

**České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta dopravní**

**Czech Technical University in Prague  
Faculty of Transportation Science**

Ing. Josef Kocourek, Ph.D.

**Vyhodnocení závažnosti identifikovaných rizik při provádění  
bezpečnostních inspekcí pozemních komunikací**

**Classification of the severity of identified risks by Road Safety  
Inspection**

## **SUMMARY**

According to the upcoming concept "National Road Safety Strategy 2011 - 2020" (hereinafter the "Strategy 2020") the most important goal is supposed to reduce the serious consequences of accidents by 2020 (the number of road traffic fatalities) to the average level of European countries and also reduce the number of seriously injured people by 40%. One of the key activities of the Action Programme "Strategy 2020", call for safer road infrastructure according to the EU Directive 2008/96/EC on Infrastructure Safety Management. In this respect, both for mapping and for monitoring of the existing road network the most appropriate instrument seem to be so called the Road Safety Inspections.

According to the experience (reduction in funding of the existing roads - maintenance and reconstruction) it seems to be necessary to connect this approach with the following procedure: how should be compiled specific top spot of problematic road segments and points (identified by road safety analysis), which should be solved first?

The main goal was therefore to set up a methodology design how to define the level of risk based on identified imperfections during realization of the road safety inspections (to verify the road safety inspection process roads II. and III. classes have been selected). Another goal was to specify from safety risks whether there are either hazardous locations or line problems on examined route (and to define the imaginary rank of safety). In this context the possibility to apply so-called cluster analysis (respectively clustering) was verified (Modeling with mixtures of components).

This methodology with its findings can be used either as additional material to already issued Methodology of Road Safety Inspection (Transport Research Centre, 2009) or for further research of traffic safety on roads in the Czech Republic. This methodology is also suitable for chapter "safe road" of Action Programme "Strategy 2020" (K1.2 activity - classification of the impact on safety, road safety inspection, elimination of black spots on the roads of I. and II. classes and on the basic communication network of cities).

## SOUHRN

Podle připravované koncepce „Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011 – 2020“ (dále jen „Strategie 2020“) má být nejdůležitějším cílem snížit do roku 2020 závažné následky nehod, tj. počet usmrcených v silničním provozu, na úroveň průměru evropských zemí a současně i snížit o 40 % počet těžce zraněných osob. Jednou z klíčových aktivit Akčního programu Strategie 2020 je výzva na zvýšení bezpečnosti silniční infrastruktury podle evropské směrnice č. 2008/96/ES o řízení bezpečné silniční infrastruktury. V této souvislosti se pro mapování a zároveň kontrolu stávající silniční sítě jeví jako nejvhodnější nástroj tzv. Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací.

Zkušenosti z praxe (stále méně financí na údržbu a obnovu stávajících komunikací) však důrazně žádají k tomuto přístupu připojit i postup, jakým způsobem by měl být sestaven určitý pomyslný žebříček problémových úseků a bodů (zjištěných bezpečnostní analýzou), které by měly být řešeny přednostně.

Cílem bylo tedy za prvé vytvořit návrh metodiky stanovení míry rizika na základě identifikovaných nedostatků při provádění bezpečnostních inspekcí (k ověření procesu bezpečnostní inspekce byly vybrány silnice II. a III. tříd). Dále byla ověřena v této souvislosti možnost využití tzv. shlukové analýzy, resp. klastrování (Modelování pomocí směsi komponent) a to z důvodu, abychom mohli z jednotlivých bezpečnostních rizik stanovit, zda se na zkoumané trase jedná o nebezpečné body nebo liniové problémy (a stanovit pomyslné pořadí bezpečnosti).

Takto pojatá metodika i s jejími závěry může sloužit buď jako doplňkový materiál k již vydané Metodice bezpečnostní inspekce pozemních komunikací (CDV, 2009) nebo pro další rozvíjení výzkumu bezpečnosti dopravy na pozemních komunikacích v České republice. Metodika je ale také vhodná jako detailní podklad pro základní složku „bezpečná pozemní komunikace“ Akčního programu „Strategie 2020“ (aktivita K1.2 – hodnocení dopadu na bezpečnost, bezpečnostní inspekce, odstraňování nehodových lokalit na silnicích I. a II. tříd a na základní komunikační síti měst a obcí).

**Klíčová slova:** bezpečnostní audit pozemních komunikací, bezpečnostní inspekce pozemních komunikací, hodnocení bezpečnosti silničního provozu, dopravní konflikty (skoronehody), dopravní nehody

**Keywords:** road safety audit, road safety inspection, road safety reviews, traffic conflicts; traffic accidents

## **OBSAH**

<b>1. NÁVRH POSTUPŮ PŘI IDENTIFIKACI RIZIK V RÁMCI PROVÁDĚNÍ BEZPEČNOSTNÍCH INSPEKČÍ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Projekt EuroRAP .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Návrh školicího materiálu pro bezpečnostní inspektory .....</b>	<b>8</b>
1.2.1 Bezpečné utváření komunikací – hlavní principy .....	8
1.2.1.1 Směrové oblouky .....	9
1.2.1.2 Dopravní značení a zařízení .....	10
1.2.1.3 Avizování křížovatek .....	11
1.2.1.4 Stavebně technické poměry .....	12
1.2.1.5 Pevné překážky u pozemní komunikace .....	13
1.2.1.6 Stav vozovky.....	14
1.2.1.7 Pěší a cyklistická doprava .....	14
1.2.2 Školení o bezpečném utváření pozemních komunikací.....	15
<b>1.3 Technika provádění bezpečnostních inspekcí na pozemních komunikacích .....</b>	<b>17</b>
<b>2. VYHODNOCENÍ IDENTIFIKOVANÝCH NEDOSTATKŮ A RIZIKOVÝCH FAKTORŮ .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Stanovení míry rizika v závislosti na sledovaných parametrech .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Modelování pomocí směsi komponent .....</b>	<b>23</b>
<b>3. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ.....</b>	<b>27</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>29</b>
<b>CURRICULUM VITAE .....</b>	<b>30</b>

## 1. NÁVRH POSTUPŮ PŘI IDENTIFIKACI RIZIK V RÁMCI PROVÁDĚNÍ BEZPEČNOSTNÍCH INSPEKČÍ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

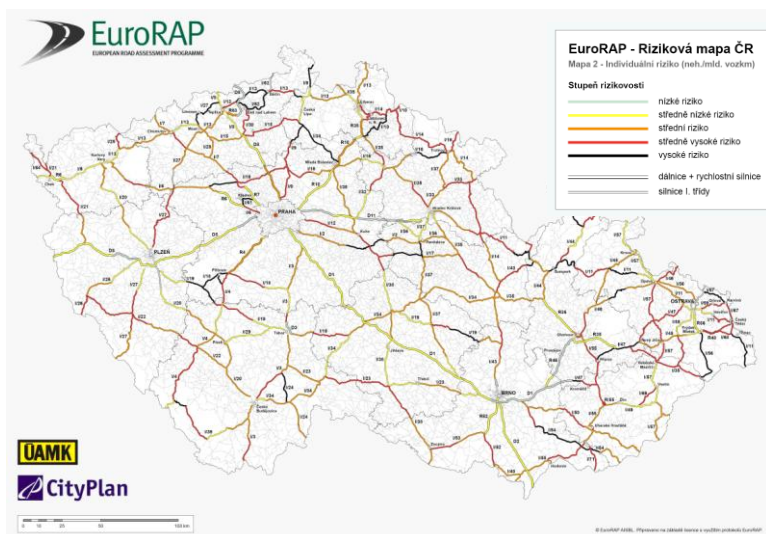
V současné době se v ČR zpracovává nová koncepce Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011 - 2020 (dále jen Strategie 2020), jejímž klíčovým cílem je snížit do roku 2020 závažné následky nehod, tj. počet usmrcených v silničním provozu, na úroveň průměru evropských zemí a současně i snížit o 40 % počet těžce zraněných osob. Strategie 2020 má vycházet z tzv. „Vize 0“ (lit. [1]), která v dlouhodobém horizontu předpokládá bezpečný dopravní systém, v němž nedojde ke smrtelnému úrazu nebo těžkému zranění. Tuto vizi je potřeba brát v úvahu jako dlouhodobý cíl a princip dopravně-bezpečnostní politiky, kterému se budou postupně přibližovat všechny členské země EU. Jedno z hledisek naplňování „Vize 0“ je dlouhodobé a postupné vytváření bezpečného dopravního prostředí, které respektuje limity lidského organismu a minimalizuje dopady chybného chování. V této souvislosti se pro kontrolu stávající silniční sítě jeví jako nejvhodnější nástroj tzv. **Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací**. Jako základ lze pro provádění bezpečnostní inspekce v ČR využít publikaci „Metodika bezpečnostní inspekce pozemních komunikací“, kterou vydalo CDV v lednu 2009 v Brně (lit. [8]). Tato **literatura** však **neobsahuje detailnější popis kroků k „doplňkovým technickým rozborům“**.

