

ANALÝZA DOPRAVNÍ NEHODOVOSTI NA OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATKÁCH V ČESKÉ REPUBLICE

ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS ON ROUNDABOUTS IN THE CZECH REPUBLIC

Ivana Mahdalová¹, Vladislav Křivda²

Anotace: Příspěvek se zabývá analýzou dopravní nehodovosti na okružních křižovatkách v České republice v letech 2007 a 2008. Příspěvek byl zpracován za finanční podpory projektu 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“ Ministerstva dopravy ČR.

Klíčová slova: dopravní nehodovost, okružní křižovatka

Summary: The paper deals with the analysis of traffic accidents in the roundabouts in the Czech Republic in 2007 and 2008. This paper was prepared with financial support for research and development project No. CG911-008-910 "Influence of structural elements geometry on safety and fluency of operation on roundabouts and possibility of rise crashes prediction", the Ministry of Transport.

Key words: Traffic Accident, Roundabout

1. ÚVOD

Dopravní nehodovost v silničním provozu je stále diskutované téma a jakékoliv opatření vedoucí ke snížení počtu či závažnosti následků dopravních nehod je přijímáno pozitivně. Dochází-li na určitém dopravním místě k většímu počtu dopravních nehod, je vždy nutné provést podrobnou analýzu mapující důvody vzniku těchto nehod. Na základě této analýzy lze poté provádět predikci vzniku dopravních nehod, příp. navrhnout opatření na zvýšení bezpečnosti provozu, zlepšení plynulosti provozu atp.

V předloženém příspěvku jsou uvedeny některé výsledky z analýzy dopravních nehod na okružních křižovatkách v České republice. Výchozím podkladem byla mj. databáze dopravních nehod evidovaných Policií ČR s využitím příslušných informací na internetu. Tento příspěvek byl zpracován na základě výsledků zjištěných v roce 2009 v rámci projektu 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“ Ministerstva dopravy ČR.

¹ doc. Ing. Ivana Mahdalová, Ph.D., VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství, L. Poděšť 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, Tel.: +420 59 732 1342, E-mail: ivana.mahdalova@vsb.cz, <http://kds.vsb.cz>

² Ing. Vladislav Křivda, Ph.D., VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství, L. Poděšť 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, Tel.: +420 59 732 1315, E-mail: vladislav.krivda@vsb.cz, <http://kds.vsb.cz>

2. GRAFICKÉ A DATOVÉ PODKLADY PRO ŘEŠENÍ PROJEKTU

Pro vyhledání okružních křižovatek (dále také je OK) a získání údajů o jejich geometrii byly pro účely řešení projektu použity letecké snímky z dostupných webových mapových serverů. Použití projektových podkladů se ukázalo jako ne zcela vhodné vzhledem k tomu, že v rámci výstavby dochází často ke změnám oproti projektu.

Údaje o intenzitách dopravy byly získány z dříve uskutečněných sčítání na sledovaných okružních křižovatkách, z pravidelných ročních sčítání prováděných některými městy, z vlastních videozáznamů provozu na vybraných okružních křižovatkách nebo přepočtem z dostupných údajů o celostátním sčítání dopravy v letech 2000 a 2005. Pro zpřesnění údajů byl prováděn vlastní doplňkový dopravně inženýrský průzkum.

Údaje o dopravních nehodách evidovaných na okružních křižovatkách v letech 2007 a 2008 byly získány od Policie ČR. Podrobnosti byly vyhledány z webové aplikace „Nehody v mapě“. Rok 2009 není do výzkumného projektu zahrnut vzhledem ke skutečnosti, že se podstatně zvýšil finanční limit vyžadující nahlášení nehody policii.

Pro získání konkrétních parametrů jednotlivých stavebních prvků okružních křižovatek a možnost následného ověření průjezdu vlečnými křivkami byly pro sledované okružní křižovatky vyhotoveny situační výkresy v dwg formátu podle skutečného stavebního stavu identifikovaného z ortofotomap.

3. ÚDAJE O DOPRAVNÍCH NEHODÁCH NA OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATKÁCH

Od Policie ČR byly získány seznamy nehod, které byly evidovány na okružních křižovatkách v České republice v roce 2007 a 2008. Seznamy obsahují číslo nehody, souřadnice lokalizace nehody, číslo silnice a kilometráž, okres, obec a název ulice a případně i číslo uzlu. Celkem podle dodaných podkladů Police ČR evidovala v roce 2007 na okružních křižovatkách 2170 nehod a v roce 2008 pak celkem 2065 nehod. Na základě uvedeného čísla nehody byly vyhledány základní informativní výpisy o nehodě z webové aplikace „Nehody v mapě“ dostupné přes web stránky Policie ČR na adrese <http://www.jdvm.cz/pcr>. Poté byly nehody spárovány s konkrétními okružními křižovatkami s využitím leteckých snímků z internetových mapových serverů.

Při této činnosti se vyskytly určité potíže vyplývající z nepřesnosti databáze nehod. U řady nehod nejsou uvedeny souřadnice lokalizace a proto se nehody nezobrazují v mapě – viz tab. 1 (jedná se o 3,3 % z celkového počtu evidovaných nehod). Takové nehody byly identifikovány pouze podle dalších identifikačních údajů – číslo a kilometráž silnice, číslo uzlu, název ulice – a protože není zřejmá jejich poloha v souvislosti s geometrií křižovatky, jsou při analýze nehodovosti pro účely výzkumu prakticky nepoužitelné.

