

# Vývoj metodiky sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů

Ing. Jiří Ambros

Ing. Jitka Kafoňková

Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Doc. Ing. Josef Kocourek, Ph.D.

Ing. Dagmar Kočárková, Ph.D.

ČVUT v Praze Fakulta dopravní

Ing. Petr Kozel, Ph.D.

Ing. Michal Rusek, Ph.D.

Ing. Michal Turek, Ph.D.

Ing. Richard Turek, Ph.D.

Fakulta strojní VŠB-TU Ostrava

Článek představuje projekt KONFLIKT, jehož cílem je vytvoření metodiky sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů. Metodika nabízí alternativní přístup k lokálnímu hodnocení bezpečnosti, který je ve srovnání s nehodovými analýzami nejen časově i finančně efektivnější, ale především humánnější – bezpečnost daného místa lze řešit dříve, než dojde k nehodám, zraněním, úmrtím i celospolečenským škodám. Článek uvádí zjištění úvodní rešerše, představuje první pilotní sledování a dosavadní závěry. [Klíčová slova: bezpečnost silničního provozu, dopravní konflikt, sledování, reliabilita, konzistence]

The paper presents the project KONFLIKT aiming to development of a methodology of observation and evaluation of traffic conflicts. Traffic conflict techniques (TCT) offer an alternative approach to road traffic safety assessment. Compared to traditional accident analyses the TCT is more time- and cost-effective and, before all, more human: accidents may be prevented without waiting for them to happen. The paper also shows literature research findings, first pilot observations and current conclusions.

[Keywords: road traffic safety, traffic conflict, observation, reliability, consistency]

## 1. ÚVOD

Projekt KONFLIKT (Metodika sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů v českém prostředí) je projektem první veřejné soutěže Podpory aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje ALFA Technologické agentury České republiky. Doba řešení projektu jsou léta 2011–2013. Jeho příjemcem je Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. (CDV), dalším účastníkem projektu je České vysoké učení technické v Praze, konkrétně Fakulta dopravní (ČVUT FD).

Tradičním přístupem k lokálnímu hodnocení bezpečnosti je sledování charakteristik dopravních nehod, jejich vyhodnocování a vyvozování opatření. Oproti sledování dopravních nehod je v ČR méně tradiční metodou sledování dopravních konfliktů. Jedná se o takové situace, které se blíží nehodovým, ale jsou včas odvráceny, např. změnou rychlosti nebo směru jízdy vozidla. Předností této metody je, že s její pomocí lze odhalit problémy dříve, než dojde k samotným nehodám. Zatímco sledování a vyhodnocování nehod se pohybuje v řádu let, u konfliktů, které jsou čtenější, se pracuje v řádu dnů nebo týdnů. Sledování konfliktů je tedy nejen časově i finančně efektivnější, ale především humánnější – bezpečnost daného místa lze řešit dříve, než dojde k nehodám, zraněním, úmrtím i celospolečenským škodám.

Cílem projektu je vytvořit praktický nástroj hodnocení a řešení bezpečnosti silničního provozu prostřednictvím sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů. Protože však neexistuje jednotná česká metodika, budou nejprve analyzovány stávající zkušenosti. Stávající přístupy budou srovnány a prakticky odzkoušeny za účelem ověření vhodnosti pro české podmínky. Získané zkušenosti budou zúročeny při návrhu výsledné metody nejvhodnější pro české prostředí, která bude popsána v metodice.

Tříletý projekt je aktuálně v druhém roce řešení. Cílem první etapy (2011) bylo především vytvoření důkladné rešerše

české i světové literatury za účelem zmapování aktuálního stavu problematiky. V dalším textu (kapitola 2) jsou uvedeny hlavní závěry rešerše; plný text je volně k dispozici na webu projektu [8]. V kapitolách 3 a 4 jsou popsána dosud realizovaná pilotní sledování a závěry z nich vyplývající.

