



Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék  
&  
Közlekedéstudományi Egyesület  
&  
Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet  
szervezésében

Szerkesztők:

Dr. Horváth Balázs  
Dr. Henézi Diána  
(Széchenyi István Egyetem)

A kiadványban szereplő cikkeket lektorálták:

Dr. Borsos Attila  
Gaál Bertalan  
Dr. Henézi Diána  
Dr. Horváth Richárd  
Dr. Kormányos László  
Dr. Lévai Zsolt  
Dr. Makó Emese  
Dr. Miletics Dániel  
Dr. Pauer Gábor  
Dr. Winkler Ágoston

**ISBN 978-615-6443-33-5**



**KTI**  
Alapítva - Since 1938

Magyar  
Közlekedéstudományi  
és Logisztikai Intézet



## Köszöntő

A Széchenyi István Egyetem, mint az egykori Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola jogutódja, mindig is nagy hangsúlyt fektetett a közlekedéssel kapcsolatos ismeretek oktatására és kutatására. Napjainkban ezen ismeretek között egyre nagyobb hangsúlyt kap a biztonság kérdése, legyen az a közlekedési rendszerek fizikai, de akár kibertérben értendő biztonsága. Nagy öröm ezért a Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék részére, hogy a Közlekedéstudományi Egyesülettel karöltve immár második alkalommal rendezheti meg a Közlekedésbiztonsági Konferenciát. A rendezvény programját áttekintve jó látni, hogy a pályajármű-ember hármass mindegyike, és a közlekedési alágazatok többsége megjelenik az előadások között. Általában egy konferencia jó alkalom új ismeretek szerzésére, szakmai kapcsolatok elmélyítésére, reméljük ez most sem lesz másképp, ehhez kívánok hasznos találkozókat, jó beszélgetéseket!

Győr, 2024. szeptember 19.

*Dr. habil. Horváth Balázs*  
tanszékvezető

## Tartalomjegyzék

A Nagykörút közúti biztonsági felülvizsgálata / Road safety review of the Grand boulevard .....	2
A vasúti járművezetési folyamat hibalehetőségeinek csökkenthetősége különböző biztonsági tényezőkkel / Reducing the potential of errors in the railway driving process through different safety factors .....	10
Balesetmegelőzés gyermekkortól az időskorig Győr-Moson-Sopron Vármegyében / Accident prevention from childhood to old age in Győr-Moson-Sopron County .....	21
Esettanulmány a nagy energiaelnyelő-képességű passzív biztonsági oszlopok hatásáról a pályaelhagyásos balesetek súlyosságára vonatkozóan / Case Study on the Influence of High Energy Absorbing Passive Safe Poles in Run-off-Road Crash Severity .....	30
First step in Network Wide Road Safety Assessment in Hungary (Road No. 1 pilot project).....	38
Harminc a városban – Komplex városi sebességcsillapítás eszközei és kiterjesztése Magyarországon / 30Cities– Implementing general speed reduction in urban area in Hungary.....	49
Helyettesítő biztonságértékelő módszer alkalmazása baleseti kockázat meghatározásához forgalomszimulációs szoftverbe integrálva / Using Surrogate Safety Assessment Method integrated with Traffic Simulation Software for Accident Risk Evaluation .....	65
Implications of autonomous vehicles on urban road cross-section: No more shared roads with cyclists in the autonomous vehicles' era? .....	75
Intelligens gyalogátkelőhelyek biztonsági hatásának elemzése / Analysis of the safety effect of intelligent pedestrian crossings .....	83
Kiválasztott iskolák környezetének közlekedésbiztonsági felülvizsgálata Szombathelyen / Road safety review of the environment of selected schools in Szombathely.....	92
Komplexitás problémája a gyalogos elütéses balesetek ütközési sebességeinek meghatározásában / The problem of complexity in determining the impact speeds of pedestrian collisions.....	101
Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréningek a BKV Zrt. járművezetőinek körében / Traffic Behaviour Correction Training for the Drivers of BKV Zrt. (Budapest Transport Corporation) .....	108
Magyarországi C-ITS megoldások a biztonságos közlekedésért / C-ITS solutions in Hungary for safer traffic .....	118
Összefoglaló cikk az „A közúti közlekedés különböző szegmenseinek irányából releváns közlekedépszichológiai feladatok azonosítása” [1] c. tanulmány alapján / Summary Article Based on the Study "Identification of Relevant Traffic Psychology Tasks from the Perspective of Different Segments of Road Traffic" .....	130
Safety analysis of bicycle lane separation tools in Nairobi, Kenya.....	141
Safety analysis of pedestrian crossings using surrogate measures of safety and extreme value theory .....	153
Sulizóna / Schoolzone .....	164
Trendline projekt bemutatása / Introducing the Trendline project .....	173
Útirány-előjelző és útirányjelző táblák szabályozásrendszerének felülvizsgálata többsávos körforgalmak esetén / Review of the regulation system for advance direction signs and direction signs in multi-lane roundabouts.....	180

# A Nagykörút közúti biztonsági felülvizsgálata / Road safety review of the Grand boulevard

Borboláné Kovács Gabriella<sup>1</sup> - Válóczy Dénes<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>BKK Budapesti Közlekedési Központ Zrt.

<sup>1</sup>[gabriella.borbolanekovacs@bkk.hu](mailto:gabriella.borbolanekovacs@bkk.hu)

<sup>2</sup>[denes.valoczi@bkk.hu](mailto:denes.valoczi@bkk.hu)

**Kivonat:** A Főváros különböző stratégiai dokumentumainak célkitűzései által meghatározott fejlesztési irányok mind alátámasztják a Nagykörúton a koronavírus-járvány idején létesített kerékpársáv fejlesztésének és újratervezésének szükségességét.

A 2020-ban kizárólag forgalomtechnikai elemekkel kialakított kerékpársávon a létesítés óta számos módosítás, finomhangolás történt a kerékpározás biztonságának és komfortszintjének növelése érdekében.

A Szent István körút 2023-ban történt átalakításával a Nyugati pályaudvar és Margit híd közötti szakasz hiányzó hálózati elemei is megépültek a Nagykörúton.

A Nagykörút hálózati, valamint közterületi szerepéhez igazodó kerékpárforgalmi létesítmény áttervezésének előkészítéséhez közúti biztonsági felülvizsgálatot készítettünk, hogy feltárjuk azokat a jellemző konfliktusokat, melyekre városszerte egységes, önmagát magyarázó kialakítások szükségesek a közúti veszélyek csökkentése érdekében.

**Abstract:** The cycle lane on the Grand Boulevard implemented during the COVID19 pandemic needs to be improved according to all the development strategies and aims of Budapest.

In 2020 the cycle infrastructure was implemented only by traffic engineering tools. From that time on it has been modified several times to assure safer and more comfortable infrastructure.

In 2023 the last section was implemented with the same elements between Nyugati train station and Margaret bridge.

We provided a road safety review prior to the planning phase of the of the cycle infrastructure better fitting the role and architectural character of the Grand Boulevard in order to find those unique and self-explaining solutions with which road risks can be decreased.

**Kulcsszavak:** *kerékpározás; kerékpársáv; kerékpárforgalmi létesítmény; konfliktus; kockázat; közlekedésbiztonsági stratégia*

**Keywords:** *cycling; cycle lane; cycle infrastructure; conflict; risk; road safety strategy*

## Bevezetés

A Fővárosi Közgyűlés 2015-ben fogadta el a Balázs Mór tervet, melyet 2019-ben Budapesti Mobilitási Terv címmel – a Közlekedésfejlesztési beruházási programmal kiegészítve – hagyta jóvá ismét. 2022-23-ban a Budapesti Közlekedési Központ (továbbiakban BKK) felülvizsgálta a 2030-ig szóló Budapesti Mobilitási Tervet. A Fővárosi Közgyűlés által 2023. október 25-én elfogadott Budapesti Mobilitási Terv a 2019-es célkitűzéseket viszi tovább, ami a Nagykörutat az alábbi projektek tekintetében érinti: a *Belső városrészek kerékpárosbarát fejlesztése*, valamint a *Nagykörút komplex megújítása: forgalomcsillapítás, aktív közlekedés feltételeinek javítása, zöldítés, humanizálás*.

A Fővárosi Közgyűlés 2023. június 28-án elfogadta a BKK által készített Közlekedésbiztonsági stratégiát és a mellékletét képező Közúthálózati tervet és Kerékpárforgalmi főhálózati tervet.

Mindezen tervek, stratégiák, projektek megvalósításának előkészítéseként elvégeztük a Nagykörút közúti biztonsági felülvizsgálatát, melynek következtetéseit mutatjuk be a konferencia keretében.

## **1. Stratégiai célkitűzések**

A Budapesti Mobilitási Terv célkitűzése, hogy az utazások számának tekintetében a kerékpározás részaránya 2030-ra érje el a 10%-ot.

A Közlekedésbiztonsági stratégia célkitűzése egy olyan Budapest, ahol 2030-ig 50 százalékkal 2050-re pedig nullára csökken a közúti közlekedés halálos áldozatainak száma. 2019-es bázisértékkal számolva ez azt jelentené, hogy 2050-ig több, mint 800 életet menthetünk meg.

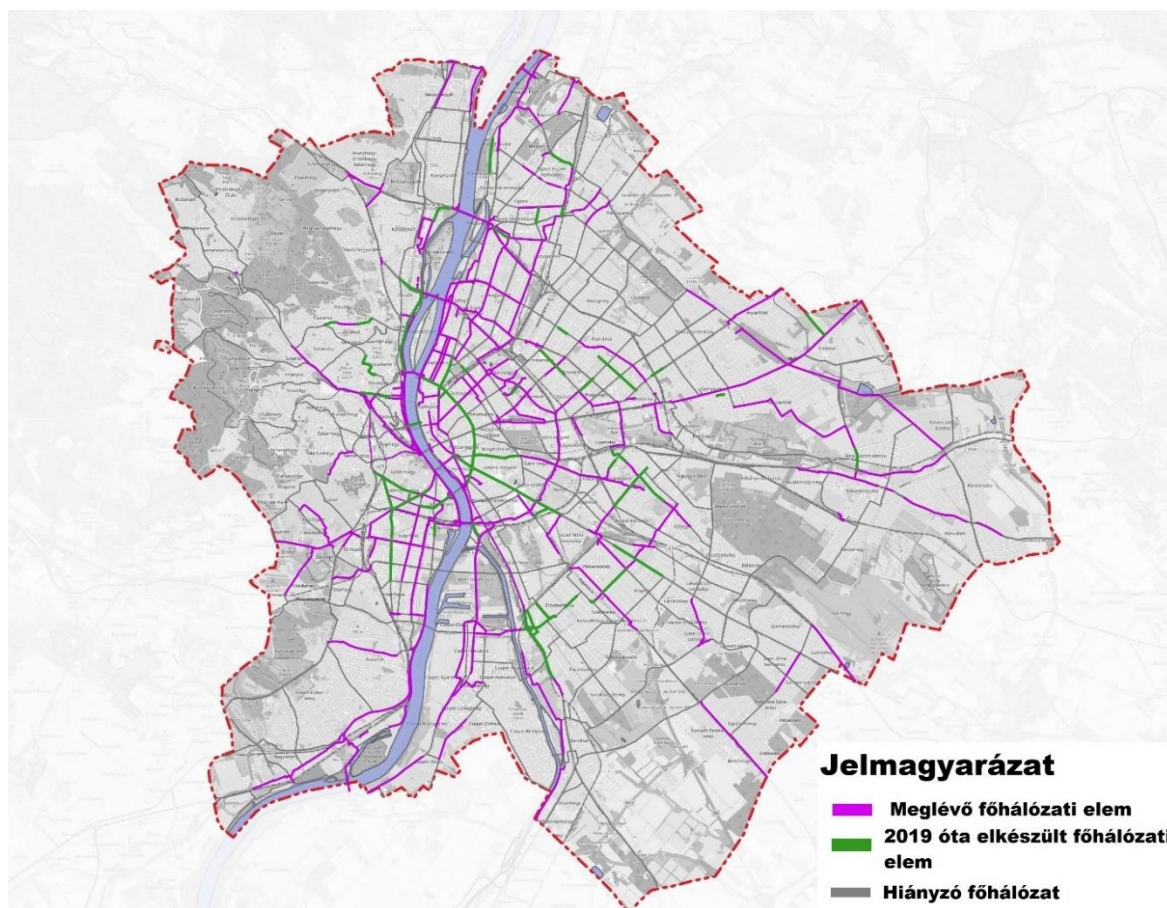
A Nagykörút a távlati tervekben a Közúthálózati tervben emblematikus főútként szerepel, továbbá hálózati szerepből adódóan kerékpárforgalmi főhálózati elem.

Tekintve, hogy a stratégia alapelveket, fejlesztési irányokat és beavatkozástípusokat rögzít, ugyanakkor konkrét keresztmetszeti kialakításokat nem határoz meg, a BKK elkészítette a Közterületek és közutak tervezési útmutatóját. Az útmutató a közterületek olyan módon történő kialakítási lehetőségeire tesz javaslatot, mellyel minimalizálhatóak a közúti veszélyek, mely javaslatokkal elősegíti a mobilitási terv és a stratégia célkitűzéseinek megvalósulását.

A Közterületek és közutak tervezési útmutatója a kerékpárforgalmi létesítmények vonatkozásában arra fogalmaz meg ajánlást, hogy főutakon a gépjárműforgalom nagyságától függetlenül mindig önálló kerékpárforgalmi létesítménytípus alkalmazandó.

## **2. Kerékpársáv kialakítása a Nagykörúton**

2020-ban a koronavírus-járvány idején a fenntartható egyéni közlekedés feltételeinek javítása érdekében a BKK és a Budapest Közút javaslatára a Főváros a Nagykörúton a Nyugati tér és Petőfi híd közötti szakaszon egybefüggő kerékpárforgalmi létesítményt alakított ki. A kerékpársáv létesítésével egy kritikus hálózati hiány pótlása történt meg, amit a felhasználók száma igazol. A hálózati szerepéhez és a felhasználók számához igazodva a Kerékpárforgalmi hálózati tervben a Nagykörút kiemelt fővárosi főhálózati elemként szerepel.



1. ábra: 2019-es önkormányzati ciklusban létesült új kerékpárforgalmi létesítmények

2023-ban a hiányzó Szent István körúti szakaszon is javultak a kerékpározás feltételei. A Budapesti közösségi költségvetésen nyertes ötlet nyomán a Margit híd felől a Nyugati pályaudvar felé vezető irányban védett kerékpársáv került kialakításra, míg az ellenkező irányban javultak a meglévő kerékpárral is használható buszsáv kapcsolatai.

Folyópályán három jellemző keresztmetszet került kialakításra:

- a várakozás megszüntetésével két forgalmi sáv és kerékpársáv
- a várakozás megtartásával egy forgalmi sáv és kerékpársáv (villamosmegállók mentén várakozósáv nélkül)
- a nagyobb forgalmú szakaszokon a villamosmegállók mentén két forgalmi sáv megtartásával kerékpársáv vagy elválasztott gyalog- és kerékpárút kialakítása.

### 3. Jellemző konfliktusok

A kerékpározók és gépjárművezetők közötti konfliktusokat alapvetően három csoportra oszthatjuk:

- a szabálytalan megállásból, várakozásból és rakodásból,
- a jobbra kanyarodásból,
- a gépjárművezetők szabálytalan kerékpársáv használatából, valamint
- a sávfogyásból/sávelhúzásokból adódókra.

Ezen túl azokon a szakaszokon, ahol a kerékpárforgalmi létesítmény gyalog-kerékpárútként a járdára került felvezetésre fokozottan kell számítani a gyalogosok és kerékpározók konfliktusaira

### 3.1 Szabálytalan megállás, várakozás, rakodás

Mind a szegély mellett, mind a várakozósáv mellett kijelölt kerékpársávon jellemző a szabálytalan megállás, várakozás, rakodás (2. ábra). A kerékpársávot elfoglaló gépjármű kikerülésekor a kerékpározó konfliktusba kerülhet a szélső sávon érkező gépjárművel, valamint kikerüléskor fennáll az ajtónyitásból adódó kockázat is.

A szabálytalan várakozás megakadályozásának leghatékonyabb módja a megállást fizikailag lehetetlenné tévő önmagát magyarázó kialakítás pl. rugalmas pollerek telepítésével. A szabálykövetési hajlandóság növelése érdekében az ellenőrzés fokozása szükséges.



2. ábra: Szabálytalanul megálló személygépjármű kikerülésére várakozó kerékpározó a József körúton

### 3.2 Jobbra kanyarodás

Jobbra kanyarodó gépjárművek és a kerékpározók közötti konfliktusból adódó kockázatokat jelentősen befolyásolja az, hogy a gépjármű vezetője miként készül fel a jobbra kanyarodásra.

A KRESZ 31. § (3) bekezdése értelmében: „A járművel másik útra – ha közúti jelzésből más nem következik – jobbra kis ívben, balra nagy ívben kell bekanyarodni, úgy, hogy a jármű a bekanyarodás után a menetirány szerinti jobb oldalon maradjon. Ha az úttest menetirány szerinti jobb oldalán kerékpársávot jelöltek ki, a jobbra bekanyarodásra – a kerékpár forgalom akadályozása nélkül és ha burkolati jel ezt lehetővé teszi – a kerékpársáv igénybevételével kell felkészülni.”

Helyszíni megfigyeléseink során azt tapasztaltuk, hogy a jobbra kanyarodás és az arra való felkészülés kivitelezése változatos képet mutat, a gépjárművezetők egy része a kerékpársáv igénybevételével, míg másik részük a kerékpársáv igénybevétele nélkül kanyarodik jobbra ugyanazon kialakítás és jelzésrendszer mellett, ami véleményünk szerint több okra vezethető vissza.

Tekintve, hogy a kerékpársávok kialakítása kizárólag forgalomtechnikai eszközökkel történt sok esetben látszódnak a korábbi burkolati jelek (3. ábra), amelyek az egyes manőverek elvárttól eltérő kivitelezését okozhatják. A forgalomtechnikai jelzésrendszer (jelzőtáblák és útburkolati jelek) nem egységes. Ugyanaz az elvárt magatartásforma többféle kialakítással és jelöléssel is előfordul (4. ábra), ami nem önmagát magyarázó.

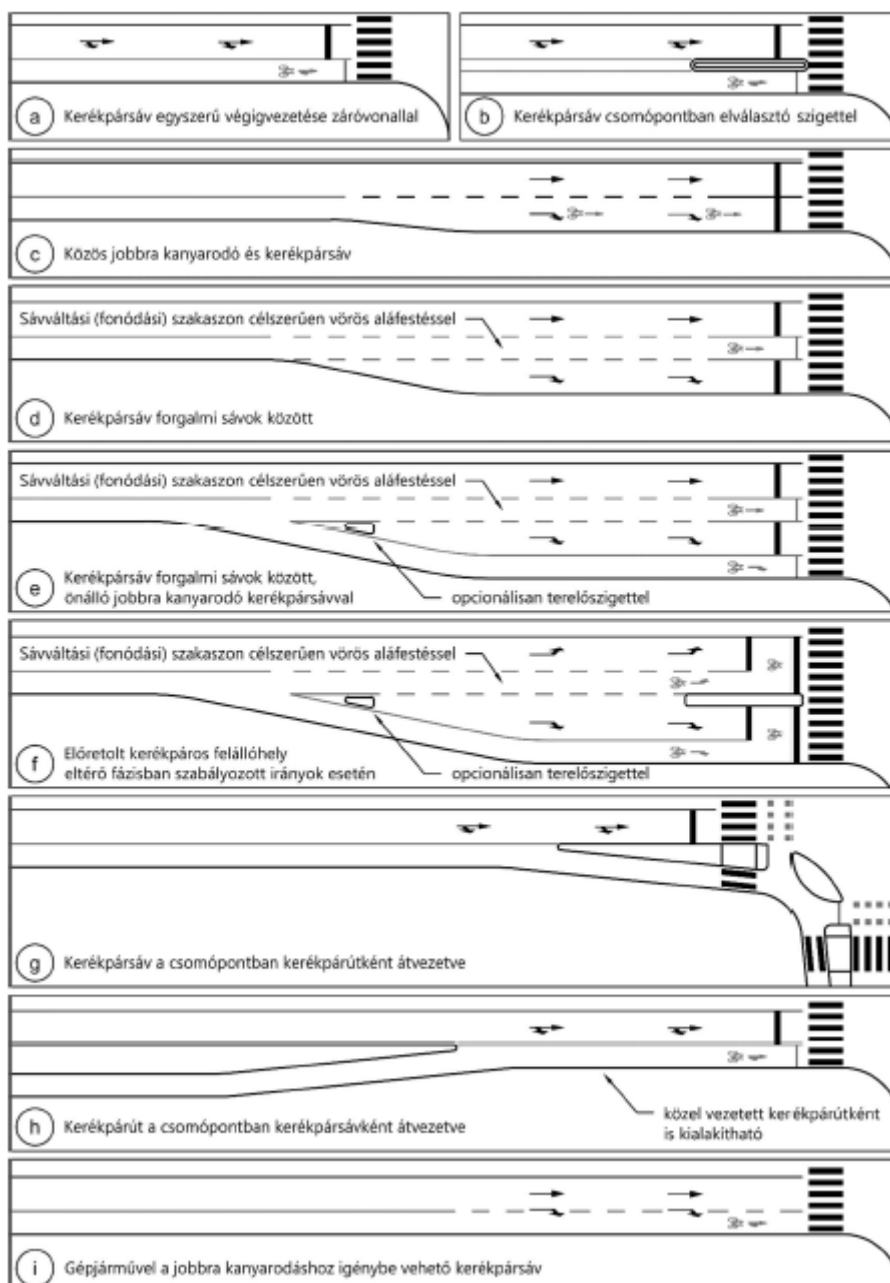


3. ábra: Sávkiosztást, jobbra kanyarodást jelölő burkolati jelek a Szent István körúton



4. ábra: Két olyan csomópont előtti besorolás rendjét jelző tábla, ahol az útburkolati jelek szerint a kerékpársávot igénybe kell venni a jobbra kanyarodásra való felkészüléshez

A jobbra kanyarodni szándékozó gépjármű és az egyenesen tovább haladni szándékozó kerékpározó között a gépjármű holtteréből, valamint a kerékpározók sebességének téves becsléséből adódó konfliktusok minimalizálásakor több sokszor egymásnak ellentmondó szempontot szükséges figyelembe venni, így a tervezés során csomópontonként egyedi mérlegelés szükséges az optimális megoldás kiválasztásához. A tervezési útmutatóban a következő képen (5. ábra) szereplő megoldásokat javasoljuk alkalmazni az irányhelyes kerékpárforgalmi létesítmények csomóponton történő átvezetésekor.



5. ábra: Irányhelyes kerékpárforgalmi létesítmények torkolati kialakításának változatai [4]

### 3.3 Szabálytalan kerékpársáv használat

A kerékpársáv jogosulatlan használata a torlódásokkal terhelt időszakokban jellemző (pl. 6. ábra), amely mögött a KRESZ korábban már idézett 31. § (3) bekezdésének helytelen értelmezése állhat. Azokban a keresztmetszetekben ugyanis, ahol a szegély mellett megmaradt a várakozás, a kerékpársáv és forgalmi sáv szaggatott vonallal van elválasztva egymástól, ami miatt a gépjárművezetők úgy gondolhatják a buszsáv használatának analógiájára, hogy a kerékpársávot jogosan használják a jobbra kanyarodásra történő felkészülésként. Ugyanakkor a KRESZ 25. § (3) bekezdésében így fogalmaz „Az autóbuszöblöt, az autóbusz forgalmi sávot, a kapaszkodó sávot, a gyorsító és lassító sávot, a nyitott kerékpársávot, valamint a kerékpársávot a (2) bekezdésben említett jobbra tartási, vagy az úttest jobb szélén való haladási kötelezettség szempontjából figyelmen kívül kell hagyni. *A kerékpársávon csak kerékpárral szabad közlekedni* – az egyirányú forgalmú úton kijelölt kerékpársáv kivételével – az úttest menetirány szerinti jobb oldalának haladási irányával azonos irányban.”. A megfelelő szabályismeret eléréséhez szemléletformáló/oktató tevékenység, kampányok, a szabálykövetési hajlandóság növeléséhez, a szabályok betartatásához pedig fokozott ellenőrzés és szankcionálás szükséges.



6. ábra: Kerékpársáv szabálytalan igénybevétele "Felkészülés a jobbra kanyarodásra"

### 3.4 Sávfelfogyás/sávelhúzás

A kizárólag jelzőtáblával és útburkolati jellel jelölt sávfelfogyásnál, sávelhúzásnál fennáll a veszélye, hogy a gépjárművezető hibája esetén konfliktusba kerül a kerékpársávon haladó kerékpározóval. A kerékpározók védelme érdekében javasolt ilyen esetekben (7. ábra) fizikai kialakítással megakadályozni a forgalmi sávból a kerékpársávon való tovább haladás lehetőségét.



7. ábra: Sávfelfogyás és a kerékpársáv elhúzása a József körúton

### 3.5 Járdán vezetett kerékpárforgalmi létesítmény

A kerékpárforgalmi létesítmény járdán kijelölt szakaszainak (pl. 8. ábra) gyalogosok és kerékpározók közötti konfliktusok szempontjából legkockázatosabb részei a kijelölt gyalogos-átkelőhelyek felálló/fogadó felületei. Ezekon a helyeken a koncentrált gyalogosforgalom kerékpározók általi keresztezéséből adódó kockázatot fokozza a különböző berendezési tárgyak kitakaró hatása. Egy ilyen hálózati szerepű út és ilyen mértékű gyalogos és kerékpárosforgalom mellett törekedni kell a gyalogosok és kerékpározók térben és/vagy időben történő szétválasztására. Jelen kialakításban a kockázatok csökkentése érdekében a járdán vezetett kerékpáros létesítményekkel párhuzamosan az útpályán kerékpáros nyom burkolati jel került felfestésre annak érdekében, hogy a nagy sebességgel haladó kerékpározók ne kényszerüljenek a gyalogosokkal közös felületre.



8. ábra: Kerékpársáv járdára történő felvezetése a József körút - Pál utca csomópontban

## Konklúzió

A helyszíni megfigyeléseink során tapasztaltak szerint a KRESZ rendelkezéseiből és a közúti jelzésekből a közlekedők számára nem egyértelmű, hogy egy adott infrastruktúraelemet miként kell szabályosan és funkcionálisan megfelelően használni.

A közúti közlekedés kockázatát pedig növeli, ha egy adott kialakítást a közlekedők nem a funkcionálisan megfelelően használnak. A közúti veszélyeket tovább fokozza, ha egy adott útvonalon sem egységes a forgalomtechnikai kialakítás például az útburkolati jelek és jelzőtáblák nincsenek összhangban vagy két azonos forgalmi szituáció, elvárt közlekedési magatartás más-más jelzésrendszerrel van jelölve. Cél az olyan, városszerte egységes típusmegoldások alkalmazása, amelyek használata minden közlekedő számára egyértelmű.

Valószínűleg az infrastruktúra átalakítása, önmagát magyarázóvá tétele nem elegendő a funkcionálisan megfelelő használat biztosításához. Az átalakítást ki kell egészíteni oktató és szemléletformáló tevékenységekkel, érzékenyítő kampányokkal.

A megfelelő szabályismeret elérésén túl pedig nagy hangsúlyt kell fektetni az ellenőrzésre, szabályok betartására a szabálykövetési hajlandóság növelése érdekében. Mindezek teljesítésével fontos lépéseket tehetünk annak irányába, hogy Budapesten csökkenjen a közúti közlekedés halálos áldozatainak és súlyos sérülteinek száma.

## Irodalomjegyzék

- [1] <https://bkk.hu/rolunk/strategiank/budapesti-mobilitasi-terv/elfogadott-budapesti-mobilitasi-tervek/k> (bkk.hu) (2024.07.23)
- [2] <https://bkk.hu/rolunk/strategiank/kozlekedesbiztonsagi-strategia/> (2024.07.23)
- [3] <https://bkk.hu/rolunk/strategiank/kereparforgalmi-fohalozati-terv/> (2024.07.23)
- [4] Microsoft Word - TU\_Kozterulet\_1.0 (bkk.hu) (2024.07.25)
- [5] KRESZ - 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól - Hatályos Jogszabályok Gyűjteménye (jogtar.hu) (2024.07.25)

# A vasúti járművezetési folyamat hibalehetőségeinek csökkenthetősége különböző biztonsági tényezőkkel / Reducing the potential of errors in the railway driving process through different safety factors

Szatmári Csaba Ferenc<sup>1</sup> – Dr. Lévai Zsolt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MÁV Zrt.

<sup>1</sup>szatmari.csaba.ferenc@mav.hu

<sup>2</sup>KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.

<sup>2</sup>levai.zsolt@kti.hu

**Kivonat:** A vasúti járművek többségének mozgását ma még mozdony-, illetve motorvonatvezetők irányítják. Bár a kötött pálya előnye ebben a folyamatban kifejezetten jelentkezik, ugyanakkor az emberi tényező és az ebből eredeztethető hibák kihatnak az alágazat közlekedési biztonságára. Az ilyen hibákból bekövetkező rendkívüli események számát hivatottak csökkenteni a különböző, de egymásra épülő biztonsági szintek. A műszaki tudományok fejlődésével a biztonság színvonala emelhető, kérdésként merül fel ugyanakkor, hogy ez által az emberi hibák mennyire csökkenthetők a járművezetés folyamatában, illetve milyen plusz biztonsági tényezők játszhatnak szerepet a biztonság növelésében. A cikk ezekre a kérdésekre próbál választ adni.

**Abstract:** Today, the majority of rail vehicles are still controlled by locomotive or motor train drivers. Although the advantages of the tracks are clearly evident in this process, the human factor and the resulting errors can have an impact on the safety of the sub-sector. Different but interdependent safety levels are intended to reduce the number of incidents coming from such errors. Advances in engineering science can raise safety standards, but the question arises as to how far this can reduce human error in the driving process and what additional safety factors can play a role in increasing safety. This article seeks to answer these questions.

*Kulcsszavak:* vasúti közlekedés; közlekedésbiztonság; mozdonyvezető; mesterséges intelligencia; okosszerződés

*Keywords:* railway traffic; traffic safety; loco driver; artificial intelligence; smart contract

## Bevezetés

A jelen vonatainak döntő többségét még mozdonyvezetők irányítják, vagyis az ember döntő részt vállal a vasúti szerelvények közlekedésében. Bár a kötött pálya sok mindent meghatároz (például a közlekedés irányát), azonban a vonatok sebességének szabályozása sok esetben még a mozdonyvezető feladata. Ehhez a megfelelő parancsokat helyhez kötött és kézi jelzőeszközökkel kapja, amelyeket kiegészítenek a mozdony fedélzeti berendezései.

A balesetek elkerülésének lehetősége sok esetben a mozdonyvezető reakciójától függ, hogy időben észreveszi-e az akadályokat, illetve megfelelően helyesen értelmezi-e a kapott utasításokat. Az első tényező kevésbé függ magától az embertől, sokkal inkább a távolbalátás vagy a szabadlítás korlátozottságától, ugyanakkor a vonatok jelentősen nagyobb fékútja, nem minden esetben teszi lehetővé az észrevett akadály előtti megállást. Itt elsősorban a mozdonyvezető reakcióideje lehet vizsgálандó tényező. A második eset már sokkal inkább személyfüggő. Alapvető elvárás, hogy a vasúti szabályokat pontosan kell ismerni és azokat maradéktalanul be kell tartani, azonban nem megfelelő színvonalú tudás és a sebesség nem megfelelő megválasztása balesetek bekövetkezéséhez vezethet. Hasonlóan az előző esethez, a reakcióidő mértéke döntő befolyású lehet.

A mozdonyvezetői vezetési hibák miatt bekövetkezett balesetek hasonlóképpen súlyosak lehetnek, mint a külső felek által előidézett balesetek.

A vonatok közlekedésének biztonsága tehát a fentiek alapján függ az emberi tényezőtől, ez pedig szükségessé teszi a közlekedésbiztonsági kutatások ilyen irányú kiterjesztését, vagyis az emberi szerep kiválthatóságának vizsgálatát.

A nemzetközi szakirodalom kiterjedten foglalkozik a mesterséges intelligencia vasúti alkalmazásának kérdésével. A vasúti közlekedésbiztonság egyik kritikus eleme az útátjáró, az itteni balesetek megakadályozhatósága a kutatások egyik fő iránya. Az eredmények hatásosak lehetnek az átjárók biztonságát illetően [1], egyben a mozdonyvezetési folyamat hibáinak kiküszöbölésében. A V2T (Vehicle-to-Train, jármű-vonat) kommunikáció pedig figyelmezteti a személygépjármű vezetőjét az útátjáró előtt, amennyiben arra vonat közeledik [2].

Kínai kutatók olyan, mesterséges intelligencia (artificial intelligence, AI) alapú tanulási módszeren alapuló eljárást fejlesztettek ki, ami lehetővé teszi a mozdonyvezetési folyamat optimalizálását, mind energiafelhasználási, mind pedig biztonsági szempontból [3]. A módszer a sebességszabályozás optimalizálásával éri el a kívánt biztonsági célt (például a túl gyors haladás megakadályozásával).

Magyar kutatók vizsgálták, hogy milyen módon lehet intelligens vasúti rendszereket bevezetni Magyarországon [4]. Megállapították, hogy a mobilitás növekedése szükségessé teszi a közlekedési módok együttműködését, amelynek alapjai a mesterséges intelligencia alapú okosrendszerek lehetnek. Ezek hatással vannak a közlekedés biztonságára is, növelve annak színvonalát.

Egy 2020-as cikk elemzi a gépi tanulás alapján működő járművezetői magatartás elemzési módszereket bemutató cikkeket [5]. A kutatók megállapítják, hogy a tanulmányok többsége elsősorban jármű-alapú intézkedéseket alkalmazott a folyamat során, majd a környezeti alapú intézkedéseket javasoltak, és csak ezek után javasolták az emberi beavatkozást (fiziológiai és viselkedési elemeket).

Cikkünk ez utóbbira helyezi a hangsúlyt és bemutatja a mozdonyvezetési folyamat alapvető emberi hibáit, a különböző biztonsági szinteket, valamint az ezeket felhasználó okosserződéses és a mesterséges intelligencia közreműködésével kialakítható mozdonyvezetési folyamatot, amely jelentős hatással lehet a vonatok forgalomszabályozására.

## **1. A vasúti járművezetési folyamat emberi hibái**

A vasúti forgalom növekedése jelen pillanatban egyre több mozdonyvezetőt igényel. A magán vasúttársaságok alapvető érdeke, hogy az elvégzendő feladatokat minél kevesebb emberrel oldják meg, illetve mind magánvasúti, mind pedig állami szinten munkaerőhiány tapasztalható. E kettősség feloldására a mozdonyvezetők leterheltsége növekszik, amelyet tovább súlyosbít a forgalomban közlekedő vontatójárművek széles skálája. Mindezekből következhet, hogy a munka során valamilyen okból kifolyólag a mozdonyvezető hibázik, ami baleset bekövetkezéséhez vezethet.

A vasúti járműveket végső soron mindig emberek irányítják, a biztonságos közlekedéshez alapvető fontosságúak a járművezető felkészültsége és vezetési képességei. Éppen ezért a vasúti közlekedés szabályozásának olyannak kell lennie, hogy e kettő képesség alapján a szabályok betarthatók legyenek: korszerű megoldások és lehetőség szerint egyszerű és egyértelmű szabályok szükségesek, amelyek a vasútüzem bonyolultságából adódóan nem minden esetben kivitelezhetők. A vasúti közlekedésbiztonsággal kapcsolatos intézkedéseknek az emberi képességek fényében a közlekedésben érintett valamennyi résztvevő (utasok, munkavállalók) életének védelmére kell irányulniuk. Ezen intézkedések keretében biztosítani kell a szükséges biztonsági ismeretek megszerzését, és ellenőrizni azok gyakorlati alkalmazását. Az ellenőrzésnek ki kell terjednie a jármű vezetőjére, a személyzet többi tagjára (például vonatkísérő) és magukra az utasokra is.

A megfelelő vezetési környezet kialakításakor alapvető kérdés az egymáshoz való alkalmazkodás. Az ember képes alkalmazkodni a jármű és a környezet rendszeréhez, ugyanakkor ma már az autonóm közlekedés előretörésével a jármű is próbál alkalmazkodni az emberhez. Az ember alkalmazkodóképessége azért is elsődleges, mert a másik két rendszert is az ember hozta létre. Ebben segíthet a mesterséges intelligencia, amelynek segítségével nagyságrendekkel több információt lehet feldolgozni és hatékonyan a személyzet részére bocsátani, továbbá nagyságrendekkel rövidebb reakció idővel lehet a jármű mozgásába beavatkozni.

### **1.1 A vasúti járművezetés folyamata**

Jankó D. a közúti járművezetés folyamatát az alábbi szakaszokra osztja [6], amely megfeleltethető a vasúti járművezetési folyamatnak is:

1. információfelvétel: a környezetből érkező ingerek érzékelése, felismerése, azonosítása (például a jelzési képek észlelése)

2. információfeldolgozás: döntés arról, hogy a jármű eddigi mozgásába szükséges-e beavatkozni, és ha igen, mit kell tenni (jelzési képek megfelelő értelmezése)
3. reakció(biztonság): a szükséges járműkezelési tevékenységek elvégzése, azaz olyan cselekvések megtétele, amelyek eredményeként változás következik be a jármű mozgásának irányában, sebességében vagy egyszerre mindkettőben (például fékezés megkezdése).

Az egyes szakaszok között nincs éles határ, az ingerek folyamatosan érkeznek, amelyek hatására a vezető dönt, és cselekszik. Mind a három folyamatot a járművezető egyéni jellemzői (például figyelem, képességszint stb.) befolyásolják, amelyek végeredményben meghatározzák az adott szituációban tanúsított közlekedési magatartást.

A vasúti jármű vezetése során az egyes cselekvések száma kevesebb mint a közúti járművek vezetésénél (például nincs kormányzás), azonban a nagy tömeg és sebesség miatt a koncentráció szintjének mindig magasnak kell lennie. A balesetek elkerülésében jelentős szerepe van az akadályok időben történő észlelésének, ugyanis a kikerülés lehetősége a kötött pálya miatt nem lehetséges, az elkerülés egyetlen módja az akadály előtti megállás. A következőkben elemezzük, hogy az egyes emberi tényezők hogyan hatnak a mozdonyvezetői folyamatokra.

## 1.2 A vasúti vezetési folyamat hibalehetőségei (információfelvételi, -feldolgozási és cselekvési hibák)

Az észlelés és cselekvés közötti idő egyik legfontosabb eleme a reakcióidő, amelynek nagysága részben külső feltételektől, részben pedig az illető személyéhez kapcsolódó belső (egyéni) feltételektől függ [6]:

Ilyen külső feltételek:

- észlelési feltételek (látási viszonyok, napszak, figyelemelvonás stb.)
- a reakciót kiváltó ok minősége (vizuális, auditív stb.)
- a reakciót kiváltó ok intenzitása (hangos vagy halk, erősen vagy gyengén kontrasztos stb.)
- a reakció fajtája (egyszerű, választható vagy többszörös reakció).

Belső feltételek:

- fiziológiai okoktól függő figyelemingadozások
- pszichológiai okoktól függő figyelemingadozások (figyelemelvonás, éberség stb.)
- fáradtság
- hangulat
- a szóban forgó reakciócselekmény begyakorlottságának mértéke (rutin)
- életkor
- egészségi állapot
- fizikai és pszichikai kondíció és stabilitás
- különleges hatások (ijedtség, alkoholos állapot, orvosságok hatása stb.)
- felkészültség (tudjuk, hogy történhet valami).

A reakcióidőnél is nagyobb szerepe van a reakcióbiztonságnak, vagyis annak, hogy az ingerekre a megfelelő válaszreakciókat adjuk, és csak arra reagálunk, amire kell (ki tudjuk választani a megfelelő ingereket).

### 1.2.1 Észlelési hibák

A távolbalátás korlátozottsága esetén (például éjszaka, ködben) a vezető nem mindig veszi észre időben az úton lévő akadályokat. Ennek oka, hogy az ember/tárgy és a háttér között nincs megfelelő kontraszt. Egyes esetekben a járművezető szemébe jutó éles fény okozhat észlelési hibákat. Az elvakítás során a vezető nem tudja megfelelően érzékelni a környezetét. Ilyen lehet:

- éjszakai vakítás (például: szembejövő mozdony fényei)
- nappali vakítás:
  - felkelő vagy lenyugvó nap irányában vezetünk
  - összefüggő havas, napsütötte felület.

Nappali vakítás akkor keletkezik, amikor a nézés irányából erős háttérfény (például: napsütés) elnyomja a környezetben lévő objektumról jövő ingert (például hosszú alagútból napfénybe kijövet). Több másodpercig is eltart, míg a vezető szeme alkalmazkodik a hirtelen megváltozott fényviszonyokhoz.

### 1.2.2 Figyelmi hibák

Gyakori hiba, hogy a szem által továbbított inger az agy nem veszi figyelembe. Ez a tipikus „nézett, de nem látott” eset. Azt, hogy mit érzékelünk a nézésből, azaz mit látunk, a szem és az agy sajátosan alakítja: egyes elemek hangsúlyt kapnak, ezért élesebben látszanak, másokra nem jut elég figyelem, ezért elhalványodnak, elmosódnak. A járművezetéshez megfelelő látási koncentráció is szükséges, ezért csak azt látjuk élesen, amerre a tekintet irányul (pályára és jelzőkre), a kép többi része homályos, elnagyolt.

A vezetés időtartama alatt a figyelem szintje változó. Az intenzitás a feladat nehézségétől és a járművezető aktivizációs szintjétől függ (éber, fáradt stb.). Kellő gyakorlattal megfelelő rutin szerezhető, marad agyi kapacitás további ingerek befogadására (például rádióhallgatás), amelyek hasznosak lehetnek, ha fenn tudják tartani a vezető éberségét, és a monotonitás ellen hatnak. Erre alkalmazzák a vontatójárműveken az éberségi ellenőrző berendezéseket. A figyelmi szint azonban nem mindig követi

a vezetési feladat nehezebbé válását (például a térközbiztosító berendezés hibája miatti állomástávolságú közlekedési rendet). A vezető figyelmét a vezetés mellett folytatott egyéb tevékenység (például mobiltelefonos beszélgetés, hangos rádióhallgatás) olyan mértékben elvonhatja, hogy nem tud alkalmazkodni a megnehezedett vezetési feladathoz. Aktív (szellemileg friss) állapotban figyelmünket nagyobb részt akaratlagosan irányítjuk a számunkra fontos információforrások felé (például a beszélgetés másik résztvevője), de önkéntelenül is aktivizálódik a figyelmünk:

- hirtelen változásra
- erős ingerre
- szokatlan körülményekre
- ismétlődő ingerekre
- aktuális szükségletünkhöz kapcsolódó ingerekre.

Kellemetlen lehet, és szúró fájdalommal járhat, amikor a nyitott ablakon át bogár, szennyeződés vagy valami más kerül a szembe.

### 1.2.3 Becslési hibák

A vasúti közlekedésben nem lehet becslésekre hagyatkozni, és a jelzések nem is engednek meg ilyet, hanem egyértelmű cselekedetekre utasítják a mozdonyvezetőt. A forgalmi szituációkban ezért nincs is szüksége becslésre, egyedül a pálya mellett tartózkodó emberek (utasok és munkavállalók) esetében merülhet fel, hogy a mozdonyvezetőnek meg kell becsülnie, hogy adott személy az elsodrési határon belül tartózkodik-e vagy sem. Ezt az állomási peronokon legtöbb esetben felfestések is elősegítik, ugyanakkor, ha ilyen nincs, vagy nyílt vágányon való munkavégzésnél már ténylegesen becslésre kell hagyatkozni. Ilyen esetekben egy hangjelzés elmaradása végzetes lehet, bár a hangjelzések adását ilyen esetekben előírhatják.

### 1.2.4 Döntési hibák

A vasúti jármű vezetése közbeni cselekvésekről a jármű vezetője a környezetből származó információk alapján mindig adott pillanatban dönt. A döntés meghozatalára sok tényező van hatással. Ilyen lehet a vezető rutinja, lelkiállapota, motivációja stb. A döntés meghozatala időbe kerül, amelynek hossza a döntés meghozatalára hatással lévő információk számától függ. Befolyásolja még ezt az időtartamot, hogy az események a járművezető elvárásainak megfelelően vagy azzal ellentétesen alakulnak-e.

A járművezetés során kialakuló tapasztalat és tudásszint bizonyos ingerekhez megfelelő válaszcselekedeteket társít (például sebességkorlátozás eléréséhez a megfelelő fékezési intenzitás megválasztása), így egy-egy cselekvéssorozat már rutinszerűen történik. Ha az elvárásunk szerint alakulnak az események, nagyon rövid idő is elegendő a döntések meghozatalához, ha nem, akkor elbizonytalanodunk, és a döntési idő meghosszabbodik (ilyen lehet az egyszerre adott, eltérő értelmű jelzések feldolgozása). Váratlan események bekövetkezése még az észleléshez szükséges időt is meghosszabbítja, és ehhez adódik még hozzá a döntéshez szükséges idő. Leginkább a mások viselkedésének helytelen elvárása vezethet döntési hibákhoz.

### 1.2.5 Cselekvési (járműkezelési) hibák

A leggyakoribb járműkezelési hiba, amikor a járművezető nem a megfelelő cselekvést hajtja végre, hogy elkerülje a veszélyt: a váratlan eseményre túlzott reakcióval válaszol. Ezért szükséges, hogy a mozdonyvezető megfelelően ismerje a vontatójárművet, milyen funkciókkal van felszerelve, milyen képességekkel rendelkezik (típusismeret).

### 1.3 A járművezetői hibák kiváltó okai

Az egyes járművezetői hibák okaiként lelki és fizikai tényezők azonosíthatók.

#### 1.3.1 Motivációs problémák

Lényeges kérdés a járművezetők cselekedeteinek motivációja. A szerényebb képességű, új jogositvánnyal rendelkező járművezetők biztonságra törekvése a jellemző, a rutinosabb vezetőnek kevesebb idő is elegendő a beérkező ingerek feldolgozására. Probléma akkor adódik, ha elhisszük magunkról, hogy a megfelelő képességek birtokában vagyunk, de ez nem bizonyított. A közlekedésbiztonság szempontjából az a megfelelő, ha a biztonsági motívumok erősebbek a vezetési stílusban.

#### 1.3.2 A közlekedési magatartást befolyásoló tényezők

A vasúti közlekedés veszélyessége teljes mértékben kizárja, hogy a mozdonyvezetők befolyásolt állapotban teljesítsenek szolgálatot.

Az alkohol ismert hatásai miatt szükséges, hogy a járművezetők csak alkoholmentes állapotban legyenek, mert az alkoholos befolyásoltság (tompultság, nem megfelelő reakció) jelentős veszélyt jelent a közlekedés résztvevőire. Az alkoholos állapot beszűkíti a látómezőt, kiesik a perifériás látás. Ugyanez mondható el a kijózanodás folyamatáról is. Az egész szervezet tompult állapotban van ilyenkor, különösen a reagálóképesség, az akarattól függetlenül működő reflexek gyengék, így a reakcióidő is jelentősen megnő, ami balesetek bekövetkezéséhez vezethet.

A kábítószeres használata módosítja a tudatállapotot, ezáltal csökkenti a valóságérzetet. Használatuk során a valóság felismerésének hiánya miatt teljesen más megítélés alá kerülnek a veszélyhelyzetek, illetve azok elkerülésének képessége. Különös veszélyt jelentenek a már függő emberek, mert a szer hiányától szenvedve szellemi és fizikai agresszivitásuk megnőhet, és ez cselekedeteikben is megnyilvánulhat.

A dohányzás művelete elvonhatja a figyelmet a vezetéstől, a rágyújtás időtartama túl hosszú vezetés közben ahhoz, hogy arra figyeljünk, meggyulladt-e a cigaretta, és tekintetünk ne az útra szegeződjön. A sötétben rágyújtás ezen kívül további veszélyeket rejt, mert a hirtelen felgyulladó láng hatására a szükséges látásélesség miatt a pupillák hirtelen összeszűkülnek. A láng elalvása után a sötétben látáshoz szükséges, megfelelő mértékű pupillatágasság csak néhány pillanat múlva következik be, és ez idő alatt vakon vezetünk. Az elektromos cigaretta használata közben keletkező vízgőz zárt vezetőfülkében zavarhat a szabad kilátásban.

Vannak olyan betegségek, amelyek előfordulása esetén (például hirtelen fellépő eszméletvesztéssel járó betegségek), vagy a hozzájuk rendelt gyógyszer miatt nem lehet vezetni. A vezetési képességet bizonyos időközönként ellenőrizni kell, és ekkor kell tájékoztatni a felülvizsgálatot végző orvost az ilyen betegségekről.

A fáradtság, kimerültség nemcsak fizikai, de szellemi állapot is. A test és a szellem kimerültségének érzékelhető jelei vannak, ezekre figyeljünk oda. Természetesen mindenki terhelhetősége más, de meghatározó lehet az életkor, az aktuális egészségi állapot, illetve számos környezeti hatás (például meteorológiai frontok, családi hatások) és egyéb meghatározó körülmény. Az ilyen állapotban történő járművezetés felelőtlen, mert jelentős baleseti tényező lehet az olyan vezető, aki nem tud megfelelően koncentrálni a vezetésre.

A fájdalom a láz mellett azt jelzi, hogy valamely területen valami nem működik megfelelően. A fájdalom kellemetlen, ugyanakkor nem gátja a vezetésnek, mindazonáltal vigyázni kell a heveny fájdalommal, mert hirtelen elvonhatja a figyelmet. A figyelemre hatással lehet a fájdalom mértéke, keletkezési helye, illetve csillapítási módja. Elviselhető fájdalommal vezethetünk, de legyünk óvatosak, hogy ne a fájdalom kösse le a figyelmünket. Ha ez bekövetkezik, álljunk meg, vegyünk be fájdalomcsillapítót, de csak olyat, amelynek használata mellett a járművezetés megengedett.

Általában a nem orvosi rendelvényre kapható szerek a szokásos adagban szedhetők járművezetéskor. Amelyek esetében a vezetés tiltott, ott a gyógyszer mellé adott tájékoztató felhívja erre a figyelmet. Az altatótablettáknak lehet elhúzó hatásuk, ébredés után több órával is tompíthatják a reflexeket, lassíthatják a reakciókat.

A magatartási zavarok betegségek vagy nem megfelelő idegállapot (például konfliktusok) miatt alakulhatnak ki. Aki ilyen állapotban vezet, azt nagy felelősség terheli. Számára a környezetéből kell jelezni, vagy intézkedésekkel kell megakadályozni, hogy részt vegyen a közlekedésben, és kiszámíthatatlan veszélynek tegye ki a közlekedés többi résztvevőjét.

## 2. A vasútüzem közlekedési biztonságát meghatározó biztonsági szintek

A vasúti közlekedésben részt vevő valamennyi személy és eszköz jellegéből és egymással, valamint a környezettel való kapcsolatából adódóan veszélyforrásként értelmezhető [7]. Az alágazat közlekedési biztonsága, azaz balesetek elleni védelme és a közlekedési folyamatok tervszerű lebonyolítása a veszélyforrások által előidézett veszélyhelyzetek, konfliktusok elleni védelmet jelenti. A védelmet az alábbi megoldásokkal érhetjük el [7]:

- utasítások, szabályzatok rendszerének kialakításával
- különböző biztonsági szabványok alkalmazásával
- technológiai előírások alkalmazásával
- biztosítóberendezések működtetésével
- biztonsági berendezések (például olvadóbiztosító) alkalmazásával.

A technikai fejlődés jelentős hatással van a vasúti közlekedés biztonságára, az egyre korszerűbb védelmi berendezések nagyobb biztonságot nyújtanak, ugyanakkor az új, nem kiforrott technológiák veszélyhelyzeteket is előidézhetnek. Ezek a veszélyhelyzetek előfordulhatnak a vasúti pályán, valamint a biztosítóberendezések működésekor és a forgalomlebonyolítás alatt.

A vasúti közlekedésbiztonság egyik paramétere a műszaki biztonság, amely a vonatok közlekedését irányító és felügyelő eszközök technológiai tökéletességét jelenti. Mértékét az eszközök biztonsági méretezésének a veszélyhatártól mért különbsége határozza meg.

A balesetmentes vasúti forgalom lebonyolításához a megfelelő műszaki biztonságon túl szükséges, hogy a védelmet szolgáló berendezések működés közben ne hibásodjanak meg, vagyis működésük üzembiztos legyen. Teljes mértékben ez sem garantálható, ezért a vasúti közlekedésbiztonság következő paramétere, az üzembiztonságot a műszaki biztonságra alapozva definiálhatjuk, ugyanis az üzemi biztonság a műszaki biztonság eredményességét mutatja, azáltal, hogy az egyes berendezéselemek milyen sűrűn hibásodnak meg, illetve használódnak el. Mértékét az egyes berendezések zavarérzékenysége, illetve a kezelés közben elkövethető hibák nagysága határozza meg (például enged-e a berendezés balesetveszélyt előidéző kezeléseket).

A vasúti közlekedés biztonságát elsősorban a különböző típusú biztosítóberendezések megfelelő működése garantálhatja. Alapfeladatuk a balesetek és veszélyeztetések kialakulásának megakadályozása, valamint a vonatforgalom szabályozása. Működésük hibátlan ellátása mindkét esetben kiemelt és egyben elválaszthatatlan feladat, mert a balesetek csak hibátlan forgalomszabályozással kerülhetnek el. Ez természetesen nem jelenti a berendezések hibamentes működését, mert műszaki megoldásaik nem tökéletesek, ezért szükséges, hogy az üzemi biztonságot kiegészítsük a vasúti közlekedésbiztonság harmadik paraméterével, a forgalombiztonsággal. A forgalombiztonság az üzemi biztonság eredményességét mutatja, azaz a berendezések meghibásodásából bekövetkező balesetek sűrűségét. A forgalombiztonság célja, hogy legyenek (forgalmi) szabályok a biztosítóberendezések meghibásodásaira. Éppen ezért a forgalombiztonság az utasítások, előírások, szabályzatok ismeretével és betartásával, valamint a közlekedésben részt vevők szabályozott együttműködésével érhető el.

A vonatközlekedés szabályozása, tehát a kötött pályán való manőverezés (vonatközlekedés és tolatás) irányítása, aminek szükségessége a balesetek elkerüléséből, a forgalmi műveletek elvégezhetőségéből és a mentrendek betartásából ered, elsősorban a biztosítóberendezések kezelésével és az utasítások rendszerével valósul meg. A forgalmi folyamatok a biztosítóberendezések külső- és belső-területi objektumainak, valamint a fedélzeti berendezések működtetésével (például kitérő, jelző,

vonatbefolyásoló stb.) realizálódnak. A közlekedés szabályozását különféle kiegészítő eszközök segítik elő, amelyek elsősorban ellenőrző feladatokat látnak el.

### **3. A mozdonyvezetési folyamat hibalehetőségeinek csökkenthetősége a biztonsági tényezőkkel**

A műszaki és az üzembiztonság elsősorban a járműoldali berendezéseket jelent, vagyis a vontatójármű felszerelését olyan biztonsági elemekkel, amelyek tükrözik a kor műszaki színvonalát és megfelelő üzembiztonságukkal nem hibásodnak meg sűrűn. Miután a vonatok biztonságát a biztosítóberendezések is segítik, így e két biztonsági szintet ki kell terjeszteni ezekre a berendezésekre is. Itt szükséges megemlíteni mind a vonali, mind pedig az állomási berendezéseket, hiszen mindkét típus a vonatok közlekedését biztosítja, vagyis végső soron csökkenti az emberi hibák lehetőségét.

#### **3.1 A műszaki biztonság emelése**

A legkorszerűbb biztosítóberendezések már nem pontszerű vonatbefolyásolást valósítanak meg, hanem a vonat közlekedését (térbeli helyzetét) követik, és ennek megfelelően védik a vonatot. A virtuális balizok révén a hagyományos térközök megszűnnek és a vonat egy virtuális térközben mozog, mintegy burok vonva maga köré. ekkor már nem kell a mozdonyvezetőnek a térközjelzők jelzési képeit kiértékelnie, hiszen azok nem is léteznek, a sebességi információkat közvetlenül a mozdony számítógépére kapja. Ez alapján a vezetési folyamatot is a gép végzi, a mozdonyvezető csak felügyeli a rendszer működését.

Ez már közelíti az önvezető járművek kérdéskörét, ugyanis a kapott sebességi értékek nem csak meghatározott értéket vehetnek fel (például az 1 zöld fénynek megfelelő értéket), hanem a forgalom függvényében ez az érték változhat. Ebből következően a rendszer automatikusan képes szabályozni a vonat sebességét.

Ugyanakkor a virtuális balizok csak a sebesség meghatározásában játszanak szerepet, azonban az előző fejezetek alapján látható, hogy a mozdonyvezetési folyamat jóval több sebességszabályozásnál. A mozdonyvezetői tevékenység leképezésére a digitális okosszerződések adnak lehetőséget.

##### **3.1.1 A mozdonyvezetési folyamat leképezése okosszerződéssel**

Az okosszerződések egyszerűbb programok, melyeket a blokkláncon tárolhatunk. Ezek abban az esetben futnak le, amint az előre meghatározott feltételek teljesülnek és ellenőrzésük is sikeresen lefutott. Az okosszerződések használatával akár egy teljes munkafolyamatot is automatizálhatunk, amint az egyik feltétel teljesül, az elindít egy másik folyamatot. [8] Egy ilyen szerződésben annyi feltételt szabhatunk meg, amennyit csak szeretnénk, annak érdekében, hogy a szerződő felek minden igénye ki legyen elégítve.

Ezt egy vonat közlekedésre lefordítva, a szerződés pontjai a vonat közlekedésének minden mozzanatát magukba foglalják, kezdve a kiinduló állomás kijáratú vágányútjának beállításától a végállomáson való megállásig és vágányútoldásig. Vagyis a szerződés tartalmazza a vonat közlekedése során szükséges összes tevékenységet, azaz magát a mozdonyvezetési folyamatot is. Az előző bekezdés alapján a szerződés pontjai csak akkor teljesülnek, ha ahhoz valamennyi feltétel adott, vagyis egy adott állomáson történő áthaladás, mint szerződés pont teljesülésének feltételei:

- bejáratú vágányút beállítása (minden forgalmi tevékenységet beleértve)
- bejáratú jelző szabad állása
- kijáratú vágányút beállítása
- kijáratú jelző szabad állása.

Ezen túlmenően a szerződés minden egyes időpillanatban ellenőrzi az érintett objektumok állapotát, vagyis a váltók és a jelzők (helyes) állását, esetlegesen a peronokon az utasok elhelyezkedését a biztonsági sávon belül, az állomási sorompók lezártóságát. Amennyiben az előző feltételek közül egy nem teljesül, vagy az ellenőrzés során nem megfelelő állapotváltozás történik, a szerződés végrehajtása azonnal felfüggesztésre kerül, ami a vonat megállítását jelenti. Természetesen ehhez meg lehet adni egy időkorlátot, hogy az ellenőrzés mikor kezdődjön és mikor érjen véget. A rendszer az egyes objektumok állapotának megfelelően szabályozza a vonat sebességét.

Fentiek alapján a mozdonyvezetés folyamatából a jelzések megfigyelése és ezek alapján a sebesség szabályozása automatizálható. A pálya megfigyelése szenzorok alkalmazásával javítható, ugyanakkor a szabadlátás korlátozottsága a szenzorokat is érinti, így ott még szükség lehet mozdonyvezetői közbeavatkozásra.

A közlekedési biztonság szempontjából kiemelkedően fontos, hogy a szerződés állapotáról, vagyis egy adott vonat helyzetéről a többi résztvevő azonnal értesülhessen, hogy a szükséges intézkedéseket meg tudja tenni. Ehhez az szükséges, hogy a fizikai valóság és annak digitális reprezentációja megegyezzen. Elengedhetetlen, hogy egy fizikai elem és annak digitális leképezése kölcsönösen megbízható legyen mind az állapotreprezentáció, mind pedig az állapotváltozások tekintetében. Egy fizikai kapcsolónak megbízhatóan ugyanabban az állapotban kell maradnia, kivéve az állapotváltozások időtartamát (például egy térköznek addig kell foglaltnak lennie, amíg abban ténylegesen vonat tartózkodik), és nem változtathatja meg az állapotát anélkül, hogy a digitális leképezés erre utasítást adna (például a vonat kihaladt a térközből). Ha egy fizikai elem állapotában erőszakos úton változás áll be (például egy lezárt váltót erőszakkal állítanak át), ez a digitális reprezentációban is meg kell jelenjen, ami a blokk azonnali megváltozását eredményezi. Ez közvetlenül kihat a blokkokat használó okosszerződésekre, így a közlekedő vonatokra. Előbbi példánál maradva, a váltó erőszakos átállítása a szerződés módosulását jelenti, amely esetben a szerződés végrehajtása felfüggesztésre kerül, vagyis a vonat megáll. Ennek feltétele, hogy a fizikai elem és annak informatikai reprezentációja között a szinkronizáció elektronikus úton rendelkezésre álljon [9], vizsgálandó ugyanakkor ennek időszükséglete. Egy 2019-es spanyol tanulmány kihívásként azonosítja a blokkláncok használatakor a tranzakció visszaigazolásának idejét [10]. Az okosszerződések alkalmazásával tehát a mozdonyvezetői hibák csökkenthetők, azonban a teljes mellőzés pillanatban csak olyan vonalakon bevett, amelyek rövidek, szigetüzeműek (például az M4 metró).

### 3.1.2 A mesterséges intelligencia alkalmazása a mozdonyvezetési tevékenység hibalehetőségeinek csökkentésére

A mesterséges intelligencia alkalmazásában rejlő lehetőségek tovább csökkenthetik a mozdonyvezetői hibalehetőségeket. Egy vonat közlekedésének mozdonyvezetési adatait értékelve és elemezve az AI segítségével kialakítható az optimális menetábra, így elérhető a legalacsonyabb fogyasztás. A balesetek bekövetkezését illetően a problémásabb helyek megfelelő sebességű megközelítése, illetve például a vasúti pálya közelében tartózkodó emberek, vagy az útátjáróban rekedt járművek felismerése mind segíthet a balesetek megelőzésében és a mozdonyvezetési folyamat minőségének javításában.

A mesterséges intelligencia vasúti alkalmazásának kutatása még gyerekcipőben jár. Egyre többen foglalkoznak a témával, de még kevés a tapasztalat és a tudományos irodalom. Éppen ezért más közlekedési vagy ipari ágazatokban elért eredményeket is érdemes megvizsgálni, ahol előre haladottabb eredményeket értek már el.

Például közúti közlekedésben intelligens és önvezető járművek területén igen komoly és kézzel fogható eredményeket tudnak felmutatni a szakemberek és gyártók.

A vasúti közlekedésben az önvezető járművekre vonatkozóan az Egységes Európai Forgalomirányítási Rendszer (ERTMS – European Rail Traffic Management System) keretein belül az első szabványok megalkotása megtörtént az Automatic Train Operation (ATO) néven. Ennek lényege, hogy a pálya és a jármű kommunikációja 4 különböző szintbe sorolható. Minél magasabb a szint, annál kisebb mértékű emberi felügyeletre van szüksége a járműnek a menet során.

- GoA1: járművezető által szabályozott menet, Vezetés Támogató Rendszer (Driver Advisory System – DAS) szolgáltatásainak igénybevételeivel
- GoA2: automatikus menet szabályozás a vezető jelenlétével a vezetőálláson, és bármikor visszaveheti az irányítást a jármű felett
- GoA3: automatikus, vezető nélküli menet szabályozás, a vonaton elérhető személyzet jelenlétével, aki bármikor átveheti az irányítást, ha egy szinttel visszaesik a szolgáltatás
- GoA4: automatikus, vezető nélküli menet szabályozás, a vonaton elérhető személyzet nélkül.

Jelenleg az 1 és 2 szint specifikációja készült el, és zajlik a 3 és 4 szint megalkotása [11].

A mesterséges intelligencia ugyanakkor olyan komoly számítási kapacitást igényel, amit egy jármű fedélzeti berendezése önmagában nem képes kiszolgálni. Általában az AI ideális és hatékony futtatási környezete inkább felhős számítási kapacitással szolgálható ki. Éppen ezért a valós idejű

döntéshozatalhoz a jármű és a felhő alapú szolgáltatás között megbízható és nagy sáv szélességű adatkapcsolatra van szükség. A vasúti közlekedésben is felismerték ezt a problémát, és ennek érdekében a Vasutak Nemzetközi Egyesülete (UIC) megalkotta az Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) szabványt. Ez a vezeték nélküli telekommunikációs szabvány elsősorban a már elavult GSM-R technológiát hivatott kiváltani. Ugyanakkor már képes lesz kiszolgálni azt a sáv szélességet is, ami az AI műszaki feltételeinek kiszolgálására alkalmas [12].

Egy közlekedési rendszerben a járművek egymásra is hatással vannak. A közúti közlekedésben, az önvezető járművek kialakítása érdekében végzett mesterséges intelligencia kutatások azt a célt szolgálják, hogy a járművek menet közben ne csak a pályával, hanem egymással is kommunikáljanak. Ezzel is csökkenteni szeretnék a balesetek valószínűségét. A vasúti közlekedésben ezt hivatottak biztosítani a V2T eszközök, amelyek hatással vannak a mozdonyvezető tevékenységére.

### 3.2 Az üzemi biztonság emelése

Az üzemi biztonság emelése azért fontos, hogy a mozdonyvezetőnek ne kelljen meghibásodott berendezések miatt nagyobb figyelmet fordítania a vezetési folyamatra. Extrém esetekben, például meghibásodott térközbiztosító berendezés esetén, szükséges második (figyelő) embert is alkalmazni a mozdony annak érdekében, hogy a biztonsági szint ne csökkenjen.

Ugyanakkor az üzemi biztonságot mind jármű, mind pedig pályafalon hosszú élettartamú, megbízható termékekkel kell szavatolni, amelyek meghibásodási valószínűsége csekély. Fontos továbbá, hogy az üzembiztonság nem csak a meghibásodásmentes üzemet jelenti, hanem azt is, hogy az adatok a kiindulási állapotnak megfelelően érjenek célba [13]. Vagyis a digitális adattovábbítás során ne forduljanak elő meghibásodások. Ezek védelmét az adattovábbító hálózatok megfelelő kiválasztásával lehet elérni. Az 1. táblázat mutatja, hogy milyen hibák és milyen gyakorisággal fordulhatnak elő a különböző típusú adattovábbító hálózatokban [14].

1. táblázat: Egyes átviteli hibák előfordulása a különböző típusú hálózatokban

ssz.	hiba típusa	I. osztályú belső, zárt hálózat	II. osztályú zárt hálózat	III. osztályú nyílt hálózat
1.	ismétlés (egy adat kétszer jelenik meg a rendszerben)	ritkán előfordulhat	közepes előfordulás	gyakori előfordulás
2.	kimaradás (egy adat nem jelenik meg a rendszerben)			
3.	elváltozás (egy adat hibásan jelenik meg a rendszerben)			
4.	késés (egy adat nem kellő időben jelenik meg a rendszerben)			
5.	beszúrás (nem oda illő adat jelenik meg a rendszerben)			
6.	sorrendváltozás (az adatok sorrendje felcserélődik)		ritkán előfordulhat	
7.	hamisítás (egy adat értékét szándékosan megváltoztatják)		nagyon ritkán fordul elő	

A hálózati adatátvitelben bekövetkező hibák (szándékolt) előfordulásakor balesetek is bekövetkezhetnek, például, ha egy továbbhaladást tiltó jelzési kép késve jelenik meg a jelzőn és a mozdonyvezető nem kezdi meg időben a fékezést. Ezért a korszerű biztosítóberendezéseknél kiemelten fontos, hogy a kommunikáció belső vagy zárt hálózaton történjen, mert ezekben az esetekben a hibák előfordulási gyakorisága elviselhető kockázatot jelent, amely így elősegítheti a mozdonyvezetési folyamat hibamentességét.

### 3.3 A forgalmi biztonság növelése

A mozdonyvezető munkája során a jelzési és forgalmi utasítások által meghatározott szabályok szerint cselekszik. A balesetmentes közlekedés éppen ezért sok esetben csak a forgalombiztonsági szabályok betartásával garantálható. Miután ezt a tudást jelen pillanatban nem ellenőrzik gépek, ezért leginkább itt lehetséges hibák vétése. Ennek kiküszöbölésére is alkalmazhatók a már bemutatott okos szerződések. A szerződésekbe bele lehet foglalni adott mozgás lebonyolításához szükséges forgalmi szabályokat, így a mozdonyvezető döntési szükségessége csökkenthető. A szerződés csak valamennyi forgalmi szabály

teljesülésekor engedi tovább a vonat közlekedését, ugyanakkor váratlan rendkívüli eseményekre ez sem jelent teljes mértékben megoldást.

A mesterséges intelligencia ebben az esetben is segítségünkre lehet. Az elmúlt 1-2 évben azt tapasztalhattuk, hogy nagy mennyiségben emelkedett a közúti vasúti átjárókban történt balesetek száma. A végső és a legnagyobb előrelépés az lenne, ha a szárazföldi közlekedési rendszerek járművei (vasút, közút, városi közlekedés) egymással is képesek lennének kommunikálni a jövőben. Minden lehetséges kockázatot minimalizálhatnánk, ami balesetveszélyes helyzeteket idézhet elő. Ehhez természetesen még nagyon sokat kell megtenni, hogy kialakuljon egy megbízható, üzembiztos AI keretrendszer, ami támogatja az emberiséget a közlekedési szektorban.

## Konklúzió

A vasúti közlekedésbiztonságának egyik meghatározó pontja a mozdonyvezető megfelelő tevékenysége. A balesetek elkerülésében meghatározó szerepet játszik a hibamentes mozdonyvezetési tevékenység. Cikkünk e folyamat hibáinak elemzésével mutat új megoldásokat a baleseti kockázat csökkentésére.

Az első részben elemeztük a mozdonyvezetői hibákat, majd pedig meghatároztuk a közlekedésbiztonság egyes biztonsági tényezőit és azok hatását a mozdonyvezetési folyamatra. A cikk második felében bemutattuk ezen tényezők fejlesztésének lehetőségét, különös tekintettel a blokklánc alapú okosszerződésekre, amelyek képesek a vasúti közlekedés és így a mozdonyvezetés folyamatának irányítására. A szerződések a beépített védelmi funkcióknak köszönhetően képesek jelentősen csökkenteni a mozdonyvezetői hibákat, ezáltal növelve a közlekedési biztonság színvonalát.

A folyamat tovább erősödhet, ha kihasználjuk a mesterséges intelligencia nyújtotta előnyöket is. Az AI segítségével csökkenhet a reakcióidő, nagyságrendekkel több információt lehet feldolgozni és beépíteni a vezetési folyamatokba. Emellett a járművek egymás közötti kommunikációja olyan óriási lépés lehet a közlekedés biztonságban, ami szintén nagyságrendekkel javítja a megbízhatóságot, és csökkenti konfliktus helyzetek kialakulását.

Összefoglalásul kijelenthető, hogy a gépek jelentős mértékben képesek fokozni a biztonság színvonalát és ezáltal a balesetek bekövetkezésének kockázatát, ugyanakkor az emberi hibából eredő baleseteket teljes mértékben nem tudják megakadályozni. Itt nem elsősorban a vasúti hibából eredő balesetekre gondolunk, hanem az idegen fél által okozott rendkívüli eseményekre, amelyek sok esetben vezethetnek balesetek bekövetkezéséhez.

További fejlesztésekkel pedig kialakulhat a vasúti közlekedésben releváns adatok (közlekedési folyamatok) egyszerre hiteles és publikus követhetősége, amelyeket össze lehet szervezni egy komplex ITS (Intelligent Transport System – Intelligens Közlekedési Rendszer) ökoszisztémába, és ami egyben biztosítja a közlekedés megfelelő szintű védelmét [15], valamint az alágazat és így a mozdonyvezetési folyamat közlekedési biztonságát.

Alapvetően elmondható, hogy a vasúti közlekedésbiztonság színvonalának gépek általi növelése megfelelő irány, azonban a megnyugtató biztonsági szint eléréséhez a többi közlekedő biztonságának emelése is szükséges.

## Irodalomjegyzék

- [1] Sikora, P. – Malina, L. – Kiac, M. – Martinasek, Z. – Riha, K. – Prinosil, J. – Jirik, L. – Srivstava, G.: Artificial Intelligence-Based Surveillance System for Railway Crossing Traffic, *IEEE Sensors Journal*, 21:14, 2021, 15515-15526
- [2] Choi, J. – Marojevic, V. – Sharma, A. – Zewede, B. – Nealy, R. – Anderson, C. – Withers, J. – Dietrich, C. B.: Measurement and configuration of DSRC radios for Vehicle-to-Train (V2T) safety-critical communications, *IEEE Wireless Communications Letters*, 7:3, 2018, 428-431
- [3] Huang, J. – Zhang, E. – Zhang, J. – Huang, S. – Zhong, Z.: Deep Reinforcement Learning Based Train Driving Optimization, conference paper, 2019 Chinese Automation Conference (CAC), 2020, IEEE, <https://doi.org/10.1109/CAC48633.2019.8996988> (2024.07.08.)

- [4] Tokody, D. – Schuster, Gy. – Papp, J.: Study of How to Implement an Intelligent Railway System in Hungary, conference paper, IEEE 13th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, 2015, <https://doi.org/10.1109/SISY.2015.7325379> (2024.07.08.)
- [5] El Assad, Z. E. A. – Mousannif, H. – Moatassime, H. A. – Karkouch A.: The application of machine learning techniques for driving behavior analysis: A conceptual framework and a systematic literature review, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 87, 2020, 103312, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.103312> (2024.07.08.)
- [6] Jankó D.: Közúti közlekedésbiztonság (egyetemi tankönyv), Novadat Bt., Győr, 1992.
- [7] Lévai Zs.: Közlekedésbiztonság (egyetemi jegyzet), Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2019.
- [8] Horváth M. A.: A blokklánc technológia, mint a vasúti biztonság új eleme; In: Horváth B. – Henézi D. (szerk.): Közlekedésbiztonsági Konferencia, Győr, 2023 (tanulmánykötet), Széchenyi István Egyetem – Közlekedéstudományi Egyesület – KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Győr, 2023, 13-22
- [9] Kuperberg, M. – Kindler, D. – Jeschke, S.: Are Smart Contracts and Blockchains Suitable for Decentralized Railway Control?, *Ledger*, 2020/5, 36-61
- [10] Fernández-Camarés, T. M. – Fraga-Lamas, P.: A review on the Application of Blockchain to the Next Generation of Cybersecure Industry 4.0 Smart Factories; *IEEE Access*, 7:4, 2019
- [11] <https://ertms.be/activities/automatic-train-operation> (2024.07.01.)
- [12] <https://uicfrmc.org/?lang=en> (2024.07.09.)
- [13] Kővári M.: Biztosítóberendezés online? *Vasúti Vezetékvilág*, 1:3, 2017, 20-26
- [14] Lévai Zs.: a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének innovatív módszerei, Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2023.
- [15] Bódi Antal: Közlekedésbiztonság fokozását megalapozó komplex ITS ökoszisztéma kialakításának kérdései, Doktori (PhD) értekezés, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2022

# **Balesetmegelőzés gyermekkortól az időskorig Győr-Moson-Sopron Vármegyében / Accident prevention from childhood to old age in Győr-Moson-Sopron County**

**Rosta Roland**

**Győr-Moson-Sopron Vármegyei Rendőr-főkapitányság**  
rostar@gyor.police.hu

**Kivonat:** Az alábbiakban bemutatásra kerül, hogy Győr-Moson-Sopron Vármegyében a balesetmegelőzés területén milyen központi, illetve egyedülálló kampányokat, programokat szervezünk annak érdekében, hogy a személyi sérüléses közlekedési balesetek számai csökkenjenek. Vármegyénkben az egyik szlogenünk lett a „Balesetmegelőzés gyermekkortól az időskorig” hisz minden szegmensben fontosnak tartjuk a balesetek megelőzését.

**Abstract:** The following is a presentation of the central and unique campaigns and programmes we organise in the field of accident prevention in Győr-Moson-Sopron County in order to reduce the number of traffic accidents with personal injury. In our county, one of our slogans is "Accident prevention from childhood to old age", because we consider accident prevention important in all segments.

*Kulcsszavak: balesetmegelőzés; közlekedésre nevelés; kampány; program; innováció*

*Keywords: accident prevention; traffic education; campaign; program; innovation*

## **Bevezetés**

A közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény a közlekedési, baleset-megelőzési propaganda-tevékenységet állami feladatként határozta meg, melynek végrehajtását a 2002/1992. (HT.2.) Kormányhatározat a rendőrség közlekedési szolgálatának hatáskörébe utalta – a közlekedési felügyeletek közreműködésével.

A kormányhatározatban foglaltak alapján az Országos Rendőr-főkapitányság (továbbiakban: ORFK) a balesetek megelőzésére szolgáló területi és országos közlekedésbiztonsági tevékenység irányítására 1992. november 24-én létrehozta az Országos Balesetmegelőzési Bizottságot (továbbiakban: OBB), melyet követően került létrehozásra a Győr-Moson-Sopron Vármegyei Közlekedési Balesetmegelőzési Bizottság (továbbiakban: VMKBB), majd ezt követően a Városi Közlekedési Balesetmegelőzési Bizottságok (továbbiakban: VKBB).

