Rozšíření predikčního modelu nehodovosti na okružních křižovatkách

Publikováno: 19. 11. 2012

1. Úvod

Okružní křižovatky (dále jen OK) se staly v posledních letech jedním z nejoblíbenějších opatření ke zklidňování dopravy a zvyšování bezpečnosti na pozemních komunikacích v České republice. Jak však uvádí Metodika hodnocení účinnosti opatření ke zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích [13], rozhodnutí o realizaci každé nové OK by měla být založena na posouzení očekávaných nákladů a přínosů vyplývajících z budoucího provozu, obzvláště v oblasti plynulosti a bezpečnosti dopravy. Ústředním nástrojem takového posouzení je predikční model nehodovosti. Jedná se o matematický model, který dává do souvislosti údaje o nehodovosti a provozně-geometrické charakteristiky reprezentativního souboru OK.

2. Data vstupující do predikčního modelu

Model nehodovosti je ve své podstatě regresní model. Umožňuje náhled na vysvětlující proměnné a interpretaci příčin vzniku dopravních nehod. Za předpokladu zachování stejných podmínek jej lze použít i k predikci budoucí nehodovosti. Zároveň jej lze využít v dalších krocích managementu bezpečnosti, jako je např. identifikace kritických míst nebo ekonomické hodnocení. Na levé straně modelu je počet nehod za sledované období, pravá strana pak obsahuje lineární kombinaci regresních koeficientů a konkrétních hodnot provozně-geometrických charakteristik:

$$\lambda = RPDI^{\beta_1} \cdot e^{\gamma + \sum_{i=2}^{n} \beta_i \cdot x_i}$$

kde γ a β_i jsou regresní koeficienty modelu.

Dále budou popsána (1) nehodová data, (2) provozní data, (3) geometrické údaje OK.

2.1 Nehodová data

Dopravní nehoda je přímým ukazatelem bezpečnosti silničního provozu. Kromě celkového popisu dopravní nehody existují dva základní atributy, které ji charakterizují.

Závažnost zranění a lokalizace nehody slouží především k získání vypovídajících informací o průběhu a následcích nehody. Právě tyto dva parametry slouží jako hlavní analytické prvky predikčního modelu nehodovosti na OK. Na základě souboru dat dopravních nehod lze tedy provést statistické zpracování a predikci vývoje dopravních nehod na okružních křižovatkách v závislosti na geometrických prvcích nebo jiných atributech tohoto typu dopravního uzlu.

Prováděcí vyhláška k Zákonu č. 361/2000 Sb., v pozdějším znění, o provozu na pozemních komunikacích, upravuje způsob vedení záznamů v evidenci dopravních nehod, podrobnosti o údajích vedených v evidenci dopravních nehod a způsob předávání podkladů do centrální evidence dopravních nehod.

Policie ČR je tedy povinna evidovat informace, které mají charakterizovat a lokalizovat dopravní nehodu. Vystavuje protokol nehody, který je úřední listinou a zároveň nepostradatelným zdrojem informací charakterizující dopravní nehodu. Tento sběr dat je pro predikční model zcela zásadní.

Evidenci dat o dopravních nehodách má ze Zákona č. 361/2000 Sb., v pozdějším znění, o provozu na pozemních komunikacích, na starosti Policie ČR. Řidiči mají dle tohoto zákona povinnost nahlásit

CDV CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU © Observatoř bezpečnosti silničního provozu, www.czrso.cz

jakoukoliv nehodu, kde došlo k hmotné škodě s daným limitem, nehodu kde došlo ke zranění či úmrtí, nehodu kde došlo k poškození vozidla třetí strany, nehodu kde došlo k poškození vozovky nebo jakéhokoliv vybavení komunikace. Zákonná povinnost řidiče nahlásit nehodu je ukazatelem spolehlivosti těchto dat.

V minulosti však došlo ke změně způsobu evidence dat o dopravních nehodách. Dle Zákona č. 361/2000 Sb., v pozdějším znění, o provozu na pozemních komunikacích s platností od 1. 1. 2009, byla provedena změna hmotné škody převyšující zřejmě na některém ze zúčastněných vozidel včetně přepravovaných věcí nebo na jiných věcech částku 100 000 Kč z dřívějších 50 000 Kč.

I když nehody s hmotnou škodou tvoří podstatnou část zkoumaného souboru, nemohou pro změnu metodiky evidence být zahrnuty do predikčního modelu. Analýza je tedy provedena na základě dopravních nehod s lehkým a těžkým zraněním nebo s úmrtím do 24 hodin po nehodě. Období pro vyhledání nehod z databáze Policie ČR je nutné volit s ohledem na realizaci jednotlivých OK. Základní rozsah období byl zvolen v rozmezí roku 2008 – první polovina roku 2012, celkem tedy 4,5 roku.

