# Dopravní zklidňování

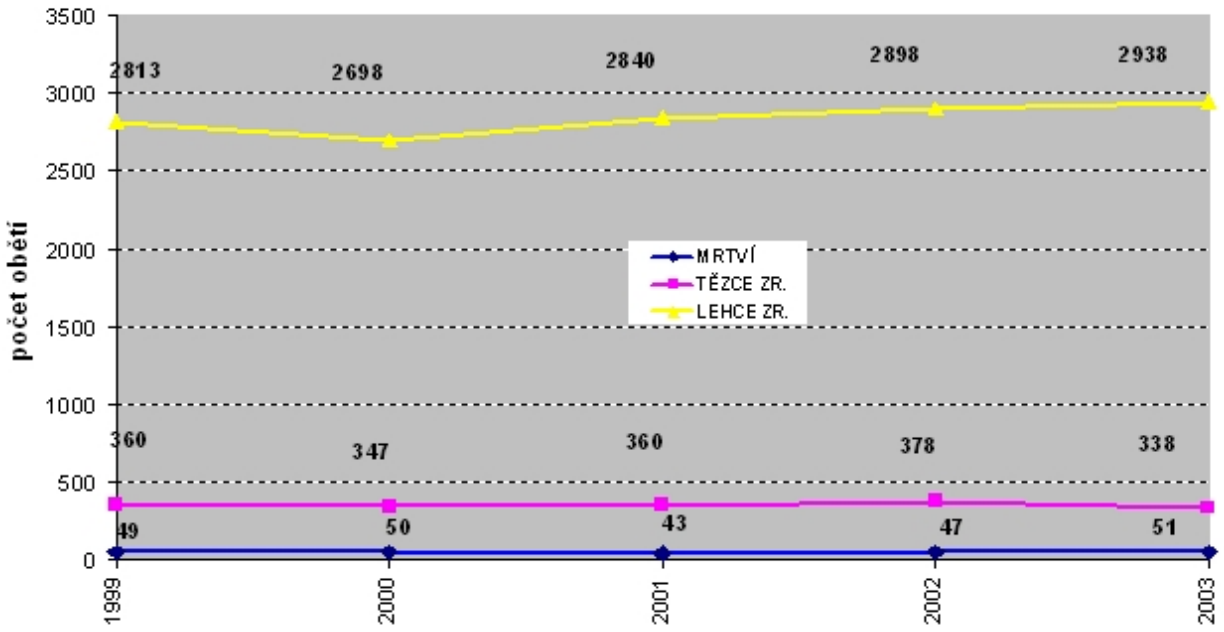
Publikováno: 7. 3. 2007

## Úvod

Vyhodnocování účinnosti dopravně-bezpečnostních opatření umožňuje efektivněji přistupovat k jejich implementaci do praxe. Pro posuzování účinnosti opatření jsou k dispozici vhodné nástroje, pomocí kterých je možné zvolit mezi navrhovanými opatřeními ty s nejvyšší mírou návratnosti. Touto problematikou se podrobně zabývá výzkumný projektu 6. rámcového programu EU s názvem Rosebud, jehož se CDV spolu s dalšími 14 evropskými výzkumnými institucemi účastní.

Součástí projektu bylo zpracování případových studií, na kterých se testovala metodika výpočtu CBA. CDV zpracovalo CBA celoročního povinného svícení přes den a CBA přestavby průsečných čtyřramenných křižovatek v intravilánu na křižovatky okružní. V tomto článku bude podrobně představena ta druhá z nich.

Více než 70% dopravních nehod v České republice se stane v zastavěném území a přibližně 10% z těchto nehod se stane na čtyřramenných průsečných křižovatkách. V letech 1999 – 2003 se na tomto typu křižovatek stalo v průměru 16 900 dopravních nehod ročně. Roční počty nehod byly téměř stabilní, s maximální odchylkou 2,9% od ročního průměru. [Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice, 2003]. Počet zraněných a usmrcených při těchto nehodách je taktéž téměř stabilní [viz Graf 1].




Graf 1: Počet zraněných a usmrcených na 4-ramenných průsečných křižovatkách v zastavěném území v letech 1999 – 2003

Zdroj: Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice 2003

Jedním z vhodných opatření ke snížení nehodovosti na těchto křižovatkách je jejich přestavba na křižovatky okružní, které vykazují vyšší úroveň bezpečnosti, přináší úsporu zpevněných ploch, působí estetičtěji a jsou vhodnou formou dopravního zklidňování. Pozitivní vlivy okružních křižovatek jsou velmi dobře známé a jsou popsány v mnoha studiích. V České republice jsou okružní křižovatky stále poměrně novým dopravním prvkem, nicméně jejich počet na silniční síti velmi rychle roste (bohužel

© Observatoř bezpečnosti silničního provozu, www.czrso.cz

však neroste kvalita jejich uspořádání).

