

Önvezető járművek Ember Forgalomtechnika

IV. FORGALMÁSZ ANKÉT

KTE - VVMMK

Szombathely, 2026. május 14.

Dr. Koren Csaba
Professzor emeritusz

Tartalom

- Áttekintés
- Szemezgetés (irodalom, saját munkák hallgatókkal)
- Előnyök, hátrányok, kérdőjelek, korlátok

Milyen szempontokat nézzünk?

Ember

Jármű

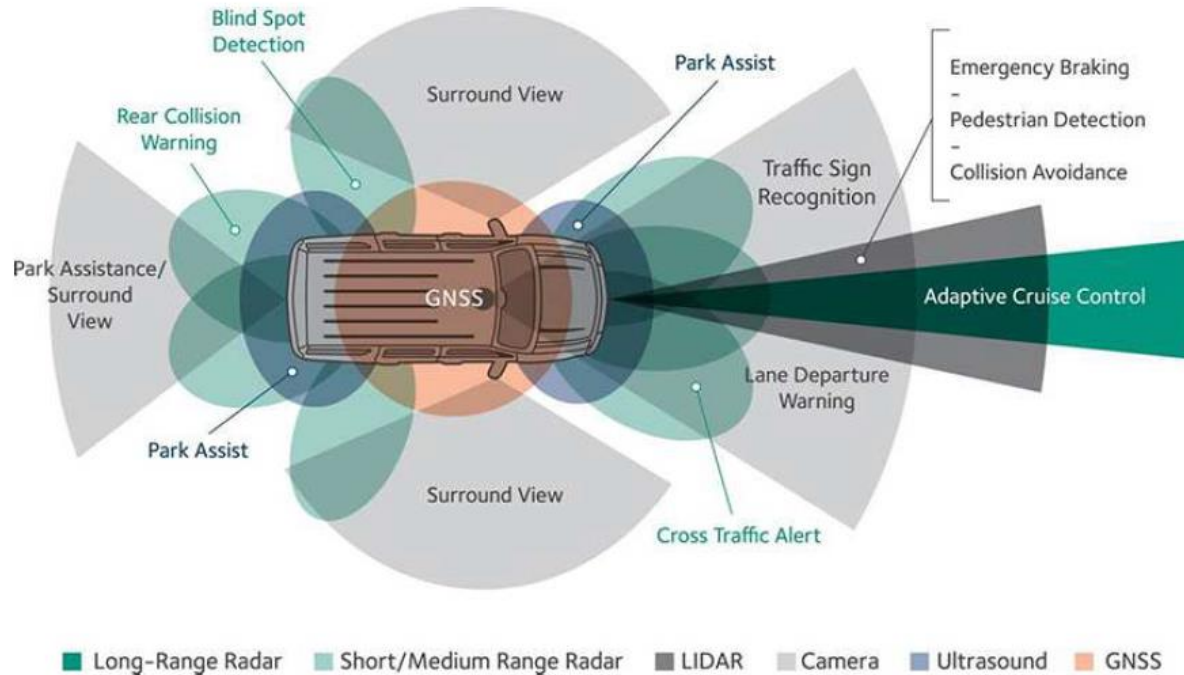
Infrastruktúra

- Forgalom lefolyása
- Közúti biztonság
- (Településtervezés)
- (Etikai kérdések)
- (Jogi környezet)

Automatizáltsági szintek

SAE szint	Név	Szöveges meghatározás	Kormányzás, gyorsítás/lassítás végrehajtása	A vezetési környezet figyelése	A dinamikus vezetési feladat visszavétele	A rendszer képességei (vezetési módok)
Az emberi vezető figyeli a jármű környezetét						
0	Nincs automatizálás	Az emberi vezető teljes időben felügyeli a dinamikus vezetési feladat minden részletét, még akkor is, ha figyelmeztető és beavatkozó rendszerek állnak rendelkezésre.	emberi vezető	emberi vezető	emberi vezető	Nincs értelmezve
1	Vezetéstámogatás	A vezetési üzemmód-specifikus végrehajtás vezetéstámogató rendszerrel, akár a kormányzás, akár a gyorsítás/lassítás feladataiban, a környezetből vett információk felhasználásával és azzal az elvárással, hogy az emberi vezető a dinamikus vezetési feladat összes többi részét ellátja.	emberi vezető és rendszer	emberi vezető	emberi vezető	Néhány vezetési üzemmód
2	Részleges automatizálás	A vezetési üzemmód-specifikus végrehajtás vezetéstámogató rendszerrel a kormányzás, és a gyorsítás/lassítás feladataiban, a környezetből vett információk felhasználásával és azzal az elvárással, hogy az emberi vezető a dinamikus vezetési feladat összes többi részét ellátja.	rendszer	emberi vezető	emberi vezető	Néhány vezetési üzemmód
Automatikus vezetési rendszer („rendszer”) felügyeli a jármű környezetét						
3	Feltételes automatizálás	A vezetési üzemmód-specifikus végrehajtás automatikus vezetőrendszerrel a dinamikus vezetési feladat összes részére kiterjedően, azzal az elvárással, hogy emberi vezető megfelelően reagál, ha beavatkozása szükséges.	rendszer	rendszer	emberi vezető	Néhány vezetési üzemmód
4	Magasfokú automatizálás	A vezetési üzemmód-specifikus végrehajtás automatikus vezetőrendszerrel a dinamikus vezetési feladat összes részére kiterjedően, még abban az esetben is, ha az emberi vezető nem reagál megfelelően, ha beavatkozása szükséges.	rendszer	rendszer	rendszer	Néhány vezetési üzemmód
5	Teljes automatizálás	A vezetés egész tartamára kiterjedő automatizált vezetés a dinamikus vezetési feladat minden részletére vonatkozóan, bármilyen út- és környezeti viszonyok között, amelyeket egy emberi vezető képes kezelni.	rendszer	rendszer	rendszer	Az összes vezetési üzemmód