Nehody byly vyhledány na základě dávkového dotazu v GIS prostředí na základě jednotlivých atributů uvedených v protokolu dopravní nehody Policie ČR. Jejich GPS pozice je vztažena ke středu OK v okruhu 100 m, který definuje prostor křižovatky. Byly přiřazeny všechny nehody, ke kterým došlo po realizaci OK a dle protokolu o nehodě byly klasifikovány jako nezapříčiněné přítomností alkoholu.

2.2 Údaje o provozu na OK

Provoz na OK je charakterizován prostřednictvím intenzity dopravy, tj. RPDI. Pro účely projektu byly využity hodnoty vycházející z výsledků Celostátního sčítání dopravy 2010. Hodnota RPDI v OK byla určena jako polovina součtu RPDI na jednotlivých ramenech OK.

2.3 Geometrie okružních křižovatek

U OK lze shromáždit velké množství různých geometrických atributů. V předchozím projektu VEOBEZ [12] bylo sledováno RPDI na vjezdu do OK, lokalita (intravilán/extravilán), počet pruhů na okruhu a na vjezdu OK, vnější průměr OK, výskyt a šířka bypassu, úhel mezi jednotlivými rameny OK, šířka pojížděného prstence, průměr středového ostrova a počet ramen OK. Tyto atributy charakterizují OK z celkového pohledu.

Projekt VEOBEZ plus navazuje na tyto sledované atributy OK a přidává např. počet pruhů na výjezdu, kategorii komunikace, lokalitu na vjezdu OK, směr provozu na rameni OK nebo typ navazujícího uzlu OK. Informační list OK v současné době obsahuje více než 40 sledovaných popisných geometrických atributů.

2.4 Databáze OK

Výše popsaný soubor dat OK bylo nutno z důvodu rozsahu organizovat, unifikovat a archivovat. Byla proto vytvořena interní on-line databáze OK. Databáze vychází z vlastní rekognoskace OK a dalších zdrojů jako je např. Silniční databanka ŘSD nebo diplomové práce [11]. Každá identifikovaná křižovatka je zařazena do databáze pomocí pěti klíčových atributů (*kraj-lokalizace/počet ramen OK/vnější průměr OK-pořadové číslo v kraji*). Takto nadefinovaný unikátní kód (např. F-2/4/40-25) poskytuje základní informace o OK již při prvotním náhledu do databáze. Samotný informační list OK je rozdělen do pěti částí a je možné jej skupinově filtrovat (viz Obr. 1).

INFORMAČNÍ LIST
OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKA

Černá Hora - I/43 (E461) x II/377
00-1/5/20-01

1 ZÁKLADNÍ INFORMACE

1.1	Označení OK:		00-1/5/20-01
1.2	Označení uzlu v databázi ŘSD:		2414A008
1.3	Kraj:	(-)	Jihomoravský
1.4	Okres:	(-)	Blansko
1.5	Název obce (nebližší):	(-)	Černá Hora
1.6	Název komunikace 1:	(-)	I/43 (E461)
1.7	Název komunikace 2:	(-)	II/377
1.8	Počet ramen OK:	(ks)	4
1.9	Lokalita:	(D/1)	1
1.10	Průměr D1:	(m)	40
1.11	Průměr D2:	(m)	-
1.12	Počet pruhů na okruhu	(ks)	1
1.13	Počet pruhů na vjezdu	(ks)	1
1.14	Počet pruhů na výjezdu	(ks)	1
1.15	Pojížděný prstenec	(D/1)	1
1.16	Střední ostrov - průměr - Dos	(m)	1
1.17	Přeohod	(D/1)	1
1.18	Typ křižovatky:	(-)	s jedním pruhem na okruhu
1.19	Náklady na výstavbu:	(Kč)	-
		N	E
1.20	Souřadnice WGS-84:	49°25'6.544"	16°36'8.641"
		X	Y
1.21	Souřadnice S-JTSK:	xxx	xxx

základní nákres OK

		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.22	Označení komunikace:	II/377	I/43	II/377	I/43					(označení)
1.23	Status komunikace:		E461		E461					(E/R)
1.24	Název komunikace:		Trávníky		Svitavská					(název)
1.25	Lokalita na vjezdu:	1	0	1	0					(D/1)
1.26	Směr provozu:	3	3	3	3					(V/jV/vV/Ob)
1.27	Typ navazujícího uzlu:	styk	styk	styk	styk					(1-7)
1.28	Označení ramene:	00-1/5/20-01-1	00-1/5/20-01-2	00-1/5/20-01-3	00-1/5/20-01-4	00-1/5/20-01-5	00-1/5/20-01-6	00-1/5/20-01-7	00-1/5/20-01-8	

