sídlo: Pařížská 1230/1, 301 00 Plzeň
edip@edip.cz, www.edip.cz

22-01

PLZEŇ

SILNICE I/20 X STUDENTSKÁ X KARLOVARSKÁ X ZÁPADNÍ OKRUH

PILOTNÍ PŘÍKLAD KAPACITNÍHO POSOUZENÍ TURBOOKRUŽNÍ KŘIŽOVATKY

ČERVEN 2024

1. ÚVOD

1.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Program:		Program na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti dopravy – DOPRAVA 2020+
Číslo projektu:		CK03000156
Název projektu:		Využití matematických metod pro optimalizaci výpočetních postupů pro stanovení kapacity turbo okružních křižovatek
Část:		**Pilotní příklad kapacitního posouzení turbo-okružní křižovatky**
		(Výstup projektu č. V4)
Řešení:		01/2022 – 06/2024
Poskytovatel podpory:		Česká republika - Technologická agentura České republiky
	sídlo:	Evropská 1692/37, 160 00 Praha 6
	IČ:	72050365
Příjemce dotace:		EDIP s.r.o.
	IČ:	25462482
	sídlo:	Pařížská 1230/1, 301 00 Plzeň
Řešitel:		Ing. Luděk Bartoš, Ph.D.
Další účastník projektu:		České vysoké učení technické v Praze
	IČ:	68407700
	sídlo:	Zikova 4, 166 36 Praha

1.2. CÍLE PILOTNÍHO PŘÍKLADU

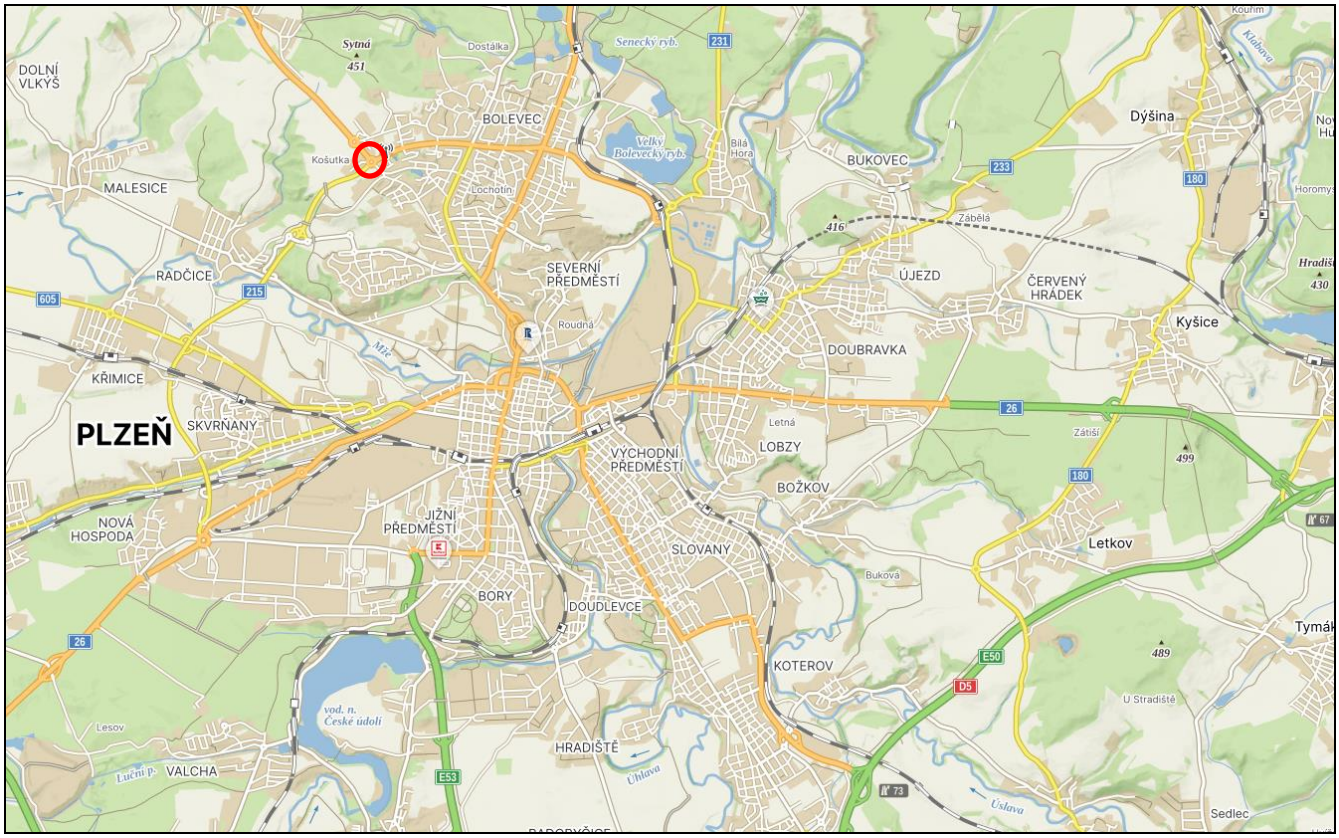
Cílem zpracovaného výstupu (studie) je na příkladu reálné turbo-okružní křižovatky prezentovat nově navrženou metodiku pro výpočet její kapacity [2] porovnat výsledky výpočtu s:

- výpočtem podle původní metodiky [1]
- s výsledky mikroskopické simulace
- s reálným provozem reprezentovaným provedeným dopravním průzkumem.

2. POPIS KŘIŽOVATKY

Výběr křižovatky byl v průběhu řešení projektu konzultován s aplikačním garantem projektu Správou veřejného statku města Plzně. Pro účely posouzení byla vybrána turbo-okružní křižovatka „Plzeň, silnice I/20 x Studentská x Karlovarská x západní okruh", která se nachází v severní části města u OC Globus.

V pořadí druhá turbo-okružní křižovatka v Plzni vznikla při stavbě západní části městského silničního okruhu. Byla zprovozněna v průběhu řešení výzkumného projektu na jaře 2023.