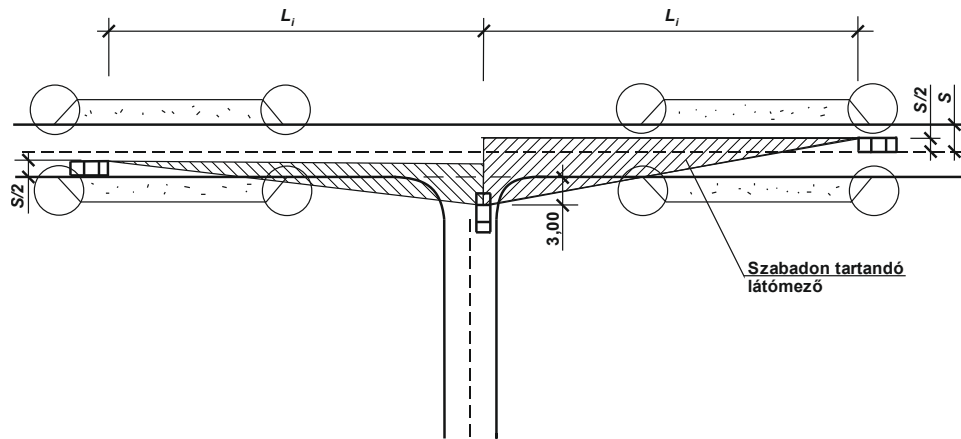
Szenzorok



Source: <https://www.novatel.com/industries/autonomous-vehicles/#technology>

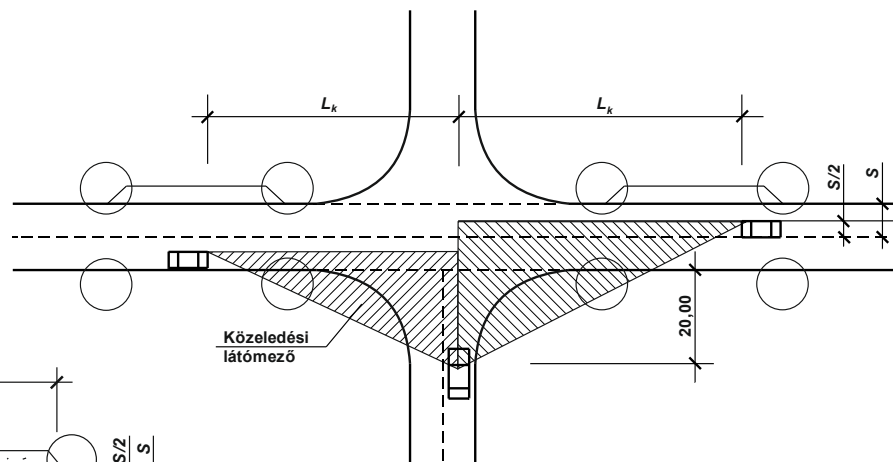
1. Csomóponti látómezők

Elindulási látómező



Szabadon tartandó látómező

Közeledési látómező



Ábrák forrása: e-UT 03.01.11.

... Tézis

Kimutattam, hogy miután az autonóm járművek **(AV) gyorsabb reakcióidejüknek köszönhetően egy másodperccel kisebb becsatlakozási időközt** is el tudnak fogadni, ezért az ilyen járművek számára 15%-kal kisebb szabadon tartandó látótávolság is elegendő.

A hagyományos és az autonóm járművek látótávolságának ΔSD különbségét az alábbi egyenlet alapján határoztam meg.

$$\Delta SD = \frac{(t_R^{CC} - t_r^{AC}) \cdot v}{3,6}$$

t_R^{CC} = hagyományos jármű reakcióideje [s]

t_R^{AC} = autonóm jármű reakcióideje [s]

v = a védett útvonal megengedett sebessége [km/h]