Tab. 1 - Nezobrazitelné nehody - chybějící souřadnice

Databáze nehod podle PČR	Evidováno nehod		Uvedeny souřadnice		Chybějící souřadnice	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Celkem	2170	2065	2069	2024	101	41
Procentní podíl	100,00%	100,00%	95,35%	98,01%	4,65%	1,99%

Zdroj: Autoři

U některých nehod evidovaných podle seznamů na okružní křižovatce pak podle zobrazení lokalizace nehody v mapě vyplynulo, že nemají žádnou souvislost s jakoukoliv okružní křižovatkou a musely být vyřazeny – viz tab. 2 (jedná se o 3,7 % z celkového počtu evidovaných nehod)

Tab. 2 - Přiřazení nehod na konkrétní okružní křižovatky

Kraj	Evidováno nehod		Přiřazeno na OK		Vyřazeno - není OK	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Jihočeský	139	144	134	142	5	2
Jihomoravský	46	39	44	34	2	5
Karlovarský	76	54	70	52	6	2
Královéhradecký	244	214	244	214	0	0
Liberecký	91	100	90	94	1	6
Moravskoslezský	293	302	286	295	7	7
Olomoucký	140	151	138	148	2	3
Pardubický	75	66	72	64	3	2
Plzeňský	66	80	66	80	0	0
Praha	401	357	369	341	32	16
Středočeský	300	256	285	246	15	10
Ústecký	238	239	225	225	13	14
Vysočina	16	19	16	19	0	0
Zlínský	45	44	45	39	0	5
Celkem	2170	2065	2084	1993	86	72
Procentní podíl	100,00%	100,00%	96,04%	96,51%	3,96%	3,49%

Zdroj: Autoři

U nevelkého počtu nehod jednoznačně identifikovatelných podle popisu místa se při zobrazení nehody v mapě s využitím uvedených souřadnic objevila tato nehoda na jiné než popisované okružní křižovatce. Takové nehody byly tedy přiřazeny na tu okružní křižovátku, na které se zobrazovaly v internetové aplikaci „Nehody v mapě“.

Z evidence nehod není zřejmé, zda je chybné uvedení souřadnic nebo zda je chyba v evidenčním znaku přiřazujícím nehodu k okružní křižovatce. Vstupní údaje pro vyhodnocení nehodovosti a následnou možnost predikce vzniku nehod na okružních křižovatkách jsou tedy celkově zatíženy chybou v řádu do 10 %.

Do databáze zkoumaných okružních křižovatek byly zařazeny také ty okružní křižovatky, na nichž nebyly Policií ČR evidovány v letech 2007 a 2008 žádné nehody, ale jejichž existence je řešitelům známa. Celkem bylo prověřováno 639 okružních křižovatek. Zastoupení podle jednotlivých krajů je uvedeno v tab. 3.

Tab. 3 - Počty prověřovaných okružních křižovatek v ČR

Kraj	Počet okružních křižovatek
Jihočeský	35
Jihomoravský	34
Karlovarský	34
Královéhradecký	51
Liberecký	46
Moravskoslezský	75
Olomoucký	41
Pardubický	34
Plzeňský	29
Praha	49
Středočeský	73
Ústecký	92
Vysočina	17
Zlínský	29
Celkem	639

Zdroj: Autoři

Ke všem prověřovaným okružním křižovatkám byly dohledávány údaje o průměrných denních intenzitách dopravy (RPDI) ve sledovaných letech 2007 a 2008, a to na základě údajů z celostátního sčítání dopravy, z ročního sčítání ve větších městech, z dostupných jednotlivých dopravně inženýrských průzkumů a z vlastních doplňujících průzkumů. K prověřovaným okružním křižovatkám byly formou tabulek zpracovány přehledy o typech nehod, jejich příčinách a následcích, s uvedením lokalizace křižovatky, průměrných denních intenzit a leteckých snímků. Z těchto přehledových listů vyplývají souhrnné statistické údaje, uvedené v následujících tabulkách a grafech.

4. GEOMETRICKÉ PARAMETRY PROVĚŘOVANÝCH OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATEK

V prověřovaném souboru jsou nejvíce zastoupeny okružní křižovatky s jedním pruhem na okružním pásu, což odpovídá reálné situaci v ČR. Z hlediska půdorysného tvaru se nejčastěji vyskytují okružní křižovatky pravidelného kruhového tvaru, výraznou menšinu tvoří křižovatky oválného tvaru. V prověřovaném souboru se ojediněle vyskytují i okružní křižovatky ve tvaru kapky nebo jiného nepravidelného uspořádání. Detailně skladbu prověřovaného souboru okružních křižovatek popisuje tab. 4.

