevec, drobné kunovité šelmy	Základním typem migrace je lokální migrace, která zahrnuje cesty mezi zdroji potravy, vodou a různými částmi obývaného teritoria. Počítat je nutné také s migracemi osamostatňujících se mláďat, jež hledají nová volná teritoria. U místních populací je možné očekávat adaptaci na konkrétní podmínky. Tyto druhy nejsou příliš citlivé na rušivé antropogenní vlivy, vyskytují se i v blízkosti městských aglomerací a průmyslových objektů.
	C2 – vydra	Vydra je svým způsobem života odlišná od ostatních druhů této kategorie, proto je uváděna samostatně. Kromě výše uvedené lokální migrace migrují u vyder také dospělí samci, kteří se často přesouvají na velmi dlouhé vzdálenosti. Důležitým rysem těchto migrací je převažující vazba na vodní toky.
D – obojživelníci, plazi, drobní savci	žáby, čolci, mloci, někteří plazi, ježek	Jedná se především o speciální sezónní migrace mezi suchozemskými stanovišti a místy rozmnožování. Zejména u obojživelníků jsou tyto cesty většinou dobře známé a využívané hromadně. Migrační cesty lze očekávat v blízkosti každé trvalé vodní plochy vhodné pro rozmnožování obojživelníků. Kromě toho je třeba počítat také s rozptýlenými migracemi mladých jedinců, kteří se po opuštění vodního prostředí pohybují krajinou a obsazují nové vhodné lokality.
E – ryby a ostatní vodní živočichové	ryby, mihulovci, raci, vodní měkkýši aj.	Živočichové vázaní svojí existencí a pohybem výlučně na vodní prostředí. Zásadní význam mají konstrukce mostů a způsob úpravy vodního toku pod mostem. Technické řešení musí vyloučit vytváření neprůchodných vodních stupňů a nevhodné úpravy vodního toku pod mostem.
F – ptáci a netopýři	ledňáček říční, skorec	Ptáci trvale žijící u toků nebo ptáci a netopýři využívající toky jako tahové koridory menší mosty neproletují, ale přeletují silnici

	vodní, konipas horský, některé druhy netopýrů	nad mostem, což může zvýšit riziko mortality. Technické řešení musí zvážit parametry mostních objektů i řešení doprovodných opatření, jako jsou protihlukové clony na mostech.
G – společenstva rostlin, bezobratlých živočichů a drobných obratlovců	ohrožená společenstva	Pokud komunikace vytváří bariéru v biotopech, které vzhledem ke své specifčnosti, vzácnosti a zranitelnosti vyžadují speciální ochranu, je třeba navrhnout opatření, která zajistí propojení celých společenstev.

3.2 Migrační koridor

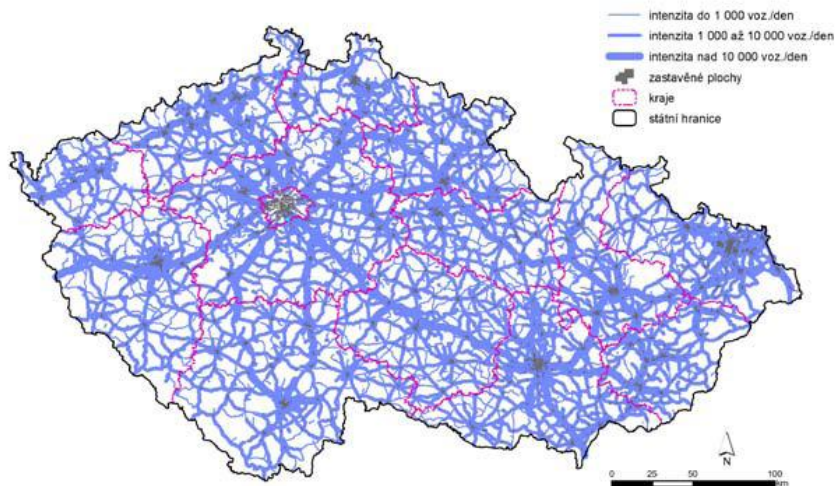
Migrační koridor je v podstatě úsek krajiny spojující dva nebo více vzdálených přírodních celků. Jeho funkce spočívá v umožnění volného přechodu živočichů mezi jednotlivými částmi. Ideální migrační koridor je alespoň částečně zarostlý stromy nebo keři pro možnost alespoň částečného poskytování skrýše pro zvěř před svými predátory. Prázdné pole či louka bez vyššího porostu jsou také vhodné pro přemísťování fauny. Problém nastává ve chvíli, kdy v cestě se objeví komunikace, souvislá zástavba, urbanizované zóny, ploty, průmyslové oblasti a podobné. To se poté jedná o velmi obtížnou, někdy až nemožnou překážku, kdy zvířata nadále nemohou migrovat svými koridory. A jak bylo uvedeno v kapitole 2.2.1. Bariérový efekt, tato situace může mít za následek přemnožení, vymření či degeneraci postihnutého druhu v dané lokalitě. Migrace představují zásadní aspekt k trvalému přežití a prosperitě celých populací. Zásluhou migrování živočichů, jsou přežívány roční cykly, různé epidemie a živelné katastrofy, případně i osídlována nová území vhodná pro setrvání daného druhu. Díky tomuto druhu přemísťování dochází ke genetické výměně druhů z různých stanovišť. To má za následek udržování rozmanitého genofondu a nedochází tak k degeneraci populace. Obrázek č. 7 znázorňuje migračně důležitá území, spolu s dálkovými migračními koridory v ČR. Migračně

významná území jsou nezbytná pro udržení dlouhodobé existence populací velkých savců. Do této kategorie patří jak místa jejich výskytu, tak lokace zajišťující jejich propojení. Slouží tedy k ochraně propojenosti a průchodnosti krajiny. Dálkové migrační koridory zajišťují dlouhodobou udržitelnost populací, jejich propojení na národní i mezistátní úrovni. Zobrazují minimální rozsah migračních cest, které je zapotřebí zachovat k udržení, případně rozkvětu zájmových druhů. Celková délka dálkových migračních koridorů v České republice je 10 060 kilometrů a je vhodné, aby byly vedeny přírodními biotopy a nedocházelo k jejich křížení s žádnými bariérami [4], [5].



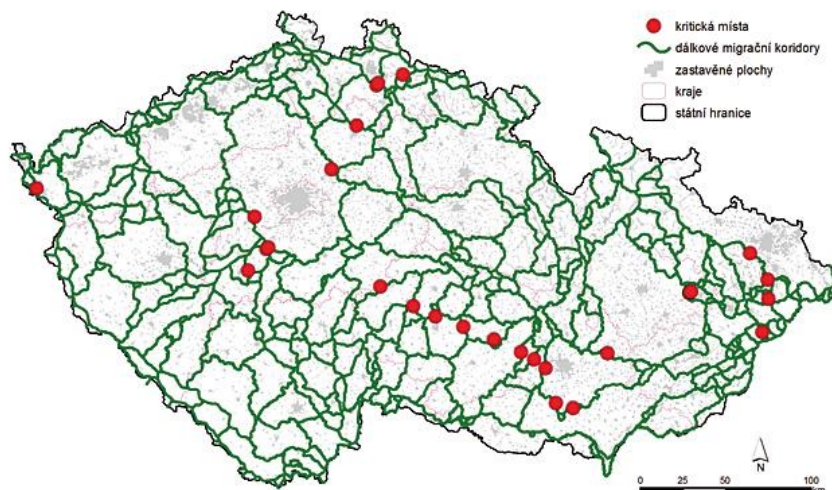
Obrázek č. 7 - Migračně důležitá území a dálkové migrační koridory v ČR [14]

Na obrázku č. 8 je znázorněna hlavní silniční infrastruktura v České republice společně s intenzitou dle tloušťky čar. Největší riziko představují místa, kde se dálnice, rychlostní silnice, případně komunikace s vysokou intenzitou dopravního zatížení střetává právě s migračním koridorem. Tomuto stavu se v dnešní době snaží předejít vhodným projektováním a umístováním migračních objektů. Pokud však takovýto jev nastane, vytvoří pro zvěř téměř nepřekonatelnou bariéru.



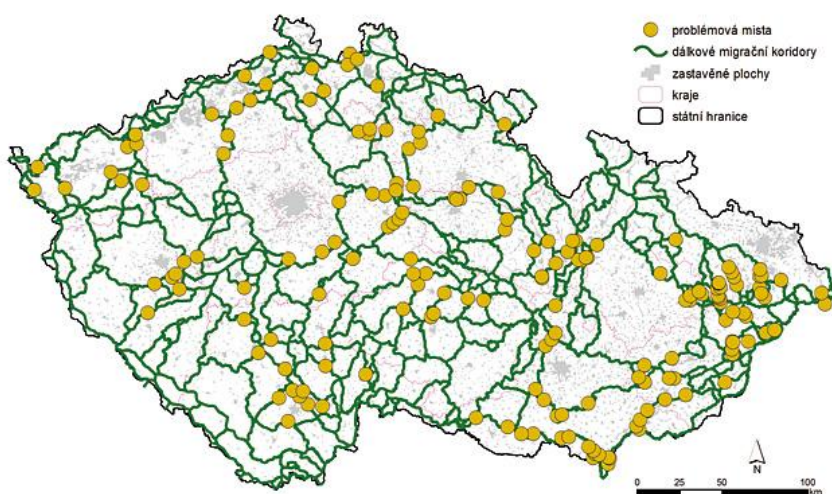
Obrázek č. 8 - Intenzita dopravy na hlavní dopravní síti ČR [4]

Obrázek č. 9 vyznačuje kritická místa, kde se zmíněné komunikace střetávají s dálkovými migračními koridory a tvoří tak těžce propustnou bariéru. Tato místa jsou zároveň ideálními adepty na vybudování migračního přechodu. Z obrázku je patrné, že nejproblematictější místo představuje původní úsek dálnice D1. Na námi sledované dálnici D11 se nachází "pouze" pár problémových míst, která navíc nenesou označení kritická. Průnikem obrázku č. 8 Intenzita dopravy na hlavní dopravní síti ČR, spolu s obrázkem č. 7 Migračně důležitá území a dálkové migrační koridory v ČR dojde k vytvoření mapy rizikových míst pro přechod zvěře. V těchto místech je zvýšená pravděpodobnost srážky živočichů s vozidly a zamezení jejich migrace. Daný problém se již začal na mnoha místech řešit a ošetřovat. Lokality, na kterých nedostatky stále přetrvávají, jsou zobrazeny na obrázcích č. 9 a č. 10. Diference daných snímků spočívá v akutnosti řešení problému. Kritická místa by měla být preferována před problémovými.



Obrázek č. 9 - Kritická místa dopravní infrastruktury pro přechod živočichů [14]

Na obrázku č. 10 jsou vyznačena další problémová místa, která je zapotřebí také zprůchodnit pro migraci. Nepředstavují však nejdůležitější lokace. Zde se kříží intenzivní a víceproude komunikace s dálkovými migračními koridory.



Obrázek č. 10 - Problémová místa dopravní infrastruktury pro přechod živočichů [14]

3.3 Silniční komunikace jako migrační bariéra

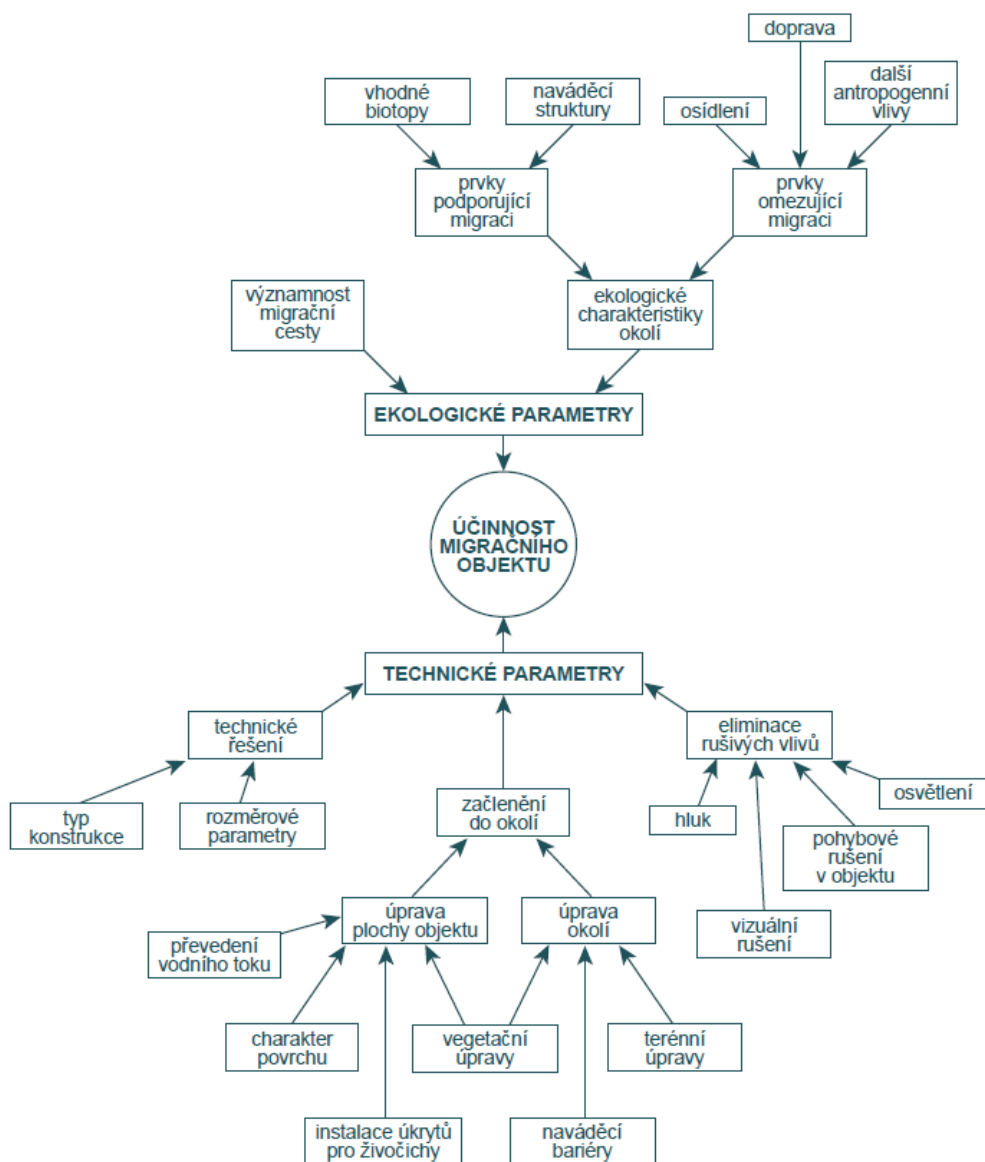
Důležitý faktor, který zásadně ukáže, jak velký vliv bude mít silnice na životní prostředí, zobrazuje umístění komunikace v krajině. Je nutné, aby se při návrhu jakékoliv komunikace brala

v potaz problematika fragmentace krajiny a tento jev se konzultoval s odborníky, ekology a dodržovala se příslušná legislativa. Největší hrozbou jsou logicky dálnice a rychlostní silnice. Jedná se o komunikace, na kterých je zapotřebí budovat různé migrační přechody. Jisté riziko představují i frekventované silnice prvních tříd. Z těch se vlivem protihlukových stěn, oplocení a násypů, případně vedení celé komunikace v zářezu stává hůře prostupná krajina, bariéra pro migrující zvěř. Množství vlivu komunikace na fragmentaci krajiny se počítá v tak zvaných RPDÍ jednotkách. Ty znamenají průměr denních intenzit za roční období, který se počítá jako součet vozidel za den. Co se týká již existujících komunikací a jejich posuzování, hledí se především na intenzitu dopravního provozu a na technické parametry silnice. Touto cestou lze nalézt nedostatky, ke kterým došlo během výstavby kvůli nedostatečnému ohledu na ochranu životního prostředí a pokusit se minimalizovat dopad těchto problémů. Na silniční infrastrukturu v České republice je z pohledu na životní prostředí pozitivní jev, že i při své hustotě se zde nachází relativně malé procento dálnic a rychlostních silnic. Díky čemuž se lze do budoucna zaměřit a řešit projekty migračních objektů odpovídajícím způsobem a především v zájmu ochrany životního prostředí a tedy minimalizaci negativního dopadu na něj [4].

4 MIGRAČNÍ OBJEKTY

Výstavba migračních objektů je důležitým faktorem u snižování bariérového efektu a dalších negativních vlivů fragmentace krajiny. Z hlediska účinnosti této stavby lze dominantní faktory mající vliv na kvalitu stavby rozdělit do základních čtyř skupin. Podrobnější rozvětvení najdete na obrázku č. 99. První aspekt je základní koncepce řešení, kde se odráží především lokalita umístění objektu, jak terén, tak komunikace určená k překlenutí. Dále se jedná o rozměry migračních objektů, což bývá nečastějším podnětem technických a ekonomických nákladů. Řeší se základní rozměry, výška, šířka a délka. Častokrát opomíjený faktor u nás je způsob začlenění migračního objektu do okolí. Zde se řeší terénní úpravy okolí objektu, jeho vhodný povrch, vegetace na a v blízkém okolí a také způsob navádění zvířete k této stavbě. Čtvrtý a poslední aspekt představuje ochrana proti rušivým vlivům z provozu komunikace. Tento faktor je pro tuto diplomovou práci nejdůležitějším, jelikož sem spadá právě hluk, který působí rušivě pro migrující faunu. Spadá sem i světlo a vizuální kontakt vozidel se samotnými živočichy [20].

V jedné z publikovaných teorií zabývajících se migračním potenciálem, která má úzkou spojitost s účinností migračního objektu, je migrační potenciál definován jako pravděpodobnost funkčnosti migračního profilu. Považuje se za funkční pouze v případě, že je prokazatelně využíván živočichy a zabezpečuje jejich přechod přes komunikaci. Aby tato funkčnost byla zajištěna, je rozdělena na dvě základní složky, které se dále dělí, viz obrázek č. 11. První složkou jsou ekologické parametry, kterými jsou dány vlastnosti samotné migrační cesty ještě před vybudováním příslušné komunikace. Dále se sem řadí prvky ekologického okolí a jejich charakteristika, ať už podporující či omezující migraci. Je zapotřebí zahrnout všechny možné vlivy. Další složkou účinnosti migračního objektu představují jeho technické parametry. Jsou dány vlastnostmi migračního objektu, jeho celkovou konstrukcí, technickým řešením, začleněním do okolí a eliminací rušivých vlivů [18].



Obrázek č. 11 - Schéma faktorů ovlivňujících účinnost migračních objektů [20]

4.1 Podchod

Podchod se dá charakterizovat jako migrační objekt, kde samotný proces migrace probíhá pod úrovní komunikace. Tyto stavby se dále dělí na propustky a mosty na komunikaci. Jednotlivé stavby spadající do kategorie podchodů jsou mostní estakády, mající minimální dopad na fragmentaci krajiny a život fauny takřka nezmění. Dále se jedná o propustky, které jsou však z hlediska svých rozměrů vhodné pouze pro určité menší druhy a také podchody, jako mosty na komunikaci. Další typ je pak most na komunikaci, který už je svými rozměry vhodný

i pro velké živočichy a plní svůj prvotní účel ochranu a bezpečný přechod zvěře pod úrovní komunikace ideálně [12], [20].

4.1.1 Propustek

Tyto objekty jsou stavěny ze dvou základních hledisek. Jedná se o vodohospodářskou stavbu, která slouží k převádění srážek, případně stálých "potůčku" přes komunikaci. Druhý faktor je migrační, kdy slouží primárně jako zvířecí podchod pro menší živočichy. Samozřejmě je možné obě tyto funkce i kombinovat. Pro užívání tohoto objektu je zapotřebí dbát jistých zásad. Alespoň jeden břeh ponechat volně průchozí, suchý. Dno podchodu zasypat přirozeným, přírodním povrchem, nejlépe zeminou. Ideální je také umístit do objektu kusy dřeva, případně kamení pro úkryt migrujících živočichů a jejich klidnější průchod. Vhodné je zajistit navádění přicházející zvěře do objektu, například systémem plotů či pachovými ohradníky. Zároveň upravit okolní prostředí pro nerušený vchod i východ do objektu výsadbou zeleně, přirozené pro dané prostředí. Samozřejmostí je vyvarovat se bariérám kolem obou konců propustku, maximální povolená překážka může být vysoká 0,1 metr. V případě existence oplocení komunikace pod kterou se tato stavba nachází, je zapotřebí umístit obě ústí za plot tak, aby nedocházelo k situacím, kdy bude zvěř lapena mezi oplocením a komunikací [20].