1. Csomóponti látómezők

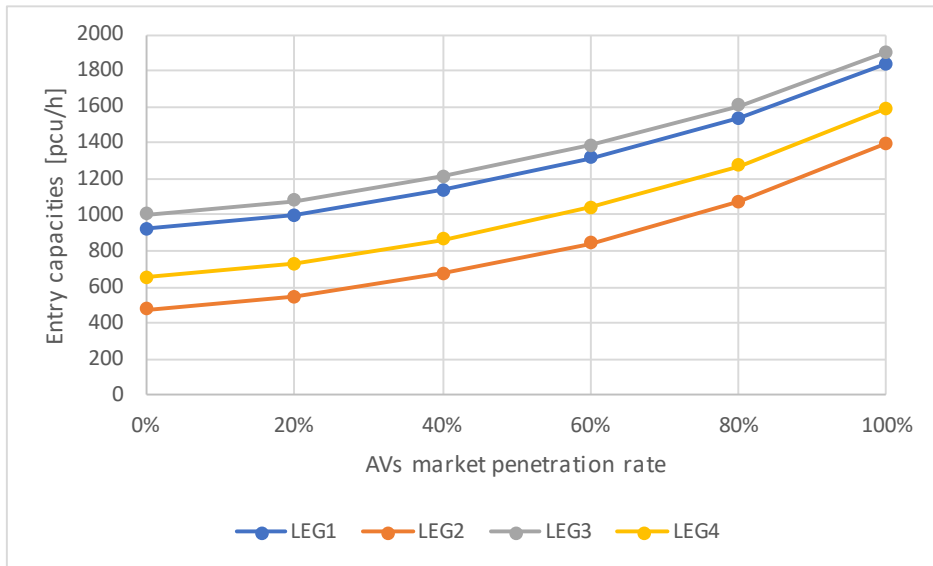
Amennyiben a szabadon tartandó látótávolság 15%-kal kisebb, akkor az alábbi táblázat szerint alakulnak a 30, 50, 70 és 90 km/h sebességű elsőbbséggel rendelkező útszakasz és a balra kanyarodásához szükséges geometriai paraméterek. Az értékek meghatározásánál az AASHTO 2018-as ajánlást vettem figyelembe és az ottani becsatlakozási időközt csökkentettem egy másodperccel.

Követelmény	Hagyományos jármű				Autonóm jármű			
	30	50	70	90	30	50	70	90
Sebesség [km/h]	30	50	70	90	30	50	70	90
Látótávolság [m]	65	105	150	190	55	90	125	165
Látószög, teljes látómező, amit vizsgálni kell [°]	114	117	118	118	113	116	117	118
Felbontási szög [°] *	0,33	0,13	0,06	0,04	0,45	0,2	0,1	0,06

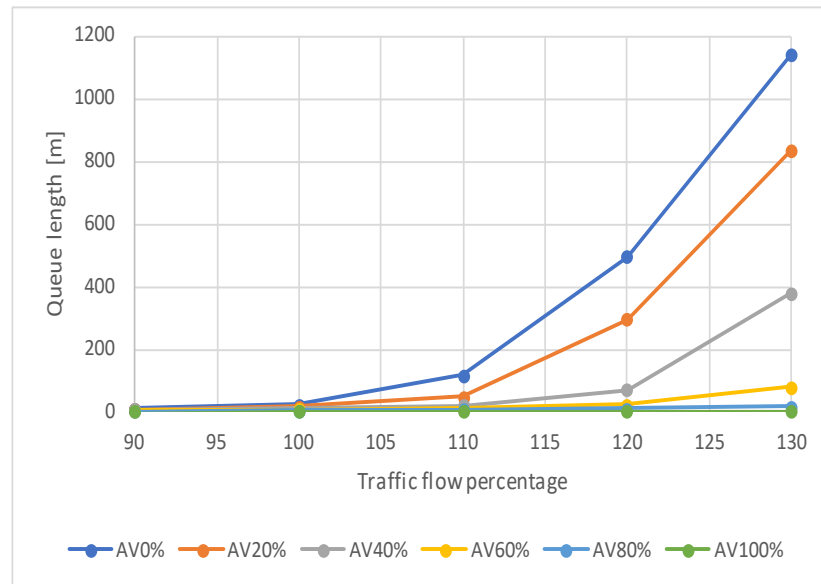
* Ezen belül kell észlelni a látómezőben megjelenő négy méter hosszú járművet.