## **1. Közlekedésre nevelés gyermekkorban**

### **1.1 Közlekedésre nevelés az óvodában és általános iskolában**

Vármegyénkben folyamatosan tartunk ütemezett előadásokat óvodákban, illetve felkérésre is részt veszünk különböző programokon, gyermeknapon, ahol technikai bemutatókat is tartunk. A megyében meghirdetésre kerül minden évben az Országos Rendőr-főkapitányság –Országos Balesetmegelőzési Bizottsága (továbbiakban: ORFK-OBB) által óvodásoknak és általános iskolásoknak kiírt országos felmenő rendszerű „Így közlekedtek Ti!” című rajzpályázat, amelyre értékes díjakat adunk át a nyerteseknek.

Kidolgoztunk egy egyedülállónak mondható óvodák részére szóló ún. "MegÓvLak" óvodaséta programot. A program elemeinek kidolgozását a helyi sajátosságok figyelembevételével indítottuk el Sopronban, majd Győrben és más városban is folytattuk azt.

Az elmúlt években meghirdettük a MINI-KRESZ „Pindur Pandúr Ki Mit Tud?” vetélkedőt a Nemzedékek Biztonságáért közhasznú Alapítvánnyal közösen, majd a felsős diákok részére a „Kerékpáros Iskola Kupa” selejtezőit. Ezeken a versenyeken KRESZ tesztekkel töltenek ki a versenyzők,

majd kerékpáros ügyességi pályán próbálják ki a tudásukat. Ezek a versenyek felmenő rendszerűek, egészen az országos versenyig. A Magyar Autóklubbal közös „Ki a mester két keréken” versenynek például európai döntője is van, melyen vármegyénk is képviselte Magyarországot 2023. évben.

A Rendőrség 2008. szeptember 1-jével hirdette meg „Az iskola rendőre” programot, amely az eddigi tapasztalatok alapján nagymértékben segítette a gyermekek védelmére irányuló átfogó bűn- és balesetmegelőzési tevékenységet. Elmondható, hogy a rendőri jelenlét miatt a gyermekek, a pedagógusok és a szülők egyaránt nagyobb biztonságban érzik magukat, valamint az is érzékelhető, hogy az iskolák környékén a gépkocsivezetők sokkal figyelmesebben, a közlekedési szabályokat betartva közlekednek.

Az ORFK-OBB által létrehozott iskolarendőr programnak is köszönhetően a gyermekek közlekedésbiztonsága terén – nemzetközi viszonylatban is – jelentős sikereket könyvelhetünk el. A gyermekek a legsérülékenyebbek, legyen szó közúti közlekedési balesetéről, élet- vagy vagyon elleni bűncselekményekről, bármilyen rossz szándékú befolyásról vagy csak a tapasztalatlanságukból fakadó átgondolatlan döntésekről. Ők azok, akik életkorukból adódóan nem érzik a veszélyt a közlekedési helyzetekben, vagy – biztonságot nyújtó közeg híján – az élet más, számukra ismeretlen szituációiban. Az elmúlt évben vármegyében 139 iskolának volt 68 iskola rendőre.

A már tradicionálisnak mondható tanévkezdési kampány (1. ábra szemlélteti) 2023. évben Győrben a Kölcsey Ferenc Általános Iskolánál került megszervezésre, amelyről megyeszerte hírekkel, újságcikkkel és riportokkal tájékoztattuk a lakosságot a tanévkezdés baleseti veszélyforrásairól, illetve az iskolák környezetében végrehajtott fokozott ellenőrzésekről, valamint a hagyományosnak nevezhető „Az iskola rendőre” programról, és számos közlekedési problémáról.



1. ábra: „Az iskola rendőre” program nyitó eseménye

A Szegedi Tankerületi Központ és a Csongrád-Csanád Vármegyei Rendőr-főkapitányság - az országban elsőként - 2017. szeptember 1-jén indította útjára a „Közlekedjünk együtt, vigyázzunk egymásra!” (KEVE) néven kidolgozott biztonságos közlekedésre nevelő programját, amely korosztálynak megfelelő módon kívánja kialakítani a diákokban azokat a viselkedési normákat, amelyek hozzásegítik őket a mindennapos közlekedés kockázatainak csökkentéséhez. 2022. évben vármegyénkben is elindítottuk a KEVE programot, amivel immár 10 iskolában vagyunk jelen. 1. weboldal

„Az iskola rendőre” program záróeseményeként az ORFK-OBB és a Magyar Biztosítók Szövetsége (MABISZ) együttműködésében létrejött „Biztonság hete”, illetve „KRESZ –Fesztivál” programot minden évben megrendezzük, amelynek a Leier City Center ad otthont. Itt minden évben bemutattuk a „Holttér” programunkat (2. ábra szemlélteti), amivel felhívtuk a gyerekek és a járművezetők figyelmét a járművek holttereinek a fontosságára.



2. ábra: Holttér program

Az elmúlt években a fentiekén túl a „Biztonság hete” keretén belül a balesetek megelőzése érdekében a VMKBB egy országosan egyedülálló sokkoló kiállítással készült, amelyet a győri Városháza téren állított fel 55 arc nélküli sziluettet (3. ábra szemlélteti). A 3 napig megtekinthető mementó, megyénkben a közlekedési balesetben elhunytaknak állított emléket. Ezzel a „szép szavakon túli” balesetmegelőzési sokkoló projekttel hívtuk fel a járművezetők figyelmét a szabályos közlekedésre. A kiállításról a helyi médián túl az országos média is beszámolt. Ezt követően a kiállítást elvittük a vármegye minden nagyvárosába.



3. ábra: Sokkoló kiállítás

Minden évben megszervezzük a Győri Városi Közlekedési Balesetmegelőzési Bizottsággal közösen az 1 hetes közlekedési nyári tábor, amely nagy sikernek örvend évek óta. A táborban megrendeztük a hagyományosnak mondható kerékpáros túrát annak érdekében, hogy a gyermekek figyelmét felhívjuk a szünidő veszélyeire.

2022. évig megrendeztük az ORFK-OBB kiírására az ún. „SuliMoped” programot (4. ábra szemlélteti a logót), amelyben évente 50 fő 8 osztályos tanulót juttatunk ingyenesen segéd-motoros vezetői engedélyhez.



4. ábra: Sulimoped logó

## 1.2 Közlekedésre nevelés a középiskolákban

A középiskolás tanulók részére meghirdetettük a „Középiskolás Közlekedésbiztonsági Kupát”, valamint többször a Soproni Polgárőr Szövetséggel karöltve „Élj túl 1 napot Biztonságosan” címmel balesetszimulációt (5. ábra szemlélteti) szerveztünk Sopronban, valamint Győrben. A fenti közlekedésbiztonsági napokon mintegy 2-3000 középiskolás diák vett részt minden alkalommal az elmúlt években. A fentiekén túl pályaaorientációs látogatások során több előadást tartottunk a középiskolás tanulók részére a rendőrség népszerűsítése érdekében.



5. ábra: Baleseti szimuláció

## 2. Közlekedésre nevelés a felnőttkorban

### 2.1 Közlekedésre nevelés az egyetemen

A Széchenyi István Egyetemen jó kapcsolatot ápolunk a VMKBB tagságban is többen jelen vannak az ott közlekedési téren dolgozók. Évek óta a felkérésekre folyamatosan tartottunk előadásokat a Közlekedési Klubnak. Közlekedési Kultúra napján a „Finn ittas” módszerrel végrehajtott ellenőrzéseket szerveztünk a hallgatókkal karöltve. (6. ábra szemlélteti a plakátot)



6. ábra: Plakát az előadásról

### 2.2 Közlekedésre nevelés az időseknél

Megyénkben közel 120 idősothton, nyugdíjas szervezet működik. Jó kapcsolatot ápolunk a megyében működő Idősügyi Tanáccsal. Közreműködésükkel minden évben szerveztünk a kapitányságok területén az idősek részére oktatásokat, előadásokat.

Az előadások témakörei:

- a járművezetés személyi feltételei és közlekedésbiztonsági összefüggései,
- a közlekedési szabályszegések lehetséges jogkövetkezmenyei,
- az aktív- és passzív biztonsági elemek és hatásai a közlekedésbiztonságra,
- gyalogosként, kerékpárosként és gépkocsivezetőként közlekedve,
- közlekedés mezőgazdasági gépekkel és járműnek nem minősülő közlekedési eszközökkel,
- alvászavar és a közlekedésbiztonság kapcsolata.

### 3. Szakmai és egyéb rendezvény

Természetesen nagy hangsúlyt fektetünk a rendőr szakmai versenyekre is, ahol az elmúlt években kimagasló eredményeket értünk el, kiemelten a balesethelyszínelésben, mivel azt folyamatosan megnyerte vármegyénk, de az egyéb járőrversenyeken, mint autós, motoros, karos forgalomirányító kategória is dobogós helyen végeztünk. Balesethelyszínelésben 2023. évben megnyertünk egy Európa bajnokságot, amivel Magyarország letette a névjegyét.

A családok közlekedésre nevelése tekintetében minden évben országosan kerül meghirdetésre a „Közlekedik a család” közlekedésbiztonsági vetélkedősorozat (7. ábra szemlélteti). Ennek célja, hogy a családokat együtt tanítsuk meg arra, hogy egymást segítve tanulják meg a közlekedést, ki-ki a saját közlekedési eszközével.



7. ábra: Közlekedik a család

A „Látni és Látszani”, illetve a „Light Friday” elnevezésű kampány is minden évben meghirdetésre kerül országosan.

A „Látni és látszani” kampány során ingyenes járműátvizsgálást, illetve szemvizsgálatot kínálunk a lakosságnak. Arra biztatjuk a gépjárművezetőket, hogy éljenek a felkínált lehetőségekkel, vizsgáltsák át az autójuk világító és fényjelző berendezéseit, gumibroncsát, valamint ellenőriztessék a látásukat, mindezt térítésmentesen. 2. weboldal

A közlekedésbiztonság társadalmi ügy, társadalmi felelősség is. A „Látni és látszani” országos közlekedésbiztonsági akció célja, hogy a közlekedők számára világossá váljon a baleset-megelőzés területén a közlekedés szereplőire háruló felelősség: a vezető fizikai állapota (látása) és a vezetett gépjármű műszaki kondíciója fontos alapjai a biztonságos közlekedésnek. Az ingyenes és kedvezményes szolgáltatásokról a [www.latnieslatszani.hu](http://www.latnieslatszani.hu) honlapon lehet tájékozódni. Segítségként országos szerviz- és optikakereső szolgáltatás is működik a felületen.

A „Light Friday” elnevezésű program (8. ábra szemlélteti) keretében láthatóságot segítő közlekedésbiztonsági eszközöket kaphatnak a közlekedők. A készlet erejéig, óriási – 100 %-os – árengedménnyel.



8. ábra: Light Friday

Digitális Plakátkampány! Az elmúlt években a bűnmegelőzési osztállyal közösen prevenciós tartalmak megjelenítését hajtottuk végre, amelyek a megyeszékhelyen működő elektronikus reklámozslapokon, hirdető táblákon vannak jelen. A készülékek a város legforgalmasabb, közforgalom számára megnyitott bel terein (jelenleg 29 helyszínen, pl. Audi Aréna, Győr Pláza, Széchenyi István Egyetem, Inter Spar, orvosi rendelők stb.) helyezkednek el, elérve ezzel a lehető legszélesebb célcsoportokat. (9. ábra szemlélteti)

A Kisalföld Marketing KFT-vel szerződéskötést követően a témák a következők lettek:

- Március: Vigyázzon a gyalogosokra!
- Április: Ne vezessen ittasan!
- Május: Motorozzon biztonságosan
- Június: A három közúti gyilkos!
- Július: Motorozzon biztonságosan!
- Augusztus: A három közúti gyilkos!
- Szeptember: Figyeljen a járművek Holttereire!
- Október Légy mindig látható!
- November: Légy mindig látható!
- December: Ne vezessen ittasan!



9. ábra: Elektronikus reklámozslap

Közösségi média, Facebook, Tik-Tok oldal. 2017. évben létrehoztuk a Bűn-és baleset-megelőzési Facebook oldalt, amit, azóta is folyamatosan működtetünk. Van olyan megjelenésünk a Tik-Tok oldalon, amely 1 millió 200 ezres megtekintéssel bír.

A vármegyei oldalnak 18117 követője van a 2023. évben 9 019 758 emberhez értünk el a posztjainkkal.

Megyénk fő közlekedési útvonalain az utóbbi években elszaporodott a kelet európai országokba történő járműszállítások száma. A szállító cégek illetve a gépkocsivezetők figyelmen kívül hagyják a vontatásra illetve a járművek terhelésére vonatkozó szabályokat, amelyek potenciális balesetveszélyt jelentenek. A fenti probléma megoldására a VMKBB a tranzitútvonalakra óriásplakátokat helyezett ki az ORFK-OB

segítségével. A plakátok célja, hogy a szállítást végzők anyanyelvén illetve Magyar nyelven információt kapjanak arra vonatkozóan, hogy a fentiekben említett szabályszegőket a rendőrség szigorúan bünteti. A „Horrorkaraván” óriásplakátok (10. ábra szemlélteti) kihelyezésével kapcsolatban országos média is foglalkozott.



10. ábra: Horrorkaraván plakát

A megyénkben lévő 81-es számú főút közlekedésbiztonsági helyzetének javítása érdekében Mezőőrs magasságába ún. DiBond fém és műanyag szendvics rendőrautó (11. ábra szemlélteti), illetve rendőr sebességellenőrző berendezéssel táblát helyeztünk ki az útszakaszra. Azóta Győrladamér területén is van egy kihelyezett ilyen tábla. 3. weboldal



11. ábra: DiBond tábla

Kezdeményezésünkre az Audi ETO KC női kézilabda csapat is mellé állt a balesetmegelőzésnek. Számos programmal igyekszünk együtt népszerűsíteni a balesetmegelőzés fontosságát. Említhetjük itt a meccs közbeni led fal megjelenéseket, az ott végzett KRESZ teszt kitöltést, a számos megelőzési videófilmet, megmozdulást. A MOB Fair Play Bizottsága az ORFK-OBB részére a balesetmegelőzési programjáért Fair Play díjat adott át a tavalyi évben. Gyorsforgalmi utakon óriásplakátok kerültek elhelyezésre az összefogásról. (12. ábra szemlélteti)



12. ábra: Audi ETO KC plakát

Pár éve belekezdünk balesetmegelőzési kisfilmek készítésébe, amelyek nagy sikernek örvendtek a honlapunkat látogatók körében. Készült kisfilm a gyalogosok, kerékpárosok, téli gumiabroncs, csúszós utak, gyermekbalesetek tekintetében, és még KITT (13. ábra szemlélteti, 4. weboldal), azaz Michael Knight autójával, a BSW zenekarral, sőt Metzker Viktória DJ-vel is forgattunk.



13. ábra: KITT autó

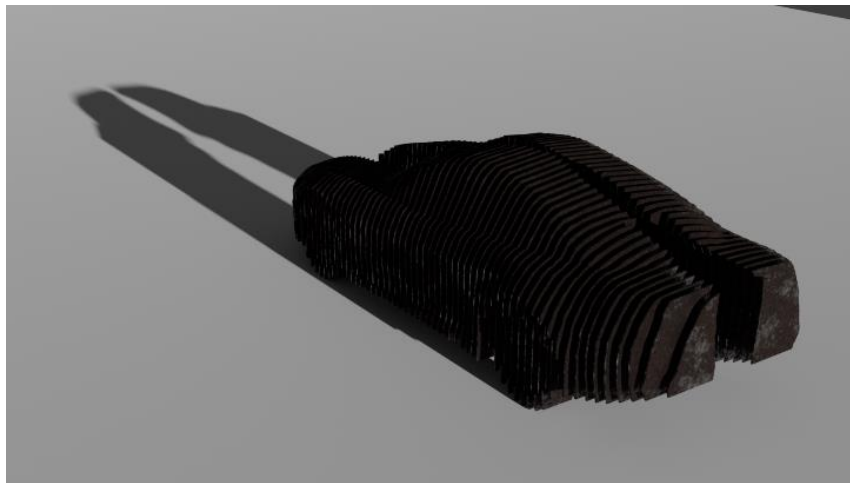
2024. évben a Kerékpározás világnapján elindítottunk egy országosan egyedülálló programot a „Bringa Mustrát”, a biztonságos bringás közlekedésért. A program keretében, segítő szándékkal, ellenőrizzük a kerékpárosokat a polgárőrökkel karöltve az egész vármegye területén. A cél nem a büntetés, hanem a közlekedési kultúra javítása.

Elindítottunk egy bűn és balesetmegelőzési Podcast-et a Széchenyi Egyetemen.

Témák:

- alvászavarok, apnoe szindróma,
- ittas vezetés, drog, orvostani hatások, tévhitek
- passzív biztonsági eszközök,
- gyalogos, kerékpáros, rolleres balesetek és következményeik,
- járművezetés személyi feltételei.

Balesetmegelőzési Áldozati Emlékmű (14. ábra szemlélteti). A közúti közlekedési balesetek áldozatai előtti tisztelgésért és prevenciós céljaink közösségi szimbólumaként egy emlékmű felállítását kezdeményeztük, mely kivitelezése folyamatban van.



14. ábra: Áldozati emlékmű

2012. év óta folyamatosan rendezünk motoros vezetéstechnikai tréningeket (15. ábra szemlélteti), amelyen képzett rendőr motoros kollégák oktatják a megjelent motorosokat, akár kezdő akár haladó tanpályán.



15. ábra: Motoros vezetéstechnikai tréning

Fentiekén túl természetesen számos balesetmegelőzési program van még a vármegyénkben.

### **Konklúzió**

A fenti programok a közlekedők körében nagy sikerekre örvendenek. Számos visszajelzést kapunk arra, hogy amit csinálunk az jó, hisz ha egy-egy megmozdulással, előadással, programmal egy ember életét már megmentjük, akkor elértük a célunkat.

Hiszünk abban, hogy programjainkkal folyamatosan csökkenteni tudjuk a személyi sérüléssel járó közlekedési baleseteket és kicsit átfarmájuk az emberek tudatát, hogy felelős közlekedőként menjenek ki az utakra. Hangsúlyozzuk a család szerepét, mivel a gyerekek első körben onnan kapják meg azokat az instrukciókat, szabályrendszert, amelyekből később ők is felelős közlekedőkké válnak, első körben gyalogosan, majd kerékpárral és járművel.

„...HOGY MINDENKI HAZAÉRJEN!”

### **Irodalomjegyzék**

- [1] <https://kk.gov.hu/fokuszban-a-kozlekedesbiztonsag-a-keve-7-eve> 2024.07.04
- [2] [https://kreszvaltozas.hu/baleset\\_megelozes/latni-es-latszani-2023/](https://kreszvaltozas.hu/baleset_megelozes/latni-es-latszani-2023/) 2024.07.04.
- [3] <https://www.gyorplusz.hu/gyor/iden-is-nagy-siker-volt-a-light-friday/> 2024.07.04.
- [4] [https://bpiautosok.hu/eletnagysagu-traffipaxozo-rendor-tablat-telepitett-a-rendorseg-a-81-es-szamu-fout-megyei-szakaszan/#google\\_vignette](https://bpiautosok.hu/eletnagysagu-traffipaxozo-rendor-tablat-telepitett-a-rendorseg-a-81-es-szamu-fout-megyei-szakaszan/#google_vignette) 2024.07.04.
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=sAQwb9bZuSw> 2024.07.04.

# **Esettanulmány a nagy energiaelnyelő-képességű passzív biztonsági oszlopok hatásáról a pályaelhagyásos balesetek súlyosságára vonatkozóan / Case Study on the Influence of High Energy Absorbing Passive Safe Poles in Run-off-Road Crash Severity**

**Schwarz Péter**

**Független üzleti- és termékmenedzsment tanácsadó  
ptrschwrcz@gmail.com**

**Kivonat:** A tanulmány célja, hogy megvizsgálja és igazolja a nagy energiaelnyelő-képességű (HE) passzív biztonsági oszlopok hatását a pályaelhagyásos balesetek súlyosságára vonatkozóan. Flandriában gyűjtöttek adatokat a pályaelhagyásos balesetekről. Multinomiális és vegyes logaritmus alapú módszerekkel becsülték a különféle szilárdságú úttartozékok hatását a személyi sérüléseket eredményváltozóként használva. Az eredmények összhangban vannak a pályaelhagyásos balesetek súlyosságával kapcsolatban közölt, különböző környezetben keletkezett adatokra alapuló korábbi eredményekkel. A tanulmány eredményei számszerűen bizonyítják, hogy azok a nagy energiaelnyelő-képességű passzív biztonsági oszlopok, melyek megfelelnek az EN 12767 szabvány HE osztályának, kimutathatóan hozzájárulnak a sérülések súlyosságának csökkentéséhez. Az eredmény támogatja az ilyen típusú világítási- és egyéb célú tartóoszlopok telepítésére vonatkozó - az EU több országában már alkalmazott - eljárásrendet és a „megbocsátó infrastruktúra” koncepciót a pályaelhagyásos balesetek súlyosságának csökkentése érdekében. A tanulmány arra is rámutat, hogy a pályaelhagyó járműveket fontos védeni a hagyományos oszlopoktól, mivel az ezekkel való találkozás - nagy valószínűséggel - súlyos sérülésekkel jár. A megállapítás időszerűségét tovább fokozza, hogy a magyar Közúti Visszatartó Rendszerekről (KVR) szóló Útügyi Műszaki Előírás 2024. március 15-én megjelent 1. számú módosítása értelmezi a nem merev akadály fogalmát és meghatározza azok használatának feltételeit, így azok használata - megfelelő helyen és körülmények között - megfontolandó és kívánatos.

**Abstract:** The aim of this study is to examine and demonstrate the effect of high-energy (HE) absorbing passive safety poles on the severity of run-off (ROR) accidents. Data on ROR accidents were collected in Flanders and multinomial and mixed-logit based models were used to estimate the impact of obstacles of different strengths, using personal injuries as outcome variables. The results are consistent with previous results on reported ROR accident severity based on data from different environments. The results of this study quantify that high energy-absorbing passive safety poles that comply with EN 12767 class HE contribute to reducing the severity of injuries. The result supports the procedure for installing this type of lamp and other support poles, which is already used in several EU countries, and the concept of "forgiving road infrastructure" to reduce the severity of ROR accidents. The study also shows that it is important to protect off-track vehicles from traditional poles, as they cause serious injuries. The actuality and importance of the findings are further enhanced by the fact that Amendment No. 1 of the (Hungarian) Road Technical Regulation on Road Restraint Systems (KVR), published on 15 March 2024, interprets the concept of non-rigid obstacles and defines the conditions for their use, so their use must be considered and desirable in appropriate places and circumstances.

**Kulcsszavak:** nagy energiaelnyelő-képességű passzív biztonsági oszlop; EN 12767; pályaelhagyásos balesetek; személyi sérülés súlyosságának csökkentése; Közúti Visszatartó Rendszerek; KVR; megbocsátó infrastruktúra

**Keywords:** high-energy absorbing passive safety column; EN 12767; run-off-road accidents; ROR; decrease in the severity of personal injury; road restraint systems; forgiving road infrastructure

## Bevezetés

A közúti balesetek áldozatai és sérültjei jelentős társadalmi terhet jelentenek az egész világon. A pályaelhagyásos balesetek a leghalálosabb balesettípusok közé tartoznak. Az Európai Közúti Biztonsági Megfigyelőközpont [1] szerint az Európai Unióban 2007 és 2016 között regisztrált halálos balesetek számának körülbelül egyharmadát a magános járműbalesetek teszik ki. Ebben az időszakban mintegy 95.000 ember halt meg magános járműbalesetben az Európai Unió tagállamaiban. Belgiumban, 2007 és 2016 között több mint 3.400 halálos áldozatot követeltek a magános járműbalesetek, ami az összes közlekedési haláleset mintegy 40%-át tette ki.

A magyar utakon 2014 és 2023 között 31.626 pályaelhagyás történt, melyek közül 20.623 szilárd tárgynak ütközés nélkül, míg 11.003 ütközéssel végződött [2]. A jelentős esetszám motiválja, hogy megfontoljunk minden rendelkezésre álló műszaki megoldást a sérülések súlyosságának csökkentése érdekében. Egy ilyen alternatívát jelenthet a nagy energiaelnyelő-képességű (HE) passzív biztonsági oszlopok alkalmazása az arra alkalmas helyeken.

Az úttest és az útmenti tereptárgyak, például a passzív biztonsági oszlopok jelentős szerepet játszanak abban, hogy egy emberi hiba sérüléssel járó balesetet eredményez-e. Az oszlopokkal kapcsolatos balesetek súlyossága csökkenthető a pályaelhagyásos balesetekben szerepet játszó ok-okozati tényezők elemzésével és az ezen alapuló megfelelő intézkedések fogantatásával.

Irodalomkutatásom szerint a [3] tanulmány az első, amely foglalkozik a passzív biztonsági oszlopok sérülési súlyosságot csökkentő hatásának tudományos igényű elemzésével. Ezt a tanulmányt a LNEC és a VIAS intézetek készítették, és benne flandriai baleseteket elemeztek.

Az útberendezések tartószerkezeteinek passzív biztonságára vonatkozó szabvány és az ilyen típusú világítási oszlopok elhelyezésére vonatkozó flamand előírás ismertetése adja az 1. fejezet gerincét. A 2. fejezetben a felhasznált adathalmazok jellemzőit ismertetem, míg a 3. fejezetben a kidolgozott modellek összehasonlító elemzésének eredményei találhatók. Végül az Összefoglalás tartalmazza a következtetéseket és a nagy energiaelnyelő képességű, passzív biztonsági oszlopok vizsgálatára irányuló jövőbeli kutatási és alkalmazási lehetőségeket.

## 1. A vonatkozó európai szabvány és nemzeti előírás ismertetése

Az úttartozékok tartószerkezeteit egy európai hatáskörű szabvány osztályozza azok biztonsági szintje szerint. Az egyes biztonsági szintű tartószerkezetek használata viszont nemzeti hatáskör.

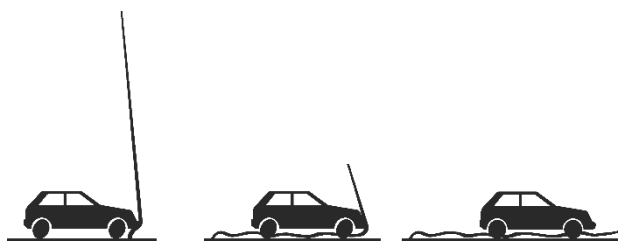
### 1.1 EN 12767 Úttartozékok tartószerkezeteinek passzív biztonsága

2000-ben az Európai Szabványosítási Bizottság (CEN) új szabványt vezetett be – melyet azóta kétszer felülvizsgáltak, 2008-ban és 2019-ben – az úthoz tartozó berendezések passzív biztonsági szempontból történő értékelésére és meghatározására. A jelenleg hatályos EU szabvány a magyar szabványrendszernek is része, – angol nyelven, magyar címdallal – MSZ EN 12767:2019 jelzettel és „Úttartozékok tartószerkezeteinek passzív biztonsága. Követelmények és vizsgálati módszerek” [4] címmel lett bevezetve. A legutóbbi változat az úttartozékok tartószerkezeteit a következők szerint osztályozza:

*1. táblázat: Energia-elnyelési osztályok [4] szerint*

Sebességi osztály, km/h	50	70	100
Energia-elnyelési szint	Kilépő sebesség, $V_e$ , km/h		
HE	$V_e = 0$	$0 < V_e \leq 5$	$0 < V_e \leq 50$
LE	$0 < V_e \leq 5$	$0 < V_e \leq 30$	$50 < V_e \leq 70$
NE	$5 < V_e \leq 50$	$30 < V_e \leq 50$	$70 < V_e \leq 100$

A nagy energiaelnyelő-képességű tartóoszlopokat (HE oszlopokat) úgy tervezték, hogy ütközés esetén biztonságban tartsák az gépjárművekben ülőket. Úgy vannak kialakítva, hogy elnyeljék a gépjármű mozgási energiájának jelentős részét. Amikor a gépjármű nekiütközik, akkor előre tervezetten deformálódnak, mintegy kivasalva azt és lasszóként körbe ölelve a gépjármű karosszériáját. (1. ábra)



1. ábra: A HE osztályú, nagy energiaelnyelő-képességű oszlopok működési elve

A tartószerkezetek EN 12767 szerinti osztályozásához használt paraméterek: a jármű súlypontjának sebessége és az energiaelnyelés mértéke. Az oszlop energiaelnyelési kategóriáját úgy kell meghatározni, hogy meg kell mérni a jármű ütközés utáni sebességét ( $V_e$ ) az ütközést követő 12 m megtett távolság után.

Ez a szabvány a tervezett üzemi feltételekre vonatkozóan három sebességosztályt jelöl meg, 50, 70 és 100 km/h, amelyek meghatározzák a jármű sebességét az ütközési tesztek során. (2. ábra)



2. ábra: Pillanatfelvétel a HE osztályú, nagy energiaelnyelő-képességű oszlopok ütközési tesztje közben

A tanulmány által vizsgált HE osztályú oszlopok – sebességosztálytól függően – 50 km/h ütközési sebesség esetén 0-ra; 70 km/h ütközési sebességnél 5 km/h alá és 100 km/h ütközési sebességnél 50 km/h alá csökkentik a gépjármű kilépő sebességét.

A tartószerkezetnek való ütközés sérülési kockázatát járműalapú sérülési kritériumokkal becsülik meg, két mutató segítségével: gyorsulás mérték indexe (ASI) és elméleti fejütközési sebesség (THIV). Az EN 12767 szabvány öt utasbiztonsági osztályt határoz meg, A-tól E-ig jelölve. A megfelelő utasbiztonsági osztályba sorolást a szabvány által meghatározott ASI és THIV paraméterek értékei alapján kell meghatározni (2. táblázat).

2. táblázat: Behatás súlyosság indexek [4] szerint

Energia- elnyelési szint	Utas- biztonsági osztály	Sebesség, km/h			
		Kisebességű teszt: 35		Nagysebességű teszt: 50; 70; 100	
		Maximum értékek		Maximum értékek	
		ASI	THIV	ASI	THIV
HE/LE/NE	E	1	27	1,4	44
HE/LE/NE	D	1	27	1,2	33
HE/LE/NE	C	1	27	1	27
HE/LE/NE	B	0,6	11	0,6	11
HE/LE/NE	A	Nincs teszt	Nincs teszt	Nem mérik az értékeket	

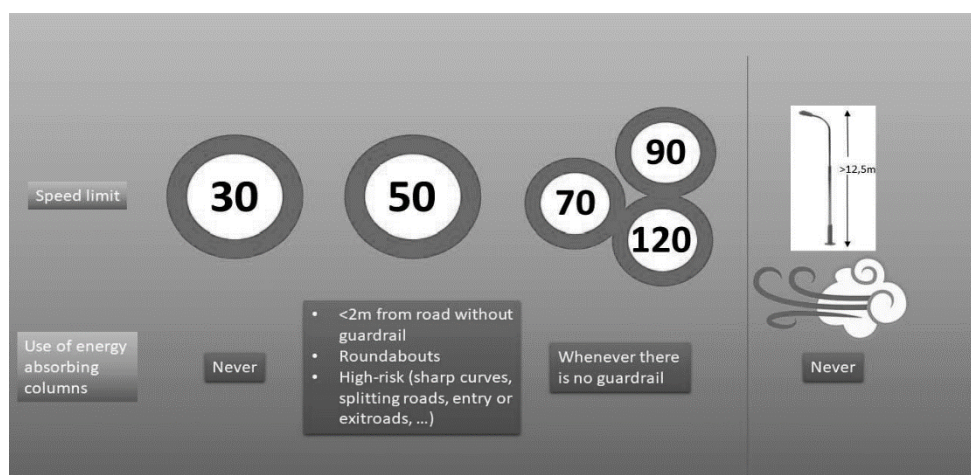
Az oszlopok az EN12767 szerinti tanúsítása passzív biztonsági teszteken alapul. Minden sebességkategóriához két törésteszt van meghatározva. Egy töréstesztet végeznek 35 km/h járműsebességnél, hogy felmérjék, hogyan hat az oszloppal való ütközés a járműre kis sebességnél. Ezután egy másik vizsgálatot kell elvégezni nagyobb sebességgel (50, 70 vagy 100 km/h) a kívánt passzív biztonsági besorolástól függően.

A vizsgálati járműnek szabványos személygépkocsinak kell lennie, amelynek tehetetlenségi tömege 825 kg ± 40 kg, a megengedett legnagyobb rakomány 100 kg, a próbabábu 78 kg ± 5 kg. További követelmények az EN 12767 szabványban [4] találhatóak.

### 1.2 Az útvilágítási tartóoszlopok alkalmazására érvényes flamand előírások

Noha az energiaelnyelő úttartozékok osztályozása az európai szabványon keresztül egységes, arról nincs EU előírás, hogy hol kell, illetve lehet ezeket alkalmazni. Ez nemzeti hatáskörbe tartozik. A Közúti Visszatartó Rendszerekről (KVR) szóló Útügyi Műszaki Előírás 2024. március 15-én megjelent 1. számú módosítása értelmezi a nem merev akadály fogalmát és meghatározza azok használatának feltételeit, de nem definiálja, hol kell alkalmazni azokat.

A Flamand Közúti Igazgatóság 2010 óta javasolja HE-típusú passzív biztonsági oszlopok felszerelését a sebességkorlátozástól, az úttesttől való telepítési távolságtól és a védőkorlátok meglététől vagy hiányától függően. (3. ábra)



3. ábra: A HE osztályú energiaelnyelő oszlopok használati területei Flandriában

A HE-típusú passzív biztonsági oszlopok használatát ajánlják (a hagyományos oszlop helyett) minden olyan helyen, ahol a sebességkorlátozás meghaladja az 50 km/h-t, és nincs biztonsági korlát. Az 50 km/h sebességkorlátozású utakon is ezeket az oszlopokat ajánlják, ha az oszlopok távolsága az útszegélytől kisebb, mint két méter, és nincs biztonsági korlát. Ezenkívül elhelyezésüket ajánlják minden olyan területen, ahol nagy a kockázata annak, hogy a járművek oszlopba ütközhetnek, például éles kanyarok, kijáratok, valamint nagysebességű utak és körforgalmak bejáratai [5].

30 km/h vagy annál kisebb sebesség esetén nem ajánlják a passzív biztonsági oszlopok használatát, mert a sérülésveszély és az esetleges baleseti kárösszeg is csekélynek tekinthető attól függetlenül, hogy hagyományos vagy energiaelnyelő oszlop van elhelyezve.

Azért érdemes a flamand telepítési szabályokkal megismerkedni, mert a tanulmány későbbi részében található elemzés ezekre a viszonyokra alapszik, másrésről ezek kiindulási pontként szolgálhatnak a magyar szabályok felállításához.

## 2. Az adatforrások leírása

A [3] tanulmány Flandria baleseti adatait használta, amelyeket három különböző adatkészletből nyert:

- belga nemzeti baleseti adatok,
- A telepített passzív biztonsági oszlopok geokódolt listája
- úttartozékok sérülési adatai.

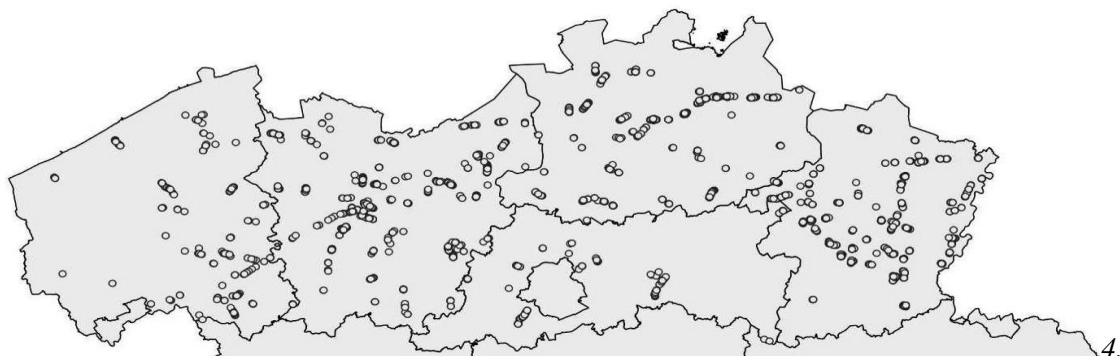
Az országos baleseti adatok tartalmazzák a baleseti, jármű-, utas- és útinformációkat. Ebben a tanulmányban csak a magános gépjárművet érintő pályaelhagyásos baleseteket használták fel. Az útmenti jellemzők közé tartoznak a fák, kerítések, árkok, falak, (világítási és más célú) oszlopok és egyéb rögzített tárgyak jelenléte. Tekintettel a tanulmány fókuszára, további elemzésre csak azokat a magános pályaelhagyásos baleseteket vették figyelembe, amelyek rögzített úttartozékokkal való ütközést eredményeztek.

Az országos baleseti adatok csak a sérüléssel járó baleseteket tartalmazzák. Ez gondot okoz a sérülés súlyosságának elemzésekor, mert a legkivánatosabb eset (azaz olyan baleset, ahol senki sem sérült meg) nem szerepel benne. A probléma megoldása érdekében egy harmadik adathalmazt is felhasználtak: a sérült úttartozékokra vonatkozó adatokat a Flamand Közúti és Közlekedési Ügynökség (AWV) szolgáltatta. Az ilyen károk szinte mindig baleset következményei, és minden olyan kár esetében, amelynek nem volt jele a belga nemzeti baleseti adatbázisban, feltételezték, hogy csak anyagi kárral járó balesetről van szó.

Fontos megemlíteni, hogy Belgiumban a sérülések súlyosságát a rendőrség tartja nyilván, és az áldozatok kórházi tartózkodásának és kimenetelének függvényében kategorizálja a következők szerint:

- Anyagi káros baleset, ha a résztvevői között nincs személyi sérülés
- Enyhe sérülést akkor regisztrálnak, ha a résztvevő orvosi kezelésre szorul, de 24 óránál rövidebb ideig marad kórházban;
- A súlyos sérülés olyan résztvevőre vonatkozik, akit kórházi fekvőbetegként regisztráltak, és több napig ott tartózkodik;
- Halálos áldozatnak minősül az a résztvevő, aki a baleset bekövetkezésétől számított 30 napon belül és a baleseti sérülések következtében hal meg.

Annak azonosítására, hogy milyen típusú (hagyományos vagy HE passzív biztonságú) oszlopot találtak el, az ütközési adatokat összekapcsolták a Flandriában telepített több mint 5.800 db HE passzív biztonsági oszlop geokódolt listájával (lásd a 4. ábrát), beleértve a GPS-koordinátákat és a telepítés dátumát.



4. ábra: A HE osztályú energiaelnyelő oszlopok területi elhelyezkedése Flandriában

Azt, hogy az oszlopok passzív biztonságú oszlopok-e, a következő kritériumok együttes fennállása alapján határozták meg:

- *Helyszín egyezése*: a baleset a sérült oszloptól 20 m-en belül történt;
- *Időbeli egyezés*: ütközés vagy sérülés történt egy passzív biztonsági oszlop felszerelése után;
- *Típus egyezés*: ütközés vagy sérülés egy világítási oszlopot érintett és nem érintett egyéb úttartozékot.

A passzív biztonsági oszlopokat a következő szerint is osztályozták:

- *Biztosan HE passzív*: ha az oszlop a sérüléssel járó baleset közelében található (az úttartozékot a rendőrség "oszlopként" kódolja) vagy ütközéssel összefüggő sérült infrastruktúra közelében ("világítási oszlopként" kódolva), és a HE passzív biztonságú oszlop telepítésének dátuma megelőzi az ütközés dátumát;
- *Valószínűleg HE passzív*: ha az oszlop a sérüléssel járó baleset közelében található (az úttartozékot a rendőrség "oszlopként" kódolja) vagy ütközéssel kapcsolatos sérült infrastruktúra közelében ("világítási oszlopként" kódolva), és a HE passzív biztonsági oszlop telepítésének dátuma ismeretlen;
- *Nem passzív*: ha az oszlop a sérüléssel járó baleset közelében (az úttartozékot a rendőrség "oszlopként" kódolja) vagy ütközéssel kapcsolatos sérült infrastruktúra közelében (világítási oszlopként kódolva) található, és a HE passzív biztonságú oszlop telepítésének dátuma későbbi, mint az ütközés dátuma.

A fenti kategóriák alapján két adatkészletet hoztak létre. Az első tartalmazza a magános pályaelhagyásos baleseteket az ütközéssel, a járművel, az utassal és az úttesttel kapcsolatos információkkal együtt, amelyeket a továbbiakban „*sérüléssel járó balesetek*” adatkészletnek neveztek. Ez az adatkészlet két adathalmazból keletkezett: a belga nemzeti baleseti adatokból és a HE passzív biztonságú oszlopok geokódolt listájából. A második lépésben hozzáadták az úttartozékok káradatait. Ezzel lényegesen fel tudták nagyítani a mintát és bele tudták venni a rendőrségi adatbázisból nagy valószínűséggel hiányzó csak anyagi káros eseteket is. Ezt az adathalmazt a továbbiakban „*sérüléssel és a csak anyagi kárral járó*” baleseti adathalmaznak nevezték. Ebben a tanulmányban – a nagyobb adathalmaz miatt – csak a második adatkészletre fókuszálunk. Ebben 391 (1,4%) halálos esetet, 1.758 (6,3%) súlyos sérülést, 10.157 (36,4%) könnyű sérülést és 15.560 (55,8%) személyi sérüléssel nem járó balesetet azonosítottak (3. táblázat).

3. táblázat: A „*Sérüléssel és a csak anyagi kárral járó*” pályaelhagyásos balesetek statisztikája

Baleset kimenetele	Halálos	Súlyos sérült	Könnyű sérült	Személyi sérülés nélkül	Összesen
Esetszám	391	1.758	10.157	15.560	27.866
Százalék	1,4%	6,3%	36,4%	55,8%	100%

### 3. A modellek eredményei

A [3] tanulmány összefoglalja a szakirodalomban található lehetséges elemzési modelleket, aminek ismertetése messze meghaladja ennek a tanulmánynak a kereteit és nem is célja. Most csak a 3. táblázatban szereplő adathalmazra alkalmazott MNL (Multinomial logit) modell eredményeit ismertetem.

Ebben az elemzésben számos változót, mint bemenő paramétert választottak ki öt nagy kategóriából: időjárás körülményekkel kapcsolatos változók (beleértve az esőt); úttestváltozók (beleértve a kereszteződést és a sebességkorlátozást); ütközési változók (beleértve az útkadályokat, például oszlopokat, árkokat és fákat); járművel kapcsolatos információk (az érintett jármű fajtája) és a járművezető állapotjellemzőit (pl. a járművezető alkoholos befolyásoltsága). Minden modell tartalmazta a klasszikus és a HE passzív biztonsági oszlopokkal kapcsolatos változókat. Összesen 38 paramétert kalibráltak, amelyek segítségével a fent felsorolt kategóriákhoz kapcsolódó különböző tényezők lehetséges hatásait lehetett azonosítani a balesetek súlyosságára vonatkozóan, négy kategóriában (halálos, súlyos, könnyű és sérülés nélkül), mint kimenő paraméterek. A bemenő paraméterek közül néhány fontosabb szerepel a 4. táblázatban.

4. táblázat: A modell eredmények összesítése

Személyi sérülés súlyossága	Változó	Összesített eredmény	A valószínűség változása
Halálos	70 km/h sebesség korlátozás	▲	0,81
	Férfi vezető	▲▲	2,01
Súlyos	Személygépkocsi	▼	-0,45
	Moped	▲	0,33
	<b>Hagyományos oszlop</b>	▲	<b>0,88</b>
	30 km/h sebesség korlátozás	▲▲	1,34
Könnyű	Árok	▲▲	2,05
	Alkoholos befolyásoltság	▲	0,23
	Eső	▲	0,03
	<b>HE biztonsági oszlop</b>	▲▲	<b>1,28</b>
Nincs	50 km/h sebesség korlátozás	x	x
	Fa	▼	-0,8
	Kereszteződés	x	x
	<b>Hagyományos oszlop</b>	▼	-0,24

Jelmagyarázat: ▲▲ = a valószínűség szignifikánsan növekszik; ▲ = a valószínűség növekszik; ▼ = a valószínűség csökken; x = a különböző modellek ellenkező irányú változást jeleztek

E tanulmány célján messze túlmutat az összes paraméter hatásának vizsgálata, ezért csak az összesített eredményeket ismertetem és ezen belül is kiemelem az oszlopokkal kapcsolatos eredményeket, de [3] forrásban a többi is részletesen megtalálható. Néhány változónál a különböző modellek ellentétes irányú változást jeleztek, ezeket kihagytam az értékelésből és a táblázatban x-szel jelöltem.

Az első adatsorban a kiemelt független változó a 70 km/h sebességkorlátozás. Ha erre szűrjük a magános pályaelhagyásos baleseti adatbázist, akkor a modellek azt mutatják, hogy 70 km/h sebességkorlátozás mellett 81%-kal nagyobb valószínűséggel végződik a pályaelhagyás halálos kimenetellel, mintha ennél kisebb (ebben az adatbázisban 50 vagy 30 km/h) sebességre korlátozott útvonalon történt volna a baleset. Az adatbázis nem tartalmazza a balesetet szenvedett jármű baleset előtti tényleges (vagy vélt) sebességét, tehát az összefüggés a sebességkorlátozásokra vonatkozik. Ha a járművezető nemére, mint független változóra szűrjük a magános pályaelhagyásos balesetek adatbázisát, akkor a modellek azt mutatják, hogy férfi vezető esetén 201%-kal nagyobb valószínűséggel végződik a pályaelhagyás halálos kimenetellel, mint a női vezetők csoportjában.

Most fókuszáljunk az oszlop típusának hatásaira! Ha a magános pályaelhagyásos baleset során a jármű hagyományos oszloppal ütközik, az 88%-kal növeli a súlyos sérülések kockázatát az alaphelyzethez képest, amikor a jármű nem hagyományos oszloppal ütközik. Érdekes, hogy a valószínűség növekedése közel azonos, mint a 70 km/h-ás sebességkorlátozásnak (az ennél kisebb sebességkorlátozásokhoz képest). Másképp fogalmazva, a HE passzív biztonsági oszlopok elhelyezése olyan mértékben csökkenti a súlyos sérülések valószínűségét, mintha 70 km/h sebességkorlátozást lejjebb vettük volna. Ugyanakkor hagyományos oszloppal való ütközés esetén 24%-kal csökken a valószínűsége annak, hogy a baleset személyi sérülés nélkül ér véget, azaz nagyobb a sérülés esélye. Hasonló irányú, de erősebb hatása van, ha fával történik az ütközés. Másrészt a HE passzív biztonsági oszloppal való ütközés 128%-kal növeli az enyhe sérülések kockázatát ahhoz képest, mintha nem ütközne vagy más típusú tárggyal ütközne. Ebből is látszik, hogy a HE passzív biztonsági oszlop csökkenti a sérülés súlyosságát (súlyosból könnyűre) a hagyományos oszlophoz képest.

Ezek az eredmények alátámasztják a várakozásokat, mivel a HE passzív biztonsági oszlopok működési elve az oszloppal való ütközések súlyosságának csökkentését célozza. A passzív biztonsági oszlopokat úgy tervezték, hogy "befogják" a járművet, és „elég finoman” megállítsák, hogy a sebességváltozás és a lassulás ne haladja meg a jármű utasainak biztonságára megállapított követelményeket. A hagyományos oszloppal való találkozás nagyobb valószínűséggel súlyos, míg a HE passzív biztonságú oszloppal való találkozás nagyobb valószínűséggel könnyű sérüléssel végződik.

## Konklúzió

A fenti eredmények bizonyítják a HE passzív biztonsági oszlopok hatásosságát pályaelhagyásos balesetek súlyosságának csökkentésében.

**A tanulmány eredményei egyértelműen bizonyítják, hogy amíg a hagyományos (acél vagy beton) oszlopok kiemelkedően növelik a súlyos sérülések valószínűségét, addig a HE passzív biztonsági oszlopok az enyhébb sérülések felé tolják el a valószínű kimenetelt, és támogatják a "megbocsátó közlekedési infrastruktúra" koncepciót, mert bizonyíthatóan csökkentik a pályaelhagyásos balesetek súlyosságát.** A tanulmány rámutat a pályát elhagyó járművek fáktól való védelmének fontosságára is, különösen lakott területen kívül. Az eredmények alátámasztják, hogy a világítási oszlopok elhelyezésére vonatkozó jelenlegi flamand előírás (lásd [5] és összefoglalva a 3. ábrán) követendő példa lehet más országok számára is. Itt az ideje a HE passzív biztonsági oszlopok alkalmazására Magyarországon is, különös tekintettel a Közúti Visszatartó Rendszerekről (KVR) szóló Útügyi Műszaki Előírás 2024. március 15-én megjelent 1. számú módosítására.

Néhány javaslat a hasonló tárgyú, jövőbeni kutatásokhoz:

Az adatminőség lényegesen befolyásolja az útmenti tárgyak baleseti kimenetekre gyakorolt hatásának tanulmányozását, különösen akkor, ha az ütközések enyhébb sérüléssel járnak vagy semmilyen sérülést nem okoznak. A halálos balesetekkel ellentétben, ahol az adatrögzítés szinte mindig megtörténik, az enyhébb kimenetelű és különösen a sérüléssel nem járó baleseteket gyakran nem jelentik, hogy elkerüljék a közlekedési hatóságok és a biztosítótársaságok bevonását.

Az idézett tanulmány megkísérelte a fenti adathiányok hatását mérsékelni a 2. fejezetben leírtak szerint. Több mint 14.000 balesetet adtak hozzá a rendőrség által regisztráltakhoz. Mindazonáltal ez a fajta adatkapcsolás bizonyos információs korlátokkal is jár, pl. – a konkrét esetben – nincs adat a baleset típusáról vagy az érintett vezetőről. Így érdemes további, egységes szerkezetű adatokat gyűjteni a pályaelhagyásos és ezen belül passzív biztonsági oszlopokat érintő balesetekről.

Végül, a tanulmányban ismertetett módszerek más balesetek adathalmazaira is alkalmazhatóak (pl. más európai országokban is), ezzel vizsgálva és bizonyítva, hogy e tanulmány következtetései adatspecifikusak-e és más kontextusba átvihetők-e.

## Irodalomjegyzék

- [1] Single vehicle accidents. Traffic Safety Basic Facts 2018. European Road Safety Observatory (ERSO).
- [2] Holnapy Csilla: Közúti közlekedési balesetek statisztikai adatai 2023. Magyar Közút NZrt., Budapest, 2024.04.04.
- [3] Roque C. – Cardoso J. L. – Martensen H. – Lequeux Q.: STUDY ON THE INFLUENCE OF HIGH ENERGY ABSORBING PASSIVE SAFE POLES IN RUN-OFF-ROAD CRASH SEVERITY, Lisszabon, 2023. május
- [4] MSZ EN 12767:2019, Úttartozékok tartószerkezeteinek passzív biztonsága. Követelmények és vizsgálati módszerek, MSZT, Budapest, Dokumentum azonosító: 173509, 2019-12-01
- [5] Dienstorder MOW/AWV/2010/6. Agentschap Wegen en Verkeer. Flanders, Belgium.

# First step in Network Wide Road Safety Assessment in Hungary (Road No. 1 pilot project)

E. Hóz<sup>1</sup> – T. Mocsári<sup>2</sup> – P. Nagy<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>KTI – Hungarian Institute for Transport Sciences and Logistics, 3-5 Than Károly u. 1119 Budapest, Hungary

<sup>1</sup>e-mail: hoz@kti.hu

<sup>3</sup>e-mail: nagy.peter@kti.hu

<sup>2</sup>Traffic Engineering and Management Department, Hungarian Roads Nonprofit Zrt., 1024 Budapest, Fényes Elek u. 7-13.

<sup>2</sup>e-mail: mocsari.tibor@kozut.hu

**Abstract:** The Hungarian Government Decree on Road Infrastructure Safety published in 2011, three years after the EU RISM Directive came into force. Since 2011, a road safety impact assessment has been carried out for all major road network developments, and road construction designs for main roads are examined by road safety auditors. Road safety inspections are conducted on Hungarian motorways and main roads at five-years intervals. In 2024, these road safety procedures will be complemented by the Network-Wide Road Safety Assessment (NWRSA), which represents a new methodology. Consequently, the work of road safety auditors will require an innovative approach and different expertise. The first step of the detailed Network-Wide Road Safety Assessment (NWRSA) was conducted for main road No 1. This led to the development of the Hungarian methodology, which was partly based on the KTI research and the EU guideline. A targeted road safety inspection is only proposed in instances where the discrepancy from the mean value of the accident group is significant enough to warrant intervention. Three road segments and three junctions exhibited values that diverged significantly from the mean on the 126 km of rural road sections of main road No. 1 (Approach 3 includes only road segments and junctions). Of these, several locations demonstrated potential risks associated with non-compliant behaviour, including low traffic volumes and speeding. However, other locations indicated the potential for improvement through low-cost traffic engineering interventions and large-scale reconstruction.

**Keywords:** *Network-Wide Road Safety Assessment (NWRSA); EU RISM Directive; road safety; accident rate, injury rate; Potential for Safety Improvement (PSI)*

## Introduction

The Network-Wide Road Safety Assessment (NWRSA) is a new mandatory component of certain road infrastructure assessments as outlined in the modification of Directive 2008/96/EC of the European Parliament and of the Council in 2019 [1]. The scope of the Directive is extended to encompass additional infrastructure elements according to the Hungarian regulations. We started the work on one of the oldest Hungarian main roads (Road No. 1, length ~175 km), which runs parallel with the M1 motorway. We developed a revised and simplified methodology based on the EU handbook, which was supplemented by accident severity data.

The initial phase of the detailed NWRSA was carried out for Main Road No. 1, upon which the methodology was developed. This was done in part by referencing the fundamental research conducted in the KTI [2] and in part by considering the draft national methodological guideline [3], which are closely connected to the Hungarian Government Decree, and the EU methodological guidelines [4].

The draft guidance document on Road Infrastructure Safety Management (KIKK), commissioned by MAÚT (Hungarian Road and Railway Company), was not published by the end of June 2024. Furthermore, the section on the methodology of the NWRSA remains minimal, unfortunately. Consequently, road managers have been granted autonomy in relation of phasing, assessment, and rating.

The methodology we have developed can be adapted to the entire road network, although the network segmentation process needs to be modified significantly for express roads.

## 1. Overview of data collection and assessment [4]

The NWRSA-reactive methodology can only be implemented only if at least three years of accident records with casualties are available for the assessed road.

In the event that accident data are available for a three-year period (2020-2021-2022) and are of a suitable quality, the reactive methodology involves three stages of data collection:

- Stage 1: The data is used to perform the network segmentation (overview data).
- Stage 2: Involves data collection to estimate the reference population group statistics (detailed data); This data is used to define the reference population. It includes:
  - a. Personal injury accidents for at least three years on roads with the same characteristics
  - b. Total length of those roads
  - c. Average traffic volume data for those roads (if available)
- Stage 3: Involves data collection for the road under assessment (detailed data). This includes accident data and traffic volume data (if available).

## 2. Segmentation [4]

This chapter outlines the process of dividing a road network into smaller sections, which can be either road segments or junctions. A section is defined as the part of the road between two junctions. This part may be further divided into smaller sections, known as homogeneous sections. The criteria for defining a homogeneous section are outlined below. Each homogeneous section (or junction) is a unit of analysis for the reactive methodology.

The following points outline the general approach to segmentation in the reactive methodology:

- A road can be divided into smaller parts based on one of following three approaches:
  - Approach 1 (A): Sections that include both road segments and junctions.
  - Approach 2 (B): Sections that include only road segments and junctions (of predefined dimensions).
  - Approach 3 (C): Sections that include only road segments and junctions (of real, measured dimensions).
- Across a specific road category (e.g., rural motorways) multiple approaches can be selected. It is important to ensure that different segmentation approaches are not combined within the same road.
- Roads are divided into (roughly) homogeneous sections.

In line with the recommendations set out in the national and EU guideline, we have selected two options for "segmenting" the roads. This will enable us to calculate accident rates and/or density measures, as well as accident outcome parameters, for each network element. The data will be drawn from the segmentation, depending on the availability of traffic data Approach 1 (A) and Approach 3 (C) were selected.

### 2.1 Partial lack of reference data

In the absence of a network-level study in recent years, there is a dearth of reference data. The national draft KIKK guideline contains traffic-based injury indicators for road segments and junctions, enabling us to assess the relative safety of a given road segment or junction in comparison to the overall average.

### 2.2 Approach 1 (A) road segment includes the junctions [5]

This approach involves selecting homogeneous road segments based on five characteristics:

- Category of road (motorway, main road, etc.),
- Type of section (inside or outside built-up area),
- Type of road (divided/undivided and cross-sectional design),
- Traffic category (based on AADT value),

- Heavy motor vehicle traffic ratio.

The road segments include junctions and the boundaries of the road segments based on the validation sections of the National Road Traffic Counting Cross-section (OKKF).

#### 2.2.1 Traffic volume

It is recommended that two different sections be defined based on significant changes in traffic volume (Annual Average Daily Traffic). It is anticipated that these changes will occur in the vicinity of a junction. In the case of an interchange, the change in traffic volume is expected to occur at ramp segments. In such instance, the gore point of the ramp should be used as the end of the first section and the starting point of the successive section [4]. Given that Hungary is a transit country, the segmentation also took into account heavy motor vehicle traffic, which includes vehicles carrying heavy goods and buses.

#### 2.2.2 Number of lanes, cross-sectional design

If the number of basic lanes changes (e.g., from two to three or four to three, etc.) a new section should be defined. Please note that the presence of overtaking lanes or other changes in the cross-section design of the road are not considered for segmentation purposes.

#### 2.2.3 Speed limit

In our country, there is a considerable variation in speed regulations, which has meant that speed limits have not been taken into account in the road segmentation. It is standard practice to set speed limits or designate "raised speed" sections on short sections of road. Therefore, short road segments with a different speed limit should not be regarded as new sections. As an example, it is a common safety measure to add a speed limit sign right before a horizontal curve or junction. This sign does not necessitate the start of a new section, as the "new" speed limit applies to a short part of the road.

#### 2.2.4 Terrain type

Terrain types can be broadly classified into three main categories: flat, hilly, and mountainous.

- A flat area involves parts of the road that are located in a valley.
- The hilly terrain comprises sections of the road situated in proximity to hills.
- Mountainous terrain refers to roads situated in mountainous areas.

The segmentation of the Main Road No. 1 pilot project did not take into account the topographical features of the area.

### 2.3 Approach 3 (C) includes only road segments and junctions [5]

Segmentation 3 (C): The homogeneous road segments are based on the five aforementioned characteristics, but the segments are composed of the sections of the road under consideration and its major junctions. In light of the development characteristics of the national road network (up until the construction of the expressway network, we increased the capacity by upgrading the main roads from a 2-lane cross-section to a 4-lane cross-section to reduce travel times), our network is highly heterogeneous. As a result, we have used the actual size of each junction as the basis for our analysis.

Segmentation 2 (B): The EU methodology allows for the inclusion of junctions of predefined size (exact size). Given the specific characteristics of our road network, it was not possible to perform this simplified staging, as this would have resulted in unrealistic and biased results.

Figure 1. below illustrates the process of phasing (grouping) on main roads. In line with EU regulations, only high-speed sections outside built-up areas require analysis. However, in this project, we have also conducted partial analyses within the built-up area.

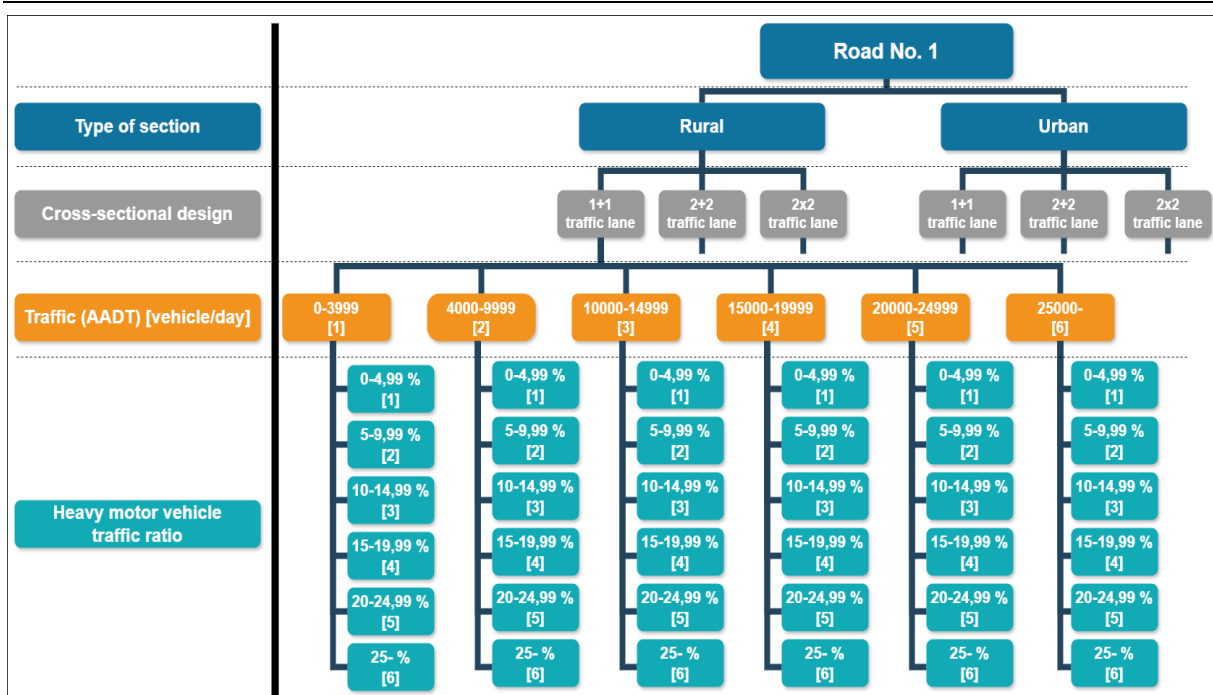


Figure 1. The process of phasing (grouping) on main roads in Hungary

Segmentation A and C were selected for the pilot route on Main Road No. 1. A highly detailed segmentation (including junctions with municipal roads considered important for traffic flow or safety) was also prepared for segmentation C (sections and junctions separated). The network was so fragmented that the resulting data was difficult to manage, so this segmentation was discarded leaving only state road junctions.

In both segmentation exercises, we encountered the heterogeneous design of our road network, which meant that we were unable to adhere to the EU recommendation of 5 km +/- 2 km length of homogeneous sections due to the considerable variety in cross-section design (1+1, 1+2, 2+1, 2+2, 2x2, ...). **In our country, a minimum section length of 500 m is a realistic target for these sections.** In terms of the final result, it would be preferable to attempt to obtain truly homogeneous sections (see Figure 1. above) than to combine quite different road segments together.

It is important to note that the actual values of the speed control were not considered as a grouping characteristic. These values were already examined in detail at the locations that emerged as more dangerous than average.

### 3. Collecting and checking the necessary basic data

The data on road characteristics was sourced from the Hungarian Roads colleagues from the OKA (National Road Database) data file. This included data on construction, geometry, traffic volume, heavy vehicle rate, junction regulation, the precise location of pedestrian crossings and cycle crossings. The route was subjected to a comprehensive assessment, taking into account all the key features, including independent pedestrian crossings and cycle crossings.

Personal injury accident data were retrieved from the Web-Bal (Accident data analysis software) system. Verification of all the basic data was also conducted in collaboration with Hungarian Roads staff, representing the most crucial step in guaranteeing the accuracy of the indicators. We identified areas for improvement and documented the changes made to enhance the accuracy of the accident data. The adequacy and reliability of the traffic data is also a key issue. We are pleased to announce that 2023 will be the first year that traffic data will be produced for the separate junction branches. In order to conduct the traffic study, we have taken the currently available data from 2022 as a basis, and multiplied it by three, in line with the recommendation of a minimum three-year period as we have considered three years to be the minimum recommended period.

## 4. Indicators

In accordance with both methods (A and C), the following accident indicators have been prepared:

- Accident indicators: accident rate (total, fatal, serious, slight), accident density,
- Injury indicators: injury rate (total, fatal, serious, slight),
- Total value of the total number of persons injured in an accident in constant currency; (accident cost of 2021: fatal injured person: 405 596 055 HUF; seriously injured person: 98 501 899 HUF; slightly injured person 7 025 863 HUF),
- The Potential for Safety Improvement (PSI) represents the notional gain (the "gain" of increasing safety) of returning to the average for a more dangerous road segment or junction.

## 5. Results

### 5.1 Reactive approach

#### 5.1.1 Approach 1 (A) include both road segments and junctions.

A significant part of our work involves evaluating the potential for monetary loss associated with personal injury accidents occurring at specific locations, including road segments and junctions. (KTI updates the loss values annually) The total HUF value of deaths and injuries (serious and slight) in accidents for each road segment was calculated [6][7]. The mean value was calculated for each group, and then the sections within the group that differed from the average and had the Potential for Safety Improvement (PSI) were identified. These were selected for further analysis due to the significant discrepancy between the registered or local expected number of accidents and the general expected, average, minimal or targeted number of accidents [8].

Road segments of the same category, type, traffic volume and traffic composition were examined together with the incidence and severity of personal injury accidents. The basic idea behind our investigations was to find roads within our own category where the safety level is below average, i.e. where the situation could improve with safety intervention. By deviating from the average of its own category, we also brought in economic considerations, since we were looking for road segments with a safety level below the average of its own group, where there is a Potential for Safety Improvement (PSI).

The table below provides an overview of the number of element groups of standard 1+1 lane sections, the most frequent traffic (y) and heavy motor traffic ratio (x) categories on Main Road No. 1.

*Table 1. Sections in categories outside built-up areas (33 sections)*

AADT/heavy motor traffic ratio	0-4,99 % [1]	5-9,99 % [2]	10-14,99 % [3]	15-19,99 % [4]	20-24,99 % [5]	above 25 % [6]
0-3999 veh/day [1]	2	0	1	0	0	0
4000 -9.999 veh/day [2]	5	6	3	1	0	0
10.000 -14.999 veh/day [3]	7	2	0	0	0	0
15.000 -19.999 veh/day [4]	3	1	0	0	0	0
20.000 -24.999 veh/day [5]	2	0	0	0	0	0
above 25.000 veh/day [6]	0	0	0	0	0	0

As illustrated in the table that the traffic categories (AADT) are primarily comprised of categories 2-3, while the heavy motor traffic categories are predominantly represented by category 1, accounting for less than 5%. This is an understandable outcome, given that the primary arterial road running parallel to the M1 motorway is the focus of our analysis. Consequently, the majority of heavy goods vehicle and bus traffic (heavy motor traffic) is carried on the M1 motorway.

Please refer to Table 2 for a summary of our findings. This table presents the loss of life and injury rates, as well as the PSI, for the accidents that have been assigned to the respective road sections. The first two columns show the Start and End sections in metres. The section of the shift is always associated with the start section, so the accident in section 8751 metres is coded to sections 8751-9409 metres.

Table 2 presents the order, as determined by PSI (orange cells), which identifies the sections with elevated risk and the potential for enhanced safety through targeted intervention.

The table shows the values for the injury indicators (Injury Rate - fatal, serious injury, slight injury) above the benchmarks in the draft KIKK guidelines. There is a correlation between the indicators, but it is useful to use the group-by-group assessment and the PSI.

Table 2 illustrates the injury indicators (fatal, serious, and slight injuries per traffic volume, 2020-2022) for the various sections of the main road No. 1 outside the built-up area between Budaörs and the country border, of different lengths, which we considered homogeneous. The red cells show this data, which is higher than the reference data of the draft KIKK guideline, calculated based on injury data for the period 2017-2021.

The locations identified as posing an above-average risk, as determined by segmentation (A) as follows:

- Győr-Moson-Sopron County, segments between the junction of the main road No. 85 and the municipality of Abda (sections 131+085 - 132+734 km) – a group of seven elements,
- Pest County, the section between 16+634 - 21+027 km segments (Herceghalom area) – a group of six elements,
- Komárom-Esztergom County, the section between 92+670 - 93+567 km segments (Ács area) – a group of five elements,
- Fejér County, the section between 31+353 - 33+470 km segments (Bicske area) – a group of three elements

Table 2. The result of 33 sections outside built-up areas

Starting section (meter)	End section (meter)	Number of accidents B <sub>a</sub> (case)	Fatal accidents B <sub>f</sub> (case)	Serious injury accidents B <sub>s</sub> (case)	Slight injury accidents B <sub>l</sub> (case)	Fatalities (Person)	Severely injured (Person)	Slightly injured K (Person)	Number of casualties (Person)	Accident Rate (cases / 10 million vkm / year)	Fatal Accident Rate (cases / 10 million vkm / year)	Serious Accident Rate (cases / 10 million vkm / year)	Slight Accident Rate (cases / 10 million vkm / year)	Fatal Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Serious Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Slight Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Potential for Safety Improvement (PSI) (HUF/m/year)	Number of sections in the category (pcs)	Accident density (case / km / 3 years)
>=8751	<8751	1	0	0	1	0	0	4	4	1,08	0,00	0,00	1,08	0,00	0,00	4,34	4,34	-7 975	7	1,3055
>=8751	<9408	1	0	0	1	0	0	2	2	0,92	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	1,84	1,84	-28 346	4	1,5221
>=9408	<12030	6	0	2	4	0	2	4	6	2,77	0,00	0,92	1,85	0,00	0,92	1,85	2,77	-111	6	2,3037
>=12030	<13940	8	0	2	6	0	2	11	13	1,67	0,00	0,42	1,25	0,00	0,42	2,30	2,72	18 381	2	4,2261
>=13940	<16634	1	0	0	1	0	0	1	1	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,50	-32 224	4	0,3712
>=16634	<21026	6	1	2	3	2	2	7	11	1,42	0,24	0,47	0,71	0,47	0,47	1,66	2,60	51 329	6	1,3661
>=21026	<31353	11	0	6	5	0	9	15	24	1,58	0,00	0,86	0,72	0,00	1,30	2,16	3,46	10 376	5	1,0476
>=31353	<33470	4	0	2	2	0	2	5	7	2,16	0,00	1,08	1,08	0,00	1,08	2,70	3,78	2 614	4	1,8459
>=33470	<35822	9	0	3	6	0	5	22	27	5,41	0,00	1,80	3,61	0,00	3,01	13,23	16,24	60 646	4	3,9113
>=35822	<48400	14	1	7	6	1	7	16	24	1,62	0,12	0,81	0,69	0,12	0,81	1,85	2,77	3 062	6	1,1124
>=48400	<56793	11	0	3	8	0	4	11	15	1,87	0,00	0,51	1,36	0,00	0,68	1,87	2,55	-8 002	6	1,4647
>=56793	<58680	1	0	1	0	0	1	0	1	0,72	0,00	0,72	0,00	0,00	0,72	0,00	0,72	9 258	4	1,3624
>=58680	<62219	3	0	1	2	0	1	2	3	0,93	0,00	0,31	0,62	0,00	0,31	0,62	0,93	-14 838	4	1,6502
>=62219	<67779	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-10 846	2	0,0000
>=67779	<70390	5	0	0	5	0	0	7	7	2,10	0,00	0,00	2,10	0,00	0,00	2,94	2,94	-22 581	6	1,9335
>=70390	<74732	1	0	0	1	0	0	2	2	0,55	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	1,09	1,09	0	1	0,2300
>=74732	<80154	2	0	0	2	0	0	3	3	0,69	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	1,04	1,04	-31 036	4	0,5857
>=80154	<92670	4	0	2	2	0	2	4	6	0,92	0,00	0,46	0,46	0,00	0,46	0,92	1,38	10 846	2	1,1564
>=92670	<93567	1	0	1	0	0	1	2	3	1,42	0,00	1,42	0,00	0,00	1,42	2,84	4,26	20 759	5	1,1161
>=93567	<108349	7	1	3	3	1	6	6	13	1,14	0,16	0,49	0,49	0,16	0,98	0,98	2,12	4 642	2	0,4675
>=108349	<119059	4	0	1	3	0	1	5	6	0,69	0,00	0,17	0,52	0,00	0,17	0,87	1,04	-23 698	6	0,4690
>=119059	<121387	1	0	0	1	0	0	2	2	0,47	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,94	0,94	-19 129	5	0,4237
>=121387	<122240	1	0	0	1	0	0	1	1	1,23	0,00	0,00	1,23	0,00	0,00	1,23	1,23	-15 603	7	1,9646
>=122240	<128084	10	0	3	7	0	3	13	16	2,90	0,00	0,87	2,03	0,00	0,87	3,77	4,64	33 926	4	5,3821
>=128084	<131085	3	0	0	3	0	0	6	6	0,92	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	1,84	1,84	-18 381	2	2,4631
>=131085	<132734	5	0	2	3	0	3	7	10	2,81	0,00	1,12	1,69	0,00	1,69	3,94	5,62	51 248	7	3,1095
>=132734	<137749	2	0	1	1	0	1	2	2	0,77	0,00	0,38	0,38	0,00	0,38	0,38	0,77	-5 261	7	0,8496
>=137749	<145159	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-20 204	7	0,0000
>=145159	<159216	11	2	3	6	2	4	10	16	1,00	0,18	0,27	0,55	0,18	0,36	0,91	1,45	9 108	5	0,7819
>=159216	<168039	4	0	1	3	0	1	4	5	1,23	0,00	0,31	0,92	0,00	0,31	1,23	1,54	-5 898	7	1,3559
>=168039	<170723	1	0	1	0	0	1	0	1	0,66	0,00	0,66	0,00	0,00	0,66	0,00	0,66	3 693	7	0,7278
>=170723	<172091	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-21 114	5	0,0000
>=172091	<174620	1	0	1	0	0	1	0	1	0,97	0,00	0,97	0,00	0,00	0,97	0,00	0,97	-4 642	2	0,4216

During the formation of groups with varying numbers of elements, we also noted the sections that function independently. One such section was the stretch between the 33+470 and 35+822 km markers. This is a 1+2 lane section (with a passing lane towards Budapest) situated between the Bicske intersection of the M1 motorway and the junction of road No. 811. The only differentiating factor between this section and the other in the group is the ratio of heavy vehicle and bus traffic, which stands at 15.85% — 0.85% higher than the previous group's limit. It was deemed appropriate to include this

section in the group under the assumption that it forms an integral part of the preceding section. Accordingly, this group is traffic category 2 (under 10,000 vehicles/day) and heavy motor vehicle traffic category 3.

A four-element group was thus formed, comprising the Fejér County section between km 33+470 - 35+822 (Bicske area).

Table 3. Result of section traffic category 2, heavy motor vehicle category 3

Starting section (meter)	End section (meter)	Number of accidents B (case)	Fatal accidents B <sub>f</sub> (case)	Serious injury accidents B <sub>s</sub> (case)	Slight injury accidents B <sub>l</sub> (case)	Fatalities (Person)	Severely injured (Person)	Slightly injured K (Person)	Number of casualties (Person)	Accident Rate (cases / 10 million vkm / year)	Fatal Accident Rate (cases / 10 million vkm / year)	Serious Accident Rate (cases / 10 million vkm / year)	Slight Accident Rate (case / 10 million vkm / year)	Fatal Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Serious Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Slight Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Injury Rate (person / 10 million vkm / year)	Potential for Safety Improvement (PSI) (HUF/m/year)	Number of sections in the category (pcs)	Accident density (case / km / 3 years)
>=13940	<16634	1	0	0	1	0	0	1	1	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,50	0,50	-32 224	4	0,3712
>=31353	<33470	4	0	2	2	0	2	5	7	2,16	0,00	1,08	1,08	0,00	1,08	2,70	3,78	2 614	4	1,8459
>=33470	<35822	9	0	3	6	0	5	22	27	5,41	0,00	1,80	3,61	0,00	3,01	13,23	16,24	60 646	4	3,9113
>=76721	<80154	2	0	0	2	0	0	3	3	0,69	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	1,04	1,04	-31 036	4	0,5857

The road segment with the highest PSI has experienced nine accidents in 3 years, and therefore requires a site visit.

5.1.2 Approach 3 (C) includes only road segments and junctions.

We have calculated both the accident and severity indicators outside the built-up areas and in built-up areas, as well as the accident losses (2021, HUF) and the PSI, working with the original 2022 traffic data, but also with the preliminary 2023 traffic data for the motorway exit junctions. A total of 55 road sections and 37 junctions were plotted outside the built-up area, covering nearly 175 km. In built-up areas, 52 sections and 29 junctions were included.

Road segments with the highest PSI outside built-up areas:

- Fejér County, town Bicske area section between 29+365 - 31+260 km segments,
- Komárom-Esztergom County between Bicske and Tatabánya, the section before Tatabánya; between km 47+450 - km 48+400,
- Győr-Moson-Sopron County, the section between the junction of the main road No. 85 and Abda; between km -131+235 - 132+734.

Junctions with the highest PSI outside built-up areas:

- Fejér County, intersection of the M1 motorway and the 3-branch signposted junction of the main road No. 1 -33+218 to 33+651 km-segments,
- Pest County, junction of the 3-branch signposted junction of road No. 1134 (Sasfészek rest area) leading to the M1 motorway - km-segment 16+634 - 17+067,
- Fejér County, main road No. 1 and the 4-branch acute junction of the "old" main road No. 1 (No. 8101) - km-segments 34+968 - 35+268.

5.2 Proactive approach

With regard to the sections of Main Road No. 1 outside the built-up area, we have completed all ten road safety risk assessments in accordance with Section 1 (A), based on the detailed data collection. The assessment was conducted in accordance with the weightings set out in the guidelines, with input from both the OKA data and partly on our own video recordings.

Please refer to Table 4 for a summary of the results. In the table header, we have highlighted in grey the last three columns, which factors were scored "generously". In the case of signs and pavement markings, a multiplier of 0.95 was applied to the entire route (where required pavement signs and markings are in place but are of moderate or poor quality and/or require maintenance), despite some discrepancies. With regard to passing lanes, an assessment of grade control would also be related, but we had no data on this, so this could also be considered a very generous assessment. With regards to public lighting, we have only scored the presence of the light poles. We are not in a position to confirm which ones are actually lit, as this would require a night-time inspection, which we have not carried out.