4.1.2 Most na komunikaci

Tento druh objektů je budován pro překonání terénních nerovností, jako například údolí, vodních ploch, vodotečí, různých lesních cest, případně i silnic a železnic. Samotná jejich konstrukce působí jako hluková bariéra a tak jsou tyto stavby vyhledávány živočichy pro přecházení komunikace. Většinou se používají jako universální řešení, kdy mají jako primární funkci například překlenutí vodoteče a v rámci zachování možnosti migrace přes tento most je optimalizován pro přechod fauny. V rámci terminologie se sem řadí velmi rozličné objekty, od malých podchodů, s délkou přemostění přes dva metry, oproti nim například mosty velké, o více polích, s délkou přemostění ve stovkách metrů, což se používá v hlubokých údolích, kopcovitých terénech a podobně. Tyto mosty můžeme dělit i podle postupu při návrhu objektu, když by se nejednalo o universální řešení. První skupinou jsou primárně navržené objekty, kdy byly podchody vybudovány za jiným primárním účelem a migraci živočichů mají pouze jako doplňkovou funkci. Staveb, které jsou vedeny přes údolí, vodní toky a kde si zvířata zvykla procházet i přesto, že byla původně opomenuta, existuje velké množství. Druhou skupinu

představují optimalizované objekty. Jedná se o první skupinu, u které došlo k vhodné úpravě, k zajištění zlepšení průchodnosti této stavby. Poslední skupinou jsou speciální objekty, zřizované výhradně za účelem migrace živočichů. Tyto stavby se příliš nepoužívají, preferuje se výstavba optimalizovaných objektů. Rozeznáváme dva základní typy konstrukcí podchodů z hlediska plnění ekologických funkcí a to most přímo poježděný a most přesypaný [20], [21].

4.2 Nadchod

Nadchod je migrační objekt, kde migrace probíhá nad úrovní dopravy, je vedena vrchem, přes "most". Používán bývá i název ekodukt. Ten vznikl z latinských slov "oikos", což znamená dům, či prostředí a ze slova "duco", znamenající něco vést. Jsou to liniové stavby, mosty, umožňující opětovnou migraci a nerušený volný pohyb živočichů mezi jednotlivými biocentry, které byly, případně mohly být rozděleny důsledkem rozšiřování infrastruktury. Existence nadchodů na rizikových místech také významně omezí riziko střetu vozidel se zvěří. Jsou konstruovány na místech, tvořící těžko překonatelnou bariéru pro přechod zvěře, což mohou být oplocené stavby, dálnice, rychlostní komunikace, frekventovaná víceproudá infrastruktura [12].

Stejně jako u podchodů i zde rozdělujeme nadchody na jednoúčelové a víceúčelové. Jednoúčelové jsou určeny výhradně pro migraci živočichů a nejsou tak často používány. V drtivé většině se však používají mosty víceúčelové. Jedná se o kombinaci migračního objektu a potřeby převést polní či lesní cestu. Nezáleží na tom, který z těchto faktorů byl primárním cílem návrhu objektu, podstatné je, že se zde snoubí obě varianty [20].

Výhodou nadchodu je, že stačí menší rozměry celého objektu oproti podchodům, aby se stal efektivním a využívaným pro přecházející zvěř. Zároveň se na jeho povrchu dá snadno vysadit nová vegetace, včetně keřů a stromů, které poskytují lepší prostředí pro migraci i menším živočichům.

4.3 Historie výstavby migračních objektů

Historie výstavby ekoduktů se začala psát v 70. letech minulého století, kdy ve vyspělých zemích započala éra tak zvaného ekologického projektování. V té době už se podchody běžně

stavily, ale nejednalo se o účelně umístované objekty pro migraci živočichů. Šlo o stavby určené k jiným účelům, od převedení vodoteče, po překonání údolí. Ovšem díky většímu rozmachu péče o životní prostředí se začalo brát v úvahu i to, že podobné objekty jsou pro překonání rušnějších komunikací pro zvířata lepší volbou, než ji překonávat přímo po vozovce. První "ekodukty" se začaly objevovat ve Francii, Německu a Rakousku. Bohužel tyto stavby byly mnohdy neefektivní kvůli nevhodné lokalizaci i konstrukci. Podchody už tou dobou byly hojně užívány menšími savci a ostatními živočichy menších rozměrů, kteří neměli problém s průchodem v různých propustcích o menších rozměrech. To samozřejmě nezůstalo bez povšimnutí, a tak se začali používat cíleně i podchody o větších rozměrech [15], [16].

V 80. letech a počátkem 90. přestala být konstrukce objektů limitním prvkem pro přechod živočichů, díky velkému posunu v jejím vývoji. Jako nedostatečný prvek však stále byla nevyhovující vegetace v okolí těchto přechodů jak její množství, tak umístění a celková úprava, což mělo za následek nevhodný migrační potenciál objektů. Kolem roku 1990 začínalo docházet k ideálnímu umístování migračních objektů, díky důslednému ekologickému výzkumu, znalostem migračních cest živočichů a chování zvířat. V rámci těchto faktorů se také pracuje na vhodném začlenění migračních objektů do přírodní krajiny. Za účelem vhodného přechodu živočichů, který by je nezneklidňoval, nerušil, neoslňoval a poskytl dostatek vegetace pro bezpečnou migraci [15], [16].

Ředitel výstavby ŘSD sám v roce 2011 potvrdil, že ekodukty jsou v současnosti budovány i projektovány na mnohých trasách. Do budoucna se však plánuje preference podchodů, vedoucích zvěř mostem na komunikaci a zachovávající jejich biokoridory. Ředitel ŘSD potvrdil preferenci výstavby migračních podchodů, díky čemuž se ušetří 50 až 90 % nákladů oproti nákladům na ekodukty.

4.4 Koncepce migračních objektů

V dalším textu je rozvedeno, jaké má být správné umístění migračních objektů, jaká by měla být vysázená vegetace na jejich povrchu a v neposlední řadě zařazení objektu do rázu okolní krajiny. Jedná se o rozsáhlé problematiku a tak zde bude popsána jejich základní charakteristika.

4.4.1 Umístění migračních objektů

Je velmi důležité přistupovat k výstavbě migračních objektů po dlouhodobých a rozsáhlých pozorováních, konkrétně na míru průchodnosti stávající komunikace pro zvěř. Vhodné a cenné jsou zkušenosti ze zahraničí, kde se nachází některé stavby velmi vydařené a efektivní a také naopak, vzít si příklad z nepodařených projektů a zjistit kde nastala chyba.

O vhodném objektu na problémová místa rozhodne z velké části okolní terén a niveleta komunikace. Z tohoto hlediska lze rozlišit čtyři základní případy. První je niveleta komunikace vedené na úrovni terénu, kdy je možné umístění migračního objektu jak nadchodem, tak podchodem. Obě možnosti budou v tomto případě velmi nákladné. Druhý případ reprezentuje niveleta komunikace v hlubokém zářezu, což je vzorový příklad, kdy se jedná o umístění ekoduktu. Další možností je niveleta komunikace vedená po násypu nebo po mostě nad úrovní terénu. Ideální je, právě pokud vedení už samotné komunikace probíhá po mostě nebo jako estakáda. V tom případě by v daném místě nedošlo k narušení migračních cest, byly by zachovány a nemuselo by se řešit další umístění migračního objektu. Pokud je v náspu, musí se zkonstruovat podchod s rozměry podle druhů migrujících zvířat. Poslední případ představuje niveleta komunikace v mělkém zářezu, kde se uplatňuje obdobné řešení, jako při první možnosti. Určitou výhodou představuje konstrukce ekoduktu, právě díky mělkému zářezu komunikace [15].

Cílové umístění přechodu by mělo být v místě výskytu stezek či migračních koridorů živočichů. Tím zabezpečí průchod komunikace a zabráni tvorbě neprůchodné bariéry. Rozměry migračních objektů se řídí druhy fauny, jež jej mají využívat, čili rozměry nejsou nijak legislativně upraveny, pouze jsou pro určitá zvířata doporučeny. Obecně se používala převážně minimální hranice 50 metrů šířky, pro různé druhy v důsledku zachování jejich specifických nároků na prostor během průchodu ekoduktem. Avšak ani tento rozměr není závazný, jedná se pouze o doporučení. Zároveň však existují nadchody, které jsou užší a svou funkci plní více než dobře. Důležitý faktor je také výška konstrukce, což je záležitost podchodů. Ta by měla být podle dosavadních poznatků přibližně 5 metrů, alespoň co se týče větších savců [15].

4.4.2 Vegetace na objektu

Vegetační úprava má zásadní vliv na funkčnost migračních objektů. U podchodů je možné vysázet určité odolné dřeviny. Další text se týká flóry na povrchu ekoduktů, jelikož

pod podchody není možné realizovat takové prostředí. Při vhodné volbě dřevin nebude celá vegetace na objektu potřebovat takřka žádnou údržbu, kromě ochrany před okusováním zvěří, buď chemicky nebo vystavením plůtku do výšky 1,5 metrů. Výsadba na ekoduktu musí vyhovovat nejen nárokům migrující zvěře (ekologicky), ale také musí být schopna odolat specifickým podmínkám na tomto objektu a snášet nepřírozené půdní a vlhkostní podmínky. Zároveň by měly plnit jak naváděcí funkci pro zvěř, tak clonící, pro hluk a světla od vozidel. Je vhodné preferovat neopadavé jehličnany, konkrétně smrk ztepilý a borovici lesní, protože jsou schopné své funkce plnit i v zimním období, na rozdíl od listnatých stromů. Ideální je doprovázet výsadbu stromů i keři, které poskytnou ochranu i menším živočichům. Jejich umístění je důležité podél okrajů ekoduktu tak, aby odclonily rušivé vlivy z komunikace na střed nadchodů. Samotný střed by měl být mírně volnější, co se týče vegetace, aby umožňoval větším druhům přechod a viditelnost na druhý konec k ujištění bezpečnosti objektu. Také je vhodné, aby výsadba probíhala ve skupinách, nikoliv v liniích. Cíl výsadby představuje vytvoření co nejpřirozenějšího přechodu pro živočichy mezi jejich přirozenými stanovišti a zajistit tak nerušené používání objektu. V neposlední řadě se musí dbát na vhodný charakter povrchu, který má zásadní význam na využívání objektu. Ideální je přirozený povrch, zatravněný, v případě podchodů tedy bez porostu. Nevhodné jsou asfaltové či betonové plochy, štěrk a podobné materiály. Další možnost představuje také aplikace úkrytů pro živočichy, jejichž cílem je rozčlenit povrch objektu a také poskytnout úkryt menším živočichům a tím jim usnadnit pohyb přes přechod. Na jejich tvorbu lze použít opět přírodní materiály [17], [20].

4.4.3 Zařazení objektu do okolí

Typ okolního prostředí, biotopu a charakteristiky migračního objektu mají zásadní vliv na přitažlivost objektu a okolního prostředí pro živočichy a tím i jeho využitelnost. Cílem je provést takové úpravy, aby biotopy rozdělené komunikací byly spojeny co nejpřirozenějším způsobem a naváděli tak živočichy přímo na migrační objekt. Jedná se především o rozmístění atraktivních krajinných prvků a složek, které budou zvěř přitahovat. Takže výsledný stav krajiny navazující na stavbu může být pro daný druh atraktivní nebo zcela nevhodný. V místech přechodu mezi nadchodem a okolním silničním tělesem je zapotřebí preferovat výsadbu těch druhů vegetace, které jsou pro živočichy nepřitažlivé, aromatické, trnité. Ideální je využívat jehličnatých stromů, vzhledem k tomu, že svou funkci plní stejně po celý rok, zvláště vhodné je to pro lesní druhy zvířat. Výsadba stromů by měla být nepravidelná a doplněna o husté keře,

kteře vyplní prostor pod korunami, navedou živočichy a těm menším poskytnou dočasný úkryt. Vysázení vegetace a vegetačních pásů mimo samotný objekt má řadu funkcí například vizuální odclonění dálnice od přilehlých obcí, snižování emisí a hluku, naváděcí funkce pro živočichy, vytvoření výškové bariéry, která tak zvýší letové dráhy ptáků apod. Vegetační pás má jisté zásady, které by se měly dodržovat. Jedná se o jeho minimální šířku 5 metrů, vysazování ve skupinách nikoliv v liniích, musí umožnit pohyb živočichů i uvnitř pásu ne jen podél něj a měl by být oddělen od vozovky pevným plotem [17], [18], [20].

Významné jsou i terénní úpravy vzhledem k začlenění objektu do okolí. Vhodné je vytvářet úkryty a drobné biotopy, zachovat nerovnosti, nedoporučuje se rovný terén. Sklon navazujících svahů by však měl být co nejmenší. Není nutné celoplošné překrytí kulturní zeminou ke vstupu na objekt. Doporučuje se nechat některá místa bez překryvu pro zvýšení rozmanitosti prostředí. V rámci rozmanitosti terénu je možné využívat různých doplňků, které mohou sloužit i jako navigační prvky k přechodu, jak položené kmeny listnatých stromů, tak například hromady kamení [20].

Naváděcí bariéry, oplocení mají jako svůj primární cíl snížení mortality živočichů na frekventovaných tazích, převážně dálnicích. Zároveň také fungují jako navádění zvířat na místa, kde je jim umožněn bezpečný přechod. Také je nesmějí nijak ohrožovat a měly by co nejlépe splývat s okolní přírodou, tudíž se preferují dřevěné konstrukce, případně pouze husté keře, kombinované s ocelovými sítěmi. Dřívější snahou bylo oplocování celého úseku dálnice, aby se minimalizovalo riziko střetu zvířat s vozidly, což nejenže bylo v podstatě nerealizovatelné, ale také se tím velmi zvyšoval efekt fragmentace a pokud došlo k poruše celistvosti plotu a zvěř se dostala do oplocené zóny, byla v pasti mezi dálnicí a plotem. Tam se velmi rychle dostávala do stresu a docházelo ke zděšení zvířete, které naráželo do okolních překážek a pokud se mu nepodařilo prorazit plot, skončilo pod koly projíždějících automobilů. Alternativou pro zamezení vstupu živočichů na komunikace a jejich zavedení přímo na přechod jsou pachové ohradníky. Jedná se o stavební pěnu, která zapáchá po predátorech a tím funguje na zvěř jako repelent. Jejich umístování probíhá v liniích, aby fungovaly jako ploty. Pěna se nanáší buď na kolík, nebo na přilehlou hustou vegetaci. Účinnost těchto zařízení se udává na 80 až 90 %. Ačkoliv byl tento systém původně navržen na odrazení jelenů a srnců, funguje také na bažanty a zajíce. Nevýhodou je nutnost obnovovat pěnu přibližně každé čtyři měsíce [15], [20], [22].

Dbát se musí také na správné umístění oplocení. Aby se zamezilo vstupu zvířat na komunikace, mělo by být oplocení umístěno mezi upravovaným úsekem trávy podél krajnice a vysázeným stromovým či keřovým porostem. Tato možnost umožňuje navíc vyplašeným živočichům nalézt právě ve vyšší vegetaci úkryt, uklidnit se, zhodnotit situaci a opustit problémový prostor. Velmi nevhodné řešení představuje umístění oplocení mezi hranu svahu s podélnou vegetací a okolní pozemky, což je mnohdy desítky metrů od krajnice komunikace. V těchto místech bývá totiž oplocení mnohdy poškozováno zemědělskou technikou, lidmi, případně černou zvěří a tím pak dochází k jejich uvěznění mezi dopravní komunikací a oplocením. V tomto případě se vyplašená zvěř snaží dostat mezi vyšší zeleň, ničí plot a snaží se tuto bariéru překonat, aby se dostala do domnělého bezpečí. Bohužel každá situace a konkrétní umístění oplocení musí být řešena specificky pro určité území dle lokálních podmínek. Oplocení sice může být na ideálním místě pro živočichy, jejich migraci a zamezení vstupu na komunikaci, zároveň však může omezovat údržbu dálnic a mít zásadní vliv na bezpečnost dopravy na samotné dálnici. V případě nehody představuje velkou překážku pro únik osob z ohroženého území [18].

4.5 Konstrukce migračních objektů

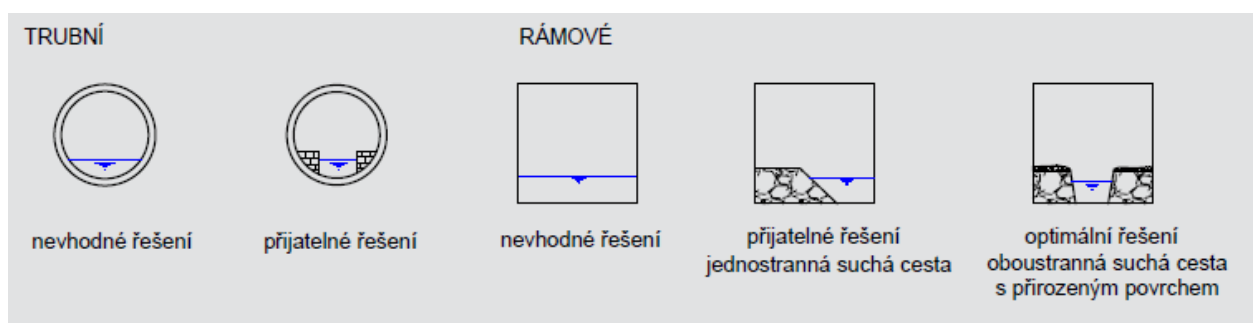
Nadchody i oba druhy zmíněných podchodů mají jiné zásady pro své konstruování a také jiné možnosti konstrukce. Níže jsou popsány jejich základní a nejpoužívanější druhy.

4.5.1 Konstrukce propustků

Rozeznáváme tři základní typy propustků. Jedná se o propustky trubní, rámové a tlamové. Nejčastěji používaný materiál je beton, případně se užívají prefabrikáty, kde se dbá na hladké propojení jednotlivých prvků. Trubní propustky mají kruhový průřez, nejsou vhodným řešením pro migraci. Je totiž nutné zajistit světlou výšku průchodu alespoň jednu polovinu metru a to i po zavezení dna potřebným materiálem. Z tohoto důvodu se preferují propustky rámové. Tyto propustky mají čtvercový, častěji pak obdélníkový profil, do maximálně dvou metrů šířky. Tento typ podchodů se používá nejčastěji obzvláště u nových staveb. Jako poslední typ konstrukce se uvádí tlamový propustek, tubosider, jde o klenbový profil s plochým dnem. Také se sem dají zařadit speciální podchody, které jsou navrženy optimálně pro určitý druh, typ živočichů, jako například pro jezevce, vydry, obojživelníky atp. Musejí odpovídat jednotlivým

kritériím dle druhů, pro které proběhl návrh. Vhodné konstrukce propustků jsou zobrazeny na obrázku č. 12 [20], [21].

Standardně se do propustku dostává čerstvý vzduch a světlo pouze díky oběma koncům. Používá se však i konstrukční vylepšení, kdy jsou tyto objekty z vrchu otevřené a mají tak lepší podmínky pro migraci zvěře, nižší teplota, vyšší vlhkost a intenzivnější přístup čerstvého vzduchu. Bohužel toto vylepšení s sebou nese i negativní faktory, jako například rušení migrující zvěře hlukem z automobilové dopravy a příslušné komunikaci a další znečištění z dopravy. I proto se otevřené propustky používají spíše pro komunikace s nižší intenzitou dopravy [20].



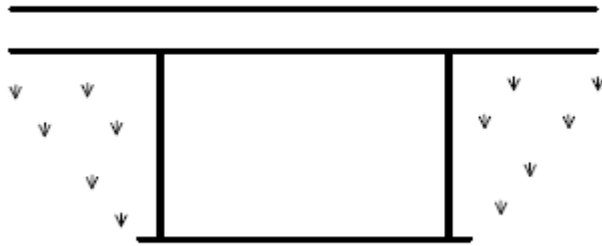
Obrázek č. 12 - Vhodné konstrukce propustků [20]

4.5.2 Konstrukce mostů na komunikaci

Dle hlediska plnění ekologických funkcí rozeznáváme dva základní druhy konstrukcí těchto podchodů. Jedná se o most přímo pojížděný a o most přesýpaný. Oba typy objektů jsou následně popsány z hlediska jejich konstrukce [20].

Konstrukce mostů přímo pojížděných

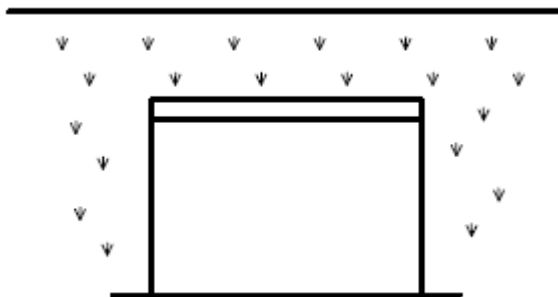
Je tvořen mostní betonovou deskou, která je jak stropem podchodu, tak součástí vozovky. Vyznačuje se vyšší hlučností, než most přesýpaný a zároveň propouští více vody a s ním i znečištění do podmostí. Také se hůře začleňuje do okolí, vegetace může být vysázena pouze po stranách. Jeho výhoda spočívá v případě užití u nižší výšky komunikace a menších prostorách pro celý podchod, kde oproti druhé variantě má lepší prostorové parametry. Zobrazení přímo pojížděného mostu je na obrázku č. 13 [20].



