



**15. SLOVENSKI
KONGRES**

**O PROMETU
IN PROMETNI
INFRASTRUKTURI**

Integracija sistema za nadzor in vodenje prometa s simulacijo prometa

mag. Gregor Pretnar, univ.dipl.ing.grad. *PNZ svetovanje projektiranje*

dr. Jure Pirc, univ.dipl.ing.grad. *Q-Free Traffic design*

mag. Savin Gorup, univ.dipl.ing.el. *Asist*

Uvod

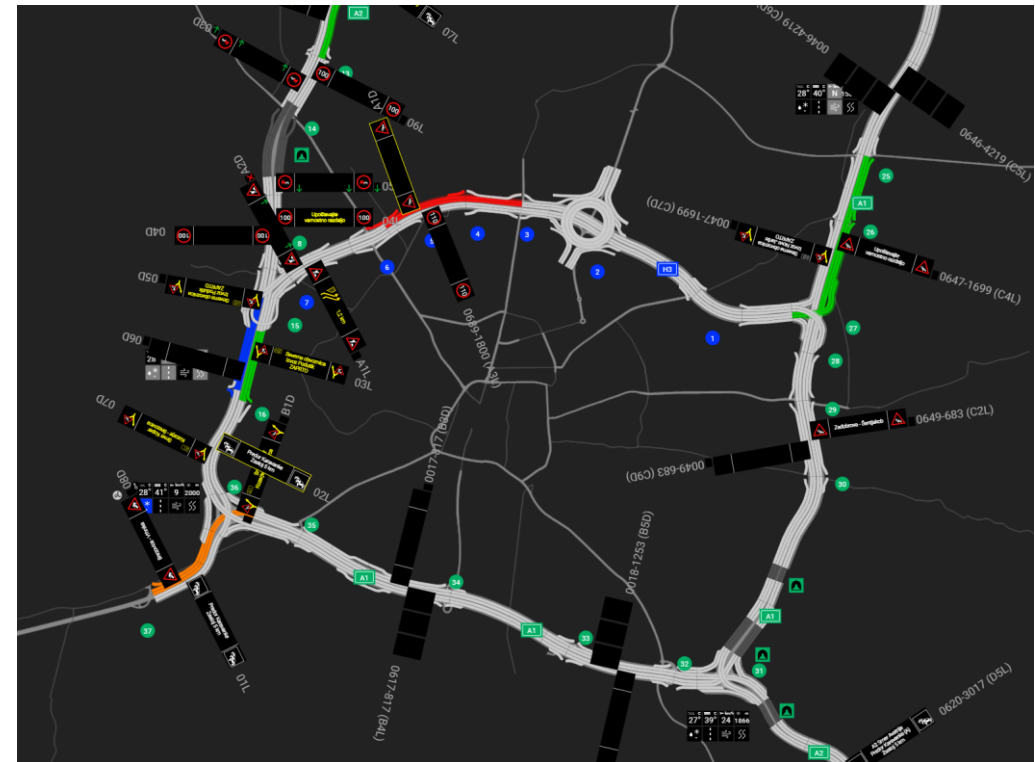
- Nadzorniki prometa se vsakodnevno srečujejo s potencialno nevarnimi situacijami na avtocestah.
- Nujno je stalno izobraževanje in trening.
- Računalniški simulator za sistem za nadzor in vodenje prometa (SNVP).



Komponente simulatorja

Simulator sestavljajo:

- vmesnik za nadzornika prometa,
- vmesnik za inštruktorja,
- vmesnik za simulator prometa.



Vmesnik za inštruktorja

- Shematska predstavitev avtocestnega omrežja (GUI)
- Vmesnik za generiranje izrednih dogodkov na omrežju
 - zaustavljeno vozilo,
 - prometna nesreča,
 - delo na cesti,
 - dogodki v predoru,
 - vozilo, ki vozi v napačni smeri,
 - zapora cestišča,
 - kolesar, pešec ali žival na cestišču,
 - različne vremenske razmere (veter, megla, padavine, nevarnost poledice).



Vmesnik za inštruktorja

The screenshot displays the SCADA V3.0.37 interface for traffic simulation. At the top, it shows 'FREE TRAFFIC DESIGN' and 'SCADA V3.0.37'. The main area is divided into a control panel on the left and a simulation map on the right.