Protože se zvyšujícím se průměrným stářím silniční infrastruktury a jejím nedostatečným financováním se geometrickou řadou zvýšily nároky i náklady na její údržbu (a současně analyzovaných problémů na stávající silniční síti je mnoho – především na silnicích II. tříd), **vyvstal v praxi požadavek**, aby součástí výsledku bezpečnostní analýzy bylo vždy stanoveno, jakým způsobem by měl být **sestaven určitý pomyslný žebříček problémových úseků a bodů, které by měly být řešeny přednostně**.

### 1.1 Projekt EuroRAP

EuroRAP (European Road Assessment Programme, tj. Program na hodnocení evropských silnic) je mezinárodní nezisková asociace se sídlem v Belgii. Jejími členy, odpovědnými za realizaci EuroRAP v jednotlivých evropských zemích jsou národní autokluby, resp. jiné motoristické organizace. EuroRAP sdružuje v současnosti více než 30 participujících organizací. Program EuroRAP je realizován pomocí dvou hodnotících kritérií:

- a) RRM (Risk Rate Map) slouží k zmapování silniční sítě podle počtu a závažnosti dopravních nehod. Po vyhodnocení vstupních údajů tak vznikne mapa, která barevně odlišuje jednotlivé komunikace podle rizika (riziková mapa ČR viz obr. 1.1)
- b) RPS (Road Protection Score) slouží k hodnocení kvality dálnic a silnic I. a II. třídy co se týče bezpečnosti silničního provozu. Zahrnuje kritéria, jako např. vybavení svodidlem, počet a druh křižovatek, kvalitu krajnic, úpravu okolí pozemních komunikací, přehlednost, separaci chodců a cyklistů od automobilové dopravy atd. Na základě komplexního hodnocení jsou pak jednotlivé komunikace hodnoceny hvězdičkami (Road Star Rating) v počtu od 1 do 4.



Obr. 1.1 Riziková mapa ČR sestavená z nehodovosti za roky 2005 – 2007 (zdroj: [www.eurorap.org](http://www.eurorap.org)).

Konečným cílem programu EuroRAP je přispět ke společnému boji proti úmrtím na silnicích, který ve svém memorandu vyhlásila EU.

**Nevýhodou** tohoto přístupu **je jeho makroskopický pohled**. Sice se označí nebezpečné úseky, ale pro odstranění problematických lokalit je třeba detailnější analýzy.

Existuje řada metod a publikací zabývajících se analýzou nehod v závislosti na stavebních úpravách nebo ekonomických ztrátách. Avšak díky stále rostoucí propasti mezi nehodami hlášenými a těmi, co si vyřeší řidiči sami mezi sebou a pojišťovnami, by neměla být nehodová analýza jediným směrodatným bezpečnostním ukazatelem. Navíc v souvislosti s problematikou získání potřebných nehodovostních dat je nutno zmínit úzkou vazbu na staničení komunikací. Zde jsou nepříjemné zejména tři oblasti:

- formální nejednotnost staničení komunikací v rámci působnosti různých organizací (ŘSD, Policie ČR atd.),
- obtížnost nebo i nemožnost přesné lokalizace místa dopravní nehody v důsledku absence nebo závad staničení v praxi,
- nejednotnost nehodovostních dat různých systémů (již zmíněná webová aplikace JDVM a např. topografická sestava dopravních nehod).

Kapitola 2 nastiňuje jiné možnosti, jak identifikovat a vyhodnocovat nedostatky z bezpečnostních analýz.

## **1.2 Návrh školicího materiálu pro bezpečnostní inspektory**

### **1.2.1 Bezpečné utváření komunikací – hlavní principy**

Člověk je tvor omylný a omylným zůstane. I rozborů nehod signalizují, že většina nehod jde na vrub často banálních lidských selhání. Proto je potřebné utvářet na pozemních komunikacích takové prostředí, které chybování člověka co nejvíce omezí, resp. zaslouží se o to, aby následky případné chyby byly co nejmenší.

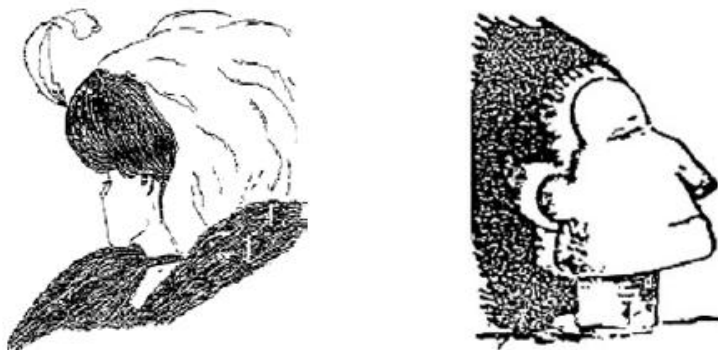
V rámci školení je potřeba soustředit se na takové situace, které mají negativní vliv na řidičovo chování. Důraz by měl být kladen na různé optické iluze (problematika viz obr. 1.2). Ty totiž mohou vést k různým nesprávným odhadům rychlosti, vzdálenosti, směru, šířky pruhu, poloměru oblouku atd.

Hlavní principy vyhledávání rizik na pozemních komunikacích popsané v následujících kapitolách vychází z poznatků bezpečnostních inspekcí prováděných na silnicích II. a významných III. tříd ve Středočeském kraji. Důvodem, proč je nutné se zaměřit na silnice pod krajskou správou, je stále vysoká nehodovost a smrtelné následky, které se na těchto komunikacích každým rokem vyskytují. Prvním cílem je proto definovat základní bezpečné prvky, které by měla mít každá komunikace tak, aby byl



zabezpečen alespoň základní bezpečnostní standard dopravní infrastruktury (tj. uplatňovat principy samovysvětlující a promíjející komunikace). Inspektoři by se tedy měli soustředit především na

- směrové oblouky,
- dopravní značení,
- avizování křižovatek,
- stavebně technické poměry (např. přechody z extravilánu do intravilánu),
- pevné překážky u pozemní komunikace,
- stav vozovky,
- pěší a cyklistickou dopravu,
- apod.



Obr. 1.2 Optická iluze – je vlevo mladá nebo stará žena a vpravo indián nebo eskymák? (zdroj: PIARC, 2003)

### 1.2.1.1 Směrové oblouky

Stejně jako kdekoliv jinde na silnici, rozhledové podmínky musí být v každém bodě směrového oblouku dostatečné tak, aby umožnily bezpečné zastavení vozidla. Různé překážky umístěné uvnitř zatáčky, jako jsou násypy, bujná vegetace, stavební objekty, atd., mohou zakrývat rozhled.

Nejkritičtější jsou však takové oblouky, které jsou z dálky velmi špatně rozpoznatelné. Na příkladu v obrázku 1.3 je silnice III/27937 u výjezdu z obce Vlčí Pole. Zdánlivě silnice pokračuje vpravo. Na snímku 1.4 je pak vidět, že silnice je v ostrém levém oblouku. Z toho plynou následující doporučení:

- zvýraznit okraje směrového oblouku (označené stromy, svodidla, dopravní značení),
- zlepšit viditelnost varovného značení před zatáčkou (např. aplikací vodící tabule Z3).



Obr. 1.3 Optický klam – není jasné, kam silnice III/27937 po 100 m pokračuje. Vpravo?



Obr. 1.4 Totéž místo, ale o 100 m dále. Ostrá levotočivá zatáčka v hlavním směru silnice III/27937. Vedlejší směr vpravo je lesní cesta.

Když musejí řidiči zpomalit před vjezdem do zatáčky, musejí být odpovídajícím způsobem informováni o požadované změně rychlosti. Navíc ke svislému dopravnímu značení označujícím blížící se zatáčku (A1 – zatáčka) může být použito několik dalších typů varovných zařízení jako např. směrové šipky (vodorovné dopravní značení), zvukové pásy na vozovce, atd. V jistých případech je možné umístit před zatáčkou svislou dopravní značku IP 5 - doporučená rychlost.

Druh a intenzita varování musí být přizpůsobena místním podmínkám, kategorii silnice, požadovanému zpomalení rychlosti, neočekávanosti typu zatáčky, její viditelnosti a riziku konfliktu v dopravě. Použití stejného typu varovných prvků pro stejnou situaci na komunikaci je vřele doporučováno, aby se zabránilo chybám řidičů.