Cílem studie bylo zjistit poměr nákladů a výnosů přestavby čtyřramenné průsečné křižovatky bez světelné signalizace v zastavěném území na křižovatku okružní. Údaje o posuzovaných křižovatkách byly získány z projektu BESIDIDO, což je výzkumný projekt financovaný Ministerstvem dopravy, jehož zpracovatelem je CDV a ČVUT. Cílem BESIDIDA bylo vyhodnotit vliv realizovaných dopravně-inženýrských opatření na nehodovost.

## Popis zkoumaného vzorku

Zkoumaný vzorek obsahuje osm původně čtyřramenných průsečných křižovatek, které byly v letech 1998 – 2002 přestavěny na křižovatky okružní. Všechny křižovatky se nacházejí ve městech s počtem obyvatel menším jak 70 000.

Obrázek 1: Příklady okružních křižovatek ze zkoumaného vzorku. Vlevo –Lázně Bohdaneč; vpravo - Ždírec

Zdroj: CDV (projekt Besidido, 2004)

Stručný popis zkoumaného vzorku a dostupných dat je v tabulce 1.

Tab. 1: Popis zkoumaného vzorku

| Lokalita | Počet obyvatel | Nehodová data před přestavbou | Rok přestavby* | Nehodová data po přestavbě | Cena přestavby (Kč) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.Česká Lípa | 40 000 | 1995-1997 | 1998 | 1999-2000 | xxx |
| 2.Chlumec nad Cidlinou | 5 000 | 2000 | 2002 | 2003 | xxx |
| 3.Chrudim | 25 000 | 2000-2001 | 2002 | 2003 | xxx |
| 4.Lázně Bohdaneč | 3 500 | 2000-2002 | 2003 | 2004 | 10 000 000,- |
| 5.Litomyšl | 10 000 | 1999 - 2000 | 2001 | 2002 | xxx |
| 6.Most | 70 000 | 1999 | 2000 | 2001-2003 | 6 000 0000,- |
| 7.Tábor | 37 000 | 1996-1997 | 1998 | 1999-2000 | xxx |
| 8.Ždírec | 3 000 | 2000-2001 | 2002 | 2003-2004 | xxx |

Zdroj: CDV (projekt Besidido, 2004)

* nehodová data z roku přestavby nejsou do analýzy započítávána

Všechny křižovatky jsou „typické“ malé čtyřramenné okružní křižovatky projektované dle relevantních technických předpisů. Důvodem pro jejich výstavbu byl ve většině případů požadavek na zvýšení kapacity a na zlepšení bezpečnosti provozu.

## Cílová skupina nehod

Realizace okružní křižovatky má ve většině případů pozitivní vliv na úroveň nehodovosti na řešené lokalitě. Tento pozitivní vliv je způsoben geometrií okružní křižovatky, která snižuje počet kolizních bodů, snižuje rychlosti vozidel a zvyšuje bezpečnost chodců. Jedním z mála negativních vlivů může být v určitých případech zhoršená úroveň bezpečnosti pro cyklisty.

Jako cílová skupina nehod (tj. těch nehod, na něž má zkoumané opatření vliv) byla zvolena skupina všech nehod, které byly na křižovatce zaznamenány, neboť utváření okružní křižovatky má vliv na všechny typy nehod. Zkoumaný vzorek obsahoval osm přestavěných křižovatek. Na základě dat o nehodovosti před realizací okružních křižovatek byla stanovena "průměrná nehoda" na průsečné křižovatce jako nehoda, při které se stane 0.004 úmrtí, 0.04 těžké zranění, 0.19 lehké zranění a se škodou na majetku v průměru 27 000,-Kč. Finanční vyjádření takovéto nehody je 225 000,-Kč (v cenách za rok 2002) *[Socio-ekonomické hodnocení dopravních nehod; Koňárek, 2003]*.

## Metoda výpočtu poměru nákladů a výnosů - CBA

Nejvhodnější a nejkomplexnější metodou pro výpočet poměru výnosů a nákladů je provedení kompletní CBA, při které jsou kromě vlivu opatření na nehodovost zkoumány a zhodnocovány také jeho vlivy na životní prostředí a mobilitu, popřípadě další vedlejší vlivy. Kvalita dostupných dat bohužel nedovolila tak kompletní analýzu provést, takže byl analyzován pouze vliv okružních křižovatek na nehodovost.