## 2. DOSAVADNÍ POZNATKY

### 2.1 Stav TCT ve světě

Metody (techniky) sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů, zkráceně TCT (traffic conflict techniques) existují již přes 40 let. Za tu dobu se jejich základní využití soustředilo na **stanovení diagnózy** vybraných míst včetně návrhu opatření. Jedná se zejména o místa, kde nehodová data nejsou spolehlivá nebo úplně chybí. Výběr míst se většinou provádí na základě zvýšeného výskytu nehod nebo na základě stížností a požadavků. Méně se TCT používá jako **hodnotící nástroj** k provádění studií účinnosti bezpečnostních opatření nebo hodnocení bezpečnosti obecně.

Původní způsoby TCT byly **manuální** (osobní sledování na místě); ty však byly záhy podrobeny kritice ohledně svého **subjektivního** principu. Závažnost se totiž určuje pouze na základě dojmu pozorovatele, tj. **kvalitativně**. Totéž platí pro manuální vyhodnocování z videozáznamu.

Jiný přístup je **objektivní**, kdy je snaha hodnotit závažnost konfliktů na základě **kvantitativních** ukazatelů, jako např. vzájemné rychlosti vozidel, času, odstupů apod. Objevily se i kombinace kvalitativních a kvantitativních charakteristik. Snaha o maximální kvantifikovatelnost a objektivitu vedla postupně k poloautomatickým metodám. Dalším krokem vývoje jsou videodetekční systémy, kdy je videozáznam vyhodnocován na základě zmíněných kvantitativních charakteristik.

Již z uvedeného stručného výčtu je zřejmé, že existuje široká škála různých metod TCT. Naskýtá se proto otázka, jak tyto

metody hodnotit nebo srovnávat. K tomu lze využít řadu ukazatelů. **Reliabilita** určuje, zda pozorovatelé dokáží rozpoznat konflikty a jejich závažnost. Rozlišuje se **opakovatelnost** (pozorovatel musí stejný jev zaznamenat vždy stejně) a **konzistence** (stejný jev musí být zaznamenán různými pozorovateli stejně). Nejvyšší **konzistence** byla zjištěna u závažných konfliktů: s klesající závažností roste subjektivita pozorovatelova úsudku. Rozdíly lze minimalizovat důkladným školením pozorovatelů.

**Validita** dále určuje, do jaké míry je TCT schopná popsat dopravní situace a jejich bezpečnost; většinou je chápána jako souvislost s nehodami. Validace, tj. prokázání statistického vztahu mezi konflikty a nehodami, je základní otázkou po celou dobu existence TCT. Protože řada studií nedokázala tento vztah popsat, objevily se i pochybnosti o konceptu TCT a její vypovídací schopnosti. Bez nadsázky lze říci, že tam, kde se nepodařilo závislost dokázat (např. v Německu), TCT nezískala širší uznání a její užití zůstalo jen ve sféře výzkumu; naopak kde validita prokázána byla (např. ve Švédsku), metoda uznání získala a používá se i v praxi.

## 2.2 Stav TCT v ČR

V ČR existují dva směry TCT:

- **manuální sledování** inspirované rakouskou metodikou, zavedené doc. Slabým [6] a používané na ČVUT Fakultě dopravní a Fakultě stavební [2],
- **videoanalýza** zavedená doc. Folprechtem [1], používaná na strojní a stavební fakultě VŠB-TUO [5].

Protože i videoanalýza je prováděna prostřednictvím pozorovatelů, oba způsoby patří mezi tzv. subjektivní metody. Obě jsou používány především ve výuce, typicky zejména při hodnocení bezpečnostních opatření, jako např. přestaveb průsečných křižovatek na okružní. Jiné využití v praxi je nízké. Reliabilita i validita, jakožto klíčové koncepty, byly řešeny pouze okrajově. Vzhledem k izolovanému použití obou metod je zřejmé, že nebyla provedena žádná srovnávací studie.