The rating is also immediately visible, on the 126.76 km section outside the built-up area. It should be noted that the safety of the vulnerable road users is currently very unfavourable, with a score of 50 points below the ideal 100 points (red background), corresponding to the category "High risk".

The more favourable "Intermediate risk" category comprises road segments with some infrastructure, such as cycle paths, where longitudinal traffic can safely travel (see Figure 2). It should be noted that crossing the road remains a high-risk activity.



Figure 2. „Intermediate Risk” category with parallel cycle path

Table 4. Aggregated proactive assessment according to section A for sections outside the built-up area

Starting section [km + m]	End section [km+m]	Section length [km]	1. Lane width (OKA)	2. Roadside	3. Curvature	4. Density of property access points	5. Junctions (OKA)	6. Conflicts between pedestrians/ bicyclists and motorized traffic	7. Shoulder type and width (OKA)	8. Passing lanes (OKA)	9. Signs and markings (JTAR, other database)	10. Lighting	Aggregated indicator (CST-reduction factor)
7 + 985	8 + 751	0,77	0,962	0,899	1,000	0,838	0,940	0,051	0,904	1,000	0,950	0,989	2,970
8 + 751	9 + 408	0,66	1,000	0,985	1,000	1,000	1,000	0,054	0,929	1,000	0,950	1,000	4,685
9 + 408	12 + 030	2,60	1,000	0,881	1,000	0,983	0,988	0,056	0,983	1,000	0,950	0,988	4,449
12 + 030	13 + 940	1,89	1,000	0,875	0,809	0,977	1,000	0,051	0,929	1,000	0,950	0,948	2,968
13 + 940	16 + 634	2,69	1,000	0,875	1,000	0,778	1,000	0,056	0,904	1,000	0,950	0,948	3,077
16 + 634	21 + 026	4,39	1,000	0,875	1,000	0,980	0,989	0,051	0,983	1,000	0,950	0,936	3,803
21 + 026	31 + 353	10,50	1,000	0,880	0,991	0,988	0,933	0,550	0,929	1,000	0,950	0,940	36,727
31 + 353	33 + 470	2,17	1,000	0,875	0,885	0,902	0,988	0,759	0,929	1,000	0,950	0,943	43,610
33 + 470	35 + 822	2,30	1,000	0,875	1,000	1,000	0,847	0,051	0,929	0,870	0,950	0,936	2,733
35 + 822	48 + 400	12,59	1,000	0,875	0,804	0,969	0,982	0,806	0,904	1,000	0,950	0,936	43,386
49 + 283	56 + 793	7,51	1,000	0,877	0,782	0,882	0,947	0,057	0,904	1,000	0,950	0,947	2,667
57 + 959	58 + 680	0,73	1,000	0,875	1,000	0,885	0,975	0,878	0,929	1,000	0,950	0,945	55,257
60 + 383	62 + 219	1,82	1,000	0,875	0,887	0,907	1,000	0,051	0,880	1,000	0,950	0,936	2,824
67 + 136	67 + 779	0,64	1,000	0,875	0,550	1,000	0,977	0,051	0,880	1,000	0,950	0,936	1,887
67 + 779	70 + 390	2,59	1,000	0,893	0,737	0,918	0,979	0,051	0,904	1,000	0,950	0,936	2,440
70 + 390	74 + 732	4,35	1,000	0,875	0,830	0,884	0,960	0,112	0,904	1,000	0,950	0,936	5,527
76 + 721	80 + 154	3,42	1,000	0,917	0,999	0,950	0,991	0,878	0,880	1,000	0,950	0,943	59,616
89 + 205	92 + 670	3,46	1,000	0,875	1,000	0,902	0,967	0,051	0,904	1,000	0,950	0,942	3,169
92 + 670	93 + 567	0,90	1,000	0,935	1,000	0,860	0,987	0,051	0,904	1,000	0,950	0,936	3,275
93 + 567	108 + 349	14,97	1,000	0,908	0,814	0,904	0,982	0,549	0,904	1,000	0,950	0,936	28,937
110 + 517	119 + 059	8,53	1,000	0,907	0,982	0,901	0,963	0,880	0,983	1,000	0,950	0,953	60,449
119 + 059	121 + 387	2,36	1,000	0,875	0,965	0,928	0,980	0,878	0,983	1,000	0,950	0,944	59,432
121 + 387	121 + 778	0,20	1,000	0,875	0,984	1,000	0,713	0,878	0,945	1,000	0,950	1,000	48,325
121 + 387	121 + 774	0,19	1,000	0,875	1,000	1,000	0,710	0,878	0,945	1,000	0,950	1,000	48,914
121 + 778	122 + 240	0,51	1,000	0,935	1,000	1,000	1,000	0,878	0,983	1,000	0,950	0,936	71,720
128 + 084	129 + 928	1,86	1,000	0,923	1,000	0,977	0,894	0,280	0,990	1,000	0,950	0,957	20,308
129 + 928	131 + 085	1,22	1,000	0,920	1,000	0,831	0,949	0,878	0,983	1,000	0,950	0,944	56,167
131 + 085	132 + 734	1,61	1,000	0,893	1,000	0,947	0,923	0,878	0,983	1,000	0,950	0,944	60,403
135 + 402	137 + 749	2,35	1,000	0,888	1,000	1,000	1,000	0,878	0,983	1,000	0,950	0,936	68,079
140 + 219	145 + 159	4,94	1,000	0,875	0,892	1,000	0,990	0,051	0,983	1,000	0,950	0,939	3,476
145 + 159	159 + 216	14,07	1,000	0,892	0,788	1,000	0,978	0,776	0,983	1,000	0,950	0,941	46,790
165 + 111	168 + 039	2,95	1,000	0,927	1,000	1,000	0,961	0,878	0,983	1,000	0,950	0,949	69,285
169 + 354	170 + 723	1,37	1,000	0,910	1,000	1,000	0,946	0,878	0,983	1,000	0,950	0,959	67,637
170 + 723	172 + 091	1,29	1,000	0,875	0,971	1,000	0,959	0,878	0,983	1,000	0,950	0,966	64,513
174 + 620	177 + 031	2,37	1,000	0,918	0,570	1,000	0,976	0,878	0,983	1,000	0,950	0,944	39,498
		<b>126,76</b>											

## Conclusions

The methodology developed by the KTI, based on the draft KIKK guidelines and the EU guidelines, is to identify the locations on main road No. 1 where the national economic loss from accidents is highest over a three-year period. This has identified six locations that are more dangerous than the average in their respective categories (same road hierarchy, same layout - cross-section design, traffic and heavy motor vehicle traffic categories).

The methodology, based on the indicators trained (number of accidents, accident severity - type and number of casualties - and the Potential for Safety Improvement (PSI) calculated on the basis of the loss values in HUF) an effective tool for identifying the most dangerous road sections and junctions on our main road network, which has been in operation for at least three years. In light of the available data, it

is recommended that the period 2021-2023 and phasing 3 (C) be applied to the entire network. Only those locations where the observed performance differs significantly from the group average will be subject to a detailed investigation (Targeted Road Safety Inspection).

To identify the most hazardous locations (road sections and junctions), it is essential to conduct comprehensive studies across the entire road network. This will provide a benchmark for each road category and junction type, enabling a thorough assessment of the risk. It is regrettable that the draft KIKK guidelines lack sufficient support in this regard, as they only consider injury rate -no accident rate- and specific road types (e.g. two lanes with physical separation, no service lane, at-grade junctions) and exclude certain junctions (e.g. at-grade). It is recommended that this be added.

The key to the success of NWRSA is the consistency of the segmentation and the reliability of the basic data. In addition, it is essential to have a uniform approach to the points of intersection and junctions of the different road categories, in order to ensure that the accidents are correctly assigned to the relevant road category.

Of the 126 km of rural sections on the main road, three sections and three junctions exhibited values that were significantly higher than the group average. Of these, there were locations where we identified potential risks in our regulations or from non-compliance. These included relatively low traffic volumes, higher speed choice, and non-compliance with speed limits. However, there were also locations where specific traffic engineering interventions, and at a large scale, reconstruction, could improve the situation. One such location was the Bicske intersection of the M1 motorway (roundabout) and the Levél crossing, as shown in Figure 3 (higher speed level than 50 km/h, only two crossings and no public lighting in built-up area).



Figure 3. The village of Levél, where the cycle path was built on the opposite side of the village

Figure 4 illustrates the basic deviations from the methodology proposed by the EU:

- As a transit country, the volume of heavy goods vehicle traffic represented a key segmentation criterion,
- Intersections were treated as junctions rather than road sections. The indicators were based on total inbound traffic, which made it possible to identify the higher risk of right of way (yield or stop) at 3 and 4-legs intersections,
- It is recommended that curvature and topography be taken into account for mountain roads, as they have not been considered in EU methodology,
- It is not feasible to have section length of 5 km +/- 2 km due to the heterogeneous nature of our network,
- We have also conducted a comprehensive investigation into residential areas using the reactive methodology. Our findings have identified a network design flaw, which is a consequence of the project approach to development. The most concerning example of this is the case of the municipality of Levél (a residential area), where the very access to the two-way cycle path is a risk. (Figure 3.)
- Due to the significant heterogeneity of the speed control, it was not included in the analysis. However, the sections where the speed control differs from the general speed control (90 km/h) or where the speed control is pulsating were identified and highlighted.

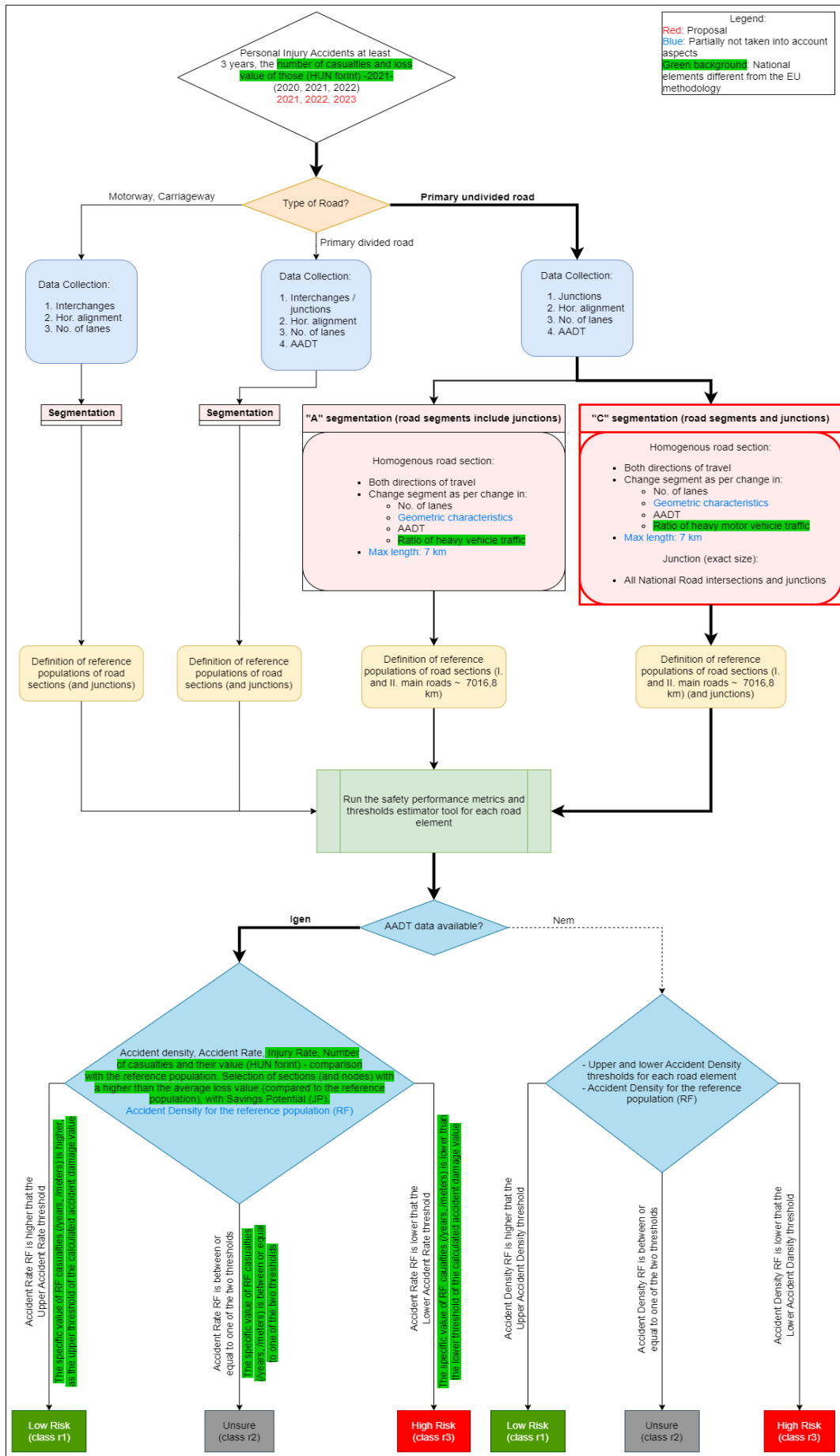


Figure 4. NWA-reactive flowchart of the proposed procedure in Hungary (Road No. 1 pilot project)

It is important to consider the specificities of the road network in Hungary, which we have termed 'hungaricums':

- The construction of our main roads is rated as unsatisfactory due to the challenging road environment (steep gradients, lack of clear zone, etc.) and the lack of traffic spaces for vulnerable road users. The situation is further complicated by the presence of cycling infrastructures, which have the effect of both improving and worsening the situation.
- The guides do not address the issue of "cycle crossings", whose surroundings are generally risky. In particular, 3-way signalised intersections are considered a risk. Further research is needed to assess the level of safety, but it is clear that unprotected people are at increased risk when travelling both longitudinally and transversely outside residential areas.

The reactive approach highlights 'high risk' locations where possible improvements need to be investigated and implemented. In this way the NWRSA leads directly to a safer road network. Don't forget that the application of the NWRSA brings a new benefit that did not exist before: the relative accident index of individual elements of the road network (traffic lights, pedestrian crossings, etc.) can be determined. These values can then be compared by county and by road/traffic category. On the basis of the calculated reference values, we can answer basic questions such as whether a four-way intersection is safer as a roundabout than as a traffic light-controlled intersection with almost the same traffic volume. The results will form the basis for accident analysis for the next 5 years.

## References

- [1] Directive (EU) 2019/1936 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2019 amending Directive 2008/96/EC on road infrastructure safety management
- [2] KözOP-3.5.0-09-11-2012-0018, MAUT, „A 2+1 – 1+2 sávós problémakör a hazai gyorsforgalmi utakon és autópályákon” Kiegészítő kutatási és elemzési feladatok végzése ajánlatkérő részére; III. részletjesítés: Lehetséges 2+1 sávós kialakításra alkalmas utak, útszakaszok kiválasztása és vizsgálata; Projektvezető: Dr. habil. Gáspár László kutató professzor; Vezető kutató: Hóz Erzsébet tudományos főmunkatárs; Kidolgozták: Cseffalvay Mária, Dr. habil. Gáspár László, Hóz Erzsébet, Sipos Tibor, Tigyi Szabolcs; 2014. április 30.
- [3] MAÚT, A KÖZÚTI INFRASTRUKTÚRA KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI KEZELÉSE (KIKK) SZAKMAI EGYEZTETÉSRE - 2023.07.20. pdf formátum
- [4] <https://road-safety.transport.ec.europa.eu/eu-road-safety-policy/priorities/infrastructure/road-infrastructure-guidelines> (2024.04.30)
- [5] Hóz E. – Cseffalvay M.-Nagy P.D.: Hálózati szintű közlekedésbiztonsági felmérés Magyarországon, (1. sz. elsőrendű főút reaktív vizsgálata, célzott közúti biztonsági felülvizsgálatok -CKBF- és a lakott területen kívüli szakaszok proaktív vizsgálata), KTI tanulmány, 2024. május
- [6] Prof. Dr. Holló Péter – Dr. Sipos Tibor: Közúti baleseti veszteségek aktualizálása; Közlekedéstudományi Szemle 2020. LXX. évf. 4. sz.; DOI 10.24228/KTSZ.2020.4.4
- [7] Krizsik Nóra: Baleseti veszteségérték számítás; KTI kutatási jelentés; 2023
- [8] Michael Sorensen, Rune Elvik: Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks - Best Practice Guidelines and Implementation Steps.

# Harminc a városban – Komplex városi sebességcsillapítás eszközei és kiterjesztése Magyarországon / 30Cities – Implementing general speed reduction in urban area in Hungary

Kovács Virág Zita

közlekedésépítő mérnök, urbanista, önálló tervező  
kovacs.virag@civilmernok.org

**Kivonat:** A „Harminc a városban – Komplex városi sebességcsillapítás európai tapasztalatai” címmel 2023-ban írt összefoglalóm után jelen cikkemben az alacsony és vegyes forgalmú városi utcák kialakításának eszközrendszerét vizsgálom. Az alkalmazható forgalomtechnikai és térépítészeti eszközöket a francia, osztrák és német tervezési segédletek és gyakorlati megvalósulásuk szerint mutatom be, és hasonlítom össze a magyar szabályozással és tervezési gyakorlattal. Tervezési paraméterek összevetésében a következő eszközök szerepelnek: Gyalogos-kerékpáros zóna, Lakópihenő övezet, 30-as övezet, Találkozási zónák/vegyes forgalmú utcák, Kerékpáros utca, Iskola utcák. Városon belüli közlekedéstervezők között konszenzus van abban, hogy forgalmi és parkolási sávméreték kis sebességeknél nincsen megfelelően definiálva, jelen vizsgálatban ezt a kérdést járom körül. A szabályozási hiányosságok és anomáliák elemzése nyomán forgalomtechnikai egyszerűsítéseket javaslok. A folyamatban lévő KRESZ módosítás során felmerült indítványokat is összefoglalom, és bemutatom, hogy a vonatkozó műszaki előírások mire adnak lehetőséget. A csillapított sebességű övezetek kijelölésének útkezelői gyakorlatáról és az alkalmazás anomáliáiról a forgalomtechnikai kezelőkkel és tervezőkkel történt konzultáció alapján készítettem elemzést. Áttekintem a budapesti sebesség és forgalomcsillapítás folyamatát 2020-24 között, ahol két budapesti kerület átfogó közterületátalakítási programját hozom példának.

**Abstract:** This article continues my 2023 summary, "30Cities – lesson learnt from Europe." In it, I examine the tools that can be utilized to design urban streets that accommodate low and mixed traffic volumes. This article will present the traffic engineering and spatial planning tools that can be applied, based on French, Austrian and German design guidelines and their practical implementation. It will also compare these tools with Hungarian regulations and design practice. The design parameters are compared for the following zones: Pedestrian-Bicycle Zone, Residential Zone, Zone 30, Mixed Traffic Streets/Encounter Zone (Begegnungs zone), Bicycle Street and School Street. There is a consensus among transportation planners within the city that traffic and parking lane sizes at low speeds are not adequately defined, and this is the issue I address in this study. Based on an analysis of regulatory gaps and anomalies, I propose traffic engineering simplifications. I will also summarise the proposals that have emerged from the ongoing revision of the Highway Code and show what the relevant technical regulations allow. An analysis of the road management practices and anomalies in the application of the designation of attenuated speed zones is based on consultations with traffic engineering managers and designers. I review the speed and traffic calming process in Budapest between 2020 and 2024, using the comprehensive public space conversion programmes of two Budapest districts as examples.

**Kulcsszavak:** várostervezés; új-urbanizmus; fenntarthatóközlekedés; közlekedésbiztonság; forgalomcsillapítás; gyaloglás; kerékpározás; élhető-város; humanizált közterületek; 30avarosban

**Keywords:** urban-design; street-design; new-urbanism; roadsafety; walking; cycling; shared-space; citta30; 30cities

## Bevezetés

A motorizáció folyamatos növekedése, a környezet- és klímavédelmi szempontú közlekedési átállás szükségessége, valamint a gyalogos, kerékpározási, tartózkodási, játék- és növényesítési célú utcai terek visszanyerése iránti növekvő igény 2020-ban ismét a lakóhely környéki mobilitásra és az autóforgalom csillapítására irányították a figyelmet. A 2020-ban megjelent, osztrák Quartiersmobilität gestalten [1] c. tervezési útmutató egy figyelemre méltó és jól használható kézikönyv volt Budapest köztérmeújítási

és lakóutcák forgalomcsillapítási programja során. Ez az útmutató az 1980-as évek nagyszabású forgalomcsillapító eszközeit mutatja be, és összekapcsolja azokat a jelenlegi települési utcák és terek tervezésének gyakorlati tapasztalataival. A kiadvány számos példát és megvalósítási javaslatot tartalmaz a politika, a közigazgatás, a tervezési hivatalok és a lakosság számára. A magyar tervezési és útkezelői gyakorlatba és szabályozási környezetbe azonban nem teljesen illeszthetők ezek az újfajta eszközök.

A „*Harminc a városban – Komplex városi sebességcsillapítás európai tapasztalatai*” címmel 2023-ban írt összefoglalóm az egész városra vagy városrészekre kiterjedő 30 km/h sebességcsillapítás lehetőségét járja körbe [2] jelen cikkemben az alacsony és vegyes forgalmú városi utcák kialakításának eszközszerét vizsgálom. A budapesti köztér megújítási és sebesség csillapítási tapasztalatokat igyekszem áttekinteni négy év távlatából, a fent említett eszközszeret néhány osztrák, német és francia tervezési útmutató fényében vizsgálom

A csillapított forgalmú övezetekben a gépjármű forgalom nagyságának és sebességének csillapítása, a közúti veszélyek csökkenés útján a gyaloglás és a kerékpározás feltételeinek jelentős javulását eredményezi, de annak kényelmét is fokozni szükséges az utca humanizálásával, az épített burkolat és az utcaberendezés megfelelő kialakításával.

A kutatásom bemutatja az új forgalomcsillapítási eszközöket és tervezési paramétereket nemzetközi összehasonlításban, majd a magyar tervezési gyakorlat anomáliáit elemzi. Konkrét utcai esettanulmányok és interjúk alapján tárgyalom a közterek humanizálásának gyakorlati kihívásait, rámutatva a fejlesztési lehetőségekre.

A sikeres utca-átalakításhoz a forgalomszervezési, városépítészeti, városarculati, tájépítészeti szakmáknak szorosan együtt kell működni, ezeket a folyamatokat vizsgálom, bemutatva a közelmúltból két budapesti kerületi önkormányzat programját és az új budapesti közterületi tervezési útmutatókat is.

## 1. Eszközök

A forgalomcsillapítás klasszikus eszközei, mint a gyalogos zóna, gyalogos-kerékpáros zóna, lakó-pihenő övezet, 30-as övezet nem fedik le teljes mértékben és egyértelműen a pezsgő városi utcai élet kihívásait, ezért több országban további, diverzebb vagy megengedőbb, illetve az együttműködést jobban támogató szabályozást vezettek be. A törekvés lényege az, hogy az aktív- és mikromobilitás számos (újfajta) járművét és módozatát be kell tudni illeszteni a különböző funkciójú, illetve vegyes városi térépítészeti és forgalomtechnikai környezetekbe, valamint vonzóvá kell tenni azt az ott tartózkodó emberek számára.

A forgalomcsillapítást és hatékony sebességcsökkentést lehetővé tevő közlekedési szabályok országokénti specialitásait mutatom be, különösképpen a „Találkozási zónák” és „Tempo30 zónák” az európai közlekedési szabályokban foglalt részletes szabályaira, kitekintéssel a „Kerékpáros utca” szabályozására. Áttekintést adok a sebességcsökkentés forgalomszabályozási eszközeiről, bemutatva, hogy egyes országos közlekedési törvénye milyen eszközöket kínál, és azoknak mik az alkalmazási tapasztalatai.

### 1.1 Korlátozott sebességű (Tempo30) övezet és lakó-pihenő övezet magyar gyakorlata

A KRESZ szerint:

- A „korlátozott sebességű övezet” forgalomszabályozás 30 km/h sebességkorlátozást jelentő területi korlátozás. (Továbbiakban: Tempo30.)
- A „lakó-pihenő övezet” 20 km/h-ra való sebességcsökkentés jelentő területi korlátozás, ahol a „vezetőnek fokozottan ügyelnie kell a gyalogosok (különösen a gyermekek) és a kerékpárosok biztonságára”, és az övezetbe alapvetően csak az ott lakókat vagy oda látogatókat szállító gépkocsit hajthat be. Ha a lakó-pihenő övezeten belül van járda, akkor a gyalogosok jogai és kötelezettségei nem különböznek bármely már úton szokásostól. (Továbbiakban: LPÖ.)
- területi forgalomcsillapítás az egész településre is jelölhető (KRESZ 14. § (1) z/1. pont szerint)

A forgalomszabályozásról szóló 20/1984 KM. rendeletben „lakó-pihenő övezetek” kijelöléséhez az alábbi kritériumok teljesülése szükséges: (Csak azok kiemelve, amelyek érdemi eltérést jelentenek a „korlátozott sebességű övezet” kritériumaihoz képest.)

- nagy forgalmú, illetve nagy áruszállítási vonzattal járó ipari vagy mezőgazdasági üzemek, létesítmények, közintézmények nem lehetnek az övezetben.
- az övezetet tömegközlekedési járat vagy vasúti pálya nem keresztezheti.
- Ha az úton járda nincs, a) a gyalogosok az utat teljes szélességében használhatják, a járművek forgalmát azonban szükségtelenül nem akadályozhatják, b) járművel várakozni csak az erre kijelölt területen szabad.

## 1.2 Találkozási zónák/vegyes övezetek

A fentiekől eltérő meghatározású „*shared-space*” fogalma 2007-2009 táján robban be a közbeszédbe, ami a holland Hans Monderman definíciójával jelenthet teljesen egy szintben lévő, elválasztás és jelzőtáblák nélküli vegyes felületet, vagy finom jelzésekkel, textúrákkal, utcaberendezéssel egy kultúrált és a biztonságos együttélését jól segítő kialakítást. Az osztrák, német és svájc gyakorlati példákön keresztül a *Shared-space koncepció* 2012-ben mutatta be a városi közterek és közlekedési felületek tervezésének új megközelítését, az alkalmazható eszközök széles skálájával.[3]

Mivel felmerült az igény az ilyen *shared-space* felületek korábban nem létező forgalomtechnikai definiálására is, az osztrák és a francia szabályozás ismertetem. Az ilyen módon definiált „vegyes övezet” megfeleltethető a „Lakó-pihenő övezet” azzal a különbséggel, hogy a „vegyes övezet” tipikusan sűrűn lakott belvárosi, és intézményi területeket is kijelölhető, ösztönözve ezzel a békésebb közlekedést a belvárosokban. [2]

- Francia nyelvterületen *Zone de rencontre* - „találkozási zóna”-nak nevezik. A *Zone de rencontre* 2008 -óta létezik Franciaországban, kisvárosok belső területén is leterjed, kereskedelmi zónában használatos.
- Osztrák törvényi definíció: *Begegnungszonen*: [§§ 76c, 23 Abs 2a Straßenverkehrsordnung](#) Ausztriában és Svájcban elterjedt övezeti szabályozási mód 20 vagy 30 km/h megengedett sebességgel

Példa: Grazban a Sonnenfelsplatz 2011-ben volt az egyik első „közös tér” / „*shared-space*” projekt Ausztriában, a *Begegnungszone* törvényi bevezetése után azonnal kijelölték Graz-ban 20 km/h-ás találkozási zónaként. A *Begegnungszone* a forgalomcsillapításnak egy új eszköze a magas gyalogos gyakoriságú zónákban, ahol az áruszállítást és a gépjárműforgalmat egyidejűleg szükséges biztosítani. Egy másik érdekes projekt Grazban a Lendplatz: 2021-ben *Begegnungszone*-vá alakították át ezt a teret, taktikai urbanisztikai elemekkel, az út rekonstrukciója nélkül, a járdaszegélyek megmaradtak, de bútorokkal és színes burkolatfestésekkel nagyon vonzóvá vált.

A KfV (Osztrák Közlekedésbiztonsági Tanács) 2018-ban végeztetett egy kutatást „Gegenüberstellung von Begegnungszonen bezüglich Verkehrssicherheitsparametern” címmel: „Találkozási zónák összehasonlítása közlekedésbiztonsági paraméterekkel kapcsolatban” [4]. Itt tizenkét helyszínt vizsgálnak meg részletesen, forgalomnagyság, napi sebesség eloszlás, gyalogos áramlás hosszában és keresztszabályozásban, a füzet tartalmaz egy részletes kérdőívet, amivel az üzlettulajdonosokat kérdezték meg a gyalog és autóval érkező vendégeik észrevételeivel kapcsolatban.

Három alapelv közös a találkozóterület fogalmában a különböző európai országokban:

- elsőbbséget élveznek a gyalogosok, és nem kell járdán mozogniuk, ha van ilyen, szabadon keresztezhetik az utcát;
- minden jármű sebessége 20 km/h-ra korlátozódik;
- alapértelmezett jobbkézszabály elsőbbségi rend kereszteződéseknél



1. ábra: Zóna30, Ausztria, egy kisvárosi iskola előtti utcakép



2. ábra: Szlovénia, vegyes forgalmú belvárosi utca Cona20



3. ábra: Francia Zone de rencontre



4. ábra: Begegnungszone, Linz főtérr

Magyar elnevezési javaslatok:

Magyar fordításban találkozhatunk a következő szavakkal: találkozó zóna, közösségi utca, együttélési zóna, vegyes zóna. Egyelőre még nem találta meg a szakma magyar nyelven a megfelelő elnevezést. A fogalom bevezetés során, éppúgy, mint a használatkor fontos, hogy a közlekedési felület helyett sokkal inkább az emberre fókuszálja a figyelmet. Ezért találóak a *shared*, *begegnung*, *rencontre* szavak.

Az alábbi szókombinációkból lenne célszerű valamiféle szakmai konszenzus alapján választani: *Közös terület*, *Közös felület*, *Közös útfelület*, *Vegyes forgalmú utca*, *Vegyes forgalmú övezet*, *Vegyes használatú utca*, *Vegyes övezet*, *Gyalogos elsőbbségű övezet*.

### 1.3 Kerékpáros utca

A holland Fietsstraat, illetve az osztrák Fahrradstrasse / Fahrradfreundliche Straßen alapján a magyar definícióra az alábbi javaslat terjedt el: A „kerékpáros utca” úttestjén a kerékpárforgalom prioritást élvez a gépjárműforgalommal szemben. Az így megjelölt útszakaszokra más járművek akkor hajthatnak be, ha úti céljuk a táblával megjelölt úton van, de a kerékpárok közlekedését nem akadályozhatják és nem zavarhatják. Kerékpáros utcában a megengedett legnagyobb sebesség 30 km/h. Kerékpáros utcában a kerékpározók korlátozás nélkül haladhatnak egymás mellett. > *A 2024 nyarán tárgyalt KRESZ módosítás szakmai javaslatában „kerékpáros övezet”-ként szerepel. A BKK Közterületek és közutak tervezési útmutatója (2024) előremutatóan tartalmazza a pontos magyar alkalmazhatóság módját és paramétereit. [5]*

### 1.4 Iskola utcák

Franciaországban, Szlovéniában és Ausztriában is jellemző, hogy az iskolák előtt kifejezetten 30 km/h sebesség korlátozás van érvényben, és időszakosan elterelik a forgalmat, melynek célja, hogy a tanulók biztonságosan és egészséges körülmények között érkezenek az iskolába. Gyakran párosul megállási, illetve várakozási tilalommal, így a gyermekek egy utcaszakasznyit gyalog tesznek meg, és növekszik az iskolaépület előtt biztonsággal gyalogolható közterület. >> *A nemzetközi Tiszta Városok Kampany Iskola utcák (#StreetsForKids) elnevezésű akciójában 2023-ban a Levegő Munkacsoport közreműködésével indult el Magyarországon az „iskola utcák”-ról szóló diskurzus. A BKK 2024-ben kidolgozta az erre vonatkozó budapesti ajánlásokat és arculati tervet is. A kerületek közül a VIII. kerületi, józsefvárosi önkormányzat saját kezdeményezésével is élen jár az iskola utcák megvalósításában. (Lásd. Sulizóna tervezési útmutatója, BKK, 2024 [5])*



5. ábra: Iskola környezet német kisvárosban időszakos és önkéntes sebesség korlátozással



6. ábra: Iskola előtt behajtás korlátozó időszakos kapu franciaországban

További képek: Saját képgyűjtemény forgalomcsillapítási jó példák és tanulságok [6]  
<https://tinyurl.com/9ax8f8b3>

## 2. Tervezési paraméterek és funkciók anomáliái

### 2.1 Megengedett funkciók összehasonlítása

A francia Cerema, *Designing traffic-calmed streets* tervezési útmutatója bemutatja a fő funkciók spektrumán (a helyi élet az utcán: zöld színnel, és a közlekedési funkció: narancs színnel) a jellemző utcakialakítást. Látszik, hogy vegyes övezet a gyalogos zóna és a 30-as zóna tartománya közé esik, de ez a vegyes övezet lehet belvárosi terület vagy akár egyetlen utca is. [7]



7. ábra: Csillapítás mértéke (Forrás: CEREMA)

Az *Otthon a budapesti utakon – mindenkit hazavárunk!* Közúti közlekedésbiztonsági stratégia [8] ehhez hasonlóan definiálja a városi utak és utcák hálózati és köztéri szerepét, és rendel hozzá sebesség szinteket és ajánlott keresztmetszeti elrendezést.

Az alábbi táblázatban a területi sebességcsillapítás eszközeit hasonlítom össze a használati mód szerint.

GYZÓNA: gyalogos zóna

GYKP ZÓNA: gyalogos- és kerékpáros övezet

ZÓNA30 – korlátozott sebességű övezet

LPÖ – lakó- pihenő övezet

30, 40 – Útvonal menti sebesség korlátozás

20, <20 Útvonal menti sebesség korlátozás

KP UTCA - kerékpáros utca (nincs ilyen jelenleg)

KÖZÖS – vegyes forgalmú övezet / találkozási zóna (nincs ilyen jelenleg)

	Gépjármű sebessége	Kerékpár sebessége	Kerékpár helye	Elsőbbség	Átmenő forgalom megengedett	Parkolás	Gyalogos
GYZÓNA	(10)	10	(lépésben)	gyalogos	nem	nem megengedett	teljes felület
GYKP ZÓNA	(10)	20	kijelölt haladó sávon	gyalogos	nem	nem megengedett	teljes felület, kivéve kp
ZÓNA30	30	30	vegyes forgalomban, jobb szélén	jobbkéz-szabály	igen	út szélén	járdán
LPÖ	20	20	vegyes forgalomban, bárhol	jobbkéz-szabály, gyalogos	nem	csak a kijelölt helyen	bárhol közlekedhet;

							utcán játszani is lehet
30, 40	30, 40	30, 40	vegyes forgalomban, jobb szélén	jelzőtábla szerint (főút is lehet)	igen	út szélén	járdán
20, <20	20, <20	20, <20	vegyes forgalomban, jobb szélén	jobbkez-szabály	igen	út szélén	járdán
KP UTCA *	30	30	vegyes forgalomban, bárhol	kerékpár	csak kerékpár	csak a kijelölt helyen	járdán
KÖZÖS *	20	20	vegyes forgalomban, bárhol	jobb kéz	nem	csak a kijelölt helyen	bárhol keresztezheti

\*nincs ilyen jelenleg

1. táblázat: Csillapított övezetek szabályainak összehasonlítása (saját szerkesztés)

## 2.2 Alkalmazási tapasztalatok Budapesten

A forgalomtechnikai kezelőkkel és tervezőkkel történt konzultációm (2023) alapján a csillapított forgalmú övezetek kijelölésével és használatával kapcsolatban az alábbi gyakorlati tapasztalatokat, anomáliákat gyűjtöttem össze, ami további részletes szakmai elemzés tárgya lehet.

- A forgalomcsillapított utca vagy övezet fogalma önmagában is egy anomália, mivel az egyetlen forgalom, ami csillapítandó, az az autóforgalom (beleértve a teherforgalmat), ezeken a nem-motorizált fogalom arányának és biztonságának a növelése a cél.
- A helyi lakosság vagy a kerület kérésére létesülnek Tempo30 övezetek, de sok esetben a táblán kívül semmi nem sugallja a kialakítást. Gyakran kérnek „fekvőrendőrt” a „száguldozás” miatt, de a közútkezelő többnyire azt az álláspontot képviseli, hogy egyedi, szabálytalan geometriájú, hangos, és a kerékpárral haladók számára különösen veszélyes fekvőrendőr helyett épített bejárati küszöbök épüljenek. Ezek geometriája kerületenként eltérő típusú, megjelentek a teljes csomóponti kiemelések is, parkolófülek építése esetén a beláthatóság is javul, és javul az akadálymentesség a járda tekintetében. Még inkább preferált a sávellhúzással, növényládákkal kialakított útszűkítés, amit egyes kerületek a parkolóhelyvesztés miatt nem támogatnak.
- Előfordul néhány helyen zónán belül „Elsőbbségadás kötelező” szabályozás, azonban ez ellentétes a csillapított zóna filozófiájával, néha mégis szükségesnek tűnik.
- Mára már olyan sok helyen van 30-as övezet lakó utcákban, hogy „szinte evidens”, ezért nagyobb területen kevesebb külön jelzés is elegendő. A forgalomtechnikai kezelő elvárása, hogy a táblán kívül legyen épített lassító elem, és egy nagyobb terület legyen egységes. Zónán belül egyenrangú utak keresztezése megengedett csak. Ezzel szemben számos olyan terület van, ahol a buszok közlekedése miatt a zónából ki kell emelni egy-egy kerületi gyűjtőutat, a buszok elsőbbsége miatt, (lásd Újlipótváros), ilyen esetekben vonali 30-as korlátozás váltakozik a zónával, ez egyfajta táblaerdőt eredményez. >> emiatt lenne célszerű a városi szintű szabályozás.
- Műszaki ajánlások egységesítése szükséges (kerületek szintjén): A küszöbök geometriai tervezése olyan kellene legyen, hogy pontosan 30 km/h-val lehessen csak áthaladni rajta (pl. magasság 12 cm és rámpa hajlása 10%, hossza minimum 5 m), kényelemesen legyen kerékpárral járható és célszerű (sárga háromszöges vagy más) felfestéssel előjelezni azt. Javasolható a 30 km/h kör alakú nagy méretű színes termoplasztik burkolati jel is, ami szintkülönbség nélkül is vizuális jelzést ad. A zónahatárokat szintén burkolati jellel javasolt erőteljesen hangsúlyozni külföldi példák alapján.
- Szerelt, csavarozott műanyag elemek: a keskeny (30-50 cm-es) elemek nem, de a 1,5-2 méteres, laposabb és szélesebb párnák javasolhatóak.
- Az útkezelőnek nincsen kezében eszköz a sebesség mérésre és ellenőrzésére. A rendőrség ellenőrizhet, de főúton is ritkán van ellenőrzés, 30-as zónában különösen ritkán. A lakosság

tapasztalat az, hogy a rendőrség ismeretlen mértékű, de nagyon nagyvonalú toleranciával dolgozik a sebesség betartatás területén.

- A Budapest Közút álláspontja szerint a „lakó-pihenő övezet” kialakítása csak speciális építési környezet esetén (jellemzően járda hiánya), gyalogosok úttesten közlekedése esetén támogatható. Tehát lakó-pihenő övezet kijelölését jelen pillanatban ott támogatja a kezelő, ahol valóban csak lépésben szabad haladni autóval és egyszintben van a járda az úttal, nagy a gyalogos forgalom.
- Lakó-pihenő övezetben definíciója szerint a gyalogosok is az út felületén közlekednek. Egy lakó-pihenő övezetben nem lehet osztott közút/járda felületeket létrehozni, ezzel erősítve azt az érzést, hogy itt a „járművek csak vendégek”. Megfordítva, ahol járda található az a terület lakó-pihenő övezetként nem kijelölhető, maximum 30 km/h övezetként. Mindez persze akkor működik csak, ha megfelelő elhúzásokkal a geometria is lassításra ösztönöz.
- A vonatkozó rendelet, (20/1984, 10.2.2.1. d. pontja) szerint Lakó-pihenő övezetben nagy forgalmú közintézmények nem lehetnek. Ezt értelmezi úgy a közútkezelő, hogy városközponti területen nem jelölhető ki LPÖ, ugyanakkor jogos igény az is, hogy ezek a helyek gyalog és kerékpárral előnyben részesített módon megközelíthetőek legyenek. >Ez az anomália jelzi az LPÖ definíció módosításának, vagy új övezeti fogalom létrehozásának szükségét.
- Továbbá hiányosság a hazai szabályozásban, hogy LPÖ csak övezet lehet, vonali eszközként nem használható, ritkán mégis így használják.
- Gyakran az LPÖ tábla mellet a 20-as sebességhatárt jelzőtáblával megismétlik, mert a használók többsége nem ismeri a tábla tartalmát és nem tartja be. (pl. széles kertvárosi utcákban fordul elő)

#### **Példák önmagát magyarázóan „lassú”, ugyanakkor elvileg 50km/h a megengedett sebesség:**

- Középső Ferencváros térköves, egy szintben levő utcái (Tompá u., Angyal u., Liliom u.)
- V. kerület díszburkolatos utcái (Gerlóczy u., Városház u., Vadász u.) sebességkorlát nélküli.
- A lakótelepi, kis sugarú ívekkel épített szervizutak többsége is ilyen (pl. Füredi lakótelep).
- Ferencvárosban a 2000-es években volt egy eredményes (autó)forgalomszabályozás, külön jelezett sebesség korlátozás nincs, de az önmagát magyarázó kialakítás miatt jellemzően lassan haladnak (pl. Tompa utca pl.)
- A védett övezetekben (I. ker, V. ker), ahol behajtani csak lakossági, intézményi, áruszállítási, építési és ingatlan-fenntartási vagy közfeladat ellátására vonatkozó gépjárművel lehetséges jellemző, hogy nincs sebességkorlátozás.
- Számos további utca van, ami nem LPÖ vagy Tempo30-as övezeti, mégis a gyakorlatban sebességcsökkentésként működik, mert olyanok az adottságai – ezeket érdemes volna szisztematikusan átvizsgálni, és koherensen kijelölni, lehetőleg nagyobb zónára kiterjesztve.

#### **Csak jelzőtábla jelzi a 30 km/h korlátozást, de nem igazán tartják be:**

- Budafoki út, Wesselényi u. stb.

#### **Az elvárt sebesség szempontjából ellentmondásos utca kialakítás:**

- Túl széles jobbkezes utcák, ahol elsőbbségadás kötelező táblákat tesznek ki (pl. Kassák L.u., Illés u., Szálfa u.).
- Szűk városi tengelyek, hol egyre inkább csak jobbkezes egyenrangúvá alakítják csomópontokat (Bródy S. u., Dob u., Szondi u.), zóna jelölés nem egységes: pl. Cinkotai út, végig ugyanolyan széles, de az elején (Csömörítől Egressy útig) védett út, a közepe (Egressy-Mogyoródi út között) jobbkezes (50), a vége (Mogyoródi-Fogarasi út között) pedig jobbkezes tempo30.
- Főutak torlódása esetén a mellékutcák terhelődnek gyors átmenő forgalommal, ezért ezen területek védelme szükséges. (pl. XXII. ker Barsos Gábor telep– nem egységes az utcák sebesség szabályozása, szakaszos 30, bizonyos részeket zóna: a teljes zónásítás felülvizsgálata javasolható.)
- Lakótelepi LPÖ – többnyire a teljes lakótelep lakó-pihenő övezetként van kijelölve (jó rég óta), az útkialakítás ezzel nem mindig koherens.

### **2.3 Technológiai és társadalmi dilemmák**

A sebességcsillapítás kérdésköre nem oldható meg a szűken vett közlekedéstudomány területén belül, mivel számos szociológiai, kulturális és pszichológiai vetülete is van a köztérrel való együttélésnek.

Kutatásom során eddig az alábbi témákat azonosítottam, melyekkel célszerű mélyebb összefüggésben tovább foglalkozni.

**Navigáció:** Jelenleg a lakó-pihenő övezetek ki vannak zárva a tervezési algoritmusból, de a Tempo30 övezetek, azaz a lakóterületeken átvezető „szökő utakat” éppen a navigációs rendszerek ajánlják fel a gépjárművezetőnek, ezzel is indokolatlanul terhelve például a belvárosi vagy kertvárosi utcákat. *Fontos lenne a városi útkezelőnek együttműködni a navigációs szoftvereket gyártó cégekkel, mert a megfelelő útvonalajánló algoritmusok alkalmazása elengedhetetlen a lakóutcák átmenő forgalmának csökkentéséhez.*

**Járművek mérete:** A köztérhasználat optimalizálásában egyre nagyobb gondot jelent a gépjárművek technológiai fejlődése. A biztonságosabbnak mondott járművek, egyre nagyobb teljesítményű motorokkal és nagyobb méretükkel egyre nagyobb veszélyt jelentenek éppen a többi közlekedőre. Egy átlagos személyautó 2017-ben 1,8 méter széles volt, a városi a parkolóhelyek minimális mérete 2,00 m, és ezt területhasználati okból nem lenne célszerű növelni. Az új parkolási létesítményekre vonatkozó műszaki előírás (2024 nyaratól) azonban már S, M és L méretű járműveket határoz meg: 4,00x2,00m, 5,00x2,00m és 5,50x2,25m mértékkel, és 2,50 m széles ajánlott parkoló szélességgel. *A járművek méretének és motorteljesítményének növekedésének, szinte csak a társadalmi önkontroll szabhat gátat vagy szigorú szabályozással (súly és méret korlátozó tiltások zónán belül, büntető adó) lehet a túlméretes „terepjáró” járműveket távoltartani a belvárosi terektől.*

**Felgyorsult, zaklatott életvitel:** Fleisher Tamás fogalmazta meg [9], hogy *„a forgalomcsillapításnak fontos célja mind a közlekedő, mind az őket körülvevő emberek nyugalalmának biztosítása. Természetesen a közlekedés nem szakítható ki a környezetéből, ha az élet egyéb tényezői a társadalom számára zaklatottságot, idegességet okoznak, akkor annyi tűzhető ki, hogy a közlekedés a maga részéről legalább ne fokozza ezt a feszültséget.”* Ez úgy is értelmezhető, hogy az egyének és a társadalmi csoportok belső feszültsége leképeződik a viselkedésben, így a közlekedési morálban is. Meglátásom az, hogy ahogy az elme tudatossággal, lassú lélegzéssel elcsendesíthető, lenyugtatható, úgy az autóforgalom is, és ez vissza is hat az elmeállapotra; végső soron az autóforgalom csillapításával a társadalom belső idegállapota is csillapítható.

## 2.4 Tervezési paraméterek összehasonlítása

A tervezési paraméterek a vizsgált országokban eltérőek. Néhány vonatkozó tervezési előírásból és útmutatóból kiemelem a magyar előírásokból hiányzó részlettervezési kérdéseket:

- A „találkozási zóna” esetén francia előírás 1000 gépjármű/nap alatt akár 2,70m-es sávot is megenged, 1000-5000 J/nap esetén pedig 3,50m-t, ennél nagyobb forgalom esetén írja elő, hogy külön haladó sávja legyen a kerékpárnak. Természetesen van akkora kerékpárforgalom-nagyság is, amivel telítődni tud az út, ilyenkor túl sok konfliktus lesz, de 750 kp/nap forgalomnagyságig jól működhet a vegyes útfelület.
- Belgiumban 100-120 J/ó csúcsóra forgalomig megengedett, másutt 300 J/nap-ban maximálják, Franciaországban nincsen rá határéték.
- Ausztriában 1000 J/nap és 750 kerékpár/nap forgalomig tartják ideálisnak. Jelentősebb várható kerékpárforgalom esetén a fölérendelt elsőbbségi viszonyok lehet a jó megoldás: ilyenkor inkább „kerékpáros utca” javasolt, nagyobb sáv szélességgel.

Budapesten előfordulnak 3,00-3,50 m széles egyirányú utcák, és előfordulnak 2,75 m vagy extrém esetben 2,50 méteres forgalmi sávok, vagy kanyarodósávok is – ezért a kerékpársávok szélességének teljesen egyedi a szokásrendje alakult ki. A kis sebességű vegyes forgalmú területeken alacsonyabb tervezési paraméterek lennének indokoltak. Ezek 2023-ig nem szerepeltek semmilyen útmutatóban, így minden alkalommal egyedi alku tárgyat képezték.

### Tervezési paraméterek az útügyi műszaki előírások alapján

A legáltalános előírás a *Közutak tervezése* (e-UT 03.01.11 - Továbbiakban: KTSZ) igen régen, 2008-ban lett frissítve, ennek gyakorlatilag kiegészítései a gyalogos, kerékpáros és forgalomcsillapítási szempontokat tartalmazó előírások. Ezek együttesen adják ki a városi utak és utcák tervezésének előírásait, de több év eltéréssel egyáltalán nem ezzel a céllal készültek átfogóan. Ezek a műszaki előírások az elmúlt évtizedek gyakorlata alapján országos utakon kötelezők, helyi utakon csak

ajánlottak, tehát önkormányzati útkezelők önkéntes alapon, illetve praktikus megfontolásból vagy pályázati kööttség esetén veszik azt figyelembe.

Vonatkozó útügyi műszaki előírások felsorolása:

- e-UT 03.01.11 - Közutak tervezése (KTSZ) (2008)
- e-UT 03.02.12 - Közúti forgalom csillapítása (2008)
- e-UT 03.04.13 - Kerékpározható közutak tervezése (2019. május 15.)
- e-UT 03.07.25 - A gyalogosközlekedés közforgalmú létesítményeinek tervezése (2023.03.15.)
- e-UT 03.02.33 - Gépjármű-várakozóhelyek geometriai kialakítása (2024.06.15.)

Gyakori, hogy a településen átvezető országos utakon nem veszik figyelembe az ott lakók érdekeit, és például nem alkalmaznak sebesség csökkentést, sávszűkítést, megfelelő gyalogos átvezetéseket, mivel az országos útkezelő szervezet (Magyar Közút) deklarálta a távolsági autóforgalom átjuttatását tekinti céljának a települési szakaszokon. A gyaloglás és kerékpározási igények, illetve köztéri funkciók harmonizálása az önkormányzatok kezdeményezésével és szándékával lehetségesek csak.

### Tervezési paraméterek alacsony sebesség esetén

Városon belüli közlekedéstervezők között konszenzus van abban, amit Somfai András [10] pontosan leírt 2020-ban és korábban is, hogy forgalmi és parkolási sávméreték kis sebességeknél nincsen megfelelően definiálva. Az *e-UT 03.01.11 - Közutak tervezése - Útügyi Műszaki Előírás 4.7.2.1. pontjában a 4.3.c - 4.3.d ábrákon foglalkozik a csökkentett sebesség (30 km/h) melletti mértékadó járműtalálkozások pályaszélesség-csökkentési lehetőségeivel (1. ábra). Az ábrák azonban befejezetlenek, és az előírás szövegében sincs utalás az alkalmazhatóságukra. Be kellene fejezni a felvillantott gondolatot, és kiegészíteni a találkozási típusokat, mivel például a tömegesen épített 6 m-es lakóutcai útpályáink kétirányú forgalom mellett igen veszélyesen, egyirányúsítás esetén pedig gazdaságtalanul használhatók egyoldali parkolásra. A reálisan használható méretek és feltételek tisztázásának tehát nagy a jelentősége.*

Mindebből látszik, hogy ez érvényes útügyi műszaki előírás alapján nem lehet a tervezési sebességet 20 és 30-ra venni az alacsonyabb hálózati hierarchiájú utakhoz. Budapest úthálózatára vonatkozóan éppen ezért a Közlekedésbiztonsági Stratégia *a hálózati hierarchia és megengedett sebesség vonatkozásában korrekciós javaslatot* tesz, és egy teljes egészében a nagyváros sajátosságaihoz igazítva határozza meg a besorolást és az ideális paramétereket. Budapesti gyakorlatban 2,20 méter széles parkolósáv a leggyakoribb, 2,0 m még elfogadott helyszűke esetén. Fizikai minimumként 1,80 m-t kell figyelembe venni a személygépkocsit jellemző szélessége miatt. Józsefvárosban a Déri Miksa utca faltól falig 15 méter széles, egyirányú vegyes forgalmú aszfalt útburkolata (kétirányú kerékpárforgalommal) 3,75 m széles, és váltakozó oldalon lévő parkolósáv bazalt kockakő burkolattal rakva 2,0 m. A járdák „felszabadítása” is megtörténhetett, a dominó fektetési mintájú térkövezett járdák jelenleg 3-4 m szélesek mindkét oldalon. Ez tehát az alkalmazható legkisebb paraméterekkel épült meg, a gyakorlatban mégsem tűnik szűkösnek, 2023 évi megfigyeléseim szerint egy átlag péntek délután sem alakulnak ki torlódások vagy konfliktusok.

Éppen ezért és ezen tervezések tapasztalatai nyomán a BKK 2024 nyarán elkészült *Közterületek és közutak tervezési útmutatója* [5] már tartalmazza a tervezési paradigmaváltást, és a városi utak és utcák útkategóriáinak keresztmetszetét zónánként mutatja be, valamint a diverz közterületi funkciók elhelyezkedésének variációit számos ábrával szemlélteti. A vizsgálat tárgyára vonatkozóan az alábbiakat emelem ki az új útmutatóból:

- Kétirányú helyi utcák esetén a burkolat szélességet legfeljebb (!) 5,00-5,50 m-ben határozza meg.
- Városi forgalmi sávok minimális járatos keresztmetszeti mérete 2,75 m, ennél keskenyebb méret (2,50 m) külön jelzéssel lehetséges.
- 3-4000 J/nap alatti egyirányú gépjármű és kétirányú kerékpár forgalom esetén 3,75 – 4,00 minimális út szélességet ad meg.
- A helyi utcák és lakóutak esetén 30 km/h megengedett sebességnél az elméleti minimum sávszélesség 2,75 m, ami funkciónak megfelelően, egyirányú, kerékpárral kétirányú, kétirányú kialakítás esetén szükségszerűen növelhető azzal, hogy a helyi út nincs forgalmi sávokra osztva.

- Alacsony megengedett sebesség, azaz 10 km/h alatt, vagy 10-30 km/h között a BKK útmutatója a járműforgalom tekintetében tervezési sebesség helyett, a tervezés geometria esetében „járhatóság”-ot irányozza elő.

A „járhatóság” maga nincsen specifikálva az útmutatóban, az elhúzások és kanyarodási ívsugarát minimális geometriáját a tervezői gyakorlatban még szükséges kidolgozni és visszaellenőrizni: tapasztalati alapon ez  $R_{min}=3$  méter sugarú íveket és 1:3, 1:5 elhúzásokat jelenthet.

### 3. KRESZ módosító indítványok áttekintése

**Magyarországon 2009-ben történt alapos KRESZ módosítás**, mely elsősorban a legvédtelenebb közlekedők – gyalogosok, kerékpározók – biztonságát javítja. Például ekkor vált lehetővé az egyirányú utcákban a kétirányú kerékpározás, amennyiben azt kiegészítő tábla jelzi. Ez tehát kisforgalmú egyirányú utcákban, jellemzően amúgy is 30-as zónákban, megfelelő burkolat szélesség esetén alkalmazható megoldás, de egyedi döntés igényel utcánként. 2011-ben került be a KRESZ-be implicit a kerékpározó megfelelő oldaltávolsággal való előzése, ennek pontos definiálása nélkül. Átfogó KRESZ módosítás azonban folyamatosan (2007 óta) „előkészítés alatt van”, változó minisztériumok és háttérintézmények közreműködésével.

#### KRESZ módosító indítványok [11]

A Magyar Kerékpárosklub és a Kerékpáros Miskolc Egyesület számos más szakmai és civil szervezettel együtt évek óta tevékenyen dolgozik a (2009. évi C. tv. szerinti) legvédtelenebb úthasználók biztonságának növelése érdekében. 2019-ben az aktív Magyarorszáért felelős kormánybiztosság – számos szakmai és civil szervezet ez irányú kezdeményezéseit, javaslatait koordinálva – javaslatcsomagot állított össze a közúti közlekedés szabályairól szóló, többször módosított 1/1975. KPM–BM együttes rendelet (KRESZ) közlekedésbiztonságot növelő módosítására. A 2023-ban újra kezdődött KRESZ módosító egyeztetések során ismét terítékre kerültek (többek között) az alábbi javaslatok, melyek közül *dőlttel* emelem ki a tárgykörünkben fontos témákat:

- Bécsi Egyezmény pontosabb integrálása – Magyarország közúti közlekedése nemzetközi beágyazottságú. Hazánk már 1980-ban beiktatta a magyar jogba a Bécsi közúti közlekedési egyezményt. Mégis, a védtelenekre, ezen belül a kerékpárral közlekedőkre vonatkozó szabályok máig sem egységesek. Egyezmény „2. fejezet, 7. cikkely (3) A járművezetőknek különös figyelmet kell fordítani a legvédtelenebb úthasználókra, úgymint a gyalogosokra, kerékpárosokra és főleg a gyerekekre, az idős és mozgáskorlátozott személyekre.” – ezen elv integrálása a magyar KRESZ előfeltétele a közlekedés biztonság javításának és a közlekedési kultúra jobbításának.
- Közlekedési terekkel kapcsolatos fogalmak pontosítása
- Járműnek minősülő könnyű közlekedési eszközök és gyalogos eszközök fogalmának meghatározása, és ezzel együtt a sebességhatárok pontosítása
- Gyalogosok úttestre lépésének egyértelműsítése, gyalogátkelőnél átkelni szándékozó gyalogost megillető elsőbbség, valamint a gyalogos-átkelőhely előtt megállási kötelezettség
- Lakó-pihenő övezet szabályainak módosítása
- Kerékpáros utca fogalmának bevezetése
- Gyalog- és kerékpárúton, kerékpárút kötelező használatának szabályai, járdán kerékpározás speciális szabályai (pl. 12 év alatti gyereket kísérő szülő)
- Nem kötelezően használandó kerékpárút külön jelzése
- Előzési oldaltávolság pontosítása kerékpáros és gyalogos előzésekor
- Félreértelmezett szabályozás pontosítása: Kerékpárosoknak a gyalogátkelőhelyen áthaladásakor, ill. járdáról úttestre lehajtáskor nincs elsőbbségük
- Kanyarodási szabályok pontosítása kerékpárral
- Megemelt kerékpársáv elválasztásának jelzése, nyitott kerékpársáv pontosítása

Jelen vizsgálatban tárgyalt anomáliák feloldásához, illetve a hatékony sebesség csökkentéshez és ezzel a közúti veszélyek csökkentéséhez a fenti jogszabálmódosítások is elengedhetetlenül szükségesek.

#### 4. Budapesti sebesség és forgalomcsillapítás folyamata (2020-24)

Budapesten 2020-tól kezdődően következetes várospolitikai mentén elindult a *Budapesti Mobilitási Terv* célkitűzéseivel összhangban a módváltásra ösztönzés és a gépjárműforgalom csökkentése a sűrűn lakott lakóterületeken is, melyet az *Otthon Budapesten – Integrált Településfejlesztés Stratégia* (2021.) és a *Közlekedési Biztonság Stratégia* támaszt alá. [8] Az átfogó forgalomcsillapítás és közter humanizálás először pilot projektek keretében, majd a közúthálózati és a kerékpárforgalmi hálózati tervek alapján az egyes útfelújítások és átépítések, a BKK koordinálásában és a kerületek pro-aktív közreműködésével évről évre egyre jobb színvonalon valósult meg. Két budapesti kerület átfogó közterületátalakítási programját hozom példának.

##### **Budapest VI. kerület, Terézváros:**

Terézváros önkormányzata 2022 nyarán jelentette be, hogy szisztematikusan és következetesen dolgozik a közterület-megújítási programján, szorosan együttműködve a fővárosi közlekedéspolitikával. 2024-re megvalósult a komplex területi sebességcsillapítása. A „Terézváros 2030 közterület-megújítási program” keretében faltól falig újulnak meg utcák, 2024-re a kerület valamennyi mellékútvonala 30-as zónába kerül. Az érintett Zóna 30-területen belül az egyirányú utcákban az ellenirányú kerékpározás is megengedett. Az adott területen lakossági parkolóhelyeket jelöltek ki – ez az összes parkolóhely 30 százalékát érinti. A parkolás nehézségeiből fakadó rakodási problémák megoldása érdekében új rakodóhelyeket jelölt ki az önkormányzat. (A program részletes ismertetése: <https://terezvaros.hu/terezvaros-2030>)



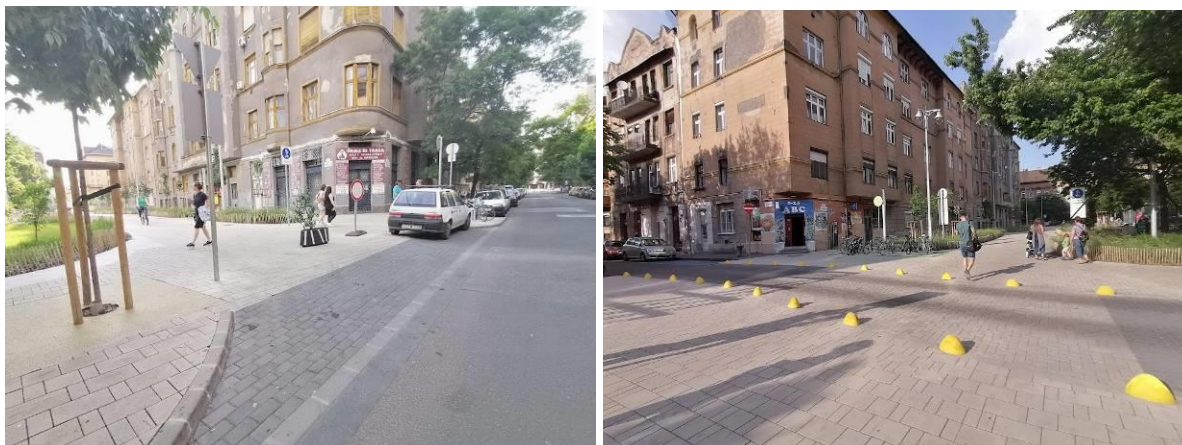
8. ábra: Aradi utca Zóna30: 2023. május, (Forrás: Terézvaros.hu)

##### **Budapest VIII. kerület, Józsefváros:**

A 2020-ban megkezdett belváros forgalomcsillapítási mintaprojektek folytatásképpen Józsefvárosban az elkötelezett alpolgármester kitartó munkájával egy igen jól érthető, világos egyoldalas dokumentumban foglalták össze a célokat (Józsefvárosi Mobilitási Charta), mely alapján 2021-től „Családbarát utca” programként indította el a Józsefvárosi Önkormányzat következetesen azt a programot, ami zónáról zónára, utcáról utcára, csomópontról csomópontra elvégzi a szükséges felülvizsgálatokat és átalakításokat. Ennek a programnak része a felsorolt csomópontok szűkítése, sebességcsökkentő küszöbök létesítése, kiemelet gyalogátkelők tervezése, komplex utca megújítások, és a váltott oldali parkolósávok kialakítása, és mobilitási pontok, kerékpárparkolók telepítése. A program felvállalja a parkolászám csökkenéssel járó beavatkozásokat, és számszerűsíti a mobilitási pontokat, járda felszabadítási és parkolás helyett közter bővítési programot hirdet. A program kitűzött célja *a forgalom lassítása, 30-as zónák kijelölése a fő közlekedési gyűjtőutakon kívüli utcákban a biztonságosabb, halkabb és károsanyag-csökkentett fő- és mellékutcák érdekében.*

*Fenntarthatóság és reziliencia a mobilitásban* tanulmánykötetben [12] 2022-ben jelent meg Munkácsy András *et al.* elemzése a Józsefvárosi beavatkozásokról a közterületek újrafelosztásának tekintetében. Ebben az szerepel, hogy több közterület esetén a tervezőknek nem – vagy nem teljes mértékben – sikerült megtalálni a környezethez illeszkedő megoldást és közterület-kialakítást. A 2023-24-ben megvalósult rekonstrukciókról (Somogyi Béla utca, Déri Miksa utca, Víg utca, Horváth Mihály tér, Magdolna-negyed autóforgalmának csillapítása) azonban már elmondható, hogy térépítészeti

megoldások, burkolatok, utcabútorok olyan innovatív elemeket tartalmaznak, amik sokkal inkább támogatják a gyalogos, kerékpáros és mikromobilitást, sokkal inkább az együttműködésre készet, és így biztonságosabb is. (A program részletes ismertetése: <https://jozsefvaros.hu/otthon/varosfejlesztes/>)



9. ábra: Józsefváros, Déri Miksa u. (2023)

pl. VIII. kerület - Déri Miksa utca új burkolata (2022) járda szintre emelet csomópontokkal, eltérő színű térkő használatával és térelválasztó elemekkel, 30-as zóna nem egységes a keresztutcákkal.



10. ábra: Józsefváros, Karácsony Sándor utca 2024

pl. Magdolna-negyed autóforgalmának csillapítása (2024) színes termoplasztik 30-as burkolati jel, elhajló rugalmas pollerek, sarok ívek szűkítése, építés nélküli szerelt középsziget, szűkített forgalmi sávok.

Esettanulmányaim és interjúim során arra kerestem a választ, hogy mi a kulcsmomentuma annak, hogy a megszokottól eltérő utcakép jöjjön létre. A Budapesten 2020-24 között megvalósult köztéri innovációk során az önmagát magyarázó és vonzó utcaképek a felelős alpolgármester koordinálásával, innovatív közlekedés tervezők és tájépítész tervezők együttműködésével, valamint a forgalomtechnikai kezelők rugalmas, és szokatlan megoldásokat elfogadó hozzáállásával tudtak megvalósulni. Ahol városvezetői akarat és szakmai kompetencia rendelkezésre áll, ott a fenntarthatóság, az inkluzivitás és egészséges utca korszerű tervezési gondolatai meg tudnak valósulni. *A konkrét megvalósítás, fogadtatás és hatás elemzés egy későbbi tanulmányom tárgyát képezheti.*

## Konklúzió

A Magyarországon elterjedten alkalmazott sebességcsillapító eszközök tekintetében a közútkezelési, tervezési és használó gyakorlati tapasztalatok alapján azonosított anomáliákat az alábbiakban foglalom össze:

## A feltárt anomáliák értékelése

- Előfordulnak azonos sebességszabályozású utcák eltérő kinézettel és különböző sebességhatárok hasonló kinézetű utcákon – ezek vizuális értelmezése zavart kelt.
- Közúti jelzések sokfélesége gyakran nehezen értelmezhető.
- Lakó-pihenő övezet: elvileg nem jelölhető ki olyan helyen, ahol van járda, mert az LPÖ lényege, hogy vegyesen az útesten haladhatnak a gyalogosok, és elvileg nem jelölhető ki olyan helyen, ahol intézmények vannak, tehát belvárosi alkalmazhatósága hiányosan definiált.
- Korlátozott sebességű Tempo30 övezet: a szabályozás egy nagyobb területére érvényes, a bejárati pontokat tábla és burkolati küszöb jelzi, zónán belül azonban nem lehet egyéb burkolatjeleket elhelyezni és elsőbbségi viszonyokat megadni, tehát teljesen egyenragú útkereszteződésekből áll a teljes terület és nincsenek kijelölt gyalogátkelők. Ez a megoldás csak akkor vezet célra, ha az utcák épített kialakítása is lassú haladásra ösztönöz. Tempo30 zónákon keresztül a busz útvonalak előnyben részesítése miatt, a busz útvonalát ki szokták emelni a zónából vonali 30-as korlátozással.
- Kerékpáros elsőbbségű, vagy gyalogos elsőbbségű, alacsony gépjármű forgalmú utcák és övezetek jelzésrendszere és épített kialakítása, utcaberendezése kísérleti fázisban van, és egyes képet mutat.

## Közútkezelési javaslatok

- A Tempo30 övezetekre és 30-as korlátozásra vonatkozóan egy egységes szemléletű felülvizsgálat szükséges területi alapon. A laksűrűség és üzletek sűrűsége határozza meg, hogy a csillapítás mértéke, és kialakítás a teljes spektrumon hol helyezkedjen el. A városban azonban sugarasgyűrűs jelleggel, tipikus hasonló jellegű utcákat tartalmazó lakónegyedeként azonban egységes, következetes logikával kell végig vinni a zónakijelölést.
- Ha belvárosi zónában nem lehet a jelenlegi LPÖ táblát használni, akkor csak bonyolult tábla kombinációval lehet a kívánt jelentéstartalmat elérni. Ezért jelentéstartalom és táblakép módosítása: az LPÖ definíció módosításának, vagy új övezeti fogalom létrehozásának szükséges. A jogszabályok értelemszerű módosítására, de elsősorban az útkezelővel való konszenzusra van szükség ezügyben.
- A pontos geometriára (út szélesség, járda szélesség, ívek, átvezetések, küszöbök és kiemelések, épített szűkítő elemek) egy városi környezetre és kis sebességekre optimalizált specializált tervezési útmutatót szükséges készíteni.
- Zónák bejárati küszöbe lehet a főúton húzódó járda emelet szintű végigvezetése is, ezt a kialakítást érdemes lenne településméretre való tekintet nélkül elterjeszteni.
- Városi utak és utcák tervezésének inkluzív szemléletű útügyi műszaki előírásának hiányában, hiánypótló kézikönyvként Budapesti előremutatóan elkészítette a Közterületek és közutak tervezési útmutatója és Szegélyzónák tervezési útmutatóját, melynek alkalmazása más városok számára is javasolható, illetve adaptálható.

A fenti tapasztalatok és esettanulmányok, valamint tervezői és várospolitikai konzultációim alapján az alábbi következtetésekre jutottam, melyek további szakmai innováció és kutatás szükségességére mutatnak rá. Egyúttal megállapítható, hogy mindezek az urbanisztika, mint interdiszciplináris tudomány tárgykörébe vezetnek.

**A sebesség mérése nem csak a főutakon,** de a lakóutcákban is szükséges, hozzájárulhat a szabálykövető magatartás ösztönzéséhez. Jelenleg erre sem technológia, sem forrás nem áll rendelkezésre, pedig ellenőrizhetősége és ellenőrzése, bírságok kiszabása is hozzájárulna a biztonság növekedéséhez. A kutatási céllal való mérés hozzásegítene a hiteles adatokhoz, és az alapján beavatkozások hitelesítéséhez.

**A fenntarthatósági célokban és inkluzív tervezési elvekben nagyjából** egyetértenek a szakmai szereplők, minden érvényes stratégiai dokumentum meghatározza ezeket a célokat és irányokat, a megvalósítás mégis gyakran extrém módon elhúzódik a részletekről folyó viták és az intézmények közötti nézeteltérések miatt. Az eszközrendszer használatában és kipróbálásában több bátorságra lenne szükség, amit párhuzamosan téradatok vizsgálatával, és a viselkedési mód változásának megfigyelésével kell kísérni, hogy rugalmasan lehessen reagálni az igényekre.

**Városi köztér tervezés holisztikus megközelítése:** Az utcaberendezés és a forgalomszervezés legújabb innovációinak tapasztalatait a várostervezési, városüzemeltetési, közlekedési és tájépítész szakmáknak közösen kellene leszűrnie, és a szakmai ajánlásokat és a későbbi döntéseket ennek megfelelő integrált szemléletben kellene megalkotni. Ezek a szakmai és közéleti párbeszédnek nagyobb publicitással eredményesebbek lehetnek, interdiszciplináris szakmai műhelyek és képzések pedig támogathatnák ezt a folyamatot. Egy új szemléletű tervezési útmutató vagy legalább egy „Városi utcák példatára” elkészítése javasolható, ez a folyamat Budapesten már elindult, a beavatkozások utólagos visszamérésével, részletes kutatással ellenőrizendők a hatások.

**Közös útfelület / Vegyes használatú utca:** Konkrét jogszabályi akadály van jelenleg a sűrűn lakott intézményi területen az olyan vegyes forgalmú, nagy gyalogos- és kerékpárforgalmú utcák kijelölésének, ami kiemelt szegély nélkül 20 km/h mellett biztosítaná a lassú együtt közlekedést. Jobb híján ezek jelenleg 30 km/h sebességhatárral és számos egyéb jelzőtáblával szabályozottak. A javaslatom az, hogy ennek megfelelő új övezet jelzőtábla táblaképe és jelentéstartalmának a definiálása szükséges.

**Önkorlátozás és fenntartható visszafejlődés:** Mivel a városok szétterülését az egyre nagyobb hatótávolságú és sebességű napi utazás tette lehetővé, az ún. kis távolságok városát alacsony, emberi sebességre érdemes optimalizálni, és az utcákat – egyszerű közlekedési folyosók helyett- újra közterületként, lélettérként szükséges értelmezni, és ennek megfelelően fejleszteni. Ezzel nemcsak biztonságosabb és vonzóbb közterületeket kapunk, de az emberek idegállapotának javulását is remélhetjük.

*Köszönetnyilvánítás: Jelen szakmai cikk a BME Urbanista Szakirányú továbbképzésen 2023 májusában készített szakdolgozatom kivonatos átdolgozása, és kiegészítése az aktuális gyakorlati fejleményekkel. Köszönöm a BKK Mobilitásfejlesztés szakterület kollégáinak a konzultációkat és az eszmei támogatást, továbbá Erdős Zoltán (Főpolgármesteri Hivatal), Lendvai Gábor (Budapest Közút) és Bereczky Ákos (mobilitási szakértő) helyzetelemzéshez nyújtott információit.*

*A szerző 2020-21-ben a főpolgármesteri iroda kerékpáros és gyalogos közlekedésért felelős főtanácsadójaként, 2022-ben pedig a BKK a kerékpárforgalmi hálózati tervet készítő szakértőjeként tevékenykedett.*

## Irodalomjegyzék

- [1] Wolfgang Aichinger: Quartiersmobilität gestalten: Verkehrsbelastungen reduzieren und Flächen gewinnen (2020) Kiadja: Umweltbundesamt  
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/quartiersmobilitaet-gestalten>
- [2] Kovács Virág Zita (2023): Harminc a városban – Komplex városi sebességcsillapítás európai tapasztalatai I. Közlekedésbiztonsági Konferencia Kötet, Széchenyi István Egyetem (ISBN 978-615-6443-20-5) p117.
- [3] SHARED-SPACE-KONZEPTE in Österreich, der Schweiz und Deutschland (Készítette: bad architects group) Kiadja: Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen (SIR), 2012 <https://e5-salzburg.at/downloads/downloads-wissen-service/hf4/shared-space-leitfaden-eurufu-2012.pdf>
- [4] KFV - Sicher Leben. Band #13. Gegenüberstellung von Begegnungszonen bezüglich Verkehrssicherheitsparametern. Wien, 2018  
[http://www.begegnungszonen.or.at/pdf/Evaluierung\\_Begegnungszonen\\_in\\_A\\_\\_12\\_Standorte\\_2018.pdf](http://www.begegnungszonen.or.at/pdf/Evaluierung_Begegnungszonen_in_A__12_Standorte_2018.pdf)
- [5] BKK, Stratégiánk, Tervezési útmutatók (2024) <https://bkk.hu/rolunk/strategiank/tervezesi-utmutatok/tervezesi-utmutatok.12717/>
- [6] Saját képgyűjtemény forgalomcsillapítási jó példák és tanulságok: <https://tinyurl.com/9ax8f8b3>
- [7] Cerema. Designing traffic-calmed streets: 30km/h zones, pedestrian-priority zones and pedestrian areas. Bron: Cerema (2019). Series: Connaissances. ISBN: 978-2-37180-414-2  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/zones-circulation-apaisee-13-fiches-telecharger>
- [8] Otthon a budapesti utakon – mindenkit hazavárunk! Közúti közlekedésbiztonsági stratégia, BKK 2023 (Társadalmi egyeztetési változat <https://bkk.hu/downloads/16531/>)

- [9] Fleischer Tamás: Csillapított forgalom, kulturált közterület, élhető település ELLENSÚLY: KÖZÉLETI FOLYÓIRAT 3 : 3-4 pp. 93-104. , 12 p. (2020) (Letöltés: 2023.05.26)
- [10] Somfai András - Gaál Bertalan (2020): "Javaslat a közterület témakörének komplex kutatására " c. folyóiratcikk, Közlekedéstudományi Szemle, 2021. LXXI. évf. 4. szám, pp. 4-18. SA2020-GB2020\_Javaslat\_a\_kozterulet\_temakorenek\_komplex\_kutatasara.pdf (sze.hu)
- [11] Jöjjön a KRESZ-módosítás! Tegyük most a legvédtelenebbek életéért! (Kerékpáros Miskolc Egyesület) <https://kerekparosmiskolc.net/hirek/jojjon-a-kresz-modositas-tegyunk-most-a-legvedtelenebbek-eleteert> (2023.07.19.)
- [12] Munkácsy András–Jászberényi Melinda (szerk.) (2022): Fenntarthatóság és reziliencia a mobilitásban [Digitális kiadás.] Budapest: Akadémiai Kiadó. - Városi közterületek újrafelosztásának gazdasági hatásai: Munkácsy András, Strommer Tamás, Csendes Bálint

# Helyettesítő biztonságértékelő módszer alkalmazása baleseti kockázat meghatározásához forgalomszimulációs szoftverbe integrálva / Using Surrogate Safety Assessment Method integrated with Traffic Simulation Software for Accident Risk Evaluation

Bakos Kende<sup>1</sup> – Varga Balázs<sup>2</sup> – Tettamanti Tamás<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>BME, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

<sup>1</sup>bakos.kende@edu.bme.hu

<sup>2</sup>varga.balazs@kjk.bme.hu

<sup>3</sup>tettamanti.tamas@kjk.bme.hu

**Kivonat:** A közúti infrastruktúra tervezés esetében a kapacitás a legfőbb szempont a döntéshozatal során. Ugyan gyakran eszközölnek módosításokat, melyek a közlekedés biztonságát hivatottak növelni, Magyarországon nincs széleskörben elterjedt módszer a beavatkozások hatékonyságának minősítésében. Az USA-beli *General Motors* már az 1960-as években dolgozott egy kockázatelemző módszeren, melyet *Surrogate Safety Assessment*-nek kereszteltek el. A legfőbb újdonságot az jelentette, hogy nem volt szükség hosszú évek baleseti statisztikáira támaszkodni a kiértékeléshez. Ezek a helyettesítő biztonságértékelő módszerek, forgalmi helyzetek, ún. konfliktusok elemzésével minősítik a biztonság mértékét. Jelenleg a közlekedési szakemberek mind helyszíni, mind szoftveres szimuláció alapú méréseket végeznek, melyek során rögzítik a konfliktusokat meghatározó ún. helyettesítő baleseti mutatószámokat. A helyszíni mérések alapján, a forgalmi modellek validálhatók, illetve a különböző beavatkozások biztonságra gyakorolt hatása meghatározható. A jelenlegi, szimulációs adatok kiértékelésére szolgáló szoftverek nem adnak teret valós idejű (online) beavatkozások hatásvizsgálatára. Ezen hiányosságok áthidalására létrehoztunk egy olyan forgalomszimulációs felületet, amely a baleseti kockázat valós idejű változásának megfigyelését teszi lehetővé kinyitva a lehetőséget későbbi, aktív beavatkozási megoldások előtt.

