Zvyšování samovysvětlitelnosti extravilánových úseků silnic I. třídy

Publikováno: 25. 5. 2017
CDV

Ing. Jiří Ambros, Ph.D., Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Ing. Michal Caudr, Ředitelství silnic a dálnic ČR

Jedná se o zkrácenou verzi článku otištěného v Silničním obzoru 2/2017.

Abstrakt:
Jedním z přístupů ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu je úprava komunikací na samovysvětlitelné, tj. takové, které splňují očekávání účastníků provozu a vyvolávají svým utvářením bezpečné chování. Neexistuje však žádný návod jak měřit a hodnotit samovysvětlitelnost. To bylo motivem projektu SAMO, řešeného Centrem dopravního výzkumu, v. v. i. Článek shrnuje jeho metodologii, založenou na rychlostní konzistenci (rozdílech rychlosti mezi přímými úseky a navazujícími směrovými oblouky) a z ní odvozené optimalizaci (pomocí dopravního značení nebo změn směrového vedení), která byla ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic ČR aplikována na extravilánových úsecích silnic I. třídy.

1. ÚVOD

Bezpečnost silničního provozu na českých silnicích není dostatečná; z vyhodnocení plnění Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011 – 2020 (NSBSP 2020) za rok 2015 vyplývá, že se nedaří plnit požadované cíle. Za této kritické situace je nutno hledat nová řešení. Mezi opatřeními NSBSP 2020 je **„postupná přestavba silniční sítě na principech samovysvětlující a odpouštějící komunikace“**. Silnice se za samovysvětlující považují tehdy, když splňují očekávání účastníků provozu a vyvolávají bezpečné chování pouze svým utvářením; metodika provádění bezpečnostního auditu uvádí, že samovysvětlitelnost pozemních komunikací je založena na myšlence důležitosti vlivu uspořádání komunikace na volbu rychlosti a dopravního chování. Tyto koncepty jsou však spíše teoretické – neexistuje žádný návod jak měřit a hodnotit samovysvětlitelnost. To bylo motivem dvouletého projektu Zvýšení samovysvětlitelnosti pozemních komunikací pomocí optimalizace směrových návrhových prvků (akronym SAMO), řešeného Centrem dopravního výzkumu, v. v. i. (CDV) v rámci Programu BETA Technologické agentury ČR.

Hlavním výstupem projektu SAMO je certifikovaná metodika, která poskytuje návod a nástroje k praktickému hodnocení a následnému zvyšování samovysvětlitelnosti pozemních komunikací. K tomu byl využit koncept rychlostní konzistence (rozdílů rychlosti mezi přímými úseky a navazujícími směrovými oblouky) a z ní odvozené optimalizace (pomocí dopravního značení nebo změn směrového vedení). Řešitelé z CDV, ve spolupráci s GŘ ŘSD ČR, vytvořili metodologii hodnocení a aplikovali ji na extravilánových úsecích silnic I. třídy.

2. IDENTIFIKACE KRITICKÝCH SMĚROVÝCH OBLOUKŮ

1. K **rozdělení zájmové sítě** (extravilán I. tříd) na přímé úseky a směrové oblouky byl vyvinut a aplikován vlastní matematický postup segmentace. Některé identifikované segmenty však byly relativně krátké – byla zvolena minimální délka 200 m.

2. Byla využita **data z flotily plovoucích vozidel** (FCD) od firmy Princip a.s. (záznam z cca 1000 vozidel po dobu 8 měsíců s frekvencí 4 Hz) – pro každý datový bod byl využit čas a GPS poloha, ze kterých byla určena rychlost. Pro analýzy vztahů mezi rychlostí, geometrií a bezpečnosti je

však potřeba získat tzv. neovlivněnou (volnou) rychlost (rychlost, která není ovlivněna kongescemi, organizací dopravy nebo počasím). Tradičně se neovlivněná rychlost určuje ručním výběrem osamoceně jedoucích vozidel (s dostatečnými mezerami) – tento postup ale nelze aplikovat na plovoucí vozidla. S použitím shlukové analýzy byl pro každý segment určen 85. percentil rychlosti.
Aby údaje o rychlosti v jednotlivých segmentech byly reprezentativní, byly vybrány pouze **úseky s opakovanými průjezdy** (min. 100 průjezdů). Dále byla ověřena **reprezentativita rychlosti**, určené z FCD dat a to srovnáním s rychlostí ze statistických radarů: zjištěný rozdíl cca 2 km/h byl přijatelný.

3. Protože však FCD data nepokrývala celou analyzovanou síť, byly nejprve odvozeny **statistické modely**.
    1. Ze souboru úseků se známými rychlostmi byly odvozeny regresní (predikční) modely, tj. rovnice udávající vztah mezi rychlostí a vybranými parametry (zvlášť pro přímé úseky a směrové oblouky).
    2. Získané rovnice byly aplikovány na zbývající úseky (kde nebyly známé rychlosti): dosazením hodnot parametrů byly získány predikce rychlosti.

