



INTELIGENTNÉ RIADENIE CESTNEJ DOPRAVY

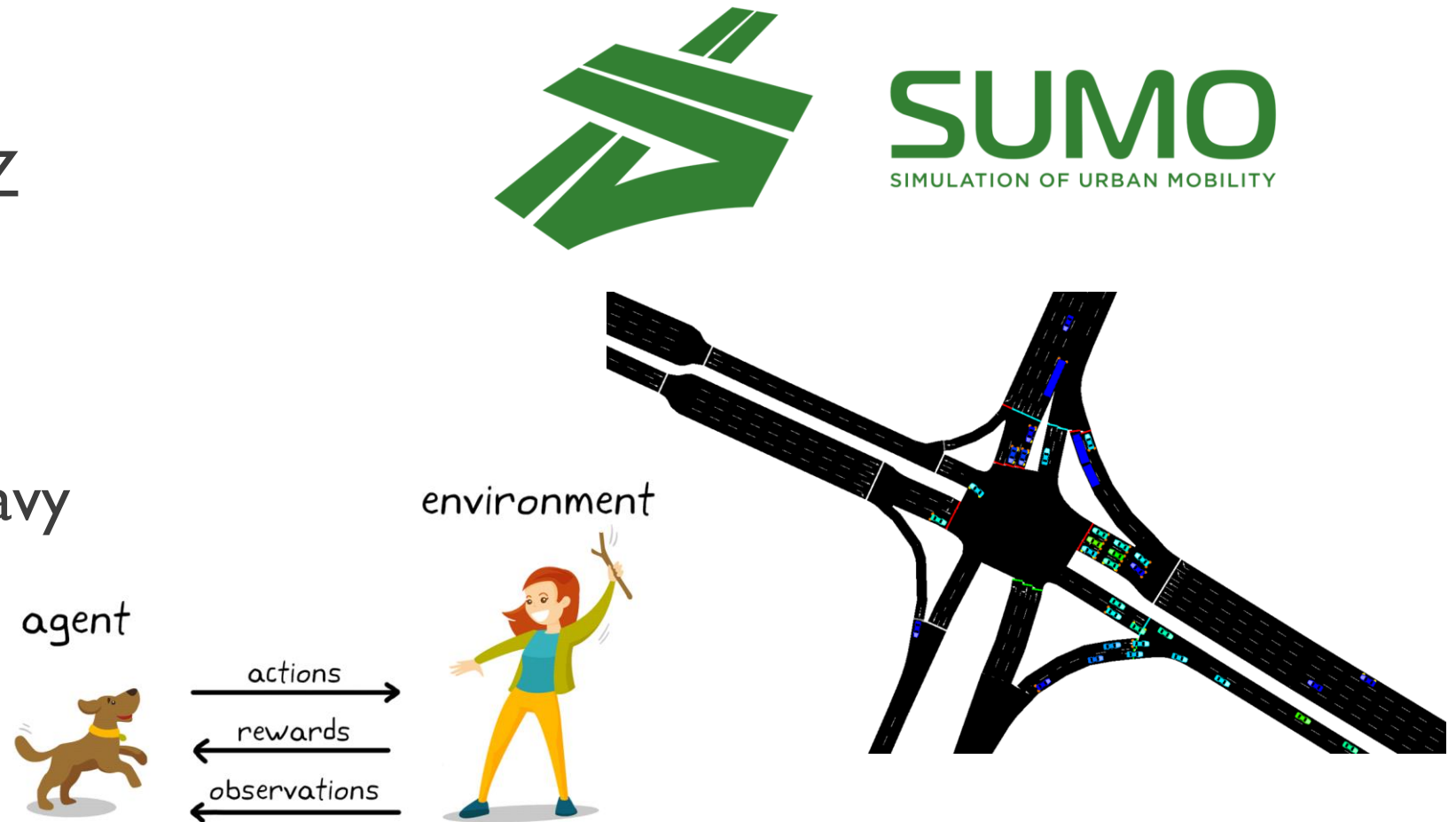
ŘÍZENÍ VE MĚSTĚ ŽILINĚ POMOCÍ MULTIAGENTNÍCH SYSTÉMŮ

ING. MICHAL SKUBA, PHD.

DOC. ING. RASTISLAV PIRNÍK, PHD.

OBSAH

- Stratégia riadenia SSZ
- Simulátory
- Učenie s odmenou
- Tvorba mapy a dopravy
- Experimenty
- Výsledky



IDEA

Cieľ:



- Implementovať abstraktný dopravný model do prostredia SUMO
- Navrhnuť architektúru pre riadenie križovatky pomocou učenia s odmenou
- Navrhnuť a generovať rôzne dopravné scenáre
- Verifikovať kvalitu navrhnutého riešenia simuláciou (testovanie a komparácia výsledkov jednotlivých riadiacich algoritmov)

IDEA

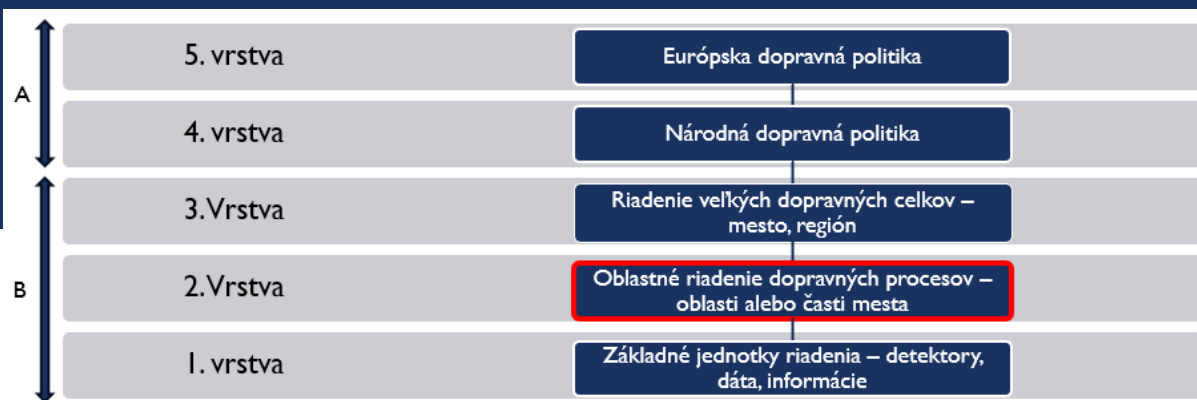


Dôvod:

- Žilina
- Strečno
- Tunel Višnové
- Košická
- Rondel
- Železnica



STRATÉGIA RIADENIA SSZ



Statické (fixed-time)

- vopred pevne nastavené signálne plány,
- tvoria sa na základe historických dát,
- menia sa v závislosti od aktuálneho dňa,
- Websterova metóda.

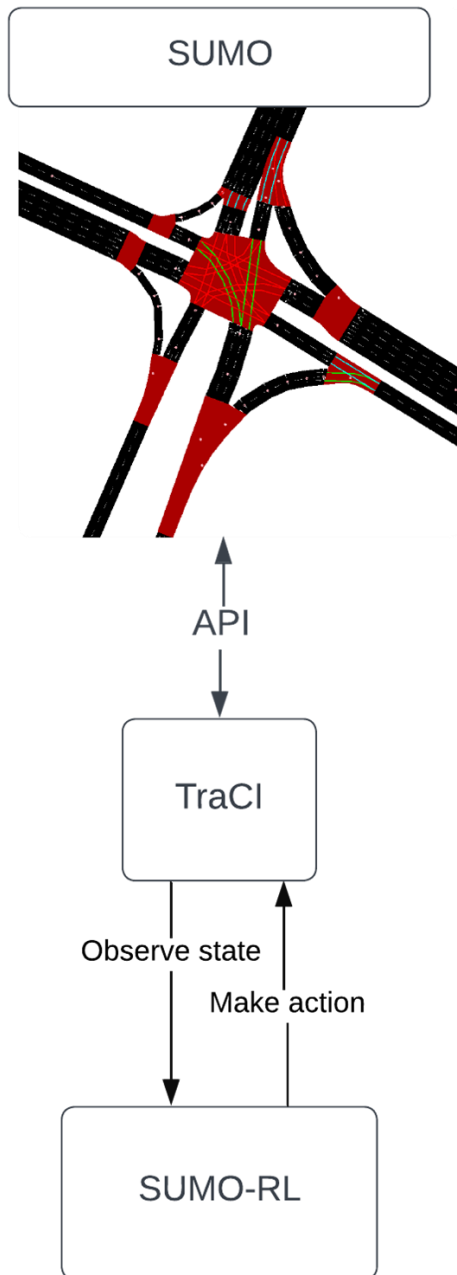
Dynamické (Actuated)

- zbiera informácie zo senzorov v reálnom čase,
- predlžuje zelenú fázu na základe rýchlosti dopravného toku,
- ďalšia fáza po detegovaní medzery v toku vozidiel,
- možnosť nastaviť prahové hodnoty.