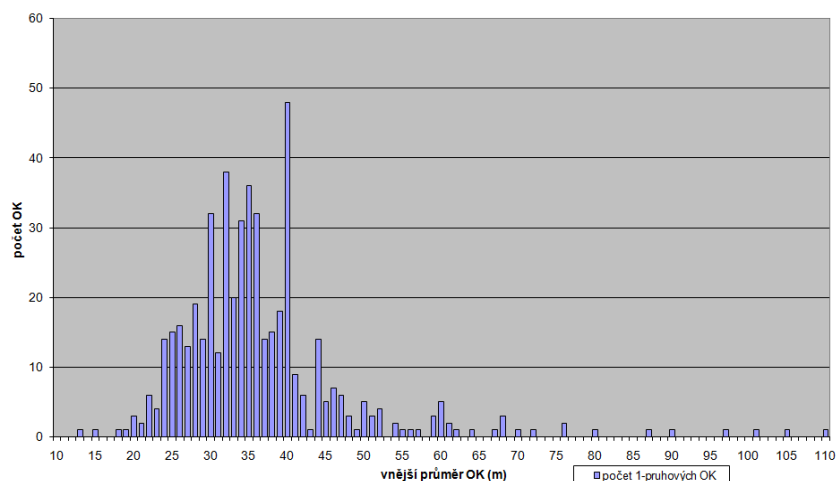
Nejčteněji je v prověřovaném souboru zastoupen segment jednoruhových okružních křižovatek s vnějším průměrem 30 až 40 m (celkem 57,5 % z celkového prověřovaného počtu jednoruhových okružních křižovatek kruhového tvaru). V segmentu vícepruhových okružních křižovatek je nejčteněji zastoupena skupina okružních křižovatek kruhového tvaru s vnějším průměrem 60 až 100 m (celkem 53,8 % z celkového prověřovaného počtu

dvoupruhových okružních křižovatek). Skladba okružních křižovatek pravidelného kruhového tvaru v členění podle velikosti vnějšího průměru je uvedena v grafech na obr. 1 a 2.

Tab. 4 - Počet prověřovaných okružních křižovatek (OK)
v členění podle počtu jízdnic pruhů na okružním pásu

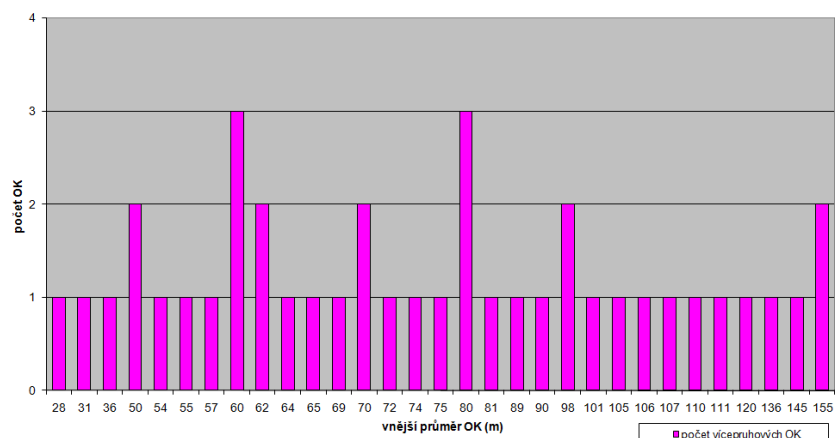
Půdorysné uspořádání OK	Jeden pruh na okružním pásu	Více pruhů na okružním pásu	Nezjištěno
Kruhové	514	40	48
Oválné	24	4	
Jiný tvar (kapka, náměstí, ...)	7	2	
Celkem OK dle počtu pruhů na okruhu	545	46	
Celkem prověřováno OK	639		

Zdroj: Autoři



Zdroj: Autoři

Obr. 1 - Struktura 1-pruhových OK kruhového uspořádání v prověřovaném souboru dle vnějšího průměru



Zdroj: Autoři

Obr. 2 - Struktura vícepruhových OK kruhového uspořádání v prověřovaném souboru dle vnějšího průměru

5. STATISTIKA NEHOD NA PROVĚŘOVANÝCH OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATKÁCH

Přehledné údaje o výskytu nehod na prověřovaných okružních křižovatkách jsou uvedeny v tab. 5 a 6. Podíl jednotlivých druhů nehod na okružních křižovatkách ve sledovaném souboru je znázorněn v grafu na obr. 3.

Tab. 5 - Výskyt nehod na okružních křižovatkách v prověřovaném souboru

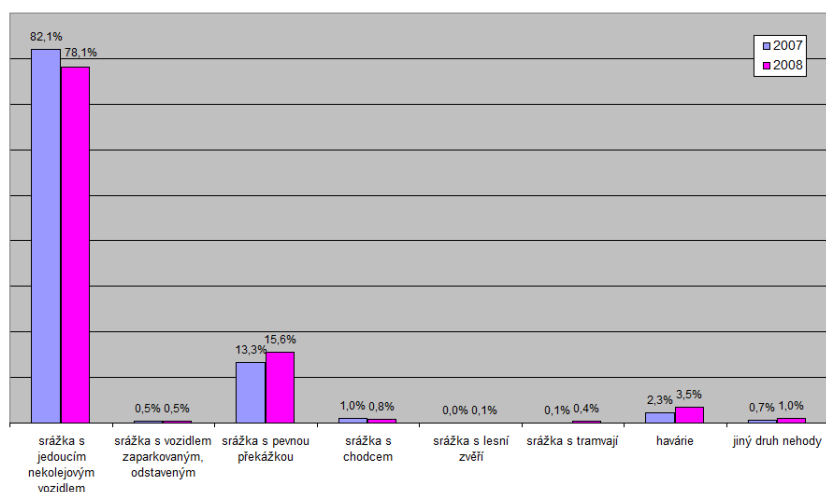
Sledované období	Rok 2007	Rok 2008	Roční průměr za sledované období
Celkový počet prověřovaných okružních křižovatek	639	639	639
Celkový počet nehod na prověřovaném souboru OK	2084	1993	2038,5
Průměrný počet nehod připadající na jednu OK	3	3	3
Nejmenší počet evidovaných nehod za rok na jedné OK	0	0	0
Největší počet evidovaných nehod za rok na jedné OK	93	96	94,5
Nejčastěji se vyskytující počet nehod na jedné OK	0	1	1
Počet zranění s následkem smrti	1	2	1,5
Počet těžkých zranění	11	37	24
Počet lehkých zranění	154	214	184