Obrázek č. 13 - Most přímo pojižděný [20]

Konstrukce mostů přesýpaných

Poznávacím znakem tohoto objektu je vrstva zeminy, která se nachází mezi vozovkou a stropem podchodu. Tím se také snižuje hlučnost v podmostí. Díky větší možnosti vegetačních úprav se lépe včlení do okolního prostředí. Použití přesýpaného mostu si však obvykle vyžádá prodloužení délky celého podchodu. Schéma přesýpaného mostu je na obrázku č. 14 [20], [21].



Obrázek č. 14 - Most přesýpaný [20]

4.5.3 Konstrukce nadchodů

Typ a tvar konstrukce jsou především ovlivněny ekologickými a ekonomickými aspekty. A tak lze mnohdy vidět objekt převádějící nejen zvířecí stezky, ale zároveň polní a lesní cesty, někdy dokonce i silnice nižších tříd. To představuje příklad, kdy jde ekologie stranou a ustupuje ekonomice. Na návrhu celého projektu nadchodu by měl spolupracovat ekolog spolu s dopravním inženýrem. Ideální způsob představuje spolupráce s odborníky z prověřených, úspěšných projektů. Důležité aspekty brané v úvahu z hlediska fauny jsou povaha, vlastnosti, velikost a zvyky zvěře, která bude přechod užívat. Pro klidný přechod živočichů objektu je zapotřebí, minimalizovat či úplně odstranit rušivé faktory. Musí se tedy dbát na zabezpečení dostatečného

rozhledu, viditelnosti v okolí ekoduktu, i v něm. Také na užití vhodného materiálu - viditelných ploch a jejich barvy, včetně oplocení, aby tím nedocházelo k rozptylování živočichů. V neposlední řadě musí být zohledněna také hluková, případně i vibrační zátěž území. Funkci hlukových bariér může, kromě standardních stěn, splňovat také vhodně vysázená zeleň, především keře. Přestože tlumící účinky vegetace jsou znatelně nižší než protihlukové stěny, jedná se o lepší variantu, než holý nadchod bez jakéhokoliv opatření. Aplikace těchto opatření většinou také zabraňuje vlivu dalšího rušivého faktoru a to osvětlení z dopravních prostředků [15].

Ve většině případů se v České republice u nadchodů používá tak zvaná obsypaná konstrukce. U tohoto typu objektu tvoří hlavní část zatížení vlastní váha, spolu se zhutněnou zeminou na povrchu a s nosnou betonovou, ocelovou či plechovou konstrukcí působí jako nosník. V současné době se tyto přechody kompletují z železobetonových prefabrikátů, které se skládají jako stavebnice, případně se dá použít i konstrukce tubosider z plechových zakřivených segmentů. Jako další typ konstrukce se u nás používají také mosty přes komunikaci, které nejsou příliš vhodné z hlediska funkčnosti ekoduktu. Nezbytnost představuje dimenzování ekoduktu na maximální možné teoretické zatížení odpovídající zvolenému využití. Pokud přes něj vede komunikace, je nutná kalkulace zatížení vozidly, chodci, živočichy, vzrostlou vegetací, vodou, sněhem a tím vyloučit možnost jeho přetížení. V případě že se ekodukt nachází v ekologicky cenných lokacích, považuje za praktické dbát na ochranu okolí a minimalizovat negativní dopady v celém životním cyklu objektu, což má za následky změny především v době výstavby [1], [15].

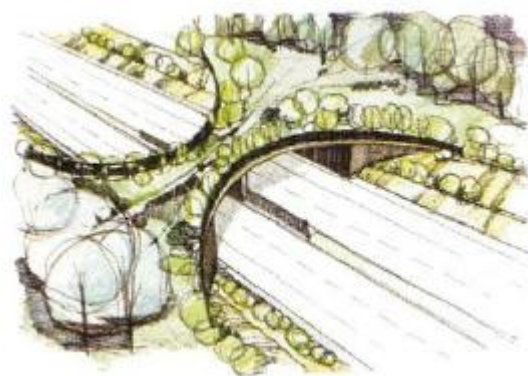
Ekodukty můžeme také rozdělit na tři základní typy z hlediska jejich tvaru a začlenění do okolního terénu:

- Typ tunelovitý, který se aplikuje na komunikace v hlubokém zářezu. Jeho výhodou je propojenost biotopů a zajištění průchodnosti pro široké množství druhů, zároveň také snadné vegetační úpravy. V České republice se takovýto ekodukt nachází v Dolním Újezdu, viz obrázek č. 15 [24].



Obrázek č. 15 - Tunelovitý typ ekoduktu [24]

- Typ s hyperbolickým půdorysem je považován za ideální volbu. Díky širokým ústím je zvíř přirozeně naváděna na tento objekt a také proto není užší střední část problémem. Další výhodou tedy představuje úspora materiálu. U nás se bohužel žádný nadchod tohoto typu nenachází. Zobrazen je na obrázku č. 16 [24].



Obrázek č. 16 - Typ ekoduktu s hyperbolickým půdorysem [24]

- Klenutý typ se využívá především v rovinném terénu, případně na komunikacích v mírném zářezu. V České republice se jedná například o ekodukt Kletné, viz obrázek č. 17 [24].



Obrázek č. 17 - Klenutý typ ekoduktu [24]

Přechod by měl svým povrchem navazovat na přirozený ráz stezek živočichů. Ideální je aplikování zhutněné zeminy s částečným či úplným zatravněním. Naopak velmi nevhodný prvek představuje betonová, asfaltová či vydlážděná cesta. K umožnění růstu vegetace se voda dostává, vsakuje blíže ke konstrukci. Aby nedocházelo k jejímu narušování, musí být podkladová vrstva alespoň mírně propustná. Následně izolační vrstva pod ní vede vodu ven z konstrukce pomocí vhodného spádování [15].

Po uvedení ekoduktu do provozu se musí stále kontrolovat. Provádí se pravidelné prohlídky, zajišťující údržbu a monitoring, jak už konstrukce, tak i vegetace. Cílem monitoringu je sledovat počet živočichů používající ekodukt, ale také četnost přecházející zvěře přes komunikaci v blízkém okolí tohoto objektu. Dané údaje reflektují efektivitu stavby a tím pomáhají v její optimalizaci a získání dalších zkušeností [1].

5 MĚŘENÍ HLUKU

Jako hluk můžeme definovat jakýkoliv sluchový vjem, zvuk, který je nám nepříjemný či obtěžující. Zvuk je v podstatě mechanické vlnění v prostředí, které onen sluchový vjem vyvolává. Hluk působí nepříznivě na člověka od hodnoty 65 dB, pokud je člověk vystavován pravidelně akustickému tlaku přesahujícímu 85 dB, může to mít za následek trvalé poškození sluchu. Hladina 130 dB působí na sluch již bolestivě. K poruše sluchu nedochází okamžitě, jedná se o postupné zhoršování jeho kvality. Hluk takto poškozuje nervové buňky v hlemýždi a následkem je trvalé snížení sluchové prahu, také poškozuje bubínek a celý sluchový převodní aparát, což vede například k nedoslýchavosti. Řada živočichů má lepší a ostřejší sluchový aparát, což z nich dělá zranitelnější jedince v případě vystavování vyšší úrovně akustického tlaku, obzvláště pokud by se jednalo o dlouhodobou expozici. V tomto ohledu je zapotřebí aplikovat opatření, která budou chránit různé druhy organismů před hlukem, který vytváří člověk. Aplikováno na naši problematiku, jde o ochranu živočichů před negativním vlivem hluku z dopravy [25].

U měření hluku se nejčastěji jedná o měření akustického tlaku a jeho hladiny. Pro jeho změření se používá zvukoměr, což je elektronické měřicí zařízení, které reaguje na zvukové vjemy podobně jako lidský sluch. A tím umožňuje opakovatelné měření a zaznamenávání hladin hluku. V našem případě se jedná o měření akustických imisí (L_{aeq}), které je možné definovat jako veškerý hluk z jednoho nebo více zdrojů v okolním prostředí. To následně umožňuje hodnotit akustickou kvalitu prostředí a posoudit vliv hladiny hluku na exponované živočichy. Obecně se při tomto měření zjišťují hodnoty hladiny akustického tlaku, její časový průběh, ekvivalentní hladina, kmitočtové složení apod. Ekvivalentní hladina akustického tlaku se používá v případech, kdy dochází k výrazným změnám akustického tlaku v průběhu na čase během měření. Ekvivalentní hladina akustického tlaku se definuje vztahem:

$$L_{\text{aeq}} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] [\text{dB}]$$

kde T je doba trvání proměnného hluku [s],

$p^2(t)$ okamžitá hodnota akustického tlaku [Pa] [25].

Zvukoměr můžeme rozdělit na čtyři základní části. První je mikrofon, určený k měření a měnící akustický tlak na elektrický signál. Za ním je umístěn zesilovač signálu pro zlepšení dalšího zpracovávání. Dále jsou různé druhy filtrů, dle potřeby měření, značí se A, B, C či D. Na konci se pak nachází blok detektorů s výstupní zobrazovací jednotkou pro komunikaci s uživatelem. Každý zvukoměr musí projít před vlastním měřením kalibrací [25].

6 MĚŘENÍ HLUKU NA VYBRANÝCH MIGRAČNÍCH OBJEKTECH

Na dálnici D11 se nachází řada migračních objektů. Jsou zde také dva ekodukty, na kterých probíhala měření. Dále došlo k výběru dvou podchodů, kterých bylo k dispozici velké množství. Vybrán byl podchod Kanín, který jako jediná stavba vedená pod komunikací byla konstruována jako přesýpaný most. Druhý vytipovaný podchod je umístěn mezi vesnicemi Chýšť a Stará voda. Jedná se o most přímo pojížděný. Měřené objekty mají záměrné rozličné prvky, aby se ve výsledcích měření promítla difference staveb. A po analýze výsledků se došlo k závěrům, který objekt lépe tlumí hlukové emise a jaké prvky mu v tom nejvíce pomáhají, případně co má negativní vliv šíření hluku na přechodu.

6.1 Stanovení metodiky měření hluku

Dle sčítání dopravy z roku 2010 je dálnice D11 zařazena do úseku s intenzitou dopravy 25 001 - 40 000 vozidel za den. Námi naměřené hodnoty při přepočtu na konstantní intenzitu dopravy jako v době měření prezentují téměř 40 000 vozidel za den, ale musíme vzít v úvahu fakt, že měření probíhala v nejrušnější část dne, čili výsledná hodnota bude nižší, avšak tato statistika nám potvrdila měřenou intenzitu [27].

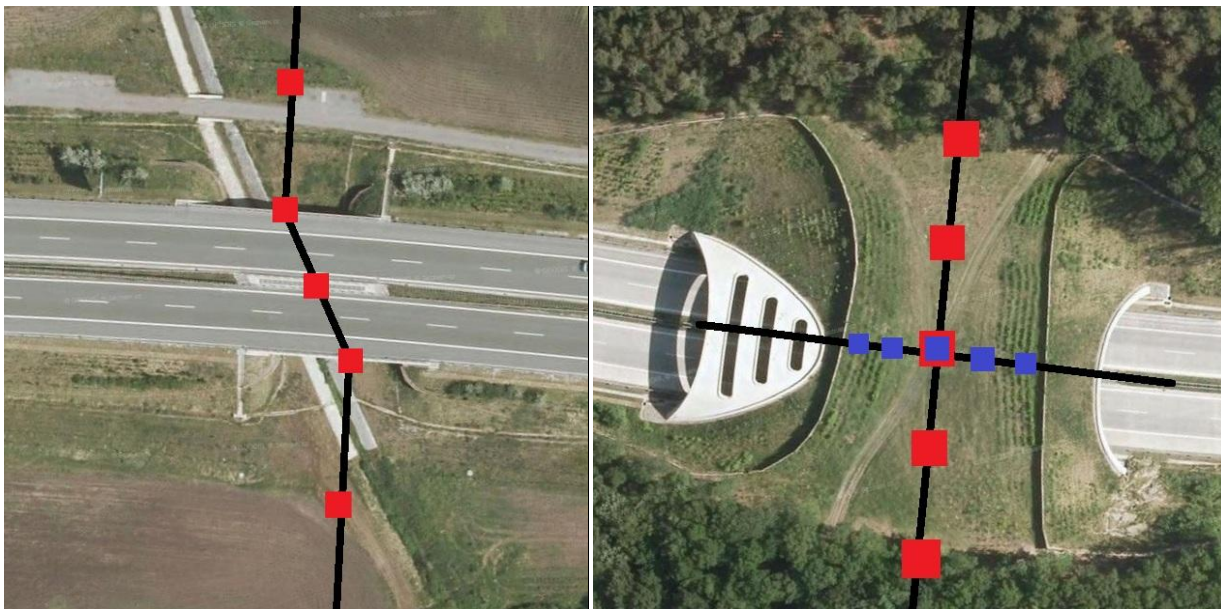
Je zapotřebí zachovat podobné, reprezentativní meteorologické podmínky. Povrch dopravní komunikace by měl být suchý. Okolní krajina nesmí být pokryta sněhem ani ledem, případně ani nasáklá množstvím vody. Při měření dopravního hluku a hlukových map se doporučuje umístění mikrofonu hlukoměru ve výšce 1,2 až 1,5 m nad terénem, zejména v případech, kde se měří hluku a jeho vliv na živočichy ve venkovním prostoru. Mikrofon je nasměrován k nejvýznamnějšímu zdroji hluku [26].

Podle webu rozhlas.cz bylo vysledováno, že největší pravděpodobnost střetu se zvěří je během východu a hlavně západu slunce. V tuto dobu však není intenzita dopravní proudu nijak vysoká a tím i hlukové emise nedosahují zdaleka takových výšek, jako při maximálním zatížení denním zatížením. Vybráno bylo rozmezí, kdy se očekává denní extrém, nikoliv průměrná standardní situace provozu. Z tohoto důvodu bylo zvoleno měření od 14:00 do 17:00 hodin,

kdy se předpokládá nejintenzivnější doprava, obecně její špička a s ní roste i hlukové zatížení sledovaných objektů. Respektive konečný čas byl proměnlivý podle toho, kdy došlo k naměření potřebného množství hodnot. Jednotlivá měření končila v časovém rozmezí od 16:11 do 16:45 hodin [19].

Co se týká dnů, ve kterých byla měření prováděna, jednalo se o takové, před kterými a po kterých následuje běžný pracovní den. Jde tedy o dny úterý, středu a čtvrtek mimo svátky a prázdniny. Samotné měření probíhalo v pravidelných pětiminutových intervalech na každém z vyznačených bodů, dokud nebylo na každém místě pět naměřených hodnot, takže 25 měření v časovém rozmezí 14:00 až 17:00, viz přílohy. Naměřená místa byla označena čísly a měření probíhala od nejmenšího k největšímu a další obráceně od největšího k nejmenšímu. Důvodem bylo vyloučení periodicity hlukové zátěže.

Nejprve proběhla experimentální měření na obou typech migračních objektů. Jedno měření na nadchodu, konkrétně Voleč a druhé na podchodu u Chýště. Při experimentálním měření na ekoduktu bylo zapotřebí zjistit, která místa budou vhodná na opakované měření, aby jejich počet nebyl zbytečně veliký a přesto zůstaly zachovány potřebné informace. Došlo k měření devatenácti bodů, které poskytly základní informace o daném objektu a pomohly snížit počet měřených bodů. Počet míst byl následně redukován na sedm, z původních devatenácti, přičemž jedenáct z nich se nacházelo přes délku celého objektu a osm bodů, která byla zrušena, úplně mapovala protihlukovou stěnu. Po redukci byla výsledná místa střed a čtyři body, které směřovaly dvacet a čtyřicet metrů od středu na sever i jih, přičemž zůstávaly ležet na střední ose objektu. Pro lepší mapování hluku na nadchodu došlo při druhém měření na ekoduktech k posunu měřících bodů ze svislé polohy do vodorovné. Sedm bodů bylo poměrně rozděleno mezi naměřený střed objektu a krajní body byly umístěny dva metry od protihlukové stěny. Experimentální měření u podchodu probíhalo obdobně. Vybráno bylo jedenáct bodů, jeden uprostřed podchodu, další na každé straně ústí do objektu a od ústí se každých deset metrů jak na severní tak na jižní straně nacházely čtyři další měřené body. I z důvodu rozdílnosti obou vybraných konstrukcí podchodu byla zachována místa uprostřed a u obou vstupů. Ze zbylých bodů byl vybrán ten ve vzdálenosti třicet metrů od ústí vzhledem k jeho návaznosti s okolními body z experimentálního měření. Měřené body na obou typech přechodů jsou zobrazeny na obrázku č. 18.



Obrázek č. 18 - Výsledné měřené body na migračních objektech [30]

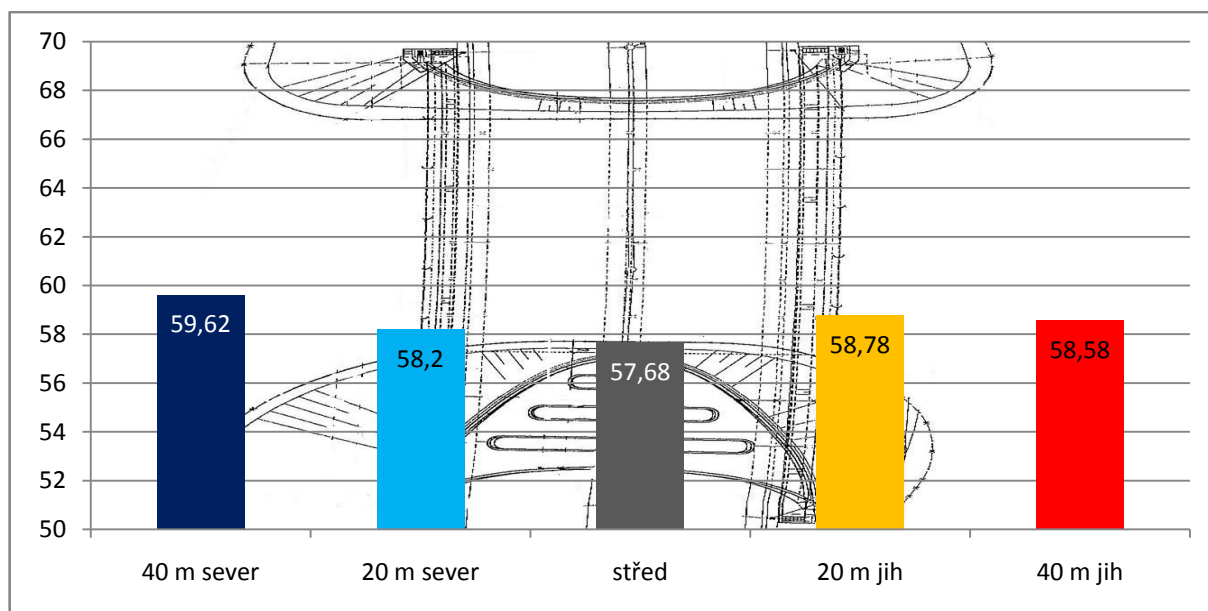
6.2 Ekodukt Voleč



Obrázek č. 19 - Ekodukt Voleč

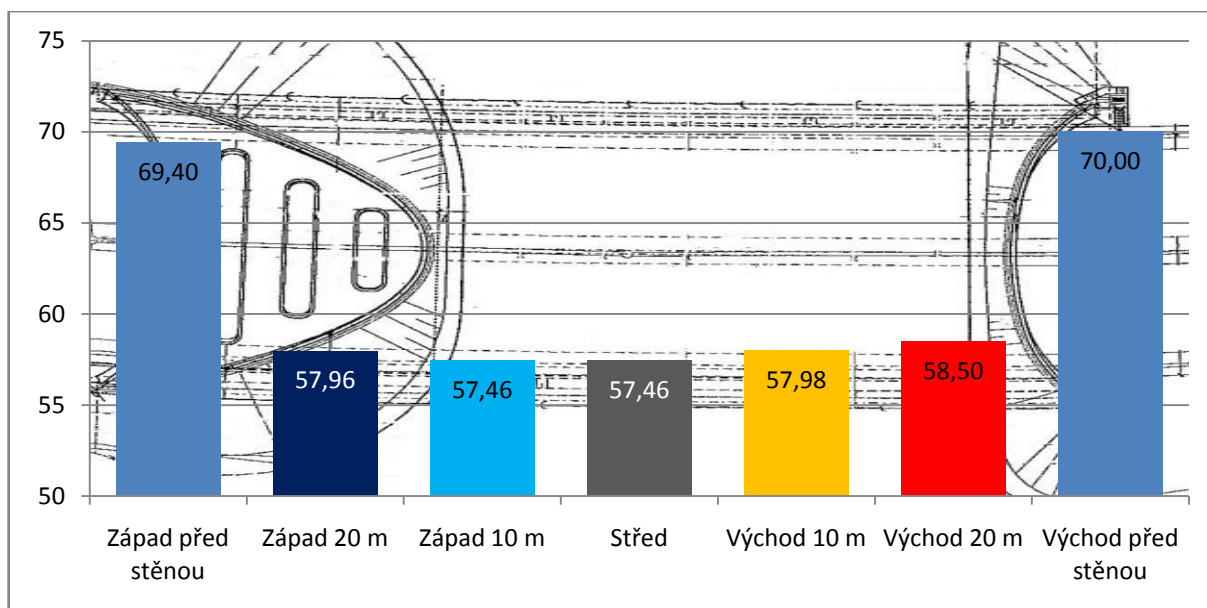
Na obrázku č. 19 je zobrazen ekodukt Voleč, který je příkladem dobře odvedené práce. Nachází se na 71,2. km dálnice D11. Je vhodně umístěn v krajině v místě, kde probíhá migrace živočichů. Propojuje dálnicí oddělené lesní celky a zajišťuje tak volný pohyb po obou lokacích.