Adaptívne (Adaptive)

- podobná ako dynamická stratégia,
- využíva predikčné algoritmy,
- predpovedá pohyb dopravných tokov v blízkej budúcnosti,
- SCATS, SCOOT, MOTION, UTOPIA, RHODES, a iné.

Komunikácia SUMO $\Leftrightarrow$ Python



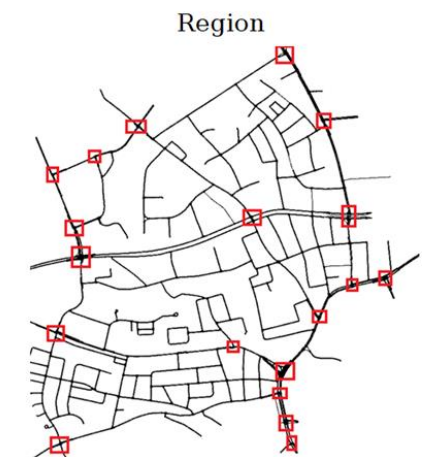
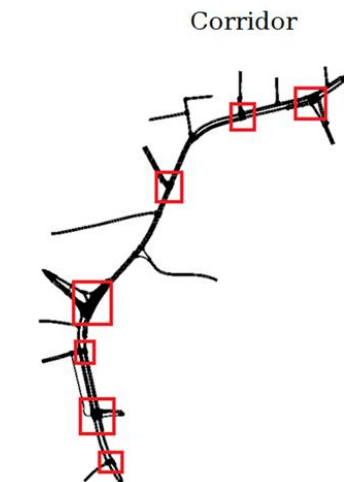
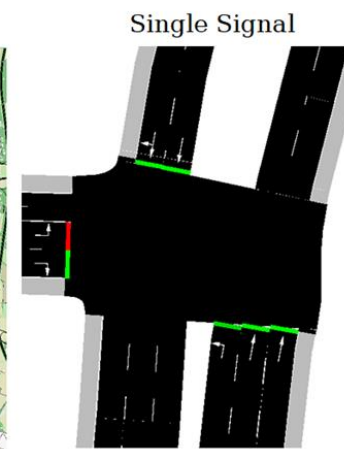
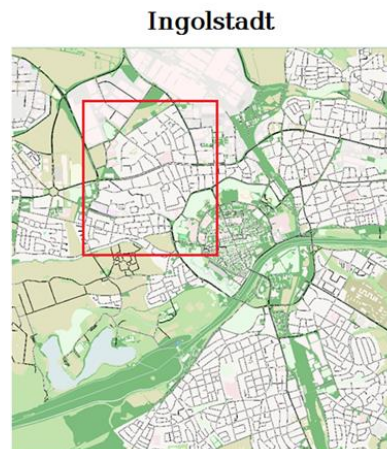
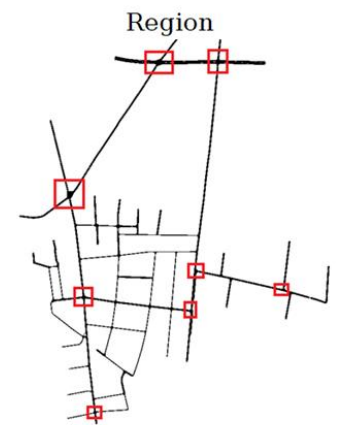
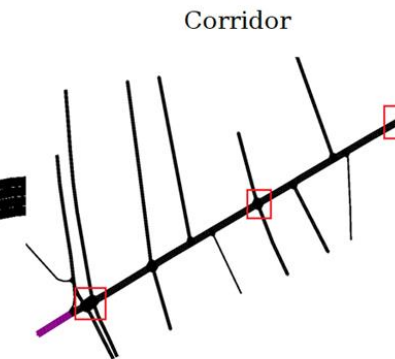
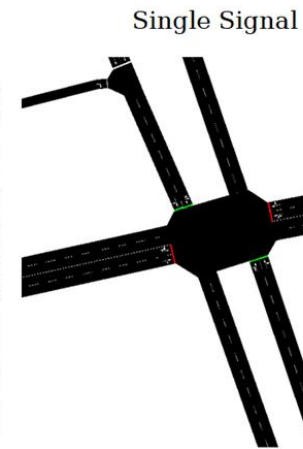
TraCI

Traffic Control Interface

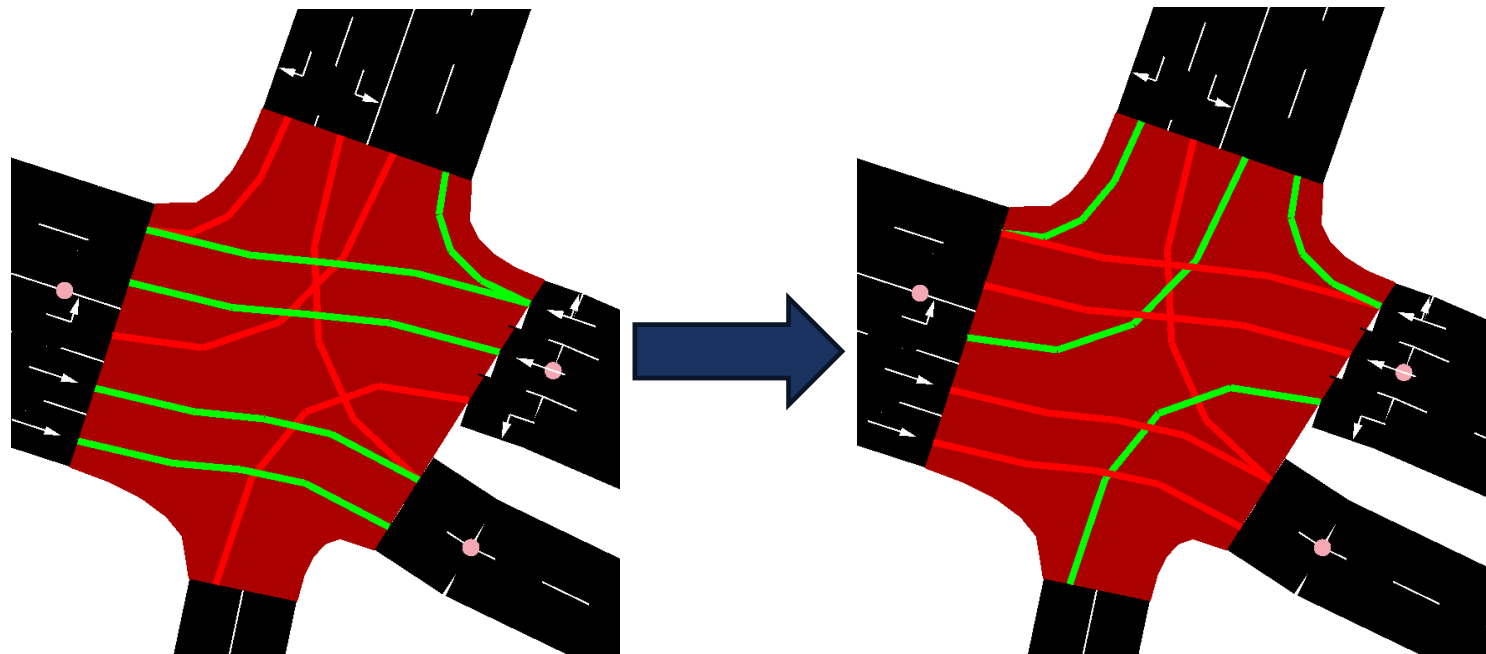
Komunikácia pomocou Python

RESCO FRAMEWORK

- Implementované klasické metódy riadenia
 - Statické
 - Max-pressure
- Implementované rôzne RL algoritmy riadenia
 - IDQN
 - IPPO
 - MPLight



UČENIE S ODMENOU – AKČNÝ PRIESTOR



- Nastavenie trvania zelenej fázy
- Nastavenie pomeru fáz pri zachovaní času cyklu
- **Prepnutie na ďalšiu fázu**
- **Výber nasledujúcej fázy**