Zdroj: Autoři

Tab. 6 - Podíl jednotlivých druhů nehod na celkovém počtu evidovaných nehod v prověřovaném souboru OK

Druh nehody		Rok 2007	Rok 2008	Roční průměr za sledované období
		%	%	%
Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem - celkem		82,1	78,1	80,1
z toho	čelní	1,3	1,2	1,25
	boční	20,7	17,8	19,25
	zboku	28,4	30,3	29,35
	zezadu	31,7	28,8	30,25
Srážka s vozidlem zaparkovaným, odstaveným		0,5	0,5	0,5
Srážka s pevnou překážkou - celkem		13,3	15,6	14,45
z toho	strom	0,2	0,3	0,25
	sloup - telefonní, veř. osvětlení, el. vedení apod.	1,7	2,2	1,95
	odrazník, patník, sloupek, dopr. značky apod.	5,1	5,5	5,3
	svodidlo	0,9	1,2	1,05
	zeď, pevná část mostů, podjezdů, tunelů apod.	1,8	2,2	2
	překážka vzniklá staveb. činností (přenosné dopravní značky, hromada štěrku, písku apod.)	0,1	0,1	0,1
	jiná překážka (zábradlí, oplocení, násep, nástupní ostrůvek apod.)	3,5	4,1	3,8
Srážka s chodcem		1,0	0,8	0,9
Srážka s lesní zvěří		0	0,1	0,05
Srážka s tramvají		0,1	0,4	0,25
Havárie		2,3	3,5	2,9
Jiný druh nehody		0,7	1,0	0,85
Celkem		100	100	100

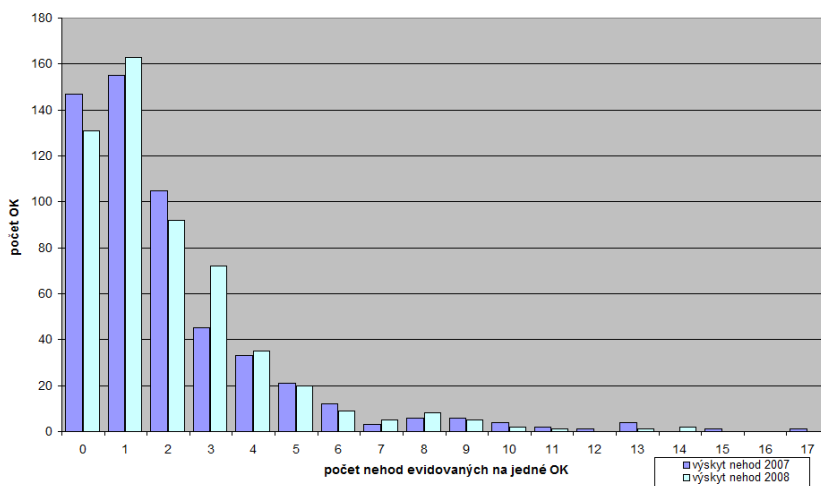
Zdroj: Autoři



Zdroj: Autoři

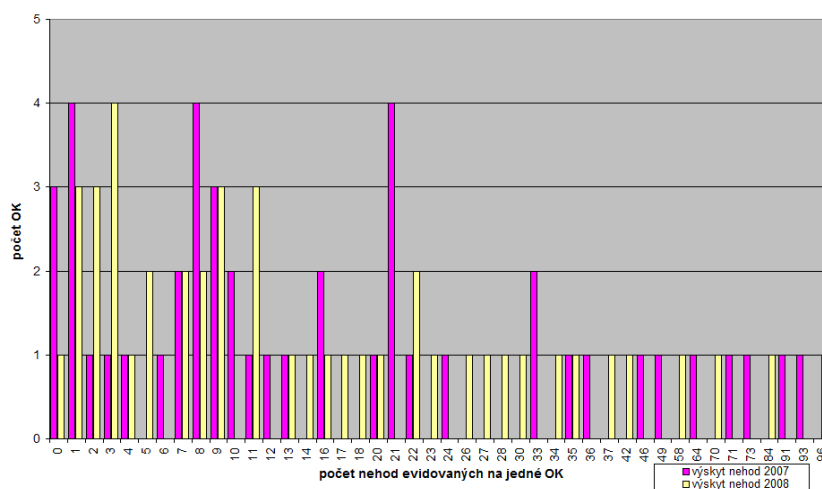
Obr. 3 - Podíl jednotlivých druhů nehod evidovaných na OK v prověřovaném souboru

Okružní křižovatky s jedním jízdním pruhem na okružním pásu přitom vykazují významně nižší nehodovost ve srovnání s vícepruhovým uspořádáním okružního pásu. Frekvenci výskytu počtu nehod za rok na sledovaných okružních křižovatkách ilustrují grafy na obr. 4 a na obr. 5.