Control Panel (Left):

- SIMULATOR STATUS [AVAILABLE]**
- PROCESS [AVAILABLE]**
- JOB [AVAILABLE]**
- SIMULATION [IDLE]**
- PROJECT:** P 1 - CELOTNO OBMOČJE
- SIMULATION TYPE:** TS 2 - SIMULATION WITH EVEN...
- SIMULATION SPEED:** A slider and play/pause buttons.
- Incident List:**
 - ZAUSTAVLJENO VOZILO** (STOP): Izvedi simulacijo zaustavljenega vozila na izbranem odseku.
 - PROMETNA NESEČA** (Accident): Izvedi simulacijo prometne nesreče na izbranem odseku.
 - DELO NA CESTI** (Road Work): Izvedi simulacijo dela na cesti na izbranem odseku.
 - VOŽNJA V NAPAČNO SMER** (Wrong Way Driving): Izvedi simulacijo vožnje v napačno smer na izbranem odseku.
 - ZAPORA CESTE** (Road Closure): Izvedi simulacijo zapore ceste na izbranem odseku.
 - ŽIVAL NA CESTI** (Animal on Road): Izvedi simulacijo živali na cesti na izbranem odseku.
 - KOLESAK NA CESTI** (Cyclist on Road): Izvedi simulacijo kolesarja na izbranem odseku.
 - PEŠEC NA CESTI** (Pedestrian on Road): Izvedi simulacijo pešca na cesti na izbranem odseku.
 - OVIRA NA VOJIŠČU** (Obstacle on Road): Izvedi simulacijo ovire na izbranem odseku.

Simulation Map (Right):

- Shows a network of roads with various markers (green, red, blue) indicating simulation status.
- Includes road identifiers such as 0646-4219 (C60), 0646-4219 (C5L), 0647-1699 (C4L), 0649-683 (C2L), 0617-1233 (B50), 0617-817 (B4), and 0620-3017 (D5L).
- Features a search bar and navigation tools at the top right.

Vmesnik za inštruktorja

The screenshot displays a traffic simulation software interface. At the top, the status bar shows 'Q-FREE TRAFFIC DESIGN SCADA V3.0.37', a search field, and user information 'PS ADP' and 'JOE BIDEN'. The main interface is divided into several panels:

- Left Panel:** Contains simulation controls. It includes a 'SIMULATOR STATUS [AVAILABLE]' dropdown, a 'PROCESS [AVAILABLE]', 'JOB [AVAILABLE]', and 'SIMULATION [IDLE]' status section. Below this, there are project and simulation type dropdowns, and a 'SIMULATION SPEED' slider with play and stop buttons.
- Top-Left Panel:** Titled 'SIMULATOR STATUS [AVAILABLE]', it features a 'STOP' icon and the heading 'ZAUSTAVLJENO VOZILO'. The text below reads 'Izvedi simulacijo zaustavljenega vozila na izbranem odseku.' (Execute simulation of a stopped vehicle on the selected section). It includes a 'Pododsek' (Sub-section) dropdown set to '300 m po razcepu (0014_03D)' and a 'Prometni pas' (Traffic lane) section with checkboxes for 'Počasni pas', 'VP2-Driving lane [not implemented]', 'Odelavni pas', 'Vozni pas', and 'Prehitevalni pas'. There are also controls for 'Intenziteta dogodka' (Event intensity) with radio buttons for 'Majhna', 'Srednja', and 'Velika', and sliders for 'Začetek dogodka ob 07:05' and 'Trajanje dogodka 5 min'. A 'DODAJ SIMULACIJO' button is at the bottom.
- Main Map:** A detailed map of a road network with various road types and junctions. A specific section of the road is highlighted in green, indicating the area where the simulation is running. The map includes various road labels such as '0046-4219 (C6D)', '0647-1699 (C4L)', '0649-683 (C2L)', '0018-1253 (B5D)', and '0617-817 (B4)'. There are also several small icons and markers on the map, including a blue 'N' icon and a red 'X' icon.

