

## **Komplexní dopravní koncepce města Český Krumlov**

---

### **N1 – Studie mikrosimulace dopravního proudu ve městě Český Krumlov**



**Únor – Září 2017**

## OBSAH

---

1	Identifikační údaje projektu .....	3
2	Úvod .....	4
3	Modelová síť .....	4
3.1	Signální plán .....	6
4	Zatížení sítě .....	7
5	Výstupy z mikrosimulace .....	8
6	Modelování navrhovaných opatření .....	11
7	Závěr .....	17
	Příloha .....	18



## 1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE PROJEKTU

---

Název: **Komplexní dopravní koncepce města Český Krumlov**

Část: **N1 – Studie mikrosimulace dopravního proudu ve městě Český Krumlov**

Objednatel: **Město Český Krumlov**

náměstí Svornosti 1

38101 Český Krumlov

Dodavatel: **NDCON s. r. o.**

Zlatnická 10

11000 Praha 1

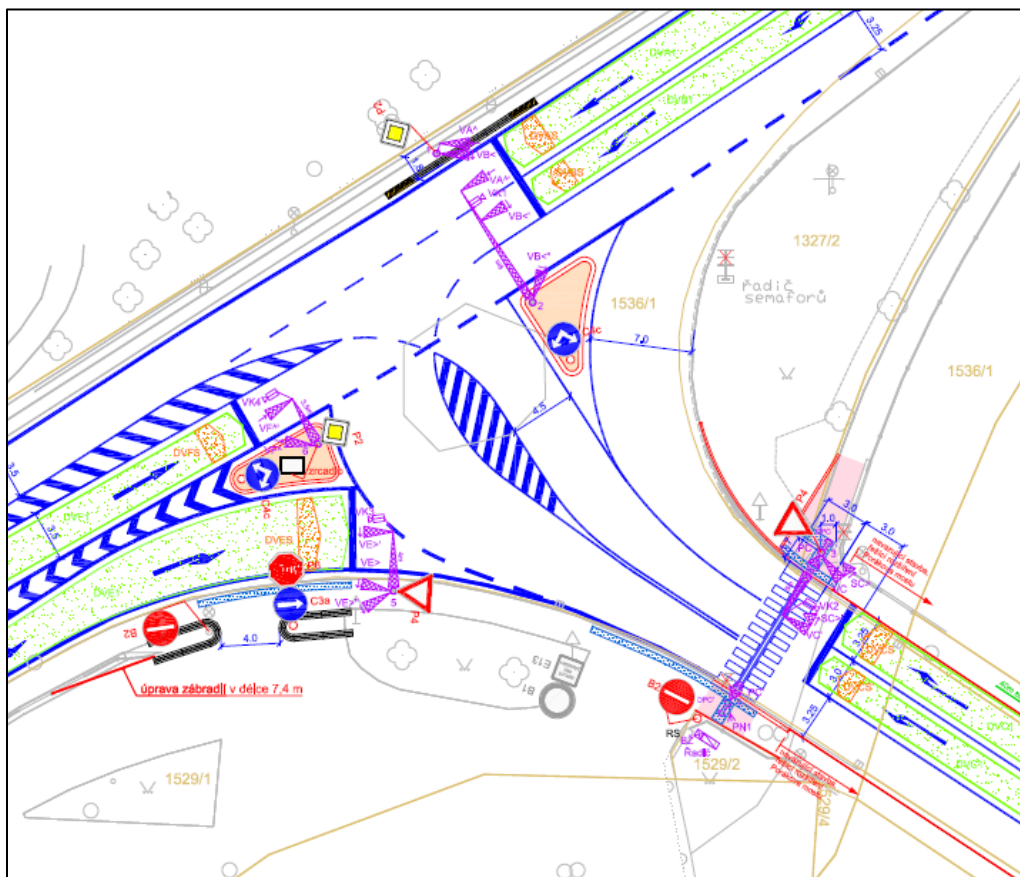


## 2 ÚVOD

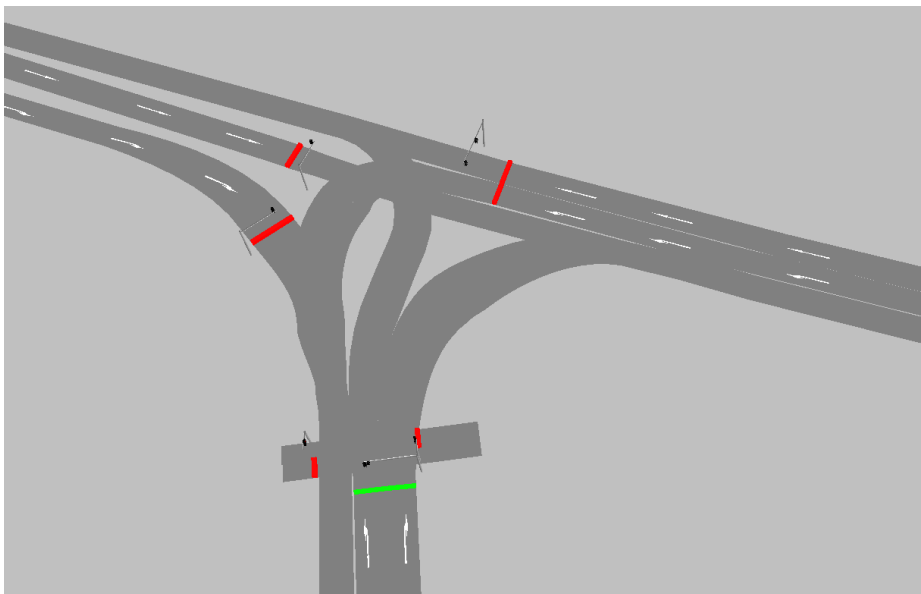
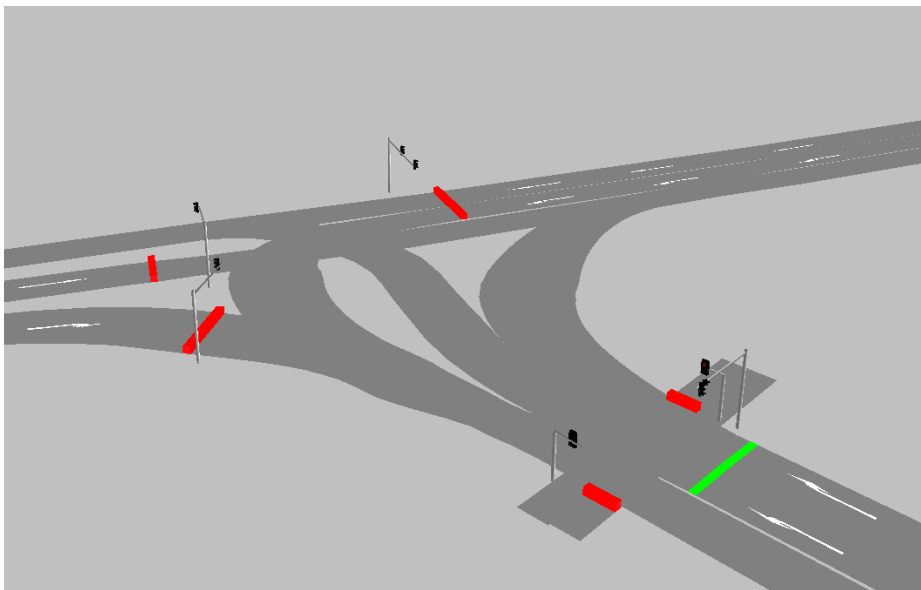
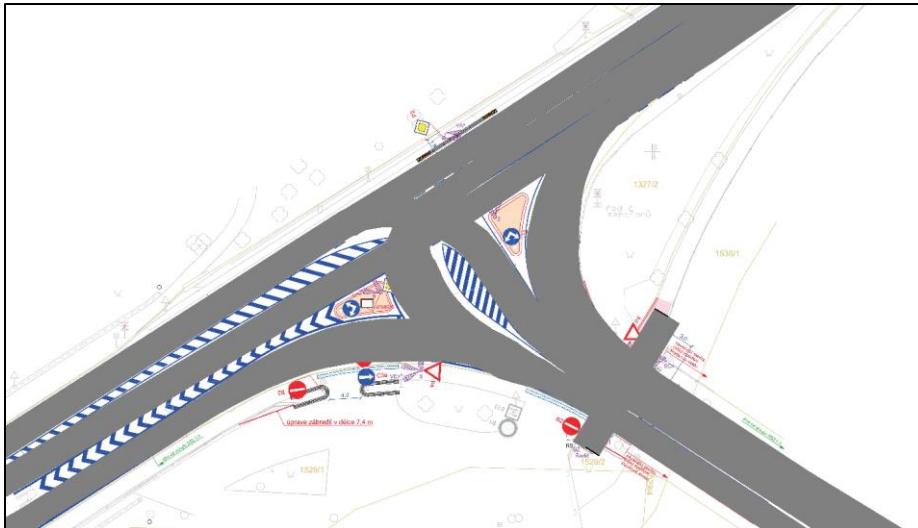
Pro zjištění přínosu navržených úprav byl zpracován mikrosimulační dopravní model v programu VISSIM od PTV Karlsruhe. Metoda mikrosimulace dopravního proudu umožňuje vyhodnocovat následná opatření, která mohou mít dopady na modelovanou oblast. Na základě zadání byla mikrosimulována křižovatka silnic I/39 a II/157 (křižovatka ulic Chvalšinská a Objížďková).

## 3 MODELOVÁ SÍŤ

Byla vytvořena dopravní síť pro mikrosimulaci stávajícího stavu křižovatky. Pro geometrický návrh byla použita technická dokumentace od firmy Swarco. Signální plán byl rovněž poskytnut provozovatelem SSZ.