Zdroj: Autoři

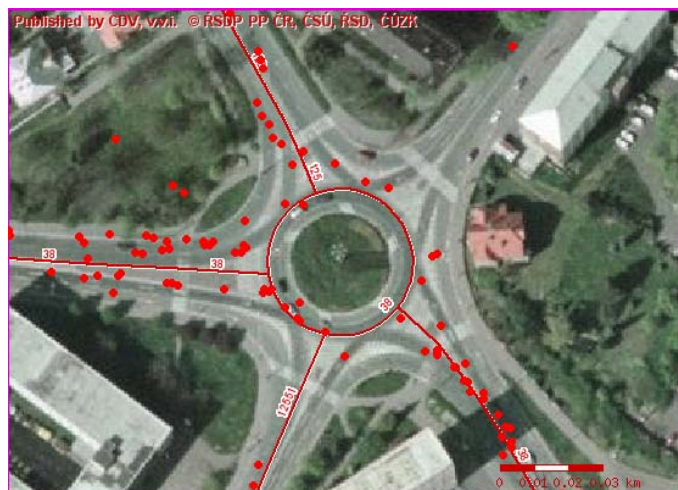
Obr. 4 - Četnost výskytu nehod na 1-pruhových OK v prověřovaném souboru



Zdroj: Autoři

Obr. 5 - Četnost výskytu nehod na vícepruhových OK v prověřovaném souboru

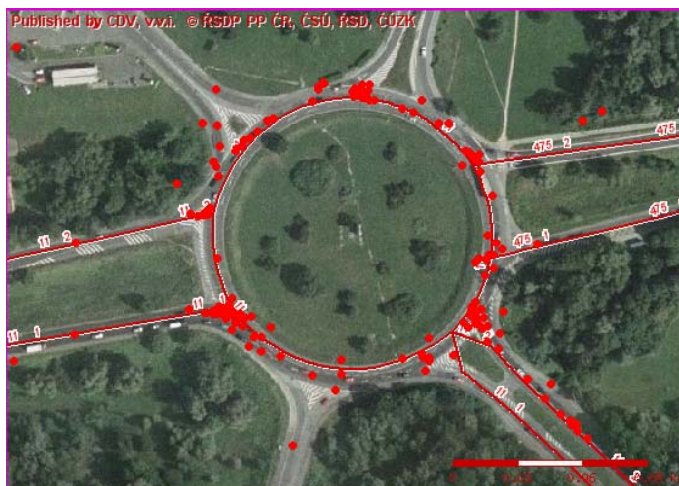
Ve sledovaném souboru se na jednopruhových okružních křižovatkách nejčastěji vyskytla 1 nehoda za rok (téměř 30 % prověřovaných křižovatek) a na přibližně 25 % prověřovaných jednopruhových křižovatek se nestala žádná nehoda. Maximální počet 17 nehod za rok se v roce 2007 vyskytl pouze na jedné jednopruhovém okružní křižovatce v Kolíně na ulici Havlíčkova (průtah silnice I/38). Jedná se o pětiramennou okružní křižovatku o vnějším průměru 46 m s 5 bypassy. Výskyt nehod na této OK ilustruje obr. 6. V roce 2008 se maximální počet 14 nehod vyskytl opět v Kolíně na ulici Havlíčkova.



Zdroj: <http://www.jdvm.cz/pcr>

Obr. 6 - Výskyt nehod na OK v Kolíně (ul. Havlíčkova, průtah silnice I/38)

Na dvoupruhových okružních křižovatkách je patrný velký rozptyl výskytu nehod připadajících na jednu OK za rok. Zejména je patrný poměrně častý výskyt vysokého počtu nehod na jednotlivých okružních křižovatkách. Maximální hodnoty byly dosaženy na šestiramenné dvoupruhové okružní křižovatce v Havířově (průtah silnice I/11), kde se stalo 93 nehod v roce 2007 a 96 nehod v roce 2008. Výskyt nehod na této OK ilustruje obr. 7. Obdobně vysoké počty nehod byly dosaženy také na čtyřramenné dvoupruhové okružní křižovatce v Praze - Chodov, a to 91 nehod v roce 2007 a 70 nehod v roce 2008. Situaci na této OK ilustruje obr. 8.



Zdroj: <http://www.jdvm.cz/pcr>

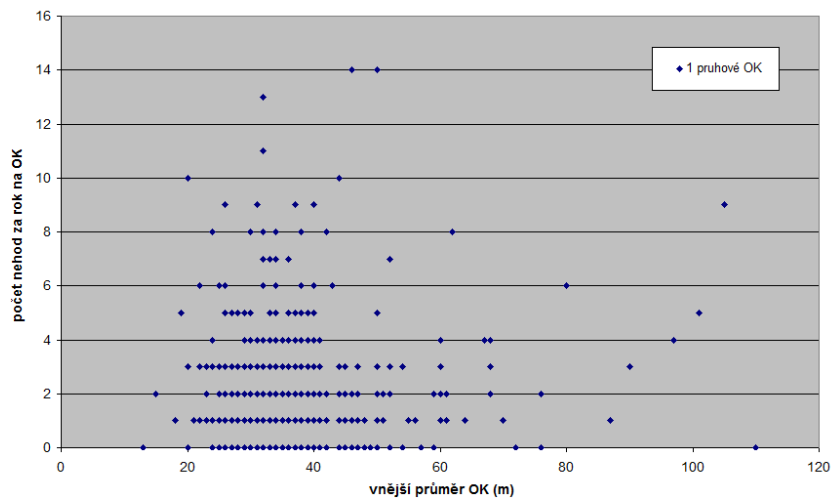
Obr. 7 - Výskyt nehod na OK v Havířově (průtah silnice I/11)