Jeho vzhled zapadá do rázu krajiny a nijak jej nenarušuje, rovněž zde nejsou žádné rušivé prvky. Výsadba vegetace na jeho povrchu je různorodá a četná, dá se říci ideální. Jsou zde stromy i keře a nebýt soustavné devastace zeleně prasetem divokým, byl by ideálně porostlý vzrostlou vegetací. Po stranách se nacházejí stromy a keře, přičemž ve středu objektu zůstal ponechaný zatravněný pruh pro migraci živočichů. Po obou stranách je zde protihluková stěna, která hlukové emise prokazatelně snižuje. Tato stěna je po obou stranách tvořena dvaceti čtyřmetrovými poli, která mají za úkol tlumit hluk. Západní stěna je mírně zakulacená a jakoby obtéká dálnicí vedoucí do podchodu. Její nejvyšší část měří 260 cm a nejnižší 200 cm, přičemž převýšení, které zdolává kvůli svému umístění je 645 cm. To je také důvod velké difference rozměrů na této straně. Východní stěna je oproti tomu v podstatě rovná, kromě obou krajů, které se stáčí směrem ven z ekoduktu pro lepší ochranu přicházejících živočichů před negativními vlivy dopravní komunikace. Její výška je od 190 cm do 210 cm, je zde znatelně menší rozdíl a to především kvůli minimálním rozdílům v úrovni terénu, západní stěna překonává převýšení pouze 135 cm. Dle naměřených hodnot je schopna tlumit hluk až o 10 dB. Nevýhodou této stavby jsou vyjeté koleje, které signalizují občasné užívání objektu ke zkrácení si cesty od místních lesníků. Objekt byl zprovozněn 21. prosince 2006. Jeho volně dostupná šířka pro přechod živočichů je 45 metrů a celé konstrukce 97,6 metrů. Délka ekoduktu činí 44,5 a výška 10,84 metrů [12], [29].



Graf č. 2 - Hluk na ekoduktu Voleč - sever až jih [29]

Díky protihlukové stěně je na celém objektu takřka stejná hladina hluku a nedochází tak k rušení světlem od projíždějících vozidel během přechodu. Nadchod u Volče je na severní straně vyšší, než na jižní. Zároveň se na severní straně vyskytují vyšší hlukové emise než na druhé, což může být způsobeno právě výškou místa, na které pak už nemá stěna takový vliv, čili se přes ni dostane na sever o něco málo více hluku, viz graf č. 2. Nejtišší bod je v samotném středu ekoduktu, díky odlonění hluku zdí a vzrostlou vegetací. Od středu hluk na obě strany velmi mírně stoupá.



Graf č. 3 - Hluk na ekoduktu Voleč - západ až východ [29]

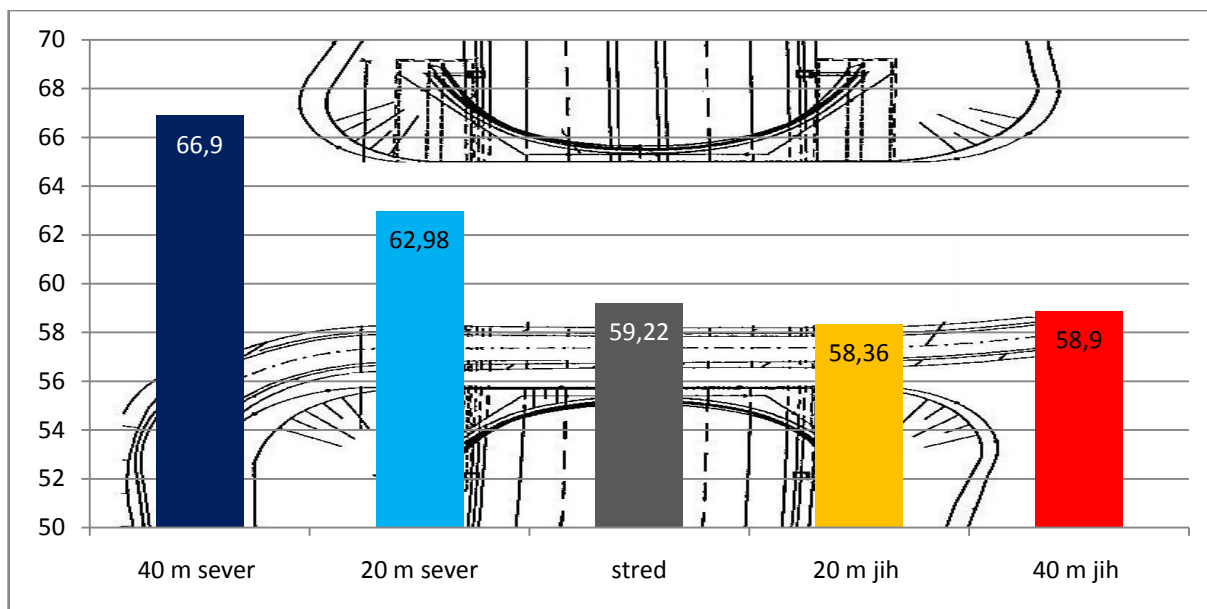
Jak lze vidět na grafu č. 3, největší hluk je samozřejmě před protihlukovou stěnou, mimo prostranství určené k přechodu živočichů, v průměru se jedná o přibližně 70 dB. Samotný hluk na objektu je opět po celé šířce takřka stejný, rozdíl je průměrně 1 dB. Nejtišší hluková zátěž byla naměřená uprostřed ekoduktu a deset metrů na západ od středu. Stavba tak působí jako ideální model, kde takřka nezáleží na místě, které si živočichové určí k přejití, všude bude podobná hladina hluku a rušení hlukem tak bude minimální. Z experimentálního měření bylo zjištěno, že za západní stěnou, směrem dovnitř nadchodu, je větší množství hlukových emisí, než za východní, průměrně o 4 dB. Veškerá měření hluku na ekoduktu Voleč a grafické vyhodnocení viz přílohy H, I, P, Q a S.

6.3 Ekodukt Žehuň



Obrázek č. 20 - Ekodukt Žehuň

Nadchod Žehuň, který je na obrázku č. 20, patří mezi méně povedené stavby. Nachází se na 51,6. km dálnice D11. Naprosto zde chybí jakákoliv protihluková opatření, ať už samotná protihluková stěna, která by tlumila hluk od projíždějících vozidel na objekt, tak výsadba vegetace. Ta je zde provedena v minimální míře po obou stranách ekoduktu, přičemž na snížení úrovně hluku vliv v podstatě nemá. Ke kvalitě žehuňského nadchodu nepomáhá umístěná komunikace přes tento objekt, která se každodenně využívá obyvateli z přilehlých vesnic. Tento objekt je dobře umístěn mezi dva zalesněné celky přilehlé u dálnice D11. A vzhledem k této lokaci bylo by vhodné zachovat kontinuitu okolního prostředí a nechat vysázet stromy pro lepší funkci objektu pro přecházející faunu. Velmi významný nedostatek se ukrývá pár desítek metrů za ekoduktem. Jižně umístěný lesní celek je z velké části obestavěn dvoumetrovým dřevěným plotem. Ten vytváří zbytečnou bariéru pro všechny živočichy a tím silně degraduje smysl a účel výstavby tohoto objektu. Severní část krajiny u ekoduktu je příliš strmá a tím zhoršuje zvířatům přístup k této stavbě a tím i její atraktivitu. Byl zprovozněn 20. prosince roku 2005 a dosahuje délky 43,5 a šířky 76 metrů. A jeho výška nad terénem je 10,7 metrů [12], [29].

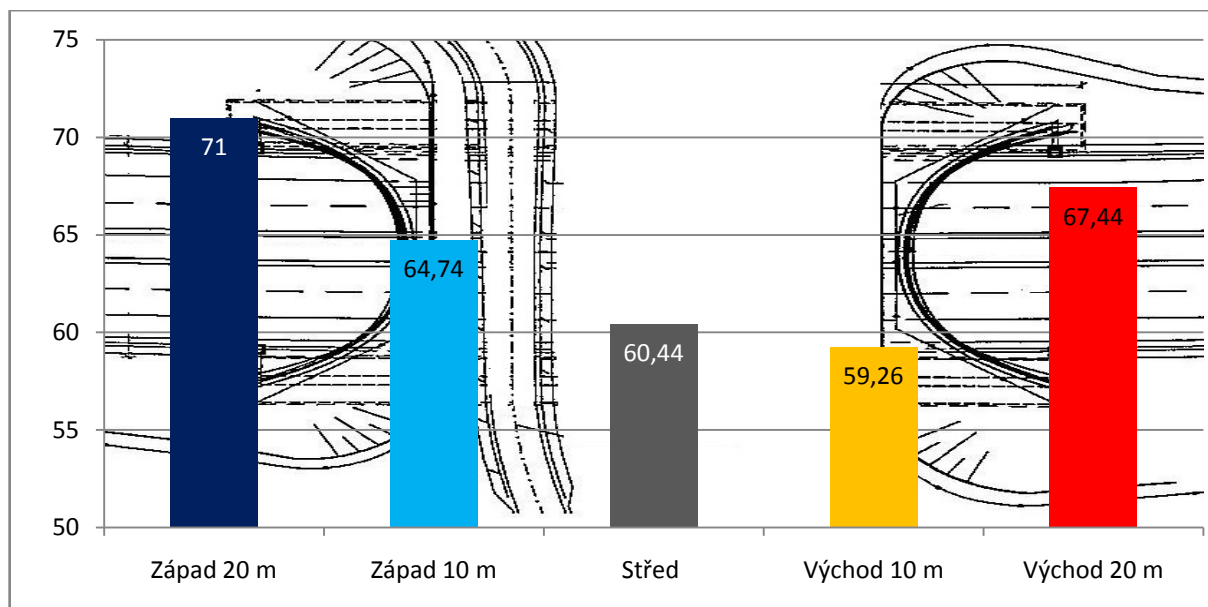


Graf č. 4 - Hluk na ekoduktu Žehuň - sever až jih [29]

Nejvíce emitována hlukem na tomto úseku je severní část a to hned ze dvou důvodů. První příčinu představuje sklon terénu v těchto místech. Jak už bylo řečeno, je zde mírně prudký sráz, kvůli kterému se na tuto stranu nadchodu dostává více příchozího hluku z komunikace. Druhý důvod značí tvar dálnice, která je parabolického tvaru stáječící se k severu a tím je tato část "obkroužena" a více vystavena hluku. Oproti tomu nejtišší bod není uprostřed, ale na jižní části, konkrétně dvacet metrů od středu. Na vině je opět tvar komunikace a fakt, že na měřený bod umístěný dvacet metrů od středu lépe působí konstrukce ekoduktu a tlumí přicházející hluk, oproti tomu bod čtyřicet metrů od středu již není nijak chráněn a proto zde byla naměřena vyšší hladina hluku, viz graf č. 4.

Zapotřebí zde je protihluková stěna, která by odclonila velké množství hlukových emisí. Zvláště nutné zakročení se skýtá na jeho západní část, kde je hluk znatelně vyšší. Jednodušší metodou by byla širší výsadba vegetace, nutná větší hustota po obou krajích a právě vhodnou volbou dřevin by se západní strana mohla osázet tak, aby i v zimním období pohlcovala hluk a poskytovala tak větší klid pro přecházející živočichy. Zároveň by se mělo zredukovat oplocení kolem přilehlého lesa, při nejmenším zajistit vchod do této lokace v nejbližším místě vstupu na nadchod. Toto místo je v současné době neprostupné. Severní strana a její přístup k nadchodu není vhodná jak z hlediska výsadby vegetace, ta zde prakticky není žádná i přesto, že se nachází nedaleko dalšího lesního celku, tak z hlediska terénu. Ten by měl mít menší sráz a být více

přizpůsoben pro lepší dostupnost živočichům. Zamezením vjezdu vozidel na silnici přes objekt by se docílilo odstranění dalšího rušivého elementu.



Graf č. 5 - Hluk na ekoduktu Žehuň - západ až východ [29]

Z grafu č. 5 je patrné, že nejtišší bod na dané části není ani zde střed, je to místo vzdálené deset metrů na východ. Východní část je zatížena hlukem méně, protože komunikace směrem na východ klesá, naproti tomu na západ stoupá. Ten samý jev zapříčiňuje, že nejzápadnější měřený bod je vystaven větší míře hluku, než nejvýchodnější bod. Je zde velmi vysoká difference hladin hluku, od 59 do 71 dB.

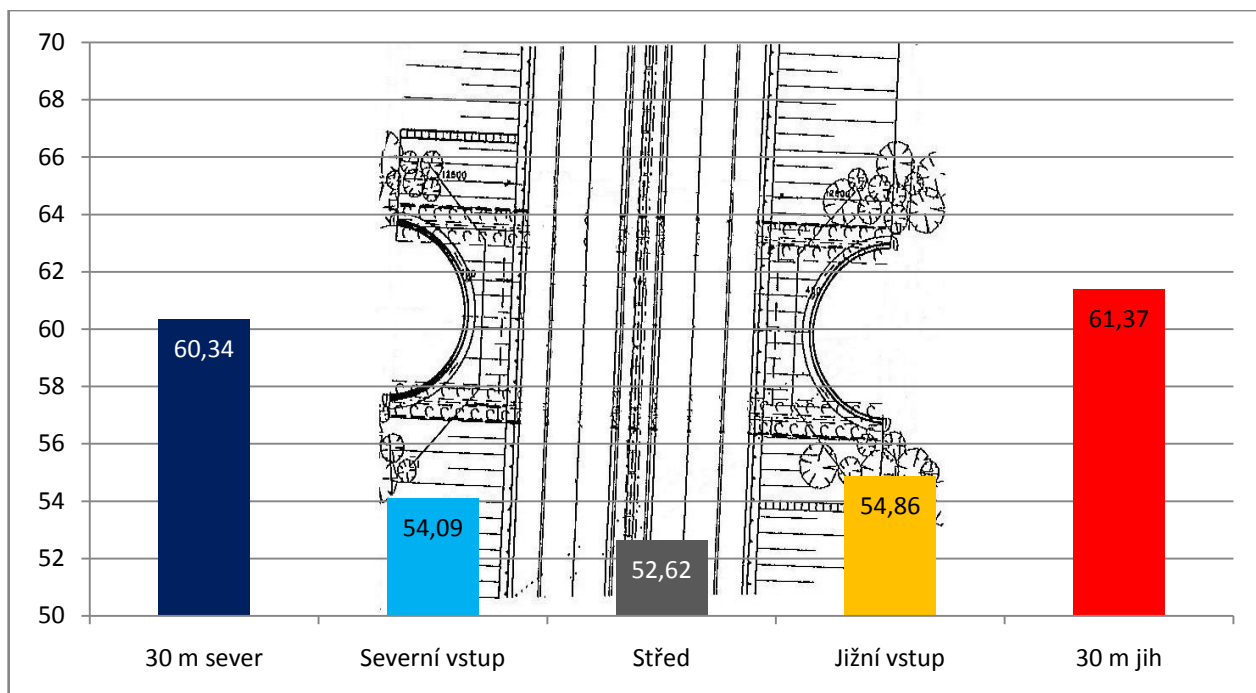
Nejhlučnější bod celkově na žehuňském nadchodu se tedy nachází na jihovýchodní části právě kvůli umístění a tvaru komunikace. Oproti tomu nejhlučnějším místem je nejzápadnější bod přímo nad oběma jízdními pruhy. Všechna měření ekoduktu Žehuň a vyhodnocení viz přílohy B, C, N, O a R.

6.4 Podchod Kanín



Obrázek č. 21- Podchod Kanín

Tento podchod se nachází na 45,5. km dálnice D11. Jedná se o přesýpanou konstrukci, takže už samotný tento fakt dává objektu výhodu v tlumení hluku na přecházející zvěř, viz obrázek č. 21. Dalším kladem této stavby je její umístění. Jelikož v těchto místech dálnice rozděluje původně celistvý lesní ekosystém je lokace podchodu Kanín v podstatě ideální, neboť tyto fragmentované celky opětovně spojuje. Nevýhodou představuje přilehlá železniční trať, která se nachází přibližně 120 metrů severně od podchodu. Ačkoliv tato komunikace má nízkou frekvenci užívání, vlak zde jezdí přibližně jednou za půl hodiny, jedná o významný rušivý prvek. Ten má v případě průjezdu soupravy vyšší vliv na hluk podchodu než samotný hluk vozidel z dálnice. Šířka objektu je 16 a délka téměř 50 metrů [29].



Graf č. 6 - Hluk na podchodu Kanín [29]

Na tomto objektu se nachází nejnižší bod ze všech 4 měřených staveb, jak je vidět z grafu č. 6. Nachází se v samotném středu podchodu, kam se díky jeho konstrukci dostává minimum hlukových emisí a naměřeno tak bylo průměrně 52,6 dB. Oproti tomu nejhluchnější body jsou 30 metrů vzdálená místa od středu na obě strany. O jeden decibel více hluku bylo průměrně naměřeno na jižní straně, která se tak stala nejhluchnějším místem. Průběh hluku by se zde dal charakterizovat jako parabolický. Nejnížší hlukové emise jsou v jeho středu, čím dále od středu, tím více hluk roste. Zde by bylo vhodné použít protihlukovou stěnu podél dálnice nad oběma vstupy do nadchodu, aby zmírnila dopad hlukových emisí na přicházející živočichy. Veškerá měření hluku na podchodu Kanín a grafické vyhodnocení viz přílohy D, E, L a M.

6.5 Podchod Chýšť

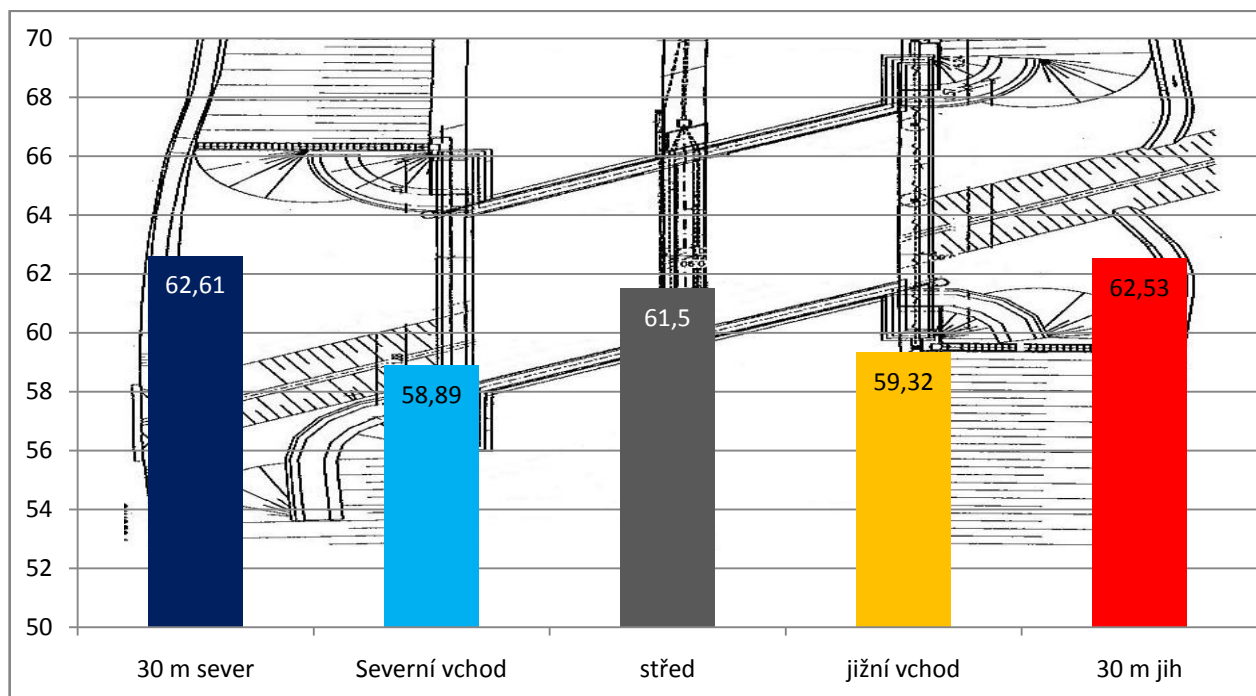


Obrázek č. 22 - Podchod Chýšť

Na obrázku č. 22 je podchod Chýšť, jenž se nachází na 68. km dálnice D11. Otevřen byl v roce 2005. Jedná se o přímo pojížděnou konstrukci mostu, která bohužel není ideální volbou pro daný druh migračního objektu. Tento typ konstrukce nemá velké tlumící účinky a tak se do podchodu dostává z komunikace velké množství hluku. Velmi negativním faktorem je zde také rošt, viz obrázek č. 23, který se nachází mezi protisměrnými pruhy a propouští tak na nadchod nejen větší množství hluku, ale také další znečištění z dopravy spolu s vodou. Tento podchod v podstatě spojuje dva vodní celky a zároveň převádí pod komunikací vodoteč. Podél vydlážděného koryta pro potok se po obou stranách nachází místo pro přecházející faunu. Na západní straně je užší pruh přibližně jeden metr a na východní se pak nachází většina šířky podchodu. Další zvláštností této stavby jsou tři studny, které se nacházejí přímo v podmostí a odvádějí vodu z komunikace. Na obrázku č. 19 je vidět v levém dolním rohu studna a nad ní z komunikace vedoucí výpust', která v případě dešťů vede vodu do studny. Ta je pro větší bezpečnost zakryta železnou mříží. Tento fakt může působit rušivě na zvěř, která by daný podchod chtěla použít, právě v případě dešťů, jelikož voda dopadající na hladinu studny, případně na železnou mříž na jejím svršku vydává v podmostí i kvůli ozvěně větší hluk. Podchod je vhodně umístěn, přičemž bývá i často užíván, dá se zde pozorovat řada stop od denně procházejících živočichů. Most je široký 24,9 metrů, přičemž výška činí pouhých 5,7 a dlouhý 28,6 metrů [29].