**Abstract:** In general, the most significant factor in designing road traffic infrastructure is capacity. Although, there are cases where the aim is to improve safety, no widespread methods are used in Hungary to qualify or quantify the effects of these changes. As early as the 1960's, the USA based company, *General Motors* was working on designing a risk assessment method, later named *Surrogate Safety Assessment (SSA)* method. The main novelty of this solution was not having to rely on historical crash data for safety evaluation. Instead, SSA determines the risk level of road networks with the help of the vehicular traffic events, called *conflicts*. In our days, professionals do both real-life and simulated measurements, with the help of which the so-called *Safety Surrogate Measures* can be determined. Based on the real-life measurements, the simulations can be validated. After this, the simulation may be used to evaluate the effects of measures to the safety level. This kind of evaluation process leaves no space for observing the effects of real-time actuation. For this reason, an advanced simulation platform is proposed, which makes it possible to observe the traffic safety in an online manner, also enabling future active control solutions.

**Kulcsszavak:** közlekedésbiztonság; helyettesítő biztonságértékelő módszer; helyettesítő baleseti mutatószámok; baleseti kockázat; forgalomszimuláció; SUMO; valós idejű kiértékelés

**Keywords:** traffic safety; Surrogate Safety Assessment; Safety Surrogate Measures; accident risk; traffic simulation; SUMO; real-time assessment

## Bevezetés

A közlekedés biztonsága és növelésének lehetőségei korunk egyik nagy kérdése. A közlekedés szervezésének és irányításának két fő feladata van: a megfelelő kapacitás biztosítása és a biztonság

növelése (természetesen más, kevésbé hangsúlyos tényezők is közrejátszanak a tervezés során, amelyek könnyebben a háttérbe kerülhetnek, a kapacitással és a biztonsággal szemben pl. környezeti hatás). Sajátos tulajdonsága a közlekedésnek, mint rendszernek, hogy amennyiben a kapacitást növeljük, a biztonság általában csökken. A közúti forgalom különösen érzékeny erre a kettős jellegre, ugyanis a közlekedés célja legtöbb esetben valamely egyéni igény kiszolgálása. Ez azzal jár, hogy bármely beavatkozás hatékonyságát befolyásolják a résztvevők egyéni döntései.

Habár léteznek előírások a közúthálózat biztonságát előtérbe helyező tervezési módszerekre (e-UT), egy specifikus útszakasz biztonságát számszerűsíteni a tervezési előírások betartásával sem lehet. A közúti biztonság mértékének meghatározása, a szükséges eszközök híján, sokáig nehéz feladat volt, mivel nem volt általános lehatárolása annak, mi minősíthető biztonságosnak, vagy éppen nem biztonságosnak. Egy megoldásként megszülettek az úgynevezett helyettesítő (surrogate) modellek, amelyek helyettesítő baleseti mutatószámokon (*Safety Surrogate Measures*) keresztül értékelik a baleseti kockázatot. Ezt követően pedig lehetőség adódik a közút megfelelő fejlesztésének döntéstámogatására.

A módszer, ugyan kezdetben helyszíni megfigyeléseken alapult, a mára széleskörben elterjedt forgalomszimulációs szoftverek lehetőséget teremtettek a pontosabb és megbízhatóbb kiértékelésre. Ezért hozták létre az 1960-as években kifejlesztett Surrogate Safety Assessment Model nevű kockázati felmérő módszeren alapuló SSAM programot, amely a szimulációs szoftverek futása során rögzített jármű-trajektória fájlok segítségével, lehetővé teszi a kockázat felmérését [6]. A módszer alapja a „konfliktus” nevű forgalmi helyzet. Akkor érzékelhetünk egy szimuláció során konfliktust, ha legalább két jármű, oly mértékben közelíti meg egymást, hogy fennáll az ütközés veszélye, amennyiben mozgásuk változatlan marad (kvázi baleset szituációk). Az ilyen jellegű kockázatfelmérés több szempontból is előnyös a feljegyzett, bekövetkezett baleseteken alapuló elemzéssel szemben. Egyrészt, az adatgyűjtés időtartama jelentősen rövidebb, ezért az időtől függő csomópontokat jellemző tulajdonságok (pl. útburkolat minősége) nem befolyásolják az összegyűjtött adatokat. Másrészt, mivel a legtöbb forgalomszimulációs szoftver alkalmazható helyettesítő módon történő kiértékelésre, meg nem épített infrastruktúra módosítások hatásai vizsgálhatók, összehasonlíthatók.

Az ilyen módon történő elemzés hosszadalmas és sok repetitív lépésből áll, valamint az SSAM program már nem karbantartott szoftver: a konfliktusokat, a szimulációs hálózaton megjelenítő funkciója nem működik rendeltetésszerűen. A cikkben egy olyan fejlesztést ismertetünk, amely segítségével valós időben megvalósítható a kockázatelemzés.

## 1. Módszertan

Az alábbi fejezetben bemutatásra kerülnek a módszer megvalósításához használt szoftverek és technikák.

### 1.1 SUMO forgalomszimulátor

A SUMO (**S**imulation of **U**rban **M**obility) egy nyílt forráskódú mikroszkopikus forgalomszimulációs felület, melyet a DLR (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*) fejlesztett 2001-ben [1]. A nyílt forráskód célja az volt, hogy támogassa a közlekedéstudomány területén kutató szakemberek munkáját, azáltal, hogy felületet biztosít a saját algoritmusok implementálására és tesztelésére. Éppen ezért, a SUMO szoftver csomag, a forgalomszimuláción felül, lehetőséget ad a modellezett forgalom irányítására, valamint a hálózat szerkesztésére. Ezekhez a funkciókhoz szükséges egyéb programok is a letölthető csomag részét képezik [7].

#### 1.1.1 SSM modul

A szimulációkban résztvevő járművek mindegyike felszerelhető az ún. SSM berendezéssel, amely a bevezető részben említett konfliktusok különféle jellemzőit rögzíti (többek között a helyettesítő baleseti mutatószámokat).

Alapértelmezetten ezek a virtuális berendezések aszerint, hogy pontosan milyen konfigurációval használjuk azokat, különböző paramétereket rögzíthetnek. A SUMO szimulációkat alapvetően XML (Extensible Markup Language) formátumú, strukturált szövegfájlok határozzák meg. Ezek tartalmazzák a statikus (csomópontok, útszakaszok, körforgalmak stb.) és dinamikus (forgalmi adatok) jellemzőket.

Az SSM a forgalmi adatokhoz kapcsolódik, ezért a berendezést, az azokat leíró „route” fájlokban kell konfigurálni.

```

<routes>
  ...
  <vehicle id="v0" route="route0" depart="0">
    <param key="has.ssm.device" value="true"/>
    <param key="device.ssm.measures" value="TTC DRAC PET MDRAC"/>
    <param key="device.ssm.thresholds" value="3.0 3.0 2.0 3.4"/>
    <param key="device.ssm.range" value="50.0" />
    <param key="device.ssm.mdrac.prt" value="1.0" />
    <param key="device.ssm.extratime" value="5.0" />
    <param key="device.ssm.file" value="ssm_v0.xml" />
    <param key="device.ssm.trajectories" value="false" />
    <param key="device.ssm.geo" value="false" />
    <param key="device.ssm.write-positions" value="false" />
    <param key="device.ssm.write-lane-positions" value="false" />
    <param key="device.ssm.filter-edges.input-file" value="input_list.txt" />
    <param key="device.ssm.exclude-conflict-types" value="" />
  </vehicle>
  ...
</routes>

```

1. ábra: Az SSM berendezés kimenetének minden lehetséges konfigurációja XML formátumban (forrás: [8])

Az 1. ábra: Az SSM berendezés kimenetének minden lehetséges konfigurációja olvasható paraméterek közül, csak az alábbiak szükségesek az alkalmazott módszerhez:

- **<param key="has.ssm.device" value="true"/>**: a jármű/jármű típus rendelkezik SSM berendezéssel (amennyiben mást nem határozunk meg, minden fent feltüntetett paramétert az alapértelmezett értékre állítja).
- **<param key="device.ssm.measures" value="TTC"/>**: az egyetlen rögzített helyettesítő mérték a TTC, azaz Time To Collision.
- **<param key="device.ssm.thresholds" value="3.0"/>**: a berendezés csak 3 másodpercnél kisebb TTC értékeket rögzít.
- **<param key="device.ssm.file" value="ssm\_output.xml"/>**: a konfliktusok minden adatát egy *ssm\_output.xml* nevű fájlba fogja rögzíteni. Az alapértelmezett beállítás, hogy minden konfliktust különböző fájlba ment a program. Áttekinthetőség szempontjából ez előnyösebb.
- **<param key="device.ssm.trajectories" value="true"/>**: a *trajectories* beállítás lehetővé teszi többféle időben változó paraméter rögzítését a szimuláció futása során (pl. a járművek sebessége).

Általánosságban a TTC-t úgy értelmezzük, mint az az idő, amely az ütközésig eltelne, ha a két jármű nem tene kitérő manővert. A TTC-t kétféleképpen értelmezi az SSM modul. Az első eset, mikor az egymást követő, egy irányba haladó járművek közül a követő jármű halad gyorsabban. Ebben az esetben a TTC egy egyszerű összefüggéssel határozható meg [8]:

$$TTC [s] = \frac{A \text{ két jármű közötti távolság [m]}}{A \text{ két jármű sebességkülönbsége [m/s]}} \quad (1)$$

Abban az esetben, ha a konfliktusban résztvevő járművek keresztezik egymás útját, a TTC-t akkor tekintjük értelmezettnek, amennyiben az „ego” jelzésű járműnek több időbe telne elhagyni a konfliktus zónát, mint amennyi idő alatt a „foe” jelzésű elérné azt. A TTC értéke ezesetben a következőképpen adódik [8]:

$$TTC [s] = \frac{A \text{ „foe” távolsága a konfliktus zónától [m]}}{A \text{ „foe” jelenlegi sebessége [m/s]}} \quad (2)$$

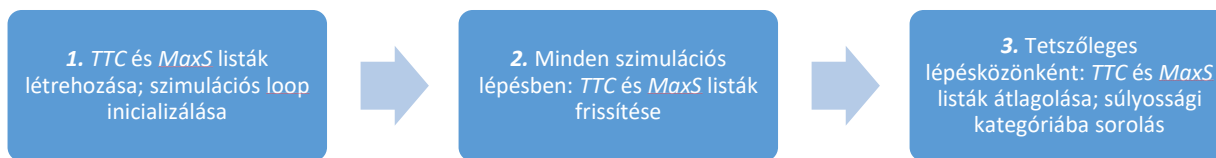
(Az „ego” jármű mindig az, amely szemszögéből rögzítjük a konfliktus paramétereit, a „foe” pedig az, amelyikkel konfliktusban van).

### 1.1.2 TraCI

A TraCI, vagy „Traffic Control Interface” egy olyan, a SUMO csomaghoz tartozó felület, amely segítségével egy futásban lévő szimulációban résztvevő objektumok különböző tulajdonságait lekérdezhajjuk, vagy megváltoztathajjuk. A TraCI egy kliens-szerver architektúrát hoz létre, melyben a szerver szerepét a futó szimuláció tölti be, a kliensek pedig a TraCI kódok, melyek a szimulációhoz kapcsolódva befolyásolják azt. (A TraCI parancsok megírhatók többféle programozási nyelven is, mi a Pythont használtuk). A korábban említett, dinamikus szimulációs adatok, például felülírhatók a TraCI segítségével.

A TraCI segítségével megvalósított online kiértékelő algoritmusunk a következőképpen épül fel:

1. Létrehozunk egy *TTC* és egy *MaxS* (maximum sebesség) értékeknek szánt listát, valamint elindítunk egy ciklust, amely addig ismétlődik, amíg járművek vannak a hálózaton (a korábban meghatározott, szimuláció futás hosszát így figyelmen kívül hagyjuk).
2. Minden szimulációs lépésben lekérdezzük, minden hálózaton tartózkodó („ego”) járműhöz tartozó konfliktus *TTC* értékét, annak maximális hosszirányú sebességét, valamint a „foe” jármű maximális hosszirányú sebességét. Amelyik sebességérték abszolút értéke nagyobb a kettő közül, az felkerül a *MaxS* listára. A *TTC* érték hasonlóképpen, felkerül a *TTC* listára.
3. A harmadik, és egyben utolsó lépésként, tetszőleges időközönként a *TTC* és *MaxS* listákon található értékeket kiátlagoljuk, majd kvalitatív módon 5 előre meghatározott baleseti súlyossági kategóriába soroljuk. Így (az esetünkben a teljes hálózatra) egy aggregált, kockázattal arányos értéket határozhatunk meg a szimuláció futása közben.



2. ábra: Az online kiértékelő algoritmus felépítése

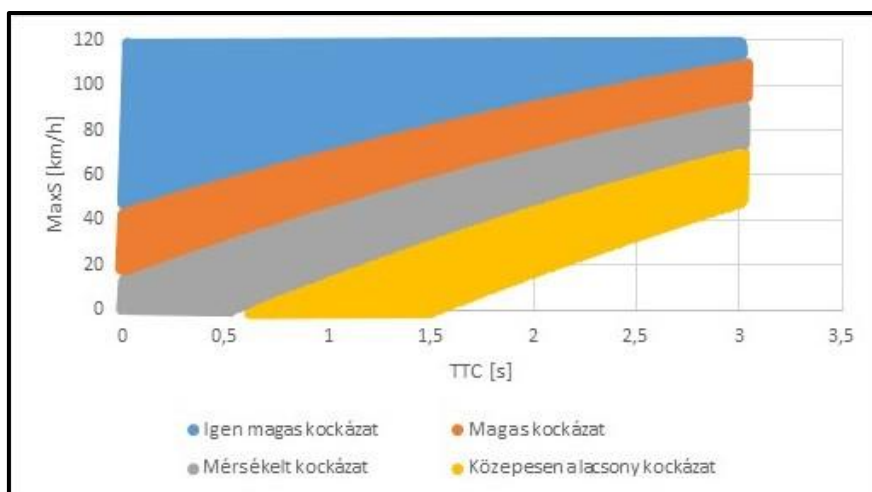
## 2. Kiértékelés

A konfliktusba kerülő járművek konfliktusának minőségét, mind a *TTC* értéke, mind a járművek sebessége nagyban meghatározza. Pontosabban, a magasabb sebességek jelzik egyben azt, hogy a konfliktusból eredő baleset súlyosabb kimenetelű lenne. A tanulmányok, melyeken a gyakorlatban alkalmazott módszerek alapulnak, a konfliktusok ezen két tulajdonságát veszik a kiértékelés alapjául: a járművek egymáshoz vett közelségét, és azok sebességeit [2]. A kategorizálás során C. Hydén munkája nyomán, a baleseti súlyosság meghatározására két fő helyettesítő paramétert veszünk alapul:

- a *TTC* (Time To Collision)
- és a *MaxS* (Maximum Speed).

Itt a *MaxS*, a konfliktusban résztvevő járművekhez tartozó sebesség értékek közül a legmagasabb (tartozzon az bármely résztvevő járműhöz)  $\left[\frac{m}{s}\right]$ -ban. Ezen paraméterek felhasználásával kvalitatív módon határozható meg a konfliktusok súlyossága. Ezek a kategóriák nem hordoznak magukban baleset gyakoriságra utaló információt. A kategóriák határait a *TTC-*MaxS** függvényében, előre definiált görbék határozzák meg. Ezek a következőképpen függenek össze a súlyosság mértékével [2][3]:

1. Igen magas:  $MaxS_{ref} = -1,9333 \cdot TTC^2 + 27,647 \cdot TTC + 48,202$
2. Magas:  $MaxS_{ref} = -2,4186 \cdot TTC^2 + 32,886 \cdot TTC + 18,067$
3. Mérsékelt:  $MaxS_{ref} = 0,0857 \cdot TTC^4 - 0,7861 \cdot TTC^3 - 0,5433 \cdot TTC^2 + 37,352 \cdot TTC - 18,467$
4. Közepesen alacsony:  $MaxS_{ref} = -2,689 \cdot TTC^2 + 44,32 \cdot TTC - 60,362$
5. Alacsony:  $MaxS_{ref} = 0,8 \cdot TTC^3 - 11,6 \cdot TTC^2 + 81,6 \cdot TTC - 144$



3. ábra: A kockázati kategóriákat lehatároló függvények

A kategória függvényeket mutatja a ábra: A kockázati kategóriákat lehatároló függvények. A kockázati szinteket a görbék közötti területek határolják. Ez az ötödik, vagyis a legmagasabb kategóriánál nem igaz egyedül, melynek csak egy alsó határa van. Minden efölé eső  $MaxS-TTC$  pár az „igen magas” kategóriába tartozik.

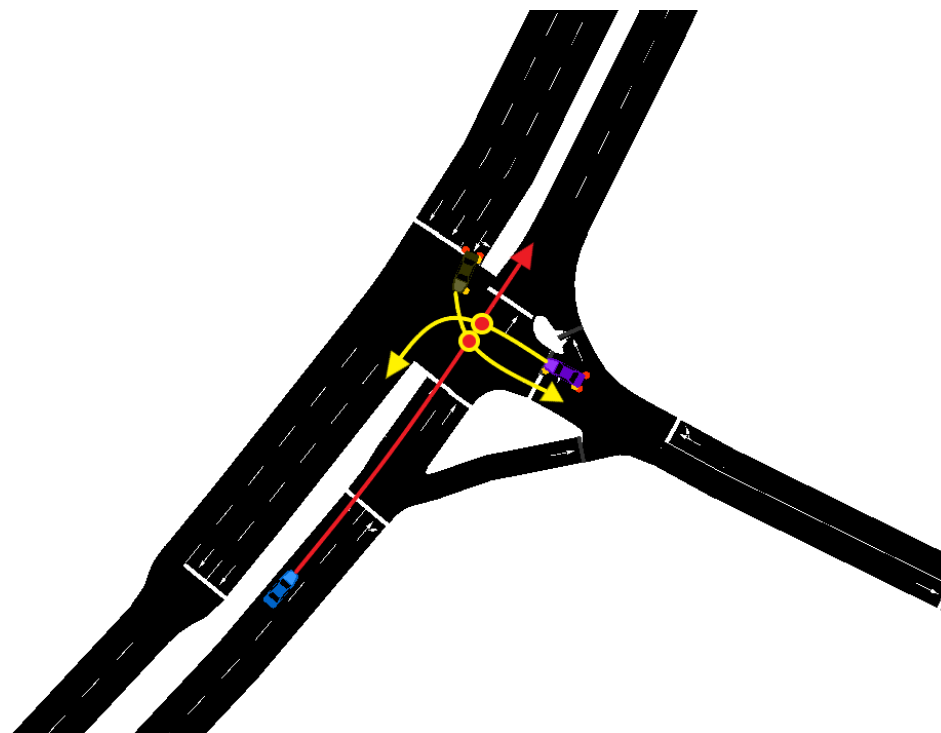
Ami a kockázat második fő jellemző paraméterét illeti, a balesetek gyakoriságának, a konfliktusokkal való összefüggését több tanulmány is vizsgálta. A legfőbb problémát minden gyakoriságot értelmezni próbáló szemlélet kialakításánál a valódi balesetek rendkívüli ritkasága okozta. A balesetek elemzése rendkívül sok időt vesz igénybe, mivel a statisztika képzéshez szükséges mintanagyság csak hosszú évek alatt jön létre, illetve, hogy a balesetek rendkívüli, extrém események melyek gyakran nem illeszkednek egy mintázatba. Az sem segít a feldolgozásban, hogy esetenként az ütközések nem kerülnek bejelentésre (az apróbb koccanások ugyan ütközésnek minősülnek, de ezeket gyakran a résztvevők végrehajtó szerv bevonása nélkül rendezik) [4]. A cikkben alkalmazott módszer esetén nem állnak rendelkezésre baleseti statisztikák, így elsősorban a balesetek súlyosságára hagyatkozva tudunk a kockázat mértékére következtetni.

### 3. Tesztelés

A programot négy különböző szimulációs scenárióban teszteltük, egy létező gyorsforgalmi csomóponton. A csomópont egy közepesen nagy forgalmú gyorsforgalmi út (21. sz. főút), és a 2409-es mellékút becsatlakozása, Bányaterenye mellett (ábra: A vizsgált csomópont). Azért erre a csomópontra esett a választás, mivel egyrészt, megfigyelhető rajta a konfliktusok típusainak nagyrésze, másrészt, a csomópont több, súlyos baleset helyszíne volt az elmúlt néhány évben. Az alap scenáriókban egy járműtípus van, amely egy 70 km/órával közlekedni kívánó személyautó.



4. ábra: A vizsgált csomópont



5. ábra: A vizsgált csomópont néhány lehetséges konfliktus ponttal a SUMO-ban

A négy scenárióban azt szeretnénk volna szemléltetni, hogy a valós idejű kiértékelés során hogyan jelennek meg a konfliktust okozó forgalmi helyzetek, mint kockázati szint változás. Az első esetben a csomópont gyorsforgalmi szakaszain az elméleti maximális (1800 jármű/óra) forgalomnagyság fele jelenik meg a szimuláció során [5]. Az 500. szimulációs időlépésben a csomópont sárga nyíllal jelölt sávjain megjelenik 10, nagy ívben balra kanyarodni kívánó jármű, melyek a jelölt pontokon keresztezi a főirány forgalmát.

Az első scenárióban megfigyelhető a baleseti súlyosság változása: az 500. időlépésben, a 21-es főútról induló, balra nagy ívben kanyarodó járművek közül az első (flow 4.0) az 560. időlépésben a becsatlakozáshoz ér és konfliktusba kerül az útvonalát keresztező járművek egyikével (flow 1.115) (ábra: A szimuláció SSM eseménynaplójának részlete).

```

<conflict begin="560.00" end="570.00" ego="flow1.115" foe="flow4.0">
  <timeSpan values="560.00 561.00 562.00 563.00 564.00 565.00 566.00 567.
  <typeSpan values="10 11 10 12 14 14 14 14 14 14"/>
  <egoPosition values="4532.54,2292.88 4543.61,2305.83 4554.49,2319.92 45
  <egoVelocity values="12.24,13.08 10.94,12.97 9.71,14.76 10.99,15.89 8.6
  <foePosition values="4560.78,2344.06 4559.07,2339.75 4559.22,2338.49 45
  <foeVelocity values="-4.06,-6.40 -1.77,-4.30 -0.30,-1.25 -0.12,-0.81 -0
  <conflictPoint values="4559.61,2336.45 4562.41,2331.19 4559.61,2336.45
  <TTCSpan values="NA 1.85 NA NA NA NA NA NA NA NA NA"/>
  <minTTC time="561.00" position="4562.41,2331.19" type="11" value="1.85"
</conflict>
<conflict begin="560.00" end="568.00" ego="flow4.0" foe="flow1.115">
  <timeSpan values="560.00 561.00 562.00 563.00 564.00 565.00 566.00 567.
  <typeSpan values="11 10 11 13 15 15 15 15 15"/>
  <egoPosition values="4560.78,2344.06 4559.07,2339.75 4559.22,2338.49 45
  <egoVelocity values="-4.06,-6.40 -1.77,-4.30 -0.30,-1.25 -0.12,-0.81 -0
  <foePosition values="4532.54,2292.88 4543.61,2305.83 4554.49,2319.92 45
  <foeVelocity values="12.24,13.08 10.94,12.97 9.71,14.76 10.99,15.89 8.6
  <conflictPoint values="4559.61,2336.45 4562.41,2331.19 4559.61,2336.45
  <TTCSpan values="NA 1.85 NA NA NA NA NA NA NA NA NA"/>
  <minTTC time="561.00" position="4562.41,2331.19" type="10" value="1.85"

```

6. ábra: A szimuláció SSM eseménynaplójának részlete az 1. scenárióból

A fent látható időlépés-közben (560-570) az algoritmus aggregálta a begyűjtött helyettesítő baleseti mutatószámokat és kiértékelte a baleseti súlyosságot, amely egy kategóriával magasabb lett, a konfliktus lefolyása után. Ez, a Python kód kimenetét megjelenítő konzolról leolvasható:

```

In time step 540 the severity level is a category 2
In time step 550 the severity level is a category 2
In time step 560 the severity level is a category 2
In time step 570 the severity level is a category 3
In time step 580 the severity level is a category 2
In time step 590 the severity level is a category 2
In time step 600 the severity level is a category 2

```

7. ábra: A baleseti súlyosság növekedése a konfliktus hatására az 1. scenárióban (Python konzol)

A második scenárióban a forgalomnagyságot az elméleti maximumra, 1800 jármű/óra-ra növeltük, a sebesség változatlan maradt. Ebben az esetben, a bekanyarodó forgalom súlyosabb konfliktusai nem tudták elmozdítani a kategóriát a magasabb irányába (0).



```
In time step 480 the severity level is a category 3
In time step 490 the severity level is a category 3
In time step 500 the severity level is a category 3
In time step 510 the severity level is a category 3
In time step 520 the severity level is a category 4
In time step 530 the severity level is a category 4
In time step 540 the severity level is a category 2
```

11. ábra: A baleseti súlyosság növekedése a konfliktus hatására az 3. scenárióban

A negyedik, és egyben utolsó scenárióban mind a forgalomnagyiságot, mind a járművek sebességét növeltük. A forgalomnagyiság azonos az előző scenárióval, a járművek sebessége 110 km/óra lett növelve. A szimuláció futása közben, hasonlóan az első esethez, az 500. időlépésben induló, balra kanyarodó jármű konfliktusa rögzítve lett az 540-550 időlépések között (12. ábra: A szimuláció SSM eseménynaplójának részlete az 4. scenárióból).

```
<conflict begin="544.00" end="551.00" ego="flow4.0" foe="flow1.157">
  <timeSpan values="544.00 545.00 546.00 547.00 548.00 549.00 550.00 551.00"/>
  <typeSpan values="10 10 10 15 16 16 17 17"/>
  <egoPosition values="4565.66,2351.74 4560.82,2344.12 4559.11,2339.08 4559.28,2338.16 4559.1
  <egoVelocity values="-6.11,-11.11 -4.80,-7.56 -1.64,-5.15 -0.19,-0.92 0.26,-2.59 2.46,-3.4
  <foePosition values="4526.89,2291.52 4539.87,2306.36 4552.41,2322.51 4565.53,2341.29 4577.1
  <foeVelocity values="13.87,14.82 12.76,15.14 11.41,17.19 13.16,18.87 11.26,22.55 11.63,24.1
  <conflictPoint values="4560.19,2333.60 4560.19,2333.60 4560.19,2333.60 4559.61,2336.45 455
  <TTCspan values="2.66 1.73 0.66 NA NA NA NA NA NA"/>
  <minTTC time="546.00" position="4560.19,2333.60" type="10" value="0.66" speed="5.41"/>
</conflict>
<conflict begin="544.00" end="553.00" ego="flow1.157" foe="flow4.0">
  <timeSpan values="544.00 545.00 546.00 547.00 548.00 549.00 550.00 551.00 552.00 553.00"/>
  <typeSpan values="11 11 11 14 16 16 17 17 17"/>
  <egoPosition values="4526.89,2291.52 4539.87,2306.36 4552.41,2322.51 4565.53,2341.29 4577.1
  <egoVelocity values="13.87,14.82 12.76,15.14 11.41,17.19 13.16,18.87 11.26,22.55 11.63,24.1
  <foePosition values="4565.66,2351.74 4560.82,2344.12 4559.11,2339.08 4559.28,2338.16 4559.1
  <foeVelocity values="-6.11,-11.11 -4.80,-7.56 -1.64,-5.15 -0.19,-0.92 0.26,-2.59 2.46,-3.4
  <conflictPoint values="4560.19,2333.60 4560.19,2333.60 4560.19,2333.60 4559.61,2336.45 455
  <TTCspan values="2.66 1.73 0.66 NA NA NA NA NA NA NA NA"/>
  <minTTC time="546.00" position="4560.19,2333.60" type="11" value="0.66" speed="20.63"/>
  ...
```

12. ábra: A szimuláció SSM eseménynaplójának részlete az 4. scenárióból

Ahogy az a 13. ábra: A baleseti súlyosság növekedése a konfliktus hatására az 4. scenárióban is látszik, a baleseti súlyosság magasabb lett az 540. és 550. időlépésben.

```
In time step 520 the severity level is a category 2
In time step 530 the severity level is a category 2
Insignificant severity level.
In time step 550 the severity level is a category 3
In time step 560 the severity level is a category 3
In time step 570 the severity level is a category 4
In time step 580 the severity level is a category 2
In time step 590 the severity level is a category 2
```

13. ábra: A baleseti súlyosság növekedése a konfliktus hatására az 4. scenárióban

Végül, a tesztek eredményeit, az alábbi táblázatba gyűjtöttük:

2. táblázat: A tesztek eredményei

	forgalomnagyság [jármű/óra]	sebesség [km/óra]	Legmagasabb súlyossági kategória [-]	Legnagyobb kategória növekedés [-]
1. szcenárió	900	70	4	4
2. szcenárió	900	110	4	3
3. szcenárió	1800	70	3	1
4. szcenárió	1800	110	4	3

## Konklúzió

A cikkben leírt szimulációs felület lehetőséget biztosít a közlekedési szakembereknek, hogy a helyettesítő biztonságértékelő módszert online is elvégezhessék. Ez előnyös, egyrészt, mivel megfigyelhetővé válik a szimuláció futása közben az aggregált baleseti kockázat alakulása. (Későbbi megvalósítások során, amennyiben hozzáadunk egy térkép funkciót, nagyobb hálózatokon a baleseti gócpontok megfigyelhetővé válnak, kockázatfüggő heatmap segítségével). Másrészt, az is előnyt jelent, hogy ha a kockázat mértékét, mint változtatható állapotot kezeljük, lehetőség nyílik szabályozást tervezni. Mind a két funkció szerepel a jövőbeli megvalósítandó bővítések listáján.

A program működését négy különböző szimulációs szcenárióban is teszteltük. Az eredmények azt mutatják, hogy az algoritmus az elvártaknak megfelelően lehetővé teszi a valós idejű helyettesítő biztonságértékelést, ezáltal lehetőséget biztosítva a fent említett fejlesztések megvalósításához.

## Irodalomjegyzék

- [1] Pablo Alvarez Lopez et al. (2018): Microscopic Traffic Simulation using SUMO. In The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems. IEEE.
- [2] Hydén, C. (1987): The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Conflicts Technique. Lund, Svédország: Department of Traffic Planning and Engineering, Lund University.
- [3] A.D. Tibljaš et al. (2018): Introduction of Autonomous Vehicles: Roundabouts Design and Safety Performance Evaluation. Sustainability.
- [4] Andrew P. Tarko (2018): Surrogate Measures of Safety. Transport and Sustainability.
- [5] Luspay Tamás, Varga István, & Tettamanti Tamás. (2011). Forgalomirányítás: Közúti járműforgalom modellezése és irányítása. Budapest, Magyarország: Typotex.
- [6] <https://highways.dot.gov/research/safety/ssam/surrogate-safety-assessment-model-overview> (2024.07.25.)
- [7] <https://sumo.dlr.de/docs/index.html> (2024.07.25)
- [8] [https://sumo.dlr.de/docs/Simulation/Output/SSM\\_Device.html](https://sumo.dlr.de/docs/Simulation/Output/SSM_Device.html) (2024.07.25)

# Implications of autonomous vehicles on urban road cross-section: No more shared roads with cyclists in the autonomous vehicles' era?

Amira Hammami<sup>1</sup> – Attila Borsos<sup>2</sup>.

<sup>1,2</sup>University of Gyor, Hungary  
<sup>1</sup>hammami.amira@hallgato.sze.hu

<sup>2</sup>borsosa@sze.hu

**Abstract:** The introduction of autonomous vehicles (AVs) into the road infrastructure has recently received significant research attention, due to its impact on other road users, especially cyclists, and the need for new infrastructure. Several challenges need to be addressed to pave the way for safer and more effective implementation. Therefore, this study aims to provide a comprehensive review of the current literature by investigating the following questions: What are the implications of AVs on cross-sectional elements of shared roads with cyclists? How to investigate these implications? The answers are evaluated qualitatively. Future research directions indicate the potential for narrowing traffic lanes for AVs and removing parking lanes in favour of cycling paths. Simulation, including the use of bicycle simulators, is the appropriate approach to investigate the identified implications. In this paper, several recommendations and bicycle simulator scenarios are outlined.

**Keywords:** *Autonomous vehicle; Cyclist; Infrastructure; shared road; cross-section; lane width; safety*

## Introduction

Regardless of the exact predictions of the market share of AVs, within the next 20 years, autonomous vehicles (AVs) will be indispensable in transportation systems [1]. Researchers believe that AVs are socially, economically, and environmentally beneficial [2], as they have the potential to promote sustainability [3], [4], resolve traffic congestion [1], and reduce crashes [2], [4]. AVs are required to provide safe interactions with their surroundings, especially that they will coexist in urban areas with different transportation modes, including vulnerable road users (VRUs).

VRUs are likely to be exposed to high risk in urban environments [5]. Interactions between AVs and VRUs may occur in several points with different durations, such as short interaction in a pedestrian crossing or a long AV-cyclist interaction on shared roads. In this concern, cyclists are more exposed to risk with AVs on shared network and the optimal shape of shared roads between AVs and cyclists is still unknown. Thus, towards sustainable and safe mobility, the current infrastructure needs to be rethought.

This research aims to summarize the implications of the introduction of AVs on road geometry related to cross-section and provide future research directions. The outcome of this research could be used to redesign roads accommodating AVs and cyclists.

The paper is divided in the following sections: Section 1 gives an overview about the background of the research main elements; Section 2 introduces the methodology; Section 3 summarizes the literature findings and discusses the future research lines; and finally, Section 4 concludes the study.

## 1. Background

### 1.1 Connected and autonomous vehicles

Connectivity, electrification, and automation will shape future mobility and influence road transport and traffic safety. [6] indicates that the vision is to have, by 2050, electrified, automated, and shared vehicles. The introduction of Intelligent Transportation Systems (ITS) in connected and automated vehicles is moving towards revolutionary implications [7]. The advancement of automation technology in vehicles

is a “moving target,” and the considerable overlap between autonomous vehicles (AVs) and connected vehicles (CVs) complicates the selection of infrastructure features and requirements [7], [8]. Autonomous vehicles (driverless) reduce the intervention of human drivers according to their level of autonomy and rely on sensors and navigation systems to conduct driving tasks. On the other hand, connected vehicles (CVs) improve the decision-making process of human and autonomous drivers through communicating with their surroundings [9]. [7] consider the combination between the two technologies more beneficial. However, the development of this combination is challenging. Generally, the geometric design of the infrastructure depends on the driving behaviour [10]. By switching from the conventional mode to the automated one, several design elements will be affected.

## 1.2 Cyclists' infrastructure: Sharrows

To ensure cyclists' mobility and improve traffic safety in urban areas, there are several facilities, including dedicated lanes and shared lanes with either pedestrians or motorised vehicles [11], [12]. In general, it is widely recognised that cyclists prefer the separated lanes [13], [14], [15], [16], [17]. However, urban mobility is considered more vehicle-oriented [18], and due to the lack of space, cyclists are obliged to share the roads with vehicles.

To provide safe interaction between cyclists and drivers and to reduce potential conflicts, shared lane markings are used [19]. Shared lane markings, commonly known as sharrows (shortening of ‘share the road arrow’), indicate that cyclists must share roads with motorists and clarify for them where cyclists are expected to ride [20]. Sharrows consist of a painted bike symbol topped with double chevron on the road [19] (Figure 1). While the white colour is the commonly used, some variations may exist in different countries depending on the other existing road markings.

Sharrows originated in Denver in 1990 [19]. However, only in 2009 were the shared lane markings inserted in the Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) and accepted as a bicycle treatment by the Federal Highway department (FHWA) [21]. These markings were initially implemented in the US but spread within Canada, Australia, and many cities in Europe [22], [23]. While more than 50% of cyclist's infrastructure in Madrid corresponds to sharrows [23], sharrows were implemented in Norway for the first time in 2015 [22].

The implementation of sharrows requires the definition of an appropriate speed limit to ensure safe coexistence between cyclists and motorists. For instance, Canadian and Australian speed limits vary between 50 and 60 km/h [22]. In US cities, sharrows are only accepted on streets with a maximum speed limit of 35 mph (56 km/h) [21]. In Hungary, the speed limit is either 30 km/h or 50 km/h depending on the existing road width [24]. In Norway, the speed limit is lower, 30 km/h [22].

Despite the use of sharrows for different operational objectives, their impact on cyclists' safety is considered blurry [25], [26]. [27] identified that 60% of cyclists felt increased safety in the presence of markings. On the other hand, [28] found that these markings may have a lower level of safety compared to other cycling treatments or could even be worse than no-cycling treatments at all. [26] demonstrated that in Chicago between 2011 and 2014, the largest increase in cyclist injury rates corresponded to block groups with only sharrows. The future of sharrows is unclear in the era of autonomous vehicles. The impact that sharrows have on cyclists' safety needs to be addressed through more research taking into consideration AVs.



Figure 1. Sharrows symbol (Example from Hungary)

## 2. Methodology

This study reviews qualitatively, and comprehensively, the literature through two framed questions:

- What are the implications of AVs on cross-sectional elements of shared roads with cyclist?
- How to investigate these implications?

To select the papers addressing the first question, a semi-systematic approach was used. The sources are identified using the Google Scholar and Scopus databases. The selection process included three phases. The first phase focuses on the studies related to the implications of AVs on infrastructures. The keywords used are: “road design”, “autonomous vehicle” or “automated vehicle”, “implications” or “impact”, and “physical infrastructure”. The second phase consists of screening the abstracts and identifying the relevant ones for our research purposes. In the last phase, we assessed the full papers by having limitations, recommendations, or discussions about AVs, infrastructure, and cyclists. Studies related to intelligent infrastructure or intelligent traffic systems (ITS) are out of the scope of this work. The review covers journal papers, conference proceedings, theses, and reports in English. The publication date was not restricted. It should be noted that no automated analysis process was used which means that the key terms may not reflect all the studies.

## 3. Findings and discussion

In this work, two ways of AVs freeing up space are analysed: lane width and parking lots adjustments. Findings reflect diverse approaches concerning whether mixed traffic or modes separation will be useful in AVs era.

As many studies stated, not all places will adopt mixed traffic. Some locations will lean more towards separation than others [29]. In countries such as India and China, where there are more cyclists and more pedestrians, it is difficult for AVs to navigate in a mixed traffic [30]. Nonetheless, few interviewed cyclists in [31]’s study were optimistic about sharing the road with AVs, where they considered the total separation as an obstacle for the trust process between cyclists and AVs.

Alongside the trust level in AVs, the readiness of the infrastructure restricts the introduction of AVs to network. [32] investigated the readiness of the current infrastructure in UK for accommodating connected and autonomous vehicles (CAVs). Findings expressed many concerns and found a lack of evidence for CAVs’ implications. Altering all the infrastructure network seems to be very expensive and the most plausible solution is to focus on few sections of roads. On the other hand, few cyclists stated that AVs’ implementation is simpler in Netherlands than Norway due to the availability of a large amount of separated infrastructure [31].

Due to the AVs advancement, sensors accuracy, and high control, AVs can keep themselves in the centre of the lanes and reduce the lateral distance which make the prediction of their behaviours comprehensible and trustful by other road users sharing the same infrastructure. Thus, most studies highlighted the possibility of reducing lane width as shown in Table 1.

### 3.1 Lane width

The road cross-section dimensions are the first considerations in geometric design of roads to safely accommodate AVs. One part of AV implications debate that gained recognition in the literature is narrowing lane width. In this sense, Table 1 illustrates the summary of suggested lane width values in the literature, adopted from [33]. The suggested values range from 2.4 to 3.25 m. However, narrowing the roadway depends on several factors, such as traffic composition (if it includes cyclists, trucks, buses, and conventional vehicles), infrastructure type, traffic volume, the current roadway width, etc. How much narrower the lane width should be is also based on the performance of AVs. [34] found through an experimental study that level 2 AVs tend to fail in narrow lanes and that 2.75m is the minimum width for safe operations of the automatic lateral control. This value might be reduced with the technological advancements. Another point to consider, is the width on the curves [35]. Vehicle turning operations require sufficient space. This “sufficient space” seems to be variable and conditional and further experimental studies are needed. Some recommended values, such as 2.4 m, are not adequate for traffic with buses. Only streets without large transit vehicles can be minimised to that value. This raises a new

concern: Do we really need to reduce lane width? If yes, how can we improve the cyclists' experience on the urban road with public transport?

The main objective of reducing lane width is to save space in favour to other road users (basically cyclists or pedestrians). In some situations, narrowing the width will not result in enough space to accommodate cycle lanes. In such scenarios, other alternatives are to be considered. The saved space might be reserved to increase sidewalks or provide a wider shared pedestrian cycling path. Hence, prioritizing who will take advantages from the gained space is a must. Therefore, specific measures and phases should be defined and structured by field experts, especially since the transition to the 100% AV era is slow.

*Table 1. Summary of lane width values suggestions*

Study Reference	Infrastructure	Lane width recommendation
[36]	Freeway	2.74 m (9 feet); (25% reduction)
[37]	Swedish two-lane road	3 m
[38]	Lanes without buses and trucks	2.44 or 2.74 m (8 or 9 feet)
[39]	Streets	3.05 m or less (10 feet or less)
[40]	Reversible AV exclusive lane on a smart freeway	2.74 m (9 feet)
[41]	Urban street with AVs and low speed CVs	2.44 m (8 feet)
[42]	AV- only road	3 m or less
	AV/CV road	3-3.25 m
	AV pick-up/drop-off	2 m

### 3.2 Parking lots

A considerable amount of space is exploited by vehicles in urban environments, both when moving and when parked. However, in AVs era, parking lots are likely to be removed or reduced. According to experts' opinions [43], it is expected that AVs will be programmed to drop off passengers and park themselves in remote locations or to pick up other passengers. The space gained from the reduced parking lot would allow the implementation of dedicated cycling paths [43]. In contrast, [33] did not consider the cycling path option but prioritized using the reduced parking as an emergency refugee area. [29] suggested repurposing the parking for other uses without specifications. Reducing parking lots seems to be aligned with narrowing road lane widths. Even in some cases, introducing two-way cycling lanes or cycling streets is feasible. However, the reduction rates of parking differ from study to study as shown in Table 2. The variety of the reduction rate could be explained by the type of introduced AVs (Shared AVs (SAVs) or no) and the existing urban settings, either related to road geometry or road users. While the on-street parking demand will decrease or eliminated in some areas, pick-up/drop off points will increase significantly, and new issues will emerge. Due to the complexity of future mobility pattern prediction, the exact estimation of the parking reduction rate remains conditional. Urban planners and stakeholders should have strategic vision because the AVs introduction in the short-term may be different from the long-term.

*Table 2. Summary of implications on parkings*

Study Reference	AVs type	AVs' implications	Parking recommendation use
[29]	-	Reducing parking supply	"Repurposed for another use"
[39]	SAVs/AVs	Reducing/Restricting parking	"Protected or wider bike lanes and an increase in sidewalk width"
[43]	-	Parking lane could be removed	"Cycle paths"
[33]	-	Reduced on-street parking	"Emergency refugee areas"
[44]	Self-driving fleet	100% on-street parking removal	"Commercial or recreational uses, delivery bays, bicycle tracks or enlarging sidewalks"
[45]	SAVs	90% of parking demand is eliminated	"More green, open, and human oriented space can be introduced"
[46]	C/AVs	Reducing some parking requirements	"Plan more bicycle and pedestrian infrastructure on existing roads"

### 3.3 Investigation tools

In order to understand the consequences of the AVs implications for urban road elements, there are several approaches. Due to the limited number of AVs in service and ethical and financial concerns, conducting field observations of modified infrastructure is impractical. Alternatively, test tracks and test zones such as ZalaZone in Hungary and AstraZero in Sweden could provide reliable findings [47], [48]. For example, the ZalaZone automotive test track includes among its 10 course tracks a smart city module with a realistic urban environment, which could serve to evaluate the impact of AVs on infrastructure shared with cyclists.

To investigate the effectiveness of lane width adjustments and parking removal, various forms of simulation can be employed. Microsimulation, such as using VISSIM, or macrosimulation are both adequate. Additionally, bicycle simulators are useful tools to investigate the behaviour of cyclists under specific traffic scenarios. [49] assessed the impacts of several on-street markings from cyclists' perspectives using a cycling simulator and an online survey. They found both to be cost-effective approaches. [50] used a bicycle simulator to study cyclists' behaviour in two road treatments. The first treatment consisted of two options of sharrows at a roundabout and the second one consisted of two options of widening an on-road cycling lane situated on a curved mid-block section of a road. The study highlighted that the value of sharrows needs further research. If the sharrows' impact is not clear in the context of conventional vehicles, it is important to remember that these treatments will be subject to AV traffic and should provide comprehensible scenarios in the future.

Experiments or surveys accompanied by photos or videos of infrastructure scenarios could also be an option to identify cyclists' safety perceptions. [51] evaluated the judgements of cyclists about bicycle-car interactions through 30 photos. The context of the experiment was to explore cyclists' behaviours. However, the reliability of this tool in the context of adjusting cycling lane width in the presence of AVs is skeptical. In fact, participants will not really recognize the difference between a 20 or 40 cm increase in width from a picture. In contrast, the participant might feel the difference during a bike simulator riding test. To ensure more realism and immersiveness for participants in the scenarios, using Virtual Reality (VR) is valuable [50].

## 4. Conclusions and recommendations

Introducing AVs in urban environments is critical. They are expected to disrupt traditional urban development, land use, and road users. AVs will have several implications for the physical infrastructure to coexist with human drivers and cyclists. Among these implications, this work draws the attention to some specific points: narrowing lane width, and parking removal. By adjusting the mentioned elements, more space will be available to accommodate a separated cycling lane from the AV lane. However, the adjustment is also conditioned by the traffic composition, type, and volume, current infrastructure, and AVs performance.

The AVs' coexistence with cyclists requires the investigation of the potential modifications not only from the perspective of AVs but also from the perspective of cyclists. While literature suggest several alternatives, no actual attempts have been undertaken to verify their effectiveness. Hence, a more scientific-based approach is necessary. Simulation, including the use of bicycle simulators, is the appropriate approach to investigate the identified implications.

Since the implications of AVs on shared roads are evident, the following research directions are suggested within this field:

- Investigating the effectiveness of cycling lane width options resulted from narrowing AVs' lanes instead of shared roads (sharrows), both on straight and curved sections.
- Considering the long-expected transition to fully automated vehicles, sharrows could be used temporarily. Thus, investigating the impact of the modifications to speed, AV market penetration rates (MPR), road signs, and marking types is needed.
- Investigating potential conflicts in mixed traffic in shared roads scenarios.
- Adjusting median remains uncertain. Therefore, investigating the scenarios of repurposing medians for cycling lanes and its impact on cyclists' safety is considerable.
- Optimising the geometric design parameters of intersections connecting shared roads.

Based on the recommendations, our forthcoming studies, using a bike simulator, are focused on investigating the impact of alternative infrastructure treatments on cyclist safety on shared roads with autonomous vehicles. The scenarios to be investigated (Table 3) involve one sharrow design and two designs of separated lanes with 3 AVs MPRs (9 scenarios), and two designs of separated lanes with a wider bike lane and 100% AVs MPR (2 scenarios). Hence, both the influence of AVs' presence and lane width on the perception of safety and comfort by bicyclists will be assessed.

Table 3. Future investigated scenarios

Features	Scenarios				
	A	B	C*	D	E*
Infrastructure descriptions	Road with sharrows	AVs and bike separated lanes by continuous coloured lines.			
Pavement marking	Sharrows every 50 m	Yellow continuous line, no coloured pavement for cyclist		Yellow continuous line; Red bike lane	
Lane width	Total 4m	AVs L <sub>w</sub> =2.75m Bike L <sub>w</sub> =1.25m	AVs L <sub>w</sub> =2.5m Bike L <sub>w</sub> =1.5m	AVs L <sub>w</sub> =2.75m Bike L <sub>w</sub> =1.25m	AVs L <sub>w</sub> =2.5m Bike L <sub>w</sub> =1.5m
Traffic composition	AV MPR (0%; 50%; 100%)				
Traffic volume	Moderate				
Speed limit	50km/h				

\*Scenarios investigated for only 100%MPR

## References

- [1] J. E. Park, W. Byun, Y. Kim, H. Ahn, and D. K. Shin, "The Impact of Automated Vehicles on Traffic Flow and Road Capacity on Urban Road Networks," *J Adv Transp*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/8404951.
- [2] C. Gkartzonikas and K. Gkritza, "What have we learned? A review of stated preference and choice studies on autonomous vehicles," *Transp Res Part C Emerg Technol*, vol. 98, pp. 323–337, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.trc.2018.12.003.
- [3] G. Martin, *Sustainability prospects for autonomous vehicles: Environmental, social, and urban*. Taylor and Francis, 2019. doi: 10.4324/9781351109956.
- [4] T. Dirsehan and C. Can, "Examination of trust and sustainability concerns in autonomous vehicle adoption," *Technol Soc*, vol. 63, p. 101361, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.TECHSOC.2020.101361.
- [5] FHWA, "Ensuring Cooperative Driving Automation (CDA) and Vulnerable Road Users (VRUs) Safety Through Infrastructure", doi: 10.21949/1521914.
- [6] ERTRAC Working group, "Connected Automated Driving Roadmap," 2019.
- [7] M. M. Rana and · Kamal Hossain, "Connected and Autonomous Vehicles and Infrastructures: A Literature Review," *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 16, pp. 264–284, 2023, doi: 10.1007/s42947-021-00130-1.
- [8] S. Hallmark, "Preparing Local Agencies for the Future of Connected and Autonomous Vehicles," 2019. [Online]. Available: <http://mndot.gov/research/reports/2019/201918.pdf>
- [9] G. Abdelkader, K. Elgazzar, and A. Khamis, "Connected Vehicles: Technology Review, State of the Art, Challenges and Opportunities," *Sensors 2021, Vol. 21, Page 7712*, vol. 21, no. 22, p. 7712, Nov. 2021, doi: 10.3390/S21227712.
- [10] K. Othman, "Impact of autonomous vehicles on the physical infrastructure: Changes and challenges," *Designs (Basel)*, vol. 5, no. 3, Sep. 2021, doi: 10.3390/designs5030040.
- [11] R. Marqués, V. Hernández-Herrador, M. Calvo-Salazar, and J. A. García-Cebrián, "How infrastructure can promote cycling in cities: Lessons from Seville," *Research in Transportation Economics*, vol. 53, pp. 31–44, Nov. 2015, doi: 10.1016/J.RETREC.2015.10.017.
- [12] D. ; Chondrogianni, Y. J. ; Stephanedes, P. Fatourou, D. Chondrogianni, Y. J. Stephanedes, and P. Fatourou, "Assessing Cycling Accessibility in Urban Areas through the Implementation of a New Cycling Scheme," *Sustainability 2023, Vol. 15, Page 14472*, vol. 15, no. 19, p. 14472, Oct. 2023, doi: 10.3390/SU151914472.

- [13] K. Teschke *et al.*, “Route Infrastructure and the Risk of Injuries to Bicyclists: A Case-Crossover Study,” *Am J Public Health*, vol. 102, no. 12, Dec. 2012, doi: 10.2105/AJPH.2012.300762.
- [14] R. Buehler and J. Dill, “Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling,” *Transp Rev*, vol. 36, no. 1, pp. 9–27, Jan. 2016, doi: 10.1080/01441647.2015.1069908.
- [15] J. Garrard, G. Rose, and S. K. Lo, “Promoting transportation cycling for women: The role of bicycle infrastructure,” *Prev Med (Baltim)*, vol. 46, no. 1, pp. 55–59, Jan. 2008, doi: 10.1016/J.YPMED.2007.07.010.
- [16] M. Nazemi, M. A. B. van Eggermond, A. Erath, D. Schaffner, M. Joos, and K. W. Axhausen, “Studying bicyclists’ perceived level of safety using a bicycle simulator combined with immersive virtual reality,” *Accid Anal Prev*, vol. 151, p. 105943, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.AAP.2020.105943.
- [17] R. Mora, N. Waintrub, C. Figueroa, and A. Horta, “Understanding cyclists’ conflicts in the streets of a Latin American metropolis,” *Travel Behav Soc*, vol. 34, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.tbs.2023.100695.
- [18] R. Marqués, V. Hernández-Herrador, M. Calvo-Salazar, and J. A. García-Cebrián, “How infrastructure can promote cycling in cities: Lessons from Seville,” *Research in Transportation Economics*, vol. 53, pp. 31–44, Nov. 2015, doi: 10.1016/J.RETREC.2015.10.017.
- [19] Brian Mcentee, “What Are Sharrows? Our Guide to This Often Misunderstood Lane Marking.” Accessed: Apr. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.bicycling.com/news/a20044419/what-are-sharrows-used-for/>
- [20] W. Hunter, R. Srinivasan, L. Thomas, C. Martell, and C. Seiderman, “Evaluation of shared lane markings in Cambridge, Massachusetts,” *Transp Res Rec*, no. 2247, pp. 72–80, Dec. 2011, doi: 10.3141/2247-09.
- [21] FHWA, “Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD).” Accessed: Apr. 22, 2024. [Online]. Available: [https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009/pdf\\_index.htm](https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009/pdf_index.htm)
- [22] M. Vasilev, K. Pitera, and T. Jonsson, “Evaluation of bicycle sharrows within the Norwegian context,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2017, pp. 1097–1104. doi: 10.1016/j.trpro.2017.12.015.
- [23] B. Guirao, D. Gálvez-Pérez, and N. Casado-Sanz, “The impact of the cyclist infrastructure type on bike accidents: The experience of Madrid,” in *Transportation Research Procedia*, Elsevier B.V., 2023, pp. 403–410. doi: 10.1016/j.trpro.2023.11.101.
- [24] A Nemzeti Fejlesztési miniszter, “e-UT 03.04.13 - Design of public roads suitable for cycling - Road Technical Regulations.” Accessed: Apr. 25, 2024. [Online]. Available: <https://ume.kozut.hu/dokumentum/1302>
- [25] J. Brady *et al.*, “Effects of Shared Lane Markings on Bicyclist and Motorist Behavior along Multi-Lane Facilities The City of Austin Bicycle Team,” 2010.
- [26] N. N. Ferenchak and W. E. Marshall, “Advancing healthy cities through safer cycling: An examination of shared lane markings,” *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 8, no. 2, pp. 136–145, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.ijst.2018.12.003.
- [27] S. Francisco, “San Francisco’s Shared Lane Pavement Markings: Improving Bicycle Safety,” 2004.
- [28] A. Harris *et al.*, “Comparing the effects of infrastructure on bicycling injury at intersections and non-intersections using a case-crossover design,” 2013, doi: 10.1136/injuryprev-2012-040561.
- [29] B. Botello, R. Buehler, S. Hankey, A. Mondschein, and Z. Jiang, “Planning for walking and cycling in an autonomous-vehicle future,” *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 1, p. 100012, Jun. 2019, doi: 10.1016/J.TRIP.2019.100012.
- [30] L. Laker, “Street wars 2035: can cyclists and driverless cars ever co-exist?,” *The Guardian*. Accessed: Jun. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/cities/2017/jun/14/street-wars-2035-cyclists-driverless-cars-autonomous-vehicles>
- [31] S. H. Berge, M. Hagenzieker, H. Farah, and J. de Winter, “Do cyclists need HMIs in future automated traffic? An interview study,” *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav*, vol. 84, pp. 33–52, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.trf.2021.11.013.
- [32] D. Charles and J. Cas, “Environment Readiness of the road network for connected and autonomous vehicles,” 2017. [Online]. Available: [www.racfoundation.org](http://www.racfoundation.org)

- [33] K. Othman, "Impact of autonomous vehicles on the physical infrastructure: Changes and challenges," *Designs (Basel)*, vol. 5, no. 3, Sep. 2021, doi: 10.3390/designs5030040.
- [34] A. Garcia and F. J. Camacho-Torregrosa, "Influence of lane width on semi-autonomous vehicle performance," *Transp Res Rec*, vol. 2674, no. 9, pp. 279–286, Jul. 2020, doi: 10.1177/0361198120928351.
- [35] O. Tengilimoglu, O. Carsten, and Z. Wadud, "Implications of automated vehicles for physical road environment: A comprehensive review," *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 169, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.tre.2022.102989.
- [36] J. Bowman, "How Autonomous Vehicles Will Change the Future of Road Design and Construction," FMI Corp. Accessed: Jun. 26, 2024. [Online]. Available: <https://fmicorp.com/insights/quarterly-articles/how-autonomous-vehicles-will-change-the-future-of-road-design-and-construction>
- [37] P. Aryal, "Optimization of geometric road design for autonomous vehicle," Master's Thesis, KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY SCHOOL OF ARCHITECTURE AND THE BUILT ENVIRONMENT, Stockholm, 2020.
- [38] R. Snyder, "Street design implications of autonomous vehicles," Public square: A CNU journal. Accessed: Jun. 26, 2024. [Online]. Available: <https://www.cnu.org/publicsquare/2018/03/12/street-design-implications-autonomous-vehicles>
- [39] I. R. Mccarville, "How Autonomous Vehicles will Reshape the Urban Landscape," 2019.
- [40] S. Ghanipoor *et al.*, "Safety Impact Evaluation of a Narrow-Automated Vehicle-Exclusive Reversible Lane on an Existing Smart Freeway," 2021.
- [41] M. Schlossberg, W. Riggs, L. A. Adam Millard-Ball, and E. Shay, "RETHINKING THE STREET IN AN ERA OF DRIVERLESS CARS," 2018. [Online]. Available: [www.urbanismnext.com](http://www.urbanismnext.com)
- [42] M. Hasan and F. Fadli, "Street re-design for the adoption of autonomous vehicles: case of the city of Doha, Qatar," *Smart and Sustainable Built Environment*, 2023, doi: 10.1108/SASBE-02-2023-0036.
- [43] S. Pettigrew, J. D. Nelson, and R. Norman, "Autonomous vehicles and cycling: Policy implications and management issues," *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 7, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.trip.2020.100188.
- [44] International Transport Forum, "Urban Mobility System Upgrade How shared self-driving cars could change city traffic," 2015. [Online]. Available: [www.internationaltransportforum.org](http://www.internationaltransportforum.org)
- [45] W. Zhang, S. Guhathakurta, J. Fang, and G. Zhang, "Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach," *Sustain Cities Soc*, vol. 19, pp. 34–45, Dec. 2015, doi: 10.1016/j.scs.2015.07.006.
- [46] K. Daniel *et al.*, "Connected Vehicle Impacts on Transportation Planning - Primer," 2016. [Online]. Available: [www.its.dot.gov/index.htm](http://www.its.dot.gov/index.htm)
- [47] AVL, "AVL ZalaZONE Proving Ground." Accessed: Jun. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.avl.com/en-hu/locations/avl-zalazone-proving-ground>
- [48] S. Tom, "World's longest indoor autonomous vehicle test track now open | Traffic Technology Today." Accessed: Jun. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.traffictechnologytoday.com/news/autonomous-vehicles/worlds-longest-indoor-autonomous-vehicle-test-track-now-open.html>
- [49] A. K. Huemer, L. M. Rosenboom, M. Naujoks, and E. Banach, "Testing cycling infrastructure layout in virtual environments: An examination from a bicycle rider's perspective in simulation and online," *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 14, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.trip.2022.100586.
- [50] L. Meuleners, M. Fraser, and P. Roberts, "Improving cycling safety through infrastructure design: A bicycle simulator study," *Transp Res Interdiscip Perspect*, vol. 18, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.trip.2023.100768.
- [51] M. P. Hagenzieker *et al.*, "Interactions between cyclists and automated vehicles: Results of a photo experiment\*," *Journal of Transportation Safety and Security*, vol. 12, no. 1, pp. 94–115, Jan. 2020, doi: 10.1080/19439962.2019.1591556.

# Intelligens gyalogátkelőhelyek biztonsági hatásának elemzése / Analysis of the safety effect of intelligent pedestrian crossings

Dr. Borsos Attila<sup>1</sup> – Dr. Miletics Dániel<sup>2</sup> – Nagy László<sup>3</sup> – Homola Dávid<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Széchenyi István Egyetem, Közlekedésépítési és Vízmérnöki Tanszék

<sup>1</sup>borsosa@sze.hu

<sup>2</sup>mileticsd@sze.hu

<sup>3</sup>Visible Crossing

<sup>3</sup>laszlo.nagy@visiblecrossing.hu

<sup>4</sup>Transoft Solutions

<sup>4</sup>david.homola@transoftsolutions.com

**Kivonat:** Az intelligens gyalogátkelőhelyek ígéretes megoldásként jelentek meg a gyalogosok biztonságának javítása érdekében. Ezen rendszerek biztonsági hatását hazai viszonylatban eddig nem vizsgálták, kutatásunkkal ezt a hiányt kívánjuk pótolni. Elemzésünk helyszínül egy olyan útszakaszt választottunk Székesfehérváron, ahol két egymástól 170 méterre lévő gyalogátkelőhely található. Előtte-utána vizsgálatot terveztünk, amelyhez mindkét helyszínen videofelvételeket készítettünk, és radarkészülékekkel sebességet mértünk. SafeXone intelligens rendszert az egyik gyalogátkelőhelyen telepítették, a másik helyszínen az intézkedés tovább gyűrűző hatását kívántuk mérni. A videofelvételeket a Transoft Solutions cég által fejlesztett TrafXSAFE szoftverrel elemeztük. A gyalogátkelőhelyeket megközelítő járművek sebességének mérésére radarokat használtunk. Eredményeink szerint a keresztezési időkülönbség és a sebesség tekintetében is kis javulást tapasztaltunk. Javasoljuk ezen biztonsági mérések nyomon követését.

**Abstract:** Intelligent pedestrian crossings have emerged as a promising solution to improve pedestrian safety. The safety impact of these systems has not yet been investigated in a national context, and our research aims to fill this gap. We have chosen a road section in Székesfehérvár, where two pedestrian crossings are located 170 m apart. We planned a before-and-after study, for which we recorded video footage at both locations and measured speeds with radars. A SafeXone intelligent system was installed at one of the pedestrian crossings, while at the other we wanted to measure the spill-over effect of the measure. The video footage was analysed using TrafXSAFE software developed by Transoft Solutions. Radars were used to measure the speed of vehicles approaching pedestrian crossings. Our results showed a small improvement in both post-encroachment time and speed. We recommend a follow-up of these safety measurements.

*Kulcsszavak: intelligens gyalogátkelő; biztonság; sebesség; kiegészítő biztonsági mutatók*

*Keywords: intelligent pedestrian crossing; safety; speed; surrogate measures of safety*

## Bevezetés

Az intelligens gyalogátkelőhelyek ígéretes megoldásként jelentek meg a gyalogosok biztonságának javítása érdekében. Ezen intelligens megoldások célja a gyalogosok láthatóságának javítása, és a járművezetők figyelmének felhívása különféle jelzésekkel.

Az egyik ilyen innovatív megoldás a magyarországi székhelyű Visible Crossing által kifejlesztett SafeXone rendszer. Ez a rendszer érzékeli a gyalogos átkelési szándékát, irányított sárga villogó fénnel jelez a járművezetőknek, továbbá szürkületben és sötétben egy kiegészítő lézerefény megnövelt láthatóságot biztosít a gyalogos számára. Ezen rendszerek biztonsági hatását hazai viszonylatban eddig nem vizsgálták, kutatásunkkal ezt a hiányt kívánjuk pótolni. Az alábbi két kutatási kérdést foglalmaztuk meg:

- Milyen biztonsági hatása van a SafeXone rendszernek a telepítés helyszínén?

- Milyen tovább gyűrűző biztonsági hatása van a SafeXOne rendszernek egy szomszédos gyalogátkelőn?

Cikkünkben elsőként rövid irodalmi áttekintést adunk az intelligens gyalogátkelők kapcsán született nemzetközi kutatási eredményekről. Ezt követően bemutatjuk a helyszínt és az adatgyűjtési módszerünket. Eredményeink értékelését követően cikkünket a következtetések összefoglalásával zárjuk.

## 1. Irodalomkutatás

A gyalogosokat érintő közlekedési balesetek és a gyalogosok halálos áldozatai világszerte jelentős közegészségügyi problémát jelentenek. Csak 2010 és 2021 között több, mint 52 100 gyalogos vesztette életét az európai utakon, ami az összes halálos közúti baleset közel egyharmadát teszi ki. Az EU 27 országában átlagosan 9,7 gyalogos halálos áldozat jut egymillió lakosra, Magyarországon ez az érték eléri a 14,3-at [1]. Figyelemre méltó, hogy Magyarországon a kijelölt gyalogátkelőhelyen történt balesetek 40%-a rossz látási viszonyok között történik.

Több kutatás is foglalkozik azzal, hogy a gyalogátkelőhelyek jobb láthatósága jelentősen csökkentheti a gyalogosok és a járművek közötti balesetek/konfliktusok számát. Két közelmúltban született tanulmány a gyalogátkelőhelyekre telepített különböző típusú LED-es jelzések hatását vizsgálta a járművezetők viselkedésének befolyásolása tekintetében [2, 3]. Hussain et al. [2] piros és sárga LED-es fényegységeket vizsgáltak nappali fényviszonyok mellett szimulátoros környezetben, nagy sebességű, többsávos utakon, míg Patella et al. [3] egy valós helyszínen éjszakai viszonyok mellett fehér színű, világító LED-es csíkokat használt. Mindkét tanulmány a javasolt intézkedéseket két különböző módon tesztelte: gyalogosok nélkül és gyalogosok jelenlétében. Mindkét tanulmány jelentős, 4,7 km/h és 7,8 km/h közötti átlagos sebességcsökkenésről számolt be mindkét esetben. A tanulmányok azonban nem foglalkoztak a jármű-gyalogos konfliktusok részletes elemzésével.

Baghdarusefi [4] tanulmányában a svédországi gyalogátkelőhelyeken, szokványos közúti jelzőtáblát helyettesítő változtatható jelzésekű tábla (VJT) hatását vizsgálta. A javasolt VJT hatásának értékeléséhez kizárólag az elsőbbségadási hajlandóságot és a járművezetők haladási sebességét elemezte. A vizsgálat eredményei megerősítették, hogy a VJT aktiválásakor a járművezetők nagyobb arányban adtak elsőbbséget, és csökkentették a haladási sebességüket.

Egy másik előtte/utána vizsgálatban Høye & Laureshyn a SeeMe nevű zebrára figyelmeztető rendszert értékelték a járművezetők elsőbbségadási magatartására vonatkozóan [5]. A felméréshez egy szenzor alapú rendszert telepítettek a gyalogátkelőhely tábla tetejére. A gyalogos detektálásakor az érzékelő mellett elhelyezett sárga villogó fényjelzések aktiválódtak, hogy figyelmeztessék a járművezetőket. Az eredmények azt mutatták, hogy a gyalogosoknak elsőbbséget adó járművezetők aránya jelentősen megnőtt az előtte állapothoz képest. A szerzők nem figyeltek meg konfliktusokat sem az előtte sem az utána állapotban, további elemzéseket a sebességre, vagy a konfliktusokra vonatkozóan nem végeztek.

Hakkert et al. [6] egy helyszíni kísérletben zebra előtt villogó fényeket használtak a járművezetők figyelmeztetésére. A vizsgálat eredményei 2-5 km/h sebességcsökkenést mutattak. A vizsgálat során az elsőbbségadási magatartás növekedését is megfigyelték. Nem végeztek ugyanakkor elemzést a jármű-gyalogos konfliktusok, vagy a járművezetők biztonságos megállási magatartásának részletes értékelésére.

Több tanulmány is vizsgálta a villogó fényjelzések biztonsági hatását jelzőlámpa nélküli gyalogátkelőhelyek esetében [7, 8, 9, 10]. Ez a megoldás a hagyományos gyalogátkelő jelzőtábla alatt elhelyezett gyorsan villogó fény(ek)e)t tartalmaz. E tanulmányok eredményei mind azt mutatták, hogy a járművezetők gyalogátkelőhelyeknél mutatott elsőbbségadási hajlandósága javult. Ugyanakkor a fent említett tanulmányok egyike sem vizsgálta a járművek és a gyalogosok közötti konfliktusokat, azok súlyosságát kiegészítő biztonsági mutatók segítségével.

Chien et al. [11] egy olyan járműbe épített, kamerán alapuló rendszert vizsgáltak, amely figyelmezteti a járművezetőket az úton átkelő gyalogosokra. A szerzők a rendszer pontosságát vizsgálták a

gyalogátkelőhelyhez közeledő gyalogosok detektálása tekintetében. Nem vizsgálták azonban a rendszer hatását a járművezetők viselkedésére, például kiegészítő biztonsági mutatók segítségével.

## 2. Módszertan

### 2.1 Kiegészítő biztonsági mutatók

A tudományos közegben a közúti biztonság mérésére számos, úgynevezett kiegészítő biztonsági mutató (angolul Surrogate Measures of Safety) került kidolgozásra (közel 40 féle) [12], ezekről áttekintő cikket publikált Mahmud et al. [13]. Ezen kiegészítő biztonsági mutatók többnyire az interakcióban részt vevő úthasználók egymástól való időbeli, térbeli távolságát vagy sebességét (annak változását, pl. fékezés) írják le.

Ezek közül egy, jelen cikkben is használt mutató a Keresztezési Időkülönbség (Post-Encroachment Time, PET), mely akkor használható, ha a két úthasználó trajektóriái keresztezik egymást, és egy adott időbeli különbséggel haladnak át a konfliktusponton, az ütközési pálya, mint feltétel nem szükséges. A gyalogos-jármű interakciók konfliktus elemzésére széles körben alkalmazott mutató [2]. A PET két időpillanat közötti különbség alapján mérhető. Az első időpillanat, amikor az első úthasználó elhagyja a konfliktus zónát, a másik pedig, amikor a második úthasználó eléri azt [14]. A PET nem folytonos mutató, egyetlen értékkel mérhető (1. ábra).



1. ábra: A PET számítása:  $t_2 - t_1$

### 2.2 Videó alapú adatgyűjtés a TrafSAFE-el

A videó alapú adatgyűjtési módszerek gyors fejlődésének köszönhetően ma már ezeket a mutatókat a vizsgálandó helyszínen készített videófelvételekből nyerhetjük ki. A videófelvételek elemzése és az egyes mutatószámok mérése szoftveres támogatással lehetséges. Jelenleg a piacon több ilyen szoftveres megoldás is létezik, ezek közül egy, a Transoft Solutions Inc. TrafSAFE szoftvere, mely egy felhő alapú szolgáltatás. A szoftver gépi tanulást használ a közlekedők közötti interakciók észlelésére, nyomon követésére és elemzésére. Jelentést készít az úthasználók osztályozásáról, a kanyarodási mozgások irányáról, a sebességről és a konfliktuseseményekre vonatkozó adatokról.

A TrafSAFE a lehetőségekhez mérten teljesen automatizált analitikát nyújt. A helyszíni geodéziai felmérés (gyakran meglévő, bárki számára elérhető műholdképek segítségével), illetve a videókép kalibrálása elengedhetetlen, ezek a kezdeti lépések felelnek a későbbi számítások pontosságáért. Ezek után a TrafSAFE szoftver automatizált elemzése az alábbi sorrendben történik:

#### 1) Úthasználók felismerése, kategorizálása

Gépi látást és tanuló algoritmust használva, a szoftver képes automatikusan felismerni az úthasználókat, és azokat különböző fő- és mellék kategóriába sorolni. Egy gyakorlati példát használva, egy, a videón látható gyalogos automatizáltan „sérülékeny úthasználó” fő kategóriába, és „gyalogos” mellék kategóriába sorolódik. Amennyiben a látási viszonyok megfelelőek, a szoftver minden esetben képes a mellék kategória szerinti besorolásra. Részleges rálátás, vagy az algoritmus számára szokatlan úthasználó esetén sok esetben csak a fő kategóriába történő besorolás lehetséges.

## 2) Az úthasználók követése

A felismert és kategorizált úthasználókat az algoritmus a második lépésben a videón látható mozgásuk alapján leköveti. Ez egyaránt jelenti a kanyarodási mozgások irányát, valamint az úthasználó sebességének számítását. Ezek alapján a vizsgált helyszín forgalomnagysága és az úthasználók egyénenkénti, kategóriánkénti, vagy összesített sebességadatai már elérhetővé válnak.

## 3) Forgalombiztonsági elemzés

Végző lépésként a szoftver az úthasználók kategóriájának, sebességének és irányának ismeretében a forgalombiztonság elemzést végzi el. Ez főként a fent taglalt PET mutató számításával történik. A szoftver mindazokat az interakciókat elemzi és tárolja, ami két úthasználó között 10 s alatti konfliktus-mutatót eredményezett.

A TrafXSAFE képes a számított adatokat és mutatókat grafikonok, vagy hőtérképek formájában megjeleníteni, és így az adatmennyiség térbeli, és/vagy időbeli változását ábrázolni.

### 2.3 Helyszín bemutatása

Egy olyan útszakaszt választottunk Székesfehérváron, ahol két egymástól 170 méterre lévő gyalogátkelőhely található. Előtte-utána vizsgálatot terveztünk, amelyhez mindkét helyszínen videofelvételeket készítettünk, és radarkészülékekkel sebességet mértünk. A SafeXone rendszert az egyik gyalogátkelőhelyen telepítették, a másik helyszínen az intézkedés tovább gyűrűző hatását kívántuk mérni. Mindkét helyszínen kizárólag az egyik irányt vizsgáltuk, ezt a 2. és 3. ábrán látható videókép mutatja.



2. ábra: A telepített SafeXOne rendszer kameraképe



3. ábra: A kontrol helyszín kameraképe

### 2.4 Adatgyűjtés

A videofelvételeket 5 napon keresztül rögzítettük mindkét helyszínen, az előtte és utána időszakban egyaránt. Ezeket a videofelvételeket a Transoft Solutions cég által fejlesztett TrafXSAFE szoftverrel

elemztük. A szoftver gépi tanulást használ a videófelvételen látható bármely két közlekedő közötti interakció észlelésére, nyomon követésére és elemzésére. A kinyert adatbázisban többek között konfliktus alapú mutatókat kapunk, melyek segítségével a konfliktusok súlyosságát tudjuk elemezni. A 4. ábra példaként illusztrál egy interakciót, ahol a gyalogos érkezik elsőként a keresztezési pontba, majd a gépjármű 0,79 s keresztezési időkülönbséggel.



4. ábra: A kontrol helyszín

A gyalogátkelőhelyeket megközelítő járművek sebességének mérésére radarokat használtunk. Mindkét helyszínen hat-hat állomást állítottunk fel egymástól 10 méteres távolságban (összesen 50 métert lefedve a gyalogátkelőhelytől visszafelé) (5. ábra). A sebességeket egy-egy napon keresztül mértük az előtte és utána időszakban. A kinyert adatok alapján a járművek sebesség eloszlását elemeztük.



5. ábra: A kihelyezett sebességmérő radarok

### 3. Eredmények

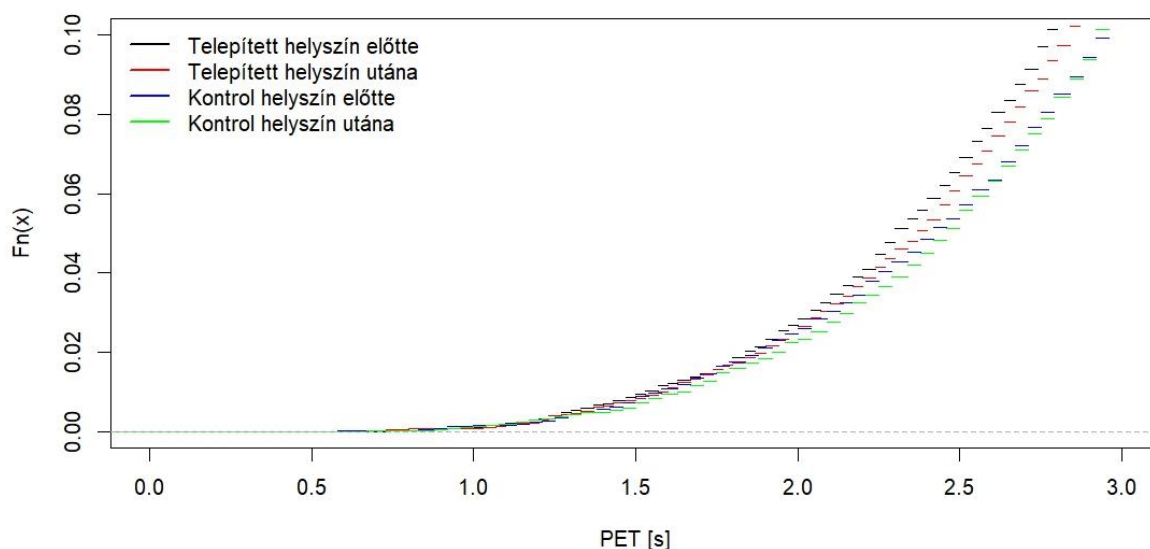
Méréseink eredményeit két alfejezetben közöljük, elsőként a keresztezési időkülönbségben, másodsorban a sebességekben mért változásokat elemezzük.

