

Ekodukty - ekonomické aspekty

Marek Foglar, Vladimír Křístek

1. Úvod

Zahraniční i domácí zkušenosti ukazují na nutnost výstavby ekoduktů (tzv. „zelených mostů“ umožňujících bezpečný přechod zvěře přes, nebo pod komunikací) zejména tam, kde plánovaná, či již existující dopravní trasa, podstatným způsobem ovlivňuje chráněné lokality, chráněné živočichy, či kde je, či bude migrace zvěře trvale ovlivněna komunikací. K určení lokality vhodné pro vybudování ekoduktu jsou nutná dlouhodobá pozorování, na jejichž základě se zjistí typ migrující zvěře a její migrační potenciál a následovně doporučí typ ekoduktu.

U navrhovaných konstrukcí je nutné posoudit jak vhodnost zamýšleného technického řešení, tak i vhodnost úprav okolí z hlediska možnosti migrace zvěře. Úpravami okolí již existujících mostů je možné zmírnit jejich neprůchodnost pro určité druhy zvěře. U každého navrhovaného řešení je nutné provést zhodnocení účelnosti daného řešení, abychom se při výstavbě ekoduktů nepřehoupli od jednoho extrému, žádné ekodukty, k extrému opačnému, tj. výstavba ekoduktů na místech, kde není opodstatněná. Velmi cenné zkušenosti je možné čerpat z výstavby ekoduktů v Evropě za posledních dvacet let, kde se ne vždy podařilo zhodnotit prostředky do výstavby ekoduktu investované.

Stavební a biologické aspekty realizace ekoduktů byly diskutovány již mnohokrát, např. v [1], či [2]. Záměrem tohoto pojednání proto není dále prohlubovat úroveň poznatků o chování zvěře, jejím výskytu, či její kategorizaci z hlediska technického řešení migračních profilů, ale snaha diskutovat ekonomickou stránku výstavby ekoduktů. Takovýmito údaji jsou roční škody způsobené srážkami vozidel se zvířaty, hodnota a počty zvěře nejčastěji ohrožované kolizemi se zvířaty, či v neposlední řadě náklady na stavbu ekologických mostů podle jejich typu a konstrukčního systému, vztažené na jednotky délky, či plochy. Tyto souhrnné statistiky není možné aplikovat na určitou trasu bez předchozího sledování počtů srážek se zvířaty v určených podúsecích v průběhu několika let. Dalším výstupem je nástin metody ekonomického zhodnocení výstavby ekoduktů.

2. Škody způsobené srážkami vozidel se zvířaty

Pro kvantifikaci přínosu výstavby ekologických mostů je nejprve nutné vyčíslit škody vznikající při srážkách vozidel se zvířaty, ať už lesní zvěří, či hospodář-

Marek Foglar, Ing., Vladimír Křístek, Prof.Ing.DrSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra betonových konstrukcí a mostů

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6 - Dejvice

tel.: 224 353 875 , fax.: 233 335 797, e-mail:marek.foglar@fsv.cvut.cz, kristek@fsv.cvut.cz

skými zvířaty, jejich mírou jsou škody vznikající v průběhu roku. Pro tento účel nejlépe poslouží statistické údaje získané na Policejním prezidiu ČR [3]. Tyto statistiky uvádějí celkový počet nehod způsobený kolizí vozidel se zvířaty a jejich procentuelní podíl na celkovém ročním počtu nehod, viz Tab. 1.

Tab. 1 Počet nehod způsobený kolizí vozidel se zvířaty a způsobená škoda v jednotlivých rocích

2.1.1. Rok	2000	2001	2002	2003	2004
počet nehod	7640	6758	7320	7526	8484
% z celkového počtu dopravních nehod	3.61	3.64	3.84	3.84	4.32
způsobená škoda [Kč]	159 853 200	179 938 600	202 260 700	218 672 200	272 979 100
průměrná škoda na nehodu [Kč]	20 923	26 626	27 631	29 056	32 176

Z uvedené statistiky je možné pozorovat vzrůstající trend počtu nehod způsobených srážek vozidel se zvířaty, škod na vozidlech při nich způsobených, průměrné škody na nehodu, i procentuálního počtu nehod způsobených srážkami vozidel se zvířaty na celkovém ročním počtu nehod.

Statistiky Policejního prezidia ČR udávají podíl lesní zvěře a domácích zvířat na ztrátách na životech, na zranění osob a na celkových škodách. Z nich vyplývá, že střety s domácími zvířaty jsou z hlediska celkových škod pouze okrajovou záležitostí a dalším textu se budeme zabývat pouze střety vozidel se zvířaty lesní a opatřeními na zmenšení jejich počtu.