### 1.2.1.2 Dopravní značení a zařízení

Umístění dopravního značení se řídí platnými TP 65 (Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích). Tato technická ustanovení jsou v řadě míst porušována (obr. 1.5). Dále je nutné prověřovat i správné umístění vodorovného dopravního značení. Problém si ukážeme na následujícím příkladě silnice II/272. Na přímém dlouhém úseku splývá opticky komunikace v jeden celek a protisměr je zdánlivě volný. Díky střední podélné čáře přerušované řidič vyhodnotí situaci jako bezpečnou

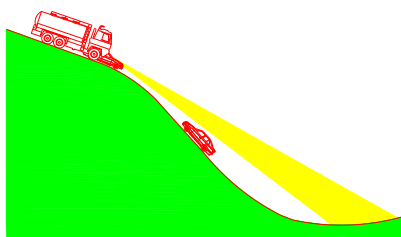
a provede předjížděcí manévr (obr. 1.6). Ve chvíli, kdy je už skoro u přídi nákladního vozu, se objevuje protijedoucí osobní vozidlo, které po celou dobu bylo schováno za malým vrcholovým obloukem (obr. 1.7 a 1.8). Na tomto úseku by tedy neměla být střední přerušovaná čára, ale podélná čára souvislá (V1a), neboť současná situace vytváří z lokality velmi rizikové místo.



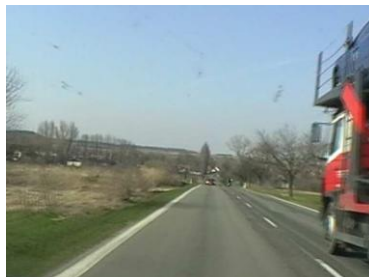
Obr. 1.5 Špatné umístění dopravního značení (Brandýs nad Labem).



Obr. 1.6 Počátek předjížděcího manévru na přímém volném úseku.



Obr. 1.7 Kritický podélný profil silnice II/272.



Obr. 1.8 Na úseku bylo skryté vozidlo za vrcholovým obloukem, který řidič nerozpoznal, tomu mělo napomoci vodorovné dopravní značení.

### 1.2.1.3 Avizování křižovatek

Každá křižovatka má být dostatečně předem avizována. Například ve Středočeském kraji jsou na řadě lokalit umísťovány ve směru jízdy dřív svislé dopravní značky upravující přednost než svislé informativní značky směrové. Jednak podle TP 65 (Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích) by to mělo být opačně a jednak řidič, který je v křižovatce, si už nemusí pamatovat, která z komunikací byla hlavní a která vedlejší.

Kromě různých zakrytí dopravního značení před křižovatkou (obr. 1.9), je také důležité potlačovat tzv. psychologickou přednost. Jedná se o taková místa, kde řidič jedoucí ke křižovatce po vedlejší komunikaci má díky okolním podmínkám pocit, že je na hlavní (viz obr. 1.10).



Obr. 1.9 Příklad špatného svislého dopravního značení před křižovatkou (Žebrák).



Obr. 1.10 Příklad psychologické přednosti, kde svislé dopravní značení P6 (Stůj, dej přednost v jízdě) zaniká mezi ostatními informacemi (Brno).

#### 1.2.1.4 Stavebně technické poměry

Pozemní komunikace na svých přechodových úsecích by měla poskytovat řidiči jednoznačnou informaci o změně dopravního prostoru a to tím způsobem, aby řidiči měli dostatek času na adaptaci na novou situaci.



Obr. 1.11 Špatný příklad řešení vjezdové brány na silnici II/240 na začátku obce Tursko. Klasická zástavba je od tohoto místa vzdálena 400 m. Vlivem vysoké nehodovosti musel být v roce 2010 ostrůvek zrušen (foto: Ing. L. Chorváthová)

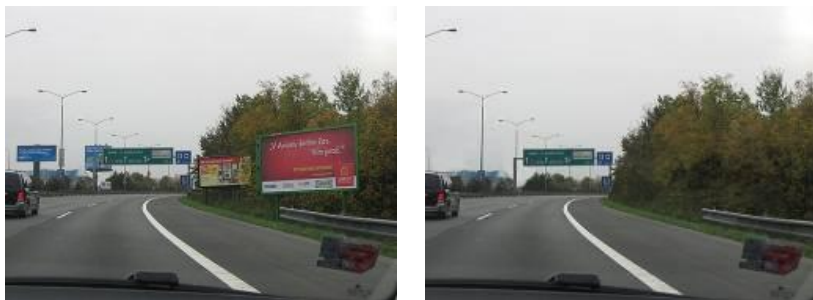


Obr. 1.12 Křižovatka v Horoměřicích funguje jako parkoviště. Sněh ukazuje skutečnou využitou plochu. Značka „stůj, dej přednost v jízdě“ je v přímém směru nesmyslně dvakrát a chodník je naznačen dlouhou zebrou (vpravo u zdi).

Při přechodu z mimoměstské do městské oblasti by měli být řidiči vybaveni dostatečnými informacemi, které zajistí, že bude snížena rychlost na stupeň umožňující bezpečné dopravní operace. Ke snižování rychlosti může přispět několik dopravně zklidňovacích opatření. Obecně se však vytvořila domněnka, že navržená opatření musí být nutně drahá. K tomu, aby vše fungovalo, někdy stačí jednoduché řešení. Ovšem jednoduchost nemá vést k vytvoření nebezpečné lokality – špatný příklad opatření je na obr. 1.11. Dalším problémem průtahů silnic obcemi jsou často velké asfaltové plochy s nejednoznačnou funkcí (různé návsi nebo velké křižovatky jako na obr. 1.12).

#### 1.2.1.5 Pevné překážky u pozemní komunikace

Kromě nezabezpečené vzrostlé zeleně, trubních propustků, zábradlí nebo protihlukových stěn jsou současným velkým problémem reklamní poutače (billboardy). Důvodů pro vykázaní reklamy na relativně bezpečná místa pro instalaci reklamního prvku (nejčastěji právě billboardu, firemní tabule apod.) je hned několik. Kromě nežádoucího odpoutávání pozornosti řidiče od důležitých dopravních informací (obr. 1.13) a evidentního zakrytí dopravního značení existují i další, méně nápadné až skryté vlivy reklamy, které jsou nebezpečné silničnímu provozu. Svým umístěním i provedením může vytvářet zrakové iluze, klamné představy o skutečném vedení cesty, tvaru křižovatky, terénu apod.



Obr. 1.13 Dálnice D1 v Praze směr Brno, před exitem Chodov – reálný stav a vpravo vizualizace bezpečného stavu, kdyby reklamy zde nebyly – v tu chvíli jsou správně dominantní jen směrové tabule (zdroj: [www.nechceme-billboardy.cz](http://www.nechceme-billboardy.cz)).

### 1.2.1.6 Stav vozovky

Cestmířtři jsou podle stávající legislativy povinni provádět tzv. běžnou (rutinní) prohlídku závad ve sjízdnosti (schůdnosti) komunikace (zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích<sup>1</sup>, resp. vyhláška č. 104/1997 Sb.). Při bezpečnostní inspekci na pozemních komunikacích nelze pochopitelně špatný technický stav komunikace přehlížet. Na řadě míst České republiky je nutné v neposlední řadě zlepšit povrchy vozovek a to především odstraněním výtluků, děr a nerovností ve vozovkách (obr. 1.14). Současný stav v Česku je obecně, v důsledku dlouhodobého podfinancování a tím nesystematické údržby, špatný. V rámci zvýšení bezpečnosti by mělo docházet k zajištění kvalitních protismykových povrchů vozovek – pro prevenci nehod za mokra. V současném stavu má řada vozovek tak špatné protismykové vlastnosti za mokra, že součinitel tření (za mokra) se přibližuje součiniteli tření na ledě. Pro řidiče jsou tyto úseky o to zrádnější, že za sucha vozovky adhezně vyhovují a řidič zvýšenou kluzkost za mokra neočekává. Pokud řidič musí na takovýchto vozovkách za mokra prudčeji brzdit nebo měnit směr jízdy, vozidlo se dostane do smyku a důsledkem je zvýšená nehodovost za mokra.



Obr. 1.14 Výtluky na silnici nutí řidiče k jízdě ve středu komunikace. To může vést k nebezpečným konfliktním situacím (zdroj: [www.boskovice.cz](http://www.boskovice.cz)).