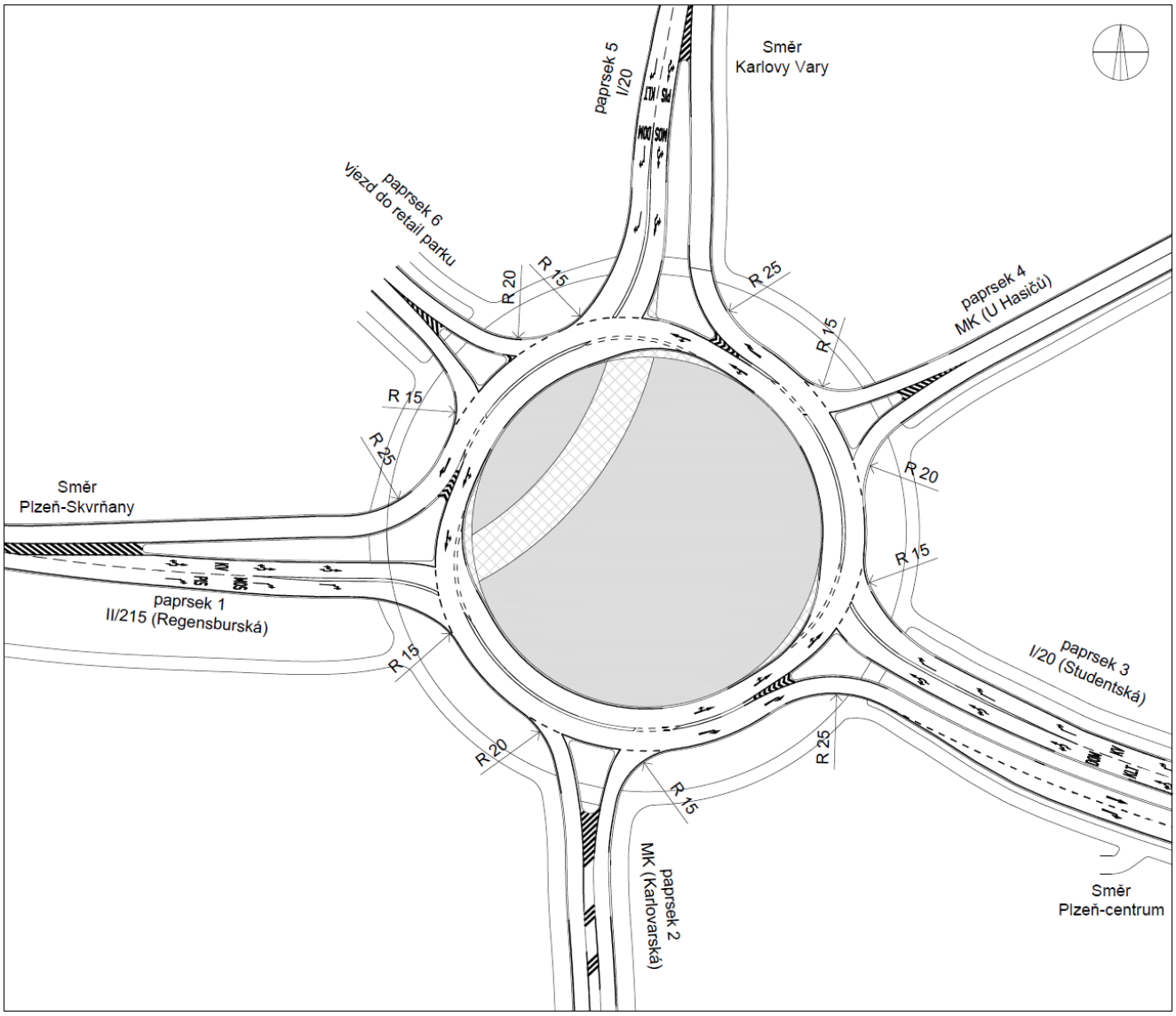
Obr. 1: Širší vztahy, poloha sledované turbo-okružní křižovatky (zdroj: www.mapy.cz)

Vnější průměr okružního pásu je 100 metrů. Křižovatka je šestiramenná, tři ramena jsou na vjezdech dvoupruhová, prostřídaná se třemi jednopruhovými vjezdy. Všechny výjezdy jsou jednopruhové. Vždy na úrovni vjezdu u dvoupruhových vjezdů uvnitř pásu vzniká nový jízdní pruh (spirálovité uspořádání).

Z důvodu potřeby napojení 6 paprsků do křižovatky vyplynula nutnost řešení, ve kterém při výjezdu v pořadí pátým ramenem (u jednopruhových „vedlejších" vjezdů již čtvrtým ramenem) je potřeba na okružním pásu změnit jízdní pruh. Proto nový jízdní pruh na okružním pásu vzniká atypicky již několik metrů před zaústěním levého jízdního pruhu spirálovitého vjezdu.

Kolem celé TOK je realizována stezka pro pěší a cyklisty, na všech paprscích křižovatky jsou realizována místa pro přecházení (bez označení dopravním značením).

Schéma posuzované turbo-okružní křižovatky je obsahem **obrázku 2**.



Obr. 2: Schéma sledované turbo-okružní křižovatky

Paprsek č.	1	2	3	4	5	6
Typ uspořádání vjezdu	S/2	2/1	S/2	2/1	S/2	2/1

Tab. 1: Přehled typu uspořádání vjezdů do sledované turbo-okružní křižovatky podle TP 188 [1] *(sledované vjezdy zvýrazněny)*

3. INTENZITY DOPRAVY

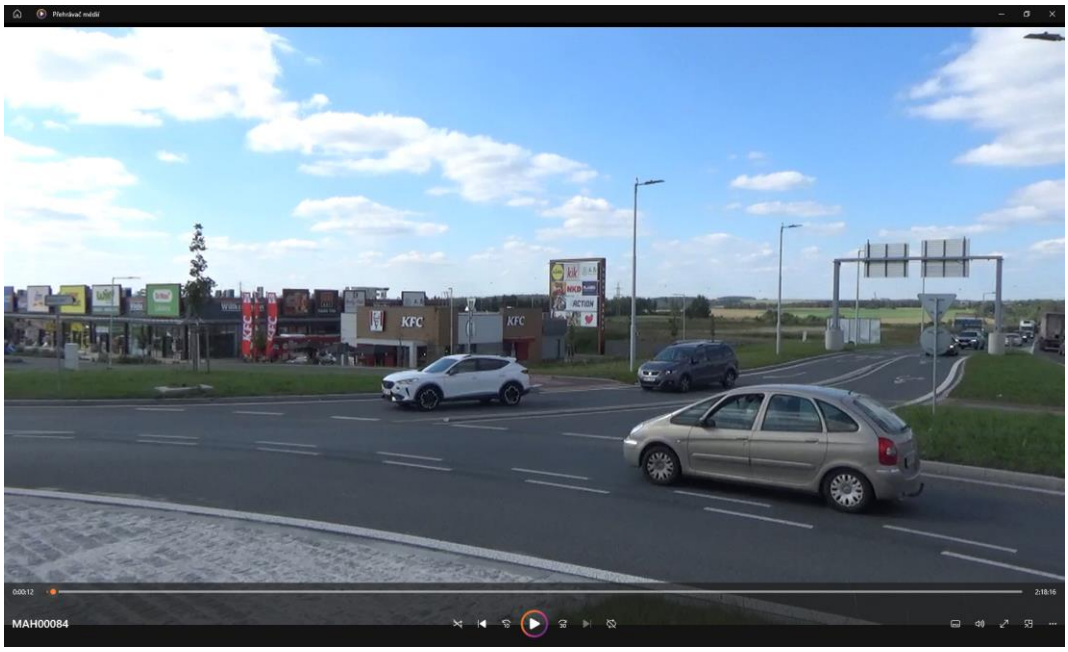
3.1 PROVEDENÍ DOPRAVNÍHO PRŮZKUMU

Současné intenzity dopravy v době dopravní špičky byly zjištěné dopravním průzkumem, který byl uskutečněn v době páteční odpolední špičky v podzimním měsíci, která je podle TP 189 [3] nejbližší padesátirázové intenzitě dopravy.

Průzkum proběhl v pátek 15.9.2023 v době 14:30-16:30.

Průzkum byl proveden záznamem na videokamery. Jedna kamera zaznamenávala celý prostor křižovatky z leteckého pohledu – pro natáčení byl využit dron ve spolupráci se Správou informačních technologií města Plzně. Současně byly tři vjezdy typu S/2 natočeny na tři kamery ze středního ostrova křižovatky za účelem možnosti detailního vyhodnocení dopravních proudů.

