

# Aplikovanie umelej inteligencie v cestnej doprave

**Ján Čelko, Michal Koháni**

*Žilinská univerzita v Žiline*

Cestná konferencia  
24/3/2026



ŽILINSKÁ UNIVERZITA  
V ŽILINE

# UNIZA v kocke

- Založená v 1953 ako Vysoká škola železničná v Prahe
- Neskôr Vysoká škola dopravy a spojov
- 6 fakúlt:
  - Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
  - Strojnícka fakulta
  - Fakulta elektrotechniky a informačných technológií
  - Stavebná fakulta
  - Fakulta bezpečnostného inžinierstva
  - Fakulta riadenia a informatiky
- 7700 študentov
- 170+ študijných programov
- 90 000+ absolventov



# Umelá inteligencia (AI) a cestná doprava

- **Autonómne vozidlá**
- **Systemy riadenia dopravy**
- Verejná doprava
  - *Rôzne predpovede, riadenie dopravy v prípade meškaní alebo neočakávaných situácií*
- Zdieľaná mobilita
  - *Optimalizácia zdieľaného vozového parku, zlepšenie používateľskej skúsenosti cestujúcich, predikcia dopytu*
- Logistika a dodávateľské reťazce
  - *Optimalizácia dodacích trás a spotreby paliva*
- Prediktívna údržba
  - *Rýchlejší servis vďaka automatizovaným objednávkam údržby a zvýšenie bezpečnosti závodu/vozidla ochranou kritických komponentov*

# Autonómne vozidlá



## SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION™

Learn more here: [sae.org/standards/content/j3016\\_202104](https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104)

Copyright © 2021 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed AS-IS provided that SAE International is acknowledged as the source of the content.

- Viacero úrovní autonómie
- Aktuálne najvyššia úroveň
  - **Level 4**
  - Príklad: Waymo – autonómne taxi v USA



What does the human in the driver's seat have to do?

SAE LEVEL 0™	SAE LEVEL 1™	SAE LEVEL 2™	SAE LEVEL 3™	SAE LEVEL 4™	SAE LEVEL 5™
You <b>are driving</b> whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You <b>are not driving</b> when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
You <b>must constantly supervise</b> these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	

Copyright © 2021 SAE International.

What do these features do?

	These are driver support features			These are automated driving features		
	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering <b>OR</b> brake/acceleration support to the driver	These features provide steering <b>AND</b> brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automatic emergency braking</li> <li>• blind spot warning</li> <li>• lane departure warning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering <b>OR</b></li> <li>• adaptive cruise control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering <b>AND</b></li> <li>• adaptive cruise control at the same time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• traffic jam chauffeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• local driverless taxi</li> <li>• pedals/steering wheel may or may not be installed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions</li> </ul>

Zdroj: <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update>

# Autonómne vozidlá - technológia

- **Navigácia a mapy**

- *hybridná navigácia – mapy na rôznych úrovniach – základné mapy, podrobné mapy (dopravné pruhy, anomálie, typ cesty, prekážky, ...)*

- **Vnímanie**

- *kamery, LiDAR, radar, zvuk, ultrazvuk, GPS, inerciálne meranie (gyroskopy, akcelerometre)*
- *hlboké neurónové siete sa používajú na analýzu vstupov z týchto senzorov na detekciu a identifikáciu objektov a ich trajektórií*
- *Bayesovská simultánna lokalizácia a mapovanie*
- *systém lokalizácie v reálnom čase*