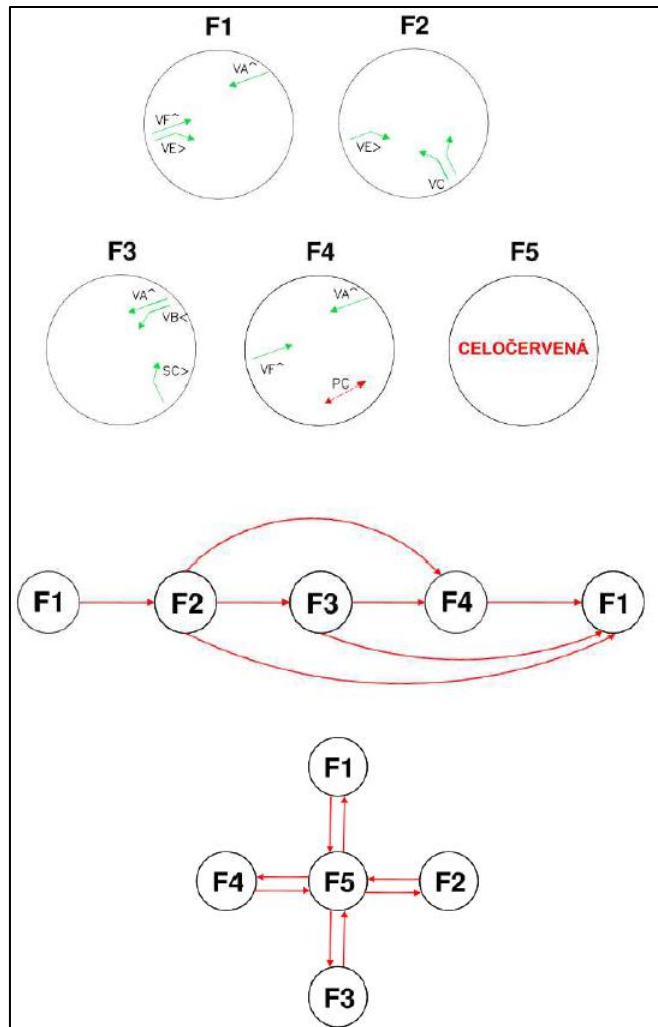
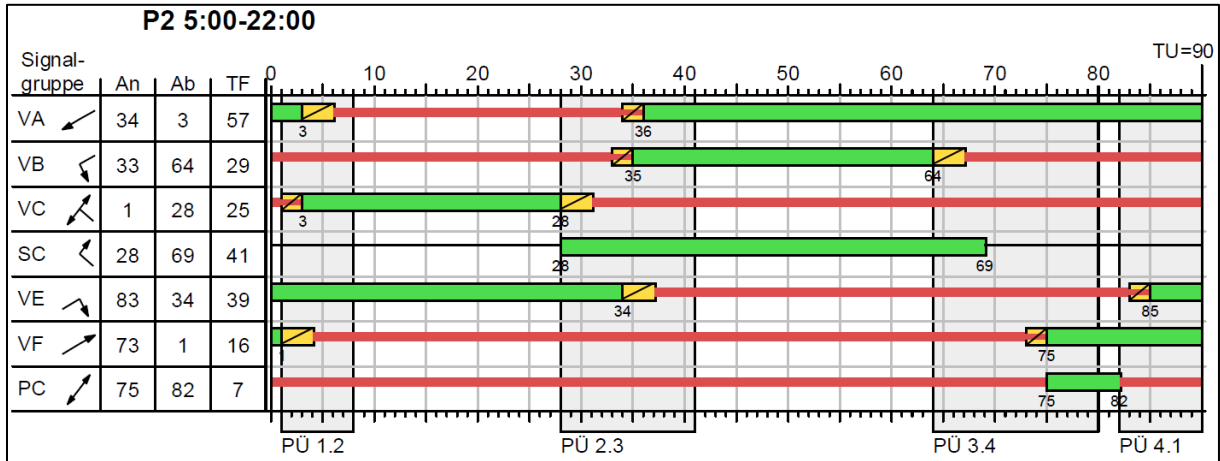
Obrázek 1 Schéma uspořádání SSZ křižovatky



Obrázek 2 Modelová síť, PTV Vissim

### 3.1 Signální plán

Pro řízení křižovatky byl nastaven, základní signální plán. Použitý signální plán odpovídá stavu, kdy je křižovatka na všech vjezdech zatížena. V případě, že na křižovatce nejsou detekována vozidla, se mohou příslušné fáze zkrátit nebo se nemusí vybírat vůbec. Celková délka cyklu je 90 s.



Obrázek 3 Signální plán a schéma jednotlivých fází programu

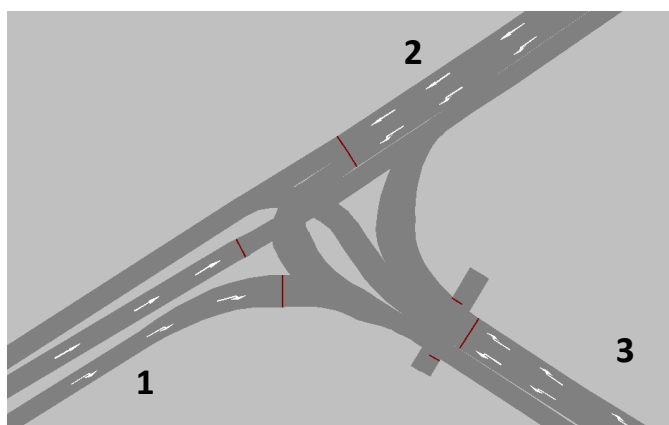
## 4 ZATÍŽENÍ SÍŤ

Pro zatížení sítě byla použita submatice dopravních vztahů v odpolední špičkové hodině listopad 2016 ze sčítacích detektorů, kterými je SSZ křižovatka vybavena. Intenzity na rameni na Porákova mostu byly ověřeny pomocí hodnot zjištěných při směrovém průzkumu. Rozdíl hodnot byl cca 4%, kdy lze usuzovat, že detektor některá vozidla není schopen sejmout ať z důvodu světelných či provozních podmínek. Podíl nákladní dopravy byl určen ze směrového průzkumu prováděného v 9. listopadu 2016.

Matice zatížení sítě (špičková hodina 15:00 – 16:00)