## 2.3 Co z rešerše vyplývá?

Potenciální uživatel se může ptát: Jaký je význam TCT? Je náhradou nehodových analýz nebo jejich doplňkem? Dává metoda dostatečně vypovídající výsledky (tj. reliabilní a validní)? Který přístup k TCT je vhodnější? Odpovědi na tyto otázky se prolínají a na základě zmíněné rešerše je lze stručně shrnout následovně:

- TCT jsou doplňkem k nehodovým analýzám. Oba přístupy (konflikty i nehody) mají svá omezení a žádný tudíž nemůže být soběstačný; ideální je jejich spojení.
- Validita (statistický vztah mezi konflikty a nehodami) je nutným předpokladem každé vědecké metody. Kvůli její náročnosti existují různé názory na její potřebnost. Každopádně ji však lze chápat i jako „tržní hodnotu“.
- Reliabilitu lze u manuálního záznamu zvýšit důkladným školením pozorovatelů. Alternativním řešením je přechod k (polo)automatickým metodám; do budoucna je východiskem automatizovaná videodetekce.

Souhrnně lze říci, že kvalitnější je ta metoda, která poskytuje reliabilnější a validnější výsledky.

Z těchto bodů přímo vyplývají další kroky projektu: **pokud se má TCT v ČR prakticky aplikovat, musí:**

- **následovat existující validní TCT ze světa nebo**
- **používat metodu ČVUT nebo VŠB, kterou je však potřeba validovat.**

Vzhledem k tradici zmíněných českých postupů, vyvíjených od 70. let, bylo rozhodnuto jít druhou cestou. Protože nutným předpokladem validity je reliabilita, je zřejmé, že pokud se má praktikovat metoda ČVUT nebo VŠB, je nutno prokázat jejich reliabilitu. Ta bude zajištěna vytvořením školicích postupů a manuálů pro školitele a pozorovatele podle prověřených zahraničních vzorů.

## 3. PILOTNÍ SLEDOVÁNÍ

Srovnání dvou existujících českých přístupů k TCT bylo provedeno sledováním situace na vybraných místech pomocí obou metod zároveň a následným srovnáním postupů a výsledků. Z doposud provedených sledování budou uvedena dvě následující:

- sledování křižovatky u haly Kajot Arena (tzv. Rondo) v Brně,
- sledování křižovatky u tzv. Nové auly VŠB-TUO v Ostravě-Porubě.

Cílem sledování nebylo hodnocení míst nebo diagnóza jejich deficitů; účelem bylo především ohodnocení kvality sledování a srovnání přístupů.

### 3.1 Sledování v Brně

Světelně řízená křižovatka ulic Poříčí, Nové Sady a Renneská byla vybrána pro svou komplexnost z hlediska zúčastněných druhů dopravy (individuální i hromadná doprava včetně tramvaje na městském okruhu, dále zvýšený pohyb pěších i cyklistů s blízkou cyklostezkou kolem řeky Svratky). Sledování provedli a vyhodnotili pracovníci CDV a ČVUT FD (spoluautoři článku).

Sledování v celém prostoru křižovatky probíhalo během dopravní špičky po dobu jedné hodiny, kdy byl kromě manuálního zápisu pořízen videozáznam z vyvýšeného místa na hale Rondo. Oba týmy byly nezávislé; cílem bylo získat dvojí výsledky a ty následně porovnat. Během sledování bylo registrováno množství konfliktů, většinou však s nízkou závažností. Objevilo se ale i několik konfliktů vyšší závažnosti. Již zde se objevily rozdíly ve vnímání závažnosti konfliktů. Tyto rozdíly v konzistenci mohly být způsobeny nedostatečným školením, příp. chybějícím předchozím společným prověřením.

Při srovnání výsledků manuálního sledování s analýzou videozáznamu byly zjištěny jisté rozdíly v počtech a závažnostech konfliktů. Avšak nezávisle na těchto rozdílech byly závěry, vyslovené oběma hodnotiteli, totožné. Ze srovnání metod v tomto konkrétním případě vplynuly následující závěry:

- Při hodnocení videozáznamu je přínosné sledovat vždy jen vybranou část křižovatky (analogie sektorového manuálního sledování).
- Nejvyšší množství konfliktů nebylo závažné; ty mají význam i pro celkovou představu o bezpečnosti místa, a tedy pro jeho diagnózu.
- Závažné situace byly vždy registrovány oběma metodami.