### 1.2.1.7 Pěší a cyklistická doprava

Tato problematika bývá dost často zcela zanedbávána. Ochrana pěších a cyklistů by měla být samozřejmostí nejen v intravilánových úsecích silničních průtahů, ale také v extravilánovém prostředí. Největším problémem jsou nenormové délky přechodů, které mohou být velmi nebezpečné zvláště, když vedou zpoza zaparkovaných vozidel (viz obr. 1.15) nebo do zastávek veřejné hromadné dopravy, resp. přímo do plochy, kde staníči autobusy (viz obr. 1.16).

---

<sup>1</sup> V současné době se projednává změna zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích (zákon by měl upravovat problematiku bezpečnostních inspekci pozemních komunikací).



Obr. 1.15 Průtah II/240 ve Velvarech. Nebezpečná situace vzniká zakrytím přechodu pro chodce parkujícím vozidlem.



Obr. 1.16 Průtah silnice II/608 v obci Klíčany s dlouhým přechodem pro chodce mířícím do zastávky MHD, resp. do prostoru, kde staničí autobus. Řidiče může zaujmout akční cena brambor a značku IP 6, byť zvýrazněnou, tak může snadno přehlédnout.

### 1.2.2 Školení o bezpečném utváření pozemních komunikací

I když inspekce není oficiálně kontrolou dodržování ČSN, přesto je nutné, aby inspektoři byli vyškoleni alespoň v základním kurzu o moderním bezpečném utváření pozemních komunikací. Bez znalosti základních principů projektování komunikací není možné kvalifikovaně podávat podněty k úpravám, které už pochopitelně musí dále zpracovat odborník. Protože touto problematikou se zabývá ČVUT v Praze Fakulta dopravní – konkrétně Ústav dopravních systémů, bylo by vhodné, aby toto pracoviště mohlo školit vhodné adepty a udílet jim příslušné potvrzení o absolvování odborných seminářů. Mimo jiné, v roce 2007 spolupracoval autor této habilitační přednášky s CDV při organizaci seminářů o bezpečném utváření komunikací v rámci školení bezpečnostních auditorů. Na základě těchto zkušeností je níže navržena struktura a obsah kurzu školení (viz obrázek 1.17). Navrhovaný vzdělávací kurz je vhodný nejen pro případné cestmistry příslušných silničních správy, ale také i pro studenty ČVUT v Praze.

TÉMA ŠKOLENÍ: Bezpečné utváření pozemních komunikací.

CÍLOVÁ SKUPINA: Cestmistři, bezpečnostní inspektoři a auditoři pozemních komunikací.

POČET ÚČASTNÍKŮ: 10 – 15 účastníků (ideálně by se měli školení účastnit cestmistři z jedné Správy a údržby silnic).



**POČET REALIZOVANÝCH ŠKOLENÍ:** Školení bude realizováno odděleně pro jednotlivé SÚS, aby mohli účastníci seminářů diskutovat specifické problémy příslušných lokalit.

**DĚLKA:** Třídenní školení. První den 5 hod. 15 min. plus exkurze problémových lokalit. Druhý den 6 hod. 45 min. Třetí den 3 hod. 45 min.

**LEKTORŮ:** vyučující ČVUT v Praze Fakulty dopravní, Ústavu dopravních systémů a dalších pracovišť, odborníci z CDV, projektanti, soudní znalci, psychologové.

**CÍLE:** zvýšení znalostí účastníků školení (cestmistrů) o moderních trendech v rámci bezpečného utváření pozemních komunikací, podpora schopností účastníků školení (cestmistrů) rozpoznat problémové prvky na pozemních komunikacích při běžných prohlídkách, podpora schopností účastníků školení (cestmistrů) vyhodnotit a následně stanovit priority v rámci řešení rizikových lokalit, sdílení zkušeností v rámci prosazování moderních trendů v bezpečnosti dopravy.

**POMŮCKY:** dataprojektor (power-pointové prezentace, video), vytištěný program školení (množství dle počtu účastníků), vytištěné power-pointové prezentace (množství dle počtu účastníků), přístup na internet.



Obr. 1.17 Přehledná struktura kurzu „Bezpečné utváření pozemních komunikací“.



### **1.3 Technika provádění bezpečnostních inspekcí na pozemních komunikacích**

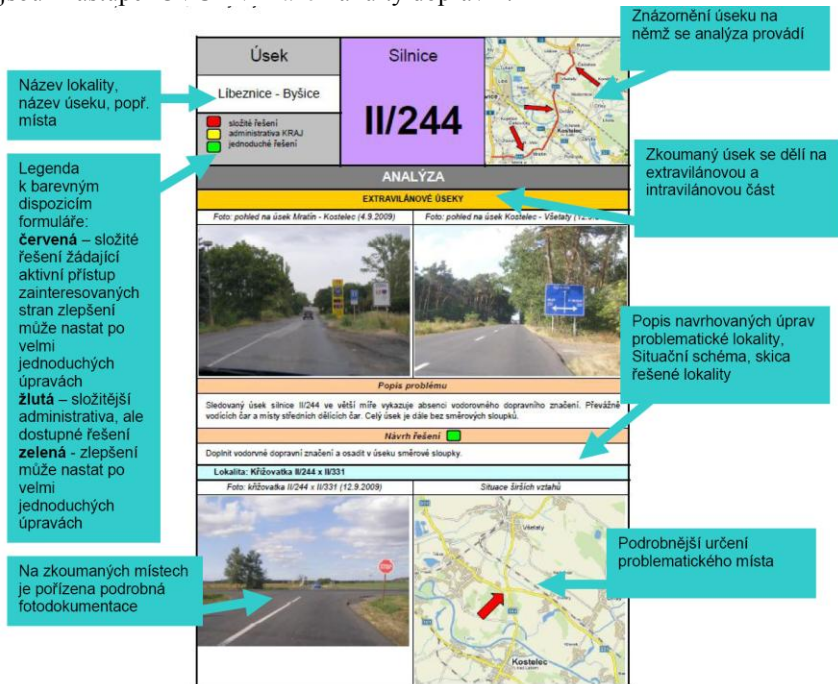
V letech 2009 a 2010 byly prováděny pro Středočeský kraj na silnicích II. tříd tzv. „Bezpečnostní inspekce na pozemních komunikacích“. Jejich cílem bylo zmapovat bezpečnostní stav průtahů silnic pod krajskou správou. Technika provádění inspekci vycházela z „Metodiky bezpečnostní inspekce pozemních komunikací“ zmíněné v úvodu kapitoly 1 (viz lit. [8]), poznatků ze zahraniční literatury (viz lit. [2]) a vlastních zkušeností (kapitola 1.2.1).

Inspekce byla prováděna osobním vozidlem, ve kterém byla na stativu v místě spolujezdce umístěna digitální kamera. Každá silnice byla projeta dvakrát, tzn. systémem „tam“ a „zpět“. Řidič totiž vnímá prostředí pozemní komunikace v každém směru jinak, resp. to co v jednom směru může být bezpečné, v opačném směru je nebezpečné. Při sledování pozemní komunikace za účelem identifikování nedostatků a rizikových faktorů nesmí být používána GPS navigace. Řidič se musí spoléhat pouze na dopravní značení, které je na zkoumané silnici. Dále byl řidič vozidla povinen hlásit všechny své dojmy, které byly nejprve konfrontovány s názory spolujezdců a poté s názory těch, kteří inspekci vyhodnocovali při záznamu z kamery na obrazovce. Řidič by neměl znát ani danou lokalitu, ani místa častých dopravních nehod na zkoumané trase, aby nedošlo k ovlivnění jeho přirozených reakcí.

Každý problém byl zaznamenán do formuláře, jehož příklad je na obrázku 1.18. Kromě základních informací (jako např. název lokality, číslo silnice, fotodokumentace, mapky širších vztahů, či GPS pozici problémového místa) je ve formuláři možné najít stručný záznam problému a jednoduché schéma nebo popis navrhovaných úprav. Jako výsledek práce s formulářem je důležité označit u předmětné lokality tzv. „složitost řešení“. Pro jednoduchost byl použit příměr světelného signalizačního zařízení, tedy červené, žluté a zelené. Popis, co jednotlivá barva znamená je na obr. 1.18 a podrobněji v tabulce 1.1. Pilotní příklad bezpečnostní inspekce byl proveden na silnici II/330.

Využití tohoto systému sledování bezpečnosti je možné nejen na úsecích, ale i v problémových bodech. Studentům ČVUT v Praze Fakulty dopravní byl poskytnut v letech 2009 a 2010 Středočeským krajem, resp. SŽDC seznam bezmála 30-ti nehodových a tudíž nebezpečných železničních přejezdů. V rámci předmětu K612Y1PD – Posuzování dopravních staveb (jehož vyučující je autor této habilitační přednášky) došlo k proškolení studentů a ti po vyhodnocení prezentovali své výsledky před odborníky a vyučujícími. Po doplnění připomínek došlo k finálnímu zpracování

materiálu a odevzdání SŽDC. Díky této snaze vznikla na Středočeském kraji dokonce pracovní komise pro železniční přejezdy, jejímiž stabilními členy jsou i zástupci ČVUT v Praze Fakulty dopravní.