Prevajalnik dogodkov

Prevajanje dogodkov iz SCADA v simulator prometa:

- lokacija, začetni čas in trajanje se prenesejo direktno,
- tip in jakost dogodka se prenesejo preko podrobne tabele v več parametrov.

	SCADA	API			Aimsun
Dogodek ustvarjen na Scada	Vneseni parametri	API parameter	API razlaga parametra	API primer ukaza	Opis API atributa
Zaustavljeno vozilo	Makrolokacija dogodka (izbran pododsek in stacionaža)	section_id	Aimsun External ID sekcije	<pre>{ "method": "create incident", "args": { "section id": "17495", "lane": "1", "position m": "50.0", "length m": "150.0", "visibility distance m": "50.0" } }</pre>	Section ID
	Vrsta izrednega dogodka	lane	steza (1 je prva steza iz desne)		Lane no.
	Mikrolokacija izrednega dogodka (prizadeti pasovi)	position_m	v metrih od začetka sekcije		Position
	Intenziteta izrednega dogodka (manjša, večja)	length_m	v metrih		Length
	Čas začetka izrednega dogodka	time	v sek od zač. simulacije		Incident start
	Trajanje izrednega dogodka	duration	v sek od aktivacije ukaza (0 privz. brez poteka)		Incident duration
		visibility_distance_m	v metrih		Visibility distance (200m default)
			Apply speed reduction (no)		
Prometna nesreča	Makrolokacija dogodka (izbran pododsek in stacionaža)	section_id	Aimsun External ID sekcije	<pre>{ "method": "create incident", "args": { "section id": "17495", "lane": "1", "position m": "50.0", "length m": "150.0", "visibility distance m": "50.0", "upstream distance sr m": "200.0", "downstream distance": "200.0", "max speed sr kmh": "50.0" } }</pre>	Section ID
	Vrsta izrednega dogodka	lane	steza (1 je prva steza iz desne)		Lane no.
	Mikrolokacija izrednega dogodka (prizadeti pasovi)	position_m	v metrih od začetka sekcije		Position
	Intenziteta izrednega dogodka (manjša, večja)	length_m	v metrih		Length
	Čas začetka izrednega dogodka	time	v sek od zač. simulacije		Incident start
	Trajanje izrednega dogodka	duration	v sek od aktivacije ukaza (0 brez poteka)		Incident duration
		visibility_distance_m	v metrih (200.0 def)		Visibility distance (200m default)
		upstream_distance_sr_m	izogibna razdalja do inc. v metrih (200.0 def)		Apply speed reduction (yes)
	downstream_distance_sr_m	izogibna razdalja od inc. v metrih (200.0 def)	Upstream, downstream speed reduction distance		
	max_speed_sr_kmh	omejitev hitrosti v km/h (0.0 brez omejitve)	Speed reduction		
Delo na cesti	Makrolokacija dogodka (izbran pododsek in stacionaža) + dolžina zapore v	section_id	Aimsun External ID sekcije	<pre>{ "method": "set closed lane", "args": { "section id": "17495", "lane": "1", "veh type id": "0" } }</pre>	Section ID
	Vrsta izrednega dogodka	lane	steza (1 je prva steza iz desne)		Lane no.
	Mikrolokacija izrednega dogodka (prizadeti pasovi)	veh_type_id	Aimsun External ID vozila (0 vsa)		Vehicle type position (0 vsa vozila)
		time	v sek od zač. simulacije		Activate traffic condition, condition time (from, duration)... časovno se dogodek lahko definira samo preko traffic condition
	Intenziteta izrednega dogodka (manjša, večja)	duration	v sek od aktivacije ukaza (0 brez poteka)		
	Čas začetka izrednega dogodka				

Vmesnik za nadzornika prometa

The interface displays a traffic control system for a specific road section (SPIS04L). The top navigation bar includes 'Q-FREE TRAFFIC DESIGN SCADA V3.0.37', a search field, and user information 'PS ADP' and 'JOE BIDEN'. The main map shows a road network with various traffic signs and control elements. A highlighted green path indicates a specific route or area of interest. The left sidebar contains a 'PROPERTIES' panel for 'SPIS04L' with a 'LOCKED' toggle. Below this, there are speed limit indicators (100) and a 'Keep a safe distance' message. The 'MESSAGE GROUPS' section lists various traffic events and messages, such as 'Promet', 'Zastoj', 'Prometna nesreča', and 'Vozite previdno'. At the bottom, there are buttons for 'CHANGE', 'DEFAULT', and 'GENERATE', along with a power icon.