z/do	1	2	3
1	0	327	278
2	317	0	451
3	342	482	0

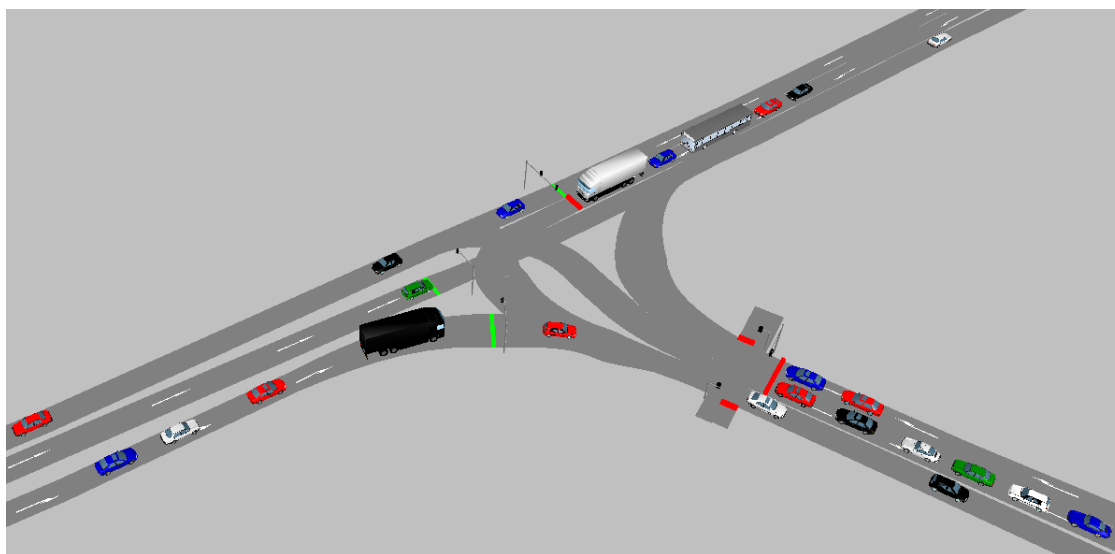
- 1 – I/39 směr od Kájova
- 2 – I/39 směr od Českých Budějovic
- 3 – ulice Objízdňková, Porákův most



Rozdělení dopravy		
OA	TNA	Bus
94%	4%	2%

- OA – osobní automobily + dodávky
- TNA – těžké nákladní automobily
- Bus – autobusy

Z matice je patrné, že nejvíce dominantním směrem ve sledovaném období je pohyb z ramena silnice I/39 od Českých Budějovic na rameno 3 Porákův most.

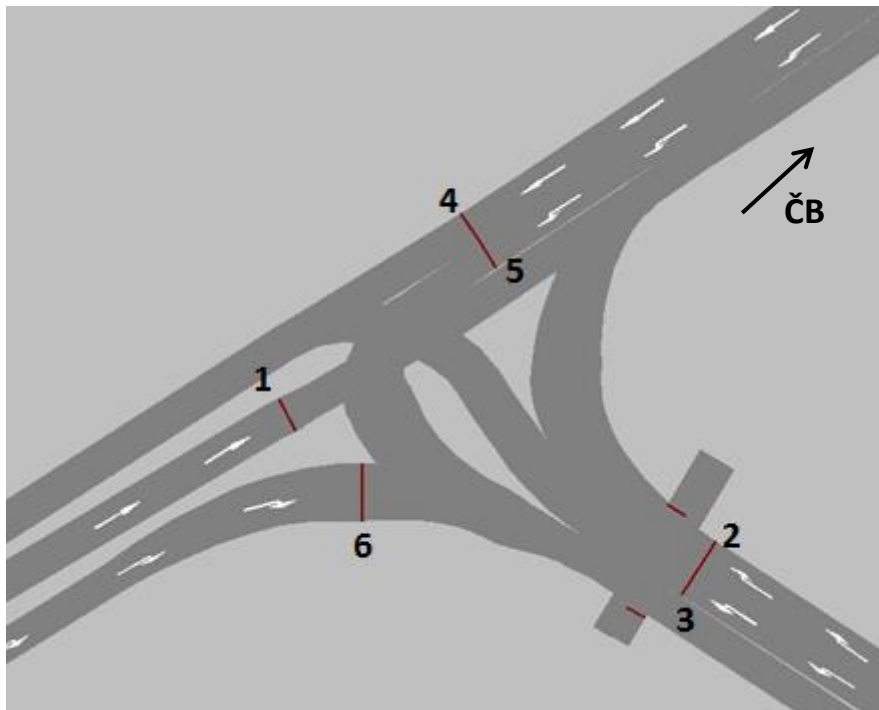


Obrázek 4 Snímek zatížené sítě, PTV Vissim

## 5 VÝSTUPY Z MIKROSIMULACE

Dopravní model byl zatížen maticí špičkové hodiny 15:00 – 16:00. Vybrané výstupy mikrosimulace jsou :

Délka fronty na jednotlivých směrech křižovatky (m)



Obrázek 5 Detektory pro měření délek front v jednotlivých směrech

Čas (s)	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop
	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)
	1	1	1	2	2	2	3	3	3
900	18	74	69	1	19	15	17	108	67
1800	18	82	69	1	21	20	14	65	56
2700	23	82	74	2	39	22	14	92	63
3600	23	91	83	2	39	23	26	175	124
	4	4	4	5	5	5	6	6	6
900	3	43	29	23	88	85	8	52	41
1800	4	31	33	16	73	72	7	47	38
2700	2	34	19	22	147	104	6	53	37
3600	3	42	29	22	113	103	6	42	37

Avg. – průměrná délka fronty v daném časovém úseku v metrech

max – maximální délka fronty v daném časovém úseku v metrech

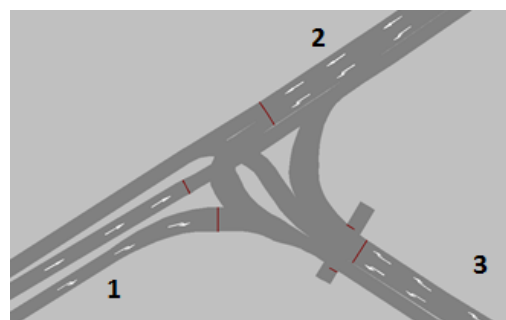
Stop – počet zastavených vozidel ve frontě

Z tabulky je patrné, že nejdelší maximální fronty vznikají ve směrech na detektorech 1, 3 a 5. Naopak nejkratší kolony jsou na směrech na detektorech 2, 4 a 6.