UČENIE S ODMENOU – POZOROVACÍ PRIESTOR

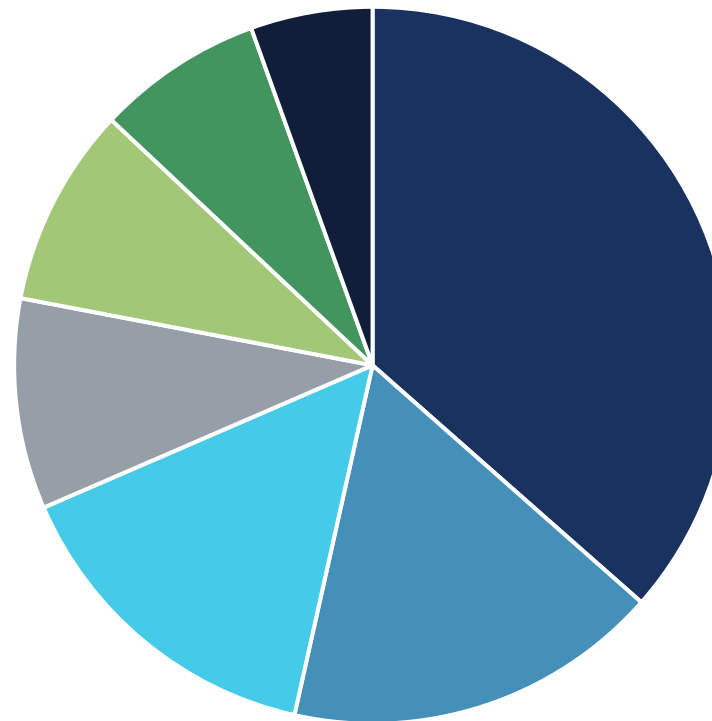
Pozorovací priestor

Publikované parametre

- Zástup vozidiel 38%
- Aktuálna svetelná fáza 11%
- Počet vozidiel 10%
- Pozícia vozidiel 6%
- Rýchlosť vozidiel 6%

Naše parametre

- Prichádzajúce vozidlá
- Celkový čas čakania
- Zástup vozidiel
- Rýchlosť vozidiel



■ Zástup vozidiel

■ Rýchlosť

■ Aktuálna svetelná fáza

■ Uplynutý čas

■ Počet vozidiel

■ Tok vozidiel

■ Pozícia vozidiel

UČENIE S ODMENOU – ODMENA

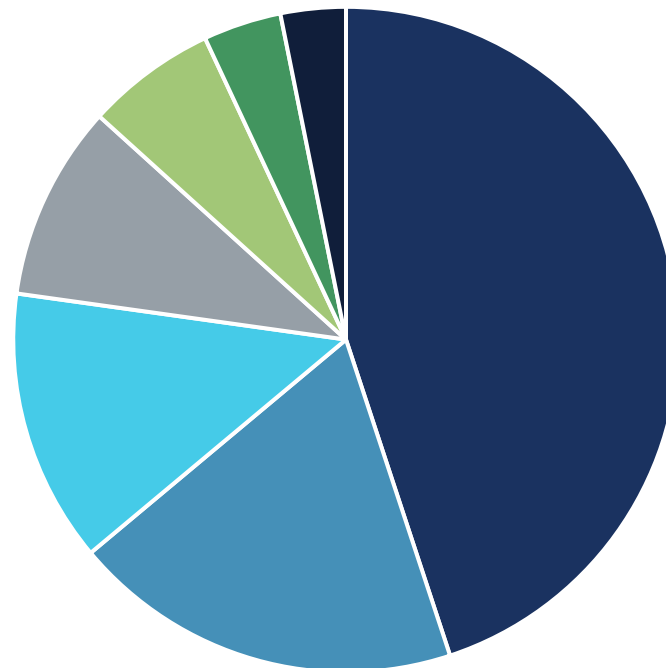
Odmena

Publikované parametre

- Zástup vozidiel 30%
- Zdržanie 13%
- Čas čakania 9%
- Počet vozidiel 6%
- Priepustnosť križovatky 4%