Zdroj: <http://www.jdvm.cz/pcr>

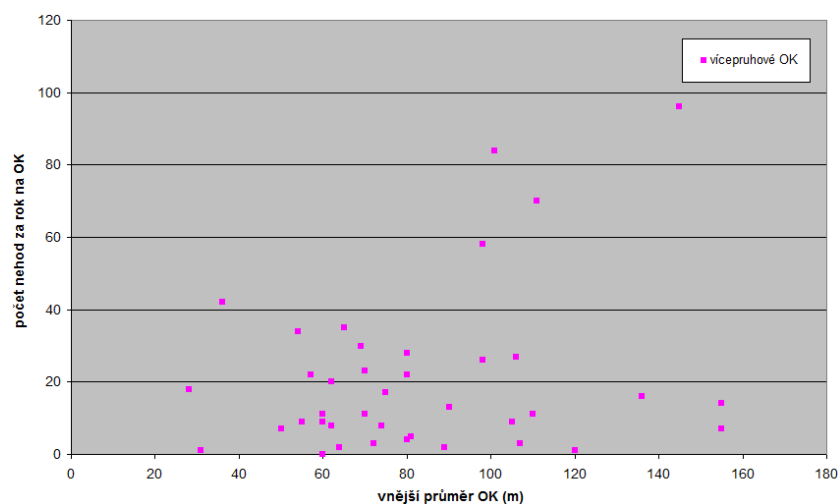
Obr. 8 - Výskyt nehod na OK v Praze-Chodov

Počet nehod na okružních křižovatkách v závislosti na vnějším průměru OK vyjadřují grafy na obr. 9 a 10.



Zdroj: Autoři

Obr. 9 - Počet nehod v roce 2008 na 1-pruhových OK v závislosti na vnějším průměru



Zdroj: Autoři

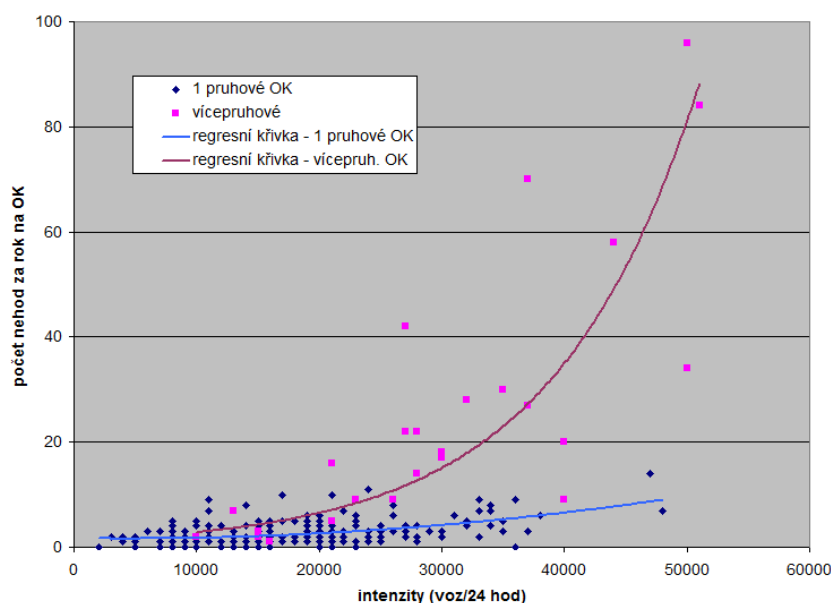
Obr. 10 - Počet nehod v roce 2008 na vícepruhových OK v závislosti na vnějším průměru

Počet zraněných při nehodách na okružních křižovatkách je však celkově velmi nízký. V prověřovaném souboru 639 křižovatek se podle dostupných podkladů vyskytly smrtelné následky pouze v minimálním počtu, a to 1 zranění s následkem smrti v roce 2007 a 2 zranění s následkem smrti v roce 2008. Těžká zranění dosáhla v roce 2007 počtu 11 a v roce 2008 to bylo 37 těžkých zranění. Lehkých zranění bylo 154 v roce 2007 a 214 v roce 2008. Celkem v prověřovaném souboru okružních křižovatek tvořily nehody se zraněním (včetně smrtelných) v roce 2007 pouze 8 % z celkového evidovaného počtu 2084 evidovaných dopravních nehod a v roce 2008 to bylo cca 13 % z celkového počtu 1993 evidovaných nehod. Většina nehod se tedy obešla zcela bez zranění.

6. ANALÝZA VYBRANÝCH OKRUŽNÍCH KŘÍŽOVATEK

Pro účely analýz souvislosti nehod s geometrií okružní křižovatky byly následně vyřazeny okružní křižovatky, které nejsou skutečnými křižovatkami, ale jedná se o náměstí různých tvarů s okružním dopravním uspořádáním, a dále byly vyřazeny okružní křižovatky mimo sčítací úseky, u nichž se nepodařilo dohledat vstupní intenzity a s ohledem na jejich lokalizaci a malý počet nehod lze předpokládat nízké hodnoty intenzit dopravy, a také okružní křižovatky, jejichž geometrie není zřejmá z dostupných leteckých snímků. Tím se pro podrobnější analýzu zkoumaný soubor okružních křižovatek omezil na celkový počet 229 okružních křižovatek, z toho 203 okružních křižovatek s jedním jízdním pruhem na okružním pásu a 26 vícepruhových okružních křižovatek.