SPIS04L
Direction GAC, smer Karavanke
CURRENT STATE: LOCKED

100 Keep a safe distance **100**

MESSAGE GROUPS




Promet	Zastoj	Prometna nesreča
Delo na cesti	Ovira	Predor
Cesta zaprta	Vreme	Posebna sporočila
Sporočila nadzornika	Trenutna sporočila	Pogosta sporočila
Zgodovina sporočil		

0469761304
9010280529
9010380052
9010380053
9010380054

CHANGE DEFAULT GENERATE

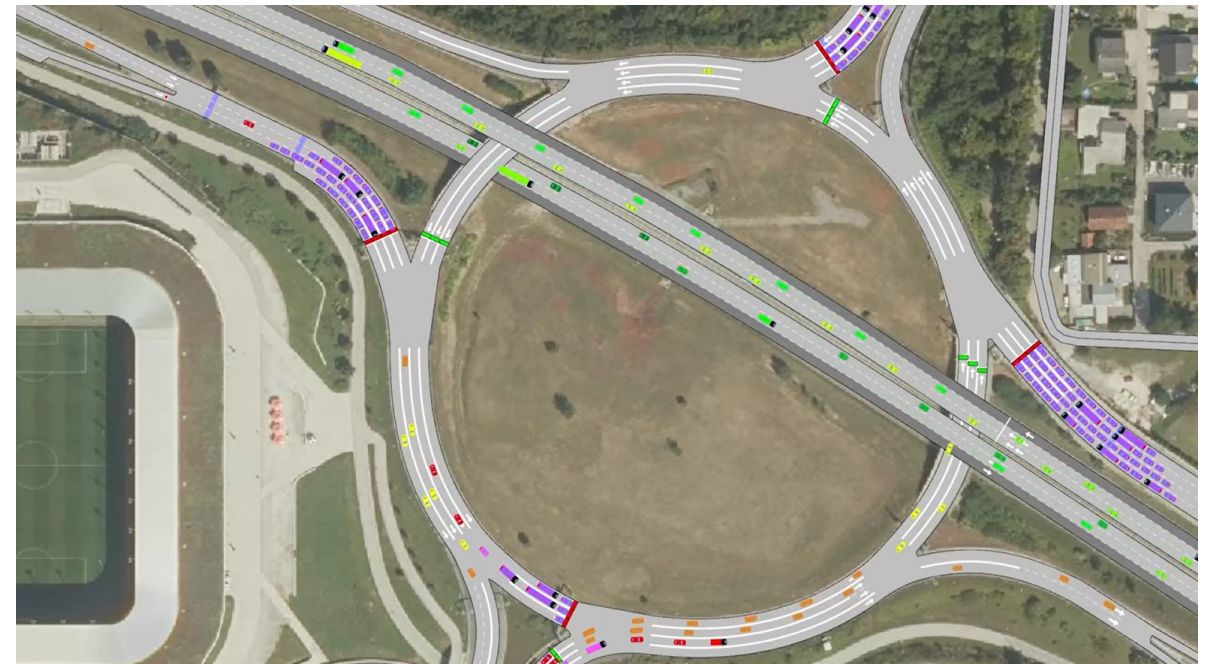
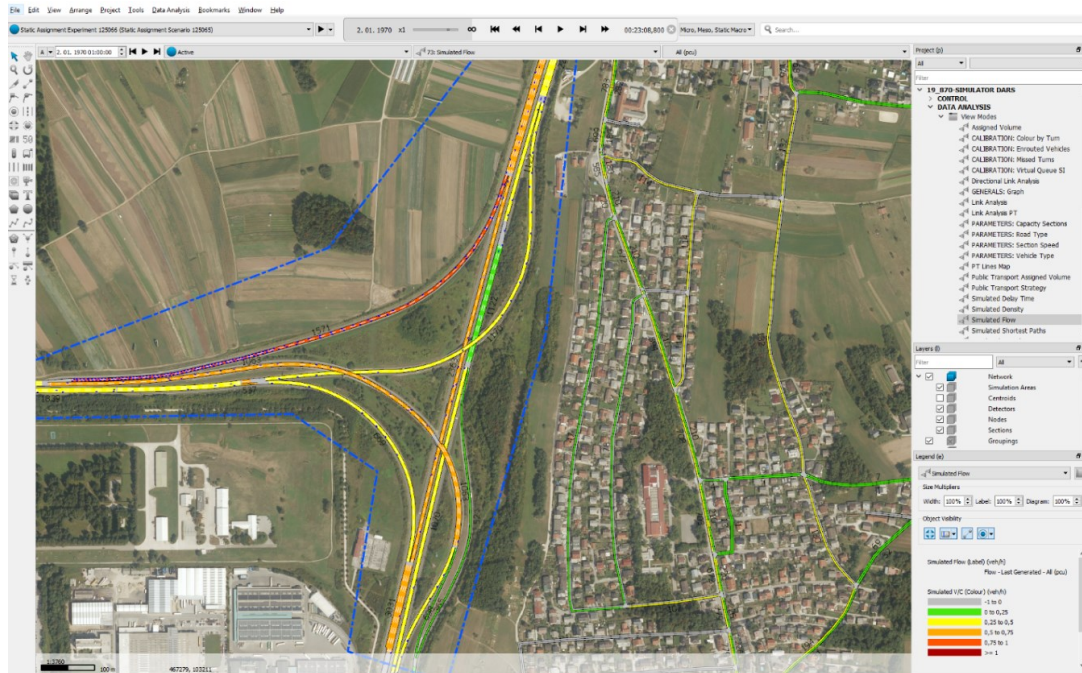
Prevajalnik odzivov