### 3.2 Sledování v Ostravě

Sledování proběhlo na křižovatce ulice 17. listopadu a Hlavní třídy, která se nachází v bezprostřední blízkosti areálu VŠB-TUO. Volba této lokality byla dána velkým podílem tranzitní dopravy a vysokou intenzitou chodců. Pozorovací stanoviště bylo zvoleno v budově Nové auly, řidiči tudíž nebyli ovlivněni přítomností pozorovatelů.

Zapojení fakulty bylo zajištěno prostřednictvím jednoho z řešitelů projektu Ing. Jindřicha Friče, Ph.D. (CDV), který je zároveň externím pedagogem v Institutu dopravy FS VŠB-TUO. Sledování provedli studenti předmětu Organizace a řízení dopravy, organizaci a vyhodnocení zajistili tehdejší doktorandi (spoluautoři článku).

Protože se sledování účastnilo celkem 16 studentů, naskytla se zároveň možnost studia jejich konzistence. Sledování navíc proběhlo třikrát po sobě v rámci jednoho měsíce, vždy po dobu dvou hodin. Při analýze získaných záznamů však byla zjištěna rozdílná kvalita způsobená odlišným přístupem jednotlivých studentů. V průběhu sledování byly zaznamenány přestupky převážně nízké závažnosti, ovšem v některých případech s vyšší četností. V některých záznamech byly zjištěny rozdíly dané méně zodpovědným přístupem některých studentů; ty se týkaly pouze vybraných pozorovatelů, a to během všech tří sledování. Přestože pozorovatelé absolvovali stejné školení, potřebné konzistence nebylo dosaženo.

Hlavním cílem sledování v Ostravě však bylo, podobně jako v Brně, srovnání manuálního sledování a videozáznamu. Videozáznam byl proto následně vyhodnocen nezávislými pozorovateli, kteří se neúčastnili manuálního sledování. Z výsledků je však zřejmé, že shoda nastala jen u nejvíce závažných konfliktů; u většiny ostatních konfliktů byl mezi oběma metodami značný rozptyl. Podrobné výsledky přináší zpráva [4].



Závažnost	Typ konfliktu
<input checked="" type="radio"/> špatně	<input checked="" type="radio"/> správně
<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> žádný
<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> připojení
<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> obožnění
<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> křížení
	<input type="radio"/> zezadu
	<input type="radio"/> s chodci
	<input checked="" type="radio"/> vyklizení
	<input type="radio"/> průplet

Obr. 1 Ukázka hodnocení videozáznamu dopravního konfliktu ve školící aplikaci

## 4. DOSAVADNÍ ZÁVĚRY

### 4.1 Závěry ze sledování

Jak již bylo zmíněno, projekt se aktuálně nachází v první fázi: proběhla rešerše a její poznatky jsou zhodnocovány. I proto proběhla řada sledování, jejichž cílem bylo kritické posouzení stávajících postupů. Jedním ze zjištění je, že nejvyšší konzistence bylo dosaženo v případě závažných konfliktů. To bylo ověřeno i na výsledcích dalších sledování, která na řadě lokalit provedli studenti ČVUT FD; z nich uvedeme dva příklady:

- Děčín, okružní křižovatka ulic Dělnické, Jiřího z Poděbrad, Slovanské, Ruské a Hankovy,
- křižovatka u Jiráskova náměstí v Praze.

Ke každému z těchto míst jsou v tabulce uvedeny počty zaznamenaných závažných konfliktů. Míra jejich meziroční konzistence je zhodnocena párovým korelačním koeficientem, který by měl dosahovat minimálně hodnoty 0,7 [9]. Toto kritérium bylo v uvedených výsledcích až na jednu výjimku splněno.