Naše parametre

- Celkový čas čakania
- Zástup vozidiel



■ Zástup vozidiel

■ Počet vozidiel

■ Aktuálna svetelná fáza

■ Zdržanie

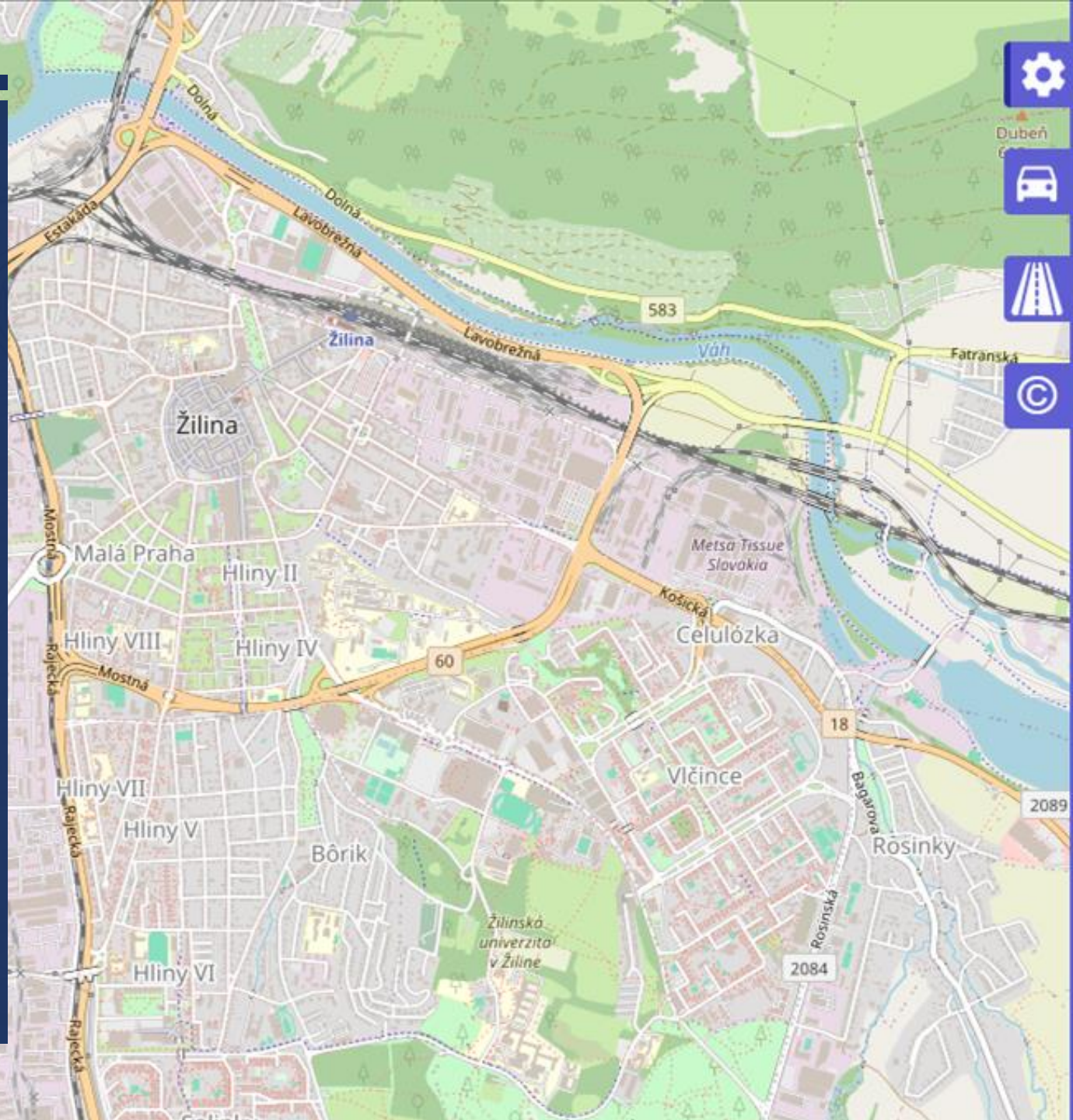
■ Priepustnosť

■ Čas čakania

■ Počet prichádzajúcich vozidiel

MAPA ŽILINY

■ OPENSTREETMAP



Generate Scenario



Position

Žilina

49.211085 18.723262

Use current location

Select Area

Options

Duration 3600

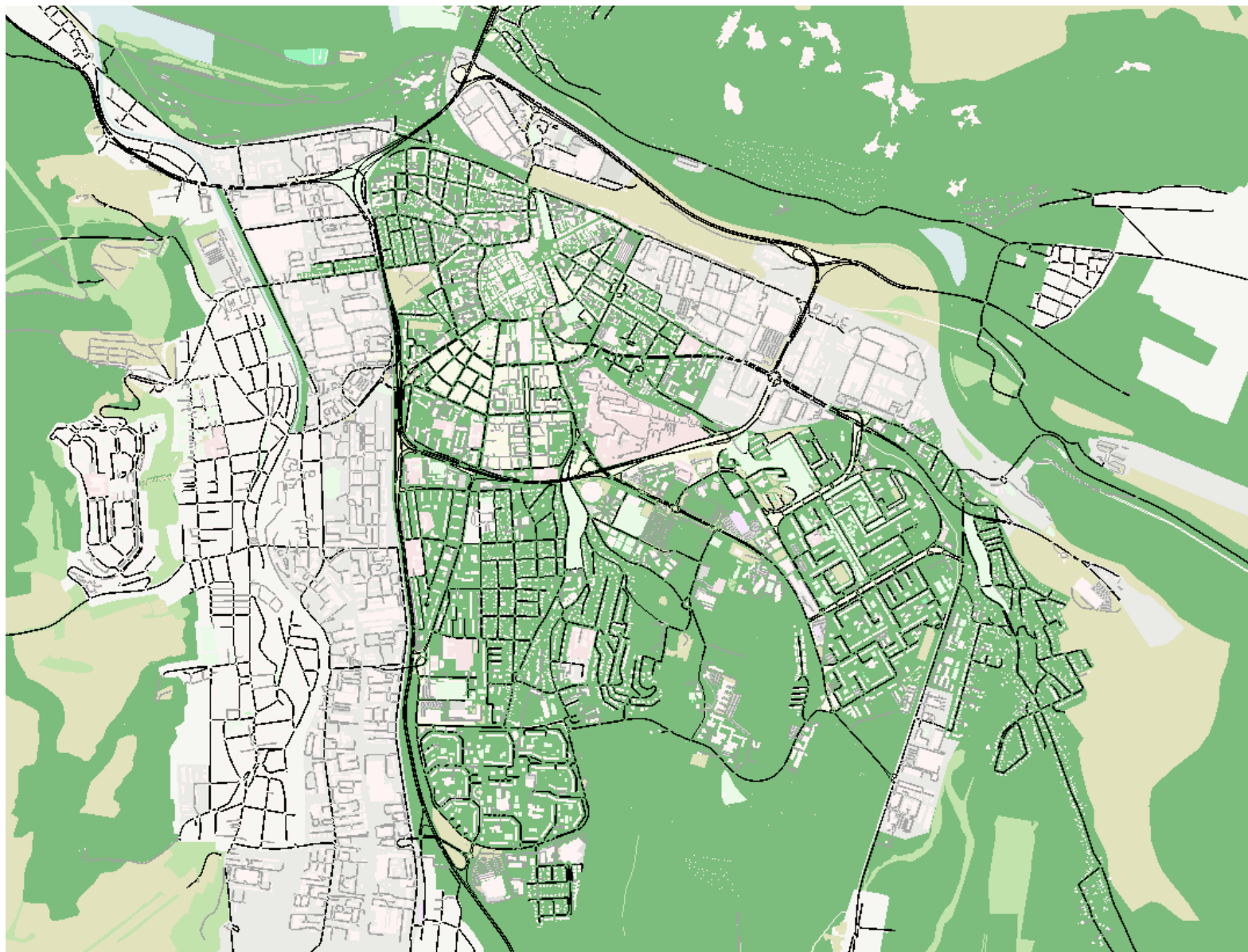
Add Polygons

Import Public Transport

Car-only Network