2. Csomópontok kapacitása

A belépő ágak kapacitása az AV arány függvényében

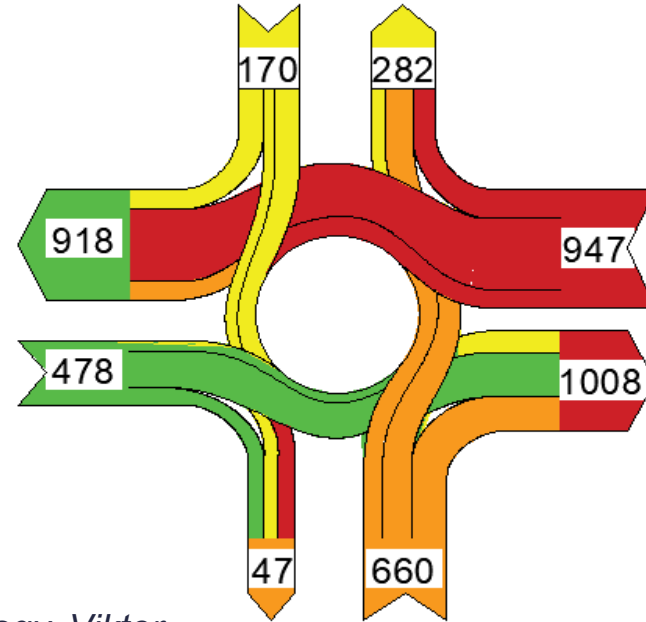


A sorhossz változása különböző AV arányok esetén



Az önvezetők kisebb időközt is fel tudnak használni becsatlakozásra

2. Csomópontok kapacitása



Boualam, Othmane ; Borsos, Attila ; Koren, Csaba ; Nagy, Viktor

Impact of Autonomous Vehicles on Roundabout Capacity

SUSTAINABILITY 14 : 4 Paper: 2203 (2022)

3. Jelzótáblák felismerése: valós idejű teszt

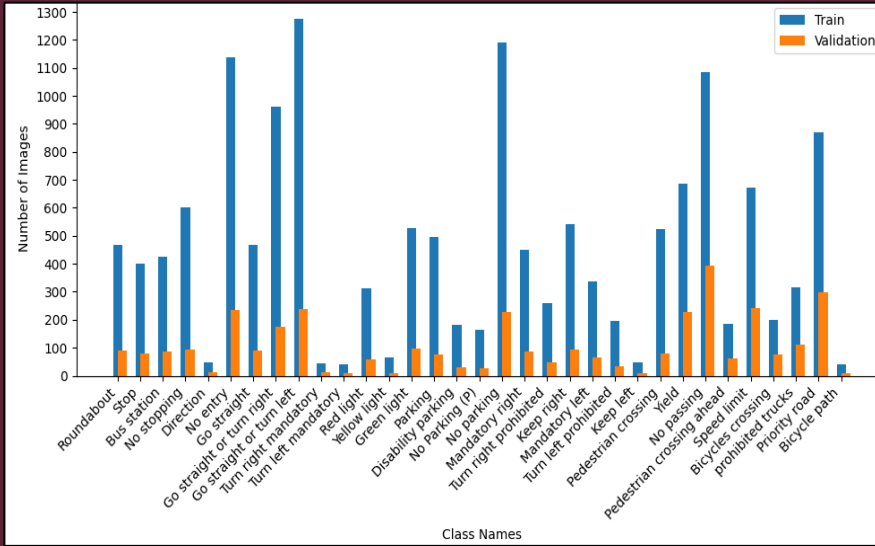
- Video data was captured using the Mio 689D Super **HD camera** under controlled conditions, simulating various lighting environments (**day and night**).
- The average vehicle speed was maintained at **26 km/h**.

Camera specifications:

- Resolution: 1920×1080 pixels (Full HD)
- Frame Rate: 30 FPS
- Focal Length: 2.0 mm (wide-angle lens)



3. Jelzőtáblák felismerése: Tanítás



Aldoski, Ziyad N. ; Koren, Csaba

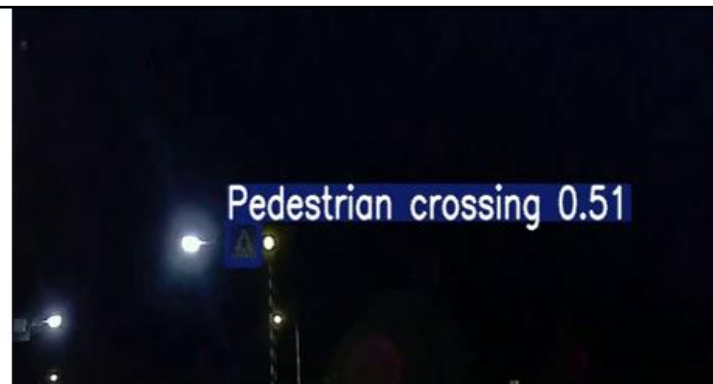
Traffic Sign Detection and Quality Assessment Using YOLOv8 in Daytime and Nighttime Conditions

SENSORS 25 : 4 Paper: 1027 (2025)