3. Ekodukty a náklady na jejich výstavbu

V dostupné literatuře jsou ekodukty rozděleny z hlediska možných přechodů komunikací [1].

Pro účel typizace je nejjednodušší rozeznávat tři základní typy ekoduktů: propustky, mosty a tunely. Daným typům ekoduktů přísluší konstrukční systémy, jimž se dají na základě údajů z projekční a stavební praxe¹ přiřadit jednotkové ceny vztažené na jednotku délky (Kč/m) či jednotku plochy (Kč/m²), viz. Tab. 3.

¹ Odhad cen je pouze informativní, vznikl autorovou investigací v několika společnostech zaměřených na projekci a realizaci staveb.

Tab. 3. Jednotkové ceny pro daný typ ekoduktu a jeho konstrukční systém

Typ ekoduktu	Konstrukční systém		Cena
PROPUSTKY	trubní DN 1200	dílce ² 10 000 Kč/m' + 2* 30 524 Kč čelo	
	trubní DN 1400	dílce ¹ 13 370 Kč/m' + 2* 39 600 Kč čelo	
	trubní DN 1600	dílce ¹ 16 123 Kč/m' + 2* 39 600 Kč čelo	
	rámový 2000/2000	dílce ¹ 25 530 Kč/m'	
MOSTY	rámové do světlosti 5m		34 000 Kč/m ²
	rámové do světlosti 10m		33 000 Kč/m ²
	klenbové - jednokomorové		25 000 Kč/m ²
	klenbové - dvoukomorové		30 000 Kč/m ²
	trámové jednopolové do světlosti 15m		32 000 Kč/m ²
	trámové jednopolové do světlosti 20m		31 500 Kč/m ²
	trámové jednopolové do světlosti 25m		31 000 Kč/m ²
	trámové dvoupolové do světlosti polí 25m		33 000 Kč/m ²
	trámové trojpolové do světlosti polí 15m		31 000 Kč/m ²
	trámové troj- a více polové do světlosti polí 30m ³		32 000 Kč/m ²
TUNELY	ekologický tunel přes čtyřpruhovou komunikaci		45 000 Kč/m ²

Zatímco u mostů a tunelů je údaj Kč/m² pro porovnání vcelku odpovídající, může se měnit podle typu a náročnosti založení, apod., v případě propustků je zavadějící uvádět celkovou cenu na 1m', z důvodu velké ceny čel propustků, jež rozpočítaná na 1m' propustku výrazně poměrově prodražuje propustky pod běžnými silnicemi oproti propustkům pod komunikacemi dálničního typu.

Jednotkové ceny uvedené v Tab. 3 zahrnují pouze náklady na stavbu těchto objektů. Do nákladů na umístění ekoduktu do trasy je nutné připočítat náklady na projekt objektu aj., v neposlední řadě také náklady na oplocení zabraňující zvěři ve vstupu na vozovku a zároveň jí k ekododuktu navádějící. Při rozsáhlých lesních úsecích mohou tyto náklady násobně přesáhnout náklady na ekodukty samotné.

4. Metodika ekonomického zhodnocení výstavby ekoduktu

Metodu ekonomického zhodnocení výstavby ekoduktu v dané lokalitě je možno založit na podmínce rovnosti mezi škodami vzniklými srážkami vozidel se zvěří v daném úseku a cenou ekoduktu daného typu a konstrukčního systému. Aby tento vztah byl dostatečně vypovídající, musí v úvahu vzaty následující faktory:

- škody vzniklé srážkami vozidel se zvěří v daném úseku musí zahrnovat:
 - škodu vzniklou na vozidlech

² Včetně obetonávky a podkladního betonu.

³ Uvažován beton jako stavební materiál, konstrukce spřažené ocel-beton jsou v průměru na 1m² zhruba o 10% dražší.