Obrázek č. 23 - Rošt na podchodu Chýšť spolu s jednou ze tří studní



Graf č. 7 - Hluk na podchodu Chýšť [29]

Výsledky měření hluku na podchodu Chýšť mají takřka „w“ průběh, kde uprostřed objektu je podobná úroveň hluku jako na bodech vzdálených 30 metrů od středu, což dokumentuje graf č. 7. Viníkem tohoto jevu je již zmíněný rošt uprostřed vozovky podchodu, který do potenciálně nejklidnějšího a nejlépe odcloněného místa propouští hluk. Střed se tak nachází v podstatě nejblíže zdroji hluku a před dopadem negativních vlivů z dopravní

komunikace je minimálně chráněn. V rámci těchto faktů představují nejméně hlukově zatížená místa oba vstupy do podchodu, kolem 59 dB, která jsou o něco lépe odcloněna od hluku díky svému umístění. Oba krajní body vzdálené třicet metrů od středu vykazují podobné hlukové zatížení, přičemž střed je pouze o jeden decibel tišší, takže se jedná o podobné zatížení, jako dvacet metrů od nadchodu.

Jako nápravná opatření by zde bylo zapotřebí v první řadě uzavřít rošt, který se nachází uprostřed vozovky tak, aby nepropouštěl vody z komunikace a byl celistvý a lépe tak izoloval hluk vozidel. Dalším možným vylepšením by byla aplikace protihlukové stěny nad ústí obou stran podchodů, čímž by se odclonila značná část hluku, která působí přímo na procházející zvířata a zároveň by se snížily hlukové emise v blízkém okolí. Za zvážení také stojí systém studen, který je zde použit a hlavně metoda odtoku přebytečné vody z komunikace do těchto studen. Dají se zde bezproblémově použít prvky jako u obytného domu s okapy, kde by se ze všech vývodů, které mají za úkol vést vodu z komunikace do studní, vedly systémy trubic. Ty by tak zajišťovaly, že se voda dostane do studní, což v současném stavu nemusí být vždy možné. A zároveň by nerušily procházející živočichy hlučným kontaktem kapající vody o železnou mříž či hladinu studny. A pokud by tento způsob vedení přebytečné vody z mostu byl použit již při projektování, nemusely by zde být tři takovéto studny, stačilo by vše svést do jedné. Všechna měření podchodu Chýšť a vyhodnocení viz přílohy F, G, J a K.

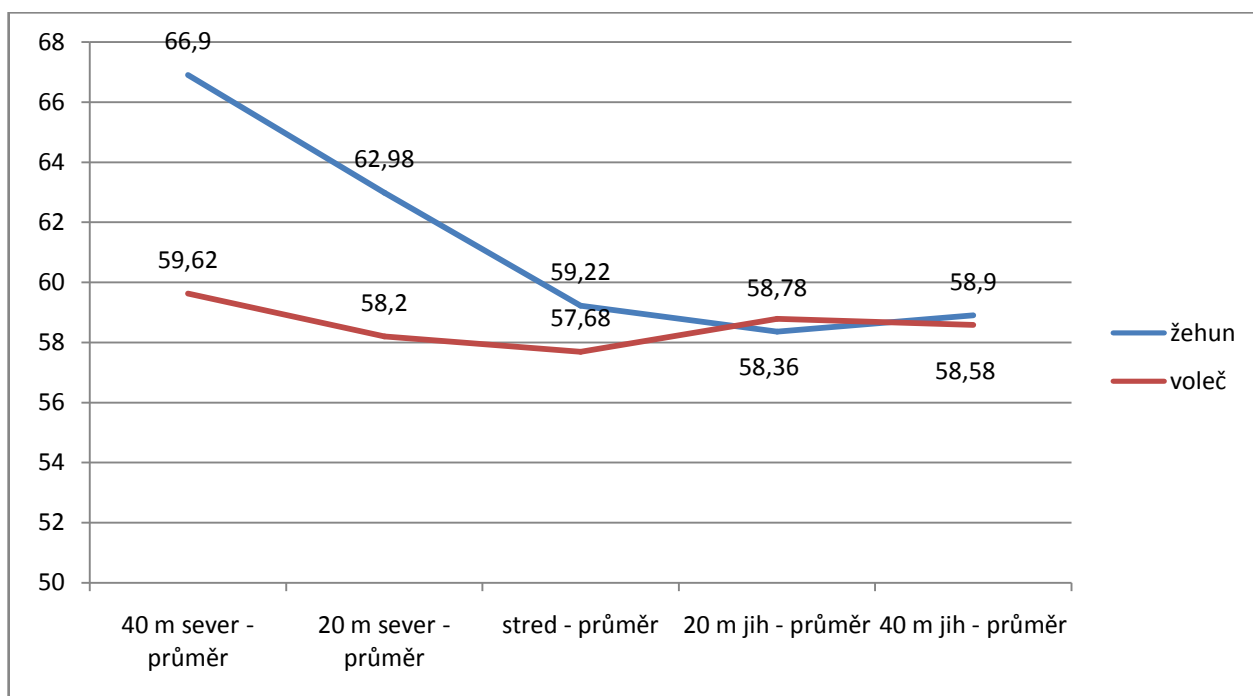
6.6 Porovnání

V dalším textu jsou porovnávány jednotlivé stavby. Nejdříve nadchody, jejich konstrukce a vhodné a nevhodné prvky. Dále jejich hlukové mapy a příčiny daných naměřených hodnot. Porovnávány jsou i podchody, které jsou velmi odlišné především díky různé celkové konstrukci a tak i hluk se na obou objektech šíří rozdílně. A nakonec dojde k porovnání dvou objektů, ekoduktu Voleč a podchodu Kanín, jakožto lépe provedených staveb z obou skupin.

6.6.1 Porovnání nadchodů

Nejprve dojde k porovnání nadchodů Volče a Žehuně, konkrétně měření hluku od severní části k jižní. Z grafu č. 8 vyplývá, že hlukové emise jsou na srovnatelné úrovni pouze na jižních bodech, vzdálených 20 až 40 metrů od středu. Uprostřed objektu má Žehuň o 1,5 decibel vyšší

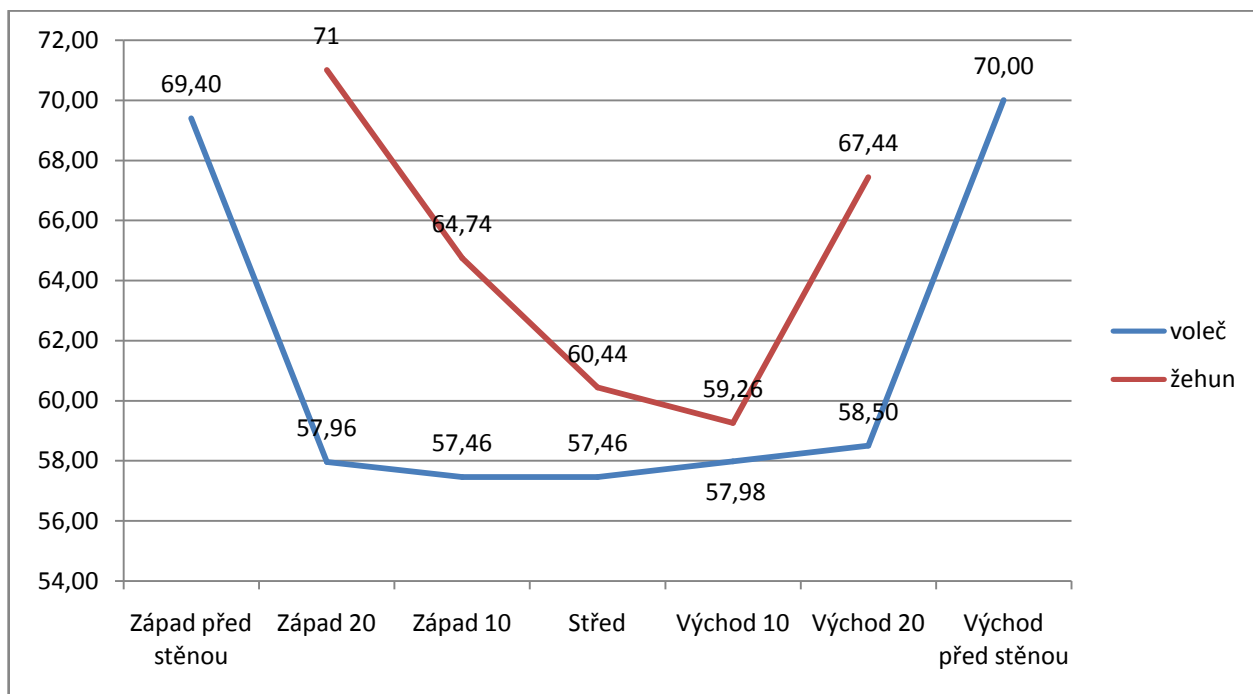
hladinu hluku a obě severní měřená místa tento rozdíl už jen navyšují. Ten je pak nejvíce patrný na 40 metrech severně od středu, kde dosahuje více než 7 decibelů. Hlavními faktory takto rozdílných hodnot jsou sklon terénu a vedení komunikace u žehuňského ekoduktu, přičemž protihluková stěna na nadchodu Voleč poskytuje takřka stejnou míru hlukové zátěže na všech měřených bodech. Pro přechod Žehuň představuje tedy jednu příčinu sklon terénu v severních místech, kde se nachází mírně prudký sráz, kvůli kterému je tato strana nadchodu více otevřená a náchylná přichozímu hluku z komunikace. Druhý důvod zastává tvar a sklon dálnice, která je parabolického tvaru stáčející se k severu a tím více vystavuje tuto část hlukovým emisím.



Graf č. 8 - Porovnání hlukových emisí na vybraných nadchodech od severu k jihu

Dalším bodem zhodnocení je graf č. 9, který obsahuje měření obou nadchodů ze západu na východ. Na tomto grafu je rozdíl markantnější, jelikož právě sem se promítá velmi zásadně vliv protihlukové stěny, která se nachází pouze na ekoduktu Voleč. Nadchod Žehuň dosahuje na svém západním kraji volně přístupném pro živočichy vyšších hodnot než ekodukt Voleč před některou ze stěn. Nejbližších naměřených hodnot dosahuje nadchod Žehuň k Volči právě na své nejnižší části 10 metrů na východ. I tento bod je hlučnější, oproti nejhlučnějšímu místu na ekoduktu Voleč o více než jeden decibel. Celkově se zde odráží znatelně lepší koncepce volečského objektu oproti jeho konkurentovi, kde hlavním důvodem úspěchu je protihluková

stěna a příčinami neúspěchu u žehuňského nadchodu jsou právě absence stěny a sklon komunikace, který tak vystavuje západní část nadchodu znatelně větším hlukovým emisím. Přičemž nedostatečná výsadba vegetace po obou stranách ekoduktu představuje také nevyužitou možnost ke zmírnění vlivu hluku.

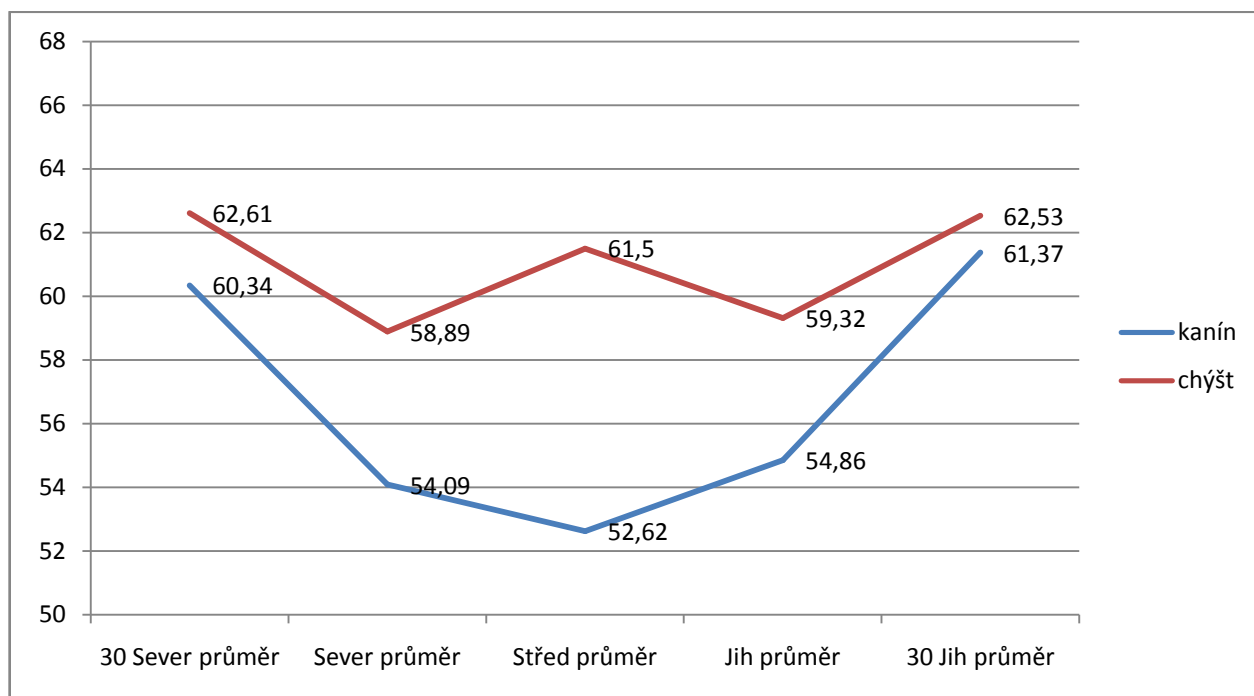


Graf č. 9 - Porovnání hlukových emisí na vybraných nadchodech od východu na západ

6.6.2 Porovnání podchodů

V porovnání těchto dvou objektů je zásadní rozdíl už v jejich konstrukci, kdy podchod Kanín má přesýpanou konstrukci, zatímco podchod Chýšť má konstrukci mostu přímo pojížděného. Už samotný tento fakt poskytuje stavbě u Kanínu výhodu, vzhledem k množství materiálu, který se nachází mezi stropem podchodu a samotnou vozovkou se dá předpokládat a měření tento fakt potvrdila, že tento podchod tlumí hluk z dálnice v mnohem větší míře. Největší rozdíl v hlukové zátěži obou objektů lze pozorovat uprostřed, kde dosahuje téměř 10 decibelů, viz graf č. 10. Vinu nese jak samotný typ konstrukce, tak již zmiňovaný rošť podchodu Chýšť. Značný je i rozdíl v naměřených hodnotách hluku v samotných ústí do podchodů, který se pohybuje okolo 5 decibelů ve prospěch Kanínu, a to i přesto, že v případě podchodu Chýšť se jedná v podstatě o jeho dva nejnižší měřené body. Krajní hodnoty obou objektů 30 metrů od středu si jsou již bližší, s rozdílem přes dva respektive jeden decibel. Podchodu Kanín

poskytuje výhodu u těchto vzdálenějších bodů od samotného objektu umístění stavby. Nachází se totiž v zalesněné oblasti, takže vysoké dřeviny zde tlumí hluk a výsledné naměření je tak nižší než u podchodu Chýšť, který se nachází v podstatě mezi dvěma poli, kde žádná vyšší výsadba provedena není a není zde žádné opatření, které by na tyto vzdálenější místa mělo pozitivní vliv z hlediska snižování hlukových emisí.

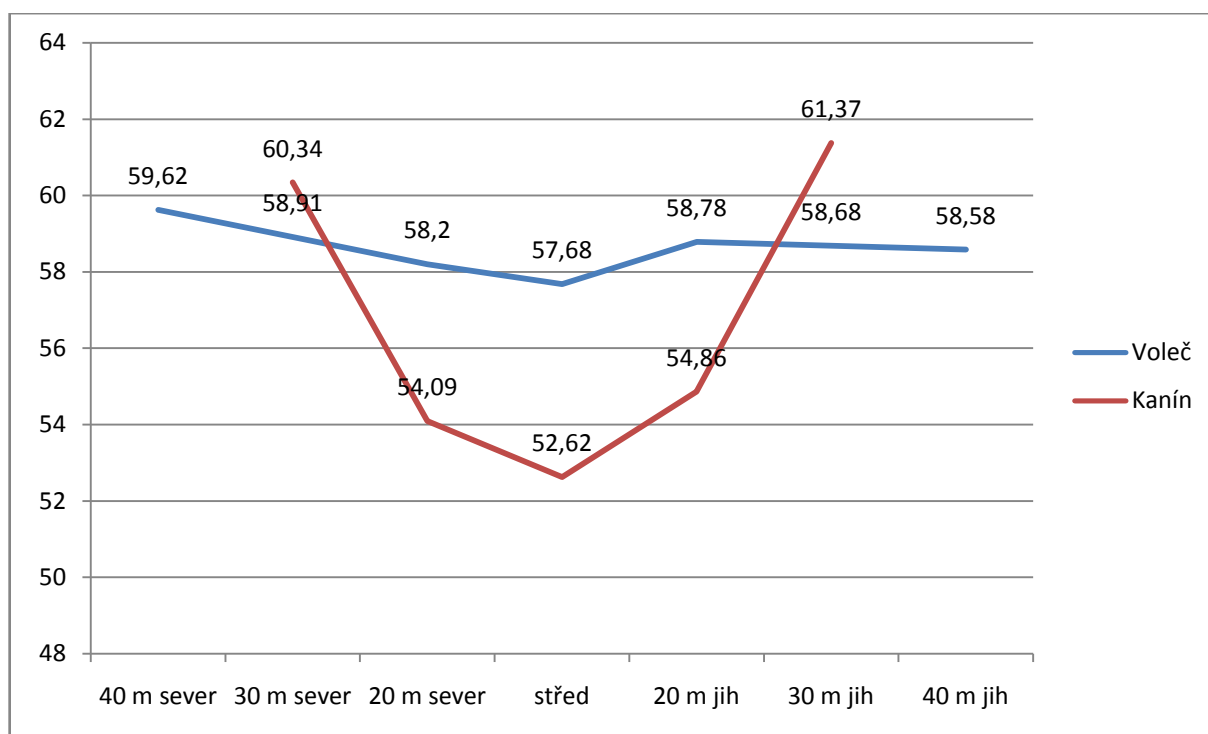


Graf č. 10 - Porovnání hlukových emisí na vybraných podchodech

6.6.3 Porovnání celkově

Porovnávány jsou lepší z obou typů přechodů. Z grafu č. 11 je patrné, že nejnižších hodnot dosahuje podchod Kanín právě ve svém středu, žádný ze všech čtyř měřených objektů nedosahoval tak nízké hodnoty na žádném ze svých měřených bodů. Další dva nejméně hlučné body se opět nacházejí u podchodu Kanín a to jsou obě ústí. Oproti tomu nadchod Voleč má své hlavní pozitivum v takřka stálé hladině hluku na celém objektu, díky čemuž dosahuje lepších výsledků přibližně od 28. metru od středu objektu. Ačkoliv se oba objekty nachází v zalesněných oblastech, kde živočichové prokazatelně migrují, vyšších hodnot hlukové zátěže mimo samotnou stavbu dosahuje podchod Kanín. To je důsledkem faktu, že se jedná o podchod, takže je okolní komunikace v náspu a hluk se šíří lépe, než u nadchodu, kde je okolní komunikace v zářezu a dochází tak k tlumení hluku. V případě vzdálenějších bodů hluk roste s každým desátým

metrem na obou objektech přibližně od 0,5 až 1 decibel, takže naměřený rozdíl se nijak výrazně měnit nebude.