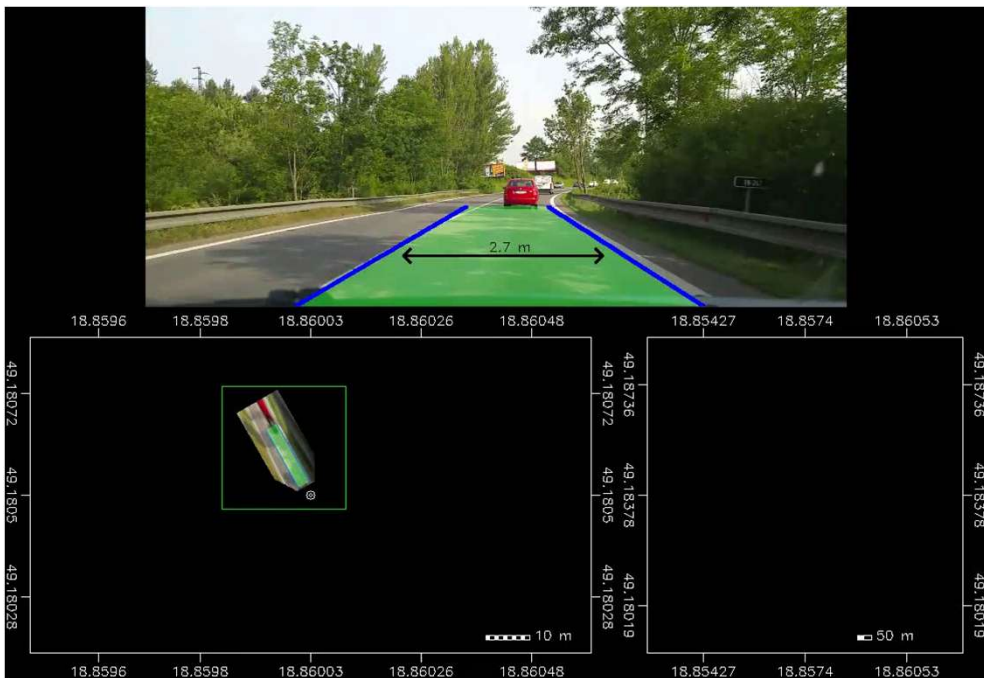
- **Plánovanie trasy**

- *Vyhľadávanie na základe grafov a techniky variačnej optimalizácie*
- *Techniky založené na grafoch môžu robiť ťažšie rozhodnutia, napríklad ako predbehnúť iné vozidlo/prekážku.*
- *Techniky variačnej optimalizácie vyžadujú prísnejšie obmedzenia trasy vozidla, aby sa predišlo kolíziám.*

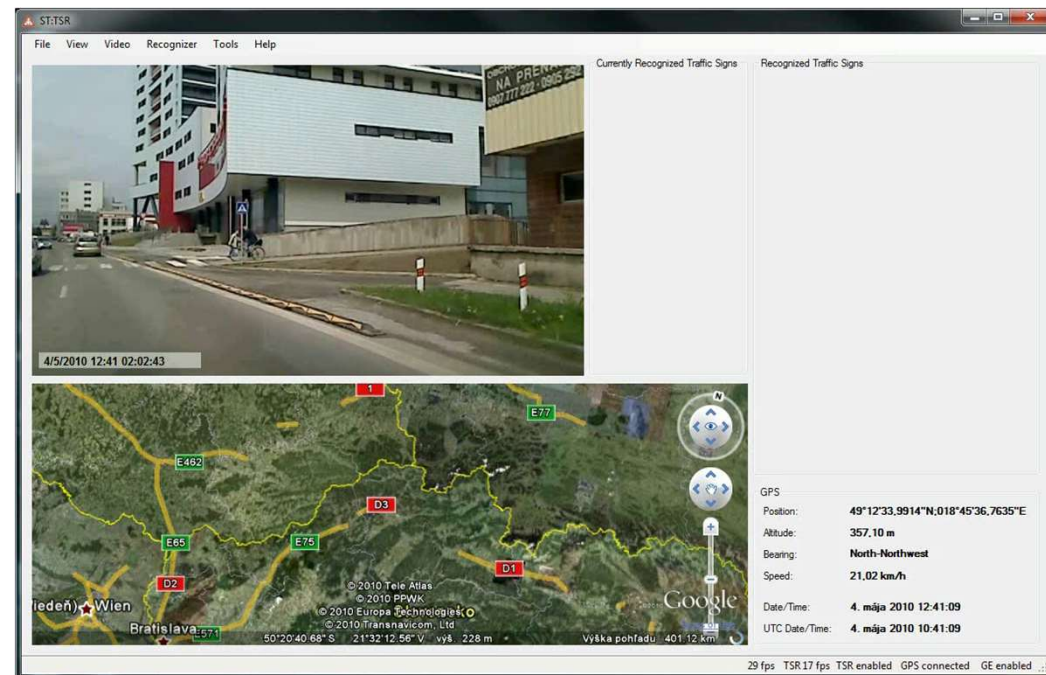
Algoritmy umelej inteligencie umožňujú autonómny vozidlám interpretovať senzorické údaje z rôznych palubných senzorov, ako sú kamery, LiDAR, radar a GPS, aby lepšie pochopili svoje prostredie a v priebehu času zlepšili svoje technologické možnosti a celkovú bezpečnosť.