Obr. 3: Pohled z dronu v době dopravního průzkumu (videozáznam celého prostoru křižovatky)



Obr. 4: Pohled na videozáznam v době dopravního průzkumu vjezdu typu S/2 ze silnice I/20 od Karlových Varů (rameno 5)

Videozáznam reálného provozu na turbo-okružní křižovatce z leteckého pohledu v pátek 15.9.2023 v době 15:30 - 16:30 je obsahem **Přílohy 1** v digitální formě na externím disku.

3.2 VYHODNOCENÍ INTENZIT

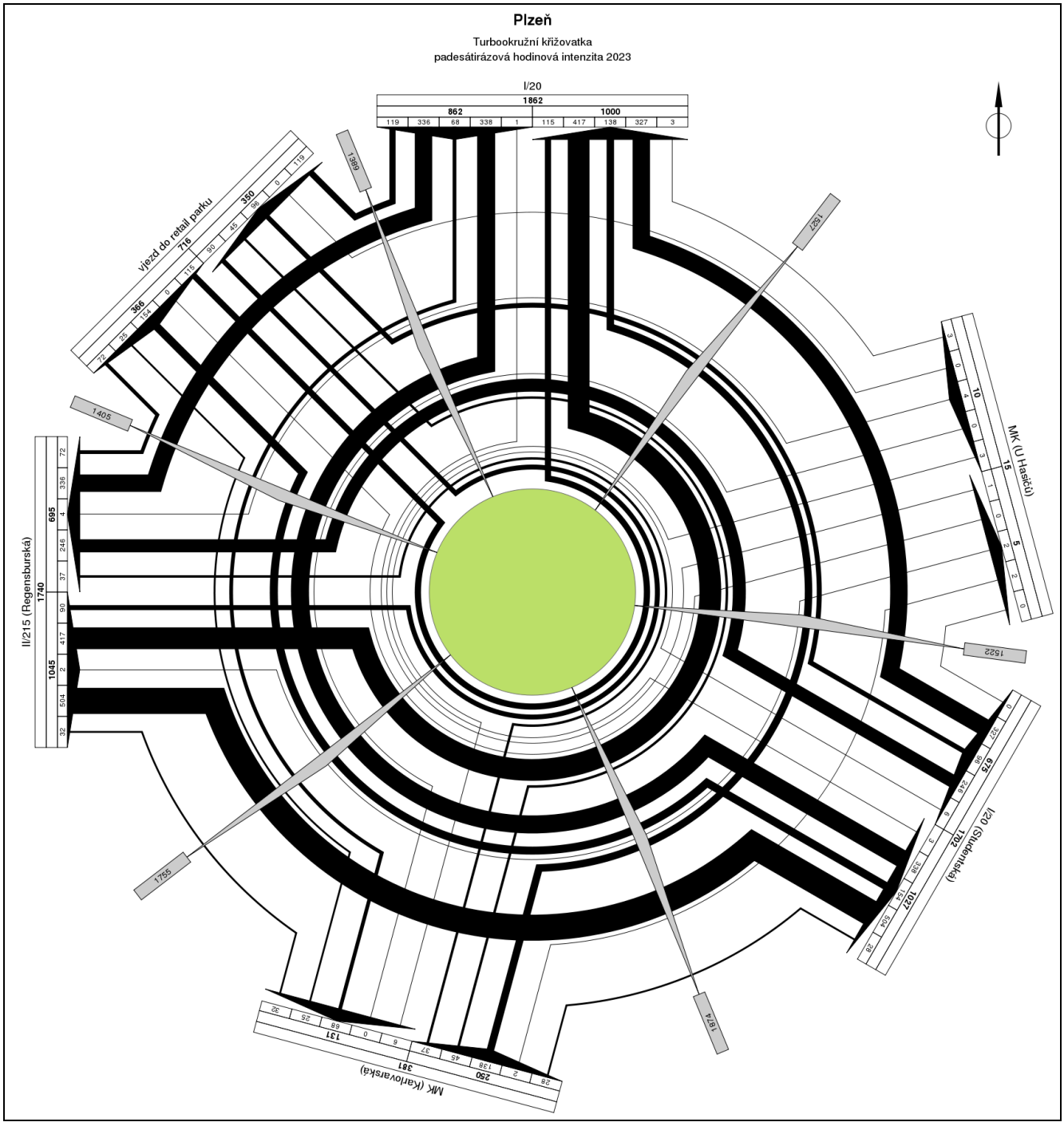
Pro účely dalších analýz byla z dopravního průzkumu vybrána doba 15:30 - 16:30, kdy byly zjištěny nejvyšší hodinové intenzity dopravy.

Intenzity dopravy křižovatkových pohybů byly stanoveny analýzou videozáznamu z dronu pomocí zpracování obrazu (image processing). Intenzity ve špičkové hodině jsou zobrazeny v **obrázku 5**.

Intenzity chodců a cyklistů na místech pro přecházení přes jednotlivá ramena byla stanovena ručním vyhodnocením videozáznamu v kanceláři. Hodnoty intenzit chodců a cyklistů jsou uvedeny v **tabulce 2**.

Rameno	*Komunikace*	*Chodci [ch/h]*	*Cyklisté [cykl/h]*	*Koloběžky [kolob/h]*	*Invalidé na vozíku [inv/h]*	*Celkem*
1	II/215 Regensburská	40	6	1	2	49
2	MK Karlovarská	25	8	1		34
3	I/20 Studentská	5				5
4	MK U Hasičů	26				26
5	I/20	47	3	3	1	54
6	MK Retail Park	3	3	2		8

Tab. 2: Intenzity chodců a cyklistů ve špičkové hodině (15:30-16:30)



Obr. 5: Kartogram intenzit dopravy ve špičkové hodině (15:30-16:30) (voz/h)

Poznámka: Kartogram neobsahuje intenzity vozidel, která se vracejí do stejného paprsku, ze kterého do křižovatky vjela. Jedná se o 8 vozidel z paprsku 1 a 2 vozidel z paprsku 5. V následujících výpočtech jsou započítány.

Celkový součet intenzit na všech vjezdech do TOK Plzeň v době průzkumu (15:30 – 16:30) dosahoval hodnoty 3 218 voz/h. Nejzatíženější vjezd je na paprsku 1 ze západního okruhu na ulici Regensburská – intenzita dopravy 1 053 voz/h.

3.3 VYHODNOCENÍ STŘEDNÍ DOBY ZDRŽENÍ A DÉLKY FRONTY

Vyhodnocení skutečné střední doby zdržení t_w z videozáznamu dopravního průzkumu bylo provedeno vyhodnocením doby jízdy vozidel mezi dvěma profily na vjezdu. První profil byl cca 160m před okružním pásem a druhý na vjezdu na okružní pás. Pro zjištění doby jízdy mezi těmito dvěma místy bylo využito vyhodnocení pomocí sw goodvision (automatické zpracování obrazu). Od tohoto času byla odečtena doba jízdy neovlivněného vozidla (vypočtena jako doba jízdy při rychlosti 40 km/h).