Graf č. 11 - Porovnání hlukových emisí na nadchodu Voleč a podchodu Kanín

ZÁVĚR

Fragmentace krajiny reprezentuje jeden z negativních aspektů dopravy. Jedná se o proces rozpadu původně ucelených biotopů na stále menší podčásti. Dopravní infrastruktura se v tomto ohledu stává migrační bariérou a její efekt je umocněn intenzitou dané komunikace. A právě intenzita dopravy každým rokem stále narůstá, kvůli neustálému rozšiřování silniční infrastruktury. V rámci zachování přirozených koridorů živočichů a snížení fragmentace krajiny je zapotřebí eliminovat tento jev a jeho důsledky a zajistit tak průchodnost těchto liniových staveb, minimálně právě v místech migračních koridorů. Možným řešením jsou migrační objekty. Existuje více možných řešení těchto staveb. Zásadní vliv na jejich výběr má okolní terén a niveleta komunikace. Pro maximální využití potenciálu migračních objektů je nutné řádně provést studii umístění daného objektu, zvolit konstrukci vhodnou pro ty druhy živočichů, kteří jej mají využívat a provádět monitoring funkčnosti stavby po uvedení do provozu. Jednou z možností následného zjišťování kvality objektu je měření hluku. Důležité je odclonění hluk od migračního objektu tak, aby nedocházelo k rušení procházejících živočichů.

Měřením hluku na vytipovaných migračních objektech na dálnici D11 byla zjištěna kvalita protihlukových opatření na každém, ze čtyř zkoumaných objektů. V porovnání vybraných ekoduktů je jednoznačně lepší přechod ve Volči, který díky své vysoké a efektivní protihlukové stěně udržuje nízkou a takřka konstantní hladinu hluku na celém svém povrchu. Zároveň je vhodně umístěn mezi dva lesní komplexy a zařazen ideálně do krajiny vysázenou vegetací. Oproti tomu ekodukt Žehuň prezentuje takřka přesný opak. Hlukové emise na tomto objektu jsou velmi různorodé a to především kvůli absenci protihlukových opatření, většímu množství vysazené vegetace, která by mohla alespoň částečně stěnu nahradit a vedení komunikace. Objekt je umístěn do relativně atraktivní zóny pro živočichy, avšak okolní terénní a vegetační úpravy jsou nevhodné. Ke zlepšení efektivity objektu by bylo zapotřebí odstranit oplocení u přilehlého lesa a vybudovat protihlukovou stěnou, při nejmenším na západní straně, která propouští na nadchod větší množství hlukových emisí. Z měřených podchodů je lepší stavbou přechod u Kanínu. Jeho umístění je velmi vhodné, nalézá se v zalesněné oblasti, která se nachází po obou stranách dálnice. Vzhledem k tomu, že jde o přesýpanou konstrukci, hluk na samotném podchodu je minimální, vrstva mezi ním a vozovkou vhodně izoluje. Vyšší hodnoty hluku jsou však patrné už při vzdálenosti dvaceti metrů od ústí podchodu, proto by bylo zapotřebí umístit i zde

protihlukovou stěnu podél komunikace nad oba vstupy do objektu. Nejen že by tento prvek zamezil vyššímu množství hlukové zátěže v okolí objektu, zároveň by nedocházelo k rušení procházejících živočichů světlomety automobilů, ani jejich samotným pohybem. Podchod u Chýště převádí vodoteč a je umístěn mezi dvěma vodními plochami, bohužel zde však není žádná výsadba vegetace, která by poskytovala živočichům úkryt a naváděla je k objektu. I zde by bylo vhodné použít protihlukovou stěnu podél komunikace, ze stejných důvodů jako u podchodu Kanín. Jedná se o přímo pojižděnou konstrukci mostu, která nemá tak dobré protihlukové vlastnosti jako předešlý přechod. Velkým problémem zde je rošt, umístěn uprostřed vozovky pro odvod nečistot z komunikace, který velmi zvyšuje hlukovou zátěž v samotném podmostí. Zároveň jsou zde umístěny studny na odvod vody z komunikace, použitý systém je však nevhodný a je zapotřebí jeho inovace. Ideální možností jak eliminovat výše zmíněné nedostatky, je intenzivnější spolupráce projektantů migračních objektů a odborníků zaměřených na problematiku migračních koridorů.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR, odbor ekologie krajiny a lesa. *METODICKÉ DOPORUČENÍ: K POSUZOVÁNÍ FRAGMENTACE KRAJINY DOPRAVNÍMI LINIOVÝMI STAVBAMI* [Microsoft office word]. 2006, 22 s. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Farnika.org%2Fsoubory%2Fdokumenty%2Fekoporadna%2FVzorova_podani_a_zakony%2FOchrana_prirody%2FVyklady_a_judikaty%2FmetodikaMZP_fragmentace_krajiny.doc&ei=vkOeUav3I4XJtQaz0YCYBQ&usg=AFQjCNE4A82UteaA5gAQ2MBKyDm-Z3yw2Q&bvm=bv.46865395,d.Yms&cad=rja>
- [2] Fragmentace krajiny. *Enviregion* [online]. 2006 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <<http://ucebnice2.enviregion.cz/premena-krajiny-a-rekultivace/fragmentace-krajiny>>
- [3] DUFEK, Jiří, JEDLIČKA Jiří a Vladimír ADAMEC. CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU. *Fragmentace lokalit dopravní infrastrukturou: ekologické efekty a možná řešení* [online]. 2007, 5 s. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <<http://www.cdv.cz/text/szp/frag/frag-doprava.pdf>>
- [4] ANDĚL, Petr, Tereza MINÁRIKOVÁ a Michal ANDREAS. EVERNIA LIBEREC. *Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce* [dokument pdf]. Liberec, 2010, 145 s. [cit. 2013-05-05]. ISBN 978-80-903787-5-9. Dostupné z: <<http://www.selmy.cz/publikace/odborne-publikace/ochrana-pruchodnosti-krajiny-pro-velke-savce/>>
- [5] KANDR, Michal. Migrační koridory. HNUTÍ DUHA OLOMOUC. *Šelmy.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <<http://www.selmy.cz/ohrozeni/migracni-koridory-proc-jsou-dulezite/migracni-koridory/>>
- [6] MINISTERSTVA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *K POSUZOVÁNÍ FRAGMENTACE KRAJINY DOPRAVNÍMI LINIOVÝMI STAVBAMI* [online]. 2005, 22 s. [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <<http://arnika.org/soubory/>>

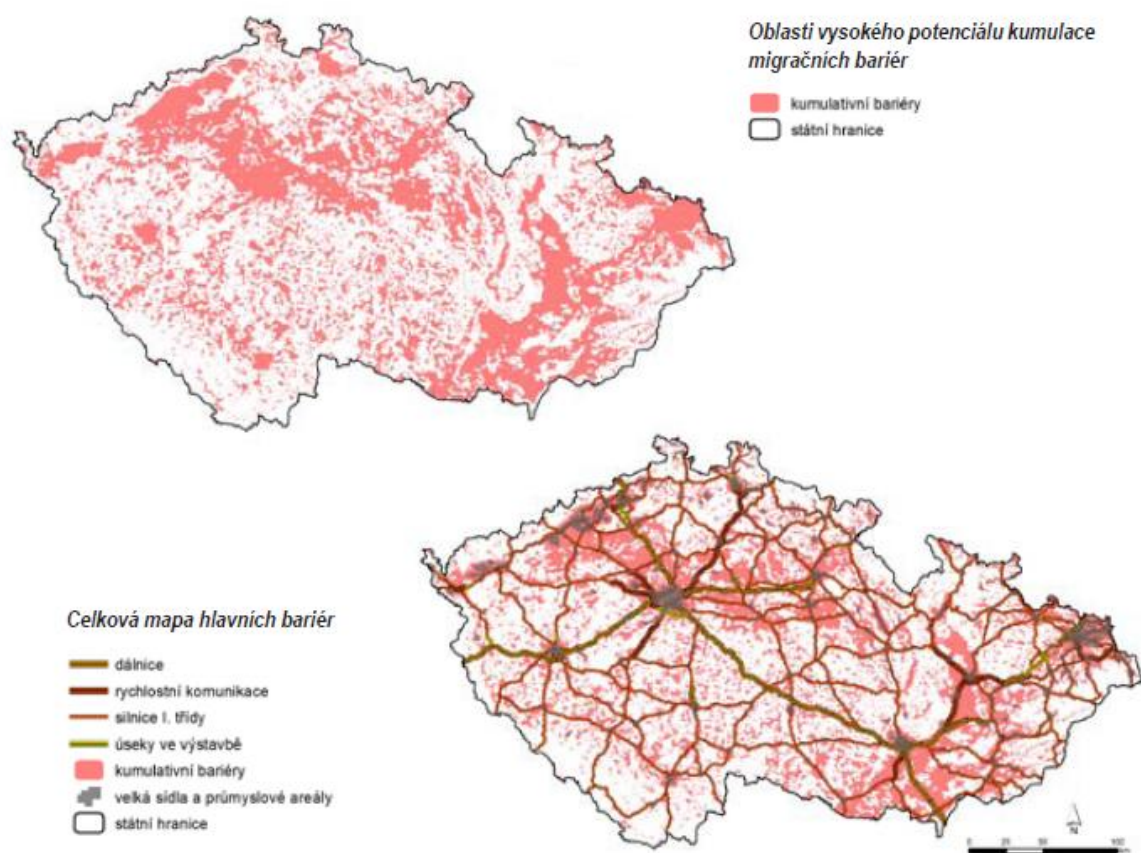
- [7] ÚSES - skladebné části. *Uses.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <<http://www.uses.cz/1.28-uses-skladebne-casti>>
- [8] FRAGMENTACE KRAJINY – vyhodnocení indikátoru: Dochází ke zpomalení procesu fragmentace krajiny?. *Issar.cenia* [online]. 2012, 15.10.2012 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <<http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1941>>
- [9] HLAVÁČ, Václav. Václav Hlaváč: Současné postupy při budování ekoduktů jsou neefektivní. *Ekolist.cz* [online]. 2011 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <<http://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/vaclav-hlavac-soucasne-postupy-pri-budovani-ekoduktu-jsou-neefektivni>>
- [10] MIKO, Ladislav a Michael HOŠEK. AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR. *Ochranaprirody.cz* [online]. Praha, 2009, 112 s. [cit. 2013-04-26]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/aopkcr/aopk-cr/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3h_n0BLUzdTEwP3EGNTA0_vUGNHp1BnIwMLA_1wkA7cKtyNCcgbQuQNcABHA30_j_zcVP2C7OwgC0dFRQC39OjQ/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>
- [11] ANDĚL, Petr. VÝZKUMNÝ ÚSTAV SILVA TAROUČY PRO KRAJINU A OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ. *KONCEPCE OCHRANY MIGRAČNÍCH KORIDORŮ VELKÝCH SAVCŮ A ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY* [dokument pdf]. 2009, 8 s. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <<http://www.uses.cz/?lang=l&>>
- [12] LIBOSVÁR, Tomáš. Pojem "ekodukt". *České dálnice* [online]. 22.09.2010 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <<http://www.ceskedalnice.cz/dalnicni-sit/ekodukty>>
- [13] Migrace. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation, 2001-2013 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Migrace>>
- [14] ANDĚL, Petr. Dálkové migrační koridory pro velké savce a dopravní infrastruktura. *Dopravniinzenyrstvi* [online]. 2011 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <<http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/dalkove-migracni-koridory-pro-velke-savce-a-dopravni-infrastruktura/>>

- [15] ODBORNÁ SPOLEČNOST PRO VĚDU, výzkum a poradenství ČSSI. 0[dokument pdf.]
Praha, 2010, 40 s. [cit. 2013-04-17]. Dostupné z:
<http://www.selmy.cz/data/CSSI_Studie_Jablunovsko_2009.pdf>
- [16] Možnosti omezování fragmentace krajiny a jejích důsledků. *Enviwiki: Historie budování ekoduktů* [online]. 2008 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z:
<http://www.enviwiki.cz/wiki/Mo%C5%BEnosti_omezov%C3%A1n%C3%AD_fragmentace_krajiny_a_jej%C3%ADch_d%C5%AFsledk%C5%AF>
- [17] ŠŤOVÍČKOVÁ, Kateřina. 2014. *HODNOCENÍ FRAGMENTACE KRAJINY VE VZTAHU K DÁLKOVÝM MIGRACÍM* [online]. Praha [cit. 2015-05-08]. Dostupné z:
<<https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120155344>>. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze.
- [18] ZIKEŠ, Petr. 2002. *Problém průchodnosti dálničních a rychlostních komunikací pro volně žijící živočichy* [online]. Praha [cit. 2015-05-08]. Dostupné z:
envi.upce.cz/pisprace/ks pha/KSPH_40_2.doc. Semestrální práce. Univerzita Pardubice.
- [19] Pravděpodobnost střetu se zvěří je nejvyšší při východu a západu slunce, tvrdí odborníci. 2014. KÉZROVÁ, Eva. [Http://rozhlas.cz](http://rozhlas.cz) [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z:
<http://www.rozhlas.cz/zpravy/politika/_zprava/1409451>
- [20] 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.
- [21] ANDĚL, Petr, Václav HLAVÁČ a Roman LENNER. *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*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo dopravy, odbor pozemních komunikací, 2006, 92 s. ISBN 80-903787-0-6.
- [22] Myslivci už ví, jak ochránit zvěř i řidiče. Pomáhají pachové ohradníky. 2010. PROCHÁZKOVÁ, Martina. [Http://zpravy.idnes.cz](http://zpravy.idnes.cz) [online]. [cit. 2015-02-08]. Dostupné z:
<http://zpravy.idnes.cz/myslivci-uz-vi-jak-ochranit-zver-i-ridice-pomahaji-pachove-ohradniky-1ii-/domaci.aspx?c=A100225_174142_domaci_taj>

- [23] TRANSPORT-BETON LTD. *Trbeton.hu* [online]. 2010 [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.trbeton.hu/tubosiderhidak_eng.html
- [24] VAJGANTOVÁ, Miroslava. 2011. *Uměle vytvořené migrační přechody živočichů a jejich efektivnost* [online]. České Budějovice [cit. 2014-12-28]. Dostupné z: http://theses.cz/id/lhcbri/Diplomova_prace_Vajgantova-2.pdf. Diplomová práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH.
- [25] SEJKOROVÁ, Jana. 2013. *Analýza metod měření vlivu hluku a vibrací na člověka* [online]. Pardubice [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: https://dspace.upce.cz/bitstream/10195/51949/2/SejkorovaJ_AnalyzaMetod_PK_2013.pdf. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice.
- [26] *Metodická opatření*: 2001. *METODICKÝ NÁVOD pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací* [online]. Praha [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: www.szu.cz/uploads/documents/./hluk_v_prac_prostredi_a_vibrace.pdf
- [27] ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC. 2010. *Celostátní sčítání dopravy 2010* [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>
- [28] VTI. 2005. *Habitat fragmentation due to transportation infrastructure. COST 341 national state-of-the-art report Sweden* [online]. Grimsö and Linköping [cit. 2015-05-10]. ISBN 0347-6030. Dostupné z: <http://www.vti.se/en/publications/pdf/habitat-fragmentation-due-to-transportation-infrastructure-cost-341-national-state-of-the-art-report-sweden.pdf>
- [29] ŘSD. 2013. *MOSTNÍ LIST*.
- [30] SEZNAM.CZ, a.s. *Mapy.cz* [online]. 2015, 5. května 2015 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>

PŘÍLOHY

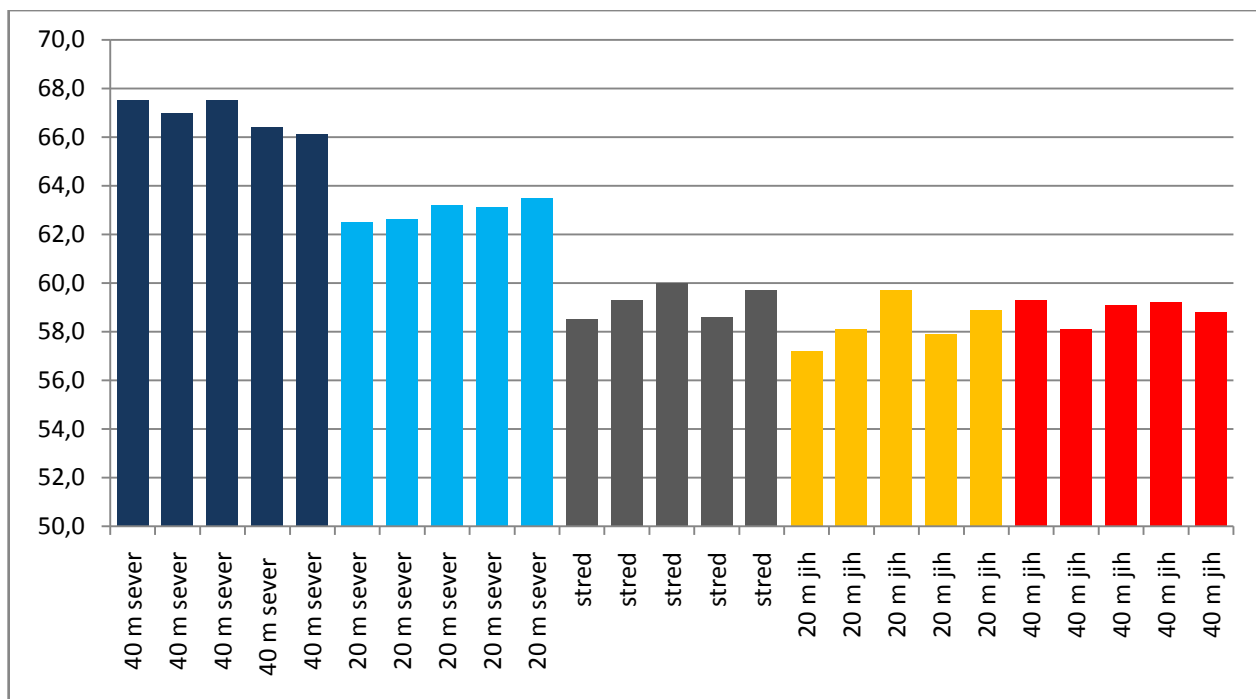
Příloha A - Bariéry v krajině [20]	74
Příloha B - Měření hluku na ekoduktu Žehuň - sever až jih	75
Příloha C - Graf hluku na ekoduktu Žehuň - sever až jih	76
Příloha D - První měření hluku na podchodu Kanín	77
Příloha E - První měření hluku na podchodu Kanín - graf	78
Příloha F - První měření hluku na podchodu Chýšť	79
Příloha G - První měření hluku na podchodu Chýšť - graf	80
Příloha H - Měření hluku na ekoduktu Voleč - sever až jih	81
Příloha I - Graf hluku na ekoduktu Voleč - sever až jih	82
Příloha J - Druhé měření hluku na podchodu Chýšť	83
Příloha K - Druhé měření hluku na podchodu Chýšť - graf	84
Příloha L - Druhé měření hluku na podchodu Kanín	85
Příloha M - Druhé měření hluku na podchodu Kanín - graf	86
Příloha N - Měření hluku na ekoduktu Žehuň - západ až východ	87
Příloha O - Graf hluku na ekoduktu Žehuň - západ až východ	88
Příloha P - Měření hluku na ekoduktu Voleč - západ až východ	89
Příloha Q - Graf hluku na ekoduktu Voleč - západ až východ	90
Příloha R - Hluková mapa ekoduktu Žehuň	91
Příloha S - Hluková mapa ekoduktu Voleč	92



Příloha A - Bariéry v krajině [20]