2 FOTODOKUMENTACE

2.1 Ortofotomapa — www.mapy.cz

2.2 Širší vztahy — www.mapy.cz

3 GEOMETRIE OK

			1	2	3	4	5	6	7	8	zkratka
3.1	Vjezd - Jízdní pruh 1 - šířka	(m)									JPin1
3.2	Vjezd - Jízdní pruh 2 - šířka	(m)									JPin2
3.3	Počet pruhů na vjezdu	(ks)	1	1	1	1					Pin
3.4	Vjezd - Pruh 1 - šířka	(m)	5	5	5	5					Pin1
3.5	Vjezd - Pruh 2 - šířka	(m)									Pin2
3.6	Samostatná větev - šířka - "BYPASS"	(m)	0	0	0	0					Vin
3.7	Vjezdový poloměr	(m)									Rin
3.8	Výjezd - Jízdní pruh 1 - šířka	(m)									JPout1
3.9	Výjezd - Jízdní pruh 2 - šířka	(m)									JPout2
3.10	Počet pruhů na výjezdu	(ks)	1	1	1	1					Pout
3.11	Výjezd - Pruh 1 - šířka	(m)	5	5	5	5					Pout1
3.12	Výjezd - Pruh 2 - šířka	(m)									Pout2
3.13	Samostatná větev - šířka - "BYPASS"	(m)	0	0	0	0					Vout
3.14	Výjezdový poloměr	(m)									Rout
3.15	Počet pruhů na okruhu (v místě ostrůvku)	(ks)	1	1	1	1					OPa
3.16	Okružní pás 1 (v místě ostrůvku) - šířka	(m)	6	6	6	6					OPa1
3.17	Okružní pás 2 (v místě ostrůvku) - šířka	(m)									OPa2
3.18	Vzdálenost kolizních bodů	(m)									a
3.19	Počet pruhů na okruhu	(ks)	1	1	1	1					OP
3.20	Okružní pás - šířka pruhu 1	(m)	6	6	6	6					OP1
3.21	Okružní pás - šířka pruhu 2	(m)									OP2
3.22	Šířka pojížděného prstence	(m)									Piok
3.23	Azimut ramene křižovatky	(°)	70	160	253	340					α - azimut
3.24	Úhel mezi následujícím ramenem	(°)	90	90	90	90					α
3.25	Úhel na vjezdu	(°)									ß-1
3.26	Úhel na výjezdu	(°)									ß-2
3.27	Úhel na přímém průjezdu	(°)									ω
3.28	Odsunutí osy ramene od středu	(m)									ODS
3.29	Přechod - vjezd - délka	(m)									ch Din
3.30	Přechod - vjezd - šířka	(m)									ch Šin
3.31	Přechod - vjezd - vzdálenost od okruhu	(m)									ch Vzin
3.32	Přechod - výjezd - délka	(m)									ch Dout
3.33	Přechod - výjezd - šířka	(m)									ch Šout
3.34	Přechod - vjezd - vzdálenost od okruhu	(m)									ch Vzout
3.35	Ostrůvek - délka	(m)									OstD
3.36	Ostrůvek - šířka	(m)									OstŠ
3.37	Ostrůvek - typ	(0-7)									OstZ
3.38	Zastávka MHD na rameni	(D/1)									MHD
3.39	Parkování na rameni	(D/1)									Park
3.40	Sjezd na rameni	(D/1)									Sjezd
3.41	Směr sklonu na rameni (od/do křižovatky)	(D/1)									Sklon
3.42	Podélná deflekce na rameni	(D/1)									Def