#### 3.1 Keresztezési időkülönbség

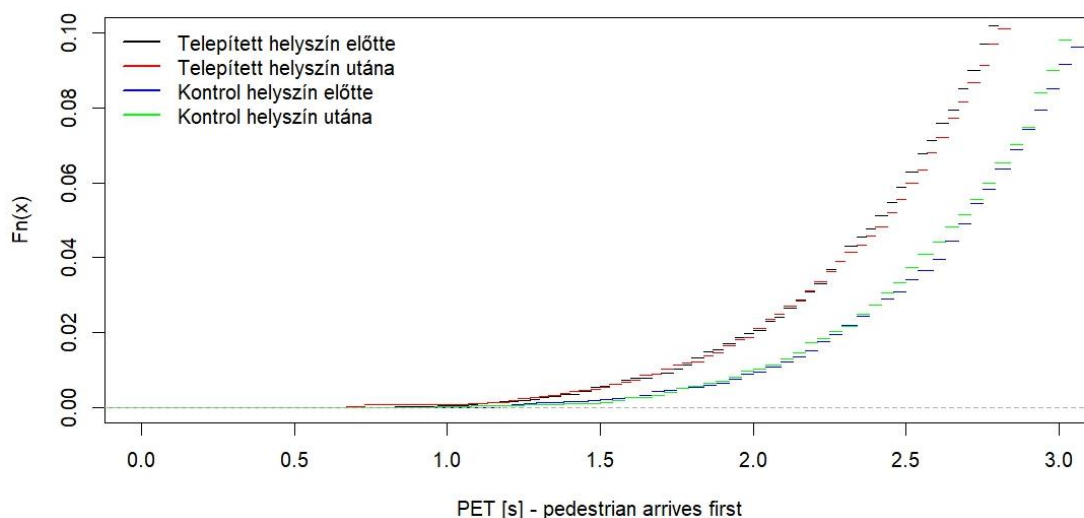
A keresztezési időkülönbséget a TrafXSAFE 10 s értékig méri. Biztonsági szempontból a nulla közeli értékek érdekesek. Jelen tanulmányban a 3 s alatti értékeket vizsgáljuk részletesen, mely a nemzetközi irodalomban is általánosan alkalmazott küszöbérték [2]. A 6. ábrán ezért a teljes adathalmaz alapján készített kumulatív eloszlás függvények 3 másodpercig terjedő részét ábrázoljuk. Az eloszlás függvényekből kivehető, hogy mind a telepített, mind a kontrol helyszíneken a kritikus keresztezési idő különbség értékek gyakoriságában minimális csökkenés tapasztalható. Mindkét helyszínen az utána állapotban az eloszlás függvények kissé jobbra tolódása figyelhető meg az előtte állapothoz képest. Ez a változás ugyan biztonsági szempontból pozitív eredmény, statisztikailag nem tekinthető szignifikánsnak.

A gyalogos-gépjármű interakciók tekintetében lényeges szempont, hogy melyik úthasználó érkezik elsőként a konfliktus zónába. Intuitív módon belátható, hogy súlyosság tekintetében azok az interakciók érdekesek, ahol a gyalogos érkezik elsőként a konfliktus pontba. A teljes adatbázisból leszűrtük azokat az eseteket, ahol ez a feltétel teljesül. Az eloszlás függvényeket a 7. ábrán ábrázoltuk. Érdekességként figyelhető meg hogy a telepített, és kontroll helyszínek eloszlás függvényei között nagyobb különbséget tapasztalunk. Ez arra is rávilágít, hogy a két helyszín között biztonság tekintetében alapvetően van különbség. A telepített helyszínen az alacsony keresztezési időkülönbség értékek nagyobb valószínűséggel fordulnak elő abban az esetben, ha a gyalogos érkezik elsőként. Ezen felül ugyanakkor az előtte és utána állapotokban itt sem találunk szignifikáns javulást, bár a függvények kissé jobbra tolódása ígéretesnek mutatkozik.

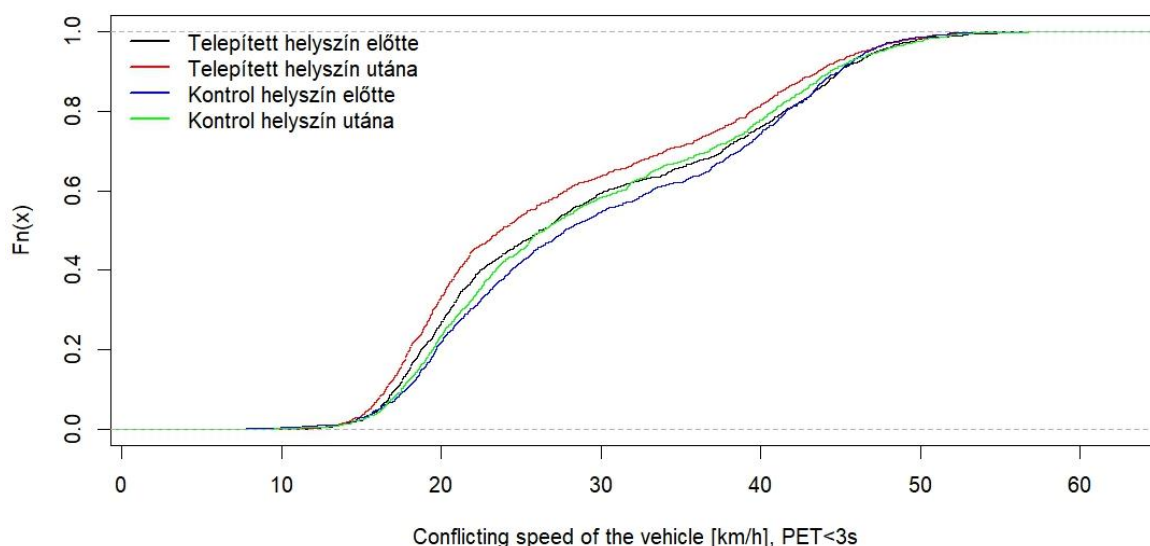
A TrafSAFE szoftver az egyes úthasználók sebességének mérésére is alkalmas. A jármű konfliktus sebessége alatt azon sebességet értjük, melyet a jármű konfliktus pontban való áthaladásakor mérünk. Ezen sebesség értékek eloszlását a 8. ábrán illusztráljuk (3 s alatti keresztezési időkülönbség esetén). A telepített és kontroll helyszíneken az előtte állapotban mért sebességek között kis mértékű különbség figyelhető meg. A telepítést követő időszakban, vagyis az utána állapotban mindkét helyszínen a sebesség eloszlások balra tolódása, avagy a sebesség értékek csökkenése figyelhető meg. Ez a csökkenés enyhén nagyobb mértékű a telepített helyszínen. A telepített helyszínen az előtte állapotban mért átlagos jármű konfliktus sebesség 29,3 km/h volt, mely az utána állapotban 27,6 km/h-ra csökkent. Kisebb mértékű javulás figyelhető meg a kontroll helyszínen, ahol az átlagsebességben 30,2 km/h-ról 29,3 km/h-ra történő csökkenést mértünk.



6. ábra: Keresztezési időkülönbség kumulatív eloszlási görbéi (<3s)



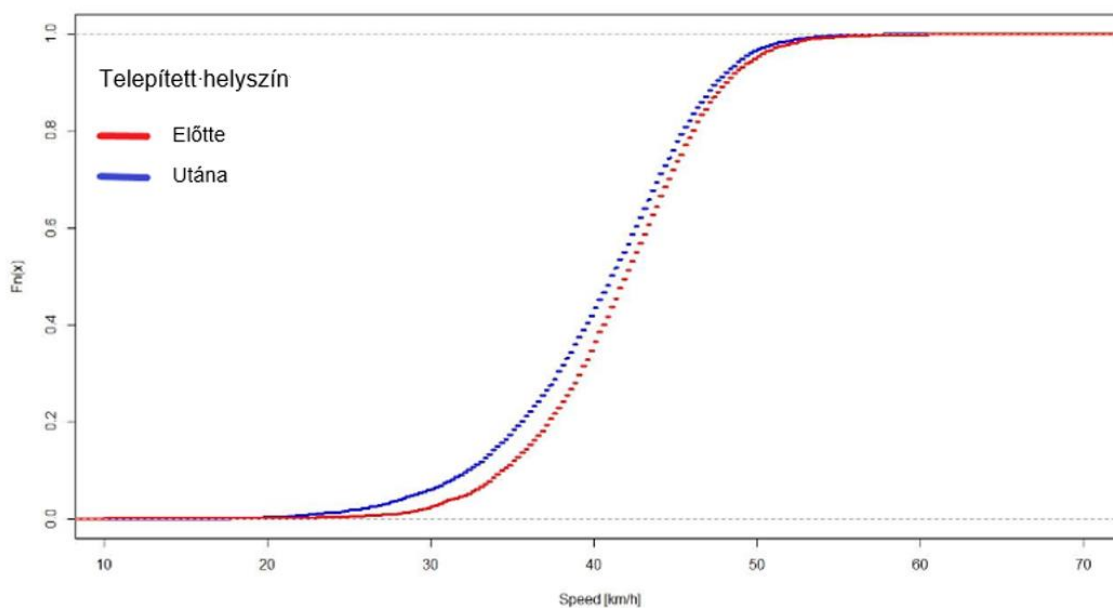
7. ábra: Keresztezési időkülönbség kumulatív eloszlási görbéi (<3s), gyalogos érkezik elsőnek



8. ábra: Jármű konfliktus sebessége, keresztezési időkülönbség < 3s esetén

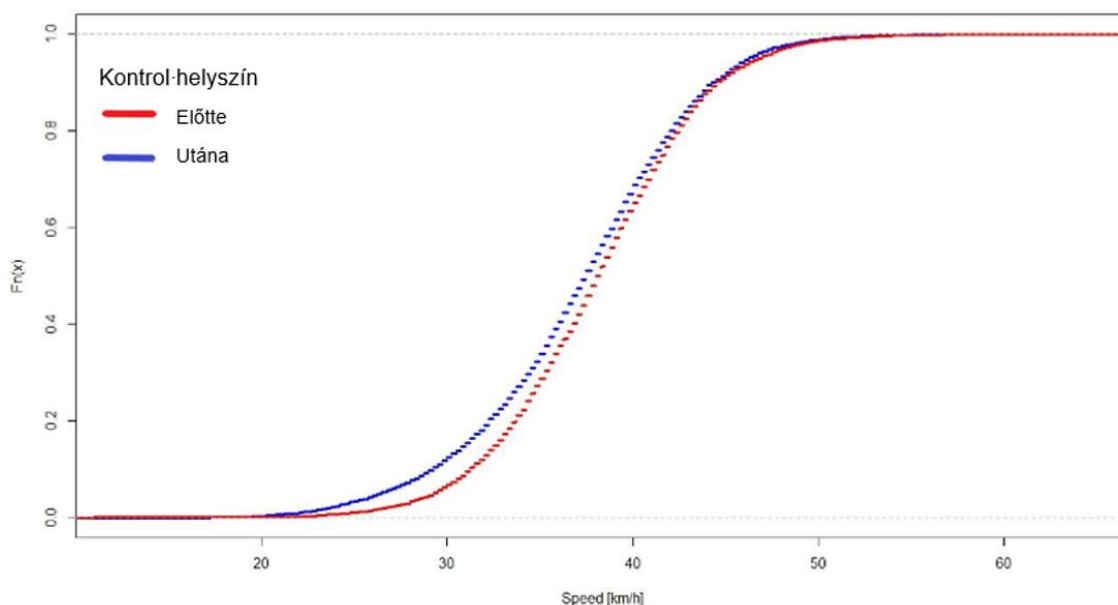
### 3.2 Sebesség

A radaros sebességmérés eredményeit a gyalogos-jármű interakciók szempontjából meghatározó, az átkelőhely előtti 30 m hosszú szakaszra összegeztük. A SafeXOne rendszerrel fejlesztett gyalogos átkelőhelynél a sebességeloszlás görbéje a telepítés után balra tolódott (9. ábra). A sebességek a magasabb tartományokban kis mértékben, az alacsonyabb sebességtartományokban 2-3 km/h-val csökkentek.



9. ábra: Gépjárművek sebességeloszlása a telepített helyszínen, a gyalogátkelő előtti 30 m-es szakaszon

A kontrol átkelőnél – ahol mind az előtte, mind az utána mérések során alacsonyabb sebességeket mértünk, mint a telepített helyszínen – hasonló változás volt megfigyelhető (10. ábra). A magasabb,  $v_{85}$  körüli sebességeknél kismértékű volt a csökkenés, míg az alacsonyabb,  $v_{15}$  sebességhez közeli tartományokban kimutatható csökkenést tapasztaltunk.



10. ábra: Gépjárművek sebességeloszlása a kontrol helyszínen, a gyalogátkelő előtti 30 m-es szakaszon

## Konklúzió

Az intelligens gyalogátkelőhelyek megjelenésével és azok számának folyamatos növekedésével egyre inkább előtérbe kerül azok biztonsági hatásának értékelése, mely a közutas szakma számára fontos kérdés. Kutatásunkban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a Visible Crossing által fejlesztett SafeXone elnevezésű intelligens gyalogátkelő telepítésével milyen biztonsági változást mérhetünk egyrészt a telepített helyszínen, másrészt egy ahhoz közeli nem telepített gyalogátkelőhelyen. Elemzéseink alapjául a gyalogos-jármű interakciókban résztvevő úthasználók keresztezési időkülönbsége, valamint a járművek mért sebessége szolgált.

Eredményeink azt mutatják, hogy a keresztezési időkülönbségben minimális csökkenést tapasztaltunk mind a telepített, mind a kontroll helyszínen. A járművek konfliktus sebessége tekintetében is tetten érhető enyhe javulás, ez 1-2 km/h csökkenést jelent a járművek átlag sebességében. Mindez arra a következtetésre vezet minket, hogy a telepített rendszerrel a konfliktusok súlyossága csökkenthető. Mivel azonban ezek a különbségek statisztikailag nem tekinthetők szignifikánsnak, ezért további vizsgálatot tartunk szükségesnek.

Egyik javaslatunk, hogy szükséges a telepített helyszín biztonsági elemzésének nyomon követése és egy hasonló vizsgálat megismétlése több hónapnyi üzemelést követően. Elemzésünkben a telepítést közvetlenül megelőző és követő egy hetes időperiódusokat vizsgáltunk, ezért szükségesnek látjuk az úthasználók hosszú távú viselkedés adaptációjának elemzését. Másik megfontolandó javaslatunk a rossz látási viszonyok közötti, esetleg éjszakai mérések végzése. Ennek ugyanakkor nehézsége az, hogy pont ezen időszakokban rendkívül ritka a gyalogos jármű interakció, másfelől a videó alapú elemzések is nehezebben kivitelezhetők.

## Irodalomjegyzék

- [1] European Commission: Facts and Figures Pedestrians. European Road Safety Observatory. Brussels, European Commission, Directorate General for Transport. 2021
- [2] Hussain, Q. – Alhajyaseen, W.K.M. – Pirdavani, A. – Brijs, K. – Shaaban, K. – Brijs, T.: Do detection-based warning strategies improve vehicle yielding behavior at uncontrolled midblock crosswalks? Accident Analysis & Prevention 2021 157, 106166.
- [3] Patella, S.M. – Sportiello, S. – Carrese, S. – Bella, F. – Asdrubali, F.: The Effect of a LED Lighting Crosswalk on Pedestrian Safety: Some Experimental Results. Safety 2020 6 (2), 20.

- [4] Baghdarusefi, H. Långtidseffekter av omställbara skyltar vid övergångsställe. Lunds Tekniska Högskola, Lund. 2009
- [5] Høye, A. – Lareshyn, A.: SeeMe at the crosswalk: Before-after study of a pedestrian crosswalk warning system. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 2019 60, 723–733. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.11.003>.
- [6] Hakkert, A.S., – Gitelman, V. – Ben-Shabat, E. – An evaluation of crosswalk warning systems: effects on pedestrian and vehicle behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 2002 5 (4), 275–292. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(02\)00033-5](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(02)00033-5).
- [7] Frederick, M.J. – Van Houten, R.: Increasing motorist yielding compliance at pedestrian crosswalks from 2% to as high as 94% using rectangular rapid flashing beacons: Earning it „interim approval” from Federal Highway Administration. *Journal of the Institute of Transportation Engineers*. 2008
- [8] Porter, B.E. – Neto, I. – Balk, I. – Jenkins, J.K.: Investigating the effects of Rectangular Rapid Flash Beacons on pedestrian behavior and driver yielding on 25mph streets: A quasi-experimental field study on a university campus. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 2016 42, 509–521. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.05.004>.
- [9] Ross, J. – Serpico, D. – Lewis, R.: Assessment of driver yielding rates pre- and postRRFB installation, Bend, Oregon. Oregon Department of Transportation and Federal Highway Administration Report (FHWA-OR-RD-12-05). 2011
- [10] Shurbutt, J. – Van Houten, R. – Turner, S. – Huitema, B.: An analysis of the effects of stutter flash LED beacons to increase yielding to pedestrians using multilane crosswalks. *Transportation Research Record* 2009 2073, 69–78.
- [11] Chien, J.-C. – Lee, J.-D. – Chen, C.-M. – Fan, M.-W. – Chen, Y.-H. – Liu, L.-C.: An integrated driver warning system for driver and pedestrian safety. *Applied Soft Computing* 2013 13 (11), 4413–4427. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2013.06.008>
- [12] Borsos, A. – Miletics, D. – Kizawi, A. – Ladich, M. – Homola, D.: Közúti konfliktusok elemzése: a svéd konfliktus technikától a videó alapú elemzési módszerekig, *Közlekedéstudományi szemle* 2024 LXXIV: 4 pp. 41-51., 11 p.
- [13] Mahmud, S. S. – Ferreira, L. – Hoque, M. S. – and Tavassoli, A.: Application of proximal surrogate indicators for safety evaluation: A review of recent developments and research needs. *IATSS Research* 2017 41:153–163.
- [14] Allen, B. L. – Shin, B. T.: Analysis of Traffic Conflicts and Collisions. *Transportation Research Record* 1977 667:67–74.

# Kiválasztott iskolák környezetének közlekedésbiztonsági felülvizsgálata Szombathelyen / Road safety review of the environment of selected schools in Szombathely

Tóthné Temesi Kinga<sup>1</sup> – Ötvös Viktória<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.

<sup>1</sup>temesi.kinga@kti.hu

<sup>2</sup>otvos.viktoria@kti.hu

<sup>2</sup>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

**Kivonat:** Szombathely tipikus kerékpáros város számos oktatási intézménnyel. Az infrastrukturális fejlesztések között bár középpontban van a kerékpáros infrastruktúra fejlesztés, mégis a városközpontban egyre jobban kiszorítja a teret a személygépkocsi forgalom. Az iskolák környezetében reggel és délután kritikus zsúfoltság tapasztalható, jellemzőek a szabálytalan megállások, várakozások. A város közútjain a forgalom nagysága már-már meghaladta azt a mértéket, amelynél a kerékpáros még biztonságosnak érzékeli a közlekedését a forgalomban, ezért a gyermekek és diákok többségét a szülők személygépkocsival közlekedtetik. Vizsgálatunkban az egyes helyszínek – a kiválasztott iskolák környezetének komplex – közlekedésbiztonsági felülvizsgálatán keresztül javaslatokat dolgozunk ki konkrét forgalomtechnikai intézkedésekre az intézményekhez vezető utakon és az intézmények környezetében a gyalogos és kerékpáros forgalom biztonságos közlekedése érdekében.

**Abstract:** Szombathely is a typical cycling town with many educational institutions. Although cycling infrastructure development is at the heart of infrastructure development, it is increasingly being crowded out by car traffic in the city centre. In the morning and afternoon, there is critical congestion around schools, with irregular stops and waiting times. The volume of traffic on the city's roads has almost exceeded the level at which cyclists feel safe in traffic, so that most children and pupils are transported by car by their parents. In our study, through a complex review of traffic safety in each location - the surroundings of the selected schools - we develop proposals for concrete traffic engineering measures on the roads leading to and around the institutions to ensure safe pedestrian and cyclist traffic.

*Kulcsszavak: közlekedésbiztonság; gyermekek; gyermekbiztonság; aktív mobilitás*

*Keywords: road safety; children; child safety; active mobility*

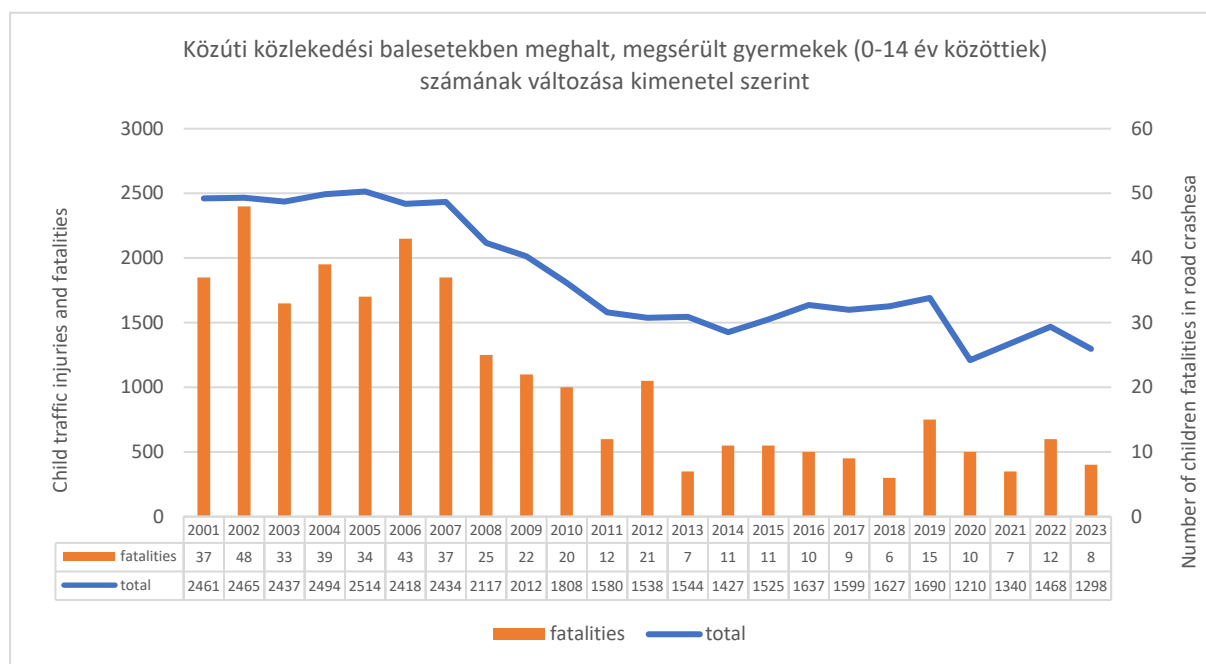
## Bevezetés

Szülőként legnagyobb kincsünk gyermekünk. A szülői felelősség okán mindent igyekszünk megtenni gyermekünk biztonsága érdekében, mely során akarva akaratlanul is a számunkra legkézenfekvőbbnek tűnő, saját kényelmünket leginkább szolgáló megoldást választjuk. Autóközpontú társadalmunkban szinte végtagunkká vált az autó, a legkisebb távolságra is az egyéni autós közlekedés kényelmét vesszük igénybe. Mindeközben az autó nemcsak, hogy kényelmes és gyors, az autós felfogása szerint egyben a legbiztonságosabb is minden más közlekedési eszközzel szemben. A garázstól az iskola ajtajáig foghatja így a kezét gyermekének a szülője, csakhogy, amelyik iskolában egyszerre 6-800 gyermek szeretne a reggel 8 órai tanításra beérkezni, nyilvánvalóan ez a megoldás mind a 6-800 gyermek számára egyidejűleg nem biztosítható. Helyette mindennapos forgalmi torlódások, szabálytalan manőverezések, balesetveszélyes szituációk tucatját éljük meg, okozzuk mi magunk nap mint nap konfliktusokat, fennakadásokat a közlekedésben. Emellett a mozgásszegény életmód – a mobilitásunkkal összefüggő, egészségünkre is kiható – civilizációnk ugyancsak megoldásra váró problematikája, mely generációról generációra haladva egyre figyelmeztetőbb nyomokat hagy szervezetünkben.

## 1. A gyermekbalesetek alakulása Magyarországon

A gyermekek legnagyobb többsége az oktatási intézménybe való eljutás céljából vagy szabadidős céllal közlekedik. Keveset tudunk a gyermekek utazásának modális megoszlásáról, de a kutatások azt mutatják, hogy a forgalomsűrűség és az oktatási intézményekbe megtett távolság fontos tényezők, amelyek befolyásolják a gyermekek közlekedését, a közlekedési mód megválasztását [1].

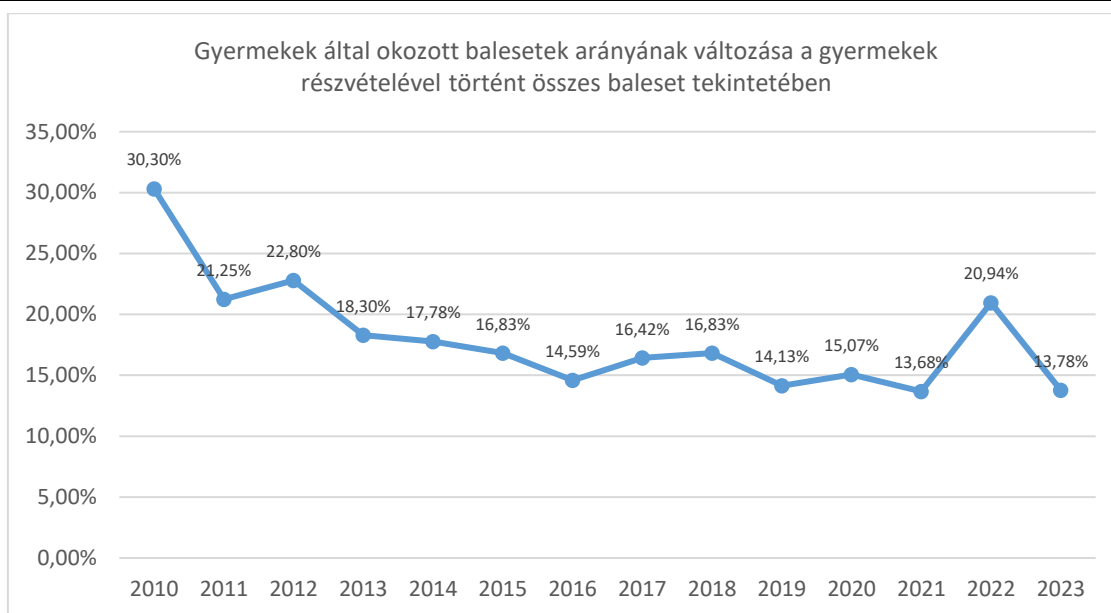
2001 és 2023 között 477 gyermek halt meg közúti balesetben hazánk közútjain, és 42643 gyermek volt érintett közúti közlekedési balesetben. A hazai gyermekbalesetek alakulását vizsgálva azt láthatjuk, hogy az elmúlt két évtizedben jelentősen javult a gyermekek biztonsága Magyarországon. Míg 2001-ben 37 gyermek vesztette életét közúti balesetben, 2023-ban már csak 8 fő. A közúti balesetben meghalt és sérült gyermekek száma 22 év alatt majd a felére csökkent (1. ábra).



9. ábra: Közúti közlekedési balesetekben meghalt, megsérült gyermekek (0-14 év közöttiek) számának változása 2001-2023 között kimenetel szerint (Forrás: KTI, WEB-BAL)

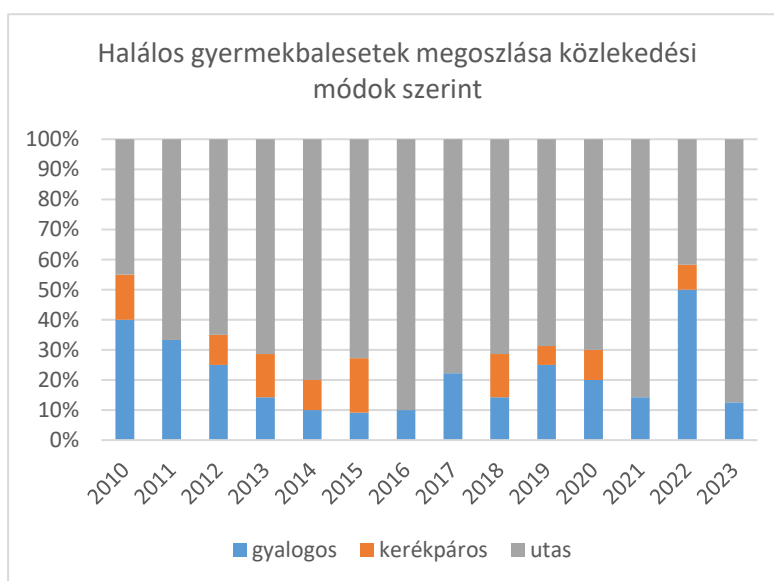
Ahogy az európai trendekben is tapasztalható a népességsökkenés, illetve a társadalom előregedése, úgy hazánkban is látható ez a tendencia. Kis mértékben ugyan, de csökkent a gyermekek aránya: míg 2001-ben 16,6% volt az arányuk a hazai népességben, 2022-re 14,6%-ra csökkent. Ugyanakkor az idősek aránya több mint 5%-kal nőtt a két évtized alatt a társadalmunkban. A közlekedési balesetekben megsérült, meghalt gyermekek 2021-ben már csak alig 0,09%-át tették ki az összes gyermek számához képest [2].

A gyermekek által okozott balesetek számában is jelentős csökkenés tapasztalható az elmúlt 20 évben: míg 2001-ben 775 közlekedési balesetet okoztak, úgy 2021-ben ennek már csak alig harmadát, 232 esetet. **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** Ha a gyermekek által okozott balesetek számát az összes gyermekek részvételével történt balesetszámhoz viszonyítjuk, az tapasztalható, hogy a 2010-ben még 30%-os arány 2023-ra már 13,8%-ra csökkent (2. ábra).



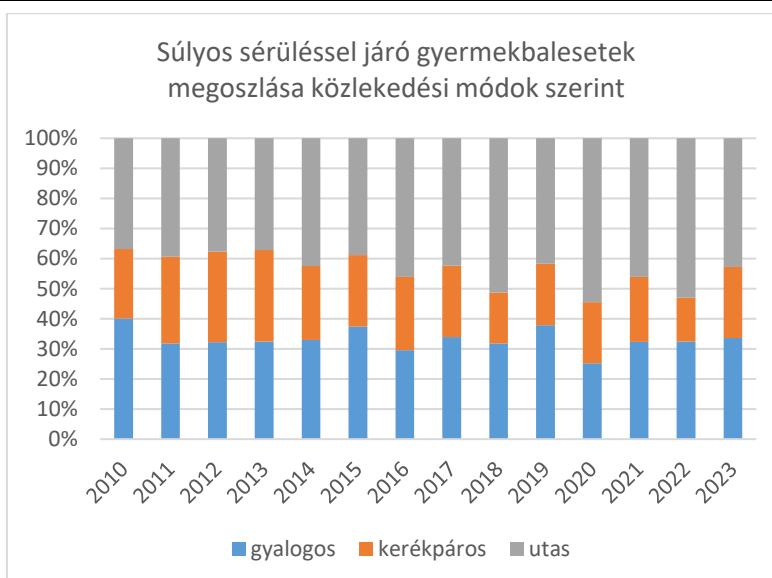
10. ábra: Gyermek által okozott balesetek arányának változása 2010-2023 között a gyermekek részvételével történt összes baleset tekintetében (Forrás: KTI, WEB-BAL)

A gyermekek részvételével történt halálos balesetek arányait tekintve azt láthatjuk, hogy 2011 óta az esetek több mint 60%-ában a gyermekek utasként válnak közúti balesetek áldozatává, és csak kevesebb, mint 30%-ban gyalogként, és alig 10%-ban kerékpárosként (3. ábra).



11. ábra: Halálos sérüléssel járó gyermekbalesetek megoszlása közlekedési módok szerint 2010-2023 között (Forrás: KTI, WEB-BAL)

A súlyos sérülések arányát vizsgálva valamelyest módosul ez az arány, az utasként súlyosan sérült gyermekek aránya 50% körül mozog, a gyalogként súlyosan sérült gyermekek 30%, a kerékpárosként sérült gyermekek aránya 20% átlagosan. A halálos kimenetelű gyermekbaleseteket részletesebben elemezve is az erősíthető meg, hogy a balesetek okai leginkább a járművezetők hibájára vezethetők vissza (4. ábra) [1].

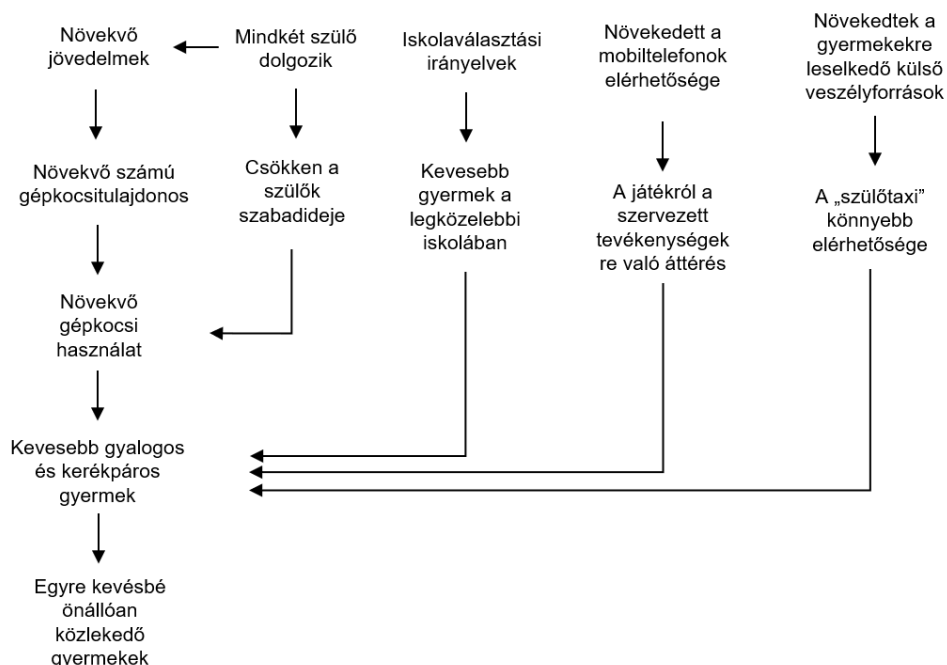


12. ábra: Súlyos sérüléssel járó gyermekbalesetek megoszlása közlekedési módok szerint 2010-2023 között (Forrás: KTI, WEB-BAL)

## 2. A gyermekek mobilitásának vizsgálata

A mobilitás alapvető előfeltétele a gyermek fejlődésének. A mobilitás azonban egyrészt segíti a gyermekeket a világ felfedezésében, másrészt viszont kockázatoknak teszi ki őket. Helytelen lenne azonban a gyermekek önálló mobilitását korlátozni azért, hogy csökkentjük a gyermekek baleseti halálozás kockázatát [3].

Milyen más megoldás lehet a gyermekek védelmében? Nézzük, mi a trend jelen „autósszemléletű” világunkban.



13. ábra: A gyermekek mobilitását befolyásoló társadalmi tendenciák (Forrás: Children 2018 – ERSO, saját szerk.).

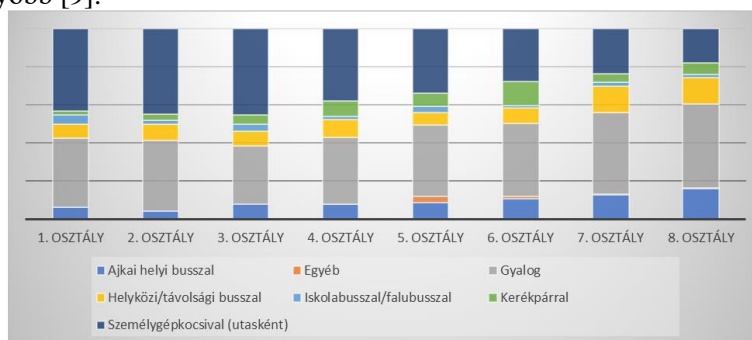
Az iskolába járással kapcsolatos módváltás, a gyermekek utazási szokásai – gyakori témája a mobilitási vizsgálatoknak. Az ETSC LEARN! projektjének egyik zárótanulmánya szerint a közúti biztonság javítása és az aktív és fenntartható mobilitás ösztönzése két olyan téma, amely gyakran kéz a kézben jár. A valós és a vélt biztonság nagymértékben befolyásolja a közlekedési módok

megválasztását, különösen a leginkább fenntartható közlekedési módok - a gyaloglás és a kerékpározás, valamint a tömegközlekedés elérésének lehetősége - tekintetében. Fontos felismerni, hogy a biztonságosabb utak egyben fenntarthatóbb utakat is jelentenek. Ha a közlekedők nem érzik magukat biztonságban, akkor más, kevésbé fenntartható közlekedési módokra térhetnek át [4].

Az elmúlt évek cikkeit áttekintve Huertas-Delgado és mtsai. például az aktív módok használatának szülők által észlelt akadályait mutatja be egy spanyolországi esettanulmányban [2]; Helbich a városzerkezet és a módválasztás összefüggéseit vizsgálja Hollandiában [6]; Queiroz és mtsai. a tömegközlekedés használatát befolyásoló tényezőket elemzik egy portugáliai háztartáskikérdezés alapján [7]; Noonan és mtsai. az aktív és passzív módok használóinak eltérő egészségi állapotát tanulmányozzák Liverpoolban [8] Bár az iskolások utazásával, utaztatásával kapcsolatban az elmúlt években közlekedéspolitikai célok fogalmazódtak meg, hazánkban a kifejezetten a gyermekek, iskolások utazási szokásaival kapcsolatban kevés a közelmúltbeli előzmény [9].

Audrey és mtsai tanulmányukban megállapítják, hogy „a közúti biztonság javítása az egyik legfontosabb tényező a gyermekek aktív ingázásának növelésében” [10].

Hazai vizsgálatok kevésbé készültek e témában, azonban egy tipikus magyar kisváros példaként említve egy ajkai tanulmány szerint az alsó tagozatos tanulók 43 százalékát viszik személygépkocsival az általános iskolába, a felső tagozaton ez már csak 26%, viszont a tömegközlekedést az alsó tagozatosoknak 15%-a, míg a felsősöknek már 22%-a veszi igénybe. Az alsósoknak 34%-a gyalogol, s 5%-a kerékpározik, míg a felsősöknek 40%-a gyalogol, s 8%-a jár kerékpárral iskolába. Az e két csoport és általában az évfolyamok közötti különbségek (6. ábra) nagyrészt arra vezethetőek vissza, hogy az alsó tagozatosok jelentős hányadát még szülei kísérik vagy szállítják iskolába, a felső tagozatosok esetében ezért bizonyos közlekedési módok (gyaloglás, kerékpározás, illetve a helyi közlekedés) igénybevétele nagyobb [9].



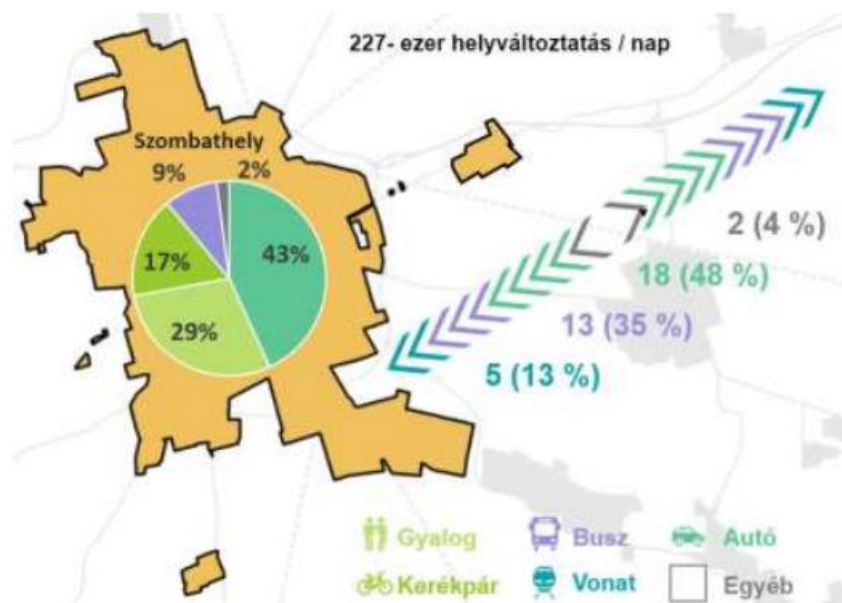
14. ábra: Az általános iskolás diákoknak az iskolához való leggyakoribb eljutási módja [9]

### 3. Szombathely mobilitási jellemzői, jelenlegi helyzet

Szombathely tipikus kerékpáros város számos oktatási intézménnyel. Az infrastrukturális fejlesztések között bár középpontban van a kerékpáros infrastruktúra fejlesztés, mégis a városközpontban egyre jobban kiszorítja a teret a személygépkocsi forgalom. Az iskolák környezetében reggel és délután kritikus zsúfoltság tapasztalható, jellemzőek a szabálytalan megállások, várakozások. A város közútjain a forgalom nagysága már-már meghaladta azt a mértéket, amelynél a kerékpáros még biztonságosnak érzékeli a közlekedését a forgalomban, ezért a gyermekek és diákok többségét a szülők személygépkocsival közlekedtetik.

Szombathely kicsivel több mint 78 ezer lakosa személyenként átlagosan naponta 2,6 helyváltoztatást végez. Ez a város területén belül napi közel 190 ezer helyváltoztatást eredményez. A Szombathelyen belüli közlekedésben az autós a domináns közlekedés mód. Az utazások közel fele autóval történik, amely nagyon magas arány. Aki autóba ül, többnyire munkába járási céllal teszi, más indok esetén alacsonyabb az autóhasználat. Ezzel szemben a helyi közösségi közlekedés szerepvállalása – a többi megyei jogú városhoz képest is – igen alacsony, még a 10 %-ot sem érte el 2021-ben. Némiképp ellensúlyozza a kedvezőtlen helyzetet, hogy a közlekedési munkamegosztásban az aktív közlekedési módok – kerékpáros és gyalogos – részaránya összeségében nagyon kedvező. **A város túlon túl autós jellege szükségessé teszi, hogy Szombathely Fenntartható Városi Mobilitási Terve a korábbiakhoz**

képest még nagyobb hangsúlyt fektessen a fenntartható közlekedési módok, a gyalogos, a kerékpáros és a közösségi közlekedés fejlesztésére [11].



15. ábra: Szombathely jellemző közlekedési munkamegosztása (modal split) városon belül (%), és a város határát átlépő helyváltoztatások száma szerint (ezer helyváltoztatás/nap) [11]

Az autós forgalom (álló és haladó) olyannyira kezdi kiszorítani a köztérket (utakat és zöld felületeket), hogy a családi házas övezetekben is telítettek az utcák a parkoló autókkal. Háztartásonként nem ritka a 2-3 autó.

Szombathely helyi tömegközlekedésében ugrásszerű fejlődést jelentett 2022. január 1-től a szolgáltatóváltás, a BLAGUSS megjelenése az új légkondicionált, alacsonypadlós autóbuszokkal kínált, menetrendi igényekhez rugalmasan alkalmazkodó szolgáltatásával, amely mellett új színfolt a városban a közösségi e-roller megjelenése (LIME), mely egyre népszerűbb a fiatalok körében.

#### 4. Szombathely város iskolai környezeteinek közlekedésbiztonsági célzatú vizsgálata

Vizsgálatunkban az egyes helyszínek – a kiválasztott iskolák környezetének komplex – közlekedésbiztonsági felülvizsgálatán keresztül javaslatokat dolgozunk ki konkrét forgalomtechnikai intézkedésekre az intézményekhez vezető utakon és az intézmények környezetében a gyalogos és kerékpáros forgalom biztonságos közlekedése érdekében.

A területileg illetékes tankerületi központok meghatározzák ugyan az általános iskolák felvételi körzetét, de tekintettel arra, hogy a nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXCV. törvény Magyarországon szabad iskolaválasztást tesz lehetővé, a szülői döntés függvénye, hogy gyermekének mely általános iskolát választja. Az iskolaválasztás során jellemzően nem a közlekedési eljutási lehetőség a legfontosabb mérlegelési szempont.

Cikkünkben három kiválasztott iskola környezetének közúti biztonsági felülvizsgálatát végeztük el, mely alapján tettünk olyan forgalomtechnikai javaslatokat, melyek vélhetően más, hasonló környezetben lévő iskolák esetében is tipikus ajánlások lehetnek.

A vizsgálat alá vont iskolák kiválasztása különböző város szerkezeti elhelyezkedésük szerint történt.

Javaslataink kidolgozásakor az alábbi célokat fogalmaztuk meg:

- legalább a körzetes tanulók számára legyen védett, biztonságos útvonalon megközelíthető az iskola gyalogosan, kerékpárral, rollerrel, és helyi autóbusz járással
- az autóval érkező gyermekek esetében az oda vezető út biztonságos, konfliktusmentes, „gyors” megközelítést és elhagyást tegyen lehetővé, legyen kijelölt és biztonságos ki- és beszálló hely

## 4.1 Szombathely, Zrínyi Ilona Általános Iskola

### 4.1.1 Jelenlegi helyzet:

A Szombathelyi Zrínyi Ilona Általános Iskola Szombathely belvárosában, ún. iskolautcában található. Jogelődjét, a Polgári Fiúiskolát 1886-ban alapították. Az intézmény két telephelyen működik: a Rákóczi út 27. szám alatti „kis” épületben 1-3., míg a Zrínyi Ilona utca 10.-ben 4-8., évfolyamos tanulók nevelése-oktatása folyik. Tanulólétszáma a város csökkenő gyermeklétszáma ellenére stabil, 671 tanuló (2014. évi adat). A saját körzetünkből érkezők az összlétszám 29%-át adják. 59% a körzeten kívüliek, míg 12% a más településekről bejárók aránya. Kedvező földrajzi fekvése, a belváros közelségéből adódó szempontok előnyös érvényesülése nagy mértékben befolyásolja a szülők döntését az iskola választásakor.

Az iskola mindkét tagintézménye forgalmas, önkormányzati gyűjtőút mellett fekszik.

Mindkét tagintézmény 300 m-es körzetében van helyi autóbuszmegálló, melyhez folytatólagos, kiépített járdakapcsolat van.

A Zrínyi Ilona utcában fizető parkoló övezet van. Az iskola felőli oldalon mindkét utcában engedélyezett a várakozás forgalmi sávon, illetve párhuzamosan kijelölt parkoló állásokban, de a belváros parkoló hiánya miatt a parkoló autók minden lehetséges zöld felületet elfoglalnak az ellenkező oldalon is. Az iskola számára fenntartott parkoló nincs.

Az iskolához kerékpáros infrastruktúra nem vezet, a kerékpáros forgalom a gépjármű forgalommal együtt halad.

### 4.1.2 Probléma:

A gyermekek többsége autóval érkezik:

- ez jelentősen megterheli az iskolához vezető útvonalak utcáit és csomópontjait
- a szülők az iskola bejáratánál szeretnék kitenni a gyermeküket, amely nemcsak egyszerű kiszállás, hanem sok esetben egyéb csomagok csomagtartóból való kiszedésével jár hosszabb várakozást is eredményezve
- az autóbuszmegálló az iskola bejárata előtt van, ezért a szülők a KRESZ tilalma ellenére a kijelölt autóbuszmegállót K+R parkolóként használják, akadályozzák a helyi autóbusz szabályos beállítását a megállóhelyre veszélyeztetve ezáltal az utasok, köztük az iskolás gyermekek fel- és leszállását
- a 2\*1 forgalmi sávos úton szabálytalanul megálló autók akadályozzák a menetrendszerinti helyi járatok forgalmát, jelentős késéseket eredményezve ezáltal a reggeli csúcsforgalomban
- az iskolába vezető útvonalakon a forgalomösszetételben a nagy gépjármű forgalom arány miatt a kerékpárral, rollerrel való közlekedés közlekedésbiztonsági kockázata magas

### 4.1.3 A közlekedésbiztonság javítását célzó javaslatok:

- a Rákóczi Ferenc utca – Szent Flórián krt., valamint a Rákóczi Ferenc utca Szent Gellért utca csomópontjában jelzőlámpás forgalomirányítás kiépítése
- a Rákóczi Ferenc utca egyirányúsítása a gépjárműforgalom számára a Szent Gellért utcától a Zrínyi Ilona utcáig, az ellenkező irányú forgalmi sávon kétirányú kerékpárút kijelölése
- A Zrínyi Ilona utca egyirányúsítása a gépjárműforgalom számára Rákóczi Ferenc utcától a Hunyadi János útig, az ellenkező irányú forgalmi sávon kétirányú kerékpárút kijelölése
- K+R parkoló kialakítása a Rákóczi Ferenc utcában az iskola előtti szakaszon a buszmegálló előtt

## 4.2 Szombathelyi Neumann János Általános Iskola

### 4.2.1 Jelenlegi helyzet:

A Szombathelyi Neumann János Általános Iskola Szombathely belvárosától északra fekszik, a város északi irányban kivezető, egyik legforgalmasabb, négysávos országos közút szomszédságában (11-es Huszár út). Sarki telekként a déli irányban az önkormányzati tulajdonú nagyforgalmú Bocskai krt. valamint a kisforgalmú és egyirányú Losonc utca határolja.

300 m-es körzetében van helyi autóbuszmegálló, melyhez folytatólagos, kiépített járdakapcsolat van.

A 11-es Huszár út – Vörösmarty u. – Bocskai krt. körforgalmú csomópont jól levezeti a becsatlakozó utak forgalmát. A körforgalomban a körpályától külön vezetett kerékpárút van.

#### 4.2.2 Probléma:

A jelenlegi kiépített kerékpáros infrastruktúra csak részben biztosítja a gyermekek védett úton történő iskolába való eljutását, északi irányban nincs kialakított kerékpáros kapcsolat, továbbá a körforgalom hangsúlyosan elsősorban a gépjárműforgalom levezetését szolgálja, a kiépítettség a védtelen közlekedőket inkább csak megtűri.

#### 4.2.3 A közlekedésbiztonság javítását célzó javaslatok:

- a körforgalom körül vezetett kerékpárút elsőbbségi viszonyainak megváltoztatása, a kerékpárút elsőbbségének kialakításával
- a 11-es Huszár út keresztmetszeti kialakításának újraosztása, kétirányú, a gépjárműforgalomtól elválasztott kerékpárút kialakítása a Bocskai krt. – Lipp Vilmos u. közötti szakaszon 2\*1 forgalmisáv megtartásával, a csomópontokban felálló sávok biztosításával

### 4.3 Reményik Sándor Evangélikus Általános Iskola és Alapfokú Művészeti Iskola

#### 4.3.1 Jelenlegi helyzet:

A Reményik Sándor Evangélikus Általános Iskola Szombathely szívében, a Dózsa György út, Gagarin út, Jókai Mór utca, Kálvária utca által határol, úgynevezett egyetemi negyedben fekszik. A megközelítését szolgáló Szent László király utca kétirányú forgalmat lebonyolító önkormányzati út.

300 m-es körzetében van helyi autóbussz megálló, melyhez folytatódó, kiépített járdakapcsolat is van, de a busz megálló jellemzően nem az iskola tanulóit szolgálja.

Az iskolának van saját parkolója.

#### 4.3.2 Probléma:

reggeli és délutáni csúcsforgalomban rendezetlen parkolás, ki- beszállás akadályozza az iskola előtti szakaszon a forgalmat.

#### 4.3.3 A közlekedésbiztonság javítását célzó javaslatok:

- a Szent László király utca egyirányúsítása a Géfin Gyula utca felől a Kálvária utcáig
- az iskola belső parkolójának kiépítése szilárd burkolattal, a csatlakozás megszüntetése a kétirányú forgalom és a gyalogosok közlekedésére alkalmas hely biztosítása mellett
- az iskola előtt ki- és beszállást biztosító K+R parkoló kialakítása

## Konklúzió


A közlekedésbiztonság javítását szolgáló javaslataink újszerű gondolkodást, szemléletváltást feltételeznek. Megfontolandó, hogy helyes-e az a tendencia, hogy egy Szombathely méretű városban másfél kilométer út megtételéért autóba ülünk?

A közterület a köz érdekeit kell, hogy szolgálja, az út funkciója, hogy levezesse a forgalmat, összekösse a városrészeket, kiszolgálja a mobilitási igényeket. A közterületi egyéni autó tárolás a legdrágább garázs, hiszen megfosztja az utat az egyéb funkcióitól. Ha többen kerékpároznak, csökken a gépjárműforgalom aránya és a parkolási igény is.

Javaslatok kezdetben bizonyára ellenérzéseket váltanak ki mind szakmai, mind civil körökben, ezért azok kidolgozását az érintett lakosság bevonásával széleskörű egyeztetés során, a tényleges igények részletes feltárásával – a fenti nemzetközi és hazai kutatásokban megismert módszertan segítségével – lehet csak sikerre vinni.

## Köszönetnyilvánítás

„A KDP-IKT-2023-900-II-00000957/0000003 SZÁMÚ PROJEKT A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM NEMZETI KUTATÁSI FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL NYÚJTOTT TÁMOGATÁSÁVAL, A KDP-2023 PÁLYÁZATI PROGRAM FINANSZÍROZÁSÁBAN VALÓSULT MEG.”



## Irodalomjegyzék

- [1] Ötvös, Viktória; Krizsik, Nóra (2023). Hazai gyermekbalesetek elemzése. Horváth, Balázs; Horváth, Gábor (szerk.) XIII. International Conference on Transport Sciences, Győr: Multimodality and sustainability; Győr, Hungary: Transport Science Association pp. 551-560., 10 p.
- [2] European Commission (2023) Road Safety Thematic Report – Children. European Road Safety Observatory. Brussels, European Commission, Directorate General for Transport. [https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/7ef71902-930a-428d-a59f-ca89793ef9bd\\_en?filename=Road\\_Safety\\_Thematic\\_Report\\_Children\\_2023.pdf](https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/7ef71902-930a-428d-a59f-ca89793ef9bd_en?filename=Road_Safety_Thematic_Report_Children_2023.pdf)
- [3] Children 2018 - 2018 edition of Traffic Safety Synthesis on Children in Road Safety – European Road Safety Observatory, European Commission, Directorate General for Transport, February 2018. [https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/be30d118-1a0d-46d1-a5cb-6c1ee6cf6e65\\_en?filename=ersosynthesis2018-children.pdf](https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/be30d118-1a0d-46d1-a5cb-6c1ee6cf6e65_en?filename=ersosynthesis2018-children.pdf)
- [4] Mütze, Frank (ETSC), Werner de Dobbeleer (VSV) (2023) - LEARN Flash 3 – Linking Education on Sustainable Mobility with Traffic Safety; European Transport Safety Council; <https://etsc.eu/wp-content/uploads/LEARN-Flash-3-Linking-Education-on-Sustainable-Mobility-with-Traffic-Safety.pdf>
- [5] Francisco Javier Huertas-Delgado Manuel Herrador-Colmenero, Emilio Villa-González, María Jesús Aranda-Balboa, María Victoria Cáceres, Sandra Mandic, Palma Chillón (2017) - Parental perceptions of barriers to active commuting to school in Spanish children and adolescents, European Journal of Public Health, Volume 27, Issue 3, June 2017, Pages 416–421, <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckw249>
- [6] Helbich, Marco (2016) - Children's school commuting in the Netherlands: does it matter how urban form is incorporated in mode choice models?. International Journal of Sustainable Transportation 11:7 (2017), 507–517 <https://doi.org/10.1080/15568318.2016.1275892>
- [7] Queiroz, Maria; Moura, Filipe (2020) - School commuting: the influence of soft and hard factors to shift to public transport, Transportation Research Procedia, Volume 47, 2020, Pages 625-632; <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.140>
- [8] Noonan, Robert J; Boddy, Lynne M; Knowles, Zoe R; Fairclough, Stuart J (2017) - Fitness, fatness and active school commuting among Liverpool schoolchildren, Int J Environ Res Public Health, 2017 Aug 31;14(9):995. <https://doi.org/10.3390/ijerph14090995>
- [9] Lieszkovszky József Pál – Dr. Munkácsy András (2020) - Általános iskolások ingázási jellemzői Conference: X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia / International Conference on Transport Sciences; October 2020.
- [10] Audrey, Suzanne; Batista-Ferrer, Harriet (2015) - Healthy urban environments for children and young people: A systematic review of intervention studies; Health & Place Volume 36, November 2015, Pages 97-117 <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.09.004>
- [11] Szombathely fenntartható városi mobilitási terve (SUMP), TRENECON, 2022. május; <https://szombathely.hu/downloads/784/>

# Komplexitás problémája a gyalogos elütéses balesetek ütközési sebességeinek meghatározásában / The problem of complexity in determining the impact speeds of pedestrian collisions

Dr. Henézi Diána Sarolta<sup>1</sup> – Májer Csaba József<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Széchenyi István Egyetem  
<sup>1</sup>kdiana@sze.hu

<sup>2</sup>majer.csaba.jozsef@ga.sze.hu

**Kivonat:** A közúti közlekedési balesetek rekonstrukciója és elemzése egy igazán komplex feladat. Különösen igaz ez az egyik legjelentősebb balesetfajtára, a gyalogos elütéses balesetekre. A kirendelt igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértőknek a legkülönbözőbb objektív nyomok alapján szükséges meghatározniuk szinte minden esetben, a balesetekben szerepet játszó sebességeket. A legtöbb releváns nyom és információ a helyszínen szerezhető meg, a baleset bekövetkezése után záros határidőn belül. Ezek az elengedhetetlen információforrások a későbbiekben már egyáltalán nem reprodukálhatóak, vagy csak nagyon minimális mértékben. Ezért nagyon fontos, hogy minél több nyomot feltárjunk a helyszínen, minél hamarabb. Bizonyos esetekben szükség lehet a helyszínen úgynevezett szakértői gyors számítások elvégzésére. A cikkünkben erre a gyors számításra, valamint a gyalogos elütéses balesetekben fontos szerepet játszó sebességek meghatározásának megkönnyítésére keresünk választ. A felvázolt lehetőség egyszerűsítheti az igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértők mindennapjait.

**Abstract:** Reconstruction and analysis of road traffic accidents is a truly complex task. This is especially true for one of the most important types of accidents, pedestrian hit accidents. Forensic traffic experts are required to determine the speeds involved in almost all accidents on the basis of a wide variety of objective clues. The most relevant clues and information can be obtained at the scene of the accident within a short time after the accident has occurred. These indispensable sources of information can subsequently be reproduced only to a very limited extent or not at all. It is therefore very important to uncover as many clues as possible on the spot, as soon as possible. In some cases, it may be necessary to carry out so-called expert rapid calculations on the spot. In this article, we look at how to do this quick calculation and how to facilitate the determination of speeds, which play an important role in pedestrian accidents. The option outlined could simplify the daily work of forensic traffic experts.

**Kulcsszavak:** igazságügyi közlekedési szakértés; balesetelemzés; baleset-rekonstrukció; közúti közlekedési baleset; gyalogos elütéses baleset; közlekedésbiztonság; szimulációs szoftver; igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértő

**Keywords:** forensic traffic experts; accident analysis; accident reconstruction; traffic accidents; road safety; pedestrian accidents; virtual crash; collision; court-appointed experts

## Bevezetés

Cikkünkben a közúti közlekedési balesetek szimulációja és az igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértés közötti kapcsolatot mutatjuk be, amelyek kéz a kézben járnak. Fókuszpontunk a gyalogos elütéses balesetekre orientálódik. Prezentálásra kerül a közúti közlekedési balesetek rekonstrukciójának általános folyamata. Valamint egy esetleges optimalizálási lehetőség, egy fejlesztési irány kijelölése, amely későbbi megvalósulása jelentősen megkönnyítheti a szakértők munkáját.

## 1. Közlekedésbiztonság Magyarországon

Ahhoz, hogy egy átfogó képet kapjunk a közúti közlekedési balesetek rekonstrukciójának fontosságáról, célszerű szemügyre vennünk a statisztikákat, azaz Magyarország közlekedésbiztonságának helyzetét.

A Covid19-világjárvány előtti öt év alatt összesen 66574 személyi sérüléssel járó közlekedési baleset történt a magyar államhatáron belül. Ezen balesetek 88709 sérültet követeltek, amely szám a következők szerint oszlik meg. [1]



1. ábra: 2016-2020 között történt személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetek sérültjeinek eloszlása

A vizsgált időintervallumban, a személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetek kiváltó okai és azok eloszlása, a legtöbb balesetszám alapján rangsorolva az alábbi táblázatban látható. [1]

1. táblázat: 2016-2020 között történt személyi sérüléssel járó közúti közlekedési baleseteket kiváltó okok típusai és eloszlásai

Baleseti okok típusai	Sérültek száma [személyek]	Balesetek [esetszám]
Keresztező irányba haladó járművek	19044	14459
Gyalogos elütése	10755	10023
Azonos irányba haladó járművek összeütközése	13319	9346
Egyenesen haladó és kanyarodó járművek ütközése	12021	8838
Pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés nélkül	11610	8629
Pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	6263	4561
Szembe haladó járművek összeütközése	8173	4286
Megcsúszás, farolás, felborulás az útpályán	3318	3079
Álló járműnek ütközés	1977	1585
Utások balesete	764	593
Szilárd tárgynak ütközés az útpályán	609	495
Ütközés vadon élő állattal	563	459
Egyéb	166	127
Vasúti jármű és közúti jármű összeütközése	125	94

A gyalogosok elütése a második leggyakoribb ok a közúti közlekedési balesetek során. Az öt év alatt ebből a balesetfajtából összesen 10023 eset történt, amely 10755 személyi sérüléssel járt. Megoszlásukat tekintve, 57,67% könnyű sérüléssel, 36,17% súlyos személyi sérüléssel, 6,17% halálos sérüléssel járó baleset volt. A 10755 személyi sérülés 5,77%-a volt halálos kimenetelű, 34,52%-a pedig súlyos sérüléses.

2022-ben Magyarországon 20083 személy szenvedett közúti közlekedési balesetet, amelyből 537-en életüket veszítették. [2]

A statisztikai adatokból jól látszik, hogy szükség van a balesetek kivizsgálására, a baleseti okok feltárására és a baleseti mechanizmusok megvizsgálására.

## 2. Igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértő

Magyarországon egy közúti közlekedési balesetben számos szerv lehet érintett, úgy mint az Országos Mentőszolgálat, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, Magyar Rendőrség, Magyar Közút Nonprofit Zrt., Magyar Koncessziós Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. vagy egyéb koncessziós társaságok. Kevésbé ismert tény, hogy gyakran Magyarország Ügyészsége és kirendelet igazságügyi szakértők is kapcsolódhatnak egy-egy közlekedési balesethez.

A legtöbb szakterület rendelkezik saját igazságügyi szakértővel. Például beszélhetünk tűzvédelmi, orvosi, jogi szakértőkről és így tovább. A közúti közlekedése az igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértő.

A büntetőeljárásról szóló Be. 2017. évi XC. törvény XXXI. Fejezet 188. § (1) alapján: „ha a bizonyítandó tény megállapításához vagy megítéléséhez különleges szakértelem szükséges, szakértőt kell alkalmazni”. [3]

Az igazságügyi szakértőkről szóló 2016. évi XXIX. törvény II. Fejezet 3. § (1) alapján: „az igazságügyi szakértő feladata, hogy a hatóság kirendelése vagy megbízás alapján, a tudomány és a műszaki fejlődés eredményeinek felhasználásával készített szakvéleménnyel, a függetlenség és pártatlanság követelményének megtartásával döntse el a szakkérdést, és segítse a tényállás megállapítását”. [4]

A szakértő felkérhető magánúton különböző szakvélemények kiállítására, azonban általánosságban megállapítható, hogy egy szakértő munkájának túlnyomó többségét az állami kirendelések jellemzik. Állami oldalról az igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértő kirendelésére négy lehetőség van. Kirendelheti a Nyomozó hatóság, az Ügyészség, a Bíróság vagy a Közjegyző. Az állami kirendelés során, a kirendelő szerv, a kirendelt szakértő szakterületének megfelelő kérdéseket tesz fel, amely megválaszolására kötelezi. Ha a szakértő szakterületétől eltérő kérdés is felmerül, akkor lehetősége van a kirendelő szervnek egyesített szakértői kirendelést végrehajtani, amely során különböző területek igazságügyi szakértői dolgoznak együtt.

## 3. Igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakérés általános folyamata

Minden közúti közlekedési baleset egyedi és szinte megismételhetetlen, amely törvényszerűen vonja maga után azt a tényt, hogy nem lehet ugyanazt a metódust alkalmazni a balesetelemzés folyamatánál. Hiszen más és más objektív nyomok (pl.: ütközési nyom, féknyom, sodródási nyom, törmelékek, gépjárművek véghelyzete stb.) keletkeznek, amelyek különböző elemzéseket és számításokat igényelnek.

Azonban általánosíthatjuk a balesetelemzés folyamatát az alábbi három lépés szempontjából, amelyeket kibontva láthatjuk meg a teljesen egyedi lépéseket.

1. Ügyirat áttanulmányozása
2. Balesetek szimulációja
3. Szakértői szakvélemény elkészítése

Cikkünk szempontjából, a második pont a releváns. A balesetek szimulációja két alappillére épül, a szimulációs környezet felépítésére és az ezt követő szakértői számításokra. Az aktuális szakértői gyakorlatban, a balesetek rekonstrukciójára, balesetszimulációs programok egyre szélesebb körben történő alkalmazása a jellemző. Európában a három legjelentősebb program használata terjedt el, a PC-

Crash, a Virtual CRASH és az Analyzer Pro programoké. Ezek lényegében speciális, grafikus felülettel ellátott matematikai számológépek. Segítségükkel a szakértők vizuálisan is képesek szemléltetni a számításaikat 3D-s környezetben. Például egy tehergépjármű takaró hatását, vagy egy gyalogos elütéses balesetnél azt, hogy a személygépjármű hol volt, amikor a gyalogos lelépett az útestre. A járművek valós paraméterekkel és tulajdonságokkal rendelkeznek, mint pl. rugózás, terhelés, kormányozhatóság, stb. A gyalogosok pedig többtömegű rendszerek. Mindegyik szoftvernek van olyan jellemzője, amelytől teljesen egyedi és különleges lesz az adott program. Természetesen ezen számítógépes programok mindegyike validált, azaz hitelesített. Amit a szoftverben lemodellezünk, az a valóságban is ugyanúgy történik.



2. ábra: Egy baleseti helyszín felépített, komplex 3D-s rekonstrukciója

A közúti közlekedési baleset ütközési mechanizmusának lemodellezése előtt fontos megértenünk a kinematika és a dinamika közötti különbséget, azaz a mozgástant és az erőtant. Mindegyik baleset-szimulációs programban a baleset lényegében két, egymástól eltérő részre osztható, ahol az úgynevezett „víválasztó” vonal a  $t_0$  időpillanat, amelyben történt az ütközés, a két test találkozása.

A  $t_0$  előtti időszakot tekintjük a kinematikának, ahol nem fontos számunkra a fellépő erők mértéke, az erőhatás, hiszen a baleset még nem történt meg. Itt út-idő számításokat végzünk, ahol meghatározzuk a fékezés, reakciópont és az előtte történtek részállapotait. Mindig a baleset bekövetkezésétől visszafelé vesszük fel a részállapotokat, tehát mínusz értékkel látjuk el az idő értékét. Visszafelé szükséges gondolkodnunk, például az első részállapot már a fékezés, a lassulás szakasza lesz és csak a második a reakciópont. Hiszen, ha belegondolunk, a gépjárművünk fékezését megelőzi a reakciópontunk, amelyet az általunk felismert veszélyhelyzet válthat ki.

Az ütközés és az ütközés utáni állapotok számításai már a dinamikában történik, ahol nagyon fontosak a fellépő erőhatások, hiszen ezek következtében sodródik a vétlen gépjárművünk a vízvezető árokba. Figyelembe vesszük a tömegeket, tapadási együtthatókat, súrlódási együtthatókat, menetdinamikát, szerkezeti integritást és minden olyan fontos fizikai jellemzőt, amely a baleset számításához szükséges.

Természetesen egy igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértőnek a szimulációs programok nélkül is tudnia kell elemezni a baleseteket. A számítógépes programok csak megkönnyítik a munkáját. Mindegyik baleseti szituációra létezik számítás és megfelelő, többváltozós képlet, hiszen a szimulációs programok egy jelentős része is ezen több száz képletre épül. A szimulációs programok ismerete csak egy „kis szelet a tortából”. A szakértőnek tudnia szükséges például, hogy egy nedves vagy murvás útburkolat, hogy befolyásolja a közlekedők tapadási tényezőjét, amely hatással van a fékútra. Olyan, mint egy nagy kirakós, amelynek minden darabját ismernünk kell, különben hibás képet fogunk kapni eredményül.

A valóság-hű és pontos baleseti modell elkészítéséhez elengedhetetlen az aprólékos baleseti helyszín tanulmányozása és a nyomok felderítése, felkutatása, amelyet jellemzően a Magyar Rendőrség munkatársai tesznek meg. A nyomozóhatóság által készített fényképfelvételek részletes átvizsgálása

komoly információforrás a szakértő számára. Egy jól lefénnyképezett deformációból az igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértőnek képesnek kell arra lennie, hogy megbecsülje az ütközés során fellépő energia egyenértékű sebességét (EES), azaz a járművek deformációja során felemészített mozgási energia mértékét. Mindegyik balesettípusnál találhatunk beszédes nyomokat. A gyalogos elütéses közlekedési balesetek jelentős részénél találhatunk az elgázoló személygépjárművön nyomokat, amelyeket az elgázolt gyalogos hagyott maga után. Például a betört első fényszóró, a motorháztetőn található karcok, amelyet a gyalogos táskája okozott, vagy éppen az összetört szélvédő.

Ha az igazságügyi szakértő megfelelően dolgozott, akkor a lemodellezett balesetben minden úgy történik, ahogyan a közlekedési baleset ténylegesen bekövetkezett. A résztvevők megállapodnak abban a pozícióban, ahol a helyszínrajzon jelölve vannak. A baleseti helyszínrajz pedig a baleset után rögzített tényleges, valós nyomok és résztvevők feltalálási helyzete alapján készül el.

#### **4. Gyalogos elütéses balesetekben szerepet játszó sebességek meghatározásának komplexitása [5]**

Szakirodalmi megállapítások alapján a gyalogos elütéses balesetek általános jellemzőinél beszélhetünk az elütési sebességről, az ütközés nyomairól az elütő gépjárművön, az elütött gyalogos sérüléseiről és életkoráról. Valamint a gyalogos testhelyzetéről a baleset bekövetkezésének pillanatában.

A gyalogos elütéses balesetek lefolyását számos tényező befolyásolja. Az alábbi befolyásoló tényezők megállapítása, tökéletesített laboratóriumi körülmények között történő vizsgálatok eredményei, ahol a töréstesztet során törésteszt bábukat (dummy-kat), esetleg állat modelleket alkalmaztak. A kísérleteket személygépjárművekkel végezték, hiszen a balesetek 75%-ában ezek érintettek.

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az elütött személy testének mozgását jelentős mértékben befolyásolja „a gyalogos elütés előtti saját mozgása, lábhelyzete az elütés kezdeti pillanatában, geometriai és tömegarányai, a járműhöz viszonyított helyzete az elütés pillanatában. Továbbá „a jármű sebessége, geometriai kialakítása.”

A vizsgálatok azt is kimutatták, hogy a befolyásoló tényezők közül kizárhatóak a gyalogos testfelépítése, reflexreakciója és védekezése. A jármű lassulása és deformációs képessége (40-45 km/h sebességig). Valamint a gépjármű és a gyalogos között uralkodó súrlódási viszonyok. Ugyanis ezeknek a körülményeknek a hatása nem jelentős.

A teljesség igénye megköveteli, hogy szót ejtsünk a gyalogos elütéses balesetek lefolyását jelentős mértékben meghatározó tényezőkről is, azaz,

- a gyalogos elütéskori ( $=t_0$ ) lábhelyzetéről;
- a gyalogos testmagasságáról;
- az elütő gépjármű geometriai kialakításának hatásáról;
- az elütés sebességének hatásáról;
- a gyalogos sebességének hatásáról;
- az elütő gépjármű sarokrészével történő érintkezésének hatásáról.

Szintén, a sebesség meghatározásának komplexitásához járul hozzá az elütések helyszínén vizsgálható nyomok, amelyek egyértelműen az objektív nyomok csoportjába tartoznak. Ilyen lehet,

- a gyalogos eltávolodása az elütés helyétől,
- a gyalogos földön csúszásának távolsága,
- a gyalogos végső helyzete és az elütő gépjármű megállása közötti távolság,
- a gyalogos elütés helyétől mért oldalirányú eltávolodása,
- a gyalogos cipőtalpának megcsúszási nyomai,
- az egyéb helyszínen található nyomok (pl.: elütött gyalogos sapkájának, napszemüvegének, személyes tárgyainak feltalálási helye).

Hasonló objektív nyomokról beszélhetünk az elütő gépjármű esetében is. Például,

- a gyalogos koponyájának becsapódási helye az elütő gépjárművön,
- a gyalogos fejének benyomódási helye az elütő gépjárművön, a testmagasságtól függően,
- a gyalogos fejbecsapódási helyének oldalirányú eltávolodása,

- a gyalogos okozta első sérülés nagysága az elütő gépjárművön,
- a gépjármű lökhárítóján keletkezett karcolási, portörlelési nyomok és hajszálrepedések,
- a gépjármű lámpatestjeinek és hűtőrácsának síkjában keletkezett sérülések,
- a motorháztető sérülései,
- a szélvédőn található nyomok, és a
- tetőlemez sérülései.

## 5. Javaslat, lehetséges fejlesztési irány

Ahogy az előző fejezetekből is láthatjuk, a közúti közlekedési balesetek ütközési sebességeinek meghatározása egy igen bonyolult és komplex folyamat, ahol minden összefügg mindennel. Összefüggések sorozatát szükséges végig tanulmányoznunk. Figyelve a legapróbb részletekre, a legapróbb nyomokra is, amelyek jelentős mértékben befolyásolhatják a pontos kép kialakításának folyamatát. Nem elég csak egyetlen egy képlettel számolnunk, hiszen az nem képes visszaadni a valóságnak megfelelő, lehető legpontosabb sebességet, csak egy közelítő értéket.

A felvázolt komplexitás „problémája” hívta életre azt a gondolatmenetet, amely az igazságügyi közlekedési és gépjármű műszaki szakértők munkájának könnyítésére, segítésére szolgálhat. Egy programelv kifejtését.

A szoftver célja, hogy megkönnyítse (akár a baleset helyszínén) az igazságügyi szakértő munkáját olyan módon, hogy képes legyen a baleseti helyszínen található leggyakoribb nyomokból, a program használatával egy előzetes ütközési sebesség becslésére a gyalogos elütéses balesetek során. Amihez ne kelljen mást tennie a szakértőnek, minthogy beírja a bemeneti felületen az általa lement és ismert adatokat. A program pedig kiszámolja a legjobban valószínűsíthető elütési sebességet vagy sebességtartományt. Ezt egyelőre csak teljesen frontális ütközéses balesetek alkalmazására tervezzük megalkotni, felnőtt gyalogosokkal. Azonban az elv alapján és a megfelelő képletek segítségével, alkalmazható a többi típusú gyalogos elütéses balesetekre is. A számítógépes program az évek során felhalmozott szakértői tudás, szakmai konferenciák megállapításaira, kutatások eredményeire és Dr. Melegh Gábor Gépjárműszakértés könyvének „Egyszerűsített baleseti gyorsszámítások”, valamint „Gyalogosbalesetek” fejezeteire épül. [5]

A program különböző blokkokból áll, amely a különböző lement adatokkal számol. Viszont nem csak a képletet alkalmazza egy az egyben, lehetőséget kínál azok módosítására, tehát az aktuális körülmények figyelembevételére is. Mindegyik blokk meghatároz egy elütési sebességet, amelyeket összesítve megkapjuk azt az egy sebességi értéket, vagy sebességtartományt, amit a felhasználó is láthat végeredményként.

A konkrét blokkok ismertetésére az alábbi ábra szolgál.



3. ábra: A programelv struktúrája

## Konklúzió

Mindegyik közúti közlekedési baleset teljesen egyedi, és csak a baleseti helyszínen, éles szituációban derül ki, hogy milyen nyomokból gazdálkodhatunk. A legtöbb releváns nyom és információ a helyszínen szerezhető meg, a baleset bekövetkezése után záros határidőn belül. Ezek az elengedhetetlen információforrások a későbbiekben már egyáltalán nem reprodukálhatóak, vagy csak nagyon minimális mértékben. Ezért nagyon fontos, hogy minél több nyomot feltárjunk a helyszínen.