Vyhodnocení skutečné délky fronty $L_{95\%}$ z videozáznamu dopravního průzkumu bylo provedeno ručním vyhodnocením videozáznamu. Po dobu jedné hodiny byly v patnáctivteřinových intervalech zaznamenávány počty vozidel ve frontě. Vozidla byla bodle druhu přenásobena na přepočtená vozidla (pvoz) a na závěr byl celý soubor dat znásoben orientační délkou vozidla stanovenou na 6 m. Z výsledných okamžitých délek fronty byl na závěr stanoven 95% kvantil.

Vyhodnocení bylo provedeno na vjezdu z paprsku 5. Výsledné hodnoty jsou vloženy do porovnání v **tabulce 4** v následující kapitole.

Vyhodnocení z ostatních vjezdů typu S/2 nebylo díky dlouhým frontám mimo záběr hlavní kamery, vlivu vzdutí od přilehlé okružní křižovatky na silnici I/20 a zakrytí stojícími vozidly možné.

4. VÝPOČET KAPACITY A POROVNÁNÍ S VÝSLEDKY DOPRAVNÍHO PRŮZKUMU

Na intenzity dopravy zjištěné v době provedeného dopravního průzkumu byl proveden výpočet kapacity turbo-okružní křižovatce podle:

- původní metodiky TP188 (2018) [1] – podrobný protokol výpočtu je obsahem **Přílohy 2**,
- podle nově navržené metodiky v dodatku č.1 TP188 (2024) [2], který je výstupem č. V2 tohoto výzkumného projektu - podrobný protokol výpočtu je obsahem **Přílohy 3**.

Zatímco původní metodika [1] stanovuje kapacitu pouze celého vjezdu do turbo-okružní křižovatky, tak nově navržená metodika [2] dokáže stanovit kapacitu každého pruhu na vjezdu samostatně.

Porovnání výpočtů podle obou metodik je předmětem **tabulky 3**. Významně odlišné výsledky výpočtu obou metodik jsou zvýrazněny žlutým podbarvením.

			met-2018	met-2024	met-2018	met-2024	met-2018	met-2024	met-2018	met-2024	met-2018	met-2024
Paprsek	Název komunikace	Pruh na vjezdu	UKD [-]	UKD [-]	Rez [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	t_w [s]	t_w [s]	$L_{95\%}$ [m]	$L_{95\%}$ [m]	$t_w \leq t_{w,lim}$ Rez > 0	$t_w \leq t_{w,lim}$ Rez > 0
1	II/215 (Regensburská)	levý	E	C	13	167	69	21	225	52	NE	ANO
		pravý		C		169		21		53		ANO
2	MK (Karlovarská)	společný	E	E	52	31	61	87	63	79	ANO	ANO
3	I/20 (Studentská)	levý	B	B	187	263	19	14	62	24	ANO	ANO
		pravý		B		272		13		23		ANO
4	MK (U Hasičů)	společný	A	B	338	312	11	12	1	1	ANO	ANO
5	I/20 (směr K.Vary)	levý	A	A	497	434	7	8	31	17	ANO	ANO
		pravý		A		421		9		19		ANO
6	vjezd do retail parku	společný	B	B	223	209	16	17	28	30	ANO	ANO

Tab. 3: Porovnání výpočtů kapacity na TOK Plzeň podle metodiky TP 188 (2018) ("met-2018") [1] a podle metodiky dodatku č. 1 TP 188 (2024) ("met-2024") [2]

Zatímco původní metodika [1] konstatuje, že kapacita turbo-okružní křižovatky je nedostatečná, tak nová metodika [2] vykazuje dostatečnou rezervu kapacity.

Jak je patrné z tabulky č.3, zásadní rozdíl se ukazuje ve výpočtu kapacity na vjezdech typu S/2:

- na vjezdu z paprsku 1 (II/215 Regensburská) je dle původní metodiky [1] rezerva kapacity pouze 13 pvoz/h a délka fronty vychází přes 200 metrů. Nová metodika [2] však konstatuje rezervu kapacity 336 pvoz/h a délku fronty odhaduje na 50 metrů v každém pruhu,
- obdobný rozdíl vychází i u paprsku 3 a paprsku 5.

Při znalosti skutečného provozu v době průzkumu (viz **Příloha 1** Videozáznam z provozu) můžeme konstatovat, že reálnému provozu lépe odpovídají výpočty podle nově navržené metodiky [2].

Porovnání skutečné střední doby zdržení a délky fronty zjištěné v době průzkumu (viz kapitola 3.3.) s hodnotami stanovenými výpočty podle metodik [1] a [2] na vjezdu z paprsku č. 5 je obsahem **tabulky 4**.

Paprsek	Název komunikace	Pruh na vjezdu	t_w (s)			$L_{95\%}$		
			met-2018	met-2024	průzkum	met-2018	met-2024	průzkum
5	I/20 (směr K.Vary)	levý	7	8	8	31	17	30
		pravý		9	7		19	30

Tab. 4: Porovnání střední doby zdržení a délky fronty na paprsku 5 během průzkumu s výpočty podle metodiky TP 188 (2018) ("met-2018") [1] a podle metodiky dodatku č. 1 TP 188 (2024) ("met-2024") [2]

Hodnota doby zdržení na obou pruzích vypočtená podle nové metodiky [2] vychází téměř shodně s hodnotou zjištěnou z dopravního průzkumu.

Vypočtená délka fronty L95% podle nové metodiky [2] vychází o něco menší, než je délka stanovená z dopravního průzkumu. Hodnoty z průzkumu jsou stanoveny s přesností na 6 metrů (předpokládaná délka „jednotkového" vozidla). Rozdíly vypočtených hodnot podle nové metodiky [2] (tj. 17 a 19 metrů) a skutečnosti (30 a 30 metrů) na tomto konkrétním vjezdu nejsou dle našeho názoru zásadní a při aplikování výpočtu je potřeba s takovou nepřesností počítat. Při přihlédnutí na citlivost průzkumu 6 m můžeme konstatovat, že se hodnoty příliš neliší.

Ukazuje se, že i původní metodika, která konstatuje nedostatečnou kapacitu celé křižovatky (překročená mezní doba zdržení na paprsku 1), se v případě vjezdu na paprsku 5 shoduje s nově navrženou metodikou.

5. MIKROSIMULAČNÍ MODEL

5.1 METODIKA

V případě složitějšího uspořádání křižovatek, zejména v situacích, kde lze očekávat vzájemné ovlivňování úseků a křižovatek, je potřeba kapacitu komunikační sítě prověřovat v širším kontextu. K prověření kapacity těchto situací je pak vhodné využít mikrosimulační modely.

Principem mikroskopické simulace dopravy je simulace chování každého jednotlivého účastníka silničního provozu (vozidla, chodce) a jejich vzájemné interakce. Mikrosimulace umí lépe vystihnout vzájemné ovlivňování dopravního proudu na sobě blízkých křižovatkách.

Výsledky mikrosimulace mohou být rozdílné od výpočtů podle metodik obsažených ve schválených předpisech (v našem případě TP 188 [1] nebo dodatek č.1 TP 188 [2]).

Mikroskopická simulace se zabývá posuzovanou křižovatkou a také nezbytně navazujícími úseky komunikací.