3. Nappali és éjszakai felismerés

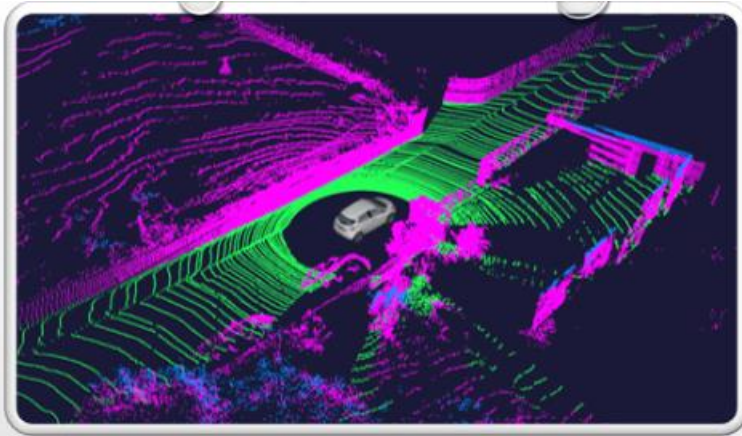


Daytime



Nighttime

4. Útburkolati jelek felismerése



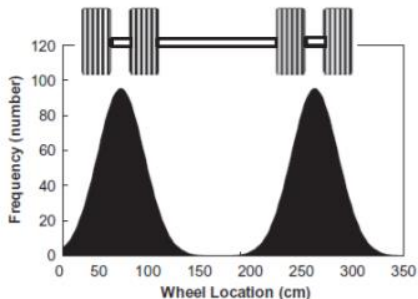
THE EFFICIENCY OF THE MOBILE LIDAR TO EVALUATE THE QUALITY OF PAVEMENT MARKINGS

FOR THE DEGREE IN MASTER OF SCIENCE IN INFRASTRUCTURAL ENGINEERING

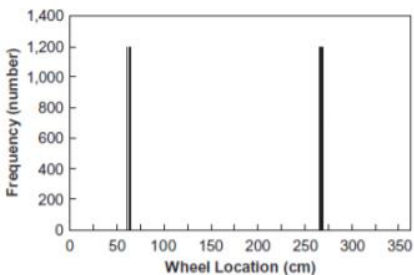
BY : GHAITH NADDARI

SUPERVISED BY : DR. CSABA KÖRÉN

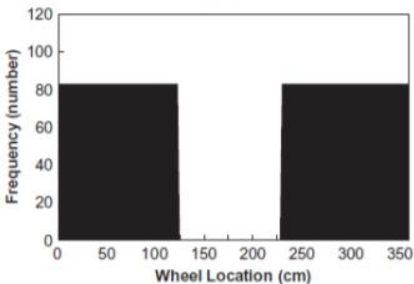
5. Pályaszerkezeti hatások



(a)

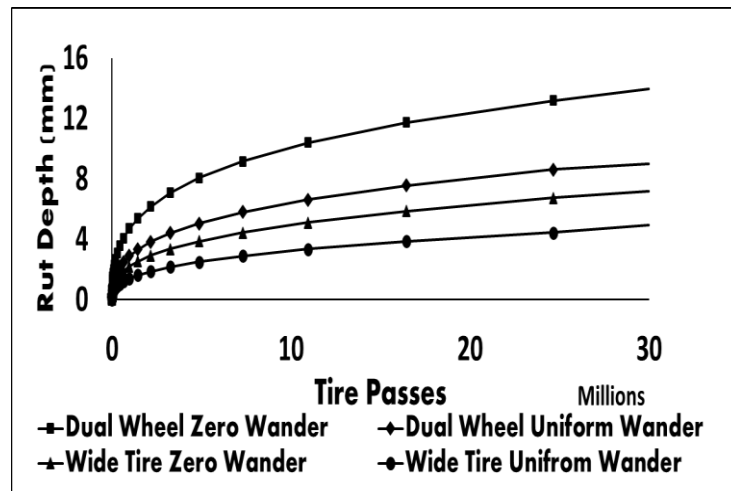


(b)



(c)

Az oldalirányú mozgás szabályozásával változtatható a burkolat fáradása és a nyomvályúképződés