Obr. 1.18 Příklad formuláře využívaný při inspekcích pro Středočeský kraj.

Tab. 1.1 Barevné vysvětlivky tzv. „složitosti řešení“.

Barva	Popis
	Finančně a časově náročné řešení (např. stavba okružní křižovatky), které v sobě zahrnuje projednávání a schvalovací procesy, tvorbu dokumentace, bezpečnostní audit apod.
	Zvýšená administrativa – návrh umístění vhodného svislého nebo vodorovného značení popř. drobných stavebních úprav
	Jednoduché řešení (např. prořezání bujné zeleně, která zakrývá svislé dopravní značení, zvýraznění nebo obnova dopravního značení, instalace vodicích sloupků u pozemní komunikace)

Tímto však proces vyhledávání problémových míst nekončí. Jak již bylo na začátku kapitoly 1 řečeno, je třeba vytvořit jakýsi pomyslný žebříček důležitosti řešení a to kvůli velkému množství problémových míst na pozemních komunikacích a stále omezenější výši finančních prostředků, kterou mají jednotlivé silniční správy k dispozici.

## **2. VYHODNOCENÍ IDENTIFIKOVANÝCH NEDOSTATKŮ A RIZIKOVÝCH FAKTORŮ**

### **2.1 Stanovení míry rizika v závislosti na sledovaných parametrech**

Analýza ex-ante/ex-post (před a po), je postup využívaný obvykle ke kontrole nebo měření účinků zvýšení úrovně bezpečnosti. Nejdůležitější mírou úspěchu je samozřejmě skutečnost, jestli opravdu došlo ke zlepšení bezpečnostní situace. Jak už však bylo naznačeno dříve, sledování bezpečnosti na základě nehod může trvat i několik let a tak nemůže být vyžadována bezprostřednější zpětná vazba. Lepší přehled o rizikové lokalitě získáme, pokud zvážíme další faktory, které pravděpodobně mají vztah k bezpečnosti uživatelů ošetřované lokality. Monitorováním těchto faktorů budou odpovědné orgány schopny určit, jestli protipatření přineslo vytožený efekt. Ve své disertační práci (viz lit. [3]) jsem se zabýval definováním způsobu sledování dopravních konfliktů, a to především v uzlových bodech (křižovatkách). Problém nastává u mezikřižovatkových úseků. Tady lze sledovat dopravní konflikty ideálně buď jen z vyvýšeného místa nebo pomocí plovoucího vozidla. Každý úsek však nedisponuje vyvýšeným místem, ze kterého by bylo možné sledovat dění mezi křižovatkami. Sledování plovoucím vozidlem je už reálnější, nicméně se jedná o úsekové sledování trajektorie vybraných vozidel. K tomu, aby analýza mezikřižovatkového úseku byla věrohodná, je třeba připojit i další faktory jako např. bodová rychlost, variace rychlosti nebo dopravní intenzity. Další neméně důležité faktory, které lze z vozidla sledovat, jsou stavební prvky a okolí komunikace zmíněné už v kapitole 1.2.1. Jak již bylo řečeno, v publikaci uvedené v kapitole 1 (viz lit. [8]) by bylo vhodné doplnit vysvětlení některých pasáží a také doplnit návod jak problematiku a rizikové faktory vyhodnotit. Abychom mohli vyhodnotit bezpečnostní inspekci konkrétní lokality nebo porovnávat problematiku úseky mezi sebou, musíme si nejprve shrnout všechna důležitá riziková kritéria a popřípadě jim přiřadit váhy dle důležitosti.

Pro *mezikřižovatkové* úseky v extravilánu a intravilánu byla (díky zkušenostem z provedených průzkumů) zjištěna následující kritéria a podkritéria pro vyhodnocení:

- *dopravní značení a zařízení* (absence svislého nebo vodorovného dopravního značení, vodící sloupky, krátké náběhy odbočovacího pruhu, nehoda vodorovného a svislého značení, apod.),
- *vozovka* (kluzká komunikace, prudké klesání, odpadávání krajnic či vozovky špatný technický stav vozovky),
- *pevné překážky u pozemní komunikace* (betonové a cihlové nosné pilíře při pozemní komunikaci, nezabezpečená silnice u skály či skalní stěny v blízkosti vozovky, velké stromy a vzrostlé keře v blízkosti vozovky, nevhodně umístěné městské pouliční vybavení /květináče, lavičky, předměty reklamy, apod./, havarovaná a opuštěná vozidla podél vozovky, budovy v blízkosti silnice či ulice, ochranná zábradlí nebo ploty se špičatým koncem nebo nevhodně umístěné protihlukové stěny, úzké mosty s omezenou rozhledovou vzdáleností nebo blízkým směrovým obloukem, jiné pevné bariéry, kamenné stěny),
- *omezení rozhledových poměrů* (ostrá zatáčka, zhoršené rozhledové poměry vinou vybavení pozemní komunikace – např. strom zakrývá dopravní značení, odvádění pozornosti reklamou),
- *špatně avizované křižovatky* (rozhledy, matoucí dopravní značení vedoucí ke špatné orientaci v křižovatce),
- *špatně dopravně – stavební poměry* (nevhodná šířka komunikace, parkování na ulici příliš blízko křižovatkám, nevhodná nebo žádná intenzita osvětlení, ostré směrové oblouky obzvláště u úzkých komunikací, malá nebo žádná záchytná zóna v okolí, špatně řešené zastávky veřejné hromadné dopravy, diskontinuita komunikace – náhlý konec jízdního pruhu, změna obousměrné na jednosměrnou komunikaci, náhlá změna v příčném profilu komunikace, atd.),
- *cyklistická a pěší doprava* (body křížení automobilové dopravy s ostatními účastníky provozu – cyklisty a chodci, chybějící infrastruktura, atd.),
- *ostatní* (lokality, kde vozovku často přechází zvěř, nevhodná vegetace – spad listí, potřeby vozidel integrovaného záchranného systému).

Pokud jsou podrobovány bezpečnostní inspekci křižovatky, pak je míra rizika stanovena na základě následujících kritérií:

- *rozhledové poměry* (zakrytí svislým dopravním značením, parkujícími vozidly, zelení, reklamou apod.),
- *dopravní značení* (včetně souladu vodorovného dopravního značení a svislého dopravního značení),

- *rozlehlost křižovatky* (psychologická přednost),
- *bezpečné napojení přilehlých pozemků*,
- *nebezpečné stavební prvky* (tangenciální průjezdy okružními křižovatkami, počet řadících pruhů na vjezdu nesouhlasí s počtem jízdních pruhů na výjezdu, apod.),
- *bezpečnost pohybu ostatních účastníků silničního provozu* v okolí křižovatky (přechody pro chodce, přejezdy pro cyklisty atd.).

Jestliže křižovatka bude vycházet na základě provedené bezpečnostní inspekce jako vysoce riziková a zároveň doporučené úpravy budou finančně náročnější, je vhodné ověřit nebezpečnost lokality metodou sledování dopravních konfliktů (viz lit. [3]).

Při bezpečnostní inspekci železničních přejezdů byla používána následující kritéria:

- *dopravní značení* (souhlasí-li s typem přejezdu; pokud je přejezd umístěn ve směrovém oblouku – dopravní značení musí být umístěno na obou stranách silnice),
- *viditelnost a dostatečná rozpoznatelnost přejezdu* (zda je přejezd vhodně vybaven prvky pasivní bezpečnosti, zda – li odpovídá dopravnímu zatížení, viditelnost signalizačního značení),
- *rozhledové poměry* (zakrytí dopravním značením, zelení apod.).

Pro názornou ukázkou byla zvolena (v předchozí kapitole zmiňovaná) silnice II/330 od Sadské po Činěves. V první fázi je nutné připravit si formulář pro posuzování výše popsaných kritérií. V jednotlivých řádcích by měla být posuzovaná kritéria a podkritéria a každý sloupec by měl představovat jednotlivý úsek v příslušném cestmistrovství. Nalezený problém (spadající do příslušného kritéria nebo podkritéria na odpovídajícím úseku) je známkován jako ve škole od 1 do 5, kde 1 znamená mírné nebo žádné riziko a 5 je riziko vysoké. Podrobné vysvětlení podává tabulka 2.1.

Tab. 2.1 Vysvětlivky ke známkám bezpečnosti identifikovaných rizikových faktorů.