4. Aby byla prokázána **vypovídací hodnota modelů**, byla navíc ověřena a prokázána validita vypočtené rychlostní konzistence vůči dlouhodobému průměru nehodovosti (empirickému bayesovskému odhadu EB). Srovnání bylo v kategoriích rychlostní konzistence ΔV, pro které byl určen průměr EB. V každé kategorii bylo min. 10 záznamů. Graf (Obr. 1) ukazuje očekávanou závislost: s narůstajícím rozdílem rychlostí roste i nehodovost – zhoršující se konzistence vede k poklesu bezpečnosti. Graf potvrzuje, že **nejbezpečnější úseky jsou samovysvětlující (dochází na nich k nejmenším změnám rychlosti).**

5. Jak bylo uvedeno, zmíněné rychlostní modely byly vytvořeny na vybraných úsecích, pokrývaly tudíž jen část celkové sítě extravilánu I. tříd. Za účelem rozšíření analýzy byly **modely aplikovány na zbývající části sítě**. Aby byl rozsah pokryté sítě co největší, byly pro výběr použity podmínky minimální délky přímého úseku 200 m a minimální délky navazujícího směrového oblouku 50 m (na rozdíl od 200 m, použitých pro tvorbu modelu). Z výběru byly opět vyloučeny „rušivé“ vlivy (z pohledu rychlosti). K výsledným 992 segmentům byly přiřazeny hodnoty jednotlivých (již dříve zmíněných) proměnných. Dosazením hodnot do rychlostních modelů byly získány **predikce rychlosti na všech segmentech**.

    Z rozdílů predikovaných hodnot rychlosti v přímých úsecích a v navazujících směrových obloucích byla určena rychlostní konzistence. Byl vytvořen „žebříček“ a z něj vybráno 117 kritických oblouků podle kritérií rychlostní konzistence < –4 km/h, poloměr oblouku < 400 m a rozdílu křivolakosti > 180 gon/km.

3. NÁVRH OPTIMALIZACE KRITICKÝCH SMĚROVÝCH OBLOUKŮ

Lze rozlišit dvě základní metody optimalizace: nízkonákladově (pomocí dopravního značení nebo dopravních zařízení) nebo stavebně (úprava smykových vlastností, klopení, směrového vedení…).
Z ekonomického hlediska se častěji aplikují **nízkonákladová opatření**; lze je použít i jako dočasnou variantu do doby provedení definitivního řešení stavebního charakteru. S tímto zaměřením byly analyzovány zahraniční praktiky, především ohledně směrových sloupků, výstražných značek a vodicích tabulí. Rešerše byla provedena ve více než 20 evropských zemích a zahrnovala studium relevantních předpisů i osobní konzultace s vybranými experty. Bylo zjištěno, že lze rozlišit několik skupin přístupů k této problematice. Ideální je tzv. **racionální přístup, založený na hodnocení a kategorizaci rizika podle rychlostní konzistence**, přičemž rychlost není nutno měřit, ale lze ji určit pomocí výpočtu (modelovat).

Na základě uvedené rešerše a analýz byl zvolen vlastní systém optimalizace. Byl v něm uplatněn

postup podle německých předpisů, s hodnotami odvozenými z vlastních dat, ve dvou krocích:

1. hodnocení oblouku podle rychlostní konzistence, mezní rychlosti (podle ČSN 736102) nebo poloměru,
2. vhodnost kombinace poloměru oblouku R a délky předchozího přímého úseku L , dále návaznost poloměrů navazujících oblouků R1 a R2 (je-li délka mezipřímé < 300 m). Toto hodnocení v kontextu okolních prvků se také označuje jako „relační design“.

Postup aplikace na vybrané silniční síti je následující:

Tab. 1 Rozmezí hodnot rychlostní konzistence, mezní rychlosti a poloměru oblouku pro kategorie A, B, C

Obr. 2 Grafy pro hodnocení relačního designu

1. Určení rychlostní konzistence (ΔV) oblouků postupem uvedeným v předchozím textu.
2. Expertní stanovení kategorií na základě hodnot rychlostní konzistence (ΔV) nebo mezní rychlosti (Vm-10) a poloměru (R). Tab. 1 uvádí rozmezí odvozená z hodnocení 117 oblouků.

3. Vytvoření grafů pro hodnocení relačního designu.

4. Posouzení jednotlivých oblouků izolovaně (podle Tab. 1) i relačně (podle Obr. 2).
5. Fyzická prohlídka vybraných míst (speciální bezpečnostní inspekce) s cílem komplexního zhodnocení situace a místních podmínek, které nejsou zohledněny v předchozích bodech (rozhledy, příčný sklon, výškové řešení, stav vegetace, záchytných zařízení, povrchu vozovky apod.). Lze využít i údaje o nehodách.
6. Celkové hodnocení na základě bodů 4 a 5 a volba příslušné kategorie optimalizace. **Pro kategorie A, B, C se jedná o dopravní značení a zařízení. U kategorie D se doporučuje stavební úprava směrového vedení, jejímž cílem je změna směrových návrhových prvků**(tj. zvýšení kategorie).