číslo m.	umístění	místo	L _{aeq} [dB]	Max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.	provoz
174	3	střed	58,5	64,0	50,2	4:51	14:17	150
175	2	20 m jih	57,2	62,2	51,7	4:59	14:23	143
176	1	40 m jih	59,3	68,3	51,8	4:51	14:30	123
177	4	20 m sever	62,5	71,1	52,5	4:51	14:38	136
178	5	40 m sever	67,5	76,7	52,6	4:51	14:45	138
179	5	40 m sever	67,0	76,4	52,0	4:51	14:52	129
180	4	20 m sever	62,6	69,4	54,2	4:51	14:57	124
181	3	střed	59,3	65,6	52,0	4:51	15:04	135
182	2	20 m jih	58,1	63,8	52,3	4:51	15:10	115
183	1	40 m jih	58,1	65,2	51,1	4:51	15:18	133
184	1	40 m jih	59,1	65,7	53,0	4:51	15:24	149
185	2	20 m jih	59,7	66,5	53,8	4:51	15:30	168
186	3	střed	60,0	69,7	54,7	4:51	15:37	143
187	4	20 m sever	63,2	69,7	54,6	4:51	15:43	148
188	5	40 m sever	67,5	77,4	55,0	4:51	15:49	151
189	5	40 m sever	66,4	76,7	51,8	4:52	15:55	124
190	4	20 m sever	63,1	73,0	54,4	4:51	16:01	150
191	3	střed	58,6	65,0	51,0	4:51	16:06	148
192	2	20 m jih	57,9	63,8	52,3	4:51	16:12	126
193	1	40 m jih	59,2	67,1	52,9	4:50	16:17	129
194	1	40 m jih	58,8	65,0	52,6	4:51	16:23	120
195	2	20 m jih	58,9	66,5	51,4	4:51	16:28	126
196	3	střed	59,7	65,1	54,4	4:50	16:39	143
197	4	20 m sever	63,5	71,5	55,3	4:51	16:44	140
198	5	40 m sever	66,1	76,5	52,6	4:51	16:50	128

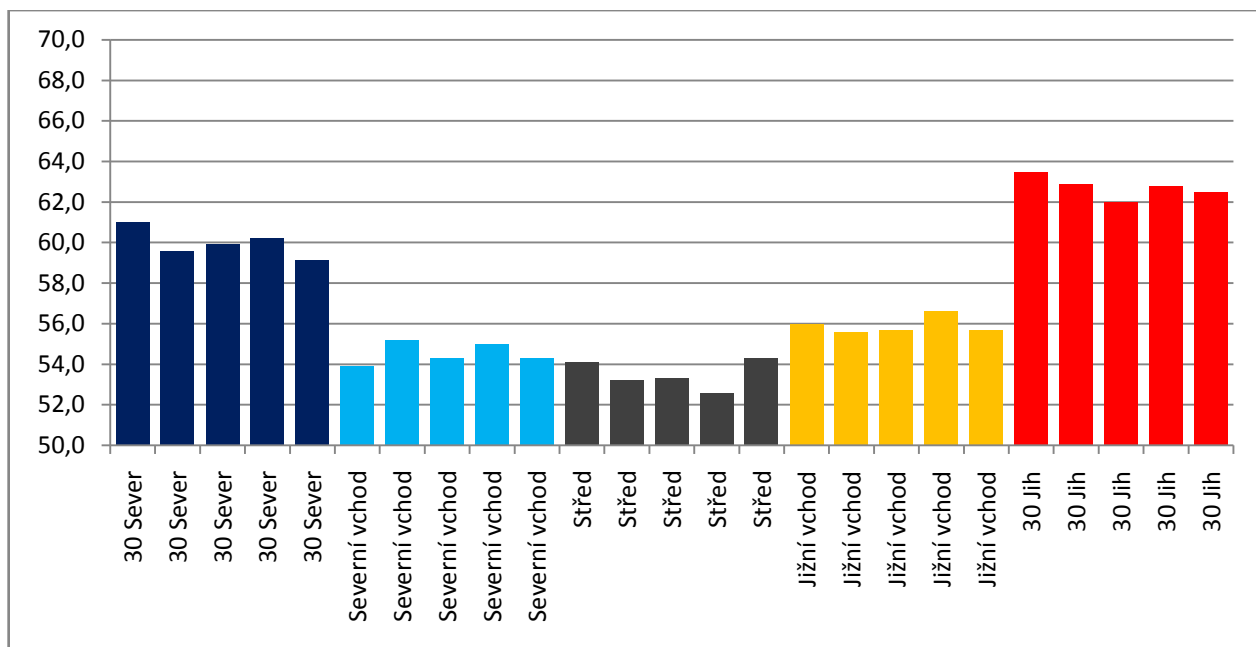
Příloha B - Měření hluku na ekoduktu Žehuň - sever až jih



Příloha C - Graf hluku na ekoduktu Žehuň - sever až jih

číslo m.	umístění	místo	L_{aeq} [dB]	max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.	provoz
199	1	30 Jih	62,5	69,0	54,3	4:51	14:13	120
200	2	Jižní vchod	55,7	68,9	45,6	4:51	14:19	120
201	3	Střed	54,3	62,4	48,0	4:51	14:27	140
202	4	Severní vchod	54,3	60,5	46,3	4:51	14:32	133
203	5	30 Sever	59,1	65,4	50,5	4:51	14:38	123
204	5	30 Sever	60,2	69,1	51,4	4:51	14:43	152
205	4	Severní vchod	55,0	60,8	47,5	4:51	14:49	146
206	3	Střed	52,6	56,5	44,8	4:51	14:56	131
207	2	Jižní vchod	56,6	63,0	50,3	4:51	15:04	119
208	1	30 Jih	62,8	69,5	54,3	4:51	15:09	134
209	1	30 Jih	62,0	70,7	55,5	4:51	15:15	126
210	2	Jižní vchod	55,7	61,1	48,7	4:51	15:21	144
211	3	Střed	53,3	59,9	45,3	4:51	15:27	148
212	4	Severní vchod	54,3	59,6	46,5	4:51	15:33	146
213	5	30 Sever	59,9	69,1	52,3	4:51	15:39	136
214	5	30 Sever	59,6	66,3	52,8	4:51	15:44	142
215	4	Severní vchod	55,2	61,8	48,2	4:51	15:50	146
216	3	Střed	53,2	60,7	46,2	4:51	15:56	142
217	2	Jižní vchod	55,6	61,5	46,7	4:51	16:03	144
218	1	30 Jih	62,9	68,3	56,3	4:51	16:08	161
219	1	30 Jih	63,5	73,5	55,4	4:51	16:13	150
220	2	Jižní vchod	56,0	60,9	48,6	4:51	16:18	157
221	3	Střed	54,1	61,8	45,4	4:51	16:29	135
222	4	Severní vchod	53,9	60,1	47,3	4:51	16:34	131
223	5	30 Sever	61,0	69,3	49,1	4:51	16:40	141

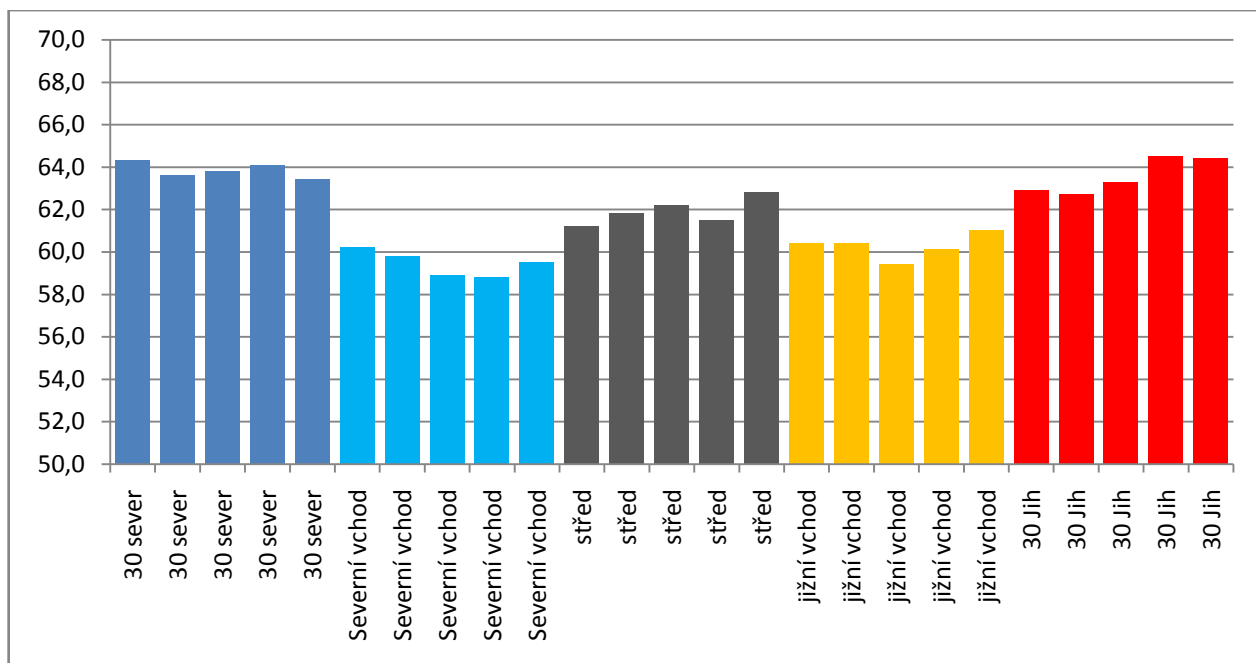
Příloha D - První měření hluku na podchodu Kanín



Příloha E - První měření hluku na podchodu Kanín - graf

číslo m.	umístění	místo	L_{aeq} [dB]	max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.
224	5	30 sever	63,4	72,9	50,2	4:51	14:09
225	4	Severní vchod	59,5	73,8	47,4	4:51	14:15
226	3	střed	62,8	73,3	46,7	4:54	14:21
227	2	jižní vchod	61,0	71,1	49,6	4:51	14:26
228	1	30 Jih	64,4	73,5	53,3	4:51	14:32
229	1	30 Jih	64,5	72,9	53,2	4:51	14:37
230	2	jižní vchod	60,1	69,4	49,2	4:53	14:43
231	3	střed	61,5	72,2	46,2	4:51	14:48
232	4	Severní vchod	58,8	69,3	43,7	4:51	14:54
233	5	30 sever	64,1	72,7	55,3	4:53	15:00
234	5	30 sever	63,8	70,6	52,7	4:51	15:05
235	4	Severní vchod	58,9	69,4	43,5	4:51	15:17
236	3	střed	62,2	73,4	44,2	4:51	15:22
237	2	jižní vchod	59,4	68,8	49,7	4:51	15:28
238	1	30 Jih	63,3	73,3	54,8	4:51	15:34
239	1	30 Jih	62,7	71,8	50,2	4:51	15:43
240	2	jižní vchod	60,4	70,2	49,6	4:51	15:49
241	3	střed	61,8	72,3	45,0	4:51	15:54
242	4	Severní vchod	59,8	68,8	46,6	4:55	16:00
243	5	30 sever	63,6	71,2	49,4	4:51	16:05
244	5	30 sever	64,3	74,2	56,5	4:51	16:10
245	4	Severní vchod	60,2	69,6	48,0	4:51	16:16
246	3	střed	61,2	73,0	46,1	4:51	16:21
247	2	jižní vchod	60,4	72,3	50,8	4:51	16:27
248	1	30 Jih	62,9	69,5	54,1	4:51	16:32

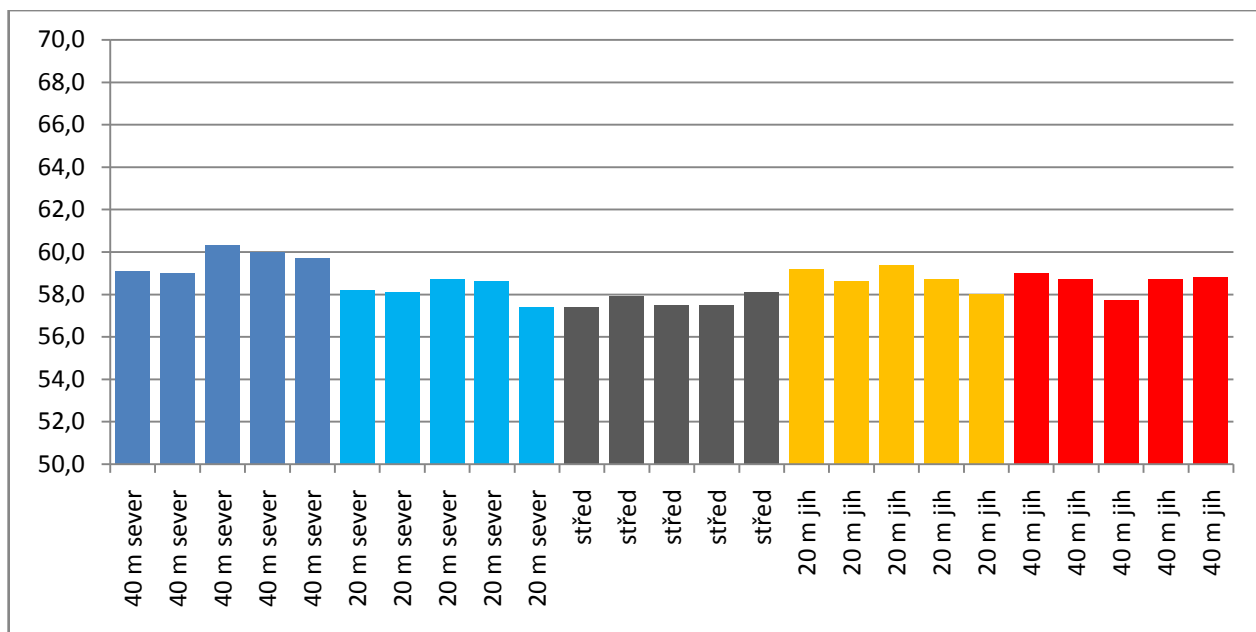
Příloha F - První měření hluku na podchodu Chýšť



Příloha G - První měření hluku na podchodu Chýšť - graf

číslo m.	umístění	místo	L_{aeq} [dB]	max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.
249	1	40 m jih	59,0	70,2	50,6	4:51	14:07
250	2	20 m jih	59,2	67,7	54,1	4:51	14:12
251	3	střed	57,4	62,3	52,4	4:51	14:18
252	4	20 m sever	58,2	63,6	49,9	4:51	14:23
253	5	40 m sever	59,1	65,3	52,5	4:51	14:28
254	5	40 m sever	59,0	64,2	50,5	4:51	14:33
255	4	20 m sever	58,1	66,9	51,0	4:51	14:39
256	3	střed	57,9	62,5	50,7	4:51	14:44
257	2	20 m jih	58,6	65,9	52,2	4:51	14:49
258	1	40 m jih	58,7	65,6	48,6	4:51	14:55
259	1	40 m jih	57,7	65,2	49,4	4:51	15:00
260	2	20 m jih	59,4	66,3	54,2	4:51	15:06
261	3	střed	57,5	63,0	49,4	4:56	15:11
262	4	20 m sever	58,7	63,9	42,3	4:51	15:16
263	5	40 m sever	60,3	67,3	49,9	4:51	15:22
264	5	40 m sever	60,0	66,8	51,7	4:51	15:28
265	4	20 m sever	58,6	63,5	50,6	4:51	15:33
266	3	střed	57,5	63,0	52,0	4:51	15:41
267	2	20 m jih	58,7	63,6	53,8	4:51	15:47
268	1	40 m jih	58,7	65,9	46,9	4:51	15:52
269	1	40 m jih	58,8	67,0	50,2	4:51	15:57
270	2	20 m jih	58,0	64,9	51,4	4:51	16:02
271	3	střed	58,1	63,9	52,1	4:51	16:08
272	4	20 m sever	57,4	62,7	49,4	4:51	16:13
273	5	40 m sever	59,7	65,7	51,8	4:51	16:18

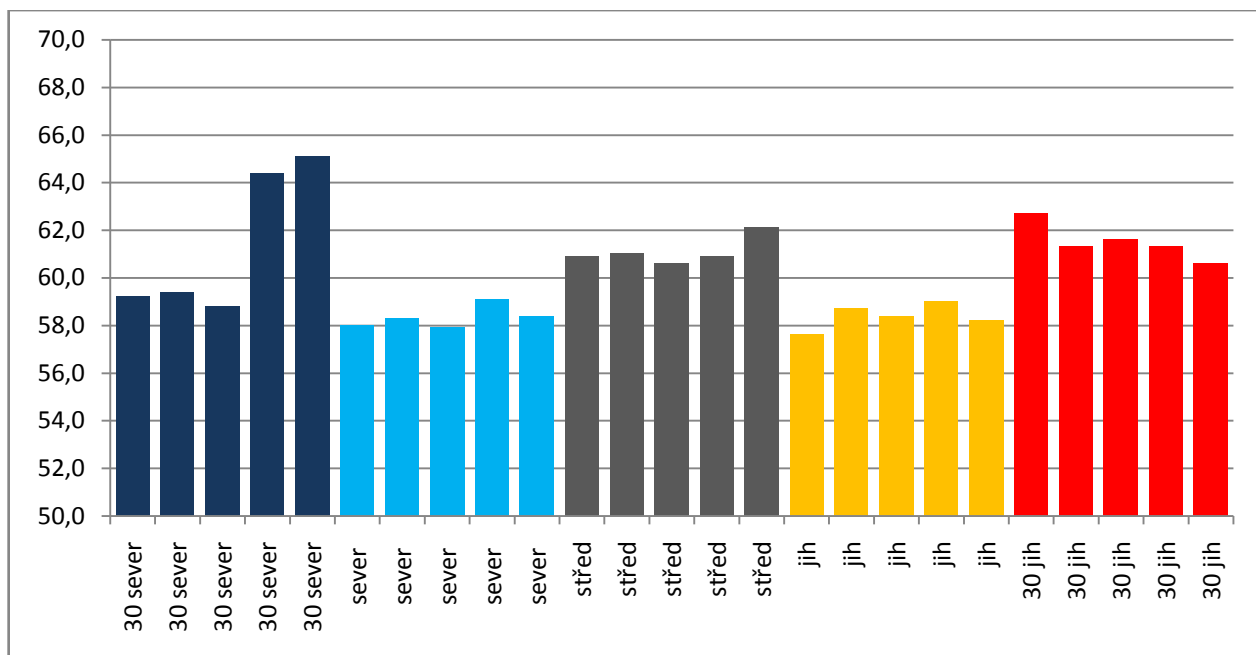
Příloha H - Měření hluku na ekoduktu Voleč - sever až jih



Příloha I - Graf hluku na ekoduktu Voleč - sever až jih

číslo m.	umístění	místo	L_{aeq} [dB]	max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.
274	5	30 sever	59,2	66,4	44,4	4:56	14:00
275	4	sever	58,0	69,2	38,5	4:56	14:06
276	3	střed	60,9	72,2	42,3	4:55	14:12
277	2	jih	57,6	67,9	39,7	4:56	14:17
278	1	30 jih	62,7	72,7	50,9	4:56	14:23
279	1	30 jih	61,3	68,9	47,0	4:56	14:28
280	2	jih	58,7	69,0	41,4	4:55	14:34
281	3	střed	61,0	71,8	41,0	4:55	14:39
282	4	sever	58,3	69,0	40,2	4:56	14:44
283	5	30 sever	59,4	66,8	46,2	4:56	14:51
284	5	30 sever	58,8	67,7	45,1	4:56	14:56
285	4	sever	57,9	69,5	39,4	4:56	15:02
286	3	střed	60,6	70,5	41,1	4:55	15:07
287	2	jih	58,4	68,7	40,8	4:56	15:13
288	1	30 jih	61,6	72,4	48,3	4:56	15:18
289	1	30 jih	61,3	70,3	49,0	4:56	15:23
290	2	jih	59,0	71,0	44,0	4:56	15:29
291	3	střed	60,9	71,7	45,1	4:56	15:34
292	4	sever	59,1	70,7	42,9	4:56	15:40
293	5	30 sever	64,4	71,6	53,4	4:56	15:46
294	5	30 sever	65,1	73,2	51,1	4:56	15:51
295	4	sever	58,4	69,2	44,5	4:56	15:57
296	3	střed	62,1	73,6	46,0	4:56	16:02
297	2	jih	58,2	69,1	44,8	4:56	16:13
298	1	30 jih	60,6	66,7	50,9	4:56	16:18