Prevaja odziv iz spremenljivih znakov v simulator prometa

SCADA			Aimsun		API				
Šifra znaka	Ime	Grafični prikaz	Opis odziva v modelu	Funkcija v prometnem modelu	Funkcija v prometnem modelu				API primer ukaza
					Compliance level - compliance	Maximum desired speed - speed_limit_percent	Consider speed acceptance	Vehicle type - veh_type	
1002	Kolona ustavljenih vozil		Poveča se delež vozil, ki upoštevajo morebitne omejitve in preusmeritve Zniža se maksimalna letena hitrost vozil	Compliance level 0.8 Maximum desired speed *0.8	0.8	0.8	1	ALL	{ "time": "%time%", "method": "set_detailed_speed_limit_percent", "args": { "section_id": "%section_id%", "speed_limit_percent": "%speed_limit_percent%", "start_segment_id": "%start_segment_id%", "stop_segment_id": "%stop_segment_id%", "veh_type": "%veh_type%", "compliance": "%compliance%", }
1003	Prometna nesreča		Poveča se delež vozil, ki upoštevajo morebitne omejitve in preusmeritve Zniža se maksimalna letena hitrost vozil	Compliance level 0.9 Maximum desired speed *0.8	0.9	0.8	1	ALL	{ "time": "%time%", "method": "set_detailed_speed_limit_percent", "args": { "section_id": "%section_id%", "speed_limit_percent": "%speed_limit_percent%", "start_segment_id": "%start_segment_id%", "stop_segment_id": "%stop_segment_id%", "veh_type": "%veh_type%", "compliance": "%compliance%", }
1004	Delo na cesti		Poveča se delež vozil, ki upoštevajo morebitne omejitve in preusmeritve Zniža se maksimalna letena hitrost vozil	Compliance level 0.7 Maximum desired speed *0.9	0.7	0.9	1	ALL	{ "time": "%time%", "method": "set_detailed_speed_limit_percent", "args": { "section_id": "%section_id%", "speed_limit_percent": "%speed_limit_percent%", "start_segment_id": "%start_segment_id%", "stop_segment_id": "%stop_segment_id%", "veh_type": "%veh_type%", "compliance": "%compliance%", }