# Autonómne vozidlá - technológia

## Detekcia jazdného pruhu



## Detekcia dopravných značiek



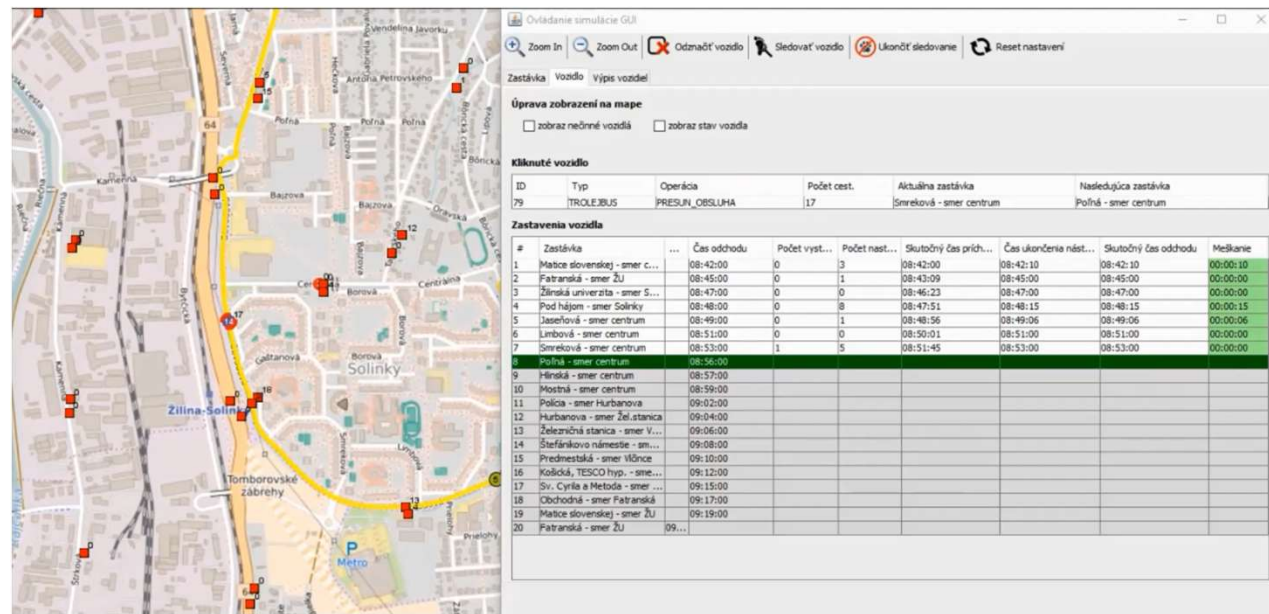
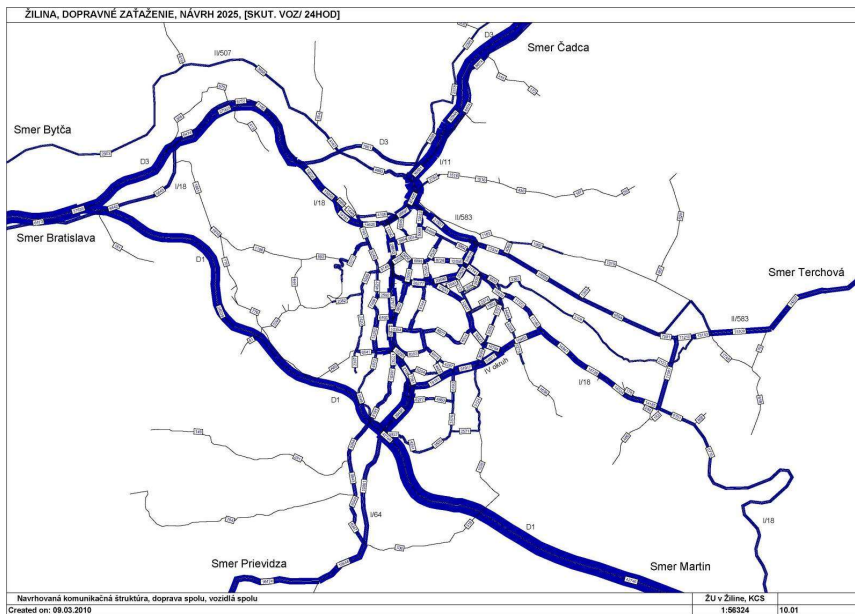
# Systemy riadenia dopravy (*Traffic Management Systems*)