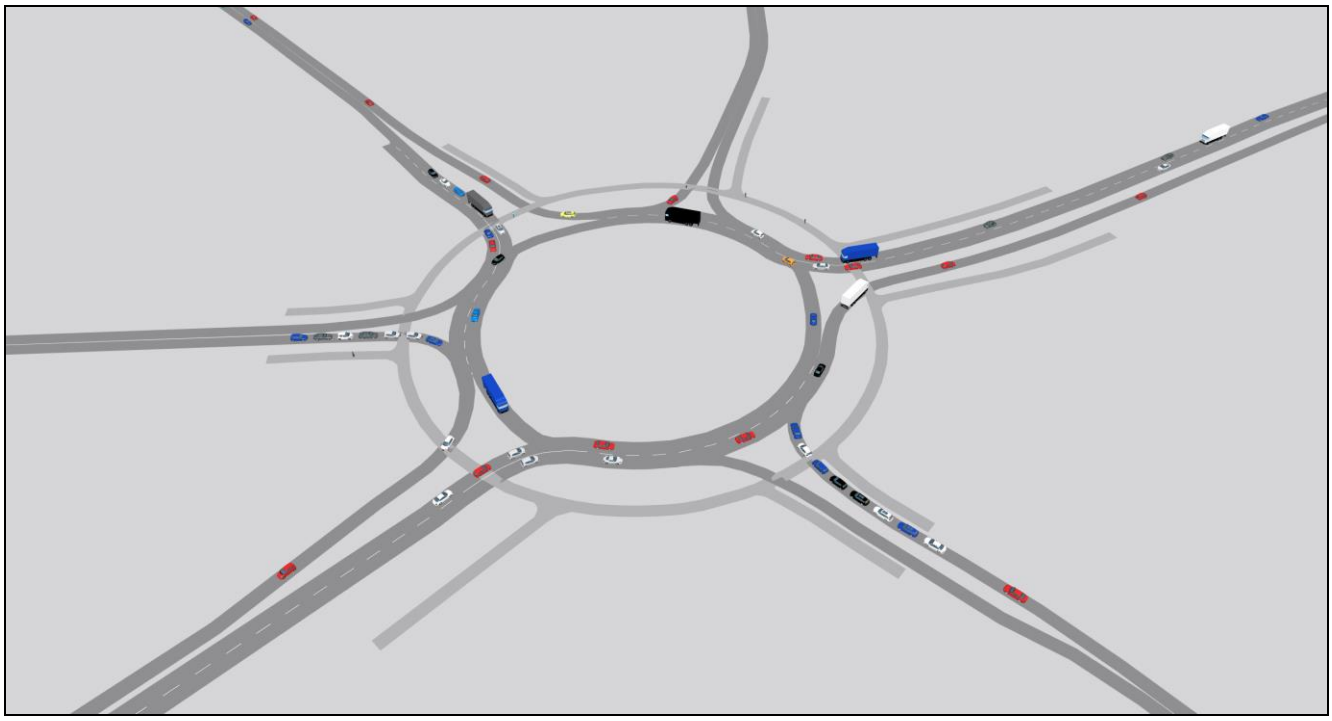
5.2 MODEL TURBO-OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKY V PLZNI

Pro zpracování dopravního simulačního modelu na sledované turbo-okružní křižovatce byl použit specializovaný software pro mikroskopickou simulaci VISSIM 2022. Vyšlo se z mikrosimulačního modelu zpracovaného firmou EDIP s.r.o. v dřívější zakázce ve fázi projektové přípravy [5].

Model byl aktualizován podle skutečného stavebního provedení křižovatky a kalibrován na základě uskutečněného průzkumu, aby co nejvíce odpovídal reálnému provozu. V rámci kalibrace byly upřesněny jednotlivé parametry jako jsou trajektorie, rychlost, akcelerace vozidel, kolizní plochy, apod.

Do modelu jsou zadány intenzity dopravy zjištěného během dopravního průzkumu.

Kromě samotných výpočtů je výsledný model možné prezentovat formou videozáznamů. Ty jsou v digitální formě obsahem **přílohy 4**. Ukázka formou výřezu z videozáznamu je uvedena na **obrázku 6**.



Obr. 6: Ukázka videozáznamu jako jednoho z výstupů mikrosimulačního modelu turbo-okružní křižovatky v Plzni

5.3 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ Z MIKROSIMULAČNÍHO MODELU

Pomocí mikrosimulace lze opakovanými výpočty stanovit charakteristiky, které můžeme porovnat s vypočtenými hodnotami podle metodiky [2].

Na všech vjezdech do křižovatky byly zjištěny hodnoty:

- střední doba zdržení – tj. rozdíl mezi časem potřebným pro „skutečný" (simulovaný) průjezd vozidla vymezeným úsekem a časem potřebným pro „optimální" průjezd, tj. průjezd neovlivněný dalšími účastníky silničního provozu. Kromě zdržení způsobeného čekáním v křižovatce je zahrnuto např. i zdržení způsobené pomalou jízdou za jiným vozidlem.
- délka fronty L95% před vjezdem do křižovatky – vypočtena z průměrné délky fronty a její směrodatné odchylky (předpokládáme Gaussovo rozložení četnosti délek front v průběhu sledovaného intervalu).

Hodnoty obou parametrů zjištěné pomocí mikrosimulace byly porovnány s výsledky výpočtu pomocí nové metodiky [2]. Porovnání je obsahem **tabulky 5**.

			met-2024	mikrosimulace	met-2024	mikrosimulace
Paprsek	Název komunikace	Pruh na vjezdu	t_w [s]	t_w [s]	$L_{95\%}$ [m]	$L_{95\%}$ [m]
1	II/215 (Regensburská)	levý	21	20	52	41
		pravý	21	11	53	26
2	MK (Karlovarská)	společný	87	320	79	208
3	I/20 (Studentská)	levý	14	10	24	6
		pravý	13	5	23	3
4	MK (U Hasičů)	společný	12	7	1	0
5	I/20 (směr K.Vary)	levý	8	6	17	4
		pravý	9	4	19	2
6	vjezd do retail parku	společný	17	11	30	6

Tab. 5: Porovnání výpočtů střední doby zdržení délky fronty na TOK Plzeň podle metodiky dodatku č. 1 TP 188 (2024) ("met-2024") [2] s hodnotami stanovenými pomocí mikrosimulačního modelu

Hodnoty doby zdržení vycházejí sice mírně odlišně, ale z hlediska UKD, které se stanovuje v intervalech podle doby zdržení, se liší maximálně o jeden stupeň UKD.

Velmi nevyrovnané výsledky však vykazuje porovnání výpočtové metody a mikrosimulace při stanovení délky fronty. Při znalosti skutečného provozu v době průzkumu (viz **Příloha 1** Videozáznam z provozu) se domníváme, že reálnému provozu lépe odpovídají výpočty podle nově navržené metodiky [2].

Porovnání skutečné doby zdržení a délky fronty v době průzkumu (viz kapitola 3.3.) s hodnotami stanovenými výpočty podle metodiky [2] a pomocí mikrosimulace na vjezdu z paprsku č. 5 je obsahem **tabulky 6**.