Známka ve škole	Popis
1	Identifikovaný problém představuje velmi nízkou nebo žádnou míru nebezpečí (nevypĺňujeme)
2	Představuje nízkou míru nebezpečí
3	Problematika představuje střední úroveň nebezpečí
4	Vady na komunikaci, zvýšená míra nebezpečí
5	Vysoké riziko dopravních konfliktů a nehod

Po oznámkování provedeme vyhodnocení daného mezikřižovatkového úseku tak, že nejprve stanovíme míru rizika zvláště pro jednotlivá kritéria  $e_{i,j}$  podle vztahu 2.1:

$$e_{i,j} = \sum_k S_{i,k} \cdot i_j \cdot L_j \cdot w_i \quad (2.1),$$

- $S_{i,j}$  ... známka bezpečnosti podle tab. 2.1 v příslušném podkritériu pro odpovídající mezikřižovatkový úsek,  
 $i_j$  ... roční průměrná denní intenzita z celostátního sčítání dopravy v profilu [voz/den],  
 $L_j$  ... délka úseku [km],  
 $w_i$  ... váha podle důležitosti jednotlivých kritérií.

Celková míra rizika pro jeden mezikřižovatkový úsek  $Em_i$  je dána součtem výsledků míry rizika v jednotlivých kritériích (2.2):

$$Em_i = \sum_j e_{i,j} \quad (2.2).$$

Míra rizika pro jednotlivou křižovátku sledované komunikace  $Ec_{i,j}$  se vypočítá podle 2.3:

$$Ec_{i,j} = \sum_k S_{i,k} \cdot ic_j \cdot w_i \quad (2.3),$$

- $ic_j$  ... intenzita vozidel vstupujících do křižovátky [voz/den],  
 $S_{i,k}$  ... známka bezpečnosti podle tab. 2.1 v příslušném kritériu pro odpovídající křižovátku (nebo železniční přejezd – viz níže).

Míra rizika pro příslušný železniční přejezd  $Ep_{i,j}$  se vypočítá podle vztahu 2.4:

$$Ep_{i,j} = \sum_k S_{i,k} \cdot i_j \cdot w_i \quad (2.4).$$

V mezikřižovatkovém úseku mohou být definovány váhy  $w_i$  podle důležitosti jednotlivých kritérií (vlastní pohled). Tyto váhy jsou volitelné, takže expertní pohled může být i zcela potlačen<sup>2</sup>.

Nyní můžeme seřadit problémové lokality podle zjištěné míry rizika od nejzávažnějších po méně závažné. K nim je třeba vždy uvést barvu „složitosti řešení“ podle tab. 1.1. V rámci seriózní bezpečnostní analýzy ale potřebujeme zjistit, zda-li identifikované problémy jsou jen ojedinělé nebo

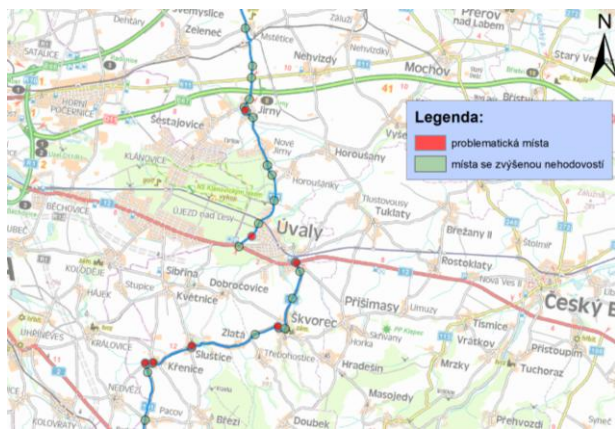
<sup>2</sup> Na silnici II/330 mělo například nejdůležitější váhu kritérium „dopravní značení“. Vzhledem ke stejné důležitosti kritérií pro soubor „křižovátky“, nebyly při stanovení  $Ec_{i,j}$  váhy uvažovány.

jsou shlukem několika rizik žádající si úpravu více úseků najednou. Takováto informace je totiž velice důležitá pro cestmistry, kteří potřebují rozvrhnout přidělené finanční prostředky.

## **2.2 Modelování pomocí směsi komponent**

Pro stanovení priorit problémových míst podle závažnosti existuje řada metod. Většina z nich se zaměřuje jen na nehodovost. Při provádění bezpečnostní inspekce nelze sice hodnotit míru rizika na pozemní komunikaci bez pozdější znalosti dopravní nehodovosti, ale analýzu bezpečnostního stavu nelze řešit jen na základě statistiky nehod.

V diplomové práci Z. Tluchoře „Časoprostorová analýza silniční nehodovosti“ (viz lit. [13]) byla porovnána problémová místa identifikovaná při bezpečnostní inspekci s místy se zvýšenou nehodovostí určené z dat od Policie ČR (ukázka viz obr. 2.1). Závažnost pozorovaných nedostatků je samozřejmě různá. Pokud se takto provedou obě analýzy a prezentují najednou, tak vzniká problém, která místa jsou nebezpečná. Zda jen průniky nebo také všechna místa se zvýšenou nehodovostí a jakou důležitost mají nalezená problematická místa, v jejichž blízkosti se nestala žádná dopravní nehoda.



Obr. 2.1 Porovnání problematických míst dle provedených bezpečnostních inspekcí Ústavem dopravních systémů s místy se zvýšenou nehodovostí (zdroj: Z. Tluchoř, Časoprostorová analýza silniční nehodovosti, diplomová práce – lit. [13]).

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, je nutné zjistit, zda nalezená rizika při bezpečnostní inspekci představují samostatný problém, který se vyřeší

např. doplněním svislého dopravního značení nebo je problém liniový, tzn., že pouze aplikace více prvků na více místech může zaručit zvýšení bezpečnosti v dané problémové lokalitě. Ideální se pro zpracování této nelehké úlohy jeví tzv. metody klastrování, které jsou významným nástrojem dobývání informací z dat (data mining).

Podle literatury [14] a [15] tyto metody pracují v prostoru měřených dat (např. pro dvě měřené reálné veličiny je to reálná rovina) a vyhledávají datové shluky (tj. místa, kde se hromadí body, reprezentující data). Těmto shlukům se říká **klastry**. Klasifikace pak navazuje na klastrování a průběžně měřená data přiřazuje klastrům. Jestliže klastry odpovídají pracovním módům sledovaného systému, pak se klasifikace provádí průběžnou detekcí módů systému. Různé módy mohou být různě bezpečné. Na základě znalosti z klasifikace lze pak vydávat varování o stavu systému nebo jej navádět do jiného, lepšího módu.

Pro ověření vhodnosti výběru této metody (např. pro mezikřížovatkové úseky) použijeme z kapitoly 2.1 stanovené míry rizik z bezpečnostních inspekci na silnici II/330. Podstatou řešení problému je konstrukce **modelu směsi hustot pravděpodobnosti** (dále označované „hp“) definovaných na měřených veličinách, odhad tohoto modelu a průběžná predikce aktivní komponenty<sup>3</sup>. Pro náš příklad obecně platí vztah 2.5:

$$f(y_t | \theta, \alpha) = \sum f(y_t, c_t | \theta, \alpha) = \sum f(y_t | c_t, \theta, \alpha) f(c_t | \theta, \alpha) \quad (2.5).$$

Označíme-li  $f(c_t | \theta, \alpha) = \alpha_{c_t}$ , pak lze vztah psát podle vztahu 2.6:

$$f(y_t | \theta, \alpha) = \sum_{c_t} f(y_t | c_t, \theta, \alpha) \alpha_{c_t} \quad (2.6),$$

kde

- $y_t$  ... je modelovaná veličina v čase  $t$ ,
- $c_t$  ... udává pořadové číslo aktivní komponenty, kde  $c_t \in (1, 2, \dots, n)$ ;  $n$  je počet komponent,
- $\alpha_{c_t}$  ... stacionární pravděpodobnost komponent (z dlouhodobě měřených dat určujeme, kolikrát daná komponenta nastala),
- $\theta$  ... značí vektor obsahující parametry všech komponent (gausovské rozdělení komponent),
- $\alpha$  ... vektor  $\alpha = [\alpha_1, \alpha_2, \dots]$ .

---

<sup>3</sup> Pro další práci s modely komponent budeme předpokládat, že patří do exponenciální třídy, a to obecně, bez další konkretizace.