- ostatní škody vzniklé na vozovce, veřejném osvětlení, dopravním značení, poškození oplocení, poškození nákladu, apod., včetně případných škod na životním prostředí vzniklých únikem pohonných hmot či životnímu prostředí nebezpečného nákladu vozidla
 - škody vzniklé úhynem zvěře jejímu chovateli, jedná se tedy o hodnotu uhynulé zvěře z hlediska myslivosti
 - škody vzniklé úhynem zvěře společnosti jako celku. Tyto škody je nutné mít na zřeteli obzvláště při úhynu chráněných živočichů, či živočiších v době páření, či péče o mladé
- do nákladů na výstavbu ekoduktu musí být zahrnuty náklady na jeho projekt, náklady na oplocení zabraňující zvěři ve vstupu na vozovku a zároveň jí k ekoduktu navádějící
 - do nákladů na výstavbu ekoduktu musí být dále zahrnuty náklady vzniklé uzavřením komunikace při výstavbě ekoduktu a také náklady na zásahy do stávajícího silničního tělesa
 - jednotkové náklady na stavbu ekoduktu podle jeho typu a konstrukčního systému musí být zvětšeny opravným součinitelem vyjadřujícím nepřesnost odhadu vzhledem k objektivním podmínkám výstavby
 - počty střetů vozidel se zvěří musí být zvětšeny opravným součinitelem vyjadřujícím nepřesnost policejních statistik, údaj škody na vozidlech bude uvažován jako průměr nejméně pěti let sledování úseku
 - technická životnost ekoduktu nebude uvažována jako běžná návrhová životnost trvalého mostního objektu jako 100 let, ale vzhledem ke značné variabilitě vstupních parametrů bude uvažována 30-50let

Zjednodušeně můžeme tedy vyjádřit nutnost výstavby ekoduktu touto rovnicí:

$$(\gamma_s \cdot \check{S}V + \check{S}O + \check{S}Z + \check{S}SHZ) \cdot \check{Z}E \approx \gamma_N \cdot NVE, \quad (1)$$

kde	$\check{S}V$	je škoda na vozidlech způsobená srážkami se zvěří vozidlech v daném úseku komunikace,
	γ_s	součinitel spolehlivosti statistik Policie ČR
	$\check{S}O$	je ostatní škoda vzniklá srážkami se zvěří,
	$\check{S}Z$	je škoda vzniklá úhynem zvěře z hlediska myslivosti,
	$\check{S}SHZ$	je škoda vzniklá úhynem zvěře společnosti jako celku (všechny tyto údaje přísluší jednomu roku – je třeba je predikovat jako průměrné pro celou dobu životnosti ekoduktu),
	$\check{Z}E$	je technická životnost ekoduktu,
	γ_N	součinitel spolehlivosti odhadu nákladů na stavbu ekoduktu dle typu a konstrukčního systému,
	NVE	jsou celkové náklady na výstavbu a zajištění funkce ekoduktu.

Marek Foglar, Ing., Vladimír Křístek, Prof.Ing.DrSc.

ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra betonových konstrukcí a mostů

Thákurova 7, 166 29 Praha 6 - Dejvice

tel.: 224 353 875 , fax.: 233 335 797, e-mail:marek.foglar@fsv.cvut.cz, kristek@fsv.cvut.cz

Všechny faktory se vyjadřují ve finančních objemech, náklady je možné definovat rozdělením do řady položek zahrnujících náklady na záměr, projekt a výstavbu, náklady na údržbu a opravy, náklady na kontrolu, náklady na rekonstrukce a obecně též náklady na odstranění stavby. Přitom musí být brán ohled nejenom na výchozí podmínky, ale též na degradaci materiálů, částí, složek a celku, vyvolanou provozem a působením prostředí. Často převládá snaha po snížení nákladů počátečních, bez ohledu na náklady další, což má ale za následek zvýšení nákladů celkových.

Ze struktury vztahu (1) vyplývá, že pokud jsou škody vznikající srážkami vozidel se zvěří v daném úseku pro běžnou návrhovou životnost ekoduktu větší než náklady na výstavbu ekoduktu daného typu, včetně projektu a oplocení komunikace, je možno záměr výstavby ekoduktu v daném místě považovat za ekonomicky efektivní.

5. Příklad aplikace metody ekonomického zhodnocení výstavby ekoduktu

Na silnici první třídy⁴ v šestikilometrovém úseku protínajícím pole a louky v blízkosti lesa s velkým výskytem zvěře je ročně nalezeno Okresním mysliveckým spolkem 18 ks srnčí zvěře, 15 zajíců, 2 jezevci, 3 lišky a patnáct koček. Srážkami vozidel se srnčí zvěří dojde k průměrné roční škodě na vozidlech 40000 Kč na nehodu. Podle stop na vozovce je patrné, že skutečný počet nehod způsobených srážkami vozidel se zvěří je minimálně dvojnásobný.

Silnice je vedena přibližně v úrovni terénu, k novým mostům bude muset být silnice vedena na náspu.