Bizonyos esetekben szükség van úgynevezett szakértői gyors számítások elvégzésére a közúti baleset helyszínén. Például a helyszíni szemlebizottság vezetője megkérdezheti a kirendelt igazságügyi szakértőtől, hogy valószínűsíthető-e a balesetben érintett személygépjármű sebességtúllépése? Jellemző eset még, hogy kihelyezett tárgyalás esetén, gyakran felmerülnek olyan kérdések a szakértő felé az érintettektől, amelyekről nem történt előzetes tájékoztatás. Példának kedvéért tegyük fel, hogy a védő azt állíthatja, hogy a védenca biztosan nem lépte túl a megengedett sebességhatárt. Továbbá ismert, hogy az elütött gyalogos feltalálási helyzete 27 méterre található az elütési ponttól. Már csak ezen adat birtokában is kizárhatjuk az alacsony elütési sebességet a program első blokkjának számított értékei alapján. Tehát a szoftver segítségével az ilyen kérdések megválaszolására is lehetősége lesz a szakértőknek.

A balesetelemzés komplexitása miatt, nem szokás és kockázatos olyan szakvéleményt készíteni, amely csak egyetlen matematikai képletre vagy számításra támaszkodik. Célszerű több szempont alapján, több forrásból is ellenőrizni a számításainkat. Az ellenőrzéshez használt források egyike lehet ez a program is.

További előnye a bővíthetősége és paraméterezhetősége. Javítható a szoftver képessége a kigondolt metódus alapján, új blokkokat létrehozva.

Jelenleg még a koncepció felépítésénél tartunk, a programelv meghatározásánál. A tényleges szoftver kifejlesztése, validálása a későbbiekben várható, több publikáció, és doktori disszertáció tartalmaként.

## Irodalomjegyzék

- [1] <https://webbal.kozut.hu/> (2024.06.24.)
- [2] [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/ege/hu/ege0072.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/ege/hu/ege0072.html) (2024.06.24.)
- [3] 2017. évi XC. törvény - Nemzeti Jogszabálytár (njt.hu) (2024.06.26.)
- [4] 2016. évi XXIX. törvény - Nemzeti Jogszabálytár (njt.hu) (2024.06.26.)
- [5] Dr. Melegh Gábor: Gépjárműszakértés, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest, 2004.

# Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréningek a BKV Zrt. járművezetőinek körében / Traffic Behaviour Correction Training for the Drivers of BKV Zrt. (Budapest Transport Corporation)

**Berhidi Zsolt, szakszolgálatvezető**

**BKV Zrt., Forgalmobiztonsági és Felügyeleti Szakszolgálat**  
**telefon: 1/461-6500/24281, fax: 1/461-6500/24319**  
**e-mail: berhidiz@bkv.hu**

**Kivonat:** A városi közlekedési szolgáltatás egyik legfontosabb minőségi paramétere a biztonság, melynek megteremtése érdekében a BKV Zrt. a prevenciós eszközök széles skáláját alkalmazza. A járművezetők körében alkalmazott módszerek egyik eleme a Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréning. A tréningekre a balesetekre fokozottan érzékeny járművezetőket vezénylik. Sokéves tapasztalat, hogy a járművezetői állomány egy szűk rétege (2-7%) érintett a balesetek 10-30%-ban, illetve okozzák a BKV hibás balesetek kb. 30-40%-át. A szolgáltatás biztonságának javítása terén akkor érhetünk el látványos eredményt, ha ezen célcsoport közlekedési magatartását korrigáljuk. 2000 óta megtartott kétnapos kiscsoportos (10-12 fő és 2 fő tréner) foglalkozások tematikája hat, szorosan egymásra épülő blokkból áll. A tréningek célja, hogy a munkatársak szolgáltatói attitűdje, valamint társaságunk közlekedésbiztonsági helyzete javuljon és objektíven mérhetővé váljon. A foglalkozások hatékonyságáról az ad tájékoztatást, ha a járművezetők baleseti érintettségét a tréning előtti és utáni időszakban vizsgáljuk. A sok éves tapasztalat szerint a tréning utáni – 3 évnél hosszabb – időszakban az összes balesetszám, s azon belül a sajtóhibás balesetek száma is csökken a tréning előtti időszakhoz képest. A BKV-s tapasztalatok azt mutatják, hogy a képzés e formája mérhető eredményeket mutat. Társaságunk a balesetező járművezetők körében alkalmazott tréningek mellett keresi az új célcsoportokat, ahol hasonló keretek mellett, de más struktúrában lehet javítani a kollégák munkáját.

**Abstract:** One of the most important quality parameters of urban public transport is safety. To create safety, BKV Zrt. uses a wide scale of preventive tools. One element of the methods applied among drivers is the Traffic Behaviour Correction Training. The drivers who are increasingly prone to accidents are sent to trainings. Our experience has been for many years that a narrow proportion of the driving staff (2-7%) is included in 10-30 % of the accidents, i.e. they cause 30-40 % of the accidents originating from BKV faults. We can achieve an outstanding result if we correct the traffic behaviour of this target group. The topics of the 2-day trainings for small groups (10-12 persons plus 2 trainers), which have been held since 2000, are divided into six closely linked blocks. The aim of the trainings is to improve the service attitude and the traffic safety situation of our Company, and to make it objectively measurable, as well. Information about the effectiveness of the trainings can be obtained by examining the periods before and after the training. For many years, we have found that in the period after the training – longer than 3 years – the total number of the accidents including the accidents emerging from BKV fault reduces compared to the period before the training. The experience of BKV proves that this form of training shows a measurable result. Our Company – in addition to trainings held for drivers included in accidents – looks for new target groups, where the work of our colleagues can be improved in similar framework, but in different structure.

*Kulcsszavak: tömegközlekedés; közlekedésbiztonság; városi közlekedés; baleset; oktatás; prevenció; BKV*

*Keywords: public transport; transport security; urban transport; accident; training; prevention; BKV*

## **Bevezetés**

A közösségi közlekedés legfontosabb minőségi tényezője a biztonság, mely a Budapesti Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság (BKV Zrt.) cégfilozófiájában is megjelenik. A balesetmentes közlekedés az emberi értéken túlmenően a közlekedési szolgáltatásban résztvevők számára gazdasági érdek is. A balesetek negatív következményei közé sorolhatjuk a járműjavítások költségeit, az

erőforrások lekötését (pl. pótlás), s nem szabad figyelmen kívül hagyni a jövőbeni, később jelentkező negatív hatásokat sem, mint például a felelősségbiztosítások díjainak növekedését.

A fővárosi közlekedésben megjelenő új, modern járművek értéke több 100 millió forint is lehet, így ezek állagmegóvása, értékmegőrzése kiemelt szempont társaságunknál.

Szintén fontos a társadalom oldaláról is vizsgálni a baleseteket, s azok következményeit. A fővárosban egy közlekedési baleset következtében a felmerülő (forgalmi) zavarok sok esetben tovább gyűrűznek, egy adott régió, városrész közlekedési egyensúlya is megbomlik, újabb zavarokat generálva, melyek mind az egyéni, mind a közösségi közlekedés eljutási idejét növelik, minőségét rontják.

A biztonsággal összefüggő társadalmi és tulajdonosi elvárások a Budapesti Közlekedési Központ és a BKV Zrt. közötti Közszolgáltatási Szerződésben is karakterisztikusan megjelennek. A Baleseti Index (közösségi közlekedés baleseti és biztonsági statisztikai adataiból képzett mutatószám) alakulásától függően a BKV Zrt. Bonus/Malus (+/-) juttatásra jogosult, illetve a megrendelői ellenőrzések a közlekedésbiztonsággal összefüggő tevékenységet is folyamatosan monitoringozzák.

Sajnos a balesetek egy része személyi sérüléssel is jár, melyeknek a nemzetgazdaságra is kiható következményei vannak (pl.: egészségügyi ellátás, foglalkoztatás).

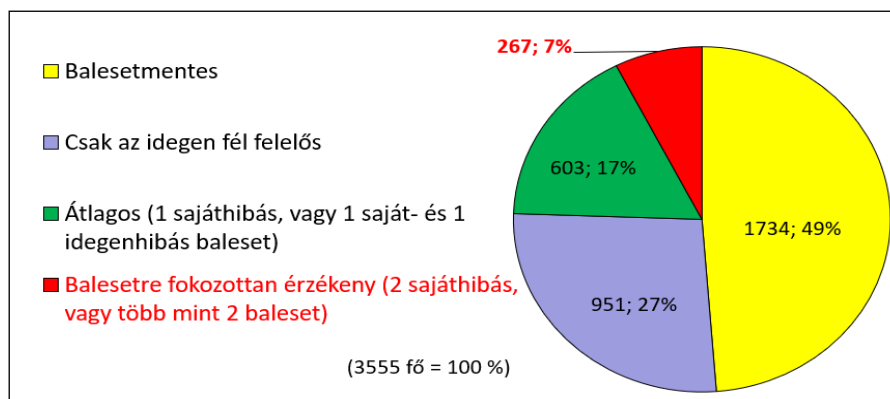
A fenti körülmények is indokolják, hogy a baleset-megelőzés kiemelt helyet foglaljon el társaságunk életében, melynek keretében a kiválasztás → képzés → foglalkoztatás egymásra épülő rendszerét építjük fel. Kiemelt cél a járművezetői állomány képzése, a szolgáltatói attitűd erősítése, a rendszerszintű gondolkodás fejlesztése.

A társasági prevenciók elemek között megtalálhatók a forgalombiztonsági ellenőrzések, a balesetek elemzésére épülő, s az azok tapasztalataiból készített figyelemfelhívó anyagok (pl. plakát, vetíthető elemzés), egyes viszonylatokról készített járművezetői tájékoztató anyagok (itiner), a társasági sajtóban megjelenő cikkek (pl. vezetési tanácsok, kerékpáros közlekedés veszélyei), vezetéstechnikai tréningek, járművezetői vetélkedők.

A felsorolt prevenciók eszközök mellett az autóbusz, trolibusz és villamos járművezetők körében rendszeressé váltak a Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréningek, melyek Társaságon belüli bevezetésének feltételei, a foglalkozások tapasztalatai, eredményei kerülnek bemutatásra.

## 1. A tréningre való vezénylés szempontjai

Kik érintettek, kik okozzák a baleseteket? – ezek az elsődlegesen felmerülő kérdések a társasági balesetek vizsgálatánál. Évek óta megfigyelhető, hogy az autóbusz, trolibusz és villamos járművezetők kb. 45-60 %-a semmilyen, 20-30 %-a csak idegen hibás (IH) balesetben érintett. Kb. 15-20 % azoknak az aránya, akik maximum két balesetben érintettek és ezek közül egy bekövetkezéséért felelősek. Évek óta 2-7 % körül mozog azoknak a száma, akik a balesetekre fokozottabban érzékenyek. Ebbe a csoportba soroljuk azokat, akik egy év alatt két balesetet okoznak, vagy minimum három balesetben – hibáságtól függetlenül – érintettek. A járművezetők 2019. évi baleseti érintettségét az 1. számú ábra és az 1. számú táblázat mutatja. (A viszonylag távoli időszak (2019. év) bemutatását az indokolja, hogy így lehetőség van a tréningek elő- és utóvizsgálatára (előtte-utána).



1. ábra: Járművezetők baleseti érintettsége a 2019. évben

1. táblázat: Járművezetői létszám és a balesetek számának összefüggése a 2019. évben

	Balesetmentes	Csak az idegen fél felelős	Átlagos	Balesetre fokozottan érzékeny
létszám (fő)	1734	951	603	267
létszám arány (%)	48,78	26,75	16,96	7,51
idegen hibás balesetek száma (db)		1133	191	361
sajáthibás balesetek száma (db)			603	438
összes balesetszám (db)		1133	794	799
összes balesetek aránya (%)		42	29	29
sajáthibás balesetek aránya (%)		-	58	42

Az 1. számú ábrán és táblázatban feltüntetett csoportok és a balesetszámok összefüggését vizsgálva megállapítható, hogy a balesetre fokozottan érzékeny járművezetők (267 fő) érintettek a BKV-s balesetek 29%-ában, illetve okozzák a sajáthibás (*sajáthibás=BKV hibás*) balesetek 42%-át. Ezek a számok rámutatnak arra, hogy drasztikus javulást a balesetszámok csökkenése terén társasági szinten akkor érünk el, ha ennek a viszonylag szűk járművezetői csoportnak a közlekedési magatartását tudjuk jelentősen jó irányban befolyásolni.

## 2. A Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréningek gyakorlati megvalósítása

### 2.1 A tréning szervezeti és működési keretei, alapszabályai

A kiscsoportos foglalkozás alapfilozófiája, hogy az azonos munkát, azonos körülmények között végző személyek egymástól jobban elfogadják a tanácsot, az építő észrevételeket. A tréningek szervezését, lebonyolítását ezen elvek mentén valósítjuk meg, ahol a foglalkozás-vezetők feladata nem az „ítélkezés”, a minősítés, hanem az előre eltervezett feladatok elvégzése, a csoport munkájának irányítása, koordinálása, lehetőleg minél inkább a háttérből. A tréningen csak a közlekedéssel szorosan összefüggő kérdések, témák kerülnek megbeszélésre, átgondolásra, a téma többirányú megközelítése segítséget nyújthat a járművezetői munkához.

A foglalkozások célja, hogy a járművezetők a kollégák segítségével áttekinthessék közlekedési magatartásukat, felismerjék saját hibájukat és erényeiket, kellő motivációt érezzenek a nem kívánatos magatartásformák felszámolásához. Mindenki elé tükröt kell tartani, melyben szembesülhet önmagával.

A kétnapos (2x8 óra) csoportfoglalkozásokon két foglalkozás-vezető és 10-12 fő járművezető vesz részt. A vezetők egyike társaságon kívüli szakember, míg a másik a BKV közlekedésbiztonsági szakterületén dolgozó, felsőfokú közlekedési végzettséggel rendelkező munkatárs. A járművezetők vezénylése során figyelembe vesszük, hogy a csoportban legyenek autóbusz-, trolibusz- és villamosvezetők egyaránt, így a közlekedésben előforduló magatartások több nézőpont felől megközelíthetők. A tapasztalatok azt mutatják, hogy sikeresebb a csoport munkája, ha férfiak és nők egyaránt képviseltetik magukat.

A csoport eredményes működésének alapfeltétele, hogy a foglalkozásról olyan információ nem juthat ki, mely a résztvevők bármelyikére is hátrányos következményekkel járhat. Ha a titoktartás nem biztosítható a csoport nem tud eredményesen működni.

### 2.2 A csoportfoglalkozás főbb elemei, részei

#### 2.2.1 Bemutakozás

A csoport valamennyi tagja bemutatkozik, elmondják azokat az információkat (név, milyen járműtípust vezet, melyik vonalon dolgozik, munkaidő beosztása, szereti-e a munkáját, család, hobbi stb.), mely az egyén, illetve a közlekedésben rá jellemző magatartásformák megismeréséhez nyújt segítséget. A foglalkozás-vezetők részére, a más számára jelentéktelen információ is jelentős lehet (pl. egészségügyi probléma, rendezetlen családi élet).

#### 2.2.2 Háttérleltár

A kétnapos foglalkozás egyetlen írásbeli feladata, melynek során a foglalkozás-vezető által ismertett szabálytalan közlekedési magatartásokhoz (pl. gyorsajtás, tilos jelzés figyelmen kívül hagyása, indokolatlanul lassú haladás) kell a csoport tagjainak leírniuk, hogy szerintük mi lehet az oka, hogy a

járművezető vétett a szabályok ellen. A feladatsor közös kiértékelése során hangsúlyozzák, hogy minél több választ ad valaki, annál nagyobb az esély arra, hogy a mindennapi közlekedés során a jó döntést hozza meg.

### 2.2.3 A foglalkozáson résztvevő járművezetők közlekedési baleseteinek elemzése

A csoport tagjait az azonos foglalkoztatási feltételeken (munkahely, hivatás) túl, a közös negatív élmények, a balesetek is összekötik. A résztvevők többsége éves szinten kettőnél több balesetben volt érintett, és/vagy egynél több balesetet okozott.

A foglalkozások kiemelt része a jelen lévő munkatársak baleseteinek átbeszélése, elemzése. A BKV közlekedési balesetek több mint 40 %-nál a társasági baleseti helyszínelő is jelen van, így az objektív elemzéshez az ő által begyűjtött információk (idegen fél elmondása, helyszínrajz, fényképek, tanúk nyilatkozata stb.) is rendelkezésre állnak. A balesetek közel harmadánál rendőrségi intézkedés vált szükségessé, így azok eredményei (rendőrségi határozat, bírósági végzés, szakértői anyag stb.) is segítik az analízist.

Az elemzés során a balesetben érintett járművezető visuel táblára felrajzolja az eseménnyel kapcsolatos információkat (helyszín, járművek helyzete, haladási irány stb.), ismerteti saját szemszögéből a baleset bekövetkezének körülményeit, okát. Itt fontos szerep hárul a foglalkoztatás-vezetőkre, akik „képviselik” – sok esetben a rendelkezésre álló dokumentumok alapján – a nem BKV-s résztvevőt. A csoport tagjai véleményezik a balesetet, hangot adnak annak, hogy ők milyen magatartással előzték volna meg a veszélyhelyzet kialakulását, illetve milyen döntést hoznának, ha ez már bekövetkezett.

A több éves tapasztalat alapján elmondható, hogy a foglalkozás e szakaszában a járművezető kollégák őszintén megnyílnak, konstruktív vita keretében közösen analizálják a balesetet, szűrik le a tapasztalatokat. Ez az a pont, ahol kollégáink – sok esetben logikus érvekkel alátámasztott, a több éves gyakorlati tapasztalatra épülő – véleménye befogadást nyer a csoport többi tagjánál is.

### 2.2.4 BKV életének bemutatása, a járművezetői tevékenység elhelyezkedése a rendszerben

A foglalkozás e szakaszában a társaság alkalmazásában álló foglalkozás-vezető moderálásával irányított beszélgetés zajlik a BKV Zrt. szolgáltatási tevékenységével összefüggő témákban. Ennek keretében napirendre kerül a balesetmentes közlekedés, mint elvárás (Közszolgáltatási Szerződés, utas észrevételek), mint a minőségi szolgáltatás legfontosabb kritériuma, a balesetek, szabálytalan munkavégzések következményeinek (személyi sérülés, forgalmi zavar, pótlás, járműjavítás, utaslemeradás, kárügyintézés stb.) ismertetése. Mozgó képekkel, fényképekkel, helyszínrajzokkal illusztrált konkrét BKV-s események kerülnek bemutatásra, melyek komplexitásában vizsgálják és elemzik a megtörténtekeket és azok következményeit. Cél, hogy munkatársaink átérezzék, hogy járművezetői tevékenységük milyen felelősséggel jár, milyen következményei vannak, ha összetörik a villamos, a megengedett sebességet túllépve közlekedik az autóbusz, vagy megsérül egy utasunk a trolibuszon.

### 2.2.5 Elvárások a járművezetővel szemben

A BKV Zrt. járművezetőinek munkáját a közlekedés többi résztvevője, illetve a szolgáltatásainkat igénybe vevők minősítik. Kollégáinknak úgy kell nap, mint nap teljesíteniük, hogy megfeleljenek az elvárásoknak, a velük szemben támasztott igényeknek.

A foglalkozás e részében munkatársaink „utasként” vesznek részt a közlekedésben és a csoport tagjai közösen gyűjtik össze és nevezik nevén azokat a magatartásformákat, kommunikációs elvárásokat, viselkedésformákat, melyeket joggal kérhet számon az utas. A biztonságos fékezés, az utastéri ajtók gondos kezelése, a dohányzás mellőzése, az utastájékoztató fontossága, az ápoltság megjelenés, a segítő magatartás, a KRESZ szabályok betartása és még sok-sok elvárásnak adnak hangot kollégáink. A foglalkozás e szakaszában a járművezetők fogalmazzák meg a járművezetővel szemben támasztott igényeket, elvárásokat. A Magatartásformáló Tréningek több éves tapasztalatai azt mutatják, hogy ez az a pont, ahol járművezetőink többsége szembesül azzal, hogy nem csak járművet vezet, hanem annál sokkal többet tesz: SZOLGÁLTAT.

### 2.2.6 Összegzés, értékelés

A csoport tagjai átbeszéljük a két nap alatt történeteket. Elmondják tapasztalataikat, élményeiket, kitérve arra, hogy milyen élmények, impulzusok érték őket a foglalkozás során, majd minden egyes résztvevő – legyen járművezető, vagy foglalkozás-vezető – egy összetett mondattal foglalja össze a két napról kialakult véleményét. A mondat így hangzik:

Úgy jöttem ide tegnap reggel, hogy ..... és úgy megyek el most, hogy .....

A tréningek továbbfejlesztése szempontjából minden egyes információ fontos, a tapasztalatokat le kell szűrni a véleményeket fel kell használni a továbbiakban.

### 2.3 A tréningek lebonyolításának gyakorlati tapasztalatai

A több mint húsz év tapasztalatai megmutatták, hogy melyek azok a pontok, amelyek a foglalkozások eredményességének alapfeltételei. Az első és legfontosabb a járművezető kolléga felkészítése a munkáltató részéről a kétnapos foglalkozásra. A kezdeti években ez sok esetben elmaradt, és a munkatársak nem tudták miért lettek vezényelve a két napos tréningre. Többen ezt büntetésnek gondolták, szorongva jelentek meg az első napon, s védekező taktikával kezdték a csoportmunkát. Az idő múlásával ez a munkáltatói magatartás megszűnt, már csak elvétve fordul elő ilyen eset, így a csoportmunka „beindítása” már kevesebb akadállyal jár.

Nem szabad elhallgatni azt a tényt sem, hogy vannak olyan résztvevők, akik szándékosan kivonják magukat a közös munkából, személyiségi jegyeikből adódóan passzív résztvevői lesznek a csoportnak. Itt fontos szerep hárul a foglalkozás-vezetőkre, hogy a csoport munkájára ez ne hasson tartósan negatívan.

A résztvevők túlnyomó többsége a második nap végén, vagy utólag (2. számú ábra) hangot adott annak a véleményének, hogy ez a képzési forma emberközelibb, mint a hagyományos tantermi oktatás, a kölcsönös kommunikáció és a közlekedés elemeinek konkrét bemutatása, elemzése eredményesebb.

<p><b>From:</b> P.... T.... ..... &lt;____@gmail.com&gt;  <b>Sent:</b> Wednesday, February 24, 2021 2:54 PM  <b>To:</b> Z..... L..... &lt;____@bkv.hu&gt;  <b>Subject:</b> Tanfolyam!  <b>Köszönöm ezt a két napot!</b> E.... P.... T....</p>
---

2. ábra: Járművezetői visszajelzés a tréningről

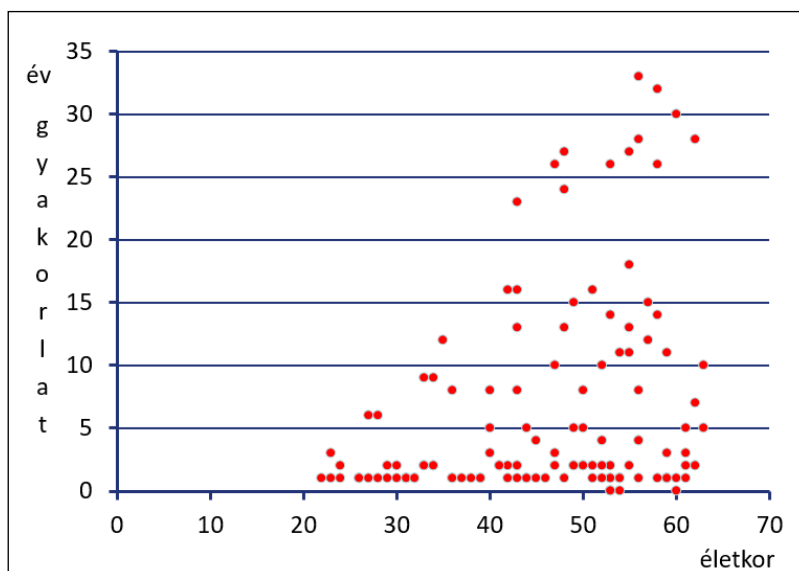
## 3. A Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréningek tapasztalatai, eredményei

A tréningek célja, hogy munkatársaink szolgáltatói attitűdjei fejlődjenek és ezek a minőségi szolgáltatás keretében felszínre is jöjjenek. Fontos, hogy a biztonság terén előre lépünk, indokolatlanul ne vállaljunk kockázatot az utakon, ne teremtünk veszélyhelyzeteket. E célok vezérlik a foglalkozás szervezőket és a trénereket.

A tréningek hatékonyságvizsgálata rendszeresen megtörténik, így e fejezetben a 2019. évi foglalkozásokon megjelent kollégák tréning előtti és utáni baleseti érintettsége kerül bemutatásra, illetve hosszabb idősíkon is láthatók lesznek az eredmények.

### 3.1 A tréningen résztvevő járművezetők életkori összetétele

A foglalkozásokra vezényelt kollégák többségét évek óta a balesetre fokozottan érzékeny járművezetők alkotják. A 2019. évi 12 kétnapos tréningen összesen 126 járművezető vett részt. Vizsgálva a kollégák életkori és vezetési gyakorlatát megfigyelhető (3. számú ábra), hogy többségben vannak a viszonylag kis gyakorlati idejű és/vagy idősebb járművezetők. A munkaerőpiacon megjelenő járművezetői hiányt is tükrözi ez a diagram.



3. ábra: 2019. évi tréningen megjelentek életkorának és gyakorlati idejének alakulása

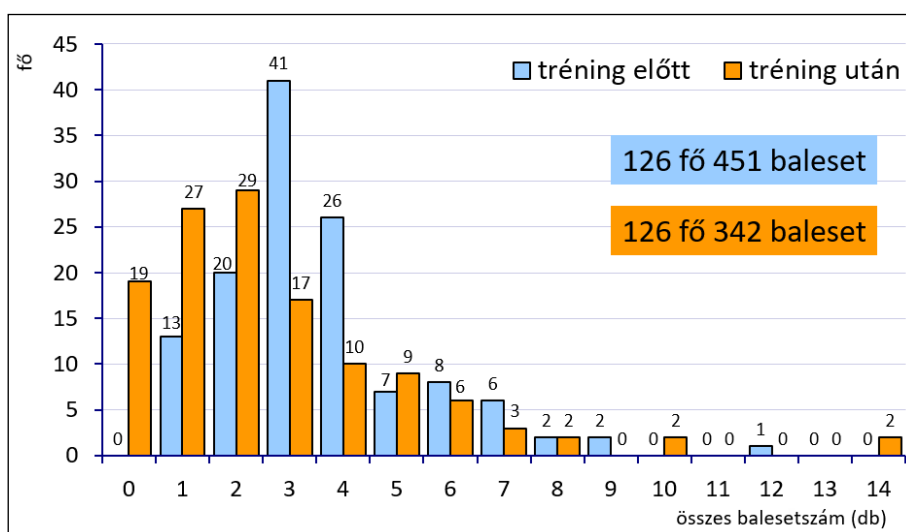
### 3.2 A foglalkozásokon résztvevő járművezetők baleseti érintettségének vizsgálata

A tréningek eredményességét a foglalkozásokon résztvevő járművezetők baleseti elő-, illetve utóéletének vizsgálatával, összehasonlításával mérhetjük. A vizsgálathoz olyan célcsoport kiválasztása szükséges, melynek tagjai több éve vettek részt a foglalkozáson és nagy többségük még társaságunknál járművezetőként dolgozik. E szempontok alapján a 2019. évben megjelent 126 fő járművezető baleseti érintettsége vizsgálható. Az elemzés vizsgálja tréning előtti (2016.01.01. és 2019. tréning napja) és utáni (2019. tréning napja és 2022.12.31.) időszak baleseti helyzetét.

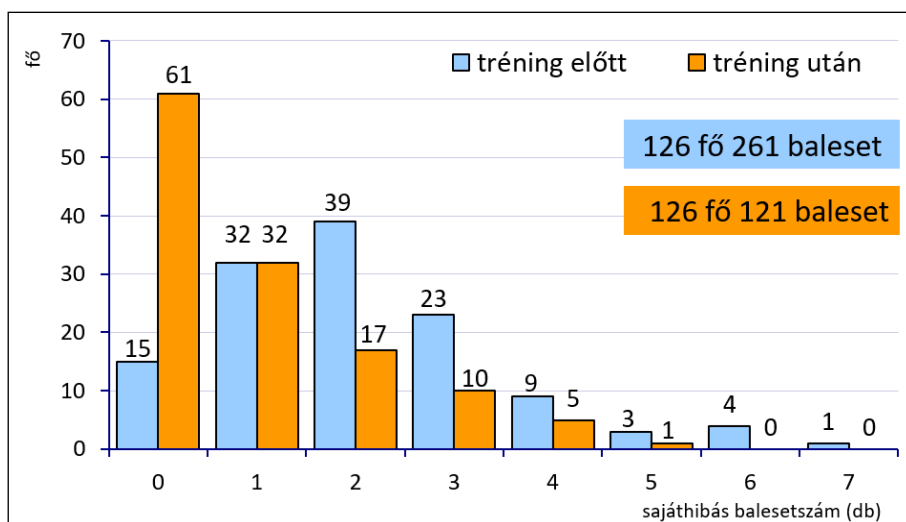
A 126 járművezető 2016.01.01. és 2019. évi tréning napja között 451 balesetben volt érintett, melyek közül 190 esetben véltlen résztvevője, míg 261 alkalommal okozója volt a balesetnek. Az egy járművezetőre jutó összes balesetek száma 3,57, ugyanez a mutató a saját hibásakra vonatkozóan 2,1.

A tréning után a balesetek száma 342-re csökkent, melyekből 221 idegen, míg 121 BKV hibás volt, így az egy járművezetőre jutó összes balesetek száma 2,71, míg a saját hibásakra vonatkozó 0,96. (4. és 5. számú ábra, 2. számú táblázat)

Kiemelésre érdemes, hogy a 126 járművezetőből a tréning után 19 fő semmilyen balesetben nem volt érintett, melyet a 2. számú táblázat is bemutat.



4. ábra: 2019. évi tréningen megjelentek balesetszámainak alakulása



5. ábra: 2019. évi tréningen megjelentek saját hibás balesetszámainak alakulása

2. táblázat: 2019. évben tréningen megjelentek balesetszámainak alakulása

fő	hibásság szerinti balesetszám (darab)			hibásság szerinti balesetszám (darab/ 1 fő)		
	idegen	saját	összes	idegen	saját	összes
126	190	261	451	1,5	2,07	3,57
19	0	0	0	0	0	0
107	221	121	342	2,06	1,13	3,19
126	221	121	342	1,75	0,96	2,71

Összességében megállapítható, hogy a tréning után

- a kollégák 15%-a (126-ból 19 fő) balesetmentesen közlekedett (előtte 0 fő)
- a kollégák 48%-a (126-ból 61 fő) nem okozott balesetet (előtte 15 fő)
- az egy főre jutó balesetek száma 24%-kal (3,57→2,71) csökkent
- az egy főre jutó saját hibás balesetek száma 54%-kal (2,07→0,96) csökkent.

### 3.3 Mit mutatnak a számok az aktív munkavállalóknál?

A 3.2 fejezet a tréningek utóvizsgálatainak eredményeit mutatja be, de célszerű tovább szűkíteni a vizsgálatot a jelenleg is aktív munkavállalókra. Ezek alapján megállapítható, hogy 2022. december 31-én 86 fő volt még aktív, míg 40-en már nem voltak járművezetők társaságunknál (nyugdíj, kilépés, egészségügyi ok stb.).

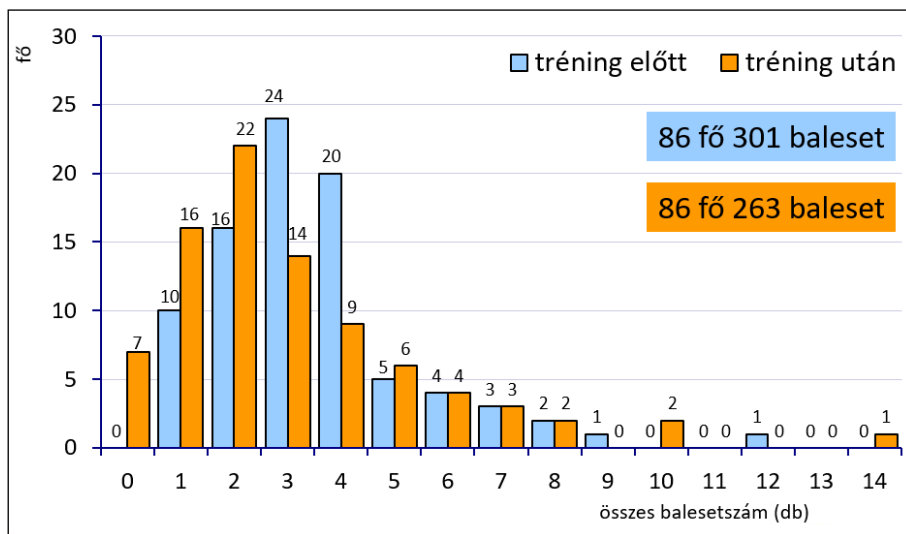
A 40 főre vonatkozóan megállapítható, hogy

- a munkaviszony megszűnése és a tréning között átlagosan 771 nap telt el (minimum 14 nap, maximum 1371 nap),
- a tréning után a járművezetői munkaviszony megszűnéséig 12 fő semmilyen, míg 20 fő saját hibás, balesetben nem volt érintett
- a tréning után a járművezetői munkaviszony megszűnéséig a 28 fő 79 balesetben (45 idegen- és 34 saját hibás) volt érintett.

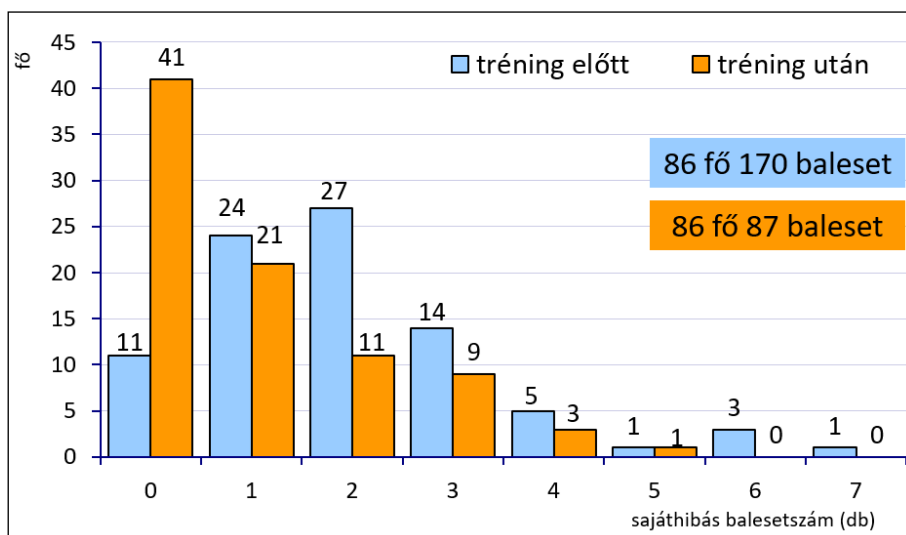
A 86 fő aktív járművezető 2016.01.01. és 2019. évi tréning napja között 301 balesetben volt érintett, melyek közül 131 esetben vétlen résztvevője, míg 170 alkalommal okozója volt a balesetnek. Az egy járművezetőre jutó összes balesetek száma 3,5, ugyanez a mutató a saját hibásakra vonatkozóan 1,98.

A tréning után a balesetek száma 263-ra csökkent, melyekből 176 idegen, míg 87 BKV hibás volt, így az egy járművezetőre jutó összes balesetek száma 3,05, míg a saját hibásakra vonatkozó 1,01. (6. és 7. számú ábra, 3. számú táblázat)

Kiemelésre érdemes, hogy a 86 járművezetőből a tréning után 7 fő semmilyen balesetben nem volt érintett, melyet a 3. számú táblázat is bemutat.



6. ábra: 2019. évi tréningen megjelent még aktív járművezetők balesetszámainak alakulása



7. ábra: 2019. évi tréningen megjelent még aktív járművezetők saját hibás balesetszámainak alakulása

3. táblázat: 2019. évben tréningen megjelent még aktív járművezetők balesetszámainak alakulása

fő	hibásság szerinti balesetszám (darab)			hibásság szerinti balesetszám (darab/ 1 fő)		
	idegen	saját	összes	idegen	saját	összes
86	131	170	301	1,52	1,98	3,5
7	0	0	0	0	0	0
79	176	87	263	2,23	1,1	3,33
86	176	87	263	2,04	1,01	3,05

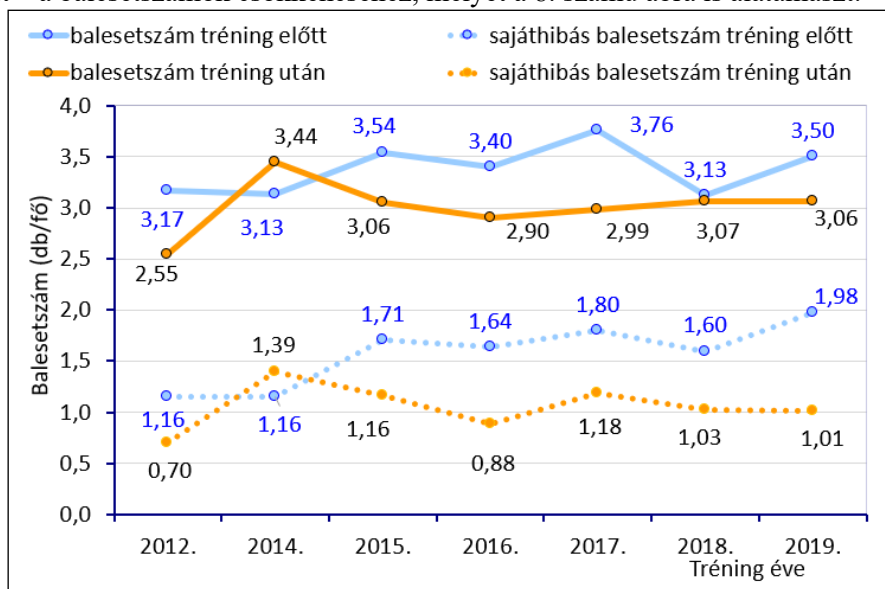
Összességében a 86 még aktív járművezetőkre megállapítható, hogy a tréning után

- a kollégák 8%-a (86-ból 7 fő) balesetmentesen közlekedett (előtte 0 fő)
- a kollégák 48%-a (86-ból 41 fő) nem okozott balesetet (előtte 11 fő)
- az egy főre jutó balesetek száma 13%-kal (3,5→3,05) csökkent
- az egy főre jutó saját hibás balesetek száma 49%-kal (1,98→1,01) csökkent.

### 3.4 Balesetszám változás alakulása a különböző években

A különböző évek tréningjeinek számszerűsíthető eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy gyakorlatilag minden évben csökkent a baleseti érintettség a járművezetők körében a foglalkozásokat követően mind az összes, mind a saját hibás balesetek kategóriájában. (8. számú ábra)

A kedvező változások mértéke igen sok tényezőtől függ. Alapvetően a járművezető kollégák egyéni kompetenciái a meghatározók, de a közlekedési környezet kialakítása, a közlekedési partnerek magatartása is befolyásolja a balesetszámok alakulását és a szerencsefaktorot sem hagyhatjuk figyelmen kívül. Nem könnyelmű és felelőtlen kijelentés, hogy a tréningek hozzájárultak – több esetleges más tényező mellett – a balesetszámok csökkenéséhez, melyet a 8. számú ábra is alátámaszt.



8. ábra: Balesetszám változás a különböző években (megj.: 2013-ban nem volt tréning)

### Konklúzió

A BKV Zrt. baleset-megelőzési módszerei között 2000 óta szerepelnek a magatartásformáló tréningek. A 208 tréningen közel 2100 munkatársunk vett részt. A képzésbe bevont autóbusz-, trolibusz- és villamosvezetők összes, és ezen belül a saját hibára visszavezethető baleseteinek száma csökkent. Figyelembe véve, hogy a balesetek legtöbbször anyagi kárt okoz, forgalmi zavart indukál, kimondható, hogy a befektetett energia és költség az üzemeltetés során többszörösen megtérül.

A kis létszámú csoportok sajátossága, hogy a problémák jobban a felszínre kerülnek, azok elemzése, a közösen kialakított helyes döntések eredményesen befolyásolják a járművezetők közlekedési magatartását. A nézőpontok ütköztetése – természetesen a moderátorok szabályozott irányítása mellett –, a konstruktív vita, a közlekedési magatartások (balesetek, szabálytalanságok) objektív bemutatása, ezek negatív következményeinek ismertetése együttesen segítik a szolgáltatói attitűdök kialakulását, fejlődését.

Mivel a pálya, az ember, a közlekedési környezet és az időjárás együttesen hat a közlekedés lebonyolítására, ezért a mérhető eredmények mellett sem lehet kizárólagosan kijelenteni, hogy az adott személyre vonatkozó balesetszám csökkenés csak a tréning eredménye. Nem tévedünk sokat azonban akkor, ha kijelentjük, hogy a kétnapos foglalkozás segít a közlekedés során alkalmazott szemléletmód korrigálásában, javításában, a SZOLGÁLTATÓ JÁRMŰVEZETŐ „felépítésében”.

A számszerűsíthető eredmények és a szubjektív vélemények alapján megállapítható, hogy a közösségi közlekedési járművezetők képzésének keretein belül a Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréningeknek a baleset megelőzési módszerek között van jelene és jövője.

A Közlekedési Korrekciós Magatartásformáló Tréningek többségébe balesetező járművezetőket vonunk be, de Társaságunk lépéseket tett a foglalkozások körének bővítésére. Ezek szellemében már bevezetésre kerültek a szolgáltatói magatartás erősítését, fejlesztését segítő foglalkozások, illetve stresszkezelő

tréningekkel is támogatjuk munkatársainkat, hogy minél jobban megfeleljenek a feszített városi közlekedés kihívásainak. Ez utóbbi foglalkozásokon az elmúlt három évben valamennyi villamos járművezető (kb. 950 fő) részt vett, illetve a gumikerekes ágazaton belül már kb 550 kollégának tudtunk segítséget nyújtani a hétköznapiakra. Keresve az új lehetőségeket, az idei évtől a konfliktus megelőzés-kezelés kompetenciák fejlesztését támogató tréningek alkalmazását tűztük ki célként.

Sajnos a covid, illetve a járművezetői hiány megjelenése akadályozta a tréningek tervezett folytatását, bővítését, de optimistán nézünk a jövőbe, s bízunk benne, hogy e preventív módszerek továbbra is betöltik szerepüket a BKV életében.

# Magyarországi C-ITS megoldások a biztonságos közlekedésért / C-ITS solutions in Hungary for safer traffic

Tóth Róbert Péter<sup>1</sup> – Biró Tamás<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Magyar Közút Nonprofit Zrt.  
Intelligens közlekedési rendszerek osztály  
<sup>1</sup>toth.robort.peter@kozut.hu

<sup>2</sup>biro.tamas@kozut.hu

**Kivonat:** A C-ITS (együttműködő intelligens közlekedési rendszer) számos különböző szolgáltatással járul hozzá a közlekedés biztonságosabbá, hatékonyabbá és gazdaságosabbá tételéhez, valamint az energiafelhasználás és környezeti terhelés csökkentéséhez. A főbb rendszerelemek (központi oldali infrastruktúra, útmenti infrastruktúra, járművön belüli infrastruktúra) közötti, nemzetközi szabványokra épülő kétirányú kommunikációnak és adatcserének köszönhetően valós idejű, pontos forgalmi információk juttathatók el közvetlenül a járművekbe, illetve a járművek felől is részletes adatok fogadhatók. A gyorsforgalmi közlekedésre szabott funkciók Magyarország nyugati felében jelenleg több autópályán és autópályán, a városi környezetben működő funkciók Budapest, Győr és Zalaegerszeg városában érhetők el. A funkciók között megtalálhatók például balesetekre, munkavégzésre, torlódásra és védtelen közlekedőkre vonatkozó figyelmeztetések, valamint a jelzőlámpás csomópontokon történő biztonságos és hatékony átkelést támogató üzenetek is. Zalaegerszegen kísérleti jelleggel kiépült egy dedikált járművek előnyben részesítését megvalósító rendszer, valamint egy védtelen úthasználók biztonságát szolgáló kísérleti rendszer is. A járművek felől érkező CAM (Cooperative Awareness Message) üzenetek számos olyan attribútumot tartalmaznak, amelyek mérése a jelenleg használt szenzorokkal (hurokdetektorok, kamerák, stb.) nehezen, vagy csak pontszerűen valósítható meg, valamint olyan adatok is elérhetővé válnak, amelyek korábban nem voltak hozzáférhetőek. A C-ITS rendszer nyújtotta lehetőségek forgalomirányításban történő kihasználása jelentősen hozzájárul a közútkezelők proaktív, hosszú távon pedig prediktív működéséhez.

**Abstract:** C-ITS (Cooperative Intelligent Transport System) contributes to making transport safer, more efficient and cost-effective and helps to reduce energy consumption and environmental impact via a range of services. The two-way communication and data exchange between the main system components (central infrastructure, roadside infrastructure, in-vehicle infrastructure) based on international standards allows real-time, accurate traffic information to be delivered directly to/from vehicles. In Hungary, functions specifically designed for highspeed network are currently available for several highways and motorways in the western part of the country, while functions dedicated to urban environments are available in Budapest, Győr and Zalaegerszeg. Functions include warnings on accidents, road works, traffic jams, vulnerable road users and messages to support safe and efficient crossing at intersections. In Zalaegerszeg, a pilot site was implemented for traffic light priority and another test site for vulnerable road users' protection. CAM (Cooperative Awareness Message) messages from vehicles contain several attributes that can be measured only stationary with currently used equipment (loop detectors, cameras, etc.) and data that were previously not available can be accessed now. C-ITS systems offer new possibilities in the field of traffic management and help road operators to become proactive, and, in the long term, predictive.

*Kulcsszavak: C-ITS; V2I; I2V; forgalmi szimuláció; penetrációs ráta; jelzőlámpa prioritás; VRU; CAM üzenetek*

*Keywords: C-ITS; V2I; I2V; traffic simulation; penetration rate; traffic light priority; VRU; CAM messages*

## Bevezetés

A technológia fejlődésének köszönhetően új kommunikációs csatornák és módszerek váltak elérhetővé, amelyek a forgalomirányítás területén is jelentős változást hoztak. A különféle együttműködő intelligens közlekedési rendszer (C-ITS, Cooperative Intelligent Transport System) funkciók alkalmazásával a dinamikus változó közlekedési adatokra alapozott megbízható, valós idejű információk juttathatók el

közvetlenül a járművekbe [1]. A technológia lehetőséget kínál továbbá adatgyűjtésre is a közlekedésben résztvevő járművekről, amelyek felhasználásában és elemzésében jelentős potenciál rejlik [2].

A C-ITS rendszereket magában foglaló ITS fogalma először a 2010/40-es Európai Uniói direktívában [3] került meghatározásra, melynek preambuluma szerint „Az intelligens közlekedési rendszerek (ITS-ek) fejlett alkalmazások, amelyek célja, hogy tényleges intelligencia megtestesítése nélkül innovatív szolgáltatásokat nyújtsanak a különféle közlekedési módokhoz és a forgalomirányításhoz kapcsolódóan, valamint lehetővé tegyék a különböző felhasználók számára, hogy jobb tájékoztatást kapjanak, és biztonságosabb, összehangoltabb és „okosabb” módon használhassák a közlekedési hálózatokat.”

Erre a direktívára alapozva kezdték meg az Európai Uniói országok saját C-ITS rendszereik fejlesztését, amelyek számos különböző szolgáltatással járulnak hozzá a közlekedés biztonságosabbá, hatékonyabbá és gazdaságosabbá tételéhez, valamint az energiafelhasználás és a környezeti terhelés csökkentéséhez [4]. Az egyes C-ITS rendszerelemek közötti, nemzetközi szabványokra épülő kétirányú kommunikációnak és adatcserének köszönhetően valós idejű, pontos információk juttathatók el közvetlenül a járművekbe a szolgáltatással lefedett hálózat bármely pontján [5]. A kommunikáció történhet járművek között (V2V, Vehicle-To-Vehicle) vagy a járművek és az infrastruktúra között (V2I, Vehicle-To-Infrastructure), illetve fordított irányban az infrastruktúra és a járművek között (I2V, Infrastructure-To-Vehicle).

A C-ITS rendszerben lehetőség nyílik többek között balesetekre, úton folyó munkákra, torlódásokra, veszélyes eseményekre és időjárás körülményekre, valamint gyalogosokra és kerékpárosokra vonatkozó figyelmeztetések eljuttatására a járművekbe, továbbá a jelzőlámpás csomópontokon történő biztonságos és hatékony átkelést szolgáló és járművek előnyben részesítésére alkalmas funkciók is elérhetők [2].

A járművekbe küldött üzeneteken felül a járművek felől érkező adatok felhasználása új szintre emelheti a forgalomirányítást, a hálózaton közlekedő járművek folyamatosan rendelkezésre álló, megbízható adatforrást jelenthetnek a jövőben [6].

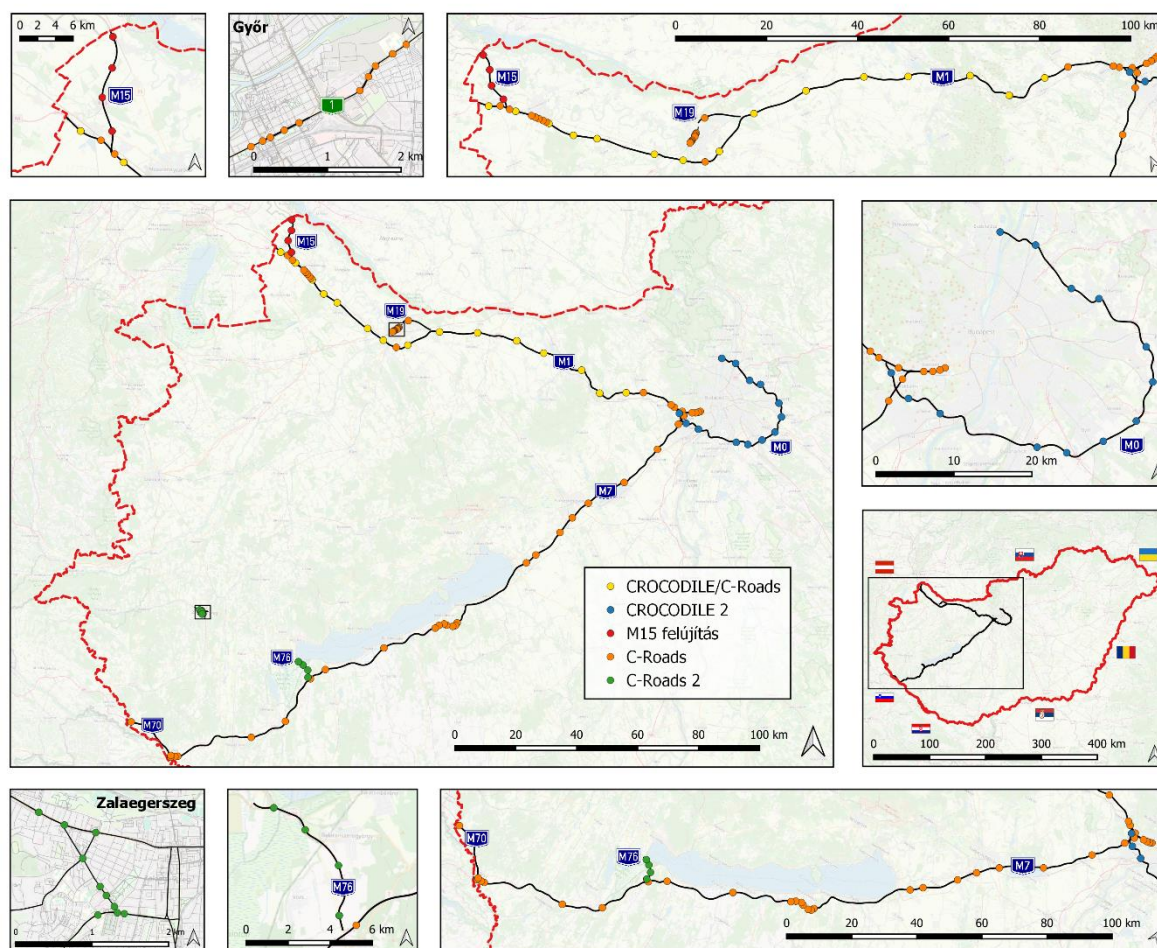
Cikkünkben bemutatjuk a hazai C-ITS rendszer felépítését, időbeli fejlődését, áttekintjük a rendszer elemeit és azok kapcsolatait. Ismertetjük az elérhető szolgáltatásokat és funkciókat és részletesen írunk a Zalaegerszegen kiépült teszt helyszínekről és a funkciók potenciális közlekedésbiztonsági hatásáról. Bemutatjuk a penetrációs ráta (forgalomban résztvevő, C-ITS fedélzeti egységgel szerelt járművek részaránya) növekedésének forgalmi áramlatokra gyakorolt hatását vizsgáló szimulációs modell eredményeit, illetve kitekintünk a járművek felől érkező adatok hasznosítási lehetőségeire is.

## 1. A hazai C-ITS rendszer

Ebben a fejezetben részletesen ismertetjük a magyarországi C-ITS rendszer időbeli fejlődését, a C-ITS rendszerek általános architektúráját, majd a hazai rendszer elemeit és az elemek közötti kapcsolatokat.

### 1.1 A rendszer fejlődése a kezdetektől napjainkig

A magyarországi C-ITS rendszerben jelenleg 130 darab fixen telepített útmenti egység található (1. ábra), amelyek az M1, M15, M7, M70 autópályák és az M0, M19, M76 autóutak mentén, valamint Zalaegerszeg és Győr városának kijelölt jelzőlámpás csomópontjaiban vannak telepítve. Ezen felül, összesen 28 darab üzemeltetési jármű (útellenőr, brigádszállító, közúti munkavégzést és terelest biztosító járművek, fénytechnikával vagy változtatható jelzéseképű táblával felszerelt utánfutók) van ellátva mobil, mozgó egységekkel. Európát tekintve Magyarországon az elsők között valósult meg C-ITS pilot rendszer, amely sokáig a leghosszabb ilyen útszakasznak számított. A rendszer kiépítésekor elsődleges szempont volt az úton folyó munkavégzések helyszíneinek biztonságosabbá tétele, a közúton dolgozók megóvása.



1. ábra: A hazai C-ITS rendszer térbelisége és telepítési fázisai (forrás: Magyar Közút, saját szerkesztés)

A magyarországi C-ITS fejlesztések Európai Unió társ-finanszírozású nemzetközi projektek keretein belül valósultak meg. A hazai C-ITS rendszer első mérföldköve a CROCODILE projekt volt, amelynek részeként 2015-ben kiépült az első pilot helyszín a transzeurópai közlekedési hálózat (TEN-T, Trans-European Transport Network) Orient-East-Med közlekedési folyósójának legforgalmasabb elemén, az Ausztria felé vezető M1 autópályán, az M0 autót és Hegyeshalom közötti szakaszon. A projektben összesen 27 útmenti egység telepítése valósult meg és 20 üzemeltetési járműre kerültek felszerelésre mobil egységek [7].

A hazai C-ITS rendszer bővítése 2019-ben, a CROCODILE 2.0\_HU projektben folytatódott az M0 autótúton, amely az országos gyorsforgalmi hálózat kiemelt jelentőségű eleme, a Mediterranean és Orient-East-Med TEN-T folyósók része. A Budapest körüli gyűrű tehermentesíti a fővárost az ország területén áthaladó jelentős tranzitforgalom alól, kapcsolatot teremt az autópályák, autótutak és főútvonalak között, valamint elősegíti az agglomerációs települések regionális forgalmának lebonyolítását. Emiatt az M0 becsatolása a hazai C-ITS rendszerbe kulcsfontosságú lépés volt. A projekt eredményeképp 26 útmenti egységgel bővült az ország C-ITS rendszere [8].

Ugyanebben az évben valósult meg a Szlovákia felé tartó, M1 autópályát Rajkával összekötő M15 autótú 2x2 sávos autópályává történő fejlesztése, amely 8 útmenti egység telepítését is magában foglalta.

A következő mérföldköve a C-Roads projekt volt, amelynek során 2020-ban, a megváltozott szabványoknak és műszaki elvárásoknak való megfelelés érdekében lecserélésre kerültek az első pilot helyszínen telepített útmenti egységek, valamint 12 további útmenti egység került telepítésre az M1 autópályá mentén. Ezen felül a Mediterranean TEN-T közlekedési folyósó részét képező, Horvátország felé tartó, M0 autótut Letenyével összekötő M7 autópályán 28, az M70 autópályán 2, az M19 autótut mentén pedig 1 egység telepítése valósult meg. A projekt során kiépült az

első városi pilot helyszín is Győrben, ahol az 1. számú főút városi átkelési szakaszán 10 szomszédos jelzőlámpás irányítású csomópontba kerültek útmenti egységek [9].

2024-ben, a C-Roads 2 projekt részeként az M76 autóúton újabb 6 útmenti egység került telepítésre, valamint kiépült a második városi pilot helyszín is Zalaegerszegen, ahol a Hock János utca, a Göcseji út és a Platán sor mentén összesen 10 egység telepítése történt meg jelzőlámpás csomópontokban és egy jelzőlámpás irányítással nem rendelkező kereszteződésben. Ebből egy helyszínen teszt jelleggel kiépült egy járművek előnyben részesítését megvalósító funkció, amely a jelzőlámpa program ideiglenes megváltoztatásával biztosítja a csomóponton történő hatékony áthaladást. Kiépült a védtelen úthasználók biztonságát szolgáló funkció is a város egyik jelentős gyalogosforgalmat lebonyolító kereszteződésében, szintén teszt jelleggel. Ezekon felül további 8 üzemeltetési járműbe kerültek beépítésre mobil egységek.

## 1.2 Rendszerhierarchia és architektúra

A hazai C-ITS rendszer felépítését tekintve három fő komponens különböztethető meg:

- központi oldali infrastruktúra
- útmenti infrastruktúra
- jármű oldali infrastruktúra.

A központi oldali infrastruktúra elsődlegesen az információmenedzsmentért felelős. Itt történik a különböző forgalmi adatszolgáltató rendszerekből érkező adatokat gyűjtése és átalakítása. Az egységesített, szabványos formátumú adatok a központi adatmenedzsment platformról (C-ITS-S, Central ITS Station) továbbításra kerülnek a megfelelő útmenti infrastruktúra elemek felé az üzenet szempontjából releváns terjesztési területen. Továbbá, a központi oldali infrastruktúra felelős az útmenti infrastruktúra elemekről érkező adatok fogadásáért is.

Az útmenti infrastruktúra elemei (R-ITS-S, Roadside ITS Station) az útmenti egységek (RSU, Roadside Unit), amelyek fogadják a központi infrastruktúrától érkező adatokat, illetve adatokat továbbítanak felé. Az eszközök lehetnek fixen telepítettek, illetve mozgó, mobil (pl. ideiglenes forgalomterelés esetén kihelyezett, üzemeltetési járműveken elhelyezett) eszközök is. A hazai rendszerben ezek az egységek ITS-G5 adatkapcsolaton keresztül kommunikálnak az elhaladó járművekben található fedélzeti egységekkel, amely egy rövid hatótávolságú, az otthoni használatra szánt Wi-Fi-hez hasonló technológia, viszont engedélyköteles, 5,9 GHz-s frekvenciatartományban működik. Az európai országok C-ITS projektjeiben jellemzően ezt a technológiát alkalmazzák, de gyakran előfordul a mobil celluláris hálózatra épülő megoldás is, amelynek legnagyobb előnye az egyre szélesebb körben kiépített, jelentős lefedettséggel bíró 4G és 5G mobilhálózati infrastruktúra használatának lehetősége. Létezik továbbá a két kommunikációs technológia kombinációja is, az úgynevezett hibrid megoldás.

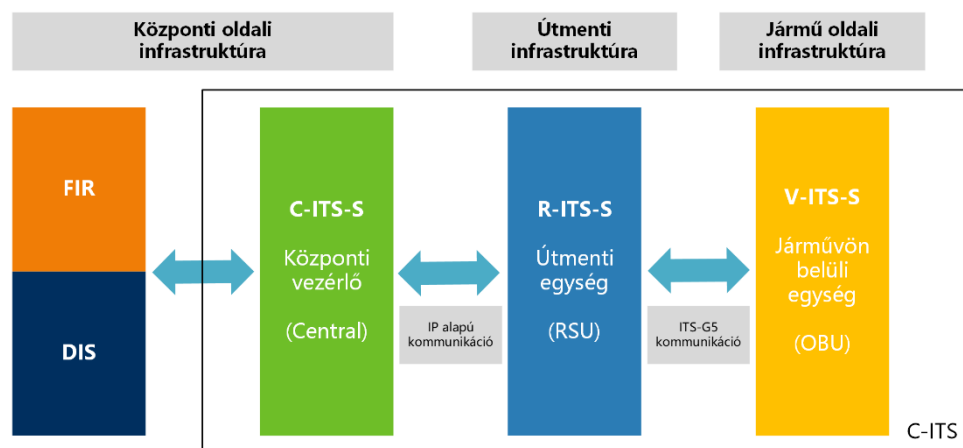
A jármű oldali infrastruktúra (V-ITS-S, Vehicle ITS Station) a járművekben elhelyezett fedélzeti egységeket (OBU, Onboard Unit) jelenti, amelyek az útmenti egységekről érkező adatok fogadják, illetve adatokat szolgáltatnak a járműről és a jármű mozgásáról. Az eszközhöz jellemzően kapcsolódik egy kijelző is, amelyen a fogadott adatok alapján előállított üzenetek jelennek meg.

A hazai C-ITS rendszerben (2. ábra) a központi oldali infrastruktúrához tartozó forgalmi adatszolgáltató rendszereket a Magyar Közút Nonprofit Zrt. (továbbiakban Magyar Közút) forgalomirányítási rendszere (FIR) és a szervezet által üzemeltetett Útinform szolgálat diszpécseri rendszere (DIS) jelentik. Az adatszolgáltató rendszerekből érkező adatok automatizált módon DATEX formátumba kerülnek átalakításra, amely a közlekedési és forgalmi adatok megosztásának egységesítésére létrehozott szabvány [10]. Az adatok ez után egy eszköz- és adatmenedzsment platformra kerülnek (Commsignia Central), ahonnan újabb átalakítást követően az ETSI (European Telecommunications Standards Institute) által kidolgozott, C-ITS üzenetekre vonatkozó szabványoknak megfelelő formátumban kerülnek továbbításra a sugárzáshoz kiválasztott útmenti egységeknek. A platform a C-ITS rendszerhez csatlakoztatott összes útmenti és járműfedélzeti egységhez számos felügyeleti, vezérlési és kezelési funkciót is biztosít [11].

A gyorsforgalmi hálózaton található útmenti egységek többnyire változtatható jelzéseképű táblák portálszerkezetűek, illetve segélykérő oszlopokon kerültek elhelyezésre. A rajtuk keresztül kisugárzott jelzések előállítása automatikusan történik a forgalmi adatszolgáltató alrendszerekből érkező dinamikus

forgalmi adatok és események alapján. A jelzőlámpás csomópontokban található eszközök tartóoszlopokra kerültek. Ezek közvetlenül a jelzőlámpa vezérlőberendezésekkel vannak összekapcsolva szoftveres integráción keresztül, amelynek eredményeképpen a központi oldali infrastruktúra felől érkező automatikusan előállított üzenetekon kívül a jelzőlámpák aktuális állapotára és időzítésére vonatkozó információk sugárzására is alkalmasak.

A mobil útmenti egységhez tartozik egy speciális vezérlő alkalmazás is, amelynek segítségével a kisugárzott jelzéseket előzetesen meghatározott, a közúti munkavégzéshez kapcsolódóan leggyakrabban használt jelzések közül lehet kiválasztani. A mobil egységeken keresztül kisugárzott adatokat az előzőekben leírtakkal megegyezően képesek fogadni a járműfedélzeti egységek és megjelenítik a kapcsolódó jelzéseket.



2. ábra: A hazai C-ITS rendszer architektúrája (forrás: Magyar Közút, saját szerkesztés)

Az útmenti egységek felől érkező adatok fogadására szolgáló járműfedélzeti egységek egyes újabb járműmodellekben (pl. legújabb Volkswagen Golf 8 és ID modellek) gyárilag beépítve is megtalálhatók és a különböző jelzések közvetlenül a műszerfalon jelennek meg. A magyarországi rendszerből érkező adatokat, habár fogadják ezek a járművek, de jelenleg nem jelenítik meg a kapcsolódó üzeneteket hitelesítési okok miatt. A C-ITS rendszerek kritikus eleme az úgynevezett PKI (Public Key Infrastructure), amelyre a biztonságos kommunikáció biztosítása érdekében van szükség. A C-ITS rendszer eszközei egyedi digitális tanúsítványokkal rendelkeznek, amelyek azonosítása és hitelességének igazolása elengedhetetlen. A PKI magában foglalja ezen tanúsítványok kezelését, kiadását és visszavonását, valamint biztosítja az adatok titkosítását, az üzenetek megbízhatóságát [12]. A magyarországi C-ITS rendszer jelenleg zárt teszttüzemben működik, PKI nélkül, ebből kifolyólag csak a Magyar Közútnál rendelkezésre álló teszt eszközön jeleníthetők meg az üzenetek.

Tekintve a rendszer aktuális korlátait, a C-ITS üzenetek forgalomban résztvevőkre gyakorolt hatása valós adatokra alapozva nem vizsgálható. A potenciális kihatások elemzéséhez első lépésként a hálózaton közlekedő, C-ITS fedélzeti egységgel rendelkező járművek arányának (penetrációs ráta) meghatározása szükséges (3.4 fejezet), amelynek ismeretében megbecsülhető a szolgáltatások tényleges hozadéka, amelyre szimuláció segítségével kerestük a választ (3.3 fejezet).

A Magyar Közútnál rendelkezésre állnak olyan tesztelésre szánt járművön belüli egységek, amelyek az üzenetek fogadására és megjelenítésére egyaránt alkalmasak és bármilyen járműbe beszerelhetők. Az egységekhez tartozik egy nagy pontosságú GPS antenna, valamint vezeték nélküli kapcsolaton keresztül csatlakoztathatók olyan dedikált eszközökhöz (táblagép, telefon), amelyeken telepítve van az üzenetek megjelenítéséhez szükséges alkalmazás.

## 2. A C-ITS szolgáltatásokról általában

Az együttműködő intelligens közlekedési rendszerek fejlesztésének harmonizációja és koordinálása a C-ITS Platform munkájával kezdődött, majd a C-Roads Platform keretein belül folytatódott, amelynek elsődleges célja a tagországok C-ITS rendszerei közötti interoperabilitás biztosítása. A platform munkáját tematikus munkacsoportokban végzi, amelyek különböző szakterületekre fókuszálnak. A C-

ITS rendszerben elérhető funkciók és szolgáltatások meghatározása, szakmai és műszaki kidolgozása szintén az együttműködés révén valósul meg, amelyek folyamatosan frissülő és bővülő műszaki dokumentációja a „C-Roads Harmonised C-ITS Specification” című kiadványban kerülnek publikálásra. [13]. A különböző C-ITS funkciók bevezetésére létrehozott lépcsős modell Day1 szolgáltatásnak nevezi azokat a funkciókat, amelyek alapvetően a közlekedés biztonságát és hatékonyságát szolgálják. A Day1 szolgáltatásokkal azonos feltételek mellett valósíthatók meg a Day1.5 szolgáltatások, amelyek a társadalom helyett az egyes felhasználókat helyezi előtérbe személyre szabott információk szolgáltatásával. Az említett dokumentum a Magyarországon elérhető funkciók és a C-ITS fejlesztéseket tartalmazó projektek tekintetében is irányadó [14]. A hazai C-ITS rendszerben jelenleg elérhető szolgáltatások között megtalálhatók kifejezetten gyorsforgalmi és városi környezetre szabottak, de olyanok is, amelyek mindkét környezetben értelmezhetők és alkalmazhatók. Az egyes szolgáltatásokhoz több különböző funkció tartozik, amelyek teljesskörű, részletes ismertetésétől jelen cikkben eltekintünk.

## 2.1 A C-ITS szolgáltatások és funkciók áttekintése

Az IVS (In-Vehicle Signage) szolgáltatással az aktuális statikus és dinamikus közúti jelzések jeleníthetők meg a járművön belül, például a változtatható jelzésekű táblákra kivezérelt szöveges és grafikus üzenetek.

A HLN (Hazardous Location Notification) funkciók különböző potenciálisan veszélyes helyekre, helyzetekre, eseményekre, forgalmi és környezeti állapotokra vonatkozó figyelmeztetéseket jelenítenek meg. A szolgáltatással előrejelezhető például baleseti helyszín (HLN-AZ, Accident Zone), torlódás (HLN-TJA, Traffic Jam Ahead), veszélyes időjárási körülmények (HLN-WCW, Weather Condition Warning) vagy az ebből adódóan átmenetileg megváltozott útburkolati állapot (HLN-TSA, Temporarily Slippery Road).

Az RWW (Road Works Warning) szolgáltatás a közúti munkaterületek környezetében történő áthaladást segíti elő a munkavégzéshez kapcsolódó veszélyekre és változásokra vonatkozó információkkal, figyelmeztető üzenetekkel. A szolgáltatás segítségével kijelvezhetők például a lezáráshoz kapcsolódó sebességkorlátozások, a korlátozásban érintett keresztmetszet (RWW-RC, Road Closure) és forgalmi sávok (RWW-LC, Lane Closure). A közlekedők tájékoztatásán felül a szolgáltatással jelentősen növelhető a munkaterületek és az ott dolgozók biztonsága, megóvhatók a területen lévő üzemeltetési eszközök és járművek. A 3.3 fejezetben bemutatásra kerülő szimulációs modell segítségével többek között egy háromsávú autópálya szakaszon került elemzésre a szolgáltatás sávlezárásra figyelmeztető funkciójának várható hatása a forgalmi áramlatokban bekövetkező változások számszerűsítésére alkalmas paraméterek vizsgálatával.

Az SI (Signalized Intersections) szolgáltatás információt nyújt a közlekedők számára a jelzőlámpás irányítású csomópontokon történő biztonságos és hatékony átkeléshez. A csomópont felé közeledő járműben kijelvezhetők az aktuális jelzőlámpa állapotra vonatkozó időzítések az igénybe vett forgalmi sávnak megfelelően (SI-SPTI, Signal Phase Timing Information). Amennyiben a csomópont felé közeledő jármű detektáláskor fennálló sebességét változatlanul feltételezve a jelzőlámpához érve tilos jelzésen haladna át, erről figyelmeztető üzenetet kap (SI-ISVW, Imminent Signal Violation Warning). A szolgáltatás egyik speciális funkciója a zöld jelzésre optimalizált sebességajánlás (SI-GLOSA, Green Light Optimal Speed Advisory), amely olyan sebességtartományt jelez ki a járművezetőnek, amellyel folyamatosan haladva szabad jelzésre fog a jelzőlámpához érkezni. A Magyar Közút a győri pilot helyszínen működési tesztet hajtott végre. Azonos időben, azonos körülmények között két jármű haladt végig a szakaszon, az egyik jármű vezetője alkalmazta a GLOSA által ajánlott sebességet, a másik pedig C-ITS üzenetek nélkül közlekedett. A mérési eredmények azt mutatták, hogy az utazási idő és az átlagsebesség érdemben nem változott, viszont a megállások száma közel 21%-kal, a várakozási idő pedig közel 11%-kal csökkent [11]. A szolgáltatáshoz tartozik két további funkció is, amelyek dedikált járművek előnyben részesítését teszik lehetővé a csomópontban futó jelzőlámpa program ideiglenes befolyásolásával (SI-TLP, Traffic Light Priority és SI-EVP, Emergency Vehicle Preemption). A Zalaegerszegen kiépült teszt helyszínről, a funkciók működési elvéről a 3.1 fejezet tartalmaz részletes információkat.

A PVD (Probe Vehicle Data) szolgáltatással a járművek felől érkező adatok fogadása és gyűjtése valósítható meg a C-ITS járműfedélzeti egységek által ciklikusan megosztott, a járműre és a jármű

mozgására vonatkozó adatokat tartalmazó CAM (Cooperative Awareness Message) üzenetek formájában. A központi oldali infrastruktúrától az útmenti egységeken keresztül a járműfedélzeti egységeknek címzett üzeneteken felül a forgalomban résztvevő járművekről gyűjtött adatok részletességüket, adattartalmukat és rendelkezésre állásukat tekintve a forgalmi monitoring és forgalomirányítási módszereinek jövőbeli perspektíváját jelenthetik. A CAM üzenetek felépítése, attribútumai és lehetséges felhasználási módjai a 3.4 és 3.5 fejezetekben kerülnek tárgyalásra.

A VRU (Vulnerable Road User) szolgáltatás a fejlettebb C-ITS alkalmazások egyike, amelynek lényege, hogy az úttestre lépés előtt érzékeli a gyalogosokat és kerékpárosokat és erre alapozva figyelmeztető jelzést küld az átkelőhely felé közeledő járműveknek. A Zalaegerszegen teszt jelleggel megvalósult rendszer a 3.2 fejezete részletesen bemutatásra kerül [14].

### 3. A C-ITS szolgáltatások közlekedésbiztonságra gyakorolt hatása

Ebben a fejezetben részletesen bemutatásra kerülnek a Zalaegerszegen teszt jelleggel kiépült, elsőbbségkérési és a védtelen közlekedők biztonságát szolgáló C-ITS funkciók, amelyek jelentősen hozzájárulhatnak a közlekedésbiztonság fokozásához. Összefoglaljuk továbbá a sávlezárára figyelmeztető funkció gyorsforgalmi szakaszokon várható hatásának vizsgálatát célzó szimulációs modell eredményeit. Részletesen tárgyaljuk a járművek felől érkező CAM üzenetek felhasználási lehetőségeit, többek között a C-ITS fedélzeti egységgel felszerelt járművek forgalomban való részarányának (penetrációs ráta) meghatározására és példákon keresztül mutatjuk be a közlekedő járművek adatainak forgalmi monitoring és forgalomirányítás terén történő hasznosíthatósági lehetőségeit.

#### 3.1 Jelzőlámpás csomópontok elsőbbségkezelő alkalmazásai

A 2024-ben zárult C-Roads 2 projekt részeként Zalaegerszegen a Malom utca és Göcseji út jelzőlámpával irányított kereszteződésében teszt jelleggel két speciális C-ITS funkció valósult meg, amelyek dedikált járművek előnyben részesítését, a csomóponton történő hatékony, akadálymentes áthaladását szolgálják. Mindkét funkció az SI (Signalized Intersections) szolgáltatás része. A TLP (Traffic Light Priority) funkció előre meghatározott járművek körének, az EVP (Emergency Vehicle Preemption) pedig kifejezetten a speciális vészhelyzeti, megkülönböztető jelzést használó járművek előnyben részesítését valósítja meg. Habár mindkét funkció alapját a jelzőlámpa program ideiglenes megváltoztatása jelenti, az EVP funkció logikája több csomóponti mozgást érintően avatkozik be. A TLP funkciókkal rendelkező járműfedélzeti egységek a helyi közösségi közlekedés támogatása érdekében az érintett szakaszon menetrend szerint közlekedő autóbuszokba kerültek beépítésre, az EVP funkcióval működő egységek pedig a mentőszolgálat járműveibe kerülhetnek a továbbiakban.

Amennyiben az említett funkciók valamelyikével rendelkező járműfedélzeti egység a jelzőlámpa vezérlőberendezéssel összekapcsolt útmenti egység érzékelési területére érkezik, elsőbbségkérési jelzést küld, majd a vezérlőgép az adott járműfedélzeti eszközhöz rendelt szereptől (tömegközlekedési vagy megkülönböztető jelzést használó jármű) függően a TSP vagy EVP funkció logikája alapján avatkozik be és biztosítja a jármű mielőbbi áthaladását a csomóponton.

EVP esetén az érkezés irányától függően, vagy minden irány számára tilos jelzés, vagy a tilos jelzésekkel egyidejűleg kizárólag a jármű érkezési irányával azonos mozgást irányító jelzőfejeket szabad jelzés kerül kivezérlésre. Ez az átmeneti állapot mindaddig fennáll, amíg az elsőbbségi igényt küldő járműfedélzeti egység az érkezési irányhoz rendelt érzékelési területről ki nem lép vagy az állapot fennállásának ideje el nem éri annak előre meghatározott felső határát, ezáltal minden esetben biztosított az eredeti jelzőlámpa programba való visszatérés.

TLP esetén a beavatkozás kevésbé drasztikus, a logika az autóbuszok közlekedési útvonalának forgalmát irányító jelzőlámpán kivezérelt szabad jelzés kezdetét tudja igény esetén az eredeti jelzőlámpa programhoz képest előbbre hozni vagy a szabad jelzés hosszát megnyújtani.

Alá-fölrendeltségi viszonyokat tekintve az EVP magasabb prioritással bír a TLP funkcióhoz képest, tehát ha egyszerre érkezik előnyben részesítési igény két különböző szerepkörrel ellátott járműfedélzeti eszköz felől, az EVP élvez elsőbbséget.

A vészhelyzeti járművek elsőbbségét biztosító funkcióval megelőzhetők azok a balesetek, amelyek a megkülönböztető fény-és hangjelzések észlelésének bizonytalanságából és elmulasztásából adódnak, mivel a jármű lehetséges továbbhaladásának irányait keresztező forgalom még a jármű csomópontba érkezése előtt tilos jelzést kap. A funkció a későbbiekben kiegészíthető egy további, jelenleg Magyarországon még be nem vezetett funkcióval, amely figyelmeztető jelzést küld a járműveknek a vészhelyzeti jármű közeledéséről (EVA, Emergency Vehicle Approaching).