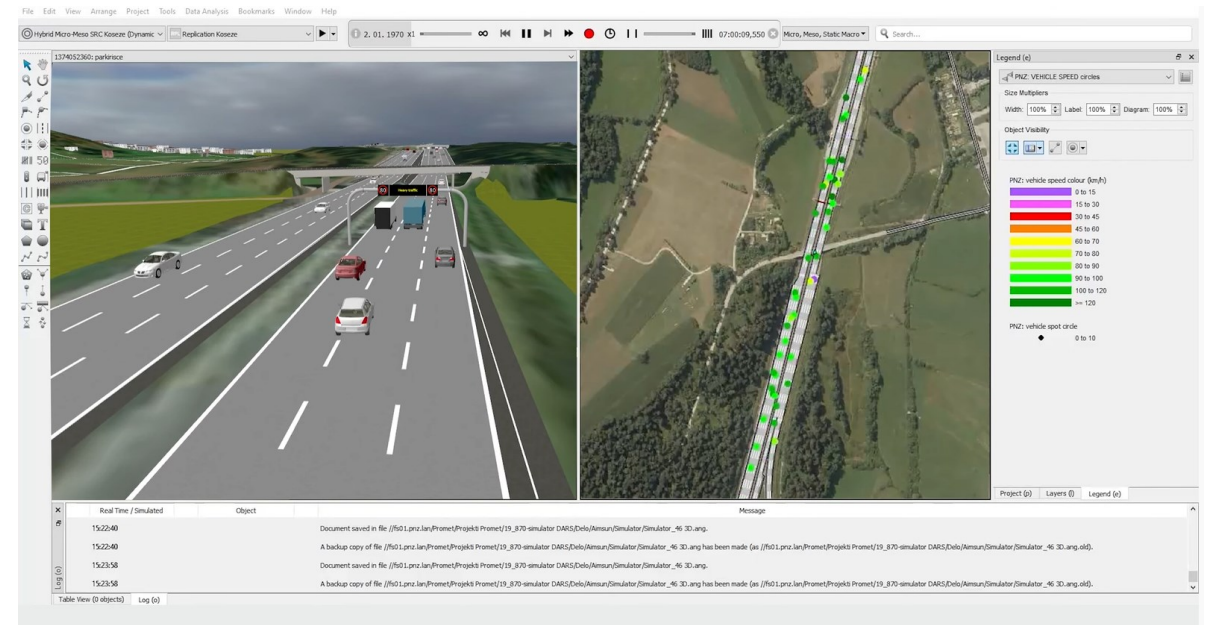
Simulator prometa

- Digitalni dvojček prometne mreže.
- Natančen model realnih prometnih obremenitev za jutranjo konico (8:00 - 9:00).
- Simulacija dogodkov, ki jih postavi inštruktor, ter odzivov na akcije, ki jih postavi nadzornik prometa preko SCADA sistema.