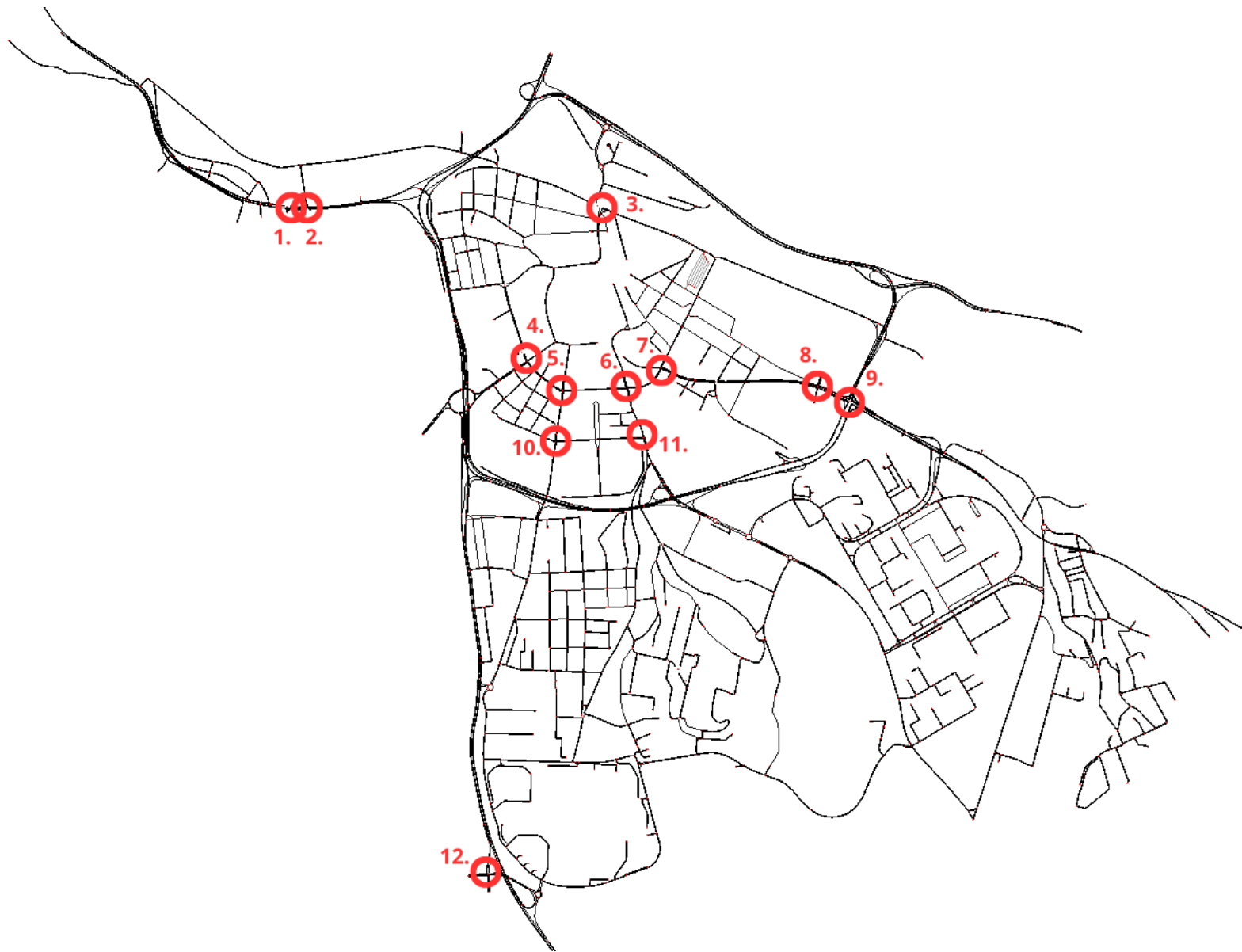
Satellite background

Left Hand Traffic



OSM MAPA

- ZJEDNODUŠENIE DOPRAVNEJ SIETE
- VALIDÁCIA MAPY



MAPA MESTA ŽILINA

- IMPLEMENTÁCIA SSZ
- IMPLEMENTÁCIA
INDUKČNÝCH SLUČIEK

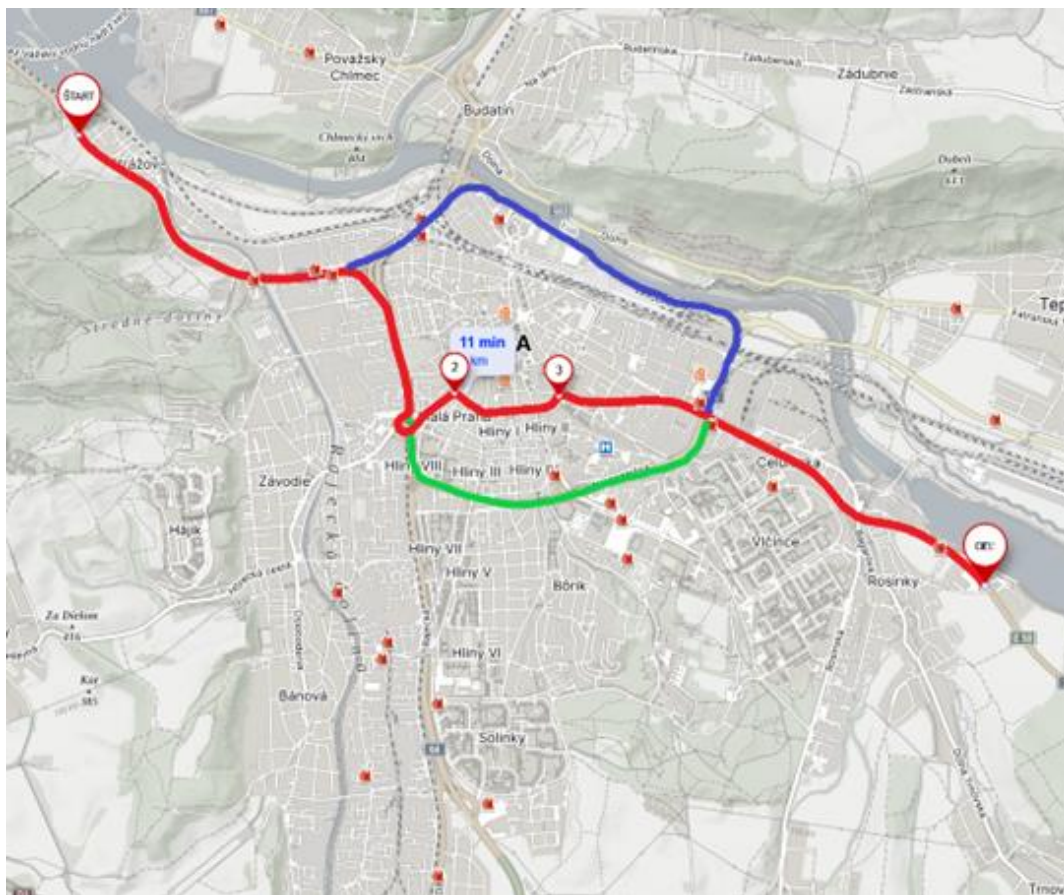


GENEROVANIE DOPRAVY

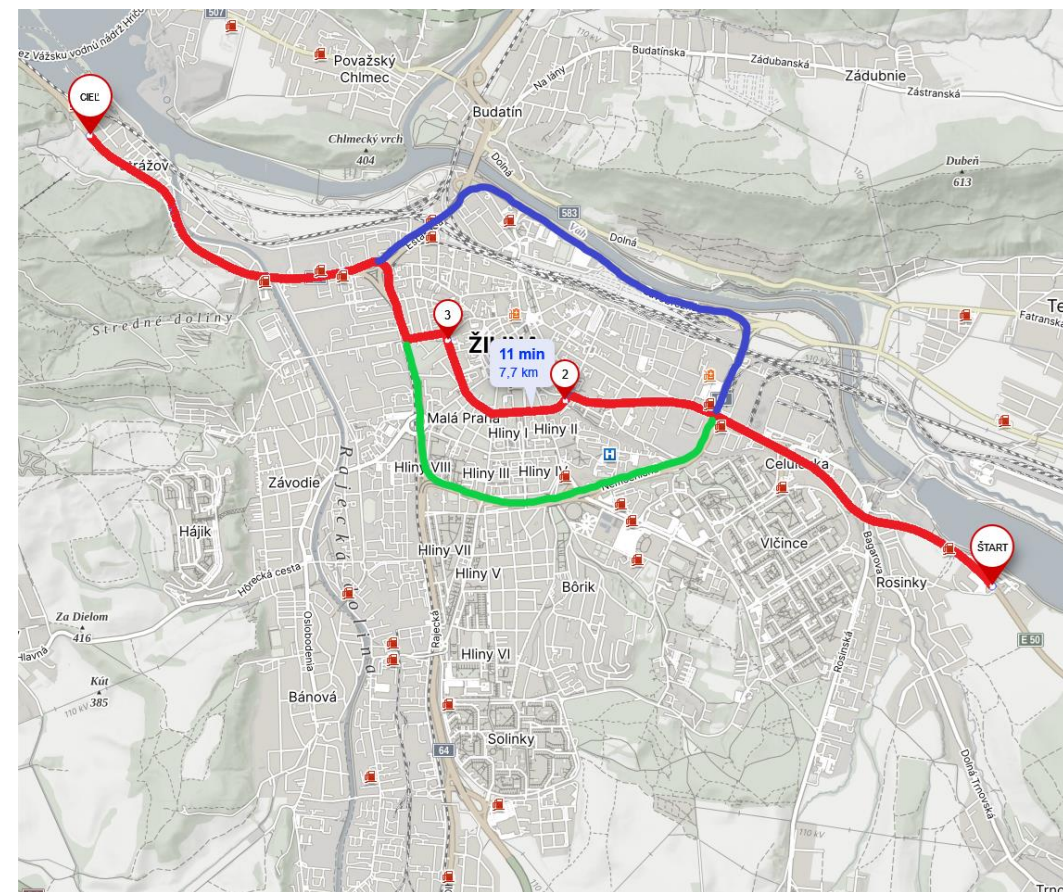
- NA ZÁKLADE REÁLNYCH DÁT
- VYTVORENIE 3 SCENÁROV
 - ŠPIČKA (~10 400 VOZIDIEL)
 - VÍKEND (~3 500 VOZIDIEL)
 - ŠPECIÁLNA SITUÁCIA (~4 600 VOZIDIEL)