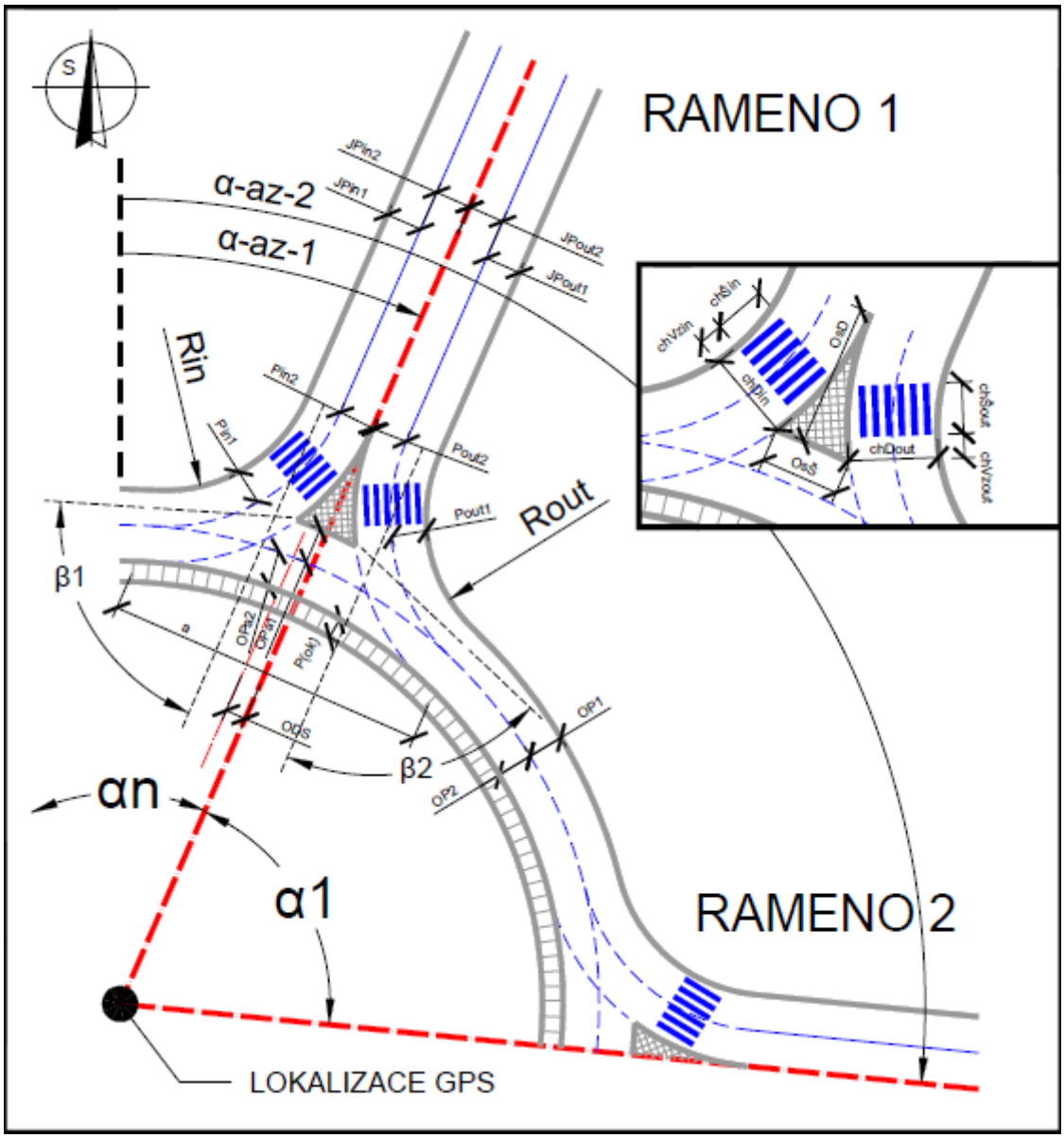
CDV CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU © Observatoř bezpečnosti silničního provozu, www.czrso.cz

Obr. 1: Ukázka informačního listu OK

První část obsahuje základní popisné informace o OK. Jedná se především o lokalizaci v souřadnicových systémech WGS 84 a JTSK. Souřadnice jsou vztaženy ke středu okružního pásu. Tato část dále eviduje počet ramen OK, lokalitu, průměr OK, počet pruhů na vjezdu/výjezdu, počet pruhů na okružním pásu, průměr středového ostrova, výskyt přechodu pro chodce, typ křižovatky a v neposlední řadě bližší popis jednotlivých ramen s názvy ulic, označení komunikací, statusu mezinárodní komunikace
(např. E55), rychlostní silnice, lokality na vjezdu, směr provozu a typ navazujícího uzlu.

Druhá část informačního listu obsahuje fotodokumentaci OK v podobě náhledu z aplikace API Mapy.cz. K vizuálnímu potvrzení OK byla využita vrstva ortofotomapy ČR firmy GEODIS BRNO, spol. s.r.o. Jednotlivé výřezy jsou vyhledávány automaticky na základě souřadnice vztažených ke středu OK.

Třetí část souboru dat informačního listu OK obsahuje hodnotový popis jednotlivých geometrických atributů OK. Jedná se o více než 40 atributů jednotlivých ramen OK, které zahrnují vzdálenosti, úhly a výskyt důležitých prvků na rameni OK (ostrůvek, přechod aj.). Z nejpodstatnějších lze uvést např. šířku vjezdu/výjezdu, počet pruhů na vjezdu/výjezdu, šířku bypassu, úhel mezi jednotlivými rameny, vjezdový úhel, výjezdový úhel, úhel na přímém průjezdu OK. Celkový přehled sledovaných prvků je zřejmý z Obr. 2.



Obr. 2: Přehled sledovaných prvků na OK

Čtvrtá část souboru dat informačního listu OK obsahuje záznam intenzity dopravy v podobě RPDI na vjezdu do křižovatky. Záznam RPDI zohledňuje i skladbu dopravního proudu v kategoriích osobní vozidla, těžká vozidla a motocykly.

Pátá část souboru dat informačního listu OK obsahuje souhrn dopravních nehod z databáze Policie ČR. Dopravní nehody byly vyhledány pomocí hromadného příkazu v prostředí GIS. Jednotlivé nehody jsou vybírány na základě splnění atributů: datum, lokalita nehody, druh nehody, alkohol, následky nehody, místo dopravní nehody, směrové poměry.