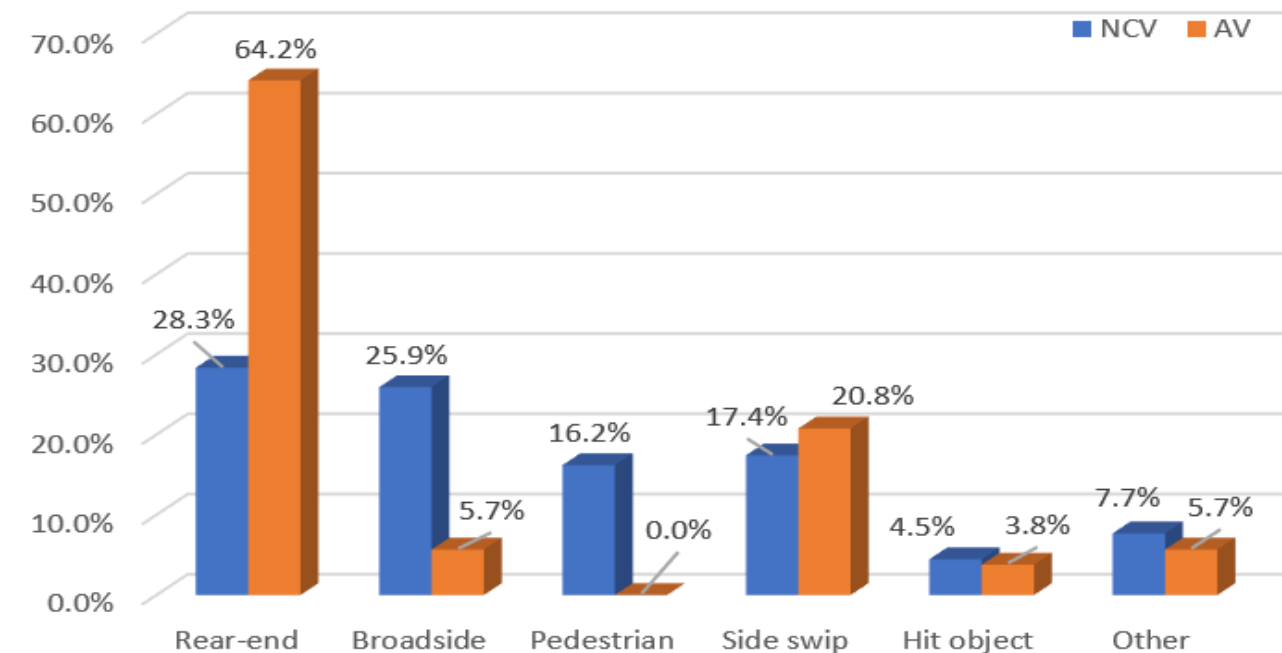


*Mohammad FAHAD: Modelling the Impacts of Autonomous Trucks on Pavements
PhD értekezés, SZE, 2024.*

Ez mind nagyon szép és jó,
de tudunk-e együttélni ezekkel a járművekkel?

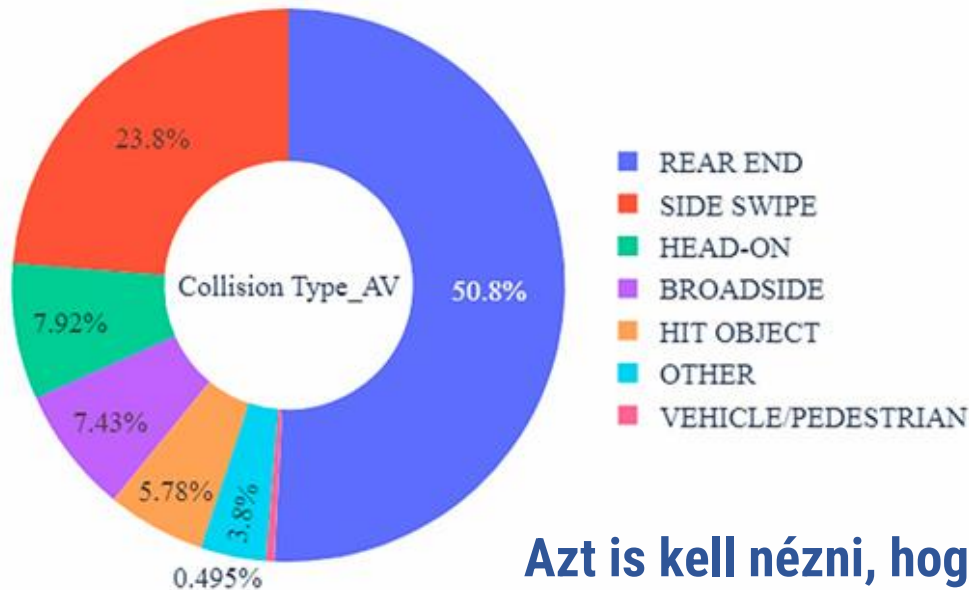
Autonóm járművek baleseteinek természete

Hátulról mennek bele!

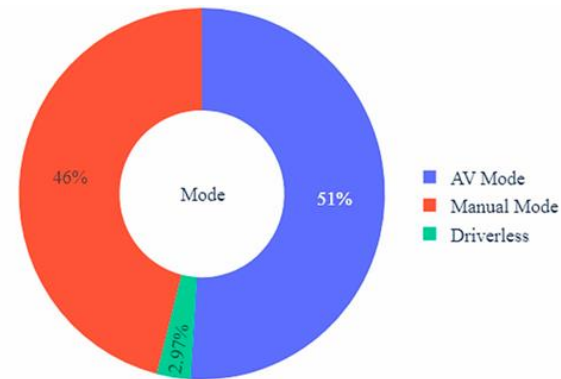


Created by H. Szűcs based on Petrović et al. (2020)