- Umelá inteligencia sa používa aj v systémoch riadenia dopravy na optimalizáciu toku dopravy a zníženie dopravných zápch.
- **Na základe analýzy dopravných údajov v reálnom čase môžu algoritmy**
  - *predpovedať úzke miesta,*
  - *navrhovať alternatívne trasy,*
  - *optimalizovať synchronizáciu križovatiek,*
  - *presmerovať vozidlá na menej preťažené cesty a tým skrátiť čas cestovania a spotrebu paliva.*
- **Ďalšie príklady:**
  - *inteligentné parkovanie*
  - *monitorovanie a identifikácia vozidiel*
  - *automatická analýza dopravných nehôd*
  - *rozpoznávanie dopravných vzorcov, parkovanie a správa mýta*
  - *potláčanie nelegálnych aktivít a pomoc pri správe vozového parku pre predajcov automobilov*
- **Technológia:**
  - *dopravné kamery*
  - *cestné senzory (na monitorovanie plynulosti premávky, voľných parkovacích miest, križovatiek atď.)*
  - *počítačové videnie*

# Systemy riadenia dopravy (Traffic Management Systems)

## • Plánovanie dopravy

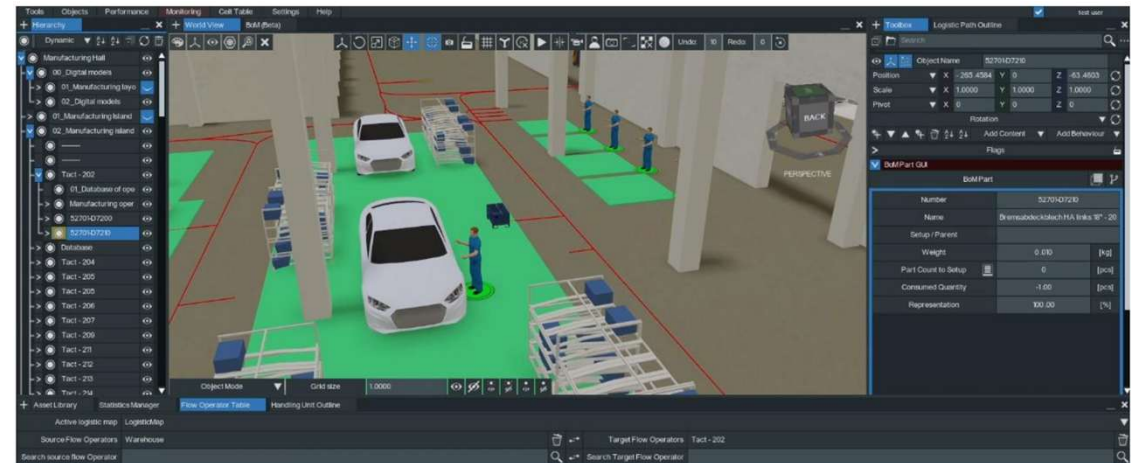
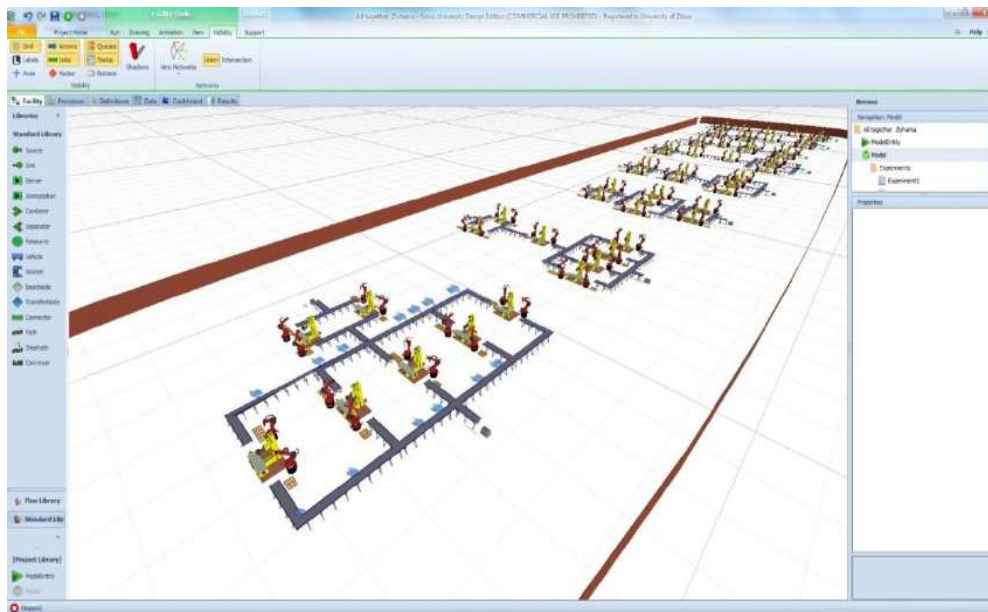
- Modelovanie a simulácia dopravy
- Predprojektové riešenia s odporúčaniami