### Cestovní doby průjezdu jednotlivých směrů křižovatkou (s)

Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	1 -> 2	1 -> 2	1 -> 3	1 -> 3	3 -> 1	3 -> 1
900	61.3	71	44.5	71	55.9	79
1800	60.2	87	42.7	63	53.7	79
2700	66.7	77	40.5	70	55.2	71
3600	67.1	88	42.0	68	59.1	104
Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	3 -> 2	3 -> 2	2 -> 1	2 -> 1	2 -> 3	2 -> 3
900	29.0	122	34.2	84	59.1	104
1800	29.2	124	35.4	85	51.5	102
2700	29.7	111	32.7	64	55.1	117
3600	32.1	124	34.0	81	53.8	126



Trav – průměrná cestovní doba v daném průjezdu křižovatkou (s)

#Veh – počet vozidel projíždějících v daném směru

### Vybrané celkové ukazatele mikrosimulace křižovatkou za špičkovou hodinu

Průměrná doba zdržení vozidla	24 s
Průměrné procento zastavených vozidel	65 %
Průměrná rychlost	45,5 km/hod

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení $t_{w,lim}$ [s]
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	$\leq 20$
B	Dobrá	$\leq 35$
C	Uspokojivá	$\leq 50$
D	Dostatečná	$\leq 70$
E	Nestabilní stav	$> 70$
F	Překročená kapacita	- <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> UKD na stupni F je dosaženo při rezervě kapacity vjezdu  $Rez \leq 0$

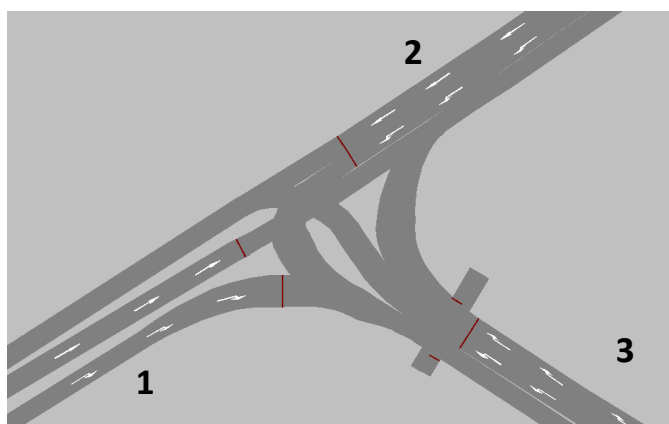
Obrázek 6 Určení úrovně kvality dopravy v závislosti střední době zdržení (zdroj: TP 235)

## 5.1 Posouzení podle výsledků průzkumu v červenci 2017

Matice zatížení sítě (špičková hodina)

z/do	1	2	3
1	0	364	367
2	343	0	508
3	416	532	0

1 – I/39 směr od Kájova  
 2 – I/39 směr od Českých Budějovic  
 3 – ulice Objížďková, Porákův most

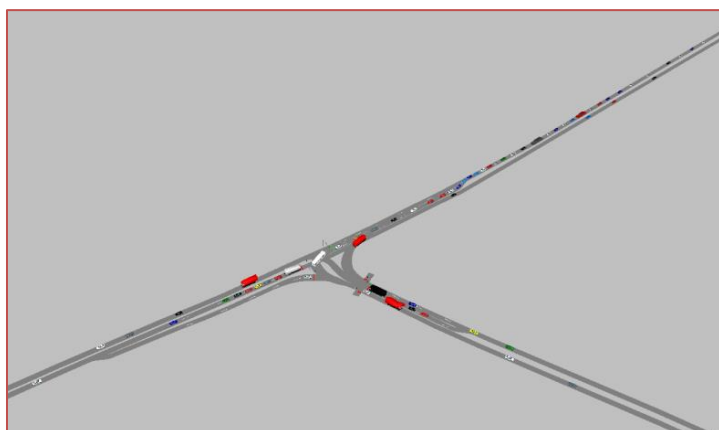


### Vybrané celkové ukazatele mikrosimulace křižovatky za špičkovou hodinu

Průměrná doba zdržení vozidla 26,5 s

Průměrné procento zastavených vozidel 65 %

Křižovatka kapacitně vyhoví. Průměrná doba zdržení vozidla odpovídá stupni ÚKD B (viz Obrázek 6).



Obrázek 7 Snímek zatížené sítě, intenzity 07/2017, PTV Vissim

Čas (s)	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop
	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)
	1	1	1	2	2	2	3	3	3
900	26	84	84	2	31	23	28	199	96
1800	28	99	95	2	31	23	31	181	118
2700	22	80	77	2	33	23	27	194	92
3600	32	121	98	2	33	24	17	76	70
	4	4	4	5	5	5	6	6	6
900	3	33	27	32	170	124	13	79	65
1800	4	45	30	58	205	179	11	85	57
2700	3	45	26	78	209	202	13	87	63
3600	2	26	20	43	210	136	8	51	43

Avg. – průměrná délka fronty v daném časovém úseku v metrech

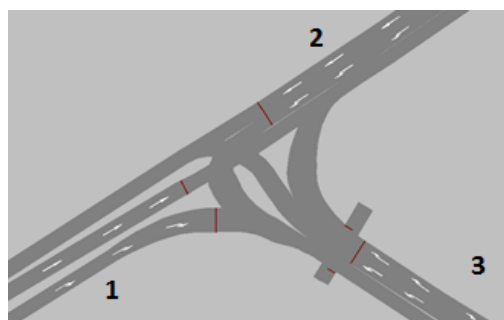
max – maximální délka fronty v daném časovém úseku v metrech

Stop – počet zastavených vozidel ve frontě

Z tabulky je patrné, že nejdelší maximální fronty vznikají ve směrech na detektorech 1, 3 a 5. Naopak nejkratší kolony jsou na směrech na detektorech 2 a 4.