3. Predikční modely nehodovosti na OK

Jak bylo uvedeno, hlavním cílem projektu VEOBEZ plus bylo rozšíření predikčního modelu nehodovosti, vytvořeného v projektu VEOBEZ, a to jak ve smyslu velikosti souboru, tak v množství vysvětlujících geometrických proměnných. Aktuální stav splnění tohoto cíle bude rozepsán v následujícím textu spolu se srovnáním s výsledky projektu VEOBEZ.

3.1 Výsledky projektu VEOBEZ

Soubor dat projektu VEOBEZ obsahoval celkem 286 OK registrovaných na základě údajů Silniční databanky Ostrava; k nim bylo dále přidáno 42 OK z předchozího projektu BESIDIDO. Celkem se tedy jednalo o 328 OK. Ke tvorbě predikčního modelu bylo využito 90 OK, ke kterým bylo možné přiřadit RPDI na všech větvích.

Z pohledu dopravních nehod do predikčního modelu vstupovalo 188 nehod na vybraných křižovatkách za období let 2009 a 2010. Z důvodu změny metodiky evidence dopravních nehod do modelu nebyly zahrnuty nehody jen s hmotnou škodou.

Do modelů byly zahrnuty proměnné, které byly statisticky významné na hladině pravděpodobnosti alespoň 10 %. Výsledné modely jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2 Predikční modely z projektu VEOBEZ

Lokalita	Počet pruhů na vjezdu
Intravilán	2
$\lambda = 0{,}0770 \cdot RPDI^{0{,}4077}$	
Extravilán	1
$\lambda = 0{,}0421 \cdot RPDI^{0{,}4077}$	
Intravilán	1
$\lambda = 0{,}0123 \cdot RPDI^{0{,}4077}$	
pozn.: představuje očekávaný roční počet nehod	

Výsledkem analýzy v projektu VEOBEZ byly tedy predikční modely nehodovosti na OK, které popisují závislost roční nehodovosti na RPDI, lokalitě a počtu pruhů na vjezdu křižovatky. Modely v Tab. 2 jsou seřazeny podle závažnosti: nejvíce bezpečné jsou OK s jednopruhovými vjezdy v intravilánu.

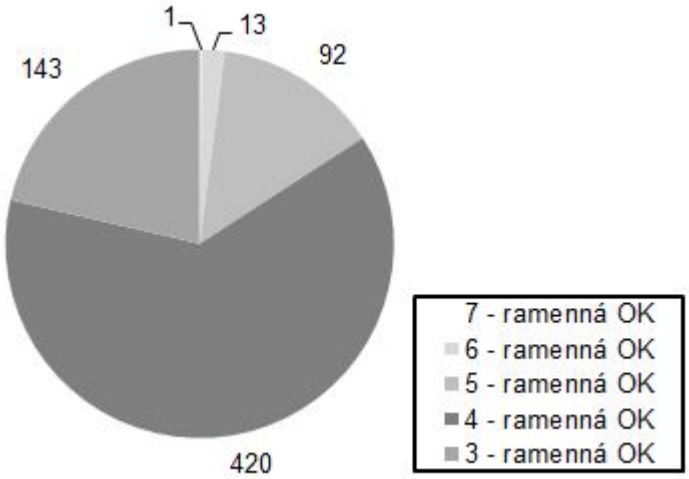
3.2 Výsledky projektu VEOBEZ plus

V rámci projektu VEOBEZ plus proběhlo plošné shromáždění údajů o OK v celé ČR. Se sběrem údajů pomohli studenti Fakulty stavební VUT v Brně. Vizuálním vyhledáváním na ortofotomapách na webovém serveru Mapy.cz bylo identifikováno celkem 673 OK, které byly rozděleny a lokalizovány na základě jejich geometrických parametrů (viz Obr. 3 – 5). Bylo nalezeno 309 OK na síti ve správě Silniční databanky ŘSD a 364 dalších OK (podrobněji viz [9]).

Získané údaje vycházejí z mapových podkladů firmy GEODIS BRNO, spol. s.r.o. Tato firma zároveň poskytla informace o stáří mapového podkladu. Část ortofotomapy ČR reflektuje stav z roku 2011 (území Středočeského, Plzeňského, Jihočeského, Královéhradeckého a Pardubického kraje), ostatní části jsou po roce průběžně aktualizovány (viz [2] a Obr. [6]). Aktuální je tedy pouze třetina mapového podkladu.

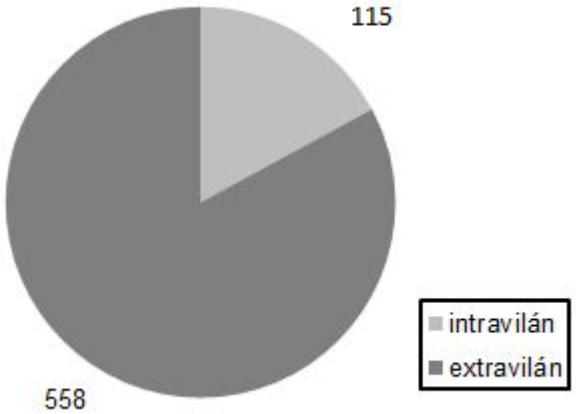
Další informace o počtu OK na české silniční síti pochází od firmy Mapy.cz: ta provádí vlastní evidenci a správu dat silniční a dálniční sítě na základě nejaktuálnějších snímků a vlastního terénního měření. Dle jejich informací aktuálně evidují cca 1200 OK. Průzkum VEOBEZ plus tedy shromažďuje přibližně poloviční množství křižovatek. Podobné množství bylo shromážděno např. i v analogickém projektu VŠB-TUO [8].