# Systemy riadenia dopravy (*Traffic Management Systems*)

- **Digitálna dvojčka (Digital Twin)**

- *Building Information Modeling (BIM) - proces tvorby a využívania virtuálneho modelu stavby (digital twin)*
- *Podporený technológiami a štandardami, s cieľom koordinovanej a efektívnej prípravy a prevádzky*
- *Proces, ktorý musí byť pochopený a prijatý používateľmi a podporený IT nástrojmi*



# Systemy riadenia dopravy (*Traffic Management Systems*)

- **Projekt CleverNet – Urban lab (*Interreg V-A SK–CZ*)**
- Praktická ukážka implementácie senzorovej siete v meste Žilina, ktorá je navrhnutá na základe najnovších trendov, ako sú klimatické zmeny, digitálna ekonomika a/alebo udržateľná mobilita.
- Cieľom je vytvoriť štandardné a otvorené súbory údajov pre urbanistické plánovanie a ich využitie naprieč sektormi a oddeleniami, teda rôznymi organizáciami.
- Virtuálny plot s magnetometrami počítajúcimi vozidlá, ich dĺžku a rýchlosť na všetkých vjazdoch a výjazdoch z centra mesta.
- Dokáže identifikovať dopravnú špičku, t. j. maximálny počet vozidiel v centre mesta, čo je cenné pre parkovacia politiku alebo agendy bezpečnosti dopravy.
- Na základe meteorologických staníc a špeciálnych senzorov povrchovej teploty umožňuje dlhodobé monitorovanie zastavaných plôch alebo zelených plôch vplyv na kvalitu mikroklimy a poskytuje cenné vstupy pre zodpovedný rozvoj a investície do verejných priestorov.



# Ďalšie výskumné projekty UNIZA

- **EnCLOD – Enhancing governance Capacities of Local authorities using Open Data**
  - *Interreg Central Europe*
  - *Nasadenie IoT dopravných senzorov, Digital Twin, Open Data a podpora rozhodovania pre mestskú mobilitu a bezpečnosť.*
- **MoTiV – Mobility and Time Value**
  - *Horizon 2020*
  - *Analýza hodnoty času pri mobilite, dátová analýza správania účastníkov dopravy prostredníctvom mobilnej aplikácie*
- **OPTIMA / Shift2Rail – Traffic Management Demonstrators**
  - *Shift2Rail / Horizon Europe*
  - *Simulácia a optimalizácia dopravných tokov, autonómne riadenie križovatiek a prepojenie dopravných systémov*
- **VEGA a APVV projekty – AI v doprave a bezpečnosti**
  - *Projekty v oblasti výskumu aplikácií umelej inteligencie pre dopravné dáta, predikciu dopravných situácií a podporu bezpečnosti cestnej premávky.*

# Výzvy v oblasti AI v doprave

- **Náklady na implementáciu:**
  - Investície do senzorov, softvéru a špecializovaného personálu.
  - Dlhodobé výhody z hľadiska efektívnosti, bezpečnosti a úspor nákladov často prevažujú nad týmito počiatočnými výdavkami
- **Spoľahlivosť systému:**
  - Dôvera verejnosti v autonómne vozidlá
  - Prísne testovanie a transparentná komunikácia
- **Hrozby kybernetickej bezpečnosti:**
  - Potreba robustných opatrení v oblasti kybernetickej bezpečnosti
  - Ochrana citlivých údajov a zabezpečenie integrity systému
- **Nedostatok kvalifikovanej pracovnej sily:**
  - Neustále vzdelávacie a školiace programy
  - Zabezpečenie pracovnej sily vybavenej na zvládnutie tejto technologickej revolúcie

# Ďakujem za pozornosť.

*Ján Čelko* ([jan.celko@uniza.sk](mailto:jan.celko@uniza.sk))

*Michal Koháni* ([michal.kohani@uniza.sk](mailto:michal.kohani@uniza.sk))