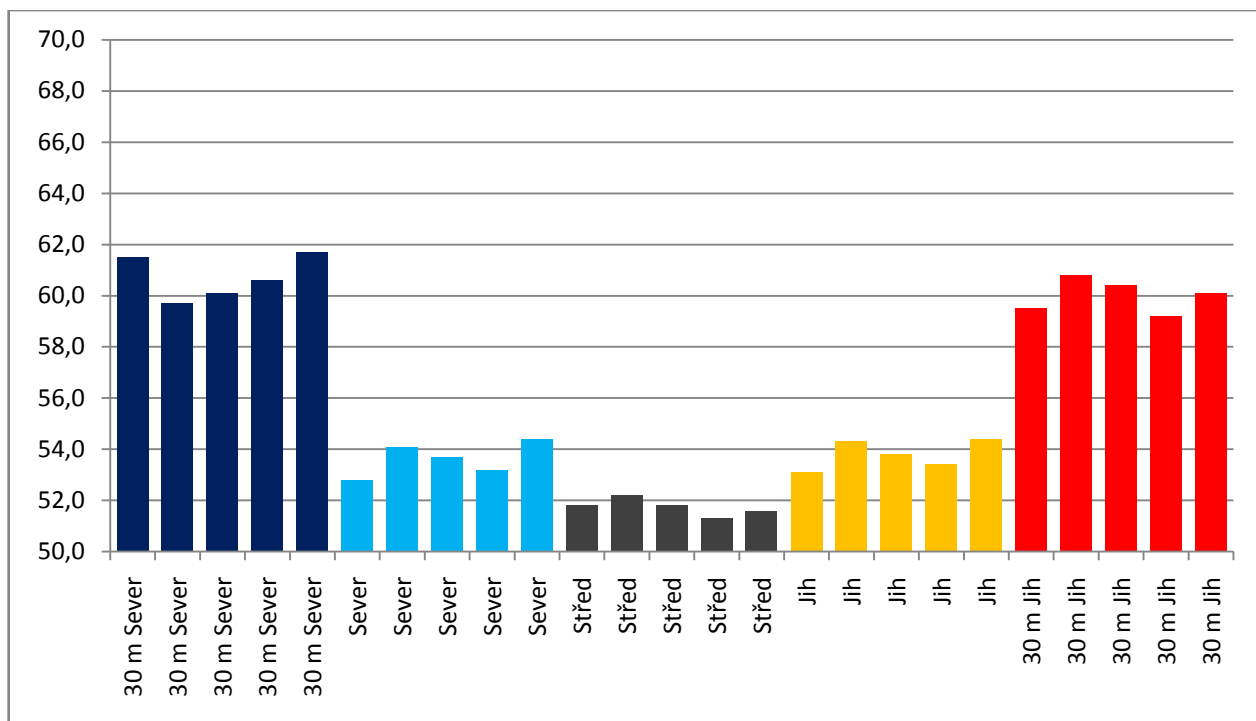
Příloha J - Druhé měření hluku na podchodu Chýšť



Příloha K - Druhé měření hluku na podchodu Chýšť - graf

číslo m.	umístění	místo	L_{aeq} [dB]	max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.
299	5	30 m Sever	61,5	71,5	51,4	4:55	14:03
300	4	Sever	52,8	59,2	39,6	4:56	14:09
301	3	Střed	51,8	57,9	42,6	4:56	14:14
302	2	Jih	53,1	64,1	40,7	4:55	14:19
303	1	30 m Jih	59,5	66,1	45,3	4:55	14:25
304	1	30 m Jih	60,8	67,1	51,3	4:55	14:30
305	2	Jih	54,3	62,8	45,8	4:55	14:35
306	3	Střed	52,2	57,5	43,4	4:55	14:41
307	4	Sever	54,1	60,6	44,8	4:55	14:46
308	5	30 m Sever	59,7	68,4	48,2	4:56	14:52
309	5	30 m Sever	60,1	66,4	54,4	4:56	14:57
310	4	Sever	53,7	62,5	44,5	4:56	15:03
311	3	Střed	51,8	64,4	42,5	4:56	15:10
312	2	Jih	53,8	61,4	45,1	4:56	15:15
313	1	30 m Jih	60,4	67,5	48,7	4:55	15:21
314	1	30 m Jih	59,2	68,9	45,3	4:55	15:26
315	2	Jih	53,4	67,8	40,7	4:55	15:31
316	3	Střed	51,3	57,7	41,6	4:56	15:36
317	4	Sever	53,2	59,8	44,0	4:56	15:42
318	5	30 m Sever	60,6	71,1	52,5	4:55	15:48
319	5	30 m Sever	61,7	67,9	53,3	4:55	15:53
320	4	Sever	54,4	59,8	46,4	4:57	15:59
321	3	Střed	51,6	56,8	43,8	4:56	16:04
322	2	Jih	54,4	62,3	45,0	4:56	16:09
323	1	30 m Jih	60,1	69,2	49,5	4:56	16:20

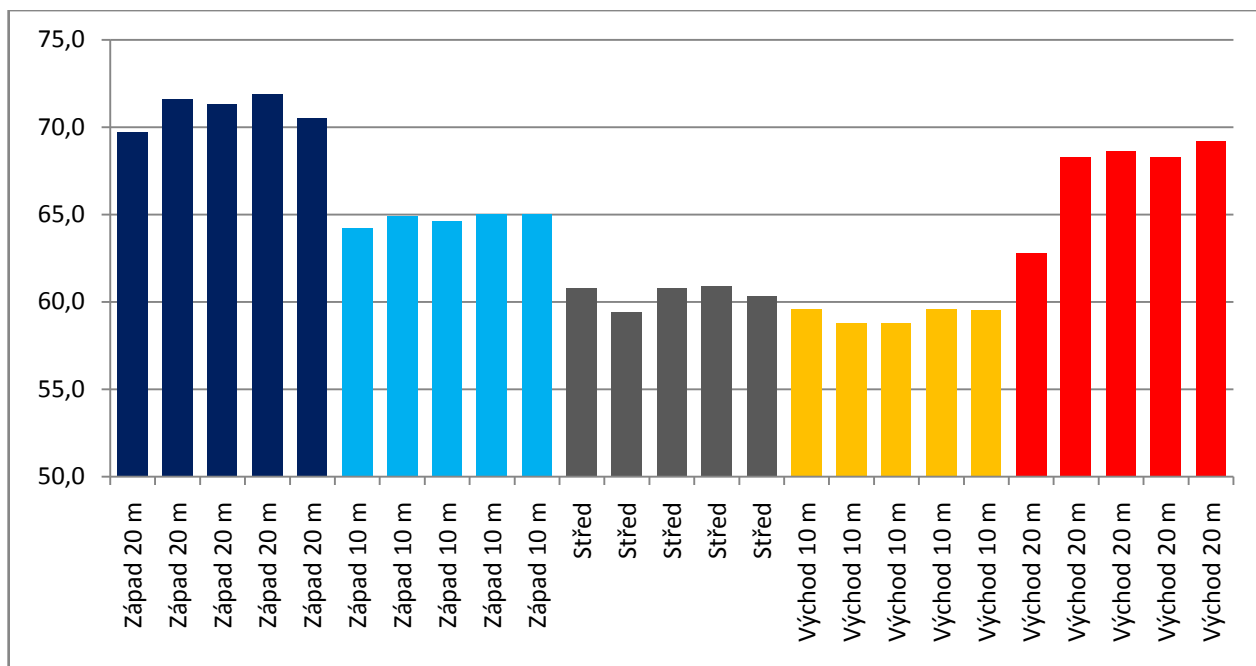
Příloha L - Druhé měření hluku na podchodu Kanín



Příloha M - Druhé měření hluku na podchodu Kanín - graf

číslo m.	umístění	místo	L_{aeq} [dB]	max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.
324	5	Západ 20 m	69,7	78,3	53,0	4:55	14:03
325	4	Západ 10 m	64,2	71,3	54,9	4:56	14:08
326	3	Střed	60,8	68,8	53,8	4:56	14:14
327	2	Východ 10 m	59,6	65,7	53,5	4:58	14:19
328	1	Východ 20 m	62,8	69,1	53,0	4:56	14:24
329	1	Východ 20 m	68,3	75,4	54,8	4:56	14:31
330	2	Východ 10 m	58,8	66,8	50,7	4:56	14:36
331	3	Střed	59,4	68,3	50,8	4:57	14:41
332	4	Západ 10 m	64,9	77,5	54,8	4:56	14:47
333	5	Západ 20 m	71,6	82,4	58,0	4:57	14:53
334	5	Západ 20 m	71,3	80,6	55,2	4:56	14:58
335	4	Západ 10 m	64,6	74,3	54,1	4:56	15:03
336	3	Střed	60,8	71,4	52,0	4:57	15:08
337	2	Východ 10 m	58,8	68,6	52,4	4:56	15:14
338	1	Východ 20 m	68,6	75,6	56,2	4:56	15:19
339	1	Východ 20 m	68,3	75,6	52,1	4:56	15:24
340	2	Východ 10 m	59,6	66,3	52,9	4:56	15:29
341	3	Střed	60,9	70,0	51,4	4:56	15:34
342	4	Západ 10 m	65,0	74,2	55,2	4:56	15:40
343	5	Západ 20 m	71,9	79,3	58,7	4:56	15:45
344	5	Západ 20 m	70,5	78,8	54,7	4:57	15:50
345	4	Západ 10 m	65,0	74,6	58,0	4:56	15:55
346	3	Střed	60,3	69,6	52,0	4:57	16:00
347	2	Východ 10 m	59,5	65,2	51,1	4:56	16:06
348	1	Východ 20 m	69,2	77,7	56,6	4:57	16:11

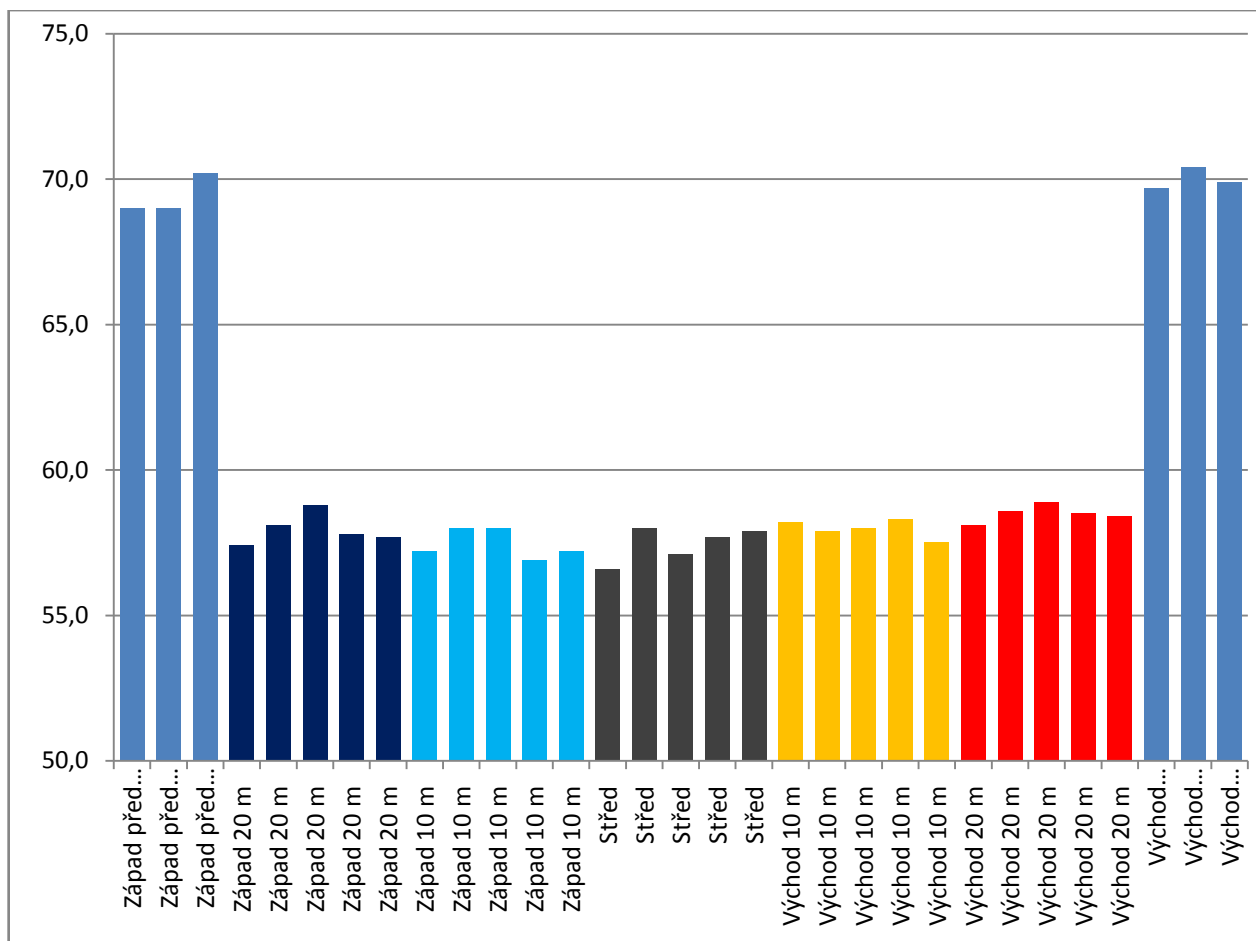
Příloha N - Měření hluku na ekoduktu Žehuň - západ až východ



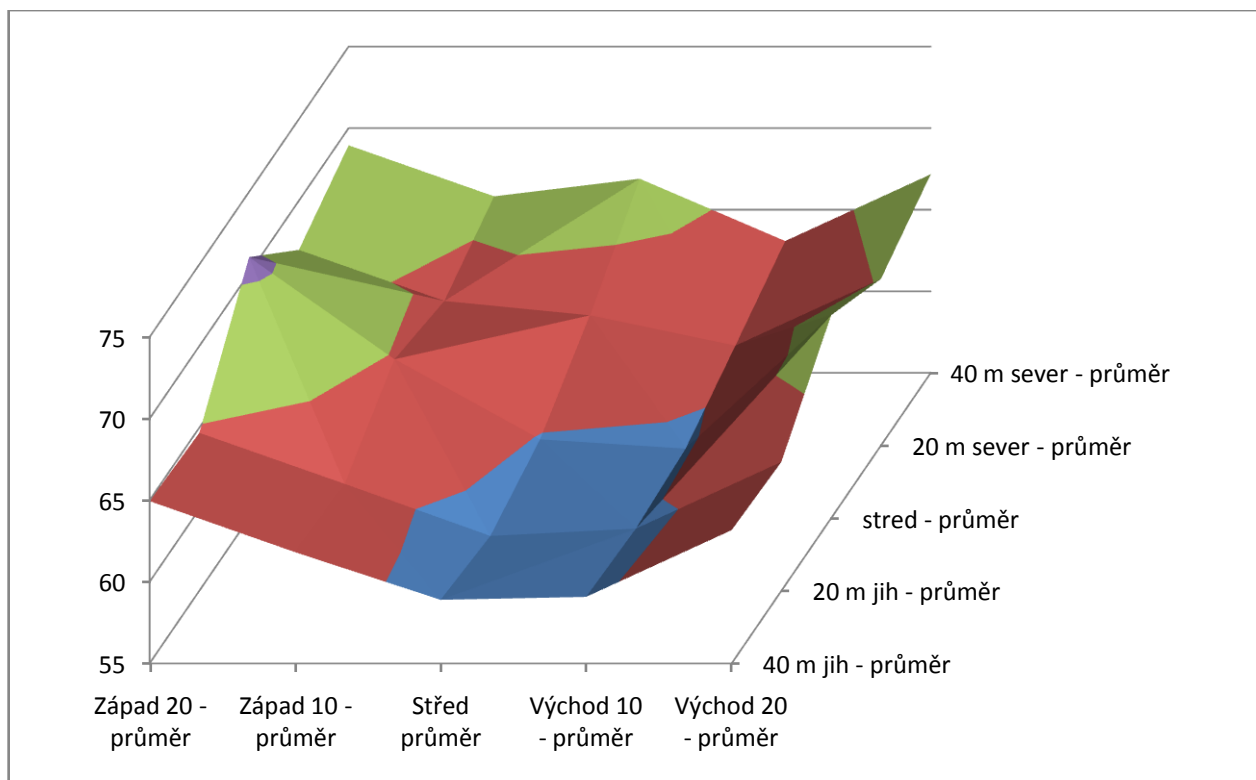
Příloha O - Graf hluku na ekoduktu Žehuň - západ až východ

číslo m.	umístění	místo	L _{aeq} [dB]	max[dB]	min[dB]	délka m.	cas m.
349	7	Západ před stěnou	69,0	77,6	51,4	5:00	14:01
350	6	Západ 20 m	57,4	62,0	49,3	4:55	14:08
351	5	Západ 10 m	57,2	67,8	49,6	4:58	14:13
352	4	Střed	56,6	62,9	47,2	4:55	14:18
353	3	Východ 10 m	58,2	64,6	46,9	4:56	14:23
354	2	Východ 20 m	58,1	64,2	49,9	4:56	14:31
355	1	Východ před stěnou	69,7	77,4	53,0	4:56	14:37
356	2	Východ 20 m	58,6	64,2	49,5	4:55	14:43
357	3	Východ 10 m	57,9	62,4	51,4	4:56	14:48
358	4	Střed	58,0	63,8	52,1	4:56	14:53
359	5	Západ 10 m	58,0	64,1	51,5	4:56	14:59
360	6	Západ 20 m	58,1	61,9	50,4	4:56	15:04
361	7	Západ před stěnou	69,0	78,9	55,8	4:56	15:10
362	6	Západ 20 m	58,8	65,3	51,3	4:56	15:16
363	5	Západ 10 m	58,0	63,5	52,3	4:56	15:21
364	4	Střed	57,1	62,8	48,7	4:56	15:26
365	3	Východ 10 m	58,0	66,9	49,6	4:56	15:31
366	2	Východ 20 m	58,9	66,7	50,2	4:56	15:37
367	1	Východ před stěnou	70,4	83,9	51,0	4:55	15:42
368	2	Východ 20 m	58,5	64,3	53,1	4:55	15:47
369	3	Východ 10 m	58,3	63,7	51,1	4:56	15:52
370	4	Střed	57,7	66,6	49,3	4:56	15:57
371	5	Západ 10 m	56,9	78,0	49,2	4:56	16:03
372	6	Západ 20 m	57,8	63,8	45,6	4:56	16:08
373	7	Západ před stěnou	70,2	77,6	56,5	4:56	16:13
374	6	Západ 20 m	57,7	68,2	48,2	4:56	16:19
375	5	Západ 10 m	57,2	65,3	49,8	4:56	16:24
376	4	Střed	57,9	67,1	49,2	4:56	16:29
377	3	Východ 10 m	57,5	68,7	52,5	4:57	16:34
378	2	Východ 20 m	58,4	64,2	51,1	4:56	16:39
379	1	Východ před stěnou	69,9	80,4	54,7	4:57	16:45

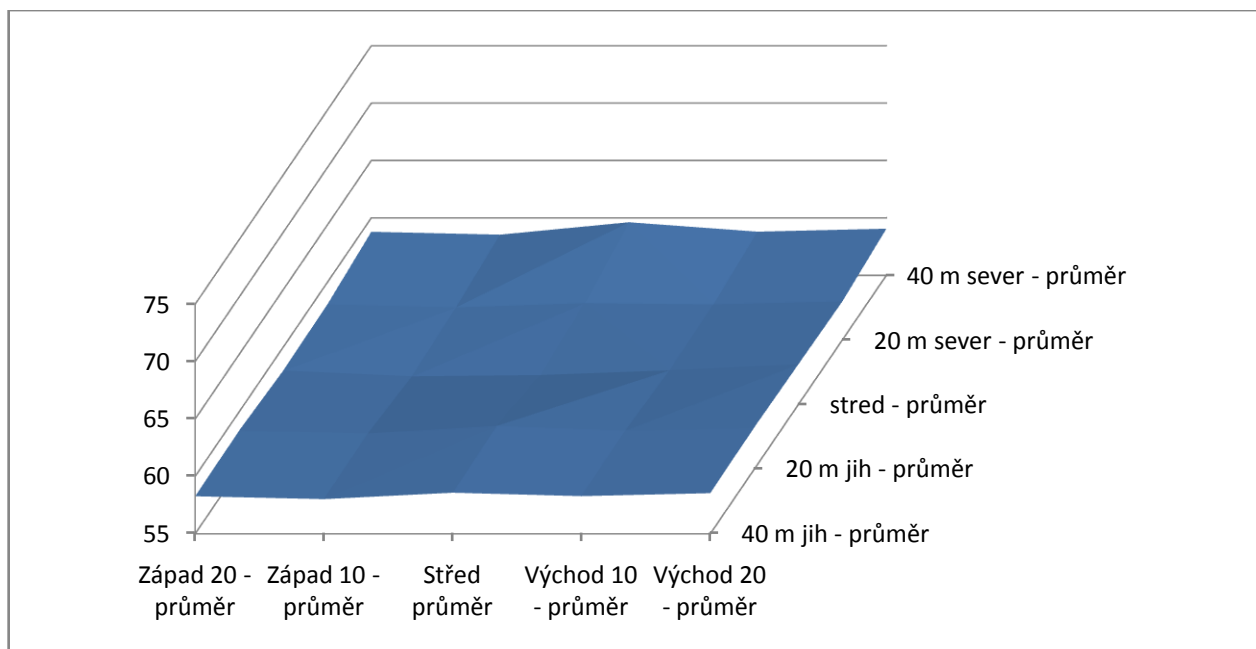
Příloha P - Měření hluku na ekoduktu Voleč - západ až východ



Příloha Q - Graf hluku na ekoduktu Voleč - západ až východ



Příloha R - Hluková mapa ekoduktu Žehuň



Příloha S - Hluková mapa ekoduktu Voleč