Tab. 1 Hodinová četnost závažných konfliktů ze tří sledování na okružní křižovatce v Děčíně

rok sledování	hodinová četnost závažných konfliktů					párový korelační koeficient
	rameno 1	rameno 2	rameno 3	rameno 4	rameno 5	
2007	2	0	4	13	5	$r_{2007,2009} = 0,90$
2009	5	5	3	16	9	$r_{2009,2010} = 0,93$
2010	4	5	1	10	8	$r_{2007,2010} = 0,68$

Tab. 2 Hodinové četnosti závažných konfliktů ze sledování na křižovatce u Jiráskova náměstí v Praze

doba sledování	hodinová četnost závažných konfliktů				párový korelační koeficient
	rameno 1	rameno 2	rameno 3	rameno 4	
dopolední špička	10	5	2	0	$r_{dop,odp} = 0,97$
dopravní sedlo	11	3	0	0	$r_{sed,odp} = 0,91$
odpolední špička	10	1	3	0	$r_{dop,odp} = 0,88$

Sledování na Jiráskově náměstí v Praze proběhlo v jednom dni, a to v době dopolední špičky, dopravního sedla i odpolední špičky. Každé období sledovala jiná skupina studentů – z velikosti párových korelačních koeficientů je však opět zřejmá dostatečná konzistence jejich pozorování. Sledování ve třech denních obdobích posloužilo i ke zjištění, zda variace dopravy mají vliv na dopravní konflikty. Z uvedených hodnot je zřejmé, že počty jsou relativně stabilní; dále bylo zjištěno, že se nemění ani zaznamenané typy konfliktů. Více informací k tomuto sledování bylo uvedeno v příspěvku na mezinárodní konferenci [3].

Zmíněná shoda však nebyla dosažena u všech sledování, jak bylo uvedeno např. u sledování v Ostravě. Je tedy zřejmé, že – nezávisle na zvolené metodě – nejslabším článkem pomyslného řetězu sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů je právě fáze školení. Je nutno zajistit dostatečně konzistentní pozorování; sledování neadekvátně vyškolených pozorovatelů neposkytne reliabilní data.

Dále je zřejmé, že použití studentů má svá specifika, např. výběrovou chybu vzdělání a věku nebo variabilní motivaci. Pokud má popisovaný projekt poskytnout metodiku aplikova-

telnou do široké praxe se vši heterogenitou potenciálního personálu, bude nutno zaměřit se i na jiné možnosti. Proto bylo rozhodnuto, že nutnou podmínkou je vývoj metodiky školení včetně elektronické školící aplikace s využitím videoukázek.

## 4.2 Školící aplikace

Za účelem dosažení maximální konzistence mezi pozorovateli byl zahájen vývoj webové školící aplikace. Ta je tvořena řadou videoukázek dopravních konfliktů, které byly řešitelským týmem ohodnoceny svým typem a závažností. V současné době je v aplikaci celkem 77 videoukázek (viz ukázka na obr. 1) a je dále naplňována. Její pracovní verze je veřejně přístupná na webu projektu [7]. Ve výsledné podobě uživatel ohodnotí soubor náhodně vybraných videoukázek podle svého vlastního vnímání a na konci bude moci vidět svůj výsledek. Čím bude shoda s expertním hodnocením vyšší, tím bude vyšší konzistence pozorovatelova hodnocení. Bude možno hodnotit míru konzistence s ohledem na typ i závažnost konfliktů (v kapitole 3 byla pro stručnost hodnocena jen shoda ohledně závažnosti konfliktů).

V závěru bude celý proces školení, sledování a vyhodnocení následující (viz obr. 2):



**Obr. 2** Schéma plánovaného procesu školení, sledování a vyhodnocení. Tenké šipky označují krok zpět v případě zjištění nízké konzistence.

- 1) Výklad teorie dopravních konfliktů (základ bude i v úvodu školící aplikace), příklady typických situací.
- 2) Otestování ve školící aplikaci; v případě nízké konzistence zopakování teorie. Při testování bude možno prostřednic-