### Cestovní doby průjezdu jednotlivých směrů křižovatkou (s)

Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	<b>1 -&gt; 2</b>	<b>1 -&gt; 2</b>	<b>1 -&gt; 3</b>	<b>1 -&gt; 3</b>	<b>3 -&gt; 1</b>	<b>3 -&gt; 1</b>
<b>900</b>	68.7	81	46.7	85	59.5	95
<b>1800</b>	68.8	96	43.4	116	62.6	114
<b>2700</b>	66.2	90	47.2	97	62.4	101
<b>3600</b>	78.4	92	42.5	95	55.6	103
Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	<b>3 -&gt; 2</b>	<b>3 -&gt; 2</b>	<b>2 -&gt; 1</b>	<b>2 -&gt; 1</b>	<b>2 -&gt; 3</b>	<b>2 -&gt; 3</b>
<b>900</b>	32.3	137	35.4	81	59.3	137
<b>1800</b>	33.2	128	39.5	94	68.6	145
<b>2700</b>	32.2	134	45.2	85	76.4	165
<b>3600</b>	30.5	128	36.5	80	65.0	144



Trav – průměrná cestovní doba v daném průjezdu křižovatkou (s)

#Veh – počet vozidel projíždějících v daném směru

## 6 MODELOVÁNÍ NAVRHOVANÝCH OPATŘENÍ

Pro zatěžování křižovatký různými scénáři byly použity matice vycházející z makroskopického dopravního modelu. Skladba dopravního proudu je uvažována jako neměnná, shodná se současným stavem viz kapitola 4.

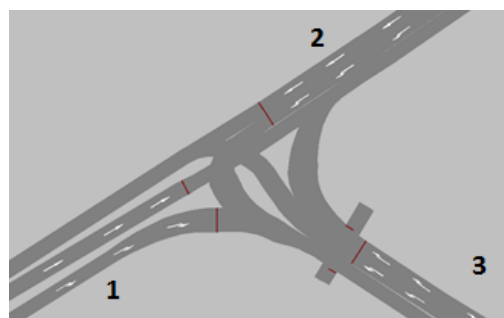
Modelovány byly následující scénáře:

1. Variantní řešení uzlu u Porákova mostu
  - a. Stav 2035 bez rozvojových komunikací ale s aktivními rozvojovými plochami
  - b. Obousměrný systém s novou komunikací Ambit s rozvojovými komunikacemi a aktivními rozvojovými plochami
  - c. Tunel bez rozvojových komunikací ale s aktivními rozvojovými plochami

### 1a. - Stav 2035 bez rozvojových komunikací ale s aktivními rozvojovými plochami

Matice zatížení sítě (špičková hodina 15:00 – 16:00)

z/do	1	2	3
<b>1</b>	0	498	421
<b>2</b>	450	0	645
<b>3</b>	477	682	0

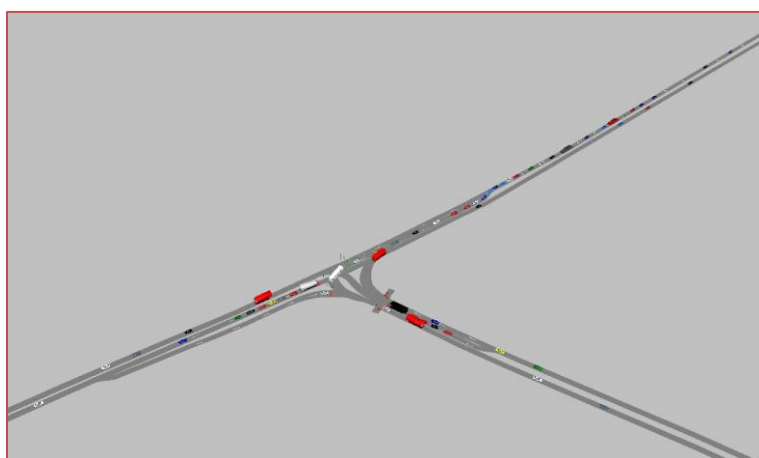


- 1 – I/39 směr od Kájova
- 2 – I/39 směr od Českých Budějovic
- 3 – ulice Objížďková, Porákův most

### Vybrané celkové ukazatele mikrosimulace křižovatky za špičkovou hodinu

Průměrná doba zdržení vozidla	102,5 s
Průměrné procento zastavených vozidel	100 % (každé vozidlo zastaví v průměru 13x)
Průměrná rychlost	31 km/hod

Křižovatka kapacitně nevyjde průměrná doba zdržení vozidla je příliš vysoká (viz Obrázek 6).



Obrázek 8 Snímek zatížené sítě, intenzity 2035, PTV Vissim

Čas (s)	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop
	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)
	1	1	1	2	2	2	3	3	3
900	42	146	155	5	69	53	28	128	111
1800	242	504	1580	3	51	37	36	248	206
2700	253	469	1599	2	36	25	67	292	377
3600	277	504	1749	3	64	30	87	289	496
	4	4	4	5	5	5	6	6	6
900	4	63	29	51	239	256	9	81	54
1800	5	74	46	72	267	362	11	68	49
2700	3	58	28	41	132	154	12	80	59
3600	4	60	43	44	189	194	15	82	66

Avg. – průměrná délka fronty v daném časovém úseku v metrech

max – maximální délka fronty v daném časovém úseku v metrech

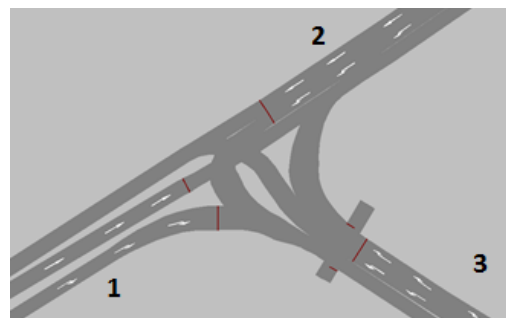
Stop – počet zastavených vozidel ve frontě

Z tabulky je patrné, že nejdelší maximální fronty vznikají ve směrech na detektorech 1, 3 a 5. Naopak nejkratší kolony jsou na směrech na detektorech 2, 4 a 6.