Autonóm járművek baleseteinek természete



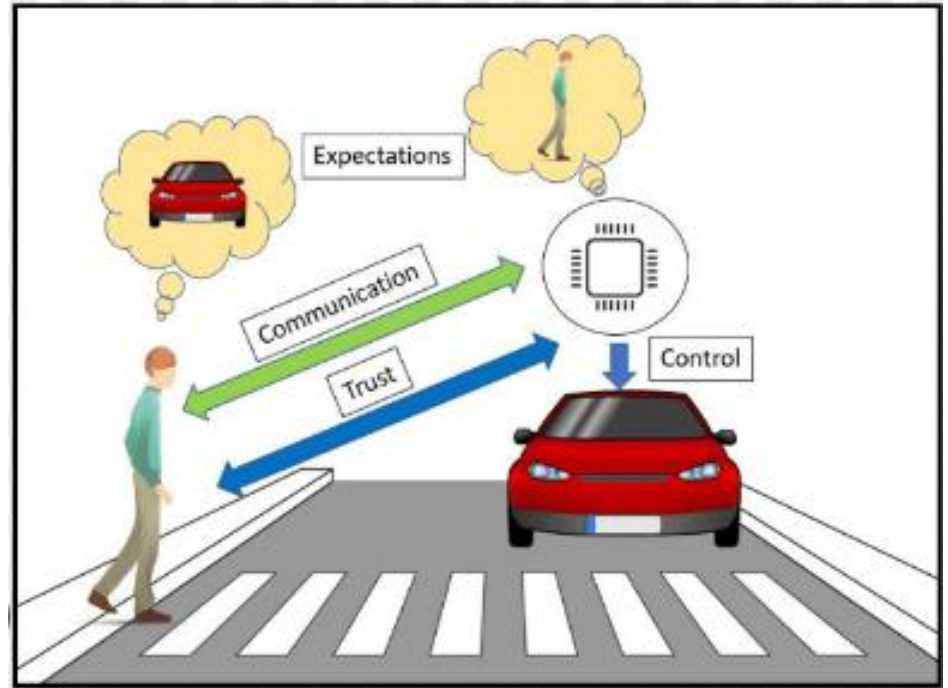
Azt is kell nézni, hogy milyen üzemmódban volt



Citation: Kohanpour, E.; Davoodi, S.R.; Shaaban, K. Analyzing Autonomous Vehicle Collision Types to Support Sustainable Transportation Systems: A Machine Learning and Association Rules Approach. *Sustainability* **2024**, *16*, 9893. <https://doi.org/10.3390/su16229893>

Challenges of Autonomous Vehicles

- Butítsuk el?
- Tegyük humanoiddá?
- Kommunikáljunk velük /
Ők is velünk



Gyalogosok és autonóm járművek közötti kommunikáció

Probléma: A gyalogátkelőhelyeken a gyalogosok és a járművezető közötti szokásos „integetés” autonóm járművek esetén nem működik

Cél: Hatékony kommunikációs rendszer kialakítása

Eredmény: Virtuális környezetben és forgalomban is tesztelték a járműre kihelyezett különféle jelzéseképű panelokat (HMI). Vizsgálták a különféle jelzéseképek, a sebesség, a megszokás hatását



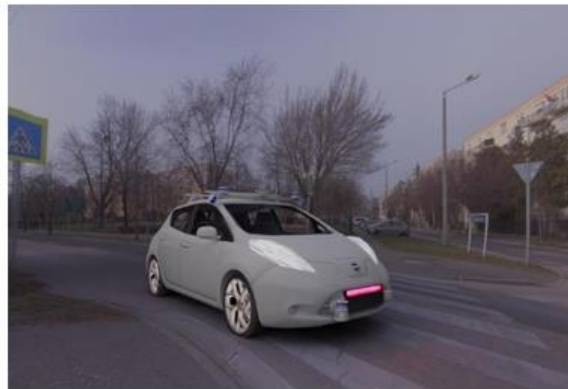
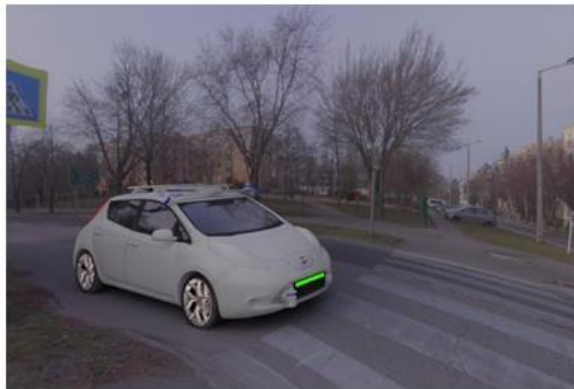
AV és gyalogos virtuális térben



Zhanguzhinova,
Symbat ; Makó,
Emese ; Borsos,
Attila ; Sándor, Ágoston
Pál ; Koren, Csaba ✉

Communication between
Autonomous Vehicles and
Pedestrians: An Experimental
Study Using Virtual Reality

SENSORS 23 : 3 Paper:
1049 (2023)





Kerékpáros létesítményeken mennyire zavarnak a mellettünk elhúzó autonóm járművek?

Hammami, Amira ; Borsos, Attila

Optimizing urban road cross-section's design to accommodate safe autonomous vehicle-cyclist interactions: A bicycle simulator study

TRANSPORTATION RESEARCH PART F-TRAFFIC PSYCHOLOGY AND BEHAVIOUR 118 Paper: 103488 (2026)

Mi van, ha
a 4-5- szintű
önvezető jármű
elromlik?