Ze získaných informací vyplývají následující popisné informace: největší zastoupení v ČR mají čtyřramenné OK v intravilánu s jedním pruhem na okruhu.



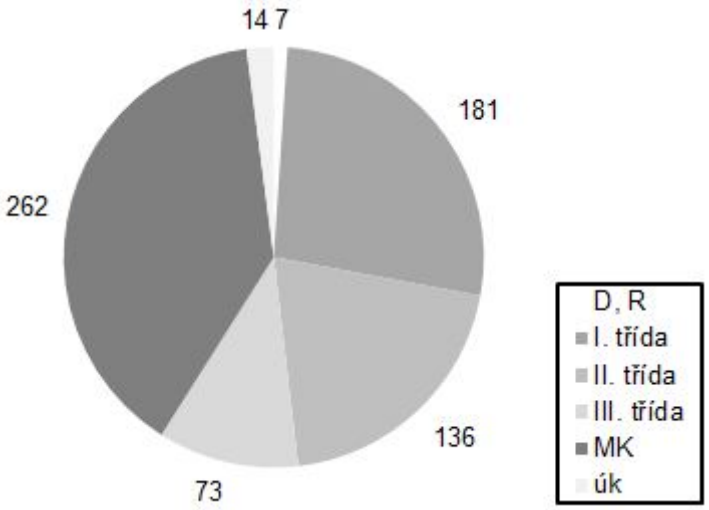
Obr. 3: Rozdělení evidovaných OK dle počtu ramen

Na obr. 3 chybějí 4 „dvou ramenné“ OK. Tyto křižovatky byly nalezeny v ortofotomapě v době jejich výstavby. V predikčním modelu s nimi tudíž zatím není počítáno.



Obr. 4: Rozdělení evidovaných OK dle typu lokality

Z pohledu dělení OK dle nejvyšší kategorie komunikace ramene křižovatky zcela jednoznačně vedou křižovatky, které se vyskytují pouze na místních komunikacích (262 výskytů). OK s alespoň jedním ramenem křižovatky kategorie I. třídy jsou zastoupeny 181 výskyty. OK s rameny silnic nižších tříd se vyskytují v nižším počtu (136 a 73). Křižovatek s alespoň jedním ramenem kategorie dálnice nebo rychlostní komunikace bylo nalezeno pouhých 7.



Obr. 5: Rozdělení evidovaných OK dle kategorie komunikace

3.3 Vyplývající skutečnosti a srovnání modelů

Z předchozího textu vyplývá řada následujících důležitých skutečností:

§ V ČR neexistuje centrální zdroj informací o lokalizaci všech OK, natožpak jejich dalších popisných informací.

§ Většina OK se navíc nachází na síti místních komunikací, kde se neprovádí Celostátní sčítání dopravy, neexistují tudíž centrální údaje o intenzitě dopravy.