### Cestovní doby průjezdu jednotlivých směrů křižovatkou (s)

Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	<b>1 -&gt; 2</b>	<b>1 -&gt; 2</b>	<b>1 -&gt; 3</b>	<b>1 -&gt; 3</b>	<b>3 -&gt; 1</b>	<b>3 -&gt; 1</b>
<b>900</b>	85.5	84	42.3	87	62.0	95
<b>1800</b>	143.1	106	59.1	78	64.3	111
<b>2700</b>	153.4	110	64.6	95	72.3	119
<b>3600</b>	143.5	114	63.7	92	76.0	124
Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	<b>3 -&gt; 2</b>	<b>3 -&gt; 2</b>	<b>2 -&gt; 1</b>	<b>2 -&gt; 1</b>	<b>2 -&gt; 3</b>	<b>2 -&gt; 3</b>
<b>900</b>	33.9	166	38.9	92	65.1	145
<b>1800</b>	34.0	171	40.8	117	72.5	174
<b>2700</b>	38.5	151	33.9	107	64.6	152
<b>3600</b>	40.8	171	36.4	123	62.6	157



Trav – průměrná cestovní doba v daném průjezdu křižovatkou (s)

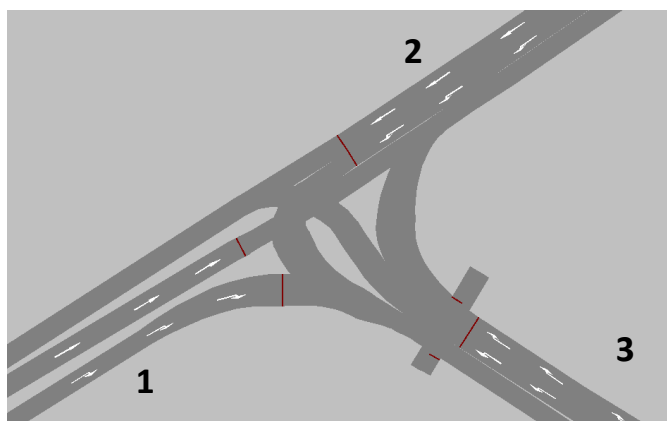
#Veh – počet vozidel projíždějících v daném směru

## 1b. Obousměrný systém s novou komunikací Ambit s rozvojovými komunikacemi a aktivními rozvojovými plochami

Matice zatížení sítě (špičková hodina 15:00 – 16:00)

z/do	1	2	3
1	0	463	390
2	408	0	316
3	432	346	0

- 1 – I/39 směr od Kájova  
 2 – I/39 směr od Českých Budějovic  
 3 – ulice Objížďková, Porákův most



### Vybrané celkové ukazatele mikrosimulace křižovatky za špičkovou hodinu

Průměrná doba zdržení vozidla	47 s
Průměrné procento zastavených vozidel	100 % (každé vozidlo zastaví v průměru 2,5x)
Průměrná rychlost	41 km/hod

Křižovatka kapacitně na hraně svojí vytiženosti, průměrná doba zdržení vozidla je 47 s (viz Obrázek 6). Možné zlepšení pomocí dynamického řízení a úpravy signálního plánu reagujícího na změny poptávky.

Čas (s)	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop
	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)
	1	1	1	2	2	2	3	3	3
900	35	115	133	1	32	16	41	196	165
1800	55	181	191	1	20	12	20	107	98
2700	100	235	414	1	19	15	24	163	94
3600	264	504	1610	2	39	19	43	161	197
	4	4	4	5	5	5	6	6	6
900	2	32	20	9	50	44	14	97	80
1800	4	52	36	11	90	50	9	61	46
2700	3	43	35	13	97	54	12	82	60
3600	6	51	42	16	74	74	13	95	63

Avg. – průměrná délka fronty v daném časovém úseku v metrech

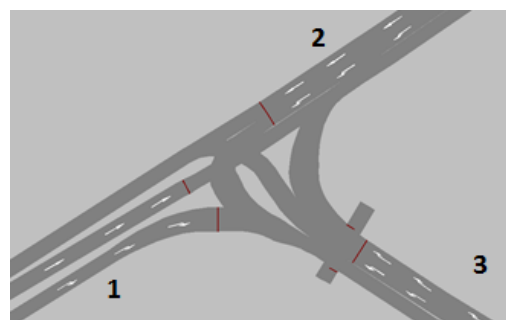
max – maximální délka fronty v daném časovém úseku v metrech

Stop – počet zastavených vozidel ve frontě

Z tabulky je patrné, že nejdelší maximální fronty vznikají ve směrech na detektorech 1, 3 a 5. Naopak nejkratší kolony jsou na směrech na detektorech 2, 4 a 6.