Souvislost výskytu ročního počtu nehod na okružní křižovatce za rok 2008 s intenzitou dopravy (průměrná denní intenzita všech vozidel vjíždějících do křižovatky) je vyjádřena v grafu na obr. 11.



Zdroj: Autoři

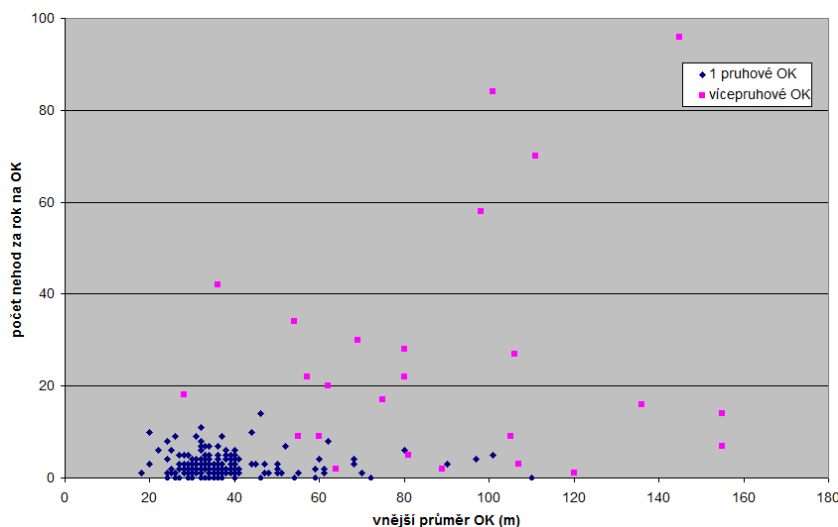
Obr. 11 - Počty nehod na OK v roce 2008 v závislosti na intenzitě dopravy

Z grafu je zřejmá souvislost většího počtu nehod s vyšší intenzitou dopravy u vícepruhových okružních křižovatek. Přesto jsou patrné velké rozdíly v ročním počtu nehod při srovnatelných intenzitách, což je zřejmě ovlivněno konkrétním uspořádáním jednotlivých geometrických prvků křižovatky.

U jednopruhových okružních křižovatek však závislost mezi intenzitou dopravy a počtem nehod není prokazatelná. Nehodovost tedy spíše závisí na konkrétním geometrickém uspořádání okružní křižovatky a všech jejích prvků.

Za významný charakteristický prvek geometrického uspořádání okružní křižovatky je považována hodnota vnějšího průměru křižovatky. Závislost mezi vnějším průměrem a počtem nehod se však (ve shodě s původním předpokladem) neprokázala. Částečně je patrná tato souvislost u vícepruhových okružních křižovatek, což je však dáno skutečností, že větší

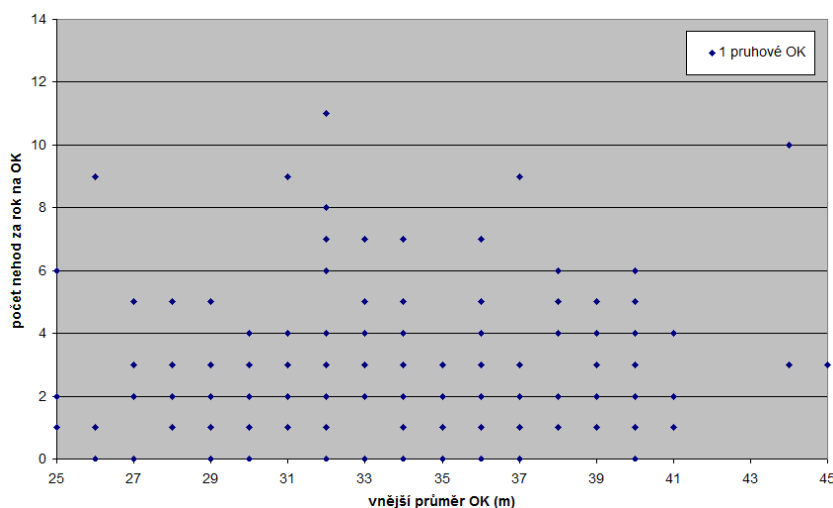
průměry se navrhuje v místech s předpokládanou vysokou intenzitou dopravy, která nehodovost na vícepruhových OK zjevně ovlivňuje. Srovnání ročního počtu nehod na OK na jednopruhových a vícepruhových křižovatkách ze souboru s jasnou geometrií a intenzitou je uvedeno v grafu na obr. 12.