Paprsek	Název komunikace	Pruh na vjezdu	t_w (s)			$L_{95\%}$		
			mikrosim	met-2024	průzkum	mikrosim	met-2024	průzkum
5	I/20 (směr K.Vary)	levý	6	8	8	4	17	30
		pravý	4	9	7	2	19	30

Tab. 6: Porovnání střední doby zdržení a délky fronty na paprsku 5 během průzkumu s výpočtem podle metodiky dodatku č. 1 TP 188 (2024) ("met-2024") [2] a hodnotami stanovenými pomocí mikroskopické simulace

Z porovnání na jednom vjezdu se ukazuje, že na vjezdu typu S/2 vychází v mikrosimulaci menší hodnoty délky fronty než ve skutečném provozu. Střední doba zdržení určená výpočtem i mikrosimulací odpovídá hodnotě zjištěné dopravním průzkumem.

To může být způsobeno jednak nastavením hodnot mikrosimulace, tak odlišným reálným chováním řidičů, kteří si na novou (a v podmínkách Plzně dosud atypickou) křižovatku dosud zvykají.

Současně je potřeba upozornit, že tyto závěry děláme pouze na jediném vjezdu jedné křižovatky a nelze je proto v žádném případě zobecňovat.

Výpočet podle metodiky [2] se zdá přesnější. Nicméně také mikrosimulace, která má při posuzování širších vztahů území a vlivu sousedních křižovatek v dopravně inženýrské praxi svoje významné místo, vykazuje pro praxi přijatelné výsledky.

6. ZÁVĚRY

Pilotní příklad dokladuje, že výpočet kapacity turbo-okružní křižovatky provedený podle navrhované revize metodiky TP188 odpovídá reálnému provozu a výsledkům mikrosimulace.

Prokázala se platnost vyvinuté metodiky posuzování kapacity turbookružních křižovatek na zvoleném příkladu.

7. LITERATURA A PODKLADY:

[1] TP 188 Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací, 2018

[2] TP 188 Posuzování kapacity křižovatek a úseků pozemních komunikací, Dodatek č.1., 2024

[3] TP189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, 2018

[4] Městský okruh, úsek Křimická (Chebská) – Karlovarská v Plzni, PDPS, Pragoprojekt, a.s., 03/2019

[5] I/20 Plzeň, okružní křižovatka u Globusu (na ukončení západního okruhu MP) – dopravně inženýrská studie – variantní posouzení budoucí okružní křižovatky, EDIP s.r.o., 2018 (zak.č. 18-24)

8. PŘÍLOHY:

1. VIDEOZÁZNAM PROVOZU (V DIGITÁLNÍ PODOBĚ NA PŘEDANÉM DISKU)
2. PROTOKOL VÝPOČTU KAPACITY PODLE PŮVODNÍ METODIKY TP 188 (2018)
3. PROTOKOL VÝPOČTU KAPACITY PODLE NOVĚ NAVRŽENÉ METODIKY V DODATKU Č.1 TP 188 (2024)
4. MIKROSIMULAČNÍ MODEL - VIDEOZÁZNAM MODELU (V DIGITÁLNÍ PODOBĚ NA PŘEDANÉM DISKU)

Příloha 32-02

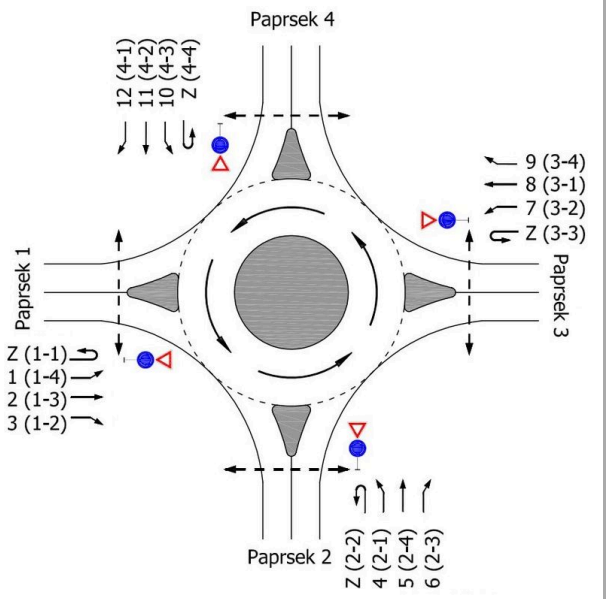
PROTOKOL VÝPOČTU KAPACITY PODLE PŮVODNÍ METODIKY TP 188 (2018)

PŘÍLOHA 2

Protokol pro posouzení kapacity podle TP 188 - okružní křižovatky

Název křižovatky	Plzeň "U Globusu"		
Název uspořádání	Současné stavební uspořádání		
Zatěžovací stav	Současné intenzity 2023		
Počet paprsků	6		
Vypracoval	Uhlík Jakub	**Datum**	14.6.2024, 11:45:57

Schéma číslování dopravních proudů



Kritérium výkonnosti

Paprsek	Název komunikace	Kategorie komunikace	UKD_{lim} [-]	$t_{w,lim}$ [S]
1	II/215 (Regensburská)	silnice II. třídy	D	45
2	MK (Karlovarská)	místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace	E	-
3	I/20 (Studentská)	dálnice, rychlostní silnice a silnice I. třídy	C	30
4	MK (U Hasičů)	místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace	E	-
5	I/20	dálnice, rychlostní silnice a silnice I. třídy	C	30
6	vjezd do retail parku	místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace	E	-

Intenzity dopravy

Paprsek	Název komunikace	Proud (vjezd - výjezd)	I_{OA} [voz/h]	$I_{NA} + I_A$ [voz/h]	$I_{NS} + I_{AK}$ [voz/h]	I_M [voz/h]	I_C [cykl/h]	I [voz/h]	I [pvoz/h]	ΣI_V [pvoz/h]	I_{ped} [ch/h]
1	II/215 (Regensburská)	1 (1-6)	90	0	0	0	0	90	90	1101	49
		2 (1-5)	404	8	5	0	0	417	435		
		3 (1-4)	2	0	0	0	0	2	2		
		4 (1-3)	485	8	11	0	0	504	534		
		5 (1-2)	32	0	0	0	0	32	32		
		z (1-1)	8	0	0	0	0	8	8		
2	MK (Karlovarská)	6 (2-1)	36	1	0	0	0	37	38	255	34
		7 (2-6)	45	0	0	0	0	45	45		
		8 (2-5)	136	2	0	0	0	138	140		
		9 (2-4)	1	0	0	1	0	2	2		
		10 (2-3)	27	0	1	0	0	28	30		
		z (2-2)	0	0	0	0	0	0	0		
3	I/20 (Studentská)	11 (3-2)	6	0	0	0	0	6	6	719	5
		12 (3-1)	231	4	6	5	0	246	261		
		13 (3-6)	94	1	0	1	0	96	97		
		14 (3-5)	302	11	9	5	0	327	355		
		15 (3-4)	0	0	0	0	0	0	0		
		z (3-3)	0	0	0	0	0	0	0		
4	MK (U Hasičů)	16 (4-3)	3	0	0	0	0	3	3	10	26
		17 (4-2)	0	0	0	0	0	0	0		
		18 (4-1)	3	0	0	1	0	4	4		
		19 (4-6)	0	0	0	0	0	0	0		
		20 (4-5)	3	0	0	0	0	3	3		
		z (4-4)	0	0	0	0	0	0	0		
5	I/20	21 (5-4)	1	0	0	0	0	1	1	888	54
		22 (5-3)	319	13	1	5	0	338	352		
		23 (5-2)	65	2	1	0	0	68	72		
		24 (5-1)	327	1	3	5	0	336	342		
		25 (5-6)	119	0	0	0	0	119	119		
		z (5-5)	2	0	0	0	0	2	2		
6	vjezd do retail parku	26 (6-5)	115	0	0	0	0	115	115	366	8
		27 (6-4)	0	0	0	0	0	0	0		
		28 (6-3)	154	0	0	0	0	154	154		
		29 (6-2)	25	0	0	0	0	25	25		
		30 (6-1)	72	0	0	0	0	72	72		
		z (6-6)	0	0	0	0	0	0	0		
Součet intenzity všech vjezdů do křižovatky								3218		3339	