### Cestovní doby průjezdu jednotlivých směrů křižovatkou (s)

Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	<b>1 -&gt; 2</b>	<b>1 -&gt; 2</b>	<b>1 -&gt; 3</b>	<b>1 -&gt; 3</b>	<b>3 -&gt; 1</b>	<b>3 -&gt; 1</b>
<b>900</b>	80.4	86	50.9	85	69.9	104
<b>1800</b>	88.5	101	41.8	102	56.5	100
<b>2700</b>	125.5	112	50.4	91	61.4	91
<b>3600</b>	146.0	119	66.7	79	67.8	120
Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	<b>3 -&gt; 2</b>	<b>3 -&gt; 2</b>	<b>2 -&gt; 1</b>	<b>2 -&gt; 1</b>	<b>2 -&gt; 3</b>	<b>2 -&gt; 3</b>
<b>900</b>	35.1	79	32.2	93	49.3	68
<b>1800</b>	30.6	94	34.3	104	51.6	70
<b>2700</b>	31.0	81	33.4	94	53.7	76
<b>3600</b>	35.7	86	35.6	108	54.6	89



Trav – průměrná cestovní doba v daném průjezdu křižovatkou (s)

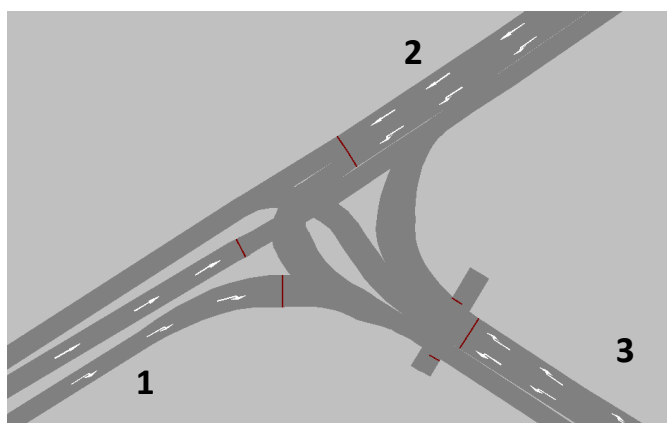
#Veh – počet vozidel projíždějících v daném směru

### 1c. Tunel bez rozvojových komunikací ale s aktivními rozvojovými plochami

Matice zatížení sítě (špičková hodina 15:00 – 16:00)

z/do	1	2	3
<b>1</b>	0	498	352
<b>2</b>	452	0	94
<b>3</b>	371	87	0

- 1 – I/39 směr od Kájova
- 2 – I/39 směr od Českých Budějovic
- 3 – ulice Objíždková, Porákův most



### Vybrané celkové ukazatele mikrosimulace křižovatky za špičkovou hodinu

Průměrná doba zdržení vozidla	26 s
Průměrné procento zastavených vozidel	66 %
Průměrná rychlost	45 km/hod

Křižovatka kapacitně vyhoví za předpokladu úpravy signálního plánu zejména prodloužení zelené na rameni Chvalšinská a zkrácení zelené z odlehčeného směru od Objíždkové. Uvedené výsledky jsou na základě jednoduché úpravy signálního plánu.

Čas (s)	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop	Avg	max	Stop
	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)	(m)	(m)	(veh)
	1	1	1	2	2	2	3	3	3
900	23	201	97	1	18	7	18	99	77
1800	23	118	94	1	26	10	21	110	75
2700	21	97	82	1	25	9	16	65	64
3600	25	101	91	1	25	9	21	118	81
	4	4	4	5	5	5	6	6	6
900	4	44	31	5	45	21	7	76	32
1800	4	45	36	6	32	20	11	58	52
2700	3	39	28	4	30	16	10	66	52
3600	4	55	32	5	32	22	10	61	56

Avg. – průměrná délka fronty v daném časovém úseku v metrech

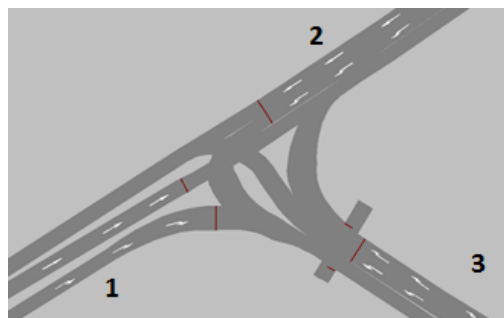
max – maximální délka fronty v daném časovém úseku v metrech

Stop – počet zastavených vozidel ve frontě

Z tabulky je patrné, že nejdelší maximální fronty vznikají ve směrech na detektorech 1, 3 a 6. Naopak nejkratší kolony jsou na směrech na detektorech 2, 4 a 5.

#### Cestovní doby průjezdu jednotlivých směrů křižovatkou (s)

Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	1 -> 2	1 -> 2	1 -> 3	1 -> 3	3 -> 1	3 -> 1
900	52.4	112	41.4	73	55.2	87
1800	53.5	130	46.7	88	58.5	105
2700	54.5	113	47.5	79	57.4	81
3600	55.6	117	42.8	96	59.3	86
Čas (s)	Trav	#Veh	Trav	#Veh	Trav	#Veh
	3 -> 2	3 -> 2	2 -> 1	2 -> 1	2 -> 3	2 -> 3
900	35.3	17	34.6	98	65.2	21
1800	34.9	22	33.8	102	67.7	22
2700	34.4	23	33.2	105	60.5	23
3600	38.5	25	33.9	129	63.5	24



Trav – průměrná cestovní doba v daném průjezdu křižovatkou (s)

#Veh – počet vozidel projíždějících v daném směru



## 7 ZÁVĚR

---

Byla provedena mikrosimulace stávajícího stavu SSZ křižovatky u Porákova mostu. Pro zatížení křižovatky ve stávajícím stavu byly použity hodnoty z automatických detektorů provozovatele SSZ (SWARCO) z 9.11.2016. Mikrosimulace potvrdila, že v simulovaném období nedochází k výraznému zpoždění či vzdouvání dopravy. Dále byly simulovány navržené scénáře pro odlehčení uzlu u Porákova mostu. Pokud by komunikační síť zůstala ve stávajícím stavu bude ve výhledovém roce 2035 razantně překročena kapacita této křižovatky. Navržení paralelní komunikace zónou Ambit či výstavby tunelu přinese ve výhledu výrazné ulehčení uzlu u Porákova mostu.



## PŘÍLOHA

---

Na CD přiložen videosnímek z mikrosimulace křižovatky u Porákova mostu.