TRANZITNÉ A PRECHÁDZAJÚCE VOZIDLÁ MESTOM ŽILINA

Smer Bratislava - Košice



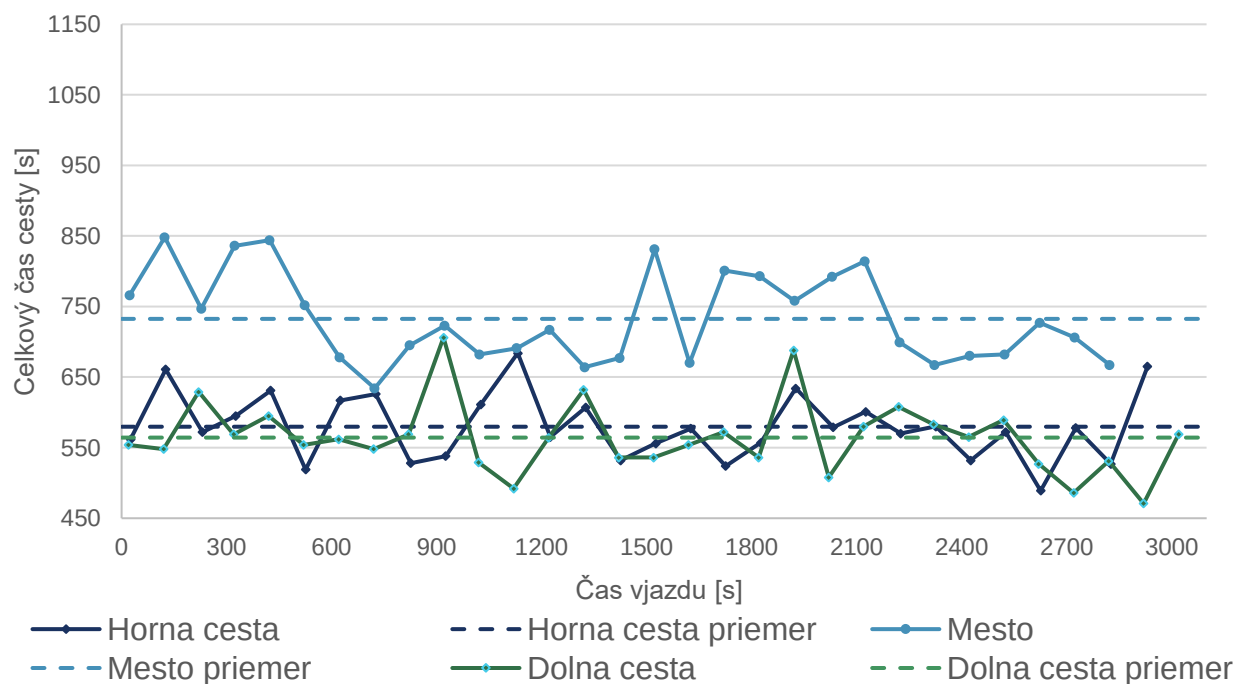
Smer Košice - Bratislava



PREJAZD VOZIDIEL PRI STATICKOM RIADENÍ

2/3 z reálnych
hodnôt

Bratislava – Košice

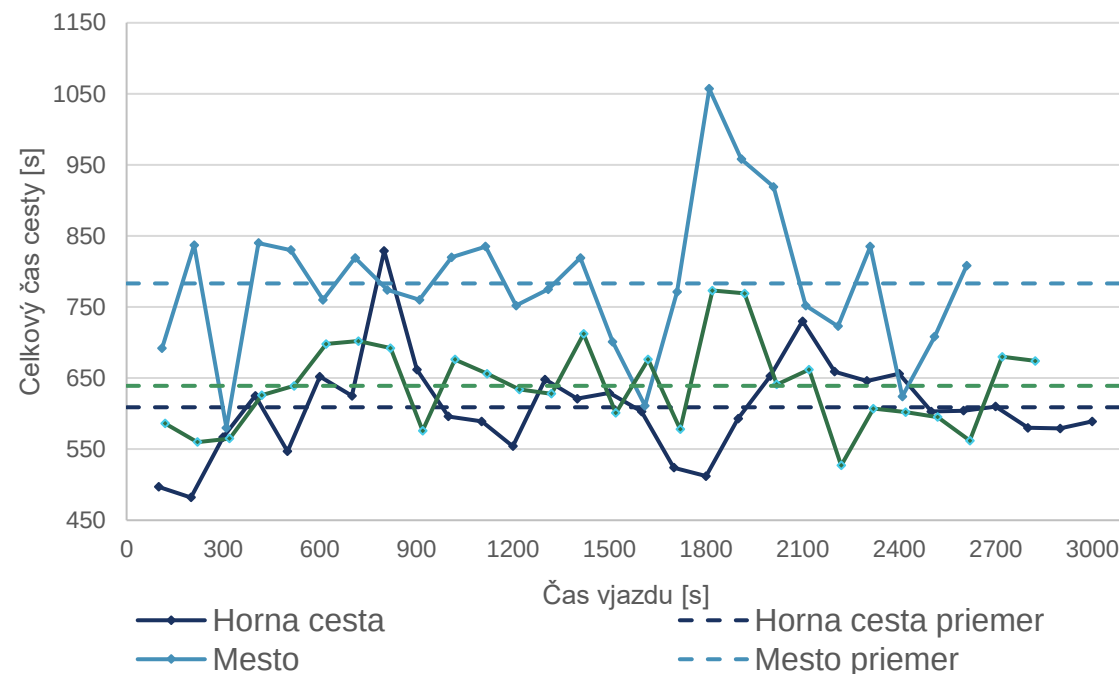


Ľavobrežná = 580 sekúnd

Mesto = 732 sekúnd

Nemocničná = 564 sekúnd

Košice - Bratislava



Ľavobrežná = 609 sekúnd

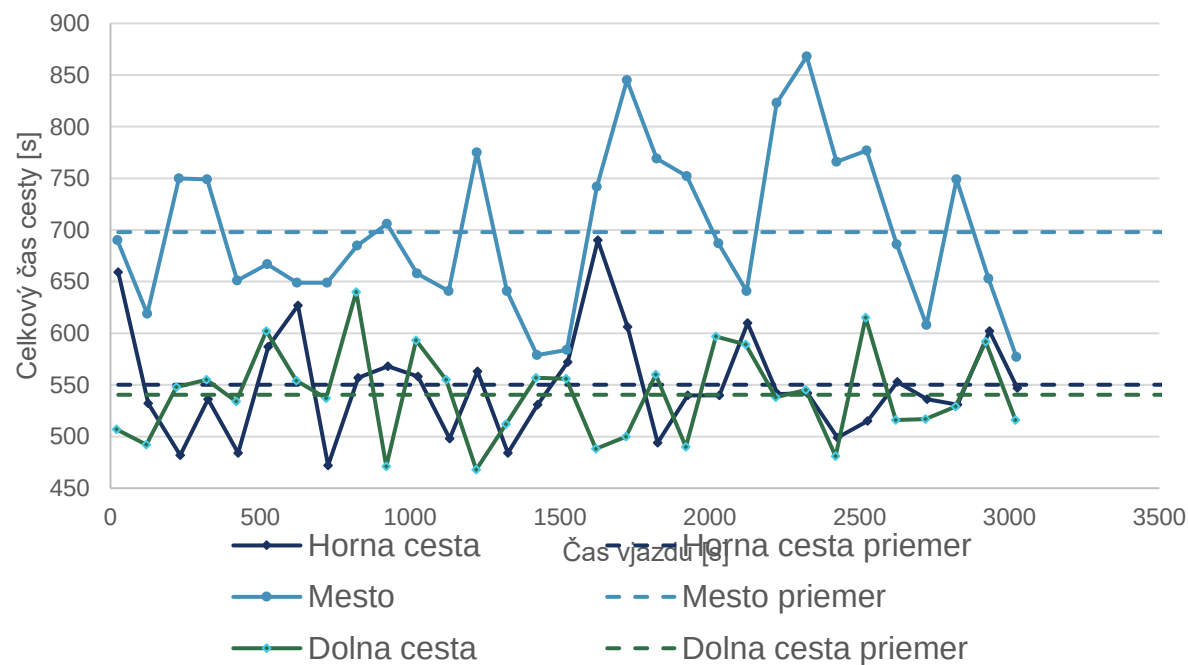
Mesto = 783 sekúnd

Nemocničná = 639 sekúnd

PREJAZD VOZIDIEL PRI DRL RIADENÍ

2/3 z reálnych
hodnôt

Bratislava - Košice

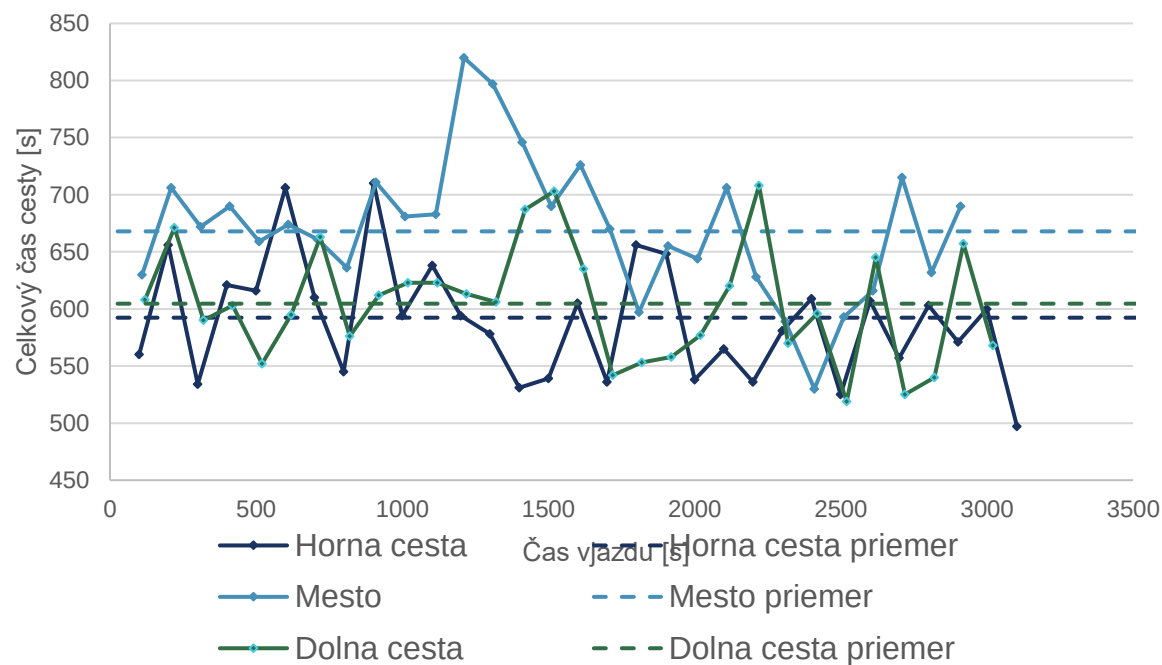


Ľavobrežná = 550 sekúnd

Mesto = 698 sekúnd

Nemocničná = 540 sekúnd

Košice - Bratislava



Ľavobrežná = 592 sekúnd

Mesto = 668 sekúnd

Nemocničná = 604 sekúnd

POROVNANIE STATICKÉHO A DRL RIADENIA

2/3 z reálnych
hodnôt

Statické riadenie

■ BA – KE

Ľavobrežná = 579,63 s

Mesto = 732,45 s

Nemocničná = 564,19 s

■ KE – BA

Horná cesta = 608,80 s

Mesto = 783,08 s

Nemocničná = 639,18 s

DRL riadenie

■ BA – KE

Ľavobrežná = 550,19 s

Mesto = 697,94 s

Nemocničná = 540,45 s

■ KE – BA

Horná cesta = 592,30 s

Mesto = 667,90 s

Nemocničná = 604,60 s

Zlepšenie

■ BA – KE

Ľavobrežná = 29,44 s

Mesto = 34,51 s

Dolná cesta = 23,74 s

■ KE – BA

Ľavobrežná = 16,50 s