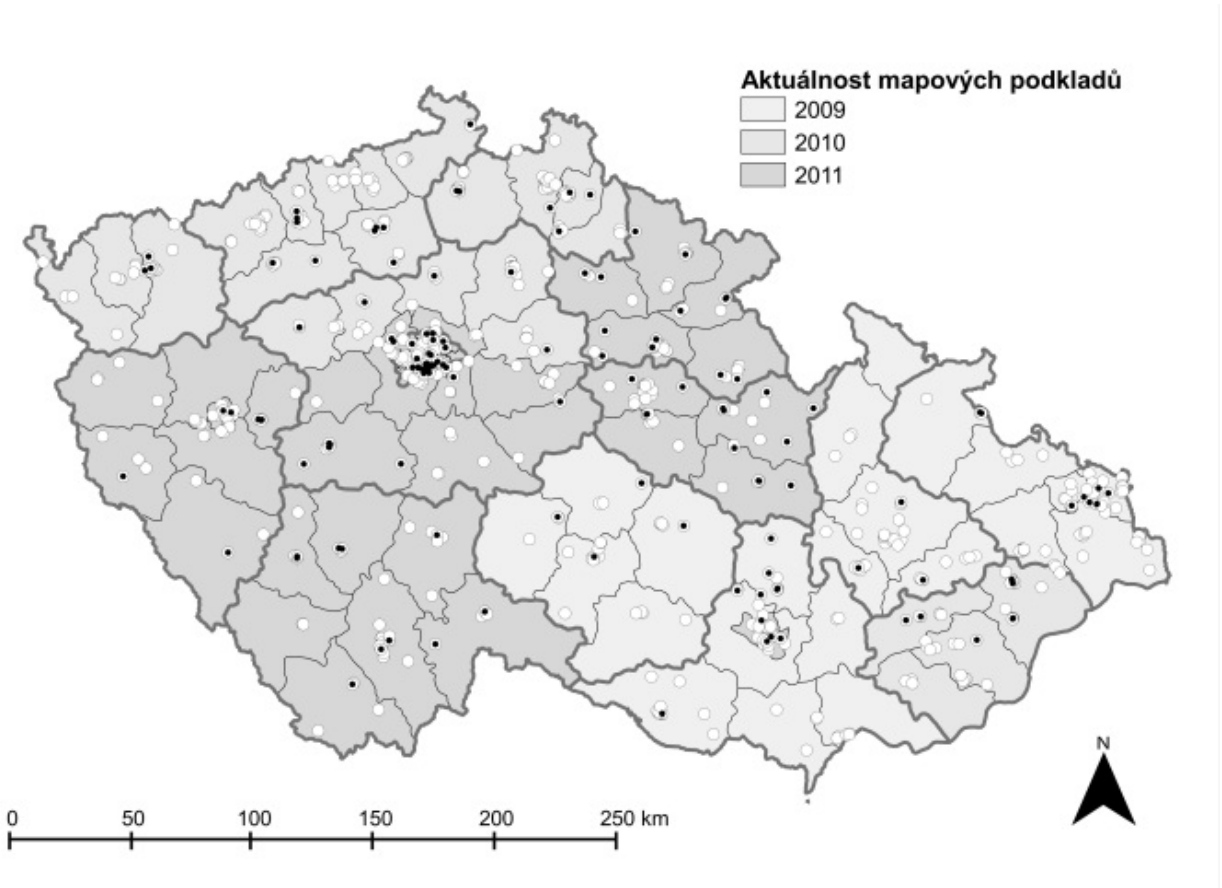
Tyto skutečnosti způsobují komplikaci při tvorbě predikčního modelu. RPDI je totiž základní veličinou všech predikčních modelů [5]; OK bez hodnot RPDI tudíž nelze použít. Z tohoto důvodu došlo v projektu VEOBEZ k redukci ze 328 na 90 OK; analogicky v projektu VŠB-TUO pak ke snížení z 639 na 107 OK.

V projektu VEOBEZ plus došlo ke snížení z počtu 673 na 143 OK s následujícím rozložením (Tab. 3).

Tab. 3 Rozložení OK vstupujících do predikčního modelu

Lokalita	Počet pruhů na vjezdu	Počet OK
Extravilán	1	24
	2	5
Intravilán	1	108
	2	6
Celkem		143

Z mapy na Obr. 6 je zřejmé prostorové rozložení OK, jenž z celkového množství OK vstupují do predikčního modelu.



Obr. 6: Přehled evidovaných a vybraných OK

Černé body v mapě znázorňují OK, které jsou zahrnuty do predikčního modelu. Světlé body znázorňují další potenciální OK, u kterých je nutné stanovit nebo dohledat RPDI. Obrázek 6 taktéž zachycuje aktuálnost mapového podkladu použitého pro identifikaci OK. Nejaktuálnější jsou kraje s nejtmavším podbarvením (rok 2011).

Na ukázku uvádíme model vycházející ze zmíněných 143 OK.

$$\lambda = 0{,}0030 \cdot RPDI^{\,0{,}4951}$$

4. Diskuze a závěr

V předchozím textu byly sumarizovány činnosti provedené v rámci interního grantu, jejichž cílem byla celoplošná evidence OK v ČR a následné vytvoření predikčního modelu. Ten by bylo možné považovat za rozšíření modelů vytvořených v projektu VEOBEZ.

Celkem bylo shromážděno více než 600 OK, což je podle informací Mapy.cz přibližně polovina všech OK v ČR. Zároveň však bylo zjištěno, že přes 40 % OK se nachází na síti místních a účelových komunikací, kde není známa hodnota RPDI. Protože RPDI je nedílnou součástí predikčních modelů nehodovosti, musel se výběr redukovat a to na 143 OK. Pro tento soubor byl odvozen a uveden predikční model.

Pro pokračování uvedených aktivit v budoucnu plynou proto následující závěry:

- Je nutno doplnit údaje o RPDI, pravděpodobně formou vlastního směrového průzkumu.
- Je žádoucí zvětšit soubor především u OK s dvěma pruhy na vjezdu, jejichž výskyt je poměrně nízký (méně než 10 %, viz Tab. 3 a výzkumný projekt VŠB-TUO [7]).
- V budoucnu je možné pokračovat v analýzách na úrovni jednotlivých ramen OK; tím dojde k relativnímu rozšíření zkoumaného souboru.