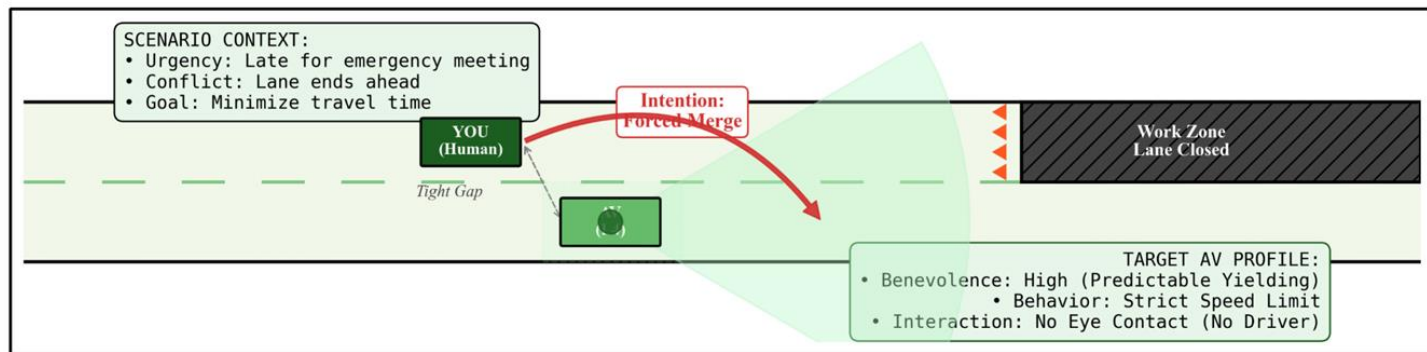
Fig. 13. Safe Harbor located in a half-cloverleaf.

Developing geometric criteria to ensure Minimal Risk Conditions for highly automated vehicles

Alfredo García ^{a,*} , F. Javier Camacho-Torregrosa ^a, David Llopis-Castelló ^a,
Vicente Ferrer-Pérez ^a, David McDonald ^b

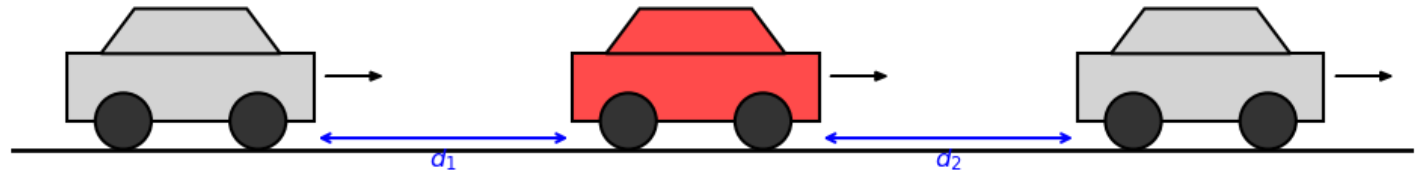
Ember – önvezető interakció (példa)

Sietek
Sávelfogyás
Bevágjak elé?



Beenged?
Nem gyorsít?
Nincs szemkontaktus!
Nincs vezető!

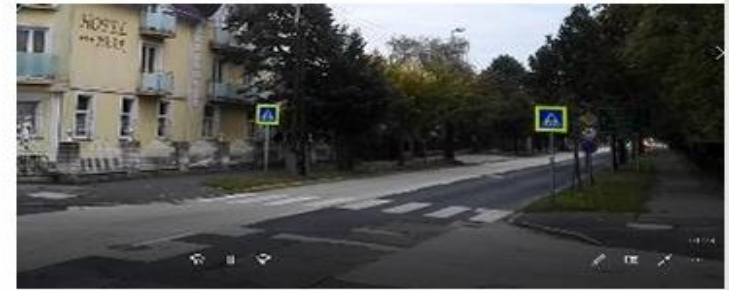
Ember – önvezető különbség (példa)



$V_{\max} = 70$ km/h sebességkorlátozás
Az emberek 90 km/h-val mennek
Mennyivel menjen az AV?
Milyen követési távolságot tartson?
Kövesse vagy szegje meg a szabályt?

Gyalogosok viselkedés adaptációja, és az utak kapacitása

- Az autonóm járművek a gyalogosok biztonságát mindig előbbre helyezik a folyamatos haladásnál
- A gyalogosok várhatóan gyakrabban megakasztják a forgalom áramlását az AV-k megjelenésével



Phetoudom, Souvanthone ; Makó, Emese

[Quantifying Capacity Reductions from Pedestrian Activity at Unsignalized Crosswalks: A Queuing-Based Assessment Across 24 Hungarian Sites](#)

In: [Proceedings of the 4th Cognitive Mobility Conference](#). Cham, Svájc : Springer (2026)

Előnyök - hátrányok

Autonóm jármű	Ember
Gyorsabb reakció	Komplex környezet értelmezése
Pontos irányítás	Más úthasználók viselkedésének
Hosszú távon is megbízható teljesítmény	Több jármű észlelése és reagálás
Komplex környezet értelmezése	Késleltetett reakció
Más úthasználók viselkedésének	Pontatlan irányítás
Korlátozott tájékozódás (szenzorok hatótávja, járművek takarása)	Viselkedés adaptáció, fáradtság, emberi korlátok

Konklúzió

- Még sok érdekes megoldandó feladat van,
- és nemcsak a jármű-oldalon,
- hanem az ember és az infrastruktúra terén is

Köszönöm a figyelmet!