Simulator prometa

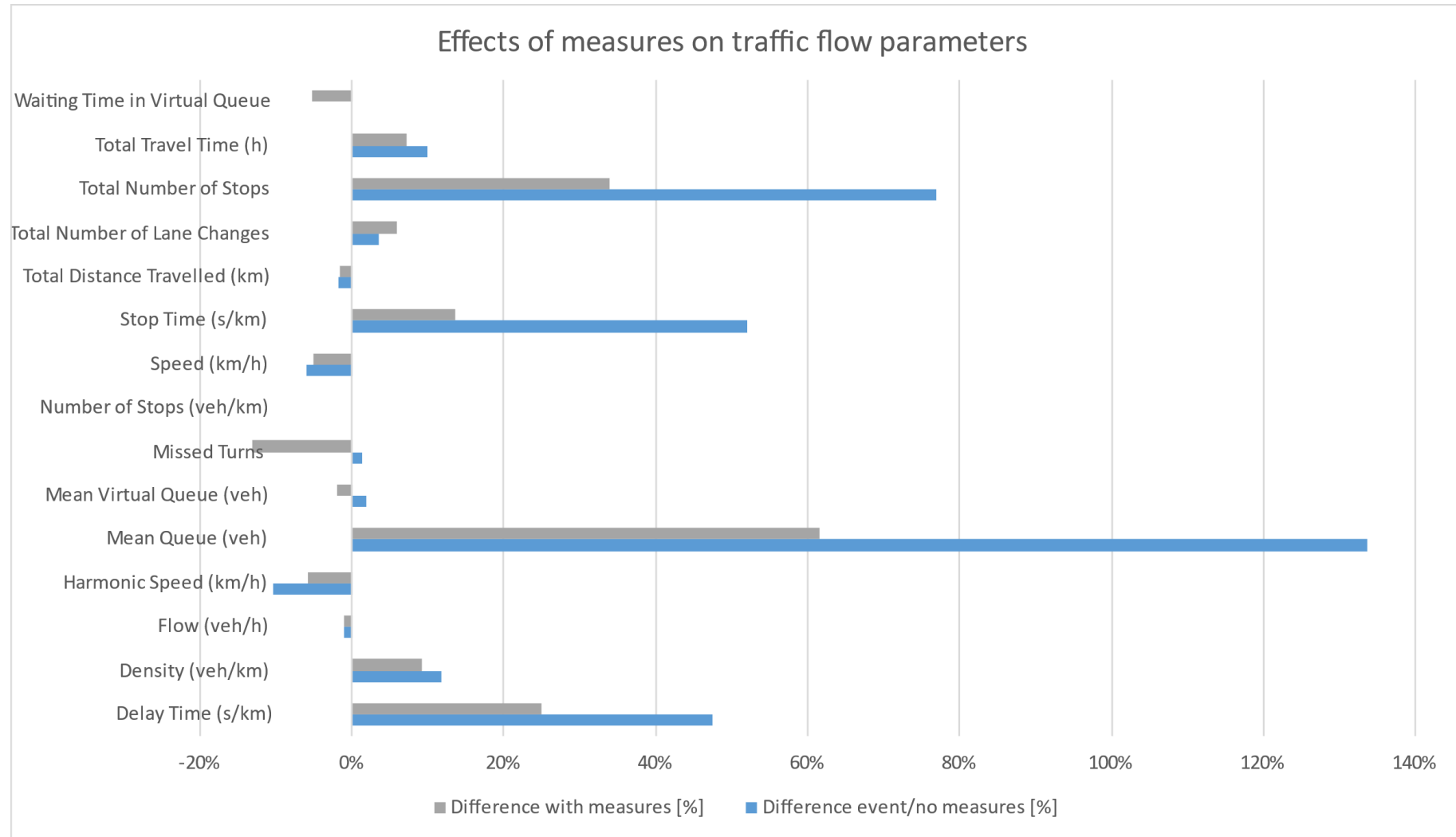
- Uporabljeno je profesionalno orodje Aimsun, ki vsebuje mikrosimulator in dinamične mezoskopske modele.
- Hibridna prometna simulacija: avtocestno omrežje je simulirano na mikro nivoju (posamezna vozila), ostalo na mezo nivoju (agregatno).
- Simulacija poteka v realnem času.



Ocena uspešnosti

- Odziv inštruktorja služi kot orientacija.
- Vsi nadzorniki prometa imajo simuliran enak dogodek.
- Objektivni rezultati, ki jih generira simulator prometa:
 - zakasnitve (skupni čakalni čas),
 - skupno število ustavljanj,
 - skupna dolžina kolon.
- Subjektivni rezultati, ki jih oceni inštruktor:
 - vpliv na varnost prometa,
 - ustreznost izbrane akcije,
 - ustreznost postavljenih vsebin na spremenljivih prometnih znakih,
 - hitrost odziva nadzornika prometa.

Ocena uspešnosti



Zaključek

- Sistem za upravljanje prometa lahko simuliramo v digitalnem dvojčku - mikrosimulatorju prometa v realnem času.
- Orodje je uporabno za šolanje nadzornikov prometa, pa tudi za optimizacijo in planiranje sistemov za aktivno upravljanje s prometom.
- Različne ukrepe za planirana vzdrževalna dela, posebne dogodke itd. lahko vnaprej modeliramo in stestiramo njihov vpliv na odvijanje prometa.
- Boljša izraba cestne mreže, zmanjšanje vplivov na okolje (hrup, poraba goriva, izpusti...), boljša prometna varnost in zmanjšanje čakalnega časa.

Kratka video prezentacija

[SCADA simulator](#)

Hvala za vašo pozornost!