Na Obr. 3 jsou 2 příklady hodnocení podle uvedeného postupu. Lze je okomentovat následovně:

- Hodnotí se rychlostní konzistence ΔV , mezní rychlost Vm a poloměr R (podle Tab. 1).
- Dále se hodnotí soulad délky přímé L a poloměru R a soulad poloměrů R1 a R2 (podle Obr. 2).
- Dále se zohlední závěry speciální inspekce a analýzy nehodovosti (individuální nehody za období 6 let). V analyzovaném souboru byl průměr 1,4; hodnoty 2 a více nehod tedy lze považovat za abnormální.
- Příklady ukazují situace, kdy je hodnocení sníženo kvůli nepříznivým okolnostem: v prvním případě kvůli horizontu, který omezuje viditelnost (kategorie A byla snížena na B); ve druhém případě kvůli zápornému příčnému sklonu a nadprůměrné nehodovosti (kategorie C snížena na D).

Za účelem návrhu optimalizace byly analyzovány zahraniční postupy.

- **Doporučená rychlost:** pravidla pro stanovení v TP chybí, byl použít příklad z Dánska.
- **Směrové sloupky:** TP 58 neuvádí rozestupy na vnitřní straně oblouku; dále nezná tzv. přechodové sloupky (vyznačující přechod mezi přímou a obloukem). Byl použit přibližně poloviční rozestup sloupků na vnitřní straně oblouku (podle německého vzoru).
- **Vodicí tabule:** TP 65 nevztahuje rozestupy k poloměru oblouku. Byly analyzovány reálné hodnoty u 18 oblouků a navrženy hodnoty rozestupů v rozmezí, odpovídajícím TP 65.

Konzistence	$\Delta V = -2$ km/h …….. **A** $V_m - 10 = 104$ km/h … **A** $R = 392$ m …….. **A**	$\Delta V = -19$ km/h …….. **C** $V_m - 10 = 57$ km/h … **C** $R = 138$ m …….. **C**
Relační design	$L = 471$ m $R = 392$ m } **A**	$L = 295$ m $R = 138$ m } **C**
	–	$R_1 = 138$ m $R_2 = 325$ m } **C**
Speciální inspekce	▪ oblouk na horizontu ▪ 1 nehoda za 6 let (pod průměrem)	▪ záporný příčný sklon ▪ 4 nehody za 6 let (nad průměrem)
Celkové hodnocení	**A** sníženo na **B**	**C** sníženo na **D**

Obr. 3 Dva příklady aplikace postupu hodnocení

3. ZÁVĚR

Cílem projektu SAMO bylo vytvoření nástrojů, které umožní zvyšovat samovysvětlitelnost pozemních komunikací. K tomu byl využit koncept rychlostní konzistence (rozdílů rychlosti mezi přímými úseky a navazujícími směrovými oblouky) a z ní odvozené optimalizace (pomocí dopravního značení nebo změn směrového vedení). **Výsledný návrh optimalizace je uveden na** odkazu pro jednotlivé kategorie A, B, C, D: popis základní varianty, červeně alternativní řešení, zeleně odkazy na doplňující tabulky.

Mapy, které metodiku doplňují, zobrazují 117 identifikovaných kritických směrových oblouků, které byly ohodnoceny uvedeným postupem. Interaktivní mapa slouží jako orientační podklad, který je vhodné doplnit fyzickou prohlídkou daného místa s cílem komplexního zhodnocení situace a místních podmínek (viz příklady na Obr. 3) a následným stanovením definitivní optimalizace podle Tab. 2

Výsledná metodika byla certifikována Ministerstvem dopravy; mapy byly převzaty ŘSD ČR za účelem použití k identifikaci kritických směrových oblouků. Zjištěné informace budou také použitelné při nastávajících revizích TP 65 a 169. Pro další využívání jsou **všechny výsledky dostupné na webu** http://samo.cdvinfo.cz/

Praktická optimalizace značení ve směrových obloucích podle uvedené metodiky povede k jednotnému a konzistentnímu vnímání rizika – tj. ke zvýšení samovysvětlitelnosti a bezpečnosti. Postup, aplikovaný na silnicích I. tříd, lze v budoucnu adaptovat i na silnicích nižších kategorií. Další rozvoj může být v aplikaci konzistentního dopravního značení nejen ve směrových obloucích, ale na celé silniční síti, jak se aktuálně děje např. v Německu nebo Nizozemí, zavedení jednotných hodnot doporučené a nejvyšší dovolené rychlosti apod.

Článek vznikl v rámci projektu „Zvýšení samovysvětlitelnosti pozemních komunikací pomocí optimalizace směrových návrhových prvků“ (SAMO) Technologické agentury ČR, Programu BETA (TB0200MD062), s využitím výzkumné infrastruktury Dopravního VaV centra (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).