Otázka: Vyplatí se v daném pětikilometrovém úseku výstavba dvou jednopolo-
vých ekologických mostů o světlosti mostního otvoru 25m?

$$\gamma_s * \dot{S}V = 18 * 2 * 40\,000\text{Kč} * 50 \text{ let} = 72\,000\,000 \text{ Kč}$$

$$\dot{S}O = 7,5\% * \dot{S}V = 7,5\% * 72\,000\,000 = 5\,400\,000 \text{ Kč}$$

$$\dot{S}Z = 18 * 2 * 3470 \text{ Kč} * 50 \text{ let} = 6\,246\,000 \text{ Kč}$$

$$\dot{S}SHZ = \text{hodnota bude prozatím odhadnuta na } 20\% \dot{S}Z = 1\,249\,200 \text{ Kč}$$

$$\begin{aligned} NVE = & 2 * (9,5\text{m} * 30 \text{ m}) * 31\,000 \text{ Kč (mosty)} + 2 * 4500\text{m} * 2 * 204 \text{ Kč/m}^2 \\ & (\text{oboustranné oplocení komunikace do výšky } 2\text{m}^5) + 2 * (9,5\text{m} * 600\text{m} * 0,6\text{m} * \\ & 574 \text{ Kč/m}^3)(\text{odstranění vozovky – kryt + podklad + odvoz do } 20\text{km}) + 2 * \\ & (37\,000 \text{ m}^3 * 310\text{Kč/m}^3 (60 \text{ Kč/m}^3 \text{ násyp zhutněný na } 100\%\text{PS} + 250 \text{ Kč/m}^3 \text{ ná-} \\ & \text{kup a dovoz násypového materiálu))} + 2 * (600\text{m} * 8,5 \text{ m}) * 2000 \text{ Kč/m}^2 (\text{asfal-} \\ & \text{tová vozovka, včetně nezahrnutých nákladů, jako svodidla apod.)} + 2 * 2 * \\ & 350\text{m} * 2\text{m} * 4500 \text{ Kč/m}^2 (\text{PHS výšky } 2\text{m}) = 74\,908\,160 \text{ Kč} \end{aligned}$$

⁴ Údaje použité v příkladu vychází ze statistik Okresního mysliveckého spolku Žďár nad Sázavou pro úsek silnice I/37 Žďár nad Sázavou - Škrdlovice

⁵ Jednotkové ceny uvažovány podle agregovaných položek systému ASPE.

Suma levá strana rovnice = $\gamma_s * \check{S}V + \check{S}O + \check{S}Z + SSHZ = 84\,895\,200$ Kč

Suma pravá strana rovnice = $\gamma_N * NVE = 1,1 * 74\,908\,160 = 82\,398\,976$ Kč

Závěr: Výstavba dvou ekologickým mostů se v daném úseku, přes velké náklady na zřízení náspů a nové vozovky, je z ekonomického hlediska opodstatněná.

6. Závěr

Předložená metodika, založená na pouhé linearizaci a vzájemné nezávislosti všech faktorů, je samozřejmě nástrojem v krajní míře zjednodušeným – záměrem je zejména upozornění na ekonomickou stránku přístupu k hodnocení výstavby ekoduktů. Takovýto přístup by při spolupráci všech složek zainteresovaných v rozhodovacím procesu o výstavbě ekoduktu a při zpřesnění statistických údajů do ní vstupujících, mohl sloužit jako jedno z kritérií pro rozhodnutí ekodukt v daném úseku komunikace zřizovat či nikoli. Záměrem je též vyvolání širší diskuse o přístupech k hodnocení efektivnosti výstavby ekoduktů.

Poděkování

Uvedené výsledky byly získány v rámci řešení Výzkumného záměru Stavební fakulty ČVUT MSM 6840770005.

Literatura

- [1] BRUSŇÁK, A., CÍSLEROVÁ, M., DAHINTER, K., KRÍSTEK, V., KURTH, H., LENNER, R., VOPLAKAL, M. (2003): *Ekodukty*, Inženýrská akademie ČR SMP Construcion, a.s., Praha
- [2] ANDĚL, P. (2001): *Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy*, AOPK ČR, Havlíčkův Brod
- [3] SOBOTKA, P. (2005): *Informace o nehodovosti na pozemích komunikacích v České republice za rok 2004 (+ ostatní roky)*, Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia ČR
- [4] MIKLÓS, L.(2003): 24 *Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej Republiky z 9.januára 2003, ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny*, www.zbierka.sk,
- [5] NOVÁK, R. (2004): *K problematice oceňování živé a ulovené zvěře*, *Myslivost* 9/2004, www.myslivost.cz