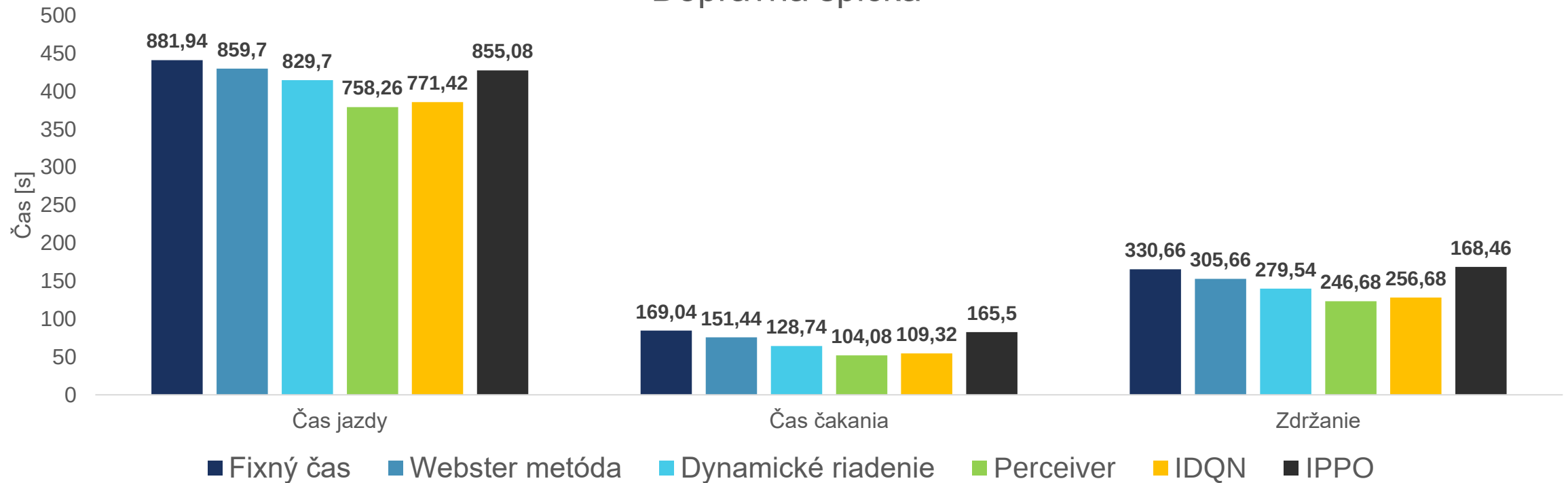
Mesto = 115,18 s

Nemocničná = 34,58 s

<u>Špička</u>	Fixný čas	Websterova metóda	Dynamické riadenie	Perceiver	IDQN	IPPO
Čas jazdy [s]	881,94	859,7	829,12	758,26	771,42	855,08
Čas čakania [s]	169,04	151,44	128,74	104,08	109,32	165,5
Zdržanie [s]	330,66	305,66	279,54	246,68	256,12	336,92

- Dopravný scenár špička,
- čas simulácie 3600 sekúnd,
- priemerné hodnoty,
- DRL metódy trénované počas 400 epizód na scenári dopravná špička,
- hodnotené podľa riadenia 20 epizód,
- vybraná najlepšia z nich.

Dopravná špička

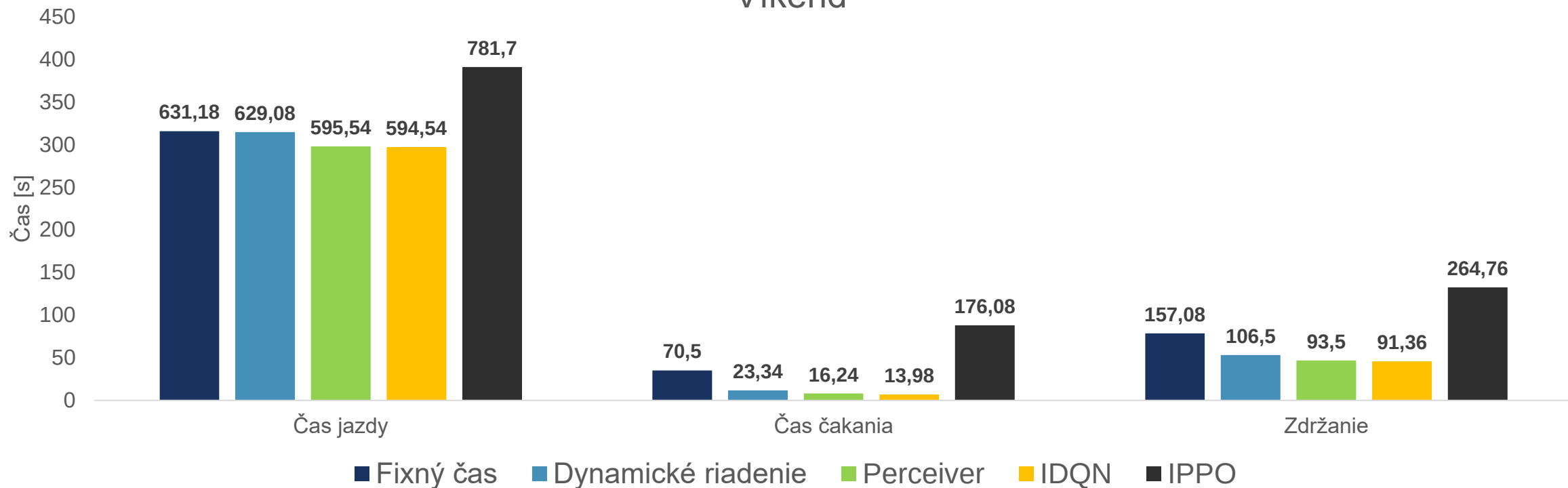


- Dopravný scenár špička,
- čas simulácie 3600 sekúnd,
- priemerné hodnoty,
- DRL metódy trénované počas 400 epizód na scenári dopravná špička,
- hodnotené podľa riadenia 20 epizód,
- vybraná najlepšia z nich.

<u>Víkend</u>	Fixný čas	Websterova metóda	Dynamické riadenie	Perceiver	IDQN	IPPO
Čas jazdy [s]	631,18	#####	629,08	595,54	594,16	781,7
Čas čakania [s]	70,5	#####	23,34	16,24	13,98	176,08
Zdržanie [s]	157,08	#####	106,5	93,48	91,36	264,76

- Dopravný scenár víkend,
- čas simulácie 3600 sekúnd,
- priemerné hodnoty,
- DRL metódy trénované počas 400 epizód na scenári dopravná špička,
- hodnotené podľa riadenia 20 epizód,
- vybraná najlepšia z nich.