Analýza byla provedena metodou kombinující srovnání nehodovosti před a po realizaci okružní křižovatky s porovnáním nehodovosti většího vzorku průsečných křižovatek s podobnými dopravně-inženýrskými charakteristikami, jaké vykazují křižovatky ve zkoumaném vzorku, které však nebyly přestavěny na okružní křižovatky (tzv. srovnávací skupina). Důvodem pro toto porovnání je snaha zachytit v analýze vliv dlouhodobého vývoje nehodovosti – trendu nehodovosti. V tomto výpočtu byla jako srovnávací skupina zvolena skupina všech čtyřramenných průsečných křižovatek v ČR.

Cílem výpočtu bylo nalézt počet nehod, kterým bylo zabráněno přestavbou zkoumaných průsečných křižovatek na křižovatky okružní. Nehodová data "před" a "po" realizaci byla známa jak pro křižovatky ze zkoumaného vzorku, tak i pro křižovatky ze srovnávací skupiny. Pro každou zkoumanou lokalitu byl vypočten vliv θ přestavby na okružní křižovatku na nehodovosti. Do výpočtu byl zakomponován pravděpodobnostní poměr ze srovnávací skupiny. Nebyla provedena korekce způsobená změnou dopravních intenzit, takže δ = 1. Vzorec pro výpočet vlivu na nehodovost (θ) má tento tvar:

$$\theta = \frac{X_a}{X_m \frac{C_a}{C_b}} \delta$$

kde

$X_a$ počet nehod na sledované lokalitě v období po realizaci okružní křižovatky,
$X_m$ počet nehod na sledované lokalitě v období před realizací okružní křižovatky,
$C_a$ počet nehod ve srovnávací skupině v období po realizaci okružní křižovatky,
$C_b$ počet nehod na sledované lokalitě v období před realizaci okružní křižovatky

Přiřazení váženého průměrného vlivu (WME – weighted mean effect) přestavby pro každou lokalitu je provedeno dle následujícího vzorce, kdy statistická váha jednotlivých výsledků je definována velikostí souboru dat, z kterých byl získán výsledek.

$$WME = \exp\left(\frac{\sum_i w_i \ln(\theta_i)}{\sum_i w_i}\right) \quad w_i = \frac{1}{VAR(\log(\theta_i))} = \frac{1}{\frac{1}{X^i_a} + \frac{1}{X^i_b} + \frac{1}{C^i_a} + \frac{1}{C^i_b}}$$

kde

$\delta_i$ vliv na nehodovost na lokalitě *i*,
$w_i$ statistická váha odhadu *i*,
$X^i_a$ počet nehod na lokalitě *i* v období před realizací,
$X^i_b$ počet nehod na lokalitě *i* v období po realizaci,
$C^i_a$ počet nehod ve srovnávací skupině v období po realizaci (pro lokalitu *i*),
$C^i_b$ počet nehod ve srovnávací skupině v období před realizací (pro lokalitu *i*)

95% pravděpodobnostní interval pro vážený průměrný vliv je počítán takto:

$$\left(WME \exp\left(\frac{z_{\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right), WME \exp\left(\frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{\sum_i w_i}}\right)\right)$$

Redukce nehodovosti (V) se vyjádří v procentech dle vzorce

V = (1-WME)*100

## KVANTIFIKACE ANALÝZY

### Jednotka implementace

Jednotkou implementace je čtyřramenná okružní křižovatka.

### Typická cena 1 jednotky implementace

Typická cena jednotky implementace (tzn. náklady na přestavbu průsečné křižovatky na křižovatku okružní) byla odhadnuta na 9 000 000,-Kč v cenách z roku 2002. Tento odhad je založen na datech získáných v rámci projektu BESIDIDO. Do této ceny nebyla započítána cena údržby, neboť se předpokládá, že cena údržby je pro průsečnou a okružní křižovatku shodná.

### Doba trvání vlivu opatření

Doba trvání vlivu opatření byla stanovena na 20 let.

### Diskontní sazba

Diskontní sazba byla stanovena na 5%. Tato hodnota je založena na doporučení z projektu ROSEBUD. Všechny ceny jsou přepočteny na cenovou úroveň roku 2002.

### Cena typické nehody na čtyřramenné průsečné křižovatce

Finanční vyjádření takovéto nehody je vyjádřeno částkou 225 000,-Kč (v cenách za rok 2002).