Geometrické uspořádání

Paprsek	Název komunikace	Typ uspoř. vjezdu	n_o [-]	n_v [-]	n_e [-]	R_v [m]	R_e [m]	L_{kol} [m]	D [m]	Spojovací větev ANO/NE	L_{kk} [m]	L_b [m]
1	II/215 (Regensburská)	S/2	1	2	1	15	25	43	100	NE	-	-
2	MK (Karlovarská)	2/1	2	1	1	15	20	11		NE	-	-
3	I/20 (Studentská)	S/2	1	2	1	15	25	34		NE	-	-
4	MK (U Hasičů)	2/1	2	1	1	15	20	44		NE	-	-
5	I/20	S/2	1	2	1	15	25	24		NE	-	-
6	vjezd do retail parku	2/1	2	1	1	15	20	44		NE	-	-

Posouzení kapacity vjezdů

Paprsek	Název komunikace	I_o [pvoz/h]	I_v [pvoz/h]	I_{ped} [ch/h]	C_v [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	a_v [-]	t_w [s]	UKD [-]	$L_{95\%}$ [m]	$t_{w,lim}$ [s]	$t_w \leq t_{w,lim}$ Rez > 0
1	II/215 (Regensburská)	730	1101	49	1114	13	0,99	69	E	225	45	NE
2	MK (Karlovarská)	1696	255	34	307	52	0,83	61	E	63	-	ANO
3	I/20 (Studentská)	878	719	5	906	187	0,79	19	B	62	30	ANO
4	MK (U Hasičů)	1592	10	26	348	338	0,03	11	A	1	-	ANO
5	I/20	552	888	54	1385	497	0,64	7	A	31	30	ANO
6	vjezd do retail parku	1089	366	8	589	223	0,62	16	B	28	-	ANO

Posouzení kapacity výjezdů

Paprsek	Název komunikace	I_e [pvoz/h]	I_{ped} [ch/h]	C_e [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	a_v [-]	$a_{v,lim}$ [-]	$a_v \leq a_{v,lim}$
1	II/215 (Regensburská)	725	49	1310	585	0,55	0,90	ANO
2	MK (Karlovarská)	135	34	1274	1139	0,11	0,90	ANO
3	I/20 (Studentská)	1073	5	1345	272	0,8	0,90	ANO
4	MK (U Hasičů)	5	26	1280	1275	0	0,90	ANO
5	I/20	1050	54	1306	256	0,8	0,90	ANO
6	vjezd do retail parku	351	8	1293	942	0,27	0,90	ANO

Posouzení kapacity spojovacích větví

Paprsek	Název komunikace	I_b [pvoz/h]	$I_{e(+1)}$ [pvoz/h]	C_b [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	a_v [-]	t_w [s]	$L_{95\%}$ [m]	L_b [m]	$L_{95\%} \leq L_b$
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Celkové shrnutí

Kapacita všech vjezdů vyhovuje?	**NE**
Kapacita všech výjezdů vyhovuje?	**ANO**
Kapacita všech spojovacích větví vyhovuje?	**-**
Kapacita okružní křižovatky vyhovuje?	**NE**

Komentář

Největší doba zdržení je 70 sekund na vjezdu z paprsku 1 (II/215) a 60 sekund na vjezdu z paprsku 2 (MK Karlovarská), na všech ostatních vjezdech je do 20 sekund. Nejnižší rezerva kapacity je na paprsku 1 (II/215), a to 13 pvoz/h a na paprsku 2 (MK Karlovarská), a to 52 pvoz/h. Maximální délka fronty se během špičkové hodiny tvoří na vjezdu
z paprsku 1 (cca 230 metrů) a z paprsků 2 a 3 (u obou cca 60 metrů).

Vytížení výjezdů z křižovatky je do 80%. Nejnižší rezerva kapacity je na výjezdu do paprsku 3 (I/20 Studentská) 276 pvoz/h a do paprsku 5 (I/20 směr K.Vary) 256
pvoz/h.

Požadavky na UKD nejsou splněny na vjezdu 1 (II/215), křižovatka proto kapacitně nevyhovuje. Celková UKD křižovatky je na stupni E.

Příloha 32-02

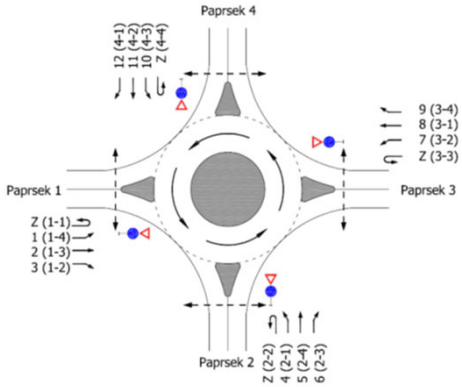
PROTOKOL VÝPOČTU KAPACITY PODLE NOVĚ NAVRŽENÉ METODIKY V DODATKU Č.1 TP 188 (2024)

PŘÍLOHA 3

Protokol pro posouzení kapacity podle TP 188 - okružní křižovatky *strana 1/3*

Název křižovatky	Plzeň, I/20 x II/215 (u Globusu)		
Zatěžovací stav	50ti rázová 2023		
Počet parsků	6		
Vypracoval	Luděk Bartoš	Datum	14.6.2024

Schéma číslování dopravních proudů



Kritérium výkonnosti

Paprsek	Název komunikace	Kategorie komunikace	UKD_{lim} [-]	$t_{w,lim}$ [s]
1	II/215 (Regensburská)	silnice II. třídy	D	45
2	MK (Karlovarská)	místní komunikace	E	-
3	I/20 (Studentská)	silnice I. třídy	C	30
4	MK (U Hasičů)	silnice III. třídy	E	-
5	I/20 (směr K.Vary)	silnice I. třídy	C	30
6	vjezd do retail parku	účelová komunikace	E	-