### 3.2 Védtelen közlekedők biztonságát szolgáló rendszer

Szintén a projekt részeként, egy jelzőlámpás irányítással nem rendelkező, jelentős gyalogosforgalmat lebonyolító kereszteződésben a Göcseji út és Déryné utca találkozásánál egy gyalogosok és kerékpárosok védelmét szolgáló funkció valósult meg szintén teszt jelleggel. A kijelölt gyalogos-átkelőhelyet és kerékpáros átvezetést minden lehetséges áthaladási irányból különböző technológiával működő szenzorok monitorozzák és amennyiben átkelni szándékozót észlelnek, a kihelyezett útmenti egység erre vonatkozó figyelmeztető jelzést küld a hatósugarában lévő, az átkelés útját keresztező forgalmi sávokban közlekedő járműveknek. Az alkalmazott technológia képes különbséget tenni gyalogosok és kerékpárosok között és az észlelés hatására kisugárzott üzenet ennek megfelelő, veszélyre figyelmeztető piktogramot tartalmaz.

A gyalogosokra és kerékpárosokra figyelmeztető funkcióval jelentősen csökkenthető a veszélyes helyzetek és balesetek valószínűsége. Kifejezetten olyan helyzetekben hasznos a C-ITS rendszeren keresztül küldött figyelmeztetés, amikor a járművezető figyelmetlenségéből vagy a látási viszonyokból adódóan a gyalogosok és kerékpárosok későn vagy nehezen észlelhetők.

### 3.3 Sávlezárásra figyelmeztető funkció potenciális hatásának vizsgálata szimulációval

A különböző C-ITS funkciók közlekedésbiztonságra és forgalomra gyakorolt hatásának közvetlen vizsgálata és kvantitatív leírása valós adatokra alapozva jelenleg nem valósítható meg hazai környezetben. Ennek oka, hogy a C-ITS üzenetek fogadására és megjelenítésére képes járművek részaránya a forgalomban igen alacsony. A közlekedésmérnöki gyakorlatban népszerű szimulációs módszerek viszont alkalmasak lehetnek meglévő vagy tervezett szolgáltatások várható hatásának vizsgálatára a járművezető feltételezhető reakciójának, viselkedésének modellezésével.

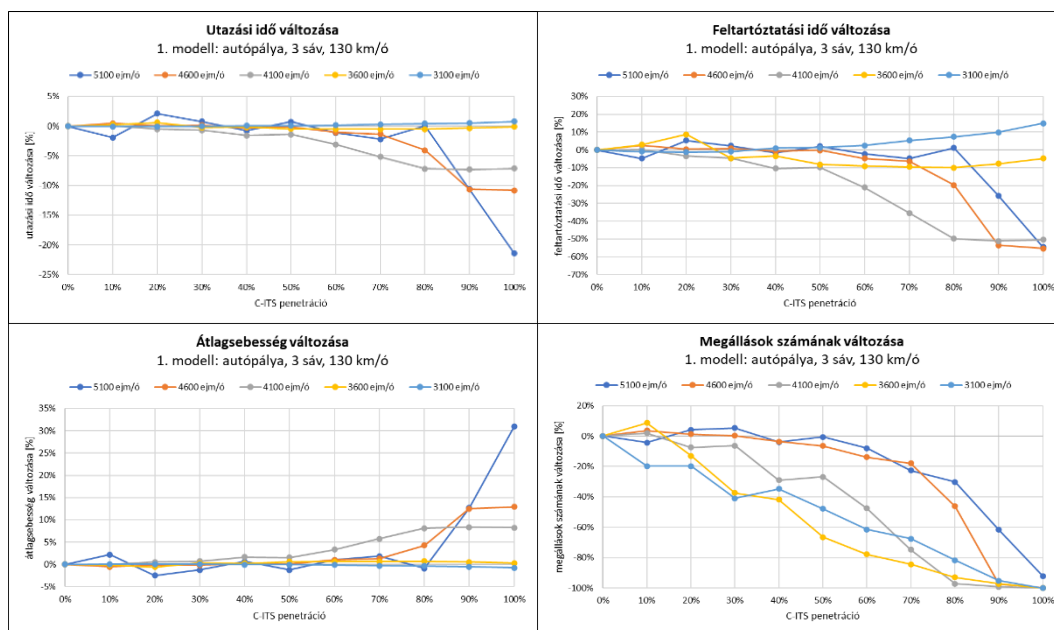
A Magyar Közút C-Roads Platform tevékenységének keretein belül elkészített egy makroszkopikus szimulációs modellt, amelyben az RWW (Road Works Warning) – mint kiemelten fontos C-ITS – szolgáltatás sávlezárásra figyelmeztető LC (Lane Closure) funkciójának potenciális hatása került elemzésre a magyarországi autópályák és autóutak reprezentatív szakaszain [15]. A funkciónak köszönhetően a munkavégzés helyszíne felé közeledő járműben már érkezés előtt, a hagyományos közúti jelzésekkel történő információátadáshoz képest korábban rendelkezésre áll a potenciálisan veszélyes helyzetre és megváltozott körülményekre vonatkozó információ, így a járművezető előbb fel tud készülni a várható forgalmi helyzetre és annak megfelelően változtathatja meg sebességét, illetve hamarabb tudja elkezdni a besorolást egy folyamatos haladást biztosító forgalmi sávba. Ennek eredményeként jelentősen növelhető a közlekedők és pályán dolgozók biztonsága, valamint a forgalomlefolys is javítható a munkaterület közvetlen környezetében és az elkorlátozással érintett szakaszon.

Az egyes modellekben különböző forgalomnagyságok és a C-ITS fedélzeti egységgel szerelt járművek részarányának kombinációja mellett történt meg a forgalmi áramlatban bekövetkező változások leírására leginkább alkalmas paraméterek mérése: utazási idő, feltartóztatási idő, átlagsebesség, megállások száma. A szimulációk két, illetve háromsávós autópályák és autóutak szakaszmodelljeit tartalmazzák az útkategóriának megfelelő elkorlátozási szabályok alkalmazásával. A forgalomnagyságok a vonatkozó Útügyi Műszaki Leírásban [16], az adott útkategóriához meghatározott szolgáltatási színvonalakhoz tartozó értékek alapján kerültek megválasztásra.

A 3. ábra a háromsávós autópálya modell mérési eredményei alapján mutatja be a vizsgált paraméterek százalékos változását a kiindulási esethez viszonyítva, amikor a penetrációs ráta nulla. Megfigyelhető, hogy adott forgalomnagyság esetén a penetrációs ráta növekedése elsőként a megállások számában okoz pozitív hatásként értelmezhető változást (csökkenést). Ezt követi a feltartóztatási idő és azzal egyidejűleg, de eltérő léptékkal az utazási idő és az átlagsebesség. Minden scenárió esetében megfigyelhető továbbá a penetrációs ráta növekedésével elérhető változások maximuma, amelyekhez

meghatározható egy-egy penetrációs ráta küszöbérték, ami fölött már nem tapasztalható jelentős változás. A legalacsonyabb forgalomnagyságok esetén a feltartóztatási időben negatív hatásként értelmezhető változás (növekedés) figyelhető meg a penetrációs ráta növekedésével, melynek oka lehet, hogy a forgalom kiindulási állapotában alapvetően nem jellemző torlódás és sorfelépülés, viszont a sávlezárásra figyelmeztető C-ITS üzenet hatására közel azonos keresztmetszetre tevődnek a sávváltások, ami lassításra kényszerítheti a járműveket.

A szimulációs eredmények alapján a megállások számában már alacsonyabb penetrációs ráta mellett javulás figyelhető meg a többi vizsgált paraméterhez képest. 20% körüli javulás eléréséhez 5100 és 4600 Ejm/ó forgalomnagyságok esetén 70%-os, 4100 Ejm/ó esetén 40%-os, 3600 Ejm/ó esetén 20%-os, 3100 Ejm/ó esetén pedig 10%-os penetrációs rátára volt szükség.



3. ábra: A sávlezárásra figyelmeztető C-ITS funkció szimulációjának eredményei (forrás: Magyar Közút, saját szerkesztés)

### 3.4 C-ITS penetrációs ráta vizsgálata a járművek felől érkező üzenetek alapján

Magyarország C-ITS szolgáltatásokkal lefedett hálózatán a járműfedélzeti egységgel felszerelt járművek részaránya jelenleg igen alacsony. A penetrációs ráta számszerűsítéséhez a Magyar Közút előzetes elemzést végzett az M1 és M7 autópályák és M0 autótűt néhány kiválasztott keresztmetszetén 2023.04.12, 2023.04.19, 2023.09.20 és 2023.09.27 napjaira. Elsőként összevetésre kerültek a gyorsforgalmi utak mentén telepített útmenti eszközök pozíciói és azon forgalomszámlálási keresztmetszetek, amelyekben folyamatos az elhaladó járművek számának rögzítése. Ezek alapján kerültek kiválasztásra a vizsgálat elvégzésére alkalmas helyszínek, ahol a két detektálási pont (forgalomszámláló állomás és útmenti C-ITS egység) között nincs lehetőség fel-és lehajtásra, így biztosított, hogy az elhaladó járművekről mindkét csatornán keresztül megtörténhet az adatok rögzítése (útmenti egység esetén csak a járműfedélzeti egységgel felszerelt járművek detektálhatók). Így, az azonos időalapra hozott, aggregált járműszám értékek arányainak meghatározásával számítható a valós penetrációs ráta. A vizsgálathoz kiválasztott helyszíneket és a hozzájuk tartozó, legmagasabb előforduló penetrációs ráta értékeket az 4. ábra mutatja be. Az üzenetek forrásának elemzésével nyomon követhető a járműfedélzeti egységgel szerelt járművek részarányának alakulása a forgalomban, amely a szolgáltatások várható hatásának szempontjából releváns mutató.



4. ábra: A penetrációs ráta vizsgálatának helyszínei és legmagasabb értékei (forrás: Magyar Közút, saját szerkesztés)

### 3.5 A járművek felől érkező üzenetek hasznosítási lehetőségei

Útüzemeltetőként a Magyar Közút elsődleges célja, hogy biztonságos és zavartalan közlekedést biztosítson a forgalomban résztvevők számára. A forgalomirányítás területén reaktív közútkezelőből proaktív, hosszú távon pedig prediktív igyekszik válni, amelyet a C-ITS rendszer jelentős mértékben képes támogatni. A megfelelő döntések meghozatalához valós idejű, megbízható adatokra van szükség, amelyek gyűjtéséhez a jelenleg használt eszközök (pl. forgalomszámláló állomások, eseményfelismerő kamerák, időjárás és útállapot szenzorok) sora a C-ITS infrastruktúrával bővíthető. Az úthálózaton közlekedő járművekről származó adatok rendelkezésre állásukat, tartalmukat és minőségüket tekintve egyaránt a forgalomirányítási döntések fontos bementi forrásai lehetnek.

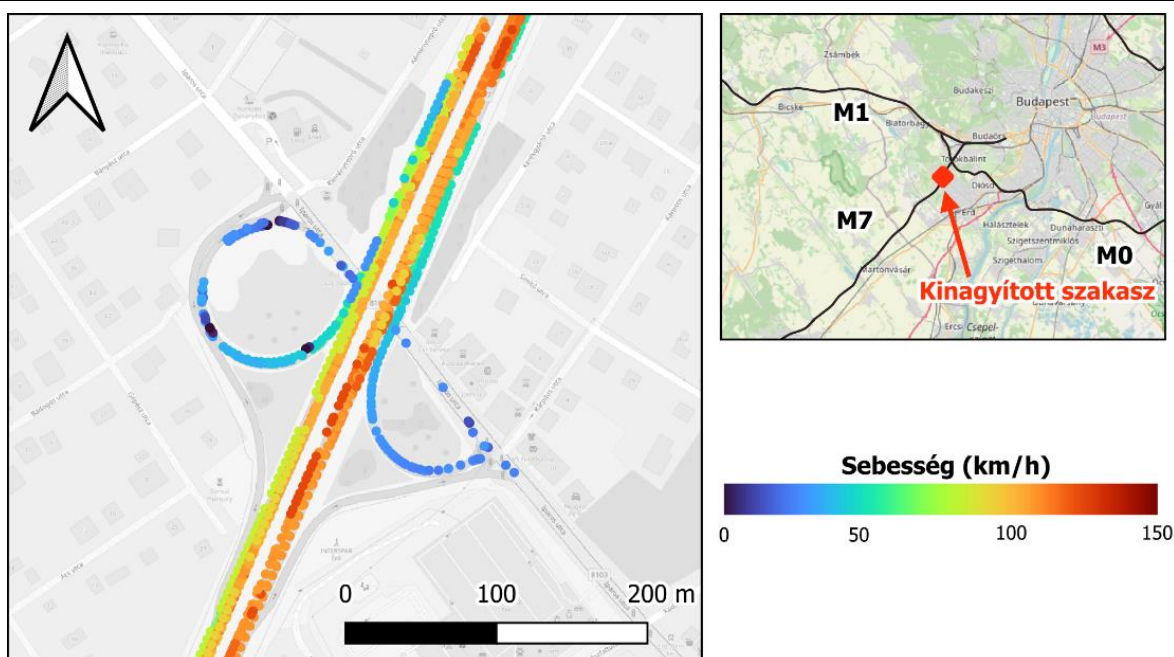
A járműfedélzeti egység a járműre és a jármű mozgására vonatkozó adatokat úgynevezett CAM (Cooperative Awareness Message) üzenetek formájában továbbítja útmenti egységek felé, amelyek a forgalomirányítási rendszerben kerülnek tárolásra. A CAM struktúra az ETSI által kidolgozott és szabványosított üzenettípus, amely hierarchikusan elrendezett adatelemek gyűjteménye. Az üzenetek statikus (pl. jármű szélessége, hosszúsága) és dinamikus (pl. GPS pozíció, haladási irány, sebesség, gyorsulás), valamint a járművön belüli eszközök (pl. gázpedál, fékpedál állapota, kormánysszög, világítás, irányjelzők) állapotára vonatkozó adatokat egyaránt tartalmaznak [17].

Az adatsomagok generálásának frekvenciája 1-10 Hz között változik. Az üzenetek előállítása az alábbi jellemzők változásának hatására történik:

- pozíció: 4 méternél nagyobb változás a jármű pozíciójában
- sebesség: 0,5 m/s vagy annál nagyobb változás a jármű sebességében
- haladási irány: +/- 4° vagy annál nagyobb változás a jármű haladási irányában.

Amennyiben a fenti kritériumok közül egy másodpercig vagy annál hosszabb ideig egyik sem teljesül, akkor az egymást követő CAM üzenetek közötti legnagyobb megengedett időbeli különbséggel, 1 másodpercenként történik az üzenetek előállítása. A legrövidebb idő két üzenet generálása között 0,1 másodperc lehet. A szabványosított CAM üzenet struktúrája kötelező és opcionális elemeket is tartalmaz, amelyek rögzítésének gyakorisága is eltérő lehet. Az üzenetek mérete az előbbiek miatt 200-800 byte között változik az aktuálisan rögzített attribútumok függvényében, a jellemző átlagos üzenetméret 350 byte körüli [18].

CAM üzenetek formájában rengeteg különböző adat érkezik, amelyek közvetlenül az úthálózaton közlekedő járművektől származnak és alacsony késleltetéssel elérhetők. Az adatok között megtalálhatók más, jelenleg is használt eszközökkel gyűjtött adatok (pl. sebesség), viszont azok pontszerűségével szemben a C-ITS rendszerben a szolgáltatással lefedett teljes úthálózatra vonatkozóan elérhetővé válnak. Az 5. ábra a Magyar Közút által elvégzett előzetes elemzés eredményét szemlélteti, amelyen a C-ITS járműfedélzeti egységgel felszerelt járművektől származó CAM üzenetek láthatók a sebesség attribútum alapján színezve, 2023.04.12 napjára vonatkozóan.



5 ábra: Járművek felől érkező CAM üzenetek grafikus megjelenítése (forrás: Magyar Közút, saját szerkesztés)

Közútkezelői szempontból rendkívül hasznos információ az úthálózat egyes szakaszain közlekedő járművek sebességének ismerete, amely lehetővé teszi például a forgalmi zavarok gyors felismerését. Detektálhatók például a balesetek, és az ezekhez kapcsolódó torlódások kialakulása és megszűnése is nyomon követhető és ezekre az információkra alapozva tájékoztathatók a közlekedők az aktuális forgalmi állapotról. A sebesség adatok alapján továbbá feltérképezhetők azok a szakaszok, ahol jellemzően a megengedett legnagyobb sebesség fölött közlekednek a járművek és ennek megfelelően különböző forgalomtechnikai beavatkozások tervezhetők meg. A CAM üzenetekből származó adatok historikus elemzése jelentősen segítheti a forgalmi anomáliák megértését, valós idejű adatokkal kiegészítve pedig predikciós eljárásokhoz is felhasználhatók.

## Konklúzió

A C-ITS rendszerek a járművek és az infrastruktúra kétirányú kommunikációjára épülő szolgáltatásokkal jelentősen hozzájárulnak elsősorban a közlekedés biztonságának fokozásához, valamint hatékonyabbá és gazdaságosabbá tételéhez. A magyarországi C-ITS pilot rendszer Európában az elsők között épült ki és bővítése számos fejlesztési projekt részeként, több lépcsőben valósult meg, amelynek jövőbeli folytatása is várható. A jelenleg elérhető funkciók között megtalálhatók például munkavégzésre, balesetekre, torlódásra, gyalogosokra és kerékpárosokra vonatkozó figyelmeztetések, valamint a jelzőlámpák befolyásolására alkalmas funkciók és a csomópontokon történő biztonságos és hatékony áthaladást támogató információszolgáltatás is. A közlekedők tájékoztatása az információátadás hagyományos, helyhez kötött eszközeit C-ITS szolgáltatásokkal kiegészítve új szintre emelhető, valós idejű, pontos és megbízható információk juttathatók el közvetlenül a járművekbe. A járművek felől érkező CAM üzenetek révén olyan adatok is hozzáférhetővé válnak, amelyek korábban nem voltak elérhetők, illetve a pontszerű mérések kiterjeszthetők a teljes hálózatra. Az így gyűjtött adatok historikus és valós idejű elemzése jelentősen hozzájárulhat a forgalmi folyamatok és anomáliák megértéséhez, a hálózat monitorozásához és összességében a közlekedésbiztonság növeléséhez. A hazai C-ITS rendszer eddigi tapasztalatai és várható jövőbeli fejlődési irányai azt vetítik előre, hogy a technológiában rejlő lehetőségek számos területen támogatni tudják a közútkezelőket, így a forgalomirányítás területén proaktívvá, hosszú távon pedig prediktívvá válhatnak.

*Köszönetnyilvánítás: Köszönjük Tomascsek Tamás és Selmeczy András (Magyar Közút Nonprofit Zrt., Intelligens közlekedési rendszerek osztály) cikkhez nyújtott segítségét és támogatását.*

**Irodalomjegyzék**

- [1] Sjöberg, K., Andres, P., Buburuzan, T., Brakemeier, A.: Cooperative intelligent transport systems in Europe: Current deployment status and outlook. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 2017/12 89-97
- [2] Sambeek, van, M., Ophelders, F. E. B., Bijlsma, T., Kluit, van der, B., Turetken, O., Eshuis, H., Traganos, K., Grefen, P. W. P. J.: Towards an architecture for cooperative-intelligent transport system (C-ITS) applications in the Netherlands, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2015.
- [3] Az Európai Parlament és a Tanács 2010/40/EU irányelve (2010. július 7.) az intelligens közlekedési rendszereknek a közúti közlekedés területén történő kiépítésére, valamint a más közlekedési módokhoz való kapcsolódására vonatkozó keretről (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX%3A32010L0040>) (2024.07.10.)
- [4] Lu, M., Turetken, O., Adali, O.E., Castells, J., Blokpoel, R., Grefen, P.W.P.J.: C-ITS (cooperative intelligent transport systems) deployment in Europe: challenges and key findings. 25th ITS World Congress, Koppenhága 2018. szeptember 17-21.
- [5] Karkhanis, P. D., van den Brand, M. G. J., Rajkarnikar, S.: Defining the C-ITS reference architecture, *Proceedings - 2018 IEEE 15th International Conference on Software Architecture Companion*, 2018/148-151
- [6] Bódi A.: Közlekedésbiztonság fokozását megalapozó Komplex ITS Ökoszisztéma kialakításának kérdései, Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori iskola, Budapest, 2022.
- [7] Wippelhauser A., Tomaschek T., Verdes M.; Bokor L.: Real-Life Traffic Data Based ITS-G5 Channel Load Simulations of a Major Hungarian C-ITS Deployment Site. *Applied Sciences*, 2023, 13(14):8419.
- [8] A CROCODILE I-III. fázisának magyarországi eredményei ([https://www.budapestkozut.hu/wp-content/uploads/2023/02/2023\\_Crocodile\\_HU.pdf](https://www.budapestkozut.hu/wp-content/uploads/2023/02/2023_Crocodile_HU.pdf)) (2024.07.10.)
- [9] Tomaschek T.: Towards Connected and Automated Driving in Hungary: The Changing Role of the Road Operator, MAÚT25 International Scientific Symposium, 2019
- [10] <https://datex2.eu> (2024.07.10.)
- [11] Tomaschek T.: Az intelligens infrastruktúra szerepe a közlekedésbiztonság, és az autonóm járművek fejlesztésében, *Közlekedéstudományi Szemle*, 2022/4
- [12] <https://www.microsec.hu/hu/v2x-pki> (2024.07.10.)
- [13] C-ITS Service and Use Case Definitions Version 2.0.8, C-Roads Platform, Working Group 2 Technical Aspects, Taskforce 2 Service Harmonisation, 2023
- [14] C-ITS útinfrastuktúra rövidtávú fejlesztése, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, BME ITS Nonprofit Zrt., 2019
- [15] Simulation of RWW-LC use-case on Hungarian high-speed sections, C-Roads Platform, 2024 (belső használatú szakértői kézirat)
- [16] e-UT 04.05.14:2020 Közutakon folyó munkák elkorlátozása és ideiglenes forgalomszabályozása, Magyar Közút Nonprofit Zrt., 2020
- [17] ETSI EN 302 637-2 V1.4.1:2019-04, Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service, 2019
- [18] Survey on ITS-G5 CAM statistics, CAR 2 CAR Communication Consortium, 2018

# Összefoglaló cikk az „A közúti közlekedés különböző szegmenseinek irányából releváns közlekedépszichológiai feladatok azonosítása” [1] c. tanulmány alapján / Summary Article Based on the Study "Identification of Relevant Traffic Psychology Tasks from the Perspective of Different Segments of Road Traffic"

Wolf-Pintér Anikó

Közlekedési Alkalmassági és Vizsgaközpont  
pinter.aniko@kavk.hu

**Kivonat:** Jelen összefoglaló cikk az "A közúti közlekedés különböző szegmenseinek irányából releváns közlekedépszichológiai feladatok azonosítása" című tanulmányon alapul. A munkacsoport célja olyan közlekedépszichológia szempontjából releváns témák, kérdések és feladatok felderítése és vizsgálata, amelyek közvetlen vagy közvetett módon érintik a közúti közlekedésbiztonságot. Általánosságban a közlekedépszichológia célja a közlekedők mobilitásának javítása a pszichológia elméleti aspektusainak alkalmazásával. A szakértői összefoglaló célja továbbá, hogy támogassa a balesetmegelőző intézkedések kidolgozását és alkalmazását, valamint segítse a közlekedésben résztvevőktől kívánt viselkedés kialakítását az oktatás és az egyének motiválása révén. Az összefoglaló nyolc olyan közlekedépszichológiai témát érint, amelyek meghatározók a közlekedési kultúra, a jelenlegi szabályozás és a közlekedők magatartásának formálásában. Ezek közé tartozik a vezetéshez szükséges mentális alkalmasság, az alkohol és drogok hatása a vezetésre, a közlekedési infrastruktúra szerepe, valamint a veszélyészlelési tréning fontossága. A tanulmány hangsúlyozza a célzott beavatkozások és oktatási programok szükségességét a biztonságosabb járművezetés előmozdítása és az általános közlekedésbiztonság javítása érdekében.

**Abstract:** This summary article is based on the study "Identification of Relevant Traffic Psychology Tasks from the Perspective of Different Segments of Road Traffic." The working group's goal is to uncover and examine topics, issues, and tasks relevant to transport psychology that directly or indirectly affect road traffic safety. Generally, transport psychology aims to improve the mobility of road users by applying theoretical aspects of psychology. Additionally, the expert summary aims to support the development and implementation of accident prevention measures and help shape the desired behavior of road users through education and motivation. The summary addresses eight crucial transport psychology topics that are significant in shaping traffic culture, current regulations, and the behavior of road users. These topics include mental fitness for driving, the impact of alcohol and drugs on driving, the role of transportation infrastructure, and the importance of hazard perception training. The study underscores the need for targeted interventions and educational programs to promote safer driving practices and enhance overall traffic safety.

**Kulcsszavak:** közlekedépszichológia; közlekedésbiztonság; mentális alkalmasság; ittas vezetés; bódult vezetés; közlekedési infrastruktúra; veszélyészlelési tréning

**Keywords:** traffic psychology; traffic safety; mental fitness; drunk driving; drugged driving; transportation infrastructure; hazard perception training

## Bevezetés

Jelen kivonatolt összefoglaló cikk az "A közúti közlekedés különböző szegmenseinek irányából releváns közlekedépszichológiai feladatok azonosítása" [1] c. tanulmány alapján készült. A közlekedépszichológiai munkacsoport célja olyan közlekedépszichológia szempontjából releváns témák, kérdések, feladatok felderítése és vizsgálata, melyek a közúti közlekedésbiztonságot közvetlen, vagy közvetett módon érintik. Általánosságban tekintve, a közlekedépszichológia célja a közlekedők mobilitásának javítása a pszichológia elméleti aspektusainak alkalmazásával. A szakértői összefoglaló

célja továbbá, hogy támogassa a balesetmegelőző intézkedések kidolgozását és alkalmazását, valamint segítse a közlekedésben résztvevőktől kívánt viselkedés kialakítását az oktatás és az egyének motiválása révén. Az összefoglaló nyolc olyan közlekedésszichológiai témát érint, amelyek meghatározók a közlekedési kultúra, a jelenlegi szabályozás és a közlekedők magatartásának formálásában.

A tanulmány az alábbi fejezeteket tárgyalja:

## 1.1 Fejezet

### A bódult állapotban történő járművezetés előfordulásának növekedése Magyarországon, annak pszichológiai aspektusai, közlekedésszichológiai javaslatok a témára (Wolf-Pintér Anikó) [1]

#### 1.1.1.1 A bódult járművezetésre vonatkozó jogszabályi keretrendszer Magyarországon

Magyarország jogszabályai szigorúan büntetik a bódult állapotban történő járművezetést. A Büntető Törvénykönyv (Btk.) rendelkezései alapján az ilyen állapotban történő vezetés bűncselekménynek minősül, amely akár két évig terjedő szabadságvesztéssel is büntethető. Súlyosabb következmények esetén a büntetés mértéke növekedhet, és különböző súlyosságú testi sérülések, vagy halálesetek esetén a börtönbüntetés akár tíz évig is terjedhet. A bódult járművezetőket járművezetéstől való eltiltással is büntetik, melynek mértéke egy hónaptól tíz évig terjedhet, vagy akár végleges lehet.

#### 1.1.1.2 A bódult állapotban történő járművezetés pszichológiai aspektusai és relevanciája

A kábítószer-használat pszichológiai hatásai komoly kockázatot jelentenek a járművezetés során. Az ilyen állapotban lévő sofőrök kognitív károsodásban, az érzékelés és észlelés zavarában szenvednek, valamint az ítélőképességük is romlik. A bódult vezetők önkontrollja és kockázatvállalási hajlandósága is megváltozik, ami növeli a balesetek kockázatát. A hangulat és az érzelmek változásai, mint a stressz és szorongás, tovább rontják a vezetési teljesítményt.

#### 1.1.1.3 Statisztikai adatok és európai kitekintés

Az Európai Unióban, beleértve Magyarországot is, növekedett a bódult állapotban történő járművezetés előfordulása. Az EU által finanszírozott DRUID projekt [2] adatai szerint az alkohol mellett a THC (kannabisz hatóanyaga) és a kokain a leggyakrabban kimutatott illegális anyagok a járművezetők szervezetében. Magyarországon a bódult állapotban történő járművezetés becsült prevalenciája is növekedést mutat, amely összhangban van az európai trendekkel.

#### 1.1.1.4 Közlekedésszichológiai szempontok és javaslatok a probléma kezelésére

A bódult állapotban történő járművezetés megelőzéséhez komplex beavatkozások szükségesek, amelyek oktatási, tréning és önismereti programokat is magukban foglalnak. Magyarországon a bódult járművezetők utánpérezése jelenleg nem teljeskörűen megoldott, ezért szükséges egy speciális utánpérezési program kidolgozása. Ez a program az alábbi területekre koncentrálna [3]:

1. **Tudatosság növelése:** Az utánpérezés célja, hogy felhívja a résztvevők figyelmét a bódult állapotban történő járművezetés veszélyeire és következményeire.
2. **Megelőzési stratégiák:** Az utánpérezés során tanácsokat és stratégiákat nyújtanak arra vonatkozóan, hogyan lehet elkerülni a bódult járművezetést.
3. **Felelősségvállalás:** A résztvevők felelősségvállalásának hangsúlyozása saját és mások biztonsága érdekében.

Ezek a programok csoportos, interaktív formában a leghatékonyabbak, ahol a résztvevők megoszthatják tapasztalataikat és megvitathatják a bódult járművezetés potenciális következményeit. Szakmai munkacsoport létrehozása szükséges a program kidolgozásához és megvalósításához.

## 1.2 Fejezet

### **Az önkéntes előéleti pontcsökkentők csoportjának újragondolása - a közlekedési magatartást befolyásoló pszichológiai jellemzők alapján (Lutor-Hegyes Ágnes) [1]**

A gépjárművezetés oktatása nem csak pedagógiai, hanem pszichológiai szempontból is fontos. Az EU tagállamok egyetértettek abban, hogy minden járművezetőnek vezetésre alkalmasnak kell lennie, amely nem csak kompetenciát, hanem fizikai és mentális alkalmasságot is magában foglal [4].

#### 1.2.1.1 Pszichológiai tényezők a közlekedési viselkedésben

**Élménykeresés:** Az újdonságot és extrém élményeket kereső személyek gyakran vállalnak kockázatos vezetési manővereket, mint a gyorsshajtás vagy a biztonsági öv használatának mellőzése. [5]

**Agresszió:** Az agresszív hajlamú vezetők hajlamosak mások cselekedeteit ellenségesnek értelmezni, ami fokozott közlekedési szabálysértéseket eredményezhet.[6]

**Negatív érzelmek:** A vezetés közbeni szorongás és frusztráció növelheti a hibák és szabálysértések számát, mivel ezek az érzelmek befolyásolják a figyelmet és a döntéshozatalt.[7]

**Kontrollhely:** A külső kontrollal rendelkező személyek hajlamosabbak másokat hibáztatni saját hibáikért, míg a belső kontrollal rendelkezők jobban felelősséget vállalnak és óvatosabbak a közlekedésben.[8]

#### 1.2.1.2 Közlekedésbiztonsági intézkedések

Az oktatás és a szankcionálás egyaránt fontos a közlekedésbiztonságban. Az előéleti pontrendszer keretében a szabálysértésekért pontok járnak, és bizonyos pontszám elérésekor a vezetői engedély ideiglenesen visszavonásra kerülhet. Az utánképzés lehetőséget ad a pontok csökkentésére és a vezetési alkalmasság javítására.

#### 1.2.1.3 Utánképzés Magyarországon

Az utánképzés két fő részből áll: feltárás és a program. Az önkéntes pontcsökkentők speciális programon vesznek részt, amely 12 órás és két foglalkozásból áll. A program célja a közlekedési szabályok betartásának elősegítése és a biztonságos magatartások kialakítása. [3]

#### 1.2.1.4 Közlekedésszichológiai szemléletű javaslatok

A program tematikája az önismeret és a felelősségvállalás fejlesztésére összpontosít. Fontos, hogy a résztvevők saját tetteikért vállaljanak felelősséget, és ne a külső tényezőket okolják. A programnak figyelembe kell vennie a maladaptív közlekedési magatartásokat, mint az élménykeresést és az agressziót, és ezek alapján kell kidolgozni a tematikát.

#### 1.2.1.5 A közlekedésszichológussal szembeni elvárások

A program hatékonyságához szükséges, hogy a közlekedésszichológus megfelelő végzettséggel rendelkezzen és képes legyen a csoport sajátosságaira reagálni. Az előzetes információk és a résztvevők problémáinak feltérképezése fontos a hatékony intervenciókhoz.

#### 1.2.1.6 A program időtartama és folyamata

A viselkedés és attitűd változásához idő szükséges, ezért a foglalkozások közötti szünetek hasznosak lehetnek. Fontos a program hatékonyságának ellenőrzése és egy minőségbiztosítási rendszer kidolgozása, amely biztosítja, hogy a program elérje céljait.

## 1.3 Fejezet

### **A motiváció és büntetés hatékonysága közlekedésszichológiai aspektusból (Szerdahelyi Natalja) [1]**

#### 1.3.1.1. Bevezetés

A közlekedés mindennapi életünk része, legyen szó gyaloglásról, kerékpározásról, autóvezetésről vagy tömegközlekedésről. Az új közlekedési eszközök, mint például az elektromos rollerek, a

szabályozottság hiánya miatt zavart kelthetnek az utakon. A biztonságos közlekedés mindenkinek alapjoga, de kérdés, hogyan lehet biztosítani, hogy mindenki betartsa a szabályokat. Érdekes lehet vizsgálni, hogy egy baleset mennyire változtatja meg az érintett személy viselkedését, illetve milyen szerepe van a büntetésnek és a pozitív motivációnak a szabálykövető magatartás kialakításában.

#### 1.3.1.2. Motiváció alapfogalma szociálpszichológiai klasszikusokat idézve [9]

A motiváció és a büntetés kulcsszerepet játszanak a közlekedési viselkedés befolyásolásában. A motiváció olyan belső erő, amely célok elérésére ösztönzi az egyént. Maslow szükséglet-hierarchiája alapján az emberek alapvető szükségletektől (például alvás, táplálkozás) egészen az önmegvalósításig motiváltak. Alderfer létezés - kapcsolat - fejlődés elmélete szerint a motiváció több szinten egyszerre működik. Skinner megerősítés elmélete pedig azt mutatja be, hogy a viselkedést pozitív és negatív következmények szabályozzák.

#### 1.3.1.3. A motiváció és a büntetés hatékonysága a közlekedés különböző szintjein [9]

Mikroszint (egyéni szint):

Az egyének belső motivációja a biztonságos és időbeni érkezés, míg a külső motivációs tényezők között szerepelnek a biztosítási bónuszok és a közlekedési eszközök kényelme. A büntetés, mint például a sebességtúllépésért járó bírság, hatékony eszköz lehet a szabályok betartására ösztönzésben.

Mezoszint (közösségi szint):

A közösségi szintű motivációs tényezők közé tartoznak az infrastruktúra és a közlekedési szolgáltatások minősége. A büntetések itt is hatékonyak lehetnek, ha konzisztens és arányos szankciók formájában jelennek meg.

Makroszint (társadalmi szint):

Társadalmi szinten a motivációs tényezők között szerepelnek a közösségi normák és a környezettudatosság. A szabályok be nem tartása súlyos következményekkel járhat, mint például a balesetek növekedése, ami társadalmi szankciókat eredményezhet.

#### 1.3.1.4. Összegzés

A motiváció és a büntetés kombinált alkalmazása vezethet a legjobb eredményekhez a közlekedés biztonságának javításában. A büntetés azonnali negatív következményekkel jár, amelyek rövid távon hatásosak, de hosszú távon nem mindig eredményesek. A motiváció viszont pozitív megerősítéssel hosszú távon fenntarthatóbb eredményeket hozhat. A szakembereknek a helyzetnek megfelelően kell alkalmazniuk mindkét megközelítést, hogy a közlekedők biztonságos és szabálykövető magatartását elősegítsék.

## 1.4 Fejezet

### Mentális egészség és egészségügyi alkalmasság (Gondár Vivien Nóra) [1]

A Mentális egészség és egészségügyi alkalmasság témájában fontos felhívni a figyelmet a közúti biztonság és a gépjárművezetői alkalmasság összefüggéseire. A közlekedési balesetek leggyakoribb okai között az emberi mulasztás szerepel, amely miatt fontos azonosítani és kezelni azokat a járművezetőket, akik esetlegesen nem felelnek meg a biztonságos vezetési kritériumoknak.

Különböző képességek és személyiségjegyek (pl. reakcióidő, figyelem, érzelmi stabilitás, kockázatvállalási hajlandóság) befolyásolják a vezetési teljesítményt. Azonban egyik sem képes egyedülállóan megőrizni a vezetési biztonság szintjét, mivel ezek összetett módon, interakcióba lépnek egymással a gépjárművezetés során. A vezetési feladatokat stratégiai, taktikai és operatív szinteken lehet osztályozni, mindegyik szint más-más döntéseket és kognitív folyamatokat igényel [10].

A mentális zavarok, mint például a súlyos elmezavarok vagy személyiségzavarok, jelentős hatással lehetnek a vezetési képességekre. Ezek a zavarok gyakran járnak együtt figyelemzavarokkal, impulzuskontroll problémákkal és pszichomotoros lassulással, amelyek veszélyeztethetik a közlekedési biztonságot. A vezetési alkalmasság megítélésére számos módszer létezik, beleértve a neuropszichológiai vizsgálatokat, teljesítményalapú felméréseket és járművezetési szimulációs teszteseteket [10].

Magyarországon az egészségi alkalmasság kérdéseit törvények és rendeletek szabályozzák, amelyek részletesen leírják az egészségügyi vizsgálatok szabályait és követelményeit. Ezek a szabályozások segítik az orvosokat abban, hogy meghatározzák, hogy egy személy alkalmas-e a gépjárművezetésre, és szükség esetén korlátozzák vagy felfüggesztik a vezetési engedélyt [3] [11].

Nemzetközi szinten, például az Egyesült Királyságban, a DVLA kidolgozott irányelveket, amelyek segítik az egészségügyi szakembereket a vezetési alkalmasság megítélésében. Ezek az irányelvek specifikus kritériumokat tartalmaznak különböző egészségügyi állapotokra vonatkozóan, így segítve az orvosokat a döntés meghozatalában [12].

Új-Zélandon az egészségügyi szakemberek részére kiadott irányelvek és útmutatók alapján a vezetési alkalmasságot nem a diagnózis alapján, hanem az egyéni funkcionális képességek alapján értékelik. Fontos szempont, hogy a mentális zavarokkal élőket ne tekintsék automatikusan vezetésre alkalmatlannak. Az orvosoknak alaposan kell felmérniük az egyéneket, figyelembe véve a zavarok tüneteinek megnyilvánulásait és a kezelés hatékonyságát. Emellett kiemelik a betegekkel való kommunikáció fontosságát és a jogi kötelezettségeket, például, ha gyanítják, hogy a beteg ellenkezőleg cselekszik a tanácsaikhoz képest [13]

Írországban hasonlóan komplex módon közelítik meg a kérdést, ahol nem csupán az egészségügyi szakemberek számára készítették útmutatókat, hanem a lakosságot is tájékoztatják az egészségi állapotok vezetésre gyakorolt hatásairól. Prospektusaikban közérthetően magyarázzák el, hogy bizonyos állapotok, mint például az alkoholizmus vagy a szív- és érrendszeri problémák, hogyan befolyásolhatják a vezetést [14].

Az Egyesült Államokban főként szomatikus problémákra fókuszálnak az egészségügyi szakemberek, mint például látásproblémák, fizikai korlátok vagy alvászavarok. Bár a mentális zavarok specifikus kezelési irányelvei nem részletezettek, általános módszertani javaslatokat nyújtanak a vezetési alkalmasság vizsgálatára [15].

Összegezve, az új-zélandi, ír és amerikai irányelvek és gyakorlatok egyaránt hangsúlyozzák az egyéni felmérést és a betegek jogainak tiszteletben tartását a vezetési alkalmasság megállapításában. Az egyes országokban különböző hangsúlyokkal, de hasonló alapelvek mentén értékelik a mentális zavarokkal élők vezetési képességét, figyelembe véve az egyéni körülményeket és a kezelés hatékonyságát. Fontos, hogy az egészségügyi szakemberek naprakész információkkal rendelkezzenek és egyénre szabottan tudjanak döntéseket hozni az egészségi alkalmasság kapcsán, hogy ezzel is elősegítsék a közúti biztonságot és a betegek életminőségét.

## 1.5 Fejezet

### Ergonómiai és várostervezési szempontok a közlekedépszichológiában (Wolf-Pintér Anikó) [1]

A közlekedés szabályozásában az ergonómia és a várostervezés segíthet optimalizálni a szabályozó intézkedéseket és javítani az általános közlekedési élményt [16]

1. **Városiasodási kihívások kezelése:** Gyors városiasodás új kihívások elé állítja a közlekedési területet. Az ergonómia és a várostervezés kulcsszerepet játszanak a közlekedési szabályozás formálásában.
2. **Közlekedépszichológia szempontjainak figyelembevétele:** Fontos megérteni a közlekedés pszichológiai aspektusait annak érdekében, hogy hatékonyan lehessen szabályozni és szervezni a közlekedést.

#### 1.5.1 Fő kérdések vizsgálata:

1. **Frusztráció csökkentése:** Képesek-e a várostervezési intézkedések csökkenteni az ott lakók és közlekedők frusztrációját olyan tényezők miatt, mint a forgalomlassítás, útépitési projektek vagy parkolóhelyek hiánya? Az ergonómikus várostervezés az élmény javítására törekszik, minimalizálva a negatív érzelmi reakciókat.
2. **Áramlás és biztonság egyensúlyának megteremtése:** Hogyan lehet hatékonyan egyensúlyozni a közlekedési áramlás és biztonság között városi környezetben? Nemzetközi

várostervezési megoldások törekednek a zökkenőmentes és a biztonságos közlekedés egyidejű biztosítására.

#### 1.5.2 Az ergonómia szerepe a közlekedés szabályozásában:

- **Járműtervezés:** Az ergonómiai elvek alapján tervezett járművek csökkenthetik a fáradtságot és kényelmetlenséget, növelve ezzel a járművezetők és utasok biztonságát.
- **Úthálózat tervezés:** Az ergonómikus úthálózat és útkereszteződések tervezése javítja a közlekedés hatékonyságát és csökkenti a baleseti kockázatokat.
- **Forgalomirányítás rendszerek:** Az ergonómikusan kialakított forgalomirányító rendszerek segítenek optimalizálni a közlekedési áramlást és csökkenteni a dugókat.
- **Közlekedési infrastruktúra:** Az ergonómikus infrastruktúra biztosítja a gyalogosok, kerékpárosok és gépjárművezetők számára a kényelmes és biztonságos közlekedést.
- **Kommunikációs rendszerek:** Hatékony kommunikációs rendszerek fejlesztése segíti az információ gyors és hatékony feldolgozását, ezáltal javítva a közlekedésbiztonságot.

#### 1.5.3 A közlekedési kultúra szerepe:

- **Tisztelet és figyelem:** A közlekedési kultúra magában foglalja más közlekedők tiszteletben tartását és figyelembevételét.
- **Szabályok betartása:** Fontos a közlekedési szabályok és jogszabályok betartása a pozitív közlekedési kultúra kialakítása érdekében.
- **Közlekedésbiztonság:** A biztonság prioritásának kell lennie a közlekedési kultúrában, kerülve a kockázatos manővereket és biztosítva a biztonságos vezetési gyakorlatokat.
- **Empátia és tolerancia:** Jó közlekedési kultúra ösztönzi az empátiát, toleranciát és együttműködést a közlekedési helyzetekben.
- **Környezetvédelem:** A modern közlekedési kultúra egyre inkább figyelembe veszi a környezetvédelmet és fenntarthatóságot.

#### 1.5.4 Összegzés:

Az összefoglaló megvilágítja, hogyan lehet az ergonómiai és várostervezési elveket alkalmazni a közlekedési szabályozás optimalizálására és a közlekedés hatékonyságának javítására. Kiemeli az egyszerűbb és világosabb közlekedési jelzések fontosságát, a folyamatos közlekedési áramlás és biztonság egyidejű biztosítását, valamint a járművezetők munkaterhelésének figyelembevételét a tervezési döntések során. Ez az összefoglaló alátámasztja a közlekedépszichológia szerepét a közlekedési tervezésben és hangsúlyozza az ergonómiai megközelítések fontosságát az emberi szükségletek és képességek alapján történő közlekedési rendszerek optimalizálásában.

## 1.6 Fejezet

### Az önvezető autók potenciális előnyeinek és veszélyeinek áttekintése (Lutor-Hegyes Ágnes) [1]

#### Előnyök [17]:

1. **Biztonság növelése:**
  - Az autonóm rendszerek folyamatosan figyelik a környezetet, gyorsabban reagálnak és kiszámíthatóbbak, mint az emberi vezetők. Ezáltal jelentősen csökkenthetik a közúti balesetek számát, mivel kiküszöbölik az emberi hibák okozta baleseteket, például a figyelmetlenséget, a lassú reakciót és a vezetői fáradtságot.
2. **Kényelem és produktivitás:**
  - Az utasok utazás közben más tevékenységeket végezhetnek, például dolgozhatnak, pihenhettek vagy szórakozhatnak, így az utazási idő hasznosabban telik.
3. **Hatékonyság:**

- Az önvezető járművek optimalizálják az útvonalakat és a sebességet, csökkentve a forgalmi dugókat és a közlekedési időt. Az intelligens közlekedési rendszerek révén a járművek jobban koordinálják egymást, javítva a városi közlekedést.
4. **Hozzáférés a közlekedéshez:**
- Segítséget nyújtanak azoknak is, akik korábban nem tudtak volna vezetni, mint például az idősek, látássérültek vagy mozgáskorlátozottak.

#### **Kihívások [17]:**

1. **Biztonsági aggályok:**
  - A rendszerhibák, rossz időjárási viszonyok és váratlan helyzetek kezelése továbbra is komoly kihívást jelent.
2. **Etikai és jogi kérdések:**
  - Balesetek során a döntések és a felelősség kérdése még mindig megoldatlan.
3. **Adatvédelem és biztonság:**
  - Az önvezető járművek sok adatot gyűjtenek, ami adatvédelmi és biztonsági aggodalmakat vet fel, például az adatokkal való visszaélés lehetőségét.
4. **Munkahelyek elvesztése:**
  - Az új technológia terjedése veszélyeztetheti a hagyományos munkahelyeket, munkanélküliséget és átképzési igényeket eredményezve.

#### **Emberi tényezők [18]:**

- **Pszichológiai kihívások:**
  - Az autonóm rendszerek nem tökéletesek, ezért a járművezetőnek ismernie kell mind saját, mind az automatizált rendszer képességeit és korlátait, hogy szükség esetén be tudjon avatkozni.
- **Helyzetfelismerés:**
  - Az aktuális helyzet releváns jellemzőinek azonosítása alapvető a döntéshozatalhoz. Ez Endsley keretmodellje szerint három szintből áll: érzékelés, megértés és előrejelzés. Ezt a képességet több tényező, például a figyelem, az információfeldolgozás és az éberség befolyásolja.
- **Figyelem:**
  - Az információfeldolgozás korlátozott kapacitása miatt fontos a figyelem hatékony irányítása és megosztása. A szükségtelen figyelemelterelés ronthatja a teljesítményt.
- **Kommunikáció és információfeldolgozás:**
  - Az autonóm rendszerek esetében alapvető fontosságú, hogy a jármű hatékonyan kommunikálja a rendszer állapotát a járművezető felé.
- **Éberség:**
  - Az alacsony mentális terhelés passzív fáradtsághoz vezethet, ami rontja a figyelmet és növeli a hibák számát.

##### 1.6.1 Automatizálási szintek:

- Az SAE hat automatizálási szintet különböztet meg (0-tól 5-ig), ahol a járművezető felelőssége fokozatosan csökken, ahogy nő az automatizálás szintje. A legmagasabb szinten (5. szint) az autonóm rendszer teljes mértékben átveszi a vezetési feladatokat.

##### 1.6.2 Összefoglalás:

- Az emberi tényező továbbra is fontos szerepet játszik az önvezető autók esetében. Az automatikus rendszerek fejlesztésénél figyelembe kell venni a felhasználói élményt, a vezetői beavatkozási hajlandóságot, a kognitív terhelést és a figyelmet. Képzésekkel és intervenciós programokkal növelhető a tudatosság és a helyzetfelismerési képesség, ami hozzájárul a biztonságos és magabiztos vezetéshez.

## **1.7 Fejezet**

### **Veszélyészlelési tréning fejlesztése és hatásvizsgálata kezdő vezetők esetében (Gondár Vivien) [1]**

#### **Veszélyészlelés jelentősége [19]**

A közlekedésbiztonság szempontjából a veszélyészlelés és annak fejlesztése kiemelkedően fontos a járművezetők számára. Ez a készség lehetővé teszi, hogy a járművezetők időben felismerjék és megfelelően reagáljanak a potenciálisan veszélyes helyzetekre, csökkentve ezzel a balesetek kockázatát.

#### **Definíció**

Pradhan és Crundall [19] szerint a veszélyészlelés a veszélyelkerülés több alfolyamatát foglalja magában: veszély keresése, előrejelzése, előjelek prioritizálása, feldolgozása, értékelése és reagálás.

#### **Helyzettudatosság elmélet**

A helyzettudatosság elmélete [19] szerint a döntéshozatal az észlelt elemekre, a helyzet megértésére és a jövőbeli állapot percepciójára épül. A veszélyészlelési készség mindhárom szinten hat.

#### **Fejlesztési módszerek**

A veszélyészlelési készsége tapasztalattal fejlődik, de speciális tréningekkel is tanítható kezdő vezetőknek. A tréningek növelik a figyelmet, éberséget és a helyes döntéshozatali készségeket, lehetőséget adva a vezetőknek, hogy különböző veszélyes helyzetekkel találkozzanak biztonságos környezetben.

#### **Instrukciós képzés**

Az instrukciós képzés deklaratív tudást nyújt, majd az aktív gyakorlás során procedurális tudássá alakul. Írásbeli utasítások, videós anyagok és szakértői kommentárok használatával segítik a tanulókat a veszélyek azonosításában és kezelésében.

#### **Videó- és képalapú képzés**

Ezek a módszerek csökkentik a kognitív terhelést, és lehetővé teszik a veszélyek azonosításának gyakorlását a vezetési készségek gyakorlása nélkül. A visszajelzésekkel és adaptív oktatással javítják a helyzetmegértést és a veszélyek felismerését.

#### **Kommentáló képzés**

Ez a módszer arra ösztönzi a tanulókat, hogy verbalizálják az észlelt veszélyeket, ezáltal növelve a figyelmüket. Alkalmazható videófelvételekkel vagy közúti vezetés közben is.

#### **Számítógép alapú képzés**

A RAPT program [19] a veszélyek előrejelzésére összpontosít, és kombinálja az aktív gyakorlást az instrukciós tanulással. A tanulók a potenciális veszélyeket azonosítják, és visszajelzést kapnak a mulasztásokról.

## **Szimulátor alapú képzés**

A szimulátor alapú tréningek [19] valós időben reprodukálják a vezetési helyzeteket, lehetővé téve a tanulóknak, hogy megtapasztalják a következményeket. Ez hatékonyabb a veszélyészlelési készség fejlesztésében, mint a számítógépes programok.

## **Kombinált képzés**

Több módszer kombinálása, mint például a kommentáló tréning és a videó alapú képzés, hatékonyabb lehet a veszélyészlelési készségek fejlesztésében.

## **Virtuális valóság (VR)**

A VR technológia lehetővé teszi, hogy a tanulók valós forgalmi helyzeteket éljenek át biztonságosan, javítva a veszélyészlelési készségeket. Ugyanakkor figyelni kell a "cyber betegség" kockázataira is.

## **Összegzés és javaslat**

A veszélyészlelési tréningek fejlesztése és alkalmazása hazánkban is fontos lenne a közlekedésbiztonság javítása érdekében. A legígéretesebb megoldás a VR technológia és a kommentáló képzés kombinációja lehetne, amelyhez technológiai fejlesztés és szakoktatók továbbképzése szükséges.

## **1.8 Fejezet**

### **Ittas Vezetés Megelőző Programok (Szerdahelyi Natalja) [1]**

#### **I. Bevezetés**

Az ittas vezetés az legveszélyesebb közlekedési szabályszegések közé sorolható. Az alkoholfogyasztás már kis mennyiségben is jelentősen rontja a vezetési képességeket, például a látásélességet, a reakcióidőt és a mozgáskoordinációt, növelve ezzel a balesetek kockázatát. Az egyes országok eltérő véralkoholszint-határértékeket alkalmaznak, de Magyarországon, Szlovákiában és Csehországban zéró tolerancia van érvényben. Az ittas vezetés társadalmi veszélyessége miatt a rendőrség kiemelten kezeli ezt a problémát, szigorú szankciókat alkalmazva a szabályszegőkkel szemben. A hatékony megelőzés kulcsa a felelősségteljes hozzáállás és az alkohol hatásainak ismerete, amit már gyermekkorban fontos megalapozni.

#### **II. Utánképzés Magyarországon [3]**

Magyarországon az ittas járművezetők számára kötelező utánképzés fontos eleme a megelőzésnek. Az utánképzés során a résztvevők megismerkedhetnek az alkohol hatásaival, és megtanulhatják, hogyan befolyásolja az alkohol a vezetési képességeket. Az utánképzés programjai közé tartozik az elméleti oktatás, gyakorlati vezetési foglalkozások, magatartásformáló tréningek és különböző szinteken ittas vezetők számára tartott speciális foglalkozások.

#### **III. Nemzetközi Kitekintés**

Különböző országok eltérő módszereket alkalmaznak az ittas vezetés megelőzésére. Az Egyesült Királyságban és Magyarországon elérhető "Wrong Side of the Road" online program interaktív módon ismerteti az ittas vezetés veszélyeit valós történeteken keresztül. Japánban az ittas vezetés megelőzésére speciális oktatási módszereket alkalmaznak, amelyek során a résztvevők alkohol hatása alatt vezetnek szimulált környezetben, hogy személyesen tapasztalják meg az alkohol hatásait. Oroszországban a "Józan Vezetés" projekt [20] keretében autósiskolai tanulóknak és más résztvevőknek nyújtanak interaktív képzést az ittas vezetés megelőzésére.

#### IV. Javaslat

Magyarországon a meglévő utánpéztési rendszert kiegészítve érdemes lenne bevezetni egy prevencióra fókuszáló oktatási módszert. Az orosz "Józan Vezetés" projekt mintájára kifejlesztett oktatási modulokat lehetne alkalmazni autósiskolákban és középiskolákban. A kurzus tematikája magában foglalná az ittas vezetés jogi és társadalmi következményeit, az alkohol emberi szervezetre gyakorolt hatásait és interaktív gyakorlatokat, mint például a "részegszemüveg" használatát, hogy a tanulók saját bőrükön tapasztalhassák meg az alkohol hatásait. Az ilyen típusú oktatás hozzájárulhatna az ittas vezetés megelőzéséhez és a közlekedésbiztonság növeléséhez.

Az egészség és a biztonság előtérbe helyezése, valamint a felelős vezetési magatartás kialakítása kulcsfontosságú a közlekedési balesetek csökkentésében. A prevenció programok és az utánpéztések együttes alkalmazása hatékonyan segíthet a balesetek megelőzésében és a közlekedésbiztonság javításában.

#### Konklúzió

A felvázolt kérdésköröket a munkacsoport résztvevői nemzetközi és hazai szabályozások, illetve tudományos munkák figyelembevételével foglalták össze. Minden fejezet esetében lábjegyzetben megtalálhatók a felhasznált szakirodalmak, szakanyagok, kutatási eredmények hivatkozásai.

A szakanyag felhasználható közlekedépszichológiai kutatások elindításához, új szabályozási rendszerek kialakításához, vagy a már meglévő jogszabályok átdolgozásához, előtérbe helyezve a közlekedés egyik fő elemét, az embert, ezzel fokozva a közlekedésbiztonságot.

*Köszönetnyilvánítás: Az összefoglaló alapját adó tanulmány a Közlekedéstudományi Egyesület megbízásából készült.*

#### Irodalomjegyzék

- [1] Wolf-Pintér A.-Gondár V.N.-Lutor-Hegyes Á.- Szerdahelyi N.: „A közúti közlekedés különböző szegmenseinek irányából releváns közlekedépszichológiai feladatok azonosítása” Közlekedéstudományi Egyesület 2024.
- [2] European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction - Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines in Europe — findings from the DRUID project
- [3] Siska Tamás: Szakanyag az utánpéztéshez. Kézirat, 2023.
- [4] Kluppels, L., Závecník, P., Tichá, H. & Bertolin, A.M. (2019). Driver education and Training. In: Handbook of Traffic Psychology.
- [5] Jonah, B. A. (1997). Sensation seeking and risky driving: a review and synthesis of the literature. Accident Analysis & Prevention, 29(5), 651-665.
- [6] King, Y., & Parker, D. (2008). Driving violations, aggression and perceived consensus. European review of applied psychology, 58(1), 43-49.
- [7] Hennessy, D., & Porter, B. E. (2011). Social, Personality, and Affective Construct in Driving. Handbook of Traffic Psychology.
- [8] Rudin-Brown, C. M., & Parker, H. A. (2004). Behavioural adaptation to adaptive cruise control (ACC): implications for preventive strategies. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 7(2), 59-76.
- [9] Bakacsi Gyula, 2004, „Szervezeti magatartás és vezetés”, Aula kiadó
- [10] Unsworth, Carolyn A. és mtsai 2017. A systematic review of evidence for fitness-to-drive among people with the mental health conditions of schizophrenia, stress/anxiety disorder, depression, personality disorder and obsessive compulsive disorder. BMC psychiatry, 17, 1-18.
- [11] 1980. évi 3. törvényerejű rendelet az 1968. évi november hó 8. napján Bécsben aláírásra megnyitott Közúti Közlekedési Egyezmény kihirdetéséről
- [12] Driver and Vehicle Licensing Agency (DVLA) UK. (2016). *Assessing fitness-to-drive- a guide for medical professional*. Retrieved 03/08/18

- [13] New Zealand Transport Agency. (2016). Medical aspects of fitness to drive. New Zealand transport agency. Retrieved 21/12/16 from: <https://www.nzta.govt.nz/resources/medical-aspects/> (2024.03.05.)
- [14] <https://www.ndls.ie/medical-fitness/health-and-driving-information-leaflets.html> (2024.03.05)
- [15] NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) & AAMVA (American Association of Motor Vehicle Administrators). (2009). Driver Fitness Medical Guidelines. Retrieved 04/01/17 from: <https://www.ems.gov/pdf/811210.pdf>. (2024.03.05.)
- [16] Ilit Oppenheim és David Shinar: Human Factors and Ergonomics. Handbook of Traffic Psychology. 193.o. 2011.
- [17] Barabas, I., Todoruț, A., Cordoș, N., & Molea, A. (2017, October). Current challenges in autonomous driving. In IOP conference series: materials science and engineering (Vol. 252, No. 1, p. 012096). IOP Publishing.
- [18] Kovács, G., Hőgye-Nagy, A., & Kurucz, G. (2021). Human Factor Aspects of Situation Awareness in Autonomous Cars—An Overview of Psychological Approaches. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(7), 7-24.
- [19] Pradhan, Anuj. K.-Crundall, David. 2016. Hazard avoidance in young novice drivers: Definitions and a framework. *Handbook of teen and novice drivers: Research, practice, policy, and directions*, 61-74.
- [20] Martynov V.P., Burtsev A.A., Plotnikova M.A., Shantor E.V., Chubukov A.B., Silyanov V.V.: „Józan vezetés: A vezetés és az alkohol összeférhetetlensége” oktatói módszertani segédkönyv, Moszkva, 2017

# Safety analysis of bicycle lane separation tools in Nairobi, Kenya

Mwangi Ida Wanjiku<sup>1</sup> – Emese Makó<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Széchenyi István University  
<sup>1</sup>[mwangiidahwanjiku@gmail.com](mailto:mwangiidahwanjiku@gmail.com)  
<sup>2</sup>[makoe@sze.hu](mailto:makoe@sze.hu)

**Abstract:** Cycling is becoming an increasingly popular mode of transportation in cities around the world, which could mark a notable shift in urban mobility. This study assesses the effectiveness of safety separators along bike lanes in Nairobi, focusing on traffic volume, infrastructure, and road safety. Our findings show that while some of the safety separators in areas like the Nairobi CBD and Ngong Road are effective, others, particularly on Jogoo and Mombasa Roads, are failing to meet the standards set out in the Bicycle Separation Guidelines. The main risks are collisions with pedestrians, vehicles and motorcyclists. The study recommends the use of recycled and sustainable separation tools, based on the successful implementations in cities like Los Angeles and Oslo. This research provides essential insights for improving cyclist safety in Nairobi, contributing to safer and more sustainable urban environments.

*Keywords:* road safety; bicycle lane; cycling infrastructure; bike separation tool; urban environment

## Introduction

In recent years, a global shift toward cycling as a primary mode of transportation has signaled a transformative trend in urban mobility. The climate crisis, predominantly driven by human activities, has exacerbated urban challenges such as traffic congestion and pollution [1]. While vehicles, rail, and air travel remain the most commonly used transportation modes, walking and cycling are comparatively less prevalent.

This study investigates the effectiveness of current bicycle lane separators in Nairobi, focusing on their role in enhancing cyclist safety and contributing to Sustainable Development Goal (SDG) 11: Sustainable Cities and Communities, which emphasizes creating safe, resilient, and sustainable urban environments. Additionally, it aims to support SDG 7: Affordable and Clean Energy by promoting the transition to cleaner, greener urban mobility solutions.

Cycling fulfills essential functions such as commuting, navigating diverse environments, and promoting health and fitness. As with other active transportation modes like running and walking, cycling is deeply embedded in social institutions, trends, community spaces, and advocacy efforts [2]. Enhancing cycling safety is critical for reducing injuries and encouraging wider participation, particularly among risk-averse individuals and vulnerable populations who may avoid cycling due to safety concerns. Cycling, inherently safe, is perceived as dangerous primarily due to the risks posed by motor vehicles. As Jacobsen and Rutter [3] argue, if these dangers were mitigated, more people would engage in cycling. The primary contributors to cyclist fatalities are the speed and size of motor vehicles.

Nairobi, one of Africa's fastest-growing cities, faces significant challenges due to rapid urbanization and traffic congestion. With a population of 4.39 million (2019 census), cycling presents a viable solution to these issues, yet it accounts for only 1.1% of daily journeys, or approximately 55,000 trips. This low adoption rate is hindered by factors such as heavy motor traffic, unsafe driving cultures, inadequate cycling infrastructure, and the encroachment of cycling lanes by commercial activities [4].

Safety is a key factor influencing the adoption of cycling and other active transportation modes. The lack of infrastructure, societal stigma, and perceived risks contribute to the limited use of cycling in Nairobi [5]. Ensuring safety and connectivity to mass transit systems is essential to increasing cycling adoption.

## 1. Research aims and methodology

The primary objective of this research is to examine the potential safety implications of bicycle lane separation in Nairobi. The specific objectives of this research are as follows:

1. To examine the existing conditions of bicycle lanes in Nairobi.
2. To gain a better understanding of the traffic volume, infrastructure and safety of cycling lanes in Nairobi.
3. It is hoped that the research will contribute to the development of planning interventions for addressing the safety of cycling lanes in Nairobi, with a particular focus on the potential benefits of lane separators.

The research aims to address the following key question: to what extent is the current bicycle infrastructure safe for cyclists, and are the existing bicycle separators adequate for serving cyclists in Nairobi city?

The study will endeavour to adopt a comprehensive approach and use both quantitative and qualitative methods to assess the existing bike separation lanes in Nairobi. Quantitative analysis will involve examination of existing data on cycling infrastructure, accident statistics as well as traffic patterns. Other methods include analysis of current maps and photos showing the existing bicycle lane separators, analysis of crash data, investigating videos showing the current interaction of cyclists and other modes of transportation. In addition to this, previous studies on bicycle safety analysis, mapping and observation will be used. Case studies of successful implementations of bike separators in other cities will also be used to form recommendations for Nairobi.

## 2. Cycling in Kenya

### 2.1 Traffic volume

Walking and cycling are the preferred modes of transport for trips under 5 km, particularly among low-income populations. Kenya's urban street design manual emphasizes safety, recommending shared lanes at speeds of 15 km/h for pedestrians, cyclists, and vehicles. When speeds reach 30 km/h, separate footpaths for pedestrians are needed, but cyclists can still share the road. For larger streets, dedicated pedestrian and cycling infrastructure, physically separated from motor traffic, is crucial. Despite the potential for cycling in Nairobi, the city's road layout is not conducive to promoting it as a viable transport option. As of 2019, Nairobi, with a population of 4.397 million, saw approximately 55,000 daily bicycle trips, highlighting the potential to enhance cycling as a convenient and health-promoting mode of transport.

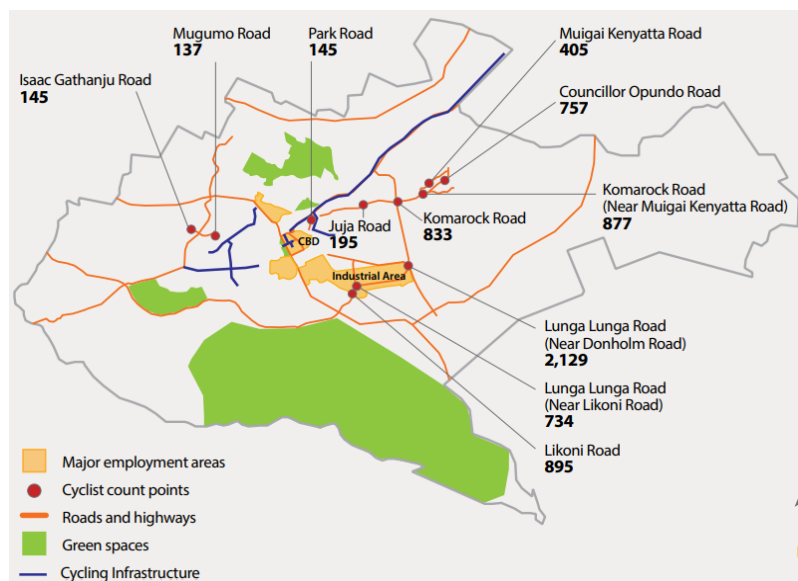


Figure 1. Number of cyclists per day in main Bicycle Routes in Nairobi (CDKN, 2021)

The study by CDKN [4] surveyed 703 cyclists on key non-motorized transportation routes and found that the most common age group was 25 to 34, making up 39.5% of cyclists, followed by those aged 35 to 44 at 22.1%. Overall, 79.1% of cyclists were under 44, indicating a predominantly young demographic. Across all major corridors, male cyclists outnumbered female cyclists, reflecting cultural stereotypes that associate cycling with men. However, Nairobi is seeing more women embracing cycling for both transportation and exercise, challenging these traditional views.

## 2.2 Existing cycling infrastructure

Most of Nairobi's cycling corridors are in the eastern part of the city, near the Industrial Area. While up-market areas like Kilimani and Kileleshwa have seen cycling infrastructure development, Eastlands, with its high cyclist volume, has focused on road expansion, neglecting safe cycling infrastructure. Poorly planned infrastructure compromises cyclist safety. The Street Design Manual for Urban Areas recommends physically separated cycle tracks between footpaths and carriageways, raised above the road, with a minimum width of 0.5 meters. The suggested widths are two meters for one-way and 2.5 meters for two-way tracks, using smooth surfaces like asphalt or concrete.



*Figure 2. Bicycle lane along United Nations Avenue in Kenya, Veronica Ruiz-Stannah UNEP*

The implementation of measures to reduce vehicle speeds and ensure a safe environment for all road users on smaller roads is crucial. Cycling in Kenya, especially in urban areas, is not widely adopted due to challenges such as inadequate infrastructure, lack of dedicated cycle lanes, inadequate cyclist education, unmarked routes and lack of safety policies and comprehensive transport plans that include cycling facilities [6].

A study conducted to determine which categories shed more light on the underlying causes of fatalities revealed that driver error and/or negligence played a significant role in all four categories of fatalities. In particular, the main cause of death for pedestrians hit by vehicles highlights the importance of driver behaviour and road safety standards in the country. This includes issues such as speeding, reckless driving, driving under the influence of alcohol and other unsafe driver behaviour [7].

Figure 3 shows the number of fatal crashes in Nairobi between 2018 and 2020, ranging from 1 to 6, with 1 being the lowest and 6 being the highest.

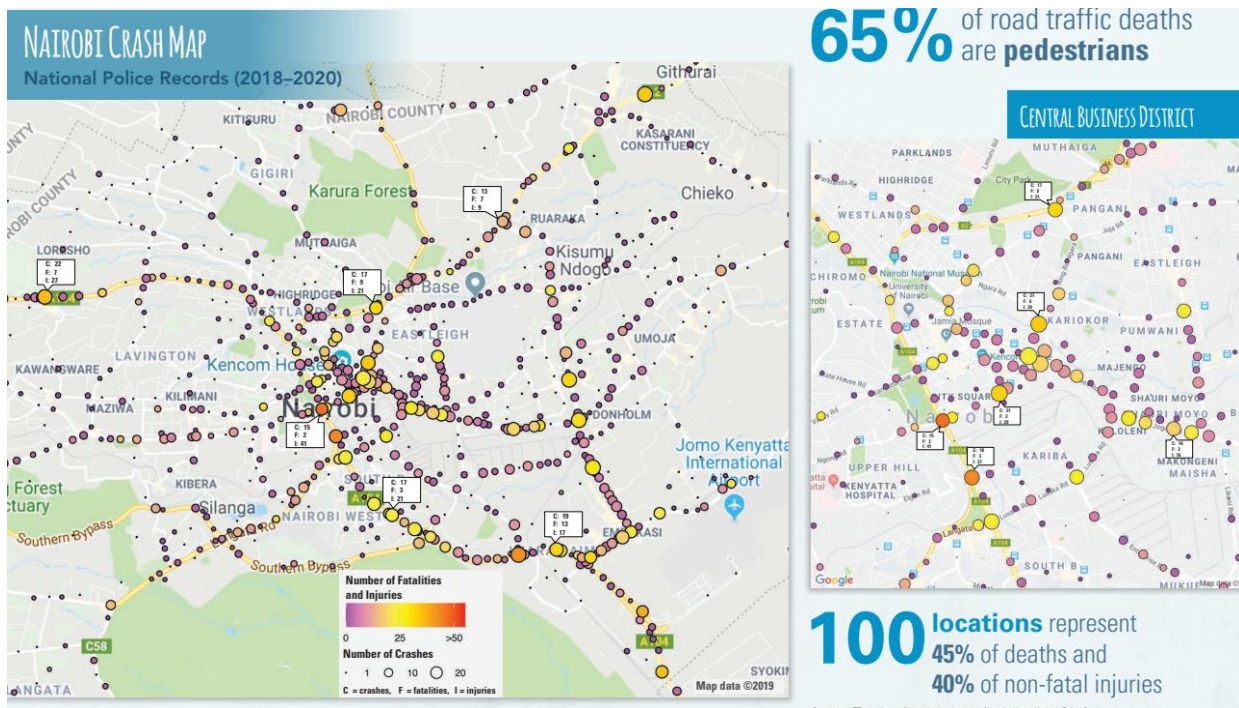


Figure 3. Nairobi Crash Map 2018-2024. (National Police Service of Kenya ; World Bank, 2020)

The study by CDKN [4] found that the main problem faced by cyclists in Nairobi is that the roads are too busy, followed by a lack of cycle lanes, which makes it difficult for them to feel safe when cycling. The study involved 708 randomly selected cyclists in Nairobi.

### 3. International comparison of bicycle lane separation tools in the US, Norway and Kenya

Bicycle separation tools refer to various infrastructure elements designed to physically separate bicycles from motorized traffic on roads and streets. These tools are implemented to enhance the safety and comfort of cyclists by providing dedicated spaces for biking while reducing the risk of accidents or conflicts with vehicles. The cyclists are separated from the other modes of transport by provision of bike lanes, cycle tracks, buffered bike lanes, protected bike lanes (also known as cycle tracks or separated bike lanes), and bicycle boulevards. Each of them employs tools with different design features such as pavement markings, physical barriers, curbs, or bollards to create a distinct space for cyclists, separate from motor vehicle traffic. The aim of bicycle separation tools is to encourage cycling as a mode of transportation by improving cyclist safety and comfort on roadways.

It is suggested that bicycle paths should be provided on streets with speed limits higher than 30km/h and on streets with heavy-goods vehicles as well as providing the physical tools on streets with speed limits higher than 50km/h [8]. Safer cities are not solely a result of the growing number of cyclists, but rather the ongoing development of infrastructure tailored to their needs, particularly segregated and safeguarded bike lanes. Research indicates a strong correlation between cycling infrastructure and reduced fatalities, as well as improved road safety [9].

#### 3.1 Bike lane separators in the US

Vertical elements are essential for the design of separated bike lanes. They improve comfort and safety. Factors such as parking, road width, cost, aesthetics and emergency access should influence the choice of separation type. A combination of treatments is the best way to get the most out of the space. Cyclists prefer greater physical separation in buffers. Planters, curb ramps and flexible posts provide the highest levels of comfort. Figure 4 shows the most common separation treatments according to NACTO [10].

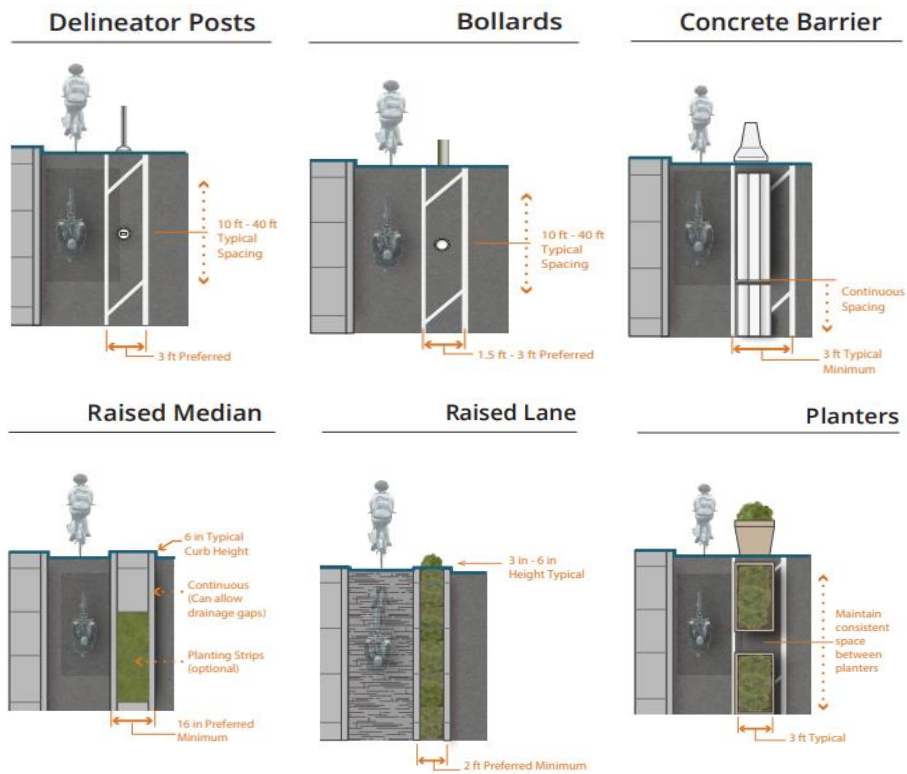


Figure 4. Bike lane separators in the US (NATCO, 2022)

### Delineator posts

Delineator posts are the clear choice for many. They are affordable, highly visible and easy to install. However, their durability and appearance are not without issues, prompting agencies to switch to more permanent options when feasible. Delineators can be positioned centrally or to the side of the buffer area, depending on factors like street sweeper clearance or vehicle door accessibility.

### Bollards

Bollards are the ideal solution for providing a sturdy vertical barrier in buffer spaces. However, their cost is likely to increase with greater frequency, making them unsuitable for high-speed streets.

### Concrete barrier

Concrete barriers are the best choice for separation methods. They offer superior crash protection compared to other options, at a relatively lower cost and maintenance requirement. However, they are not aesthetically pleasing and require additional drainage and space for service vehicles. You should install a crash cushion at exposed barrier ends to make it safer.

### Raised Median

A raised median, made from concrete curbs, whether cast in place or precast, is the best solution for a continuous raised buffer. It is more expensive initially, but it is worth it. However, they are aesthetically pleasing and require minimal long-term maintenance. Mountable curbs are the ideal solution for areas requiring emergency vehicle access.

### Raised Lane

Separated bike lanes must be raised either at sidewalk level or at an intermediate grade. If you want to ensure separation between cyclists and pedestrians, you will need to use different pavement types, markings or buffers when the cycle lane is at sidewalk level. A 3-inch mountable curb positioned at an intermediate level will facilitate access for sweeping equipment.

## Planters

Planters enhance the visual appeal of the streetscape, provide an effective vertical barrier, and can be swiftly installed. However, it is important to consider the expense compared to other options, the need for ongoing landscaping upkeep, and its suitability for high-speed streets.