Komponentu jako  $h_p$  si nejlépe představíme v proměnné (míra bezpečnostního rizika). Oborem hodnot náhodné veličiny  $[x]$  je reálná osa. Realizací této veličiny je bod v ose. Jestliže se některá veličina hodnot přibližně (tedy se šumem) častěji opakuje, dochází k vytváření datových shluků.  $h_p$  této náhodné veličiny odráží pravděpodobnost výskytu bodu v daném místě, a tedy čím je větší hustota bodu, tím je větší hodnota  $h_p$ .  $h_p$  je tedy “kopeček”, který vyjadřuje hustotu bodů v dané oblasti datového prostoru.

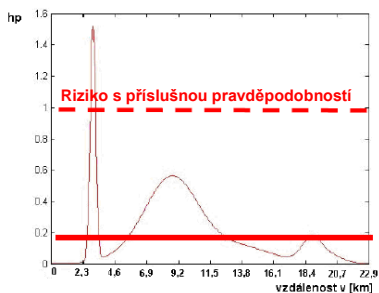
Odhad modelu směsi  $h_p$  spočívá v nastavení jednotlivých komponent modelu tak, aby správně pokrývaly jednotlivé shluky (klastry) datového prostoru. Pro nejběžněji používané komponenty ve tvaru normální  $h_p$  se tedy jedná o odhad střední hodnoty (poloha komponenty) a rozptyl (poloha a šířka komponenty). Další veličinou, která se pro model směsi odhaduje, je vektor pravděpodobností, se kterou jsou jednotlivé komponenty aktivní (tj. aktuální datový vektor by s největší pravděpodobností mohl být jejich realizací). Odhad je prováděn pomocí věrohodnostní funkce (likelihood)<sup>4</sup>. Dále je poměřována vzdálenost<sup>5</sup> naměřených dat v čase od odhadů komponent. Odhadnutý model má tedy umístěny komponenty tak, že dobře pokrývají datové shluky. Odhad aktuální komponenty může být přibližně interpretován takto: změříme novou datovou hodnotu, tj. nový bod datového prostoru. Aktuální komponenta je ta, do které je nový bod nejvíce zahrnut. Přitom se berou v úvahu i pravděpodobnosti komponent, určené při odhadu.

Klastrování bylo provedeno pomocí programu Matlab. Po provedení klastrování je celkový výsledek modelu směsi komponent z vyhodnocených dat nalezených rizik na silnici II/330 znázorněn na obr. 2.2 ( $h_p$  je hustota pravděpodobnosti). Tři vrcholy naznačují tři větší problémy. První z nich je pouze bodového charakteru (viz obr. 2.3). Na tomto místě stačí doplnit v oblouku, kde mimochodem bylo zjištěno i smrtelné zranění, vhodné svislé dopravní značení. Další riziko však má větší hustotu, tzn. jedná se o liniový problém průtahu silnice II/230 ulicí Poděbradská v Nymburku a pro zlepšení bezpečnostní situace je tedy nutné provést více úprav (obr. 2.4). Další liniový problém byl nalezen na úseku se směrými oblouky blízko obce Netřebice (viz obr. 2.5).

---

<sup>4</sup> Věrohodnostní funkce  $L_t$  obsahuje v sobě informaci o hledaném parametru získanou z naměřených dat. Je dána součinem modelu v jednotlivých časových okamžicích.

<sup>5</sup> Vzdálenosti pracují na základě Kullback-Leiblerovy divergence, což je velmi jednoduše řečeno (obecně, bez další konkretizace) nesymetrická míra rozdílu mezi dvěma rozděleními pravděpodobnosti.



Obr. 2.2 Na základě klastrování vznikly tři vrcholy. Jedná se o tři nejvíce problematická místa (plná čára). S hladinou je možné pohybovat. Např. čárkovaná čára naznačuje pouze jeden problém. Další jsou zanedbány - hladina bezpečnostního standardu je nízká.



Obr. 2.3 Na silnici II/330 mezi obcemi Sadská a Zvěřinek je špatně značená zatáčka, která vyšla jako jedna z nejrizikovějších lokalit na sledovaném úseku (podle tab. 1.1 – žluté řešení).



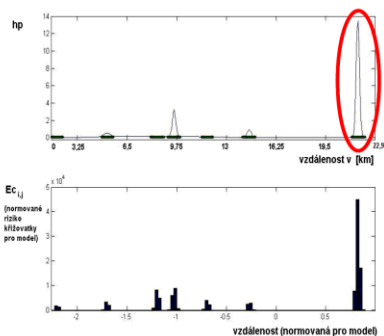
Obr. 2.4 Celkový pohled do ulice Poděbradské v Nymburce na průtahu II/330. Široký silniční průtah intravilánem představuje liniový problém (podle tab. 1.1 – červené řešení).



Obr. 2.5 Jedno z nebezpečných míst liniově problematického úseku nedaleko obce Netřebice. V tomto konkrétním případě by bylo nutné zvýraznit stromy nátěrem nebo ochránit zeleň svodidly (podle tab. 1.1 – žluté řešení).

Po tomto ověření se modelování pomocí směsi komponent zdá být vhodné pro seřazení identifikovaných problémů nejen podle míry rizika v jednotlivých bodech trasy, ale díky shlukování závažných nedostatků je možné nalézt i rizikové liniové problémy. Kromě toho lze nastavit i hladinu standardu bezpečnosti např. podle finančních možností dané Správy a údržby silnic (obr. 2.2).

Klastrování bylo provedeno i pro soubor křižovatky. Metoda není příliš vhodná pro extravilán. Ideální je ve chvíli, kdy křižovatky jsou blíže u sebe, což odpovídá intravilánu (obr. 2.6).



Obr. 2.6 Výsledek klastrování pro soubor „křižovatky na silnici II/330“. Červeně je znázorněn nejproblémovější uzel trasy (podle tab. 1.1 – červené řešení).



Obr. 2.7 Pohled na křižovatku II/330 a III/33018 v obci Činěves. Problémem jsou zde rozlehlé šířky jízdních pruhů na hlavní a špatné rozhledové poměry zejména z vedlejší (podle tab. 1.1 – červené řešení).

Jako nejproblémovějším uzlem byla zjištěna křižovatka II/330 a III/33018 v obci Činěves. Příčinou rizikovosti dané lokality jsou hlavně nedostatečné rozhledové poměry (obr. 2.7).

Tím ale analýza bezpečnosti nekončí. Pokud jsou realizovány v rizikových místech úpravy, pak by mělo dojít k provedení nové bezpečnostní analýzy, která má odhalit skutečný vliv na změnu bezpečnostní situace.

### 3. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Jako nejvhodnější nástroj pro mapování a zároveň kontrolu stávající silniční sítě se jeví tzv. „**Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací**“.

Ke stanovení **míry rizika** na základě identifikovaných nedostatků (získaných z bezpečnostních inspekcí) je **vhodné využít** tzv. shlukové analýzy, resp. **klastrování** (Modelování pomocí směsi komponent).

Předností této metody je, že lze s její pomocí snadno stanovit, kde se na zkoumané trase nachází nejnebezpečnější body nebo liniové problémy. Modelování pomocí směsi komponent je v jisté míře otevřený systém a tuto problematiku je vhodné dále zkoumat a rozvíjet v rámci buď nějaké disertační práce na ČVUT FD, nebo samostatného výzkumného úkolu.

Výše zmíněná metodika i s jejími závěry může sloužit nejen pro další

výzkum bezpečnosti dopravy na pozemních komunikacích v České republice, ale i jako detailní podklad pro základní složku „bezpečná pozemní komunikace“ Akčního programu „Strategie 2020“ (aktivita K1.2 - hodnocení dopadu na bezpečnost, bezpečnostní inspekce, odstraňování nehodových lokalit na silnicích I. a II. tříd a základní komunikační sítě měst a obcí).

V základním systému člověk – vozidlo – pozemní komunikace hraje faktor pozemní komunikace hlavní roli u jedné třetiny nehod. Tento postřeh nemusí nutně vést k unáhlenému závěru, že komunikace je ve dvou ze tří případů bezpečná. Ve skutečnosti je chyba nebo riskantní jednání účastníka provozu často provokováno vlastností dopravního prostoru. Například nehoda následkem nedovolené rychlosti může být přičtena lidskému chování (zálibě v rychlosti) nebo v mnoha případech také přítomnosti špatných vlastností komunikace vedoucí např. k vysokým rychlostem. Podle lit. [2] lze od bezpečnostních úprav obecně očekávat 20% snížení počtu nehod. Pro srovnání, kroky zaměřené na modifikaci chování pravděpodobně zlepší bezpečnost o 30% až 40%. Výhodou opatření v infrastruktuře je však jejich dlouhotrvající účinnost.