### Vliv na nehodovost

Cílem bylo zjistit počet nehod, kterým bude zabráněno přestavbou křižovatky průsečné na okružní (týká se pouze křižovatek z analyzované skupiny)

Tab. 2: Data nutná pro výpočet

| číslo lokality | Počet nehod | | Srovnávací skupina – počet nehod | | Odhad vlivu $\theta_i$ | Statistická váha odhadu $w_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Před *(počet let)* | Po *(počet let)* | před | po | | |
| 1 | 85 *(3)* | 24 *(2)* | 57810 | 34356 | 0,475 | 18,699 |
| 2 | 5 *(1)* | 5 *(1)* | 17409 | 16695 | 1,04 | 2,5 |
| 3 | 36 *(2)* | 3 *(1)* | 34135 | 16695 | 0,17 | 2,768 |
| 4 | 13 *(3)* | 5 *(1)* | 50861 | 16600 | 1,178 | 3,61 |
| 5 | 2 *(2)* | 1 *(1)* | 34356 | 16726 | 1,027 | 0,666 |
| 6 | 10 *(1)* | 4 *(3)* | 16947 | 50147 | 0,135 | 1,428 |
| 7 | 27 *(2)* | 29 *(2)* | 38810 | 34356 | 1,213 | 13,971 |
| 8 | 19 *(2)* | 1 *(2)* | 34135 | 33295 | 0,054 | 0,949 |

Tab. 3: Průměrný vliv na nehodovost

| Průměrný vliv (WME) | Pravděpodobnostní interval WME | Počet lokalit ve zkoumaném vzorku | Celkový počet nehod na lokalitách |
|---|---|---|---|
| 0,624 | (0.465, 0.836 ) | 8 | 197 |

Průměrná redukce nehodovosti V na jedné lokalitě spočtená dle V = (1-WME) x 100 = (1- 0,624) x 100 = **37,6%**. Na každé z 8 zkoumaných lokalit tedy došlo v průměru k 37,6% snížení nehodovosti.

Tab. 4: Snížení nehodovosti

| Číslo lokality | Průměrný roční počet nehod před přestavbou | Počet nehod, kterým bylo přestavbou zabráněno (37,6%) |
|---|---|---|
| 1 | 28,3 | 10,64 |
| 2 | 5 | 1,88 |
| 3 | 18 | 6,77 |
| 4 | 4,3 | 1,62 |
| 5 | 1 | 0,37 |
| 6 | 10 | 3,76 |
| 7 | 13,5 | 5,08 |
| 8 | 9,5 | 3,57 |
| | | Σ = 33,7 |

Celkový počet nehod, kterým bylo zabráněno na všech 8 lokalitách, vynásobený průměrnou cenou nehody, je 33,7 x 225 000 = 7 582 500,- Kč. Na jedné lokalitě bylo díky přestavbě v průměru ročně "zachráněno" téměř 1 000 000,-Kč.

**Výsledek**

Celkové finanční vyjádření nehod, kterým bude na 1 lokalitě zabráněno v posuzovaném období 20 let je 13 320 000,-Kč (cena z roku 2002). Neboť cena jedné jednotky implementace je odhadnuta na 9 000 000,-Kč, je poměr nákladů a výnosů přestavby křižovatky průsečné na okružní **1/1.5**

## Závěr

Kvůli nedostatku využitelných dat nebylo možné provést kompletní analýzu nákladů a výnosů. Použitou metodu výpočtu lze nazvat "mini cost-benefit analýzou", neboť byly započítány vlivy přestavby křižovatky pouze na nehodovost. Vlivy na životní prostředí a mobilitu nebyly brány v potaz. Výsledky analýzy ukazují pozitivní vliv na nehodovost (redukce nehodovosti o 37.6%) při přestavbě čtyřramenných průsečných křižovatek na okružní křižovatky a to, že přestavba je z dlouhodobého hlediska ekonomicky výhodná.

Kromě seznámení s případovou studií výpočtu mini-CBA bylo cílem tohoto článku také upozornit na to, že vyhodnocování účinnosti dopravně-bezpečnostního opatření není možné zjednodušit na porovnání absolutního počtu nehod před a po realizaci opatření, nýbrž je nutné zohlednit taktéž dlouhodobý trend nehodovosti (použití srovnávací skupiny) a v ideálním případě také vliv intenzity dopravy na počet nehod, popř. další vedlejší vlivy.

## Zdroje


- Český statistický úřad
- Koňárek (2003): Socio-ekonomické ztráty způsobené nehodovosti, 2002
- Policie ČR (2003): Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice, 1999 – 2003.
- Rosebud (2004): WP3 – The Use of Efficiency Assessment Tools:Solution to Barriers
- Rosebud (2005): WP4 – Testing the efficiency assessment tools on selected road safety measures