Velikost výběrového souboru je kritická ještě z jednoho pohledu. Důsledkem relativně nízké nehodovosti na OK je totiž skutečnost, že dochází k tzv. problému nízkého průměru, který ovlivňuje kvalitu predikčního modelu. V souboru shromážděném v projektu VEOBEZ plus je průměr nehod ve sledovaném období 4,5 roku cca 1,8 nehody na OK. Podle americké studie [6] odpovídá hodnotě průměru 2 nehod potřebný počet 500 pozorování. Konzervativnější odhady (např. [14]) doporučují 100 záznamů; belgičtí autoři [3, 4] podobně zvýšili počet z 90 na 148. Všechny tyto údaje jen potvrzují výše zmíněné nároky kladené na rozsah souboru pro kvalitní model. Proto autoři předloženého příspěvku uvítají spolupráci dalších odborníků a pomoc s rozšiřováním databáze OK a souvisejících dat.

Kromě zvětšování výběrového souboru lze také prodloužit dobu sledování a získat tak více nehodových dat. Tento přístup však naráží na skutečnost, že během doby sledování dochází k průběžným změnám provozně-geometrických parametrů. U modelu vycházejícího z dlouhodobých dat tak vzniká problém s reflexí příslušných podmínek. Východiskem může být proto sledování nepřímých ukazatelů bezpečnosti, např. dopravních konfliktů [1].

V dlouhodobém horizontu bude vhodné provádět sběr dat ve větším detailu, např. ve smyslu směrového rozlišení dopravních proudů a jejich intenzit a příslušných nehod, dále také bude ve smyslu klasifikace účastníků, včetně specifických skupin chodců a cyklistů [10]. Jedině tak bude možné objektivně ověřit vztah návrhových prvků OK a bezpečnosti.

Poděkování patří řadě osob, které se účastnily sběru informací o OK: jednalo se o studenty Fakulty stavební VUT v Brně (poděkování Ing. Martinu Všetečkovi a Ing. Petru Holcnerovi, Ph.D. za organizaci), dále pak o pracovníky Centra dopravního výzkumu, v.v.i. (Martina Janatu a Soňu Fenclovou). Dále děkujeme Ing. Lukáši Ráczovi za poskytnutí údajů o pražských OK a Michalu Sýkorovi (GEODIS BRNO spol. s.r.o.) za informace týkající se ortofotomapy ČR.

Článek byl prezentován na Silniční konferenci 2012 v Plzni a zpracován za podpory programu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy „Institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace v roce 2012."

Reference

[1] Ambros, J., Kafoňková, J., Kocourek, J., Kočárková, D., Kozel, P., Rusek, M., Turek, M., Turek, R. Vývoj metodiky sledování a vyhodnocování dopravních konfliktů. *Silniční obzor* (v tisku). http://konflikt.cdvinfo.cz/file/vyvoj-metodiky-sledovani-a-vyhodnocovani-dopravnich-konfliktu/

[2] Blog Mapy.cz.

[3] Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., Wets, G. Explaining variation in safety performance of roundabouts. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 42 (2010), s. 393-402.

[4] Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., Wets, G. Extended prediction models for crashes at roundabouts. *Safety Science*, vol. 49 (2011), s. 198-207.

[5] Hakkert, A.S., Braimaister, L. *The uses of exposure and risk in road safety studies*. Report R-2002-12. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, 2002. http://www.swov.nl/rapport/R-2002-12.PDF

[6] Lord, D. Modeling motor vehicle crashes using Poisson-gamma models: Examining the effects of low sample mean values and small sample size on the estimation of the fixed dispersion parameter. *Accident Analysis and Prevention*, vol. 38 (2006), s. 751-766. https://ceprofs.civil.tamu.edu/dlord/Papers/DLord_LMP_and_Dispersion_Parameter.pdf

[7] Mahdalová, I., Malina, T., Křivda, V., Cihlářová, D., Seidler, T., Škvain, V. *Projekt výzkumu a*

vývoje č. CG911-008-910 „Vliv geometrie stavebních prvků na bezpečnost a plynulost provozu na okružních křižovatkách a možnost predikce vzniku dopravních nehod“: Roční zpráva za rok 2009. VŠB - TU Ostrava, 2010. http://kds.vsb.cz/projekty/2009-01/projekt-2009-01.htm

[8] Mahdalová, I., Malina, T., Křivda, V., Cihlářová, D., Seidler, T., Škvain, V. *Projekt výzkumu a vývoje č. CG911-008-910 „Vliv geometrie stavebních prvků na bezpečnost a plynulost provozu na okružních křižovatkách a možnost predikce vzniku dopravních nehod“: Závěrečná zpráva za rok 2010*. VŠB - TU Ostrava, 2011.

[9] Novák, J. Optimalizace návrhových prvků okružních křižovatek. *14. odborná konference doktorského studia JUNIORSTAV 2012*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 26.1.2012.

[10] Pokorný, P., Skládaný, P. Vedení cyklistů okružními křižovatkami. *Dopravní inženýrství*, roč. 6 (2011), s. 16-18.