Zdroj: Autoři

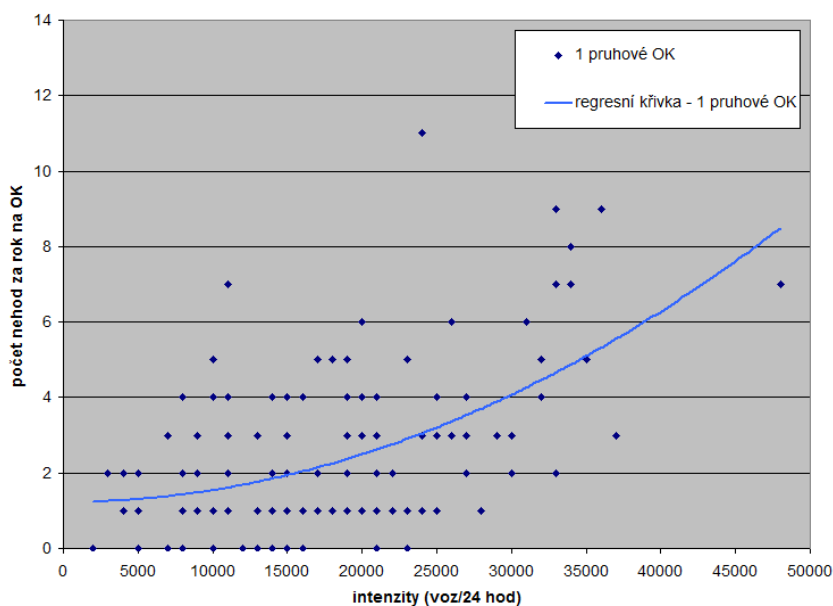
Obr. 12 - Srovnání počtu nehod v roce 2008 na jedno a vícepruhových OK v závislosti na vnějším průměru

V souboru sledovaných jednopruhových okružních křižovatek se nejčastěji vyskytovaly ty s vnějším průměrem 30 až 40 m. Proto jsou sledované údaje pro nejčtenější segment ještě detailně zobrazeny v grafech na obr. 13 a 14. Z grafů je zcela jasně patrné, že není žádná závislost mezi počtem nehod a vnějším průměrem jednopruhovové okružní křižovatky. Také závislost počtu nehod pouze na intenzitě nelze považovat za prokazatelnou.



Zdroj: Autoři

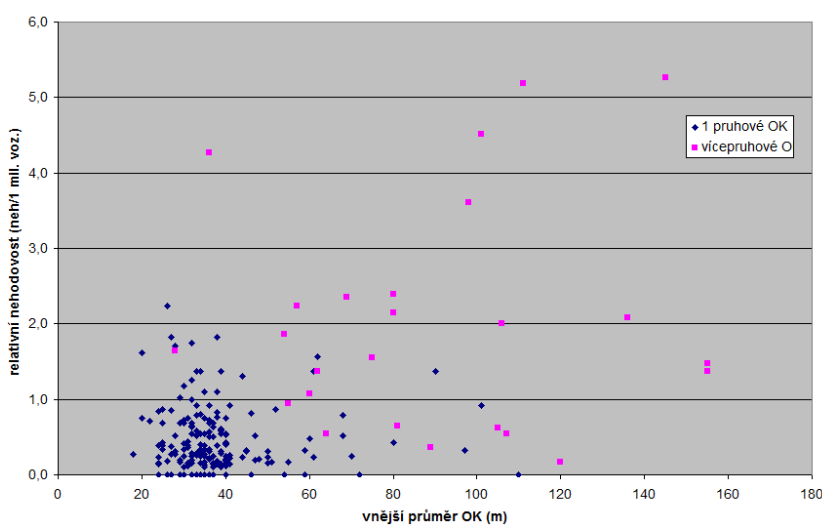
Obr. 13 - Počet nehod v roce 2008 na 1-pruhových OK s průměrem 25 až 45 m v závislosti na vnějším průměru



Zdroj: Autoři

Obr. 14 - Počet nehod na OK o průměru 30 až 40 m v roce 2008 ve vztahu k intenzitě dopravy

Vzhledem k tomu, že roční počet nehod na OK je v určitém vztahu s intenzitou dopravy, byly u okružních křižovatek se zjištěnou intenzitou vypočteny ukazatele relativní nehodovosti, tj. počet nehod na milion vozidel projíždějících křižovatkou. Vztah relativní nehodovosti a vnějšího průměru okružní křižovatky je vyjádřen v grafu na obr. 15. Ani toto vyjádření však neukazuje na žádnou souvislost hodnoty vnějšího průměru okružní s relativní nehodovostí vyskytující se na OK u křižovatek s jedním jízdním pruhem na okružním pásu. U vícepruhových OK je naznačena jistá závislost mezi většími hodnotami vnějších průměrů a vyšší nehodovostí, která je však dána spíše skutečností, že větší průměry se navrhuji v místech s předpokládanou vysokou intenzitou dopravy.



Zdroj: Autoři

Obr. 15 - Vztah vnějšího průměru OK a relativní nehodovosti za rok 2008

7. ZÁVĚR

Z provedených analýz vyplývá, že nehodovost na okružních křižovatkách (a tedy bezpečnost okružních křižovatek) nesouvisí v případě křižovatek s jedním jízdním pruhem na okružním pásu žádným způsobem s vnějším průměrem okružní křižovatky. V žádném případě paušálně neplatí, že menší vnější průměry OK vedou ke snížení nehodovosti v důsledku celkového zklidnění dopravy. Bezpečnost zřejmě mnohem více ovlivňuje celkové vzájemné uspořádání jednotlivých prvků na příjezdech k okružní křižovatce, na vjezdech, na okružním pásu a na výjezdech. Tyto faktory a jejich závislosti budou předmětem zkoumání v rámci řešení výše uvedeného výzkumného projektu v roce 2010.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Dopravní nehody v mapě ČR*. Policie České republiky. Dostupné online z URL <http://www.jdvm.cz/pcr> (citováno 2009)
- [2] *Mapový portál MAPY.CZ*. Dostupné online z URL www.mapy.cz (citováno 2009)