Intenzity dopravy

Paprsek	Název komunikace	Proud (vjezd - výjezd)	I_{OA} [voz/h]	$I_{NA} + I_A$ [voz/h]	$I_{NS} + I_{AK}$ [voz/h]	I_M [voz/h]	I_C [cykl/h]		I [voz/h]	I [pvoz/h]	ΣI_v [pvoz/h]	I_{ped} [ch/h]
1	II/215 (Regensburská)	1 (1-6)	90						90	90	1101	49
		2 (1-5)	404	8	5				417	435		
		3 (1-4)	2						2	2		
		4 (1-3)	485	8	11				504	534		
		5 (1-2)	32						32	32		
		z (1-1)	8						8	8		
2	MK (Karlovarská)	6 (2-1)	36	1					37	38	255	34
		7 (2-6)	45						45	45		
		8 (2-5)	136	2					138	140		
		9 (2-4)	1			1			2	2		
		10 (2-3)	27		1				28	30		
		z (2-2)							0	0		
3	I/20 (Studentská)	11 (3-2)	6						6	6	719	5
		12 (3-1)	231	4	6	5			246	261		
		13 (3-6)	94	1		1			96	97		
		14 (3-5)	302	11	9	5			327	355		
		15 (3-4)							0	0		
		z (3-3)							0	0		
4	MK (U Hasičů)	16 (4-3)	3						3	3	10	26
		17 (4-2)							0	0		
		18 (4-1)	3			1			4	4		
		19 (4-6)							0	0		
		20 (4-5)	3						3	3		
		z (4-4)							0	0		
5	I/20 (směr K.Vary)	21 (5-4)	1						1	1	888	54
		22 (5-3)	319	13	1	5			338	352		
		23 (5-2)	65	2	1				68	72		
		24 (5-1)	327	1	3	5			336	342		
		25 (5-6)	119						119	119		
		z (5-5)	2						2	2		
6	vjezd do retail parku	26 (6-5)	115						115	115	366	8
		27 (6-4)							0	0		
		28 (6-3)	154						154	154		
		29 (6-2)	25						25	25		
		30 (6-1)	72						72	72		
		z (6-6)							0	0		
Součet intenzity všech vjezdů do křižovatky									3 218		3 338	176

Geometrické uspořádání

Paprsek	Název komunikace	Typ uspoř. vjezdu	Pruh na vjezdu	Řazení	n_o [-]	n_v [-]	n_e [-]	R_e [m]	L_{kol} [m]	Spojovací větev? ANO/NE	L_{kk} [m]	L_b [m]
1	II/215 (Regensburská)	S/2L	levý	R+L	1	2	1	25,0	29,6	NE	-	-
		S/2P	pravý	P					40,9			
2	MK (Karlovarská)	2/1	společný	-	2	1	1	20,0	-	NE	-	-
3	I/20 (Studentská)	S/2L	levý	R+L	1	2	1	25,0	46,0	NE	-	-
		S/2P	pravý	P					53,1			
4	MK (U Hasičů)	2/1	společný	-	2	1	1	20,0	-	NE	-	-
5	I/20 (směr K.Vary)	2/2L	levý	R+L	1	2	1	25,0	34,3	NE	-	-
		2/2P	pravý	P					43,9			
6	vjezd do retail parku	2/1	společný	-	2	1	1	20,0	-	NE	-	-

Posouzení kapacity pruhů na vjezdech

Paprsek	Název komunikace	Typ uspoř. vjezdu	Pruh na vjezdu	I_o [pvoz/h]	$I_{o,i}$ [pvoz/h]	$I_{o,e}$ [pvoz/h]	I_v [pvoz/h]	$I_{v,n}$ [pvoz/h]	I_{ped} [ch/h]	$C_{v,n}$ [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	a_v [-]
1	II/215 (Regensburská)	S/2L	levý	730	0	730	1101	535	49	702	167	0,76
		S/2P	pravý		0	730		566		735	169	0,77
2	MK (Karlovarská)	2/1	společný	1696	623	1073	255	255	34	286	31	0,89
3	I/20 (Studentská)	S/2L	levý	878	0	878	719	364	5	627	263	0,58
		S/2P	pravý		0	878		355		627	272	0,57
4	MK (U Hasičů)	2/1	společný	1592	542	1050	10	10	26	321	312	0,03
5	I/20 (směr K.Vary)	2/2L	levý	552	0	552	888	427	54	861	434	0,50
		2/2P	pravý		0	552		461		882	421	0,52
6	vjezd do retail parku	2/1	společný	1089	364	725	366	366	8	575	209	0,64

Paprsek	Název komunikace	Pruh na vjezdu	t_w [s]	UKD [-]	$L_{95\%}$ [m]	$t_{w,lim}$ [s]	$t_w \leq t_{w,lim}$ Rez > 0
1	II/215 (Regensburská)	levý	21	C	52	45	ANO
		pravý	21	C	54	45	ANO
2	MK (Karlovarská)	společný	87	E	79	-	ANO
3	I/20 (Studentská)	levý	14	B	24	30	ANO
		pravý	13	B	23	30	ANO
4	MK (U Hasičů)	společný	12	B	1	-	ANO
5	I/20 (směr K.Vary)	levý	8	A	17	30	ANO
		pravý	9	A	19	30	ANO
6	vjezd do retail parku	společný	17	B	30	-	ANO

Posouzení kapacity výjezdů

Paprsek	Název komunikace	I_e [pvoz/h]	I_{ped} [ch/h]	Přechod pro chodce? ANO/NE	C_e [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	a_v [-]	$a_{v,lim}$ [-]	$a_v \leq a_{v,lim}$
1	II/215 (Regensburská)	725	49	NE	1 310	586	0,55	0,90	ANO
2	MK (Karlovarská)	135	34	NE	1 274	1 139	0,11	0,90	ANO
3	I/20 (Studentská)	1 073	5	NE	1 345	272	0,80	0,90	ANO
4	MK (U Hasičů)	5	26	NE	1 280	1 275	0,00	0,90	ANO
5	I/20 (směr K.Vary)	1 050	54	NE	1 306	256	0,80	0,90	ANO
6	vjezd do retail parku	351	8	NE	1 293	942	0,27	0,90	ANO

Protokol pro posouzení kapacity podle TP 188 - okružní křižovatky *strana 3/3*

Posouzení kapacity spojovacích větví

Paprsek	Název komunikace	I_b [pvoz/h]	$I_{e(+1)}$ [pvoz/h]	C_b [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	a_v [-]	t_w [s]	$L_{95\%}$ [m]	L_b [m]	$L_{95\%} \leq L_b$
1	II/215 (Regensburská)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	MK (Karlovarská)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	I/20 (Studentská)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	MK (U Hasičů)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	I/20 (směr K.Vary)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	vjezd do retail parku	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Celkové shrnutí

Kapacita všech pruhů na vjezdech vyhovuje?	ANO
Kapacita všech výjezdů vyhovuje?	ANO
Kapacita všech spojovacích větví vyhovuje?	-

Kapacita okružní křižovatky vyhovuje?	ANO

Komentář

Největší doba zdržení 90 sekund je na vjezdu z paprsku 2 (MK Karlovarská), na všech ostatních vjezdech je do 30 sekund. Nejnižší rezerva kapacity je opět na paprsku 2 (MK Karlovarská), a to 31 pvoz/h. Maximální délka fronty se během špičkové hodiny tvoří na vjezdu z paprsku 2 (cca 80 metrů) a paprsku 1 (v obou pruzích cca 50 m).
Vytížení výjezdů z křižovatky je do 80%. Nejnižší rezerva kapacity je na výjezdu do paprsku 3 (I/20 Studentská) 276 pvoz/h a do paprsku 5 (I/20 směr K.Vary) 256 pvoz/h.
Požadavky na UKD jsou splněny na všech paprscích. Celková UKD křižovatky je na stupni E.