**Nakonec je třeba pochopit, že lidskou chybu nelze beze zbytku eliminovat a že se bude vyskytovat v menší míře i po té, co bude systém silniční dopravy lépe adaptován lidskému charakteru. V budoucnosti bude třeba integrovat do předpisů a norem spojených s projektováním komunikací více faktorů minimalizujících lidské chyby či jejich následky, což by mělo vést ke zlepšení stupně bezpečnosti provozu na dopravní síti.**

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vize silniční dopravy v roce 2030, *výroční zpráva pracovní skupiny bezpečnost a zabezpečení Technologické platformy silniční dopravy*, Brno, 2010.
- [2] Road Safety Manual, *Recommendations from the World Road Association PIARC*, (Příručka bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích, *doporučení Světového silničního sdružení PIARC*), 2003.
- [3] Kocourek J.: Bezpečnost provozu ve vztahu na dopravní a stavební podmínky komunikace, *dizertační práce*, Praha, ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2008.
- [4] ČSN 73 6101 – Projektování silnic a dálnic, 2004.
- [5] ČSN 73 6102 – Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, 2007.
- [6] ČSN 73 6110 – Projektování místních komunikací, 2004.
- [7] TP 145 – Zásady pro navrhování úprav průtahů silnic obcemi, CDV, v.v.i., 2001.
- [8] Metodika bezpečnostní inspekce pozemních komunikací, Brno, CDV, v.v.i., 2009.
- [9] Metodika identifikace a řešení míst častých dopravních nehod, Brno, CDV, v.v.i., 2001.
- [10] Goldstein, E. B.: Wahrnehmungspsychologie: Eine Einführung. (Úvod do psychologie vnímání), Berlín, SRN, 1997.
- [11] Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.
- [12] Slabý P., Kocourek J., Kočárková D.: Vliv vybraných návrhových prvků realizovaných opatření ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu na nehodovost a plynulost dopravy, *výzkumná zpráva*, projekt MD ČR, ČVUT v Praze, 2004
- [13] Tluchoř Z.: Časoprostorová analýza silniční nehodovosti, *diplovová práce*, Praha, ČVUT v Praze, 2010.
- [14] Nagy, I.: Základy bayesovského odhadování a řízení, *monografie*, Praha, ČVUT v Praze, 2003.
- [15] Suzdaleva, E.: Testování metod klastrování pro simulovaná a reálná data, <http://as.utia.cas.cz/node/447>, 2010.

## **Ing. JOSEF KOCOUREK, Ph.D.**

### **Vzdělání:**

- 2008 Ph.D. (doktor); ČVUT v Praze Fakulta dopravní; Praha (*obor „Dopravní systémy a technika“*)
- 2003 Ing. (dopravní inženýr); ČVUT v Praze Fakulta dopravní; Praha (*obor „Dopravní infrastruktura v území“*)

### **Další odborná kvalifikace:**

- Držitel osvědčení o absolvování školení „**Bezpečnostní audit pozemních komunikací**“ ze dne 12. 7. 2006
- Držitel osvědčení o absolvování vzdělávacího programu „**Bezpečné uspořádání pozemních komunikací**“ ze dne 27. 4. 2006

### **Zaměstnání:**

- 2004 → odborný asistent; ČVUT v Praze Fakulta dopravní; Praha
- 2003 - 2004 EDIP (provádění a organizace dopravně-inženýrských průzkumů)
- 2000 - 2002 ROPID (provádění přepravních průzkumů v MHD)

### **Vědecké zaměření:**

Analýza vlivu stavebních opatření na bezpečnost silničního provozu, v posledním období se zaměřením na bezpečnostní audit a inspekce pozemních komunikací. Projektování silnic a místních komunikací včetně bezpečného návrhu křižovatek, rozvoj a projektování zařízení a komunikací pro pěší provoz a cyklistickou dopravu. Zklidňování dopravy a nástroje pro rozvoj přijatelných forem dopravy ve městech.

### **Pedagogické aktivity:**

- přednášky z předmětů Dopravní průzkum a teorie dopravního proudu, Metody regulace a prognózy dopravy, Posuzování dopravních staveb, Provoz a projektování místních komunikací, Dopravní inženýrství, ČVUT v Praze Fakulta dopravní
- cvičení z předmětů Dopravní inženýrství, Dopravní průzkum a teorie dopravního proudu, Dopravní řešení v územním plánování, Posuzování dopravních staveb, Projektování komunikací, Provoz a projektování místních komunikací, Základy dopravního inženýrství, ČVUT v Praze Fakulta dopravní
- přednášky a cvičení z předmětu Road Safety Audit (Bezpečnostní audit v dopravě) v anglickém jazyce; ČVUT v Praze Fakulta dopravní

- vedení projektů Přijatelné formy dopravy ve městech a Rozvoj cyklistické dopravy; ČVUT v Praze Fakulta dopravní
- školitel 2 studentů doktorského studia (před státní doktorskou zkouškou)
- vedoucí 30-ti obhájených bakalářských a diplomových prací (z toho 10 oceněných pochvalou děkana)

#### **Účast na projektech a grantech:**

- spoluřešitel (odpovědný řešitel za ČVUT v Praze Fakultu dopravní) projektu vědy a výzkumu MD ČR č. CG911-079-120 „Bezpečnost návrhových prvků pro cyklistickou dopravu“ (ROCY); Praha; 2009-2010
- spoluřešitel (odpovědný řešitel za ČVUT v Praze Fakultu dopravní) projektu „Metodika sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů v českém prostředí“ (KONFLIKT) č. TA01030096, který se úspěšně zúčastnil ve veřejné soutěži ve výzkumu, vývoji a inovacích v první výzvě Programu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje ALFA vyhlášeného dne 24. března 2010
- odpovědný řešitel „Studie úpravy okolí gymnázia Elišky Krásnohorské“; dílo programu Bezpečné cesty do škol; Praha; DČ 43/100052, 2010
- odpovědný řešitel „Studie úpravy okolí Masarykovy ZŠ v Praze – Újezdu nad Lesy“; dílo programu Bezpečné cesty do škol; Praha; DČ 43/100046, 2010
- odpovědný řešitel „Bezpečnostní inspekce železničních přejezdů ve Středočeském kraji“; částečně realizované dílo programu Rámcové smlouvy o spolupráci a poskytování konzultačních služeb v oblasti dopravní problematiky, Praha, DČ 43/090690, 2010
- odpovědný řešitel „Generel dopravy města Šumperk“; částečně realizované dílo; Praha; DČ 43/08072, 2009
- odpovědný řešitel „Studie úpravy okolí přechodu pro chodce před ZŠ v Praze Klánovicích“; částečně realizované dílo programu Bezpečné cesty do škol; Praha; DČ 43/090520, 2009
- odpovědný řešitel „Vypracování dopravní studie okolí ZŠ Praha 9 – Kyje dle požadavků objednatele, na základě projektu Na zelenou tam i zpět, chceme bezpečnější svět – financovaného Nadací Partnerství“; dílo programu Bezpečné cesty do škol; Praha; DČ 43/08050, 2008

- odpovědný řešitel „Studie úpravy dopravní situace v lokalitě Díly za sv. Janem“; Praha; DČ 40/07079, 2007
- odpovědný řešitel „Studie řešení přechodu pro chodce v křižovatce ulic Václavkova a U Stadionu v Mladé Boleslavi“; Praha, 2006

#### **Jiné aktivity:**

- zástupce ČVUT v Praze Fakulty dopravní v Technologické platformě silniční dopravy, od 2011
- člen Oborové hodnotitelské komise ČVUT v Praze, od 2011
- člen předsednictva Vědeckého fóra mladých při Evropské platformě dopravy (The Young Forum of European Transport Sciences - YFE), od 2010.
- člen odborné sekce „Bezpečnost silničního provozu“ při České silniční společnosti, od 2007
- člen komise pro státní závěrečné zkoušky bakalářského studia v oboru Dopravní systémy a technika ČVUT v Praze Fakulty dopravní; Praha; od 2007
- člen komise pro státní závěrečné zkoušky magisterského studia v oboru Dopravní infrastruktura v území ČVUT v Praze Fakulty dopravní; Praha; od 2007
- člen organizačního výboru mezinárodní konference „Safe Road Infrastructure“. Liberec, 2007

#### **Publikační činnost, recenze:**

- 1 monografie v ČR
- 1 samostatná kapitola v české monografii
- 1 článek postoupen do redakční rady impaktovaného časopisu Neural Network World
- 1 článek v mezinárodním recenzovaném časopise Transactions on Transport sciences
- 11 příspěvků ve sborníku na mezinárodních konferencích
- 6 příspěvků ve sborníku na konferencích v České republice
- 3 články v recenzovaném českém odborném časopise
- 3 publikované lektorské posudky na články v recenzovaném českém odborném časopise a sborníku