Víkend

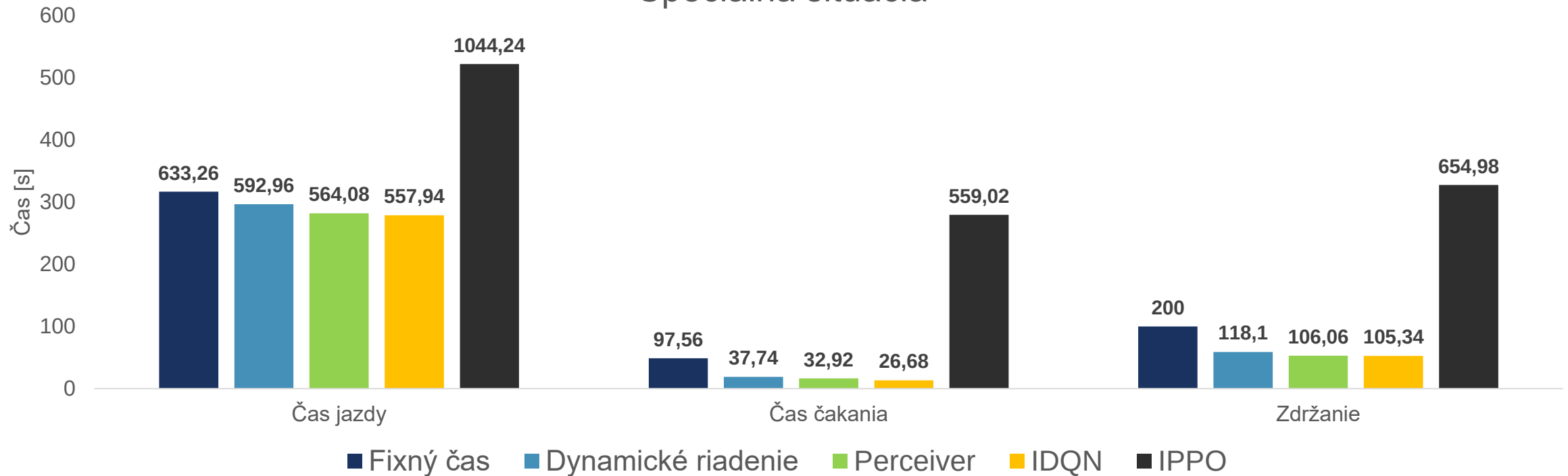


- Dopravný scenár víkend,
- čas simulácie 3600 sekúnd,
- priemerné hodnoty,
- DRL metódy trénované počas 400 epizód na scenári dopravná špička,
- hodnotené podľa riadenia 20 epizód,
- vybraná najlepšia z nich.

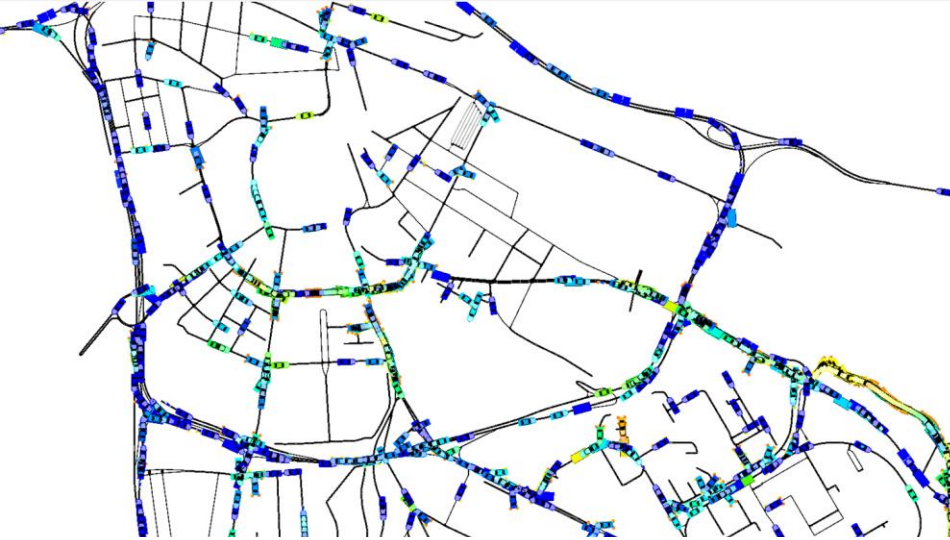
<u>Špeciálna situácia</u>	Fixný čas	Websterova metóda	Dynamické riadenie	Perceiver	IDQN	IPPO
Čas jazdy [s]	633,26	#####	592,96	564,08	557,94	1044,24
Čas čakania [s]	97,56	#####	37,74	32,92	26,68	559,02
Zdržanie [s]	200	#####	118,1	106,06	105,34	654,98

- Dopravný scenár špeciálna situácia,
- čas simulácie 3600 sekúnd,
- priemerné hodnoty,
- DRL metódy trénované počas 400 epizód na scenári dopravná špička,
- hodnotené podľa riadenia 20 epizód,
- vybraná najlepšia z nich.

Špeciálna situácia

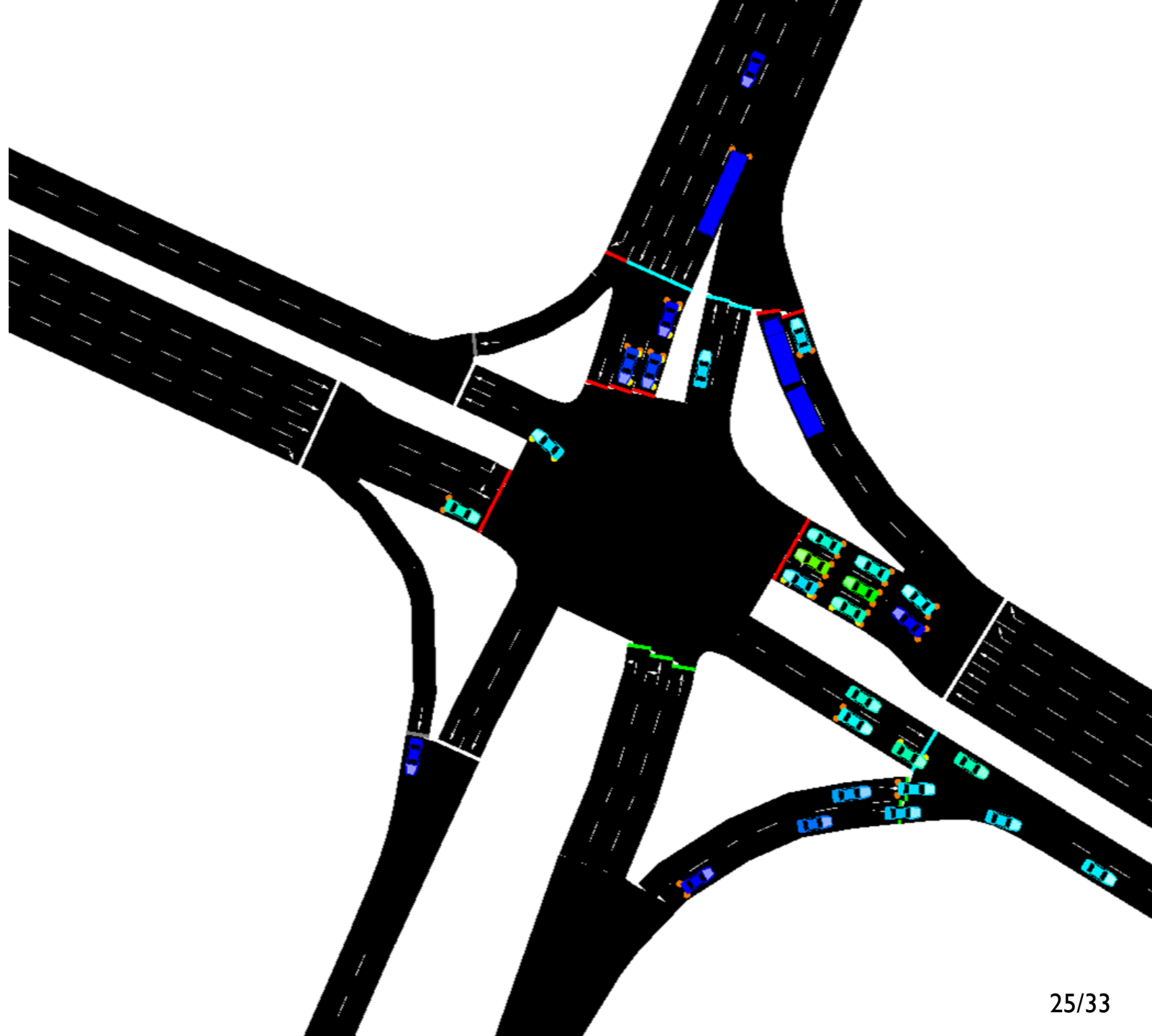


- Dopravný scenár špeciálna situácia,
- čas simulácie 3600 sekúnd,
- priemerné hodnoty,
- DRL metódy trénované počas 400 epizód na scenári dopravná špička,
- hodnotené podľa riadenia 20 epizód,
- vybraná najlepšia z nich.



PRÍNOSY PRÁCE

- Mapa mesta Žilina v simulátore SUMO použitá v Industry Solutions
- Dopravné scenáre založené na reálnych dátach poskytnutých mestom Žilina
- Možnosť implementácie systému na informovanie vodiča o najrýchlejšej trase cez mesto





ĐAKUJEM ZA
POZORNOST