## Literatura

- [1] Folprecht, J. Dosavadní vývoj a perspektivy metody sledování a hodnocení konfliktních situací v silničním provozu. *Silniční obzor*, 2/2000, roč. 61, s. 39-44.
- [2] Kocourek, J. Metodika sledování dopravních konfliktů. ČVUT, Praha, 2011. ISBN 978-80-01-04681-4.
- [3] Kocourek, K., Kočárková, D., Padělek, T. Sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů v rámci projektu „Konflikt“. Bezpečnost dopravy na pozemných komunikacích: zborník přednášek, 19.-21.9.2012, Senec, s. 15-20. Kongres STUDIO, Bratislava. ISBN 978-80-89565-04-7 (<http://konflikt.cdvinfo.cz/file/sledovani-a-vyhodnocovani-dopravnich-konfliktu-v-ramci-projektu-konflikt/>).
- [4] Kozel, P. Možný přístup k vyhodnocení počtu dopravních nehod při sledování konfliktních situací. VŠB-TU Ostrava, Fakulta strojí,
- Instytut dopravy, 2012 (<http://opvk.cdvinfo.cz/file/mozny-pristup-k-vyhodnoceni-poctu-dopravnich-nehod-pri-sledovani-konfliktnich-situaci/>).
- [5] Křivda, V. Videoanalýza konfliktních situací a její využití v praxi. *Silniční obzor*, 12/2006, roč. 67, s. 342-347.
- [6] Slabý, P. Aktivace výzkumu dopravní nehodovosti v letech 1996–1999. *Silniční obzor*, 2/1997, roč. 58, s. 53-56.
- [7] <http://konflikt.cdvinfo.cz/aplikace/>
- [8] <http://konflikt.cdvinfo.cz/file/reserse/>
- [9] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Reliabilita>

## Lektorský komentář

Vzhledem k tomu, že se problematikou sledování dopravních konfliktů na VŠB-TU Ostrava zabývám již od roku 1998, velice jsem uvítal předložený příspěvek, který ukazuje na další výzkum v dané problematice. Připravovaná metodika bude zcela jistě významným přínosem pro odborníky zabývající se projektováním dopravních staveb a dopravně-inženýrskými problémy a bude velice zajímavé a podnětné sledovat další kroky v řešení projektu KONFLIKT a rovněž jeho výsledky, ať už na webových stránkách řešitelů anebo v některém z odborných časopisů.

Problematikou sledování dopravních konfliktů, konkrétně pomocí videoaparatury, se v současnosti zabýváme na Katedře dopravního stavitelství Fakulty stavební VŠB-TU Ostrava při řešení projektů či jiné výzkumné činnosti. Tato metoda byla mj. využita v rámci projektu výzkumu a vývoje č. CG911-008-910 Ministerstva dopravy ČR „Vliv geometrie stavebních prvků na bezpečnost a plynulost provozu na okružních křižovatkách a možnost predikce vzniku dopravních nehod“, řešeného na naší katedře. Řešitelům projektu KONFLIKT se tak nabízí možnost spolupráce, díky které mohou využít naše zkušenosti při řešení svého projektu.

**Ing. Vladislav Křivda, Ph.D., VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství**

tvím vícenásobného hodnocení videoukázek vyzkoušet i opakovatelnost.

- 3) Krátké zkušební sledování a srovnání záznamů za účelem ověření konzistence mezi pozorovateli; v případě nízké konzistence zopakování testů ve školící aplikaci, případně výkladu teorie.
- 4) „Ostré“ sledování; pozorovatelé již hodnotí dostatečně konzistentně.
- 5) Společné vyhodnocení záhy po ukončení sledování.

## 4.3 Další kroky projektu

Jak bylo uvedeno, cílem projektu je vývoj metodiky: ta bude popisovat doporučený postup školení, sledování i vyhodnocení bezpečnosti na základě výskytu dopravních konfliktů. Protože nejdůležitější částí celého procesu je školení, je vyvíjena webová školící aplikace.

Vyvíjená metodika je zároveň průběžně prakticky prověřována na řadě vybraných míst. Ta nezahrnují jen křižovatky v intravilánu, kde se doposud prováděla většina dosavadních konfliktních studií; zohlední např. i místa v extravilánu nebo železniční přejezdy. Cílem je získání dostatečného množství zkušeností k vytvoření kvalifikované metodiky, která bude použitelná v praxi.

O dalších krocích a výsledcích projektu bude odborná veřejnost informována prostřednictvím publikací i projektového webu.

Popisované činnosti byly provedeny za podpory projektu Technologické agentury České republiky č. TA01030096 „Metodika sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů v českém prostředí“ a výzkumného záměru Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy č. MSM 6840770043 „Rozvoj metod návrhu a provozu dopravních sítí z hlediska jejich optimalizace.“