### 3.2 Cycle lane separators in Oslo, Norway

Oslo has an extensive network of cycle paths, reflecting its commitment to sustainability and urban planning. These well-maintained paths wind through scenic landscapes and urban areas and cater to riders of all abilities with clear signage, separation from vehicular traffic and priority at intersections. Cycling in Oslo is both practical and enjoyable, allowing cyclists to immerse themselves in the city's charm and natural beauty. The Urban Environment Agency has approved the selected design and principles for cycling solutions, which are in line with the city's cycling strategy and cycle network plan, which serve as a blueprint for the development of cycling facilities [11]. In addition, the Oslo Standard for Bicycle Planning presents alternative design principles and provides additional details on how to create a bicycle-friendly environment.

#### Marked cycle lanes

The cycle lanes are clearly marked and at ground level, separated from the road by a dashed line. In certain exposed or brief sections, physical barriers will be present for protection. This setup is the best option for streets with moderate traffic and lower speeds. The cycle lane must be wide enough to allow cyclists to navigate and pass others safely.

#### Elevated cycle lanes

Elevated cycle lanes are the best solution for safely accommodating cyclists of all speeds and offering ample capacity. These lanes are the ideal solution for streets with public transport, high traffic volumes and speed limits exceeding 40 km/h. They also allow for overtaking for cyclists travelling at slower speeds.



*Figure 5. Left: Marked Cycle Lane in Asengata Oslo, Norway;  
Right: Cycle path with pavement on Tvetenveien (Google)*

#### Protected cycle lanes using physical barriers

In areas where there's a high incidence of road traffic accidents, it's a good idea to separate cycle lanes from the carriageway and/or public transport lane. Physical barriers such as differences in level, shoulders, tactile elements or traffic islands can provide protection. This protection is particularly important on roads with public transport, a significant presence of large vehicles or high speeds.

#### Cycle path with pavement

Cycle paths with sidewalks are a distinct infrastructure for pedestrians and cyclists. They are clearly marked as such and segregated from other traffic by features like curbs, gutters, verges, fencing, or railings. These paths are the best choice for stretches with minimal intersections and entrances. They offer ample capacity and are the best option for cycling at various speeds, including those exceeding 30 km/h. The width of both the pavement and cycle path must be adjusted based on pedestrian and cyclist volumes, adhering to the specified dimensions.

### Cycle lanes in streets with parking

It is essential to ensure that the cycle lane is shielded by a sufficient clearance space to accommodate the opening of doors in order to enhance cyclist safety and minimise the risk of incidents. This measure provides improved protection for cyclists and mitigates the likelihood of errors and accidents. Furthermore, it effectively protects the pavement area against potential car encroachment.

### 3.3 Bicycle lane separation in Kenya

#### Design criteria for bicycle lanes in Kenya

This specification provides comprehensive and definitive guidelines for the design and construction of physically separated cycle tracks, which are to be preferred over painted cycle lanes [12]. It sets out the minimum width requirements for both one-way and two-way cycle tracks, ensuring adequate clearance from obstacles. Smooth surface materials, such as asphalt or concrete, must be used, while paver blocks are not permitted. The tracks must be elevated 1500mm above the carriageway and positioned between the footpath and the carriageway, with a buffer space of at least 0.5 metres from the carriageway, increasing to 0.75 metres near buildings or walls. Bollards are required to prevent car encroachment and must be spaced at 1.2-metre intervals along the track.

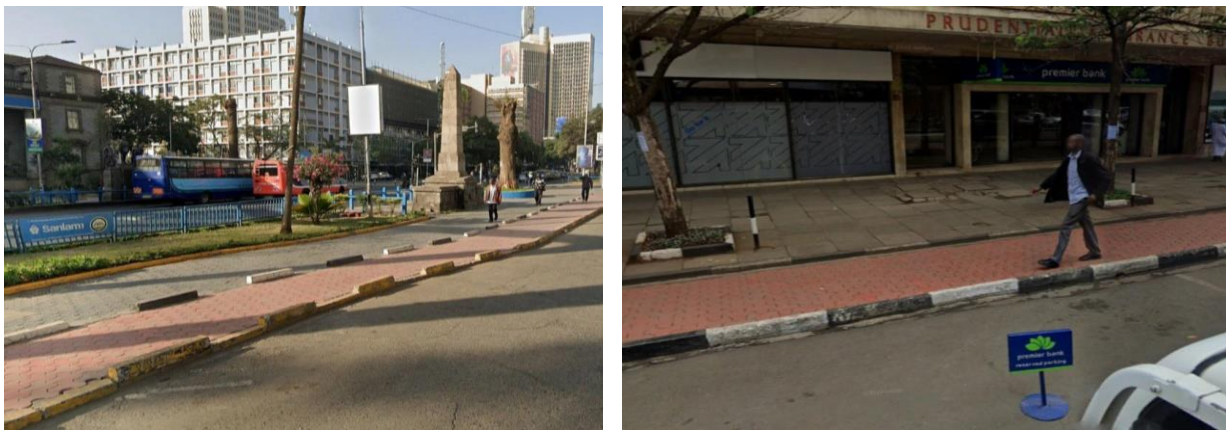


Figure 6. Left: Concrete Barrier Kerbs on Kenyatta Avenue;  
Right: Continuous Concrete Kerbs on Wabera Street (Google Earth, 2024)

#### Concrete barrier kerbs

Concrete barrier kerbs or "wheel stops" are commonly utilized in traditional separation methods. These methods are only suitable when the likelihood of vehicles entering the bicycle lane outweighs the risk of accidents involving cyclists and motor vehicles equipped with such barriers. In the Nairobi CBD, this is the main cycle lane separator available. The concrete barrier kerbs are yellow and black, with a vertical and clear delineation. Figure 5 below shows an example of kerbs used in a street in Nairobi, Kenya. This design is flawed. It lacks a semi-mountable profile facing the bicycle lane and does not have ramped edges.

#### Continuous concrete kerbs

This solution is designed to prevent vehicles from entering the bicycle lanes. These continuous concrete kerbs are being used in different bicycle lanes in Nairobi, including on Wabera Street (see figure 5 on the right).

#### Bicycle track with green buffer

In some areas, the pavement is slightly raised to separate the cycle lanes and the pedestrian walkways. This is used in mostly the busy roads in Nairobi such as Thika Road and Ngong Road (see figure 7 on the left).



Figure 71. Left: Bicycle track with green buffer on Ngong Road;  
Right: Cycle lane separated with white road marking on Mombasa Road (Google Earth, 2024)

#### Cycle lanes separated by a white road marking

In some parts of Nairobi white road marking have been drawn on the roads to separate the main roads and the cycle lanes. The lane is separated using a white road marking on the right side and concrete curbs on the left-hand side. This is mostly applied on busy roads as shown in the figure 6 on the right.

### 4. Safety analysis of bike lane separation in Nairobi

Cyclists represent only 1.8% of the total traffic-related fatalities, which is a surprisingly low number. However, it is essential to contextualise these figures in relation to the cyclists' share of the city's traffic, which accounts for only 1.1% of all trips made using various modes of transportation. In 2020, the city saw several avoidable cyclist fatalities. This prompted a lawmaker to propose legislation that would make road authorities responsible for ensuring the safety of cyclists and pedestrians across Kenya. Cyclist accidents are caused by either colliding with an obstacle, slipping or falling. The number of injuries sustained by cyclists is considerably lower than those sustained by other road users. Furthermore, the majority of cyclist accidents that do not involve a vehicle are under-reported.

In the subsequent phase of this study, a series of videos featuring cycling activist and influencer Moses Amira were meticulously analysed to identify the predominant risks encountered by cyclists in Nairobi. The most prevalent risks encountered by cyclists in Nairobi can be classified as follows:

#### 4.1 Cyclists vs pedestrians

The analysis clearly shows that there is a significant risk factor associated with the interactions between pedestrians and cyclists in Nairobi. The assessment made use of videos, particularly those captured by Moses Amira, to provide a comprehensive examination of the prevailing cycling conditions. It is clear from the evidence that pedestrians encroaching on bicycle lanes increases the likelihood of accidents. This situation is dangerous and forces cyclists to navigate between curbs to avoid collisions. Furthermore, the presence of curbs significantly increases the risk of injury to cyclists. If they collide with a curb while manoeuvring to avoid pedestrians, they may sustain severe injuries.

#### 4.2 Cyclists vs vehicles

The coexistence of vehicles and cyclists on roadways inevitably leads to conflicts and hazards, posing significant challenges to both motorists and cyclists alike. One of the most pressing issues is the obstruction of designated cyclist lanes by vehicles, whether through unauthorised parking or deliberate blockage. This problem was observed in many parts of Nairobi, especially on Ngong Road. Cyclists are forced to swerve outside the lanes and onto the main road when lanes are blocked, which is dangerous and can lead to collisions with vehicles. Cyclists are forced to swerve onto the pedestrian lanes, which is dangerous and can lead to serious injury or crashes.



Figure 8. Vehicles parked on Cyclist lane at Un Avenue. (Mwaura, 2023)

### 4.3 Cyclists vs dooring

Various data indicate that cyclists frequently encounter road traffic incidents, often with severe consequences. One significant risk factor associated with cycling, particularly in urban settings, is the phenomenon known as "dooring." This occurs when cyclists pass parked vehicles containing occupants who may unexpectedly open their doors into the cyclist's path, necessitating swift evasive action to prevent a collision.

Anticipating such incidents is challenging. We propose a solution: a system that alerts cyclists to the presence of opening doors, leveraging a networked intelligent transportation infrastructure [13].

Cyclists in Nairobi are not exempt from this. The video shows that dooring is especially prevalent in the CBD. Dooring in Nairobi predominantly occurs in areas where parking spaces are adjacent to bicycle lanes or when motorists attempt to exit their vehicles in inappropriate locations, such as traffic jams, without ensuring their surroundings are clear. Dooring is extremely dangerous and will inevitably lead to serious injury or, in the worst cases, death of cyclists. The video from Moses Amira [14] clearly shows open car doors blocking the cyclist lanes, as shown in figures 9 below.



Figure 9. Open doors blocking the cyclist lane on Wabera Street 1. (Amira, 2022)

### 4.4 Cyclists vs motorcyclists

Motorcycles are the most common mode of transportation in Kenya, yet motorcyclists account for the second-highest number of deaths. Many riders in Nairobi operate without certification or licenses, contributing to a national crisis declared in 2018. Young men often ride without licenses, leading to a sharp rise in fatalities involving other motorists, pedestrians, and cyclists [15]. Upon analysis of the videos from Amira [14], it became evident that motorbike users frequently drove on the cyclists' lane and even in the wrong direction. This caused distress between the two users, forcing the cyclist to swerve to the pedestrian lane, thereby increasing the risk of crashes.

## 5. Proposed development of bike lane separation tools

This chapter sets out the proposal to develop bike lane separation tools tailored specifically for the unique context of Nairobi. By analysing existing data and exploring innovative solutions, this chapter will demonstrate how such tools can enhance cyclist safety and contribute to the city's sustainable urban mobility and development.

### 5.1 Recycled plant separators

The Planter Cycle Lane Separator [16] (Fig. 10) offers robust protection for cyclists while fulfilling a dual role. Other than delineating cycle lanes, these separators also serve as attractive planters for roadside areas. Crafted from resilient recycled plastic, they boast a capacity of up to 7 liters of water, suitable for hosting decorative plants or flowers, thereby enhancing the visual appeal of urban spaces.

Featuring highly visible reflective markings, these separators ensure optimal visibility, even in dim lighting conditions, aiding in accident prevention by effectively segregating bike and car traffic. With four anchoring points, they facilitate swift and straightforward installation on-site, rendering them well-suited for deployment in bustling city or town settings.

These bike separators have been used successfully in areas such as United Kingdom, Brussels. These separators can be introduced on the roads such as Ngong road to separate Pedestrians, Hawkers and motorcyclists from accessing and blocking the bicycle lanes.



**PLANTERS**  
3 ft. additional width; \$80k-\$400k per lane-mile

PROTECTION LEVEL	+	+	+	+	+
INSTALLATION COST	\$	\$	\$	\$	\$
DURABILITY	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️
AESTHETICS	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️

Figure 10. Recycled Zebra Planters in Dublin separating pedestrian and bicycle lanes (ZICLA)

In comparison with planters, recycled zebra plant separators are the best option because they are more visible, highly durable and easy to install as well as protecting the cyclists at all times.

### 5.2 Oblong low bumps bicycle lane separator

The Zebra Zero cycle lane separators (Fig. 11) effectively protect cycle lanes from vehicle encroachment. Made from 100% recycled plastic, they are easy to install, adaptable to various surfaces, and come in two sizes with retroreflective surfaces for visibility. With high impact resistance and four anchorage points for stability, they enhance cyclist and pedestrian safety. Using recycled materials reduces the product's carbon footprint by 73% [17]. These separators are ideal for areas where cycle lanes share the road level, such as Lower Kabete, Ngong, and Jogoo roads, providing a clear, elevated barrier between vehicles and cyclists.



**OBLONG LOW BUMPS**  
1.5 ft. additional width; \$10k-\$20k per lane-mile

PROTECTION LEVEL	+	+	+	+	+
INSTALLATION COST	\$	\$	\$	\$	\$
DURABILITY	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️
AESTHETICS	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️

Figure 11. Zero Bicycle Lane Separator (<https://inhabitat.com>)

### 5.3 Plastic wave delineators.

Plastic wave delineators, used in cities like Los Angeles [18] (Fig. 12), showcase that bike lanes can be both fun and safe, protecting cyclists from various hazards. Based on the assessment of existing bicycle lane separators in Kenya and their issues, this approach is recommended for key bike lanes in Nairobi, particularly those near parking spaces, to prevent dooring incidents.



#### PLASTIC WAVE

3 ft. additional width; \$80k-\$400k per lane-mile

PROTECTION LEVEL	+	+	+	+	+
INSTALLATION COST	\$	\$	\$	\$	\$
DURABILITY	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️
AESTHETICS	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️

Figure 12. Plastic wave delineators on street in Madison, WI. (<https://saris.com/>)

### 5.4 Recycled rubber curbs

The design emphasizes smooth transitions for cyclists switching paths (Fig. 13). The sloped delineator profile ensures clear traffic separation and boosts safety, with bright highway tape enhancing visibility. Its eco-friendly, easy-to-install construction is ideal for urban areas. Based on video analysis, we recommend replacing Nairobi CBD's curbs with recycled rubber curbs. These curbs enable safe lane changes and redirect cyclists who accidentally hit them back into the cycle lane [19]. They also help prevent dooring by separating parking and cycling lanes, a solution suggested for Ngong Road as well.



#### LINEAR BARRIERS

6 in. additional width; \$25k-\$75k per lane-mile

PROTECTION LEVEL	+	+	+	+	+
INSTALLATION COST	\$	\$	\$	\$	\$
DURABILITY	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️
AESTHETICS	👁️	👁️	👁️	👁️	👁️

Figure 13. Recycled rubber curbs (<https://trafficlogix.com/cycle-lane/>)

## Conclusion

In conclusion the thesis examined the existing situation of bicycle lanes in Nairobi together with the current separation tools while shedding the light on their impact on cyclist safety. Through an analysis of different separation methods whether physical, visual or mixed profile, I finally proposed specific tools namely recycled zebra planters, zero lane separators, plastic wave delineators and recycled rubber curbs. The findings highlighted the importance of prioritizing cyclist safety in urban environments and provide valuable insights for urban planners, policymakers, and transportation authorities in Nairobi. As the city continues to grapple with issues of traffic congestion and road safety, the implementation of effective bike separation tools emerges as a crucial strategy for promoting sustainable and safe urban mobility. Moving forward, further research and experimentation are warranted to refine and optimize these tools to meet the unique needs of Nairobi's cycling infrastructure, ultimately fostering a more bike-friendly and livable city for all residents in Nairobi and as a whole.

## References

- [1] Popan, C., 2019. *Bicycle Utopia. Imagining Fast and Slow Cycling Futures*. 1 ed. Oxford: Routledge.
- [2] Batterbury, S., Manga, A., 2021. The sociality of cycling. In: S. Batterbury & A. Manga, eds. *The Cycling Companion*. 10.4324/9781003142041-6 ed. London: Routledge..
- [3] Jacobsen, P., Rutter, H., 2012. Cycling safety. *City Cycling*, pp. 141-156.
- [4] CDKN, C. a. D. K. N., 2021. *CYCLING AND NON-MOTORIZED TRANSPORT*, Nairobi: NAIROBI NMT NEWSLETTER.
- [5] Basil, P., Nyachio, G., 2023. Exploring barriers and perceptions to walking and cycling in Nairobi metropolitan area. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4(10.3389/frsc.2022.775340), p. 2.
- [6] Robert O, O., Mwea, S. K., 2022. Challenges and Opportunities in Cycling Safety in Nairobi, Kenya. Germany, International Cycling Safety Conference.
- [7] Muguro, J., Sasaki, M., Matsushita, K., Njeri, P., 2020. Trend analysis and fatality causes in Kenyan roads: A review of road traffic accident data between 2015 and 2020. *Cogent Engineering*, 7(10.1080/23311916.2020.1797981).
- [8] Küster, F., 2019. Practitioner Briefings: Cycling. Supporting and encouraging cycling in Sustainable Urban Mobility Planning, s.l.: Directorate-General for Mobility and Transport.
- [9] Denver, U. o. C., 2019. Cycling lanes reduce fatalities for all road users, study shows.. *Science News*, 29 May.
- [10] NATCO, N. A. o. C. T. O., 2022. National Association of City Transportation Officials, New York: NATCO.
- [11] Agency for Urban Environment, 2018. *Street Design Manual for Oslo*, Oslo: Agency for Urban Environment.
- [12] Ministry of Roads and Transport, I. f. T. a. D. P. & UN-Habitat, 2022. *Street Design Manual for Urban Areas in Kenya*, Nairobi: Ministry of Roads and Transport.
- [13] Marilyn, Newstead, S., Oxley, J. & Charlton, J. J., 2013. Cyclists and open vehicle doors: Crash characteristics and risk factors. *Safety Science*, 59(10.1016/j.ssci.2013.04.010), pp. 135-140.
- [14] Amira, M., 2021. Cycling in Nairobi can be scary - What should i do? Lower kabete road., Nairobi: Moses Amira. Youtube.  
The People Who Are Ignoring The NMS Notice And Encroaching on Bicycle Lanes in Nairobi, Nairobi: Moses Amira, Youtube.  
Inspecting The NMS Cycling Lanes in Nairobi CBD. One Year Later!, Nairobi: Moses Amira. Youtube.
- [15] KNA, 2018. Kenya News Agency. Available at: <https://www.kenyanews.go.ke/high-number-of-bodaboda-riders-operating-without-licenses-is-worrying/> (Accessed 1 May 2024).
- [16] ZICLA, n.d. ZICLA. Available at: <https://www.zicla.com/en/zebra-family/> (Accessed 3 March 2024)
- [17] ZICLA, 2008. Zebra bike lane separator, Zurich: database of Ecoinvent 2008; Plastics Europe 2008; PE International 2006. (Accessed 3 March 2024)
- [18] Los Angeles Department of Transportation and Gensler Architects, <https://saris.com/blogs/saris-blog/blog-riding-the-wave-with-the-wave-delineator> (Accessed 3 March 2024)
- [19] Cycle lane curbing, TrafficLogix, Available at: <https://trafficlogix.com/cycle-lane/> (Accessed 3 March 2024)

# Safety analysis of pedestrian crossings using surrogate measures of safety and extreme value theory

Attila Borsos<sup>1</sup> – Ahmad Kizawi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>University of Győr, Department of Transport Infrastructure and Water Resources Engineering  
<sup>1</sup>e-mail: borsosa@sze.hu

<sup>2</sup>e-mail: ahmad.kizawi@hallgato.sze.hu

**Abstract:** As traffic safety analysis methodologies evolve, there is a growing tendency to incorporate non collision events rather than relying solely on historical crash data. This transition is primarily motivated by advances in video-based vehicle trajectory processing, which facilitates proactive crash anticipation through the application of Surrogate Measures of Safety (SMoS) in traffic conflict investigations. The aim of this study is to review the literature on pedestrian-vehicle conflicts and present findings derived from the analysis of video recordings and field measurements at an unsignalized pedestrian crossing in Győr, Hungary, using the TrafXSAFE software developed by Transoft Solution. A total of 594 videos were reviewed in this study, totaling approximately 85 hours and 48 minutes. In our analysis we used R software to process the raw data, spatial and temporal indicators of pedestrian-vehicle interactions. Recently, Extreme Value Theory (EVT) has been applied in traffic safety studies to estimate crash probabilities using SMoS. This theory provides two approaches to sample extreme events, in this case near crashes, the block maxima (BM) and the peak over threshold (POT). In the former case, the maximum (in this case, the minimum) values over time are considered, while in the latter case, the values above a certain threshold are used. Both approaches of EVT are applied to the full sample, and separate models are fitted to subsamples clustered by type of road user movement and arrival pattern. It is concluded that POT outperforms BM models and differences in estimated crash probabilities are found for different movement and arrival patterns.

**Keywords:** *pedestrian-vehicle interaction; extreme value theory; traffic safety; surrogate measures of safety*

## Introduction

Road traffic incidents result in considerable personal distress and exert a profound impact on both social and economic progress. Despite international efforts, fatalities are rising, highlighting the need for new initiatives. Current road safety approaches, often based on traditional methods, have limitations, particularly in developing nations [1].

Pedestrians and vehicles compete for priority at intersections, heightening the risk of conflicts and accidents. Current research focuses on pedestrian and driver behavior, often overlooking factors affecting decision outcomes. Pedestrian accidents and fatalities remain disproportionately high [2]. Globally, pedestrians constitute 23% of road traffic fatalities, totaling about 310,000 deaths annually out of 1.35 million [3].

Although pedestrian safety has gained recently increased attention, there remains an urgent necessity to study the causes of accidents involving Vulnerable Road Users (VRUs) and understand how they relate to road design characteristics. Our paper aims to enhance understanding of pedestrian-vehicle safety through quantitative analysis of video-based trajectories.

## 1. Literature review

This section reviews literature on pedestrian-vehicle interactions, Surrogate Measures of Safety (SMoS), Extreme Value Theory (EVT), and identifies research gaps and questions.

### 1.1 Pedestrian-vehicle interactions

Various researchers have extensively studied traffic accidents to understand the factors contributing to injuries and fatalities among Vulnerable Road Users (VRUs). Kalantari et al. [4] have examined

pedestrian and vehicle interactions at crossings. They found that zebra markings influence pedestrian behavior, leading to more cautious and rule-following actions compared to non-zebra crossings. At zebra crossings, pedestrians often prioritize crossing first, indicating a preference for using designated crossing areas over vehicles.

Kalantari et al. [4] examined how pedestrians and vehicles interact during crossings. It was found that the time gap between a vehicle arriving at the crossing and a pedestrian's decision to cross was a significant factor in the study. A longer gap increased the likelihood of pedestrians crossing first. Additionally, the study highlighted that pedestrians' waiting time before crossing also played a significant role. Longer waits suggest hesitation, favoring vehicle passage, while shorter waits indicated readiness to cross, enhancing the chances of pedestrians crossing before vehicles.

Sun et al. [5] have investigated how initial decisions by pedestrians or vehicles at unsignalized crosswalks influence subsequent strategies and safety outcomes, focusing on choices like "wait" or "cross" for pedestrians and "pass" or "avoid" for vehicles. The probabilities of these choices depend on the first decision-maker, affecting crosswalk safety measures and equilibrium. According to their study, the time interval known as the pedestrian safety crossing gap, which allows a pedestrian to cross the street safely, is judged by the speed of the approaching vehicle and the distance to the pedestrian. The study highlighted that most pedestrians choose to cross the street when this gap surpasses 5.25 seconds. Toxopeus et al. [6] conducted a driving simulator study analyzing driver response times and crash rates when a pedestrian intruded into a vehicle's path with a time-to-impact of 4.35 s (time left for the vehicle to arrive at the collision point).

Goyani et al. [7], Hamed [8], and Kadali & Vedagiri [9] have examined the dynamics of interactions between pedestrians and vehicles, considering the factors influencing conflict severity. Laureshyn et al. [10] highlighted that accident severity is influenced by the type of road user. In spite of the increasing attention to pedestrian safety, there persists a critical need to examine the factors leading to accidents involving VRUs and clarify how they relate to road design characteristics.

Despite in-depth studies on pedestrian-vehicle conflict analysis, there still exist deficiencies in the literature. In vehicle-pedestrian interactions, pedestrians may adjust their movements by stopping, slowing down, or changing direction in response to vehicles. Conversely, vehicles might alter their speed or direction based on pedestrian actions.

## 1.2 Surrogate Measures of Safety (SMoS)

Historically, road traffic safety has relied on accident data, but this method has limitations due to the infrequency of accidents, incomplete reporting, and lack of data on behaviors leading to accidents. Accidents are caused by a unique combination of unlikely factors, making this approach challenging.

Numerous traffic conflict studies have been conducted to develop new methods for evaluating road safety under various geometric and operational conditions. Researchers currently recognize these non-crash events as valuable alternatives to traditional crash data analyses. Surrogate indicators are used as supplements or alternatives to accident-based safety analyses, focusing on common critical traffic events.

Various researchers, Borsos et al. [11] and Laureshyn et al. [12] have described, summarized, and compared a set of safety indicators. They provided an overview of crash proximity and severity indicators. Zheng et al. [13] clarified the characteristics of temporal and spatial proximity in traffic situations. Key indicators found in the literature include Time to Collision (TTC), Deceleration to Safety Time (DST), Post Encroachment Time (PET), Gap Time (GT), Time to Accident (TA), and Conflicting Speed (CS). After selecting the appropriate indicator, it is crucial to assess severity in mixed traffic environments. [14]

Video processing advancements have enabled automated conflict analysis for pedestrian safety using SMoS. Ismail et al. [15], Kaparias et al. [16], Ni et al. [17], Ren et al. [18], and Salamati et al. [19] emphasize the relevance of trajectory data in assessing SMoS for both vehicle-vehicle and pedestrian-vehicle interactions.

Kizawi & Borsos [20] used video recordings and post-encroachment time (PET) to assess the safety of an unsignalized pedestrian crossing. Research has shown that the nature of pedestrian vehicle

interactions (i.e., who is approaching the crossing from where) has an impact on the frequency and severity of conflicts. Higher vehicle speeds also increase conflict probability.

### 1.3 Extreme Value Theory (EVT)

Extreme Value Theory (EVT) for estimating crash probabilities using SMoS has recently gained increased attention. EVT provides two methods for sampling extreme events: the Block Maxima (BM) approach, which uses the Generalized Extreme Value (GEV) distribution, and the Peak Over Threshold (POT) approach, which uses the Generalized Pareto distribution (GPD). The BM method divides the sample period into blocks of a specified length and samples the highest value in each block, while the POT method samples all peak values that exceed a certain threshold.

Recently, EVT has been validated as a useful method for estimating crash probabilities using SMoS. To assess the benefits of active safety techniques, Campbell et al. [21] applied the Weibull type of generalized extreme value (GEV) distribution to traffic events. Tarko [22] explained the use of the generalized Pareto distribution (GPD) as a complementary method to the GEV distribution within the EVT framework, specifically for evaluating crash severity based on traffic conflicts. Additionally, Songchitruksa & Tarko [23] employed and validated the EVT method for examining right-angle collisions at intersections using PET data derived from field measurements.

Applying EVT models to evaluate pedestrian crash risks from traffic conflicts appears promising for proactive safety management. These models yield more precise estimates of pedestrian crashes. Hussain et al. [24] demonstrated the potential of EVT models to enhance pedestrian safety assessment, highlighting the significance of selecting proper conflict measures and sampling methods for accurate crash risk prediction.

Under this subsection this theory is briefly explained focusing on its univariate applications, further details can be found for instance in Coles [25].

EVT models based on the Block Maxima approach focus on the behavior of

$$M_n = \max \{X_1, \dots, X_n\} \tag{1}$$

where  $X_1, \dots, X_n$  is a sequence of independent random variables having a common distribution function  $F$ ,  $M_n$  represents the maximum of the process over  $n$  time units of observation. The distribution of  $M_n$  can be derived as  $\Pr \{M_n \leq z\} = \{F(z)\}^n$ . The function of  $F$  is unknown and to look for  $F^n$  a similar approach to the central limit theorem can be used, by allowing a linear renormalization of the variable  $M_n$  (Equation 2):

$$M_n^* = \frac{M_n - b_n}{a_n} \tag{2}$$

Where  $\{a_n > 0\}$  and  $\{b_n\}$  are constants for which the appropriate values have to be found. According to the extremal types of theorem

$$\Pr \left\{ \frac{M_n - b_n}{a_n} \leq z \right\} \rightarrow G(z) \text{ as } n \rightarrow \infty, \tag{3}$$

where  $G$  belongs to one of the three families: Gumbel, Frechet or Weibull. The rescaled sample maxima  $M_n^*$  converge to a variable having a distribution within one of the above three families. All the three types have both a location ( $b$ ) and a scale ( $a$ ) parameter. The Frechet and Weibull distributions also have a shape ( $\alpha$ ) parameter. These distributions can be generalized into a single distribution function (Equation 4).

$$G(z) = \exp \left\{ - \left[ 1 + \xi \left( \frac{z-\mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{-1}{\xi}} \right\}, \quad (4)$$

defined on the set  $\{z: 1 + \xi \left( \frac{z-\mu}{\sigma} \right) > 0\}$ , where  $-\infty < \mu < \infty$ ,  $-\infty < \xi < \infty$ , and  $\sigma > 0$

The three parameters that have been already mentioned before are the location parameter ( $\mu$ ), the scale parameter ( $\sigma$ ), and the shape parameter ( $\xi$ ). The distribution function itself determines the value of the shape parameter and vice versa. If  $\xi > 0$ , the model corresponds to a Frechet distribution; if  $\xi < 0$ , a Weibull distribution; and if  $\xi=0$ , a Gumbel distribution.

Block Maxima is criticized to be a wasteful approach as only the maximum value is used from each block, thus not considering other, but possibly still extreme values. An alternative solution is to model threshold excesses, this is called the Peak over Threshold approach, in which observations over a certain threshold are selected and treated as extremes. Using the GEV distribution for large enough threshold  $u$ , the distribution function of  $(X - u)$ , conditional on  $X > u$  (Equation 5), is approximately:

$$H(x) = 1 - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x-u}{\sigma_u} \right) \right]^{\frac{-1}{\xi}}, \quad (5)$$

where  $u$  is a high threshold,  $x > u$ , scale parameter  $\sigma_u > 0$  (depending on threshold  $u$ ), and shape parameter  $-\infty < \xi < \infty$ .

The distribution family given in (Equation 5) is called the Generalized Pareto family, in other words, threshold excesses have a Generalized Pareto Distribution (GPD) with two parameters, the shape  $\xi$  and the scale  $\sigma$  parameters (using the same notation as in GEV). Just like with GEV, the shape parameter  $\xi$  determines the behavior of the GPD. If  $\xi < 0$  the distribution has an upper bound of  $u-\sigma/\xi$ , if  $\xi > 0$  there is no upper limit. If  $\xi = 0$ , then (Equation 4) simplifies to an exponential distribution function.

To check the goodness of fit of the models, probability, quantile, return level and density plots can be used. The probability plot is a comparison of the empirical and fitted distribution functions, in the quantile plot their quantiles against each other are plotted. Both can be visually checked, if in both cases the points are sufficiently close to linearity, the model can be accepted.

When applying the POT approach selecting the appropriate threshold is an important step influencing the goodness of fit. There are basically two methods available for that, the mean residual plot and the threshold stability plot. The former shows the mean of the excesses depending on the value of the chosen threshold level  $u$ , here a threshold has to be selected where the graph is linear within uncertainty bounds. The latter plot aims to identify find stable model parameters by estimating the model at a range of threshold values, in other words, estimates should not change much within uncertainty bounds as the threshold increases.

#### 1.4 Research gap and questions

After a thorough review of the literature on applying Extreme Value Theory (EVT) to SMOs in traffic safety analysis, several research questions have emerged to address overlooked or insufficiently covered aspects. Since vulnerable road users (VRUs) often make sudden trajectory changes, there is a notable scarcity of EVT analysis of these interactions in the current literature.

This paper seeks to find answers to what insights can be gained from applying Extreme Value Theory to pedestrian-vehicle interactions at an unsignalized pedestrian crossing, and how does the direction of approach (vehicle and pedestrian) affect EVT model predictions? These questions aim to understand what can be learned from applying EVT to indicators of collision and crossing course interactions, predicting proximity to collisions and their severity.

To address this, video recordings of pedestrian-vehicle interactions at an unsignalized intersection in Győr, Hungary, were analyzed. The TrafSAFE software was used to collect PET values, and both EVT approaches were applied to determine crash probabilities.

## 2. Methodology

### 2.1 Data collection and site description

In Győr, Hungary, an unsignalized pedestrian crossing in front of a primary school (coordinates: 47°40'46.5"N 17°38'18.6"E) was selected for video recording of pedestrian-vehicle interactions. Over the past decade (2013-2022), only one minor injury crash occurred at this location. The crossing, featuring a refuge island, is on a two-lane road. A Hikvision camera with a 180° wide field of view was installed above the crossing, capturing both lanes. The camera recorded for two and a half months (mid-May to mid-July), focusing on peak hours (6-9 am and 2-5 pm) on weekdays. A total of 192 hours over 32 days were recorded, resulting in approximately 4,000 videos, excluding those without pedestrian-vehicle interactions.

### 2.2 Video processing

A total of 164 hours of video recordings were analyzed using Transoft Solutions' TrafXSAFE software, which uses machine learning to identify, track, and evaluate road user interactions. The software classifies road users, tracks their movements, speeds, and conflict events. Videos are open to visual analysis. An example is shown with a PET value of 1.24s (Figure 1).



Figure 2. A vehicle pedestrian conflict ( $PET=1.24s$ )

TrafXSAFE utilizes computer vision and machine learning to provide automated video analytics. After manual site calibration for accuracy, the software detects and categorizes road users into main and sub-categories, such as identifying pedestrians as "vulnerable road users." It tracks the movements, turning directions, and speeds of these road users, generating traffic volume data and detailed speed metrics. For road safety analysis, TrafXSAFE computes metrics like PET and TTC for any two conflicting road users. Leveraging scalable computation power, the technology computes conflict indicator for any two conflicting road users resulting conflicts under a 10 second threshold. It also visualizes these insights through charts and heatmaps, depicting spatial and temporal changes effectively.

### 2.3 Descriptive statistics

A total of 28,304 interactions with a PET value of less than 10 seconds were identified. This sample can be divided into four categories (Figure 2):

- Type (a): vehicle approaching from the right with a pedestrian crossing from the same lane (vehicle southbound, pedestrian eastbound) ( $n=7973$ ).
- Type (b): approaching from the right with a pedestrian crossing from the opposite lane (vehicle southbound, pedestrian westbound) ( $n=7837$ ).
- Type (c): vehicle approaching from the left with a pedestrian crossing from the opposite lane (vehicle northbound, pedestrian eastbound) ( $n=5010$ ) and
- Type (d): vehicle approaching from the left with a pedestrian crossing from the same lane (vehicle northbound, pedestrian westbound) ( $n=7484$ ).

Of the 28,304 interactions, we had 11,287 cases when the passenger car arrived first and 17,017 cases when the pedestrian arrived first.

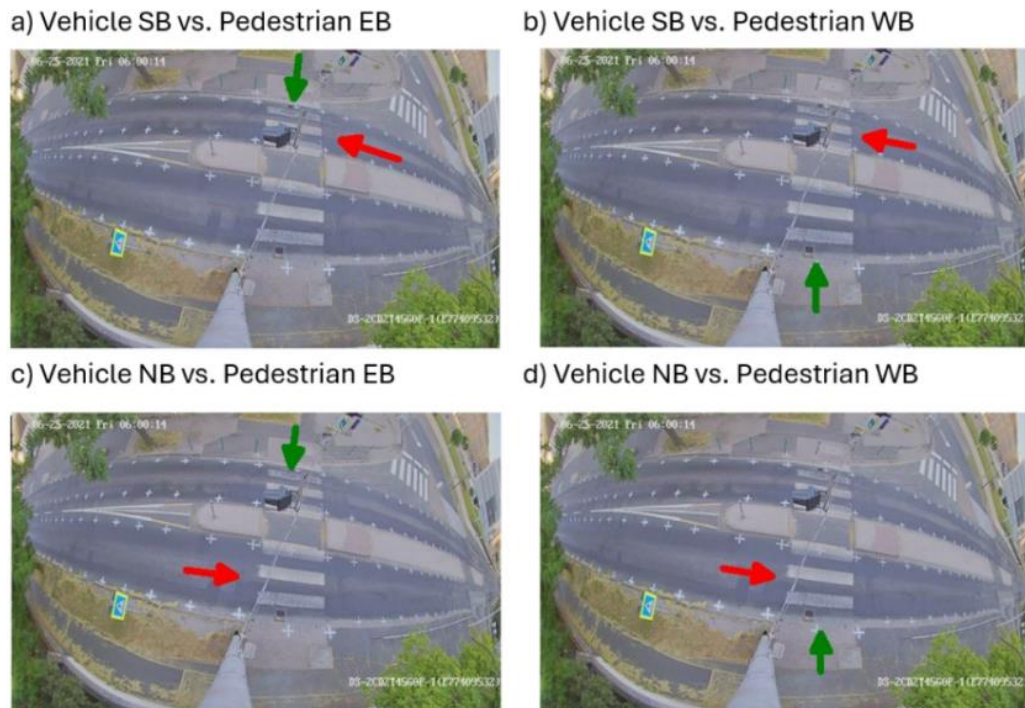


Figure 3. Type of movement

### 3. Models and results

This paper utilizes both EVT approaches on the previously described dataset. In the Block Maxima approach, each interaction is regarded as a block, with the minimum PET values used. In the Peak over Threshold approach, a threshold is set, and all values exceeding it are considered. To analyze extreme events, the negated observation values (minima) are employed. To answer the research questions, two sets of models were run: one for the full sample and another for the four movement types.

#### 3.1 Full sample analysis

For the BM approach, selecting near-crash events is necessary, which is akin to "subsampling of maxima". The raw data from TrafXSAFE includes interactions with PET values between zero and ten seconds. High PET values are not relevant as they do not represent near-crash events. To address this, multiple models were created using different pre-selection thresholds for subsampling. These thresholds were tested by gradually increasing them in increments of 0.1 seconds. The most effective models and their results are presented in Table 1.

By substituting the model estimates into the GEV function (Equation 4) with a given value for  $z_i$ , we can calculate its probability. Specifically, we are interested in the probability of a crash occurring, which is when  $PET < 0$  ( $z_i=0$  in Equation 4). This calculation yields a probability of 0.005 ( $1 - G(z_i)$ ) resulting in a return period of 221 ( $1/0.005$ ). This means that one out of every 221 near-crash interactions will result in a crash. This is a conditional probability, to find the actual accident frequency, we account for the observation period. Assuming peak-hour interactions represent an average day, we calculate that an accident occurs every 133 days (based on our 32-day observation period). However, this is an overestimate, as only one light injury accident happened at the crossing in ten years (2013-2022).

Table 1 shows that the 95% confidence interval for the GEV model's shape parameter includes zero. This allows for fitting a Gumbel distribution (shape parameter set to zero). An analysis of deviance (p-value 0.5055) indicates no significant difference between the models, making the two-parameter Gumbel model a suitable choice.

Table 1. Results of GEV and GPD for the full sample

Indicator	GEV	GPD
Threshold	PET<0.9s	PET<1.5s
Sample size (in 32 days)	53	435
Location parameter $\mu$	-0.782	-
Scale parameter $\sigma$	0.102	0.378
Shape parameter $\xi$	0.198	-0.267
Shape p. lower bound of conf. int. 95%	-0.201	-0.352
Shape p. upper bound of conf. int. 95%	0.570	-0.182
Probability of crash PET<0	0.005	NaN
Return period PET<0	221.238	NaN
Days per accident	133.577	NaN

As for POT, GPD diagnostic plots show a good fit (Figure 3). The crash probability (PET = 0) is calculated (Equation 6) with parameters  $\xi$ ,  $\sigma$ , and threshold  $u = -1.5$  and  $x=0$ . This helps determine the days per accident. However, the GPD model doesn't provide probabilities for PET < 0, indicating that conflicts occur without accidents, which aligns more closely with reality than the GEV model.

$$Pr \{ X > x | X > u \} = [ 1 + \xi \left( \frac{x-u}{\sigma} \right) ]^{-\frac{1}{\xi}} \quad (6)$$

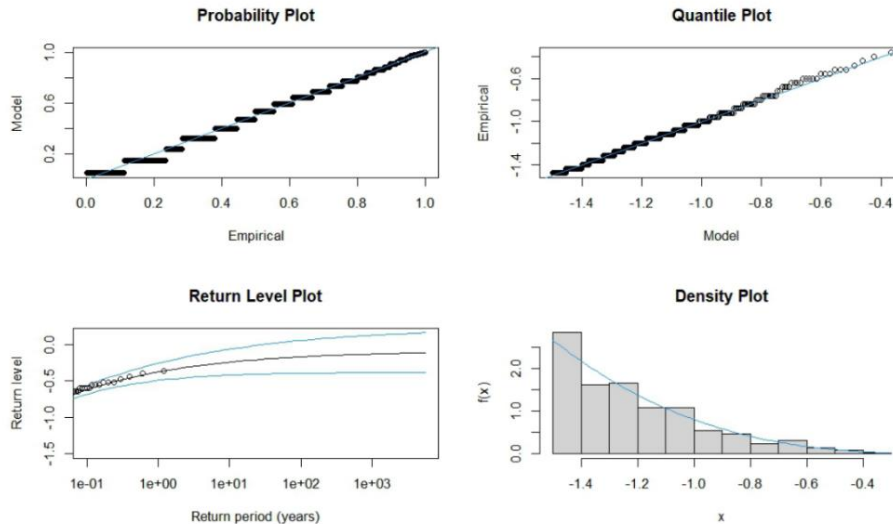


Figure 4. Diagnostic plots for GPD fit to PET &lt; 1.5s

### 3.2 Analysis by type of movement

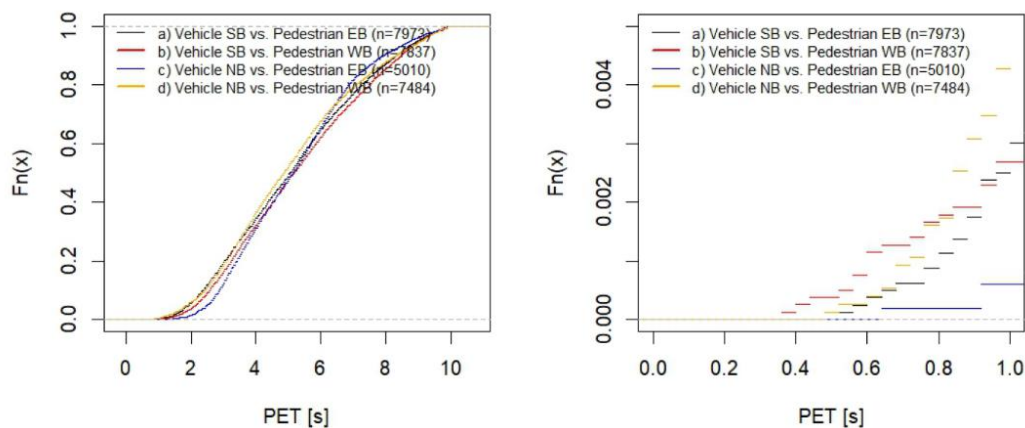
To explore our second research question regarding the impact of interaction types on EVT model predictions, we present the GEV and GPD results. The sample is divided into four clusters based on the direction of vehicle and pedestrian approaches at the zebra crossing, detailed in subsection 2.3.

The cumulative distribution of PET values on the left side of Figure 4 reveals minor variations across different movement types. From a safety perspective, lower PET values indicate more critical interactions. The right side of Figure 4 focuses on interactions with PET values below 1 second. Interaction type b) (red CDF) shows the highest collision potential, while type c) (blue CDF) shows the lowest.

The GEV model results in Table 2 indicate sub-sampling thresholds ranging from 1.2 to 1.8 seconds. While all models exhibit a positive shape parameter, the confidence intervals include zero, implying that the Gumbel distribution is also applicable in place of the Frechet distribution. Crash probability calculations show slight differences among the movement types, with type b) having the highest probability and type c) the lowest, while types a) and d) yield similar probabilities. These findings are consistent with the CDFs in Figure 4 but tend to overestimate crash probabilities.

Table 2. Results of GEV per movements

Indicator	Type (a)	Type (b)	Type (c)	Type (d)
Threshold	PET<1.3s	PET<1.3s	PET<1.8s	PET<1.2s
Sample size (in 32 days)	72	43	43	77
Location parameter $\mu$	-1.150	-1.073	-1.610	-1.053
Scale parameter $\sigma$	0.119	0.199	0.151	0.107
Shape parameter $\xi$	0.209	0.109	0.220	0.209
Shape p. lower bound of conf. int. 95%	-0.009	-0.255	-0.036	-0.026
Shape p. upper bound of conf. int. 95%	0.476	0.529	0.620	0.508
Probability of crash PET<0s	0.005	0.014	0.004	0.005
Return period PET<0s	198.120	69.481	240.349	210.404
Days per crash	88.053	51.707	178.86	87.44


 Figure 5. Cumulative distribution functions of PET ( $n=28,304$ ) depending on the type of movements (left - PET<10s, right - PET<1s)

The GPD models in Table 3 provide more reasonable results. Crash probability can be calculated only for the most unsafe movement type, type b). To rank the four movement types, we used a low PET value of 0.5 seconds and calculated the probability of it occurring. This ranking is consistent with the GEV model results but shows greater differences between the most unsafe (type b) and least unsafe (type c) movements.

Table 3. Results of GPD per movements

Indicator	Type (a)	Type (b)	Type (c)	Type (d)
Threshold	PET<1.5s	PET<1.8s	PET<2s	PET<1.5s
Sample size (in 32 days)	147	192	68	177
Scale parameter $\sigma$	0.320	0.430	0.453	0.458
Shape parameter $\xi$	-0.220	-0.169	-0.257	-0.423
Shape p. lower bound of conf. int. 95%	-0.386	-0.311	-0.440	-0.523
Shape p. upper bound of conf. int. 95%	-0.055	-0.028	-0.074	-0.323
Probability of crash PET<0s	NaN	0.0007	NaN	NaN
Return period PET<0s	NaN	1461.325	NaN	NaN
Days per crash	NaN	243.55	NaN	NaN
Probability of PET<0.5s	0.005	0.015	0.001	0.002
Return period PET<0.5s	202.373	69.054	1685.118	434.739
Days per PET<0.5s	44.054	11.509	792.996	78.596

These results suggest that the POT approach is more reliable, and that crash or near-miss probabilities vary by movement type. This variation might be due to interaction type or vehicle speed differences. Further analysis using Figure 5, showing vehicle conflict speed CDFs, is needed to validate this. In TrafXSAFE, conflict speed for PET is measured when the lead road user leaves the crossing point, and when the lag vehicle enters it.

Southbound vehicle speeds (types a and b) are significantly higher than northbound speeds (types c and d) as shown in Figure 5. The mean speeds for types a, b, c, and d, are 33.6, 31.8, 24.5, and 25.2 km/h, respectively. While there's a notable difference in speed distributions between southbound and northbound movements, the type of interaction has a minimal impact on conflict speed, as differences between types a-b and c-d are small. However, near-side interactions (same lane) have slightly higher speeds than far-side interactions (different lanes).

The conflict speed analysis indicates that higher speeds increase the estimated probability of crash or near-miss events in the EVT procedure. Type b) is the most unsafe interaction due to its high conflict speed, while type c), with the lowest conflict speed, is the least unsafe interaction. However, speed differences alone do not fully explain the variations in EVT estimations.

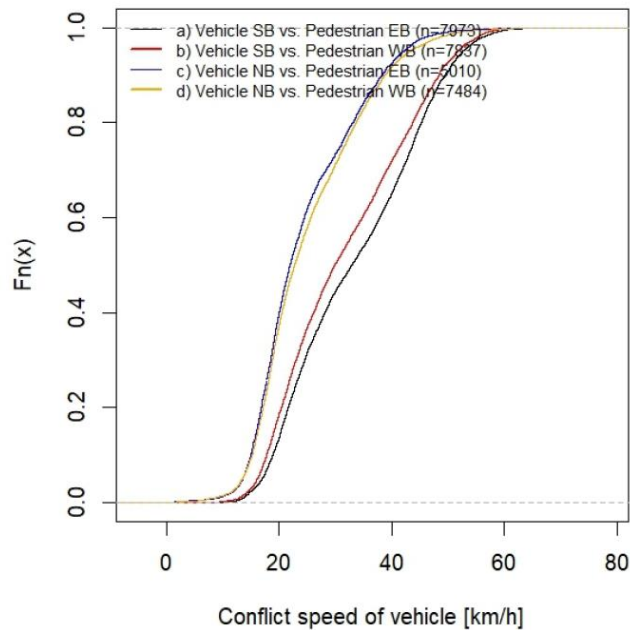


Figure 6. Cumulative distribution functions of conflict speed depending on the type of movements

#### 4. Limitations

Our analysis assumes that most interactions at the pedestrian crossing occur during peak hours (6-9 am and 2-5 pm), representing an average day, and that the accident data, indicating one light injury crash over 10 years (3650 days), is accurate.

A limitation of our study is that it uses data from only one location in Győr, Hungary, preventing cross-location comparisons. Multiple locations could enhance model comparisons. Additionally, PET measurements, which only capture post-conflict risk at specific points and don't consider speed, may give false-risk indications.

#### Conclusions

In this study, we used Extreme Value Theory to analyze pedestrian-vehicle interactions at an unsignalized crossing. It was found that the POT method outperforms the BM approach, which overestimates crash probabilities. Selecting appropriate thresholds for sub-sampling (BM) and near-crash events (POT) is challenging. PET, our sole SMOs, measures post-conflict situations but may miss conflict progression. Safety-critical PET values are under 1-1.5 seconds, though thresholds up to 2.5 seconds were sometimes needed for a good sample size and model fit.

We identified four interaction types based on pedestrian and vehicle approaches to the crossing. Near-side interactions (same lane) and far-side interactions (different lanes) yield different crash probabilities. EVT model outputs, particularly from the GPD method, reveal significant differences: Near-side interaction types a) and d) yielded very similar probabilities. However, probabilities for far-side

interaction types b) and c) were different by orders of magnitude. Vehicle speed analysis shows significant differences between southbound and northbound directions influencing the EVT results of the interaction types differently. Higher southbound speeds significantly impact far-side interaction safety, while speed differences are irrelevant for near-side interactions.

By analyzing temporal and speed-related indicators, we pinpoint safety issues and identify problematic movement types. Our study shows that higher vehicle speeds pose risks, especially in interactions with pedestrians crossing from the far-side. This underscores the need to integrate speed-related indicators with time-based metrics in safety assessments. Future research could expand by incorporating speed variables into both univariate and bivariate models.

## References

- [1] Sohel, M. – Shamsul Hoque, M. – Tavassoli, A. – Ferreira, L.: Reviewing traffic conflict techniques for potential application to developing countries. In *Journal of Engineering Science and Technology* 2018 Vol.13. No.6. <https://www.researchgate.net/publication/326732187>
- [2] Bella, F. – Silvestri, M.: Vehicle–pedestrian interactions into and outside of crosswalks: Effects of driver assistance systems. *Transport* 2021 Vol.36. No.2. 98–109. <https://doi.org/10.3846/transport.2021.14739>
- [3] WHO: Global status report on road safety 2023
- [4] Kalantari, A. H. – Yang, Y. – Garcia de Pedro, J. – Lee, Y. M. – Horrobin, A. – Solernou, A. – Holmes, C. – Merat, N. – Markkula, G.: Who goes first? a distributed simulator study of vehicle–pedestrian interaction. *Accident Analysis and Prevention* 2023, 186. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107050>
- [5] Sun, X. – Lin, K. – Wang, Y. – Ma, S. – Lu, H.: A Study on Pedestrian–Vehicle Conflict at Unsignalized Crosswalks Based on Game Theory. *Sustainability Switzerland* 2022 Vol.14. No.13. <https://doi.org/10.3390/su14137652>
- [6] Toxopeus, R. – Attalla, S. – Kodsi, S. – Oliver, M.: Driver Response Time to Midblock Crossing Pedestrians. *SAE Technical Papers* 2018 April. <https://doi.org/10.4271/2018-01-0514>
- [7] Goyani, J. – Pawar, N. – Gore, N. – Jain, M. – Arkatkar, S.: Investigation of Traffic Conflicts at Unsignalized Intersection for Reckoning Crash Probability Under Mixed Traffic Conditions. In *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 2019 Vol.13.
- [8] Hamed, M. M.: Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings. *Safety Science* 2001 Vol.38. No.1. 63–82. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00058-8](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00058-8)
- [9] Kadali, B. R. – Vedagiri, P.: Proactive pedestrian safety evaluation at unprotected mid-block crosswalk locations under mixed traffic conditions. *Safety Science* 2016 Vol.89, 94–105. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2016.05.014>
- [10] Laureshyn, A. – Svensson, Å. – Hydén, C.: Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis and Prevention* 2010 Vol.42. No.6. 1637–1646. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.03.021>
- [11] Borsos, A. – Farah, H. – Laureshyn, A. – Hagenzieker, M.: Are collision and crossing course surrogate safety indicators transferable? A probability-based approach using extreme value theory. *Accident Analysis and Prevention* 2020. 143. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105517>
- [12] Laureshyn, A. – Svensson, A. – Hydén, C.: Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis and Prevention* 2010 Vol.42. 1637–1646.
- [13] Zheng, L. – Ismail, K. – Meng, X.: Traffic conflict techniques for road safety analysis: open questions and some insights 2014 Vol.41. No.7. 633–641. <https://Doi.Org/10.1139/Cjce-2013-0558>.
- [14] Kathuria, A. – Vedagiri, P.: Evaluating pedestrian vehicle interaction dynamics at un-signalized intersections: A proactive approach for safety analysis. *Accident Analysis and Prevention* 2020. 134. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105316>
- [15] Ismail, K. – Sayed, T. – Saunier, N.: Automated Analysis of Pedestrian–Vehicle Conflicts 2010. <https://Doi.Org/10.3141/2198-07>, 2198, 52–64.

- [16] Kaparias, I. – Bell, M. G. H. – Greensted, J. – Cheng, S. – Miri, A. – Taylor, C. – Mount, B.: Development and Implementation of a Vehicle–Pedestrian Conflict Analysis Method 2010. <https://doi.org/10.3141/2198-09>, 2198, 75–82.
- [17] Ni, Y. – Wang, M. – Sun, J. – Li, K.: Evaluation of pedestrian safety at intersections: A theoretical framework based on pedestrian-vehicle interaction patterns. *Accident Analysis & Prevention* 2016. 96, 118–129. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2016.07.030>
- [18] Ren, G. – Gu, C. – Lu, L. L. – Zhou, Z. P. – Ding, C. Z.: Modeling Risk Degree of Conflicts between Crossing Pedestrians and Vehicles at Signalized Intersections. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology* 2012 Vol.12. No.5. 76–81. [https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(11\)60224-9](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(11)60224-9)
- [19] Salamati, K. – Schroeder, B. – Roupail, N. M. – Cunningham, C. – Long, R. – Barlow, J.: Development and Implementation of Conflict-Based Assessment of Pedestrian Safety to Evaluate Accessibility of Complex Intersections 2011. 148–155. <https://doi.org/10.3141/2264-17>
- [20] Kizawi, A. – Borsos, A.: Conflict Analysis of Pedestrian-Vehicle Interactions. *Chemical Engineering Transactions* 2023. 107, 625–630. <https://doi.org/10.3303/CET23107105>
- [21] Campbell, K. L. – Joks, H. C. – Green, P. E.: A Bridging Analysis for Estimating the Benefits of Active Safety Technologies Task One under Contract No. DTNH22-93-D-07000 Crash Avoidance Research Technology Support-Simulation Models Final Report 1996.
- [22] Tarko, A. P.: Use of crash surrogates and exceedance statistics to estimate road safety. *Accident Analysis & Prevention* 2012 Vol.45. 230–240. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2011.07.008>
- [23] Songchitruksa, P. – Tarko, A. P.: The extreme value theory approach to safety estimation. *Accident Analysis & Prevention* 2006 Vol.38. No.4. 811–822. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2006.02.003>
- [24] Hussain, F. – Ali, Y. – Li, Y. – Haque, M. M.: Revisiting the hybrid approach of anomaly detection and extreme value theory for estimating pedestrian crashes using traffic conflicts obtained from artificial intelligence-based video analytics. *Accident Analysis and Prevention* 2024. 199. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107517>
- [25] Coles, S.: *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. Springer London 2001. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-3675-0>

## Sulizóna / Schoolzone

Berki Klára Sarolta<sup>1</sup> – Válóczy Dénes<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Budapesti Közlekedési Központ Zrt.

<sup>1</sup>KlaraSarolta.Berki@bkk.hu

<sup>2</sup>Denes.Valoczi@bkk.hu

**Kivonat:** A Budapesti Közlekedési Központ (továbbiakban BKK) a kerületi önkormányzatokkal, a Budapest Közúttal, valamint a MOME Innovációs Központjával közösen 2023-ban elindította a Sulizónaprogramját azzal a céllal, hogy biztonságosabb környezetet teremtsen a legvédtelenebb úthasználóknak, javuljon a már önállóan közlekedő gyermekek biztonsága és biztonságérzete, valamint csökkenjenek az iskolák környezetében tapasztalható közlekedési veszélyek. A tavalyi év folyamán pilot keretében három iskolánál eszközöltünk módosításokat, melynek keretében forgalomtechnikai és figyelemfelhívó elemeket telepítettünk, valamint oktató és szemléletformáló tevékenységet végeztünk. A módosítások után a következő fázisban a szülők kérdőíves kikérdezésével mértük a projekt biztonságérzetre gyakorolt hatását. A válaszok alapján elmondható, hogy a szülők bevezetés előtt tapasztalt aggodalma és az egyébként jellemzően forgalom korlátozó intézkedések ellenére pozitívan értékelték a módosításokat, javult a biztonságérzetük. A megvalósult pilot helyszínek tapasztalatait is felhasználva a BKK által készített tervezési útmutatóban külön kötet tér ki a Sulizóna kialakítására. Az idei évben a tervezési útmutatón felül újabb két iskolával kezdtük meg a munkát, ahol a pilot tapasztalatait is felhasználva a szülők bevonásával készítjük elő a Sulizóna kialakítását. A Sulizóna pilot bevezetése utáni tapasztalatokat, valamint a továbblépés lehetőségeit mutatjuk be a konferencia előadás keretében.

**Abstract:** The Budapest Transport Centre (BKK), together with the district municipalities, Budapest Közút and the MOME Innovation Centre, started the Sulizóna (Schoolzone) programme in 2023 with the aim of creating a safer environment for the most vulnerable road users, improving the safety and sense of security of children who are already going to school independently, and of reducing traffic hazards around the schools. During last year, we have initiated changes in the surrounding streets of three schools as part of a pilot programme, installing traffic engineering and design elements as well as educational and attitude-changing activities. Once the improvements established, the next phase involved a questionnaire survey of parents to measure the impact of the project on their perception of safety. The responses showed that despite parents previous concerns about the modifications and the typically car traffic-restrictive measures, they were positive about the changes and their perception of safety improved. Building on the experiences of the pilot sites, a dedicated chapter on the design of the Sulizóna is included in the public space and street design manual prepared by BKK. This year, in addition to the manual, we continue the program with two schools, where we are preparing the new traffic layout of the Sulizóna with the involvement of the local parents. The experiences after the Sulizóna pilot phase and the planned roadmap to continue the programme will be presented in a conference presentation.

*Kulcsszavak:* sulizóna; általános iskolakörnyezet; gyerekek; közlekedésbiztonság

*Keywords:* schoolzone; elementary school area; children; traffic safety

### Bevezetés

2020 márciusában Budapest Főváros Közgyűlése döntött arról, hogy szükséges megalkotni egy fővárosra vonatkozó Közúti Közlekedésbiztonsági Stratégiát. A stratégiában kitűzött cél, a VISION ZERO célkitűzéseivel összhangban az, hogy 2030-ig 50%-kal 2050-re pedig nullára csökkenjen a közúti közlekedés halálos áldozatainak száma.

Budapesten 2023-ba 44 személy halt meg közúti közlekedési balesetekben. Ezeknek a baleseteknek a gyerekek is ki vannak téve. Kiemelten azokban az idősávokban, amikor a gyerekek közlekednek naponta két baleset történik.

Akkor lehet csökkenteni a közlekedésből adódó veszélyeket, ha a legfontosabb szereplők: az emberek, a járművek, az infrastruktúra és az intézményrendszer szorosan együttműködnek. A 2023 júniusában Fővárosi Közgyűlés által elfogadott Közúti Közlekedésbiztonsági Stratégia az említett tényezőkre fókuszál. A stratégia véleményezése során több kerület jelezte, hogy közlekedésbiztonsági szempontból az iskolák környezetét kiemelten magas kockázatnak érzik, valamint jó kiindulópont lehet a stratégia megvalósítására a közúti veszélyek csökkentése az iskolák környezetében.

A Sulizóna program a budapesti általános iskolák környezetének átalakítására, valamint az érintett csoportok szemléletformálására koncentrálnak, melyek nem korlátozódnak az iskolába érkező, ide látogató célforgalomra, hanem a területen áthaladó minden közlekedő részét képezi. A gyerekek jellemzően általános iskolás korban kezdenek el hosszabb-rövidebb szakaszon egyedül, szülői felügyelet nélkül közlekedni, így a szempontjukból leginkább frekvenciált oktatási intézmények környezetének átalakítása elősegítheti az önálló közlekedést.

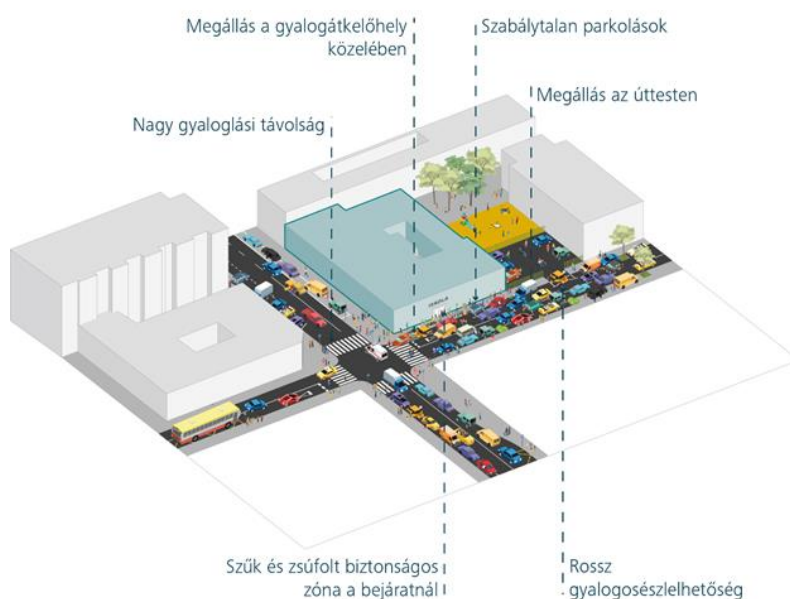
## 1. Budapesti általános iskolák helyzete

Budapesten 419 darab általános iskola van, melyek a városban elszórtan helyezkednek el. Jellemzően az általános iskolák környezetében torlódások alakulnak ki, mert az iskolakapuig szeretnék vinni a szülők a gyermekeket, mivel önállóan közlekedve nem érzik őket biztonságban és sok esetben még azt is megvárják míg bemennek az iskolakapun. Az intézmények közvetlen környezetében kiszolgálhatatlan parkolási igény jelentkezik reggel és délután. Így, habár a megállások jellemzően rövid idejűek a kialakuló forgalmi helyzet minden közlekedő számára kiszámíthatatlan és zavaros. További probléma, hogy az iskolák környezete jelenleg nem önmagát magyarázó, vagyis nem sugallja kellően az itt közlekedők számára, hogy itt fokozottan figyelni kell mert megjelennek olyan társadalmi csoportok, akikre a bizalmi elv nem érvényesül. Ilyen környezetben egy szabálysértés, például egy relatív gyorshajítás, sokkal súlyosabb következményekkel is járhat, mint máshol. A reggeli csúcsidőben a szülők és a gyermekek is sietnek, feszültek és ez tovább növeli a közlekedésbiztonsági kockázatot. Valamint az iskolába igyekvőkön kívül megjelenik az átmenő forgalom, melynek célja nem az iskola elérése, hanem a saját egyéni úticéljának elérése és ez által a minél gyorsabb áthaladás az adott útszakaszon.

Az 1. ábrán a Budapesten jelenleg gyakran előforduló problémákat és konfliktusokat vizualizáltuk egy fiktív iskolakörnyezetben. Az iskola bejárata előtt jól látható a zsúfolt, zavaros környezet, mely elrettentő hatású, így a szülők még kevésbé engedik önállóan közlekedni gyermekeiket.

### JELENLÉGI ISKOLAKÖRNYEZET

Tapasztalataink alapján a jellemző problémák és felmerülő konfliktusok:

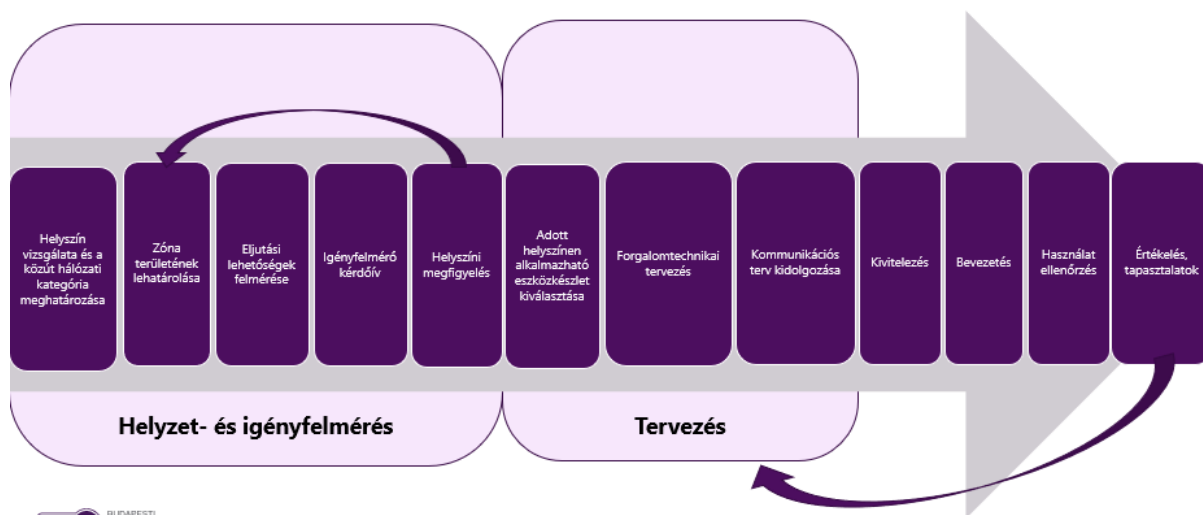


16. ábra: Általános iskolakörnyezet ábrázolása

## 2. Sulizóna kialakításának folyamata

Az iskolák környezetében jelentkező problémák feloldásához úgy kell átalakítani a környezetet, hogy ott bármely korosztály, bármilyen módon közlekedve biztonságban érezhesse magát ezáltal támogassa a tanulók minél önállóbb közlekedését, hogy a szülők ne csak az iskolák közvetlen bejáratánál merjék elengedni a gyerekeket.

A sulizóna egy több lépéses folyamat során alakítható ki, melynek első lépése a helyszín vizsgálata és a közút hálózati kategória meghatározása. A lépések között több esetben is visszaellenőrzés szükséges a tapasztalatok alapján, hogy kell-e további módosításokat végezni. A kialakítás során az intézmény és annak környezetében jelenleg meglévő funkciók és szükséges kapcsolatok megtartásával, újragondolásával kell létrehozni a sulizónát. A teljes folyamatot és a szükséges lépéseket a következő ábra (2. ábra) mutatja be.



17. ábra: Sulizóna kialakításának folyamatábrája

A sulizóna kialakításakor az adott iskola tágabb környezetét kell figyelembe venni és egy iterációs folyamat során kell leszűkíteni a ténylegesen kijelölendő zóna területére a vizsgált környezetet. A zóna tervezése során az érintett kerületi önkormányzat, az adott iskola, a területileg illetékes rendészet és a szülők tapasztalatait is felhasználva kell elkezdeni a tervezést. Az egyes szereplők felé más módon szükséges kommunikálni az egyes megoldásokat és lépéseket.

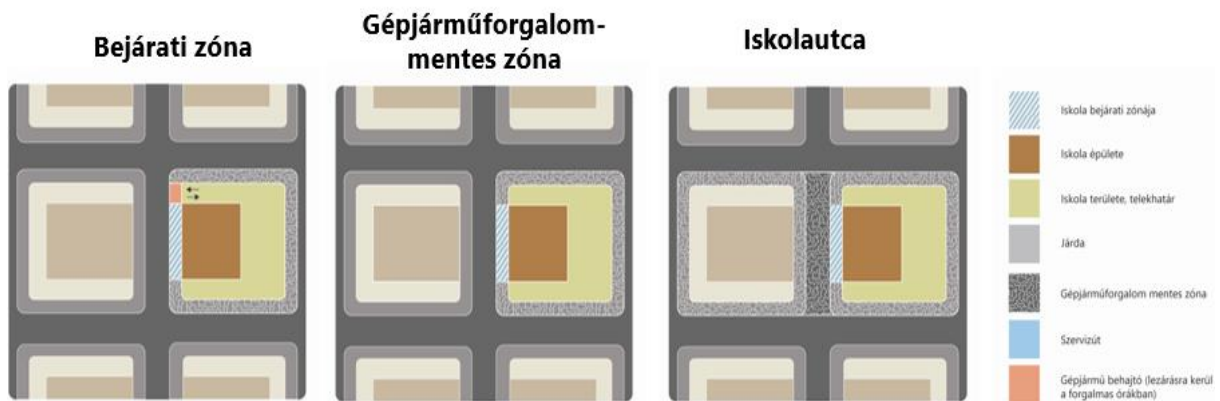
Az intézmények környezetének átalakítása során a szülőkkel történő kommunikáció kiemelt fontosságú, hiszen sokkal nyitottabbak lesznek az új szokások kialakítására, ha részesei lehetnek a folyamatnak. Valamint a szokásaikkal, az aggodalmaikkal és az igényeikkel segítenek abban, hogy pontosabb képet kapjunk a helyszínről és a tapasztalható problémákról.

A *sulizóna* az iskola bejárata, és annak környezetében elhelyezkedő közterületet jelenti, amin belül úgy kerül kialakításra a forgalmi rend, hogy minél nagyobb területet tudjunk kialakítani, ahol a gyalogos forgalom semmiképp sem találkozik gépjármű forgalommal, de egyúttal nem lehetetlenülnek el az intézmény közötti kapcsolatai sem. Ezen elv mentén a sulizónán belül két egységet határoztunk meg: a kisebb a *bejárati zóna*, a nagyobb a *gépjárműforgalom-mentes zóna*. Utóbbinál még sűrű beépítettség esetén is törekedni kell arra, hogy nagyobb legyen a *bejárati zónánál*.

A *bejárati zóna* az iskola bejárata előtti kiteresedés, melynek teljesen gépjárműforgalomtól mentesnek kell lennie és lehetőséget kell biztosítani az iskola koncentrált gyalogos forgalmának minél teljesebb körű kiszolgálására.

A *Gépjárműforgalom-mentes zóna* az a terület az iskola környezetében, amelyen keresztül az iskola bejárata gyalog megközelíthető gépjárművekkel való bárminemű konfliktus nélkül. Ennek egy speciális esete az iskolautca, ahol az iskola előtti út vagy útszakasz, amelyen a reggeli iskolába járás és/vagy a délutáni iskolából való elvitel idején ideiglenesen korlátozzák a gépjárművel történő behajtást. Ez a korlátozás egyaránt vonatkozik az iskolai és az átmenő forgalomra is.

Az alábbi ábra (3. ábra) azt mutatja be, hogy lehet olyan területet, területegységeket kialakítani, ahol a gyalogos forgalom semmiképp sem találkozik gépjárműforgalommal.



18. ábra: Gépjárműforgalom-mentes zóna kialakítása

Az *iskolautca* eszközt a nemzetközi gyakorlatban is előszeretettel alkalmazzák a biztonságosabb iskolakörnyezet megvalósításához, illetve itthon is vannak kezdeményezések a használatára. Viszont ez az eszköz nem minden esetben alkalmazható.

### 2.1 Sulizóna kialakításának eszközei

Az iskolák környezetében történő intézkedések 4 fő csoportra bonthatóak: a forgalomtechnikára, az egységes arculatra, az oktatás-szemléletformálásra és a szolgáltatásra (4. ábra). Ennek a négy csoportnak az együtt történő alkalmazásával alakítható ki a hosszútávon működő, és kevesebb kockázatot tartalmazó sulizóna, ahol a gyerekeknek csökkentett számú konfliktus pontot tartalmazó, illetve önmagát magyarázó környezetben önállóan is lehetőségük van megismerkedni és fokozatosan hozzá szokni a közlekedéshez.



19. ábra: Sulizóna kialakításának fő eszközcsoportjai

A **forgalomtechnika eszköztára** fizikai beavatkozási lehetőségeket biztosít a sulizóna kialakításánál, melyek segítségével önmagát magyarázó környezet hozható létre és csökkenthető a konfliktuspontok száma is.

A **sulizónát kijelölő térszervező/térjelölő elem** az önmagát magyarázó környezet egy kiegészítő eleme, mely a tér megjelölésén felül szemléletformáló funkciót is ellát. Látványában eltér a hagyományosan alkalmazott forgalomtechnikai eszköztártól és egyértelműen jelöli a közlekedők számára az iskolai környezet kezdetét, illetve végét. Környezetéből kiemelkedő és mindenki számára figyelemfelkeltő hatással bíró megoldás, ami nem helyspecifikus, illetve meglévő környezetbe integrálható. Az alkalmazott elemek a környezetet aktívan használók számára különböző sebesség mellett is egyértelműek és értelmezhetőek.

Az **átfogó oktatás és szemléletformálás** elengedhetetlen a sulizóna megfelelő használatához. Kiemelten fontos az iskola dolgozóinak, diákjainak és a szülőknek az oktatása és szemléletformálása az újonnan létrehozott zóna és új funkciók helyes használatának megtanulásához, valamint az új szokás kialakításához. Ezen felül tájékoztatni kell általánosan az áthaladó forgalmat, illetve a környékbeli lakosokat is.

A **szolgáltatási eszközök** körének bővítése/átszervezése javíthat az iskolakörnyezet terheltségén, melyek lehetnek kerületi, iskolai kezdeményezések, illetve akár hálózati módosítások is. Ez járhat megállóhely áthelyezéssel, időszakos kijelöléssel, vagy akár a Mobi pontok hálózatának kibővítésével is.

### 3. Pilot helyszínek kialakítása

A Budapesti Közlekedési Központ a kerületi önkormányzatokkal, a Budapest Közúttal és a MOME innovációs központtal közösen a Sulizóna program keretében 2023-ban a gyakorlati megvalósítás tesztelése érdekében pilot jelleggel három sulizónát valósított meg, kettőt a IV. és egyet a XVII. kerületben.

Az egyes helyszíneken különböző forgalomtechnikai eszközök és egységes arculati elemek segítségével, fizikai beavatkozásokkal lett kialakítva a zóna.

A IV. kerületi **Újpesti Karinthy Frigyes Magyar–Angol Két Tanítási Nyelvű Általános Iskola** (továbbiakban: Karinthy Frigyes Általános Iskola) egy lakótelepi környezet szélén elhelyezkedő helyi utcán található, mely nemcsak az iskola megközelíthetőségét, hanem a gépjárműforgalom elől teljesen vagy részlegesen elzárt területek elérhetőségét is biztosítja. Így az utca teljesen, vagy részlegesen nem zárható le a gépjárműforgalom elől. A korábbi kétirányú forgalmat lebonyolító utcán az önkormányzat korábban már egyirányú forgalmi rendet vezetett be. Így a relatív széles útpályán jellemzővé vált a rövid idejű párhuzamosan többsorban történő megállás az iskola előtti teljes szakaszon ideértve a gyalogátkelőhelyet is (5. ábra), mely szinte teljesen lecsökkentette a gyalogátkelőhely beláthatóságát és lényegesen megnövelte a baleseti kockázatot. Ezen felül az útpályán álló autók rendszeresen mindkét oldalról történő előzése különösen közvetlenül a gyalogátkelőhely előtt további kockázatos helyzeteket teremt. Az iskolához érkező célforgalom várakozási szokásai eltérőek. Vannak, akik csak nagyon rövid ideig állnak meg és szinte azonnal tovább hajtanak, valamint jellemző még a rövidebb ideig tartó várakozás, amely többnyire 15-20 percig tart, illetve arra is van több példa, hogy a gépjárművet egész napra az iskola környezetében parkolják le a szülők és ők egyéb közlekedési mód igénybevételével folytatják az útjukat.



20. ábra: Szabálytalan parkolás a kijelölt gyalogos átkelőhelyen a beavatkozások előtt (forrás: [3])

Az intézmény környezetében kialakított sulizónában (6. ábra) az útpálya - közvetlenül az iskola bejárata előtti - fizikai szűkítésével a gyalogátkelőhely beláthatósága lényegesen megnőtt, illetve a korábban tapasztalható előzésekből adódó kockázat is lényegesen lecsökkent. Az eltérő parkolási igények térbeli szétválasztásának első lépéseként K+R helyek kerültek kijelölésre az intézmény bejáratától nem messze, így lehetőség nyílt a biztonságosabb rövid ideig tartó megállásokra és a pár percig tartó várakozásra is.



21. ábra: Elkészült sulizóna

Szintén a IV. kerületben található a **Megyeri Úti Általános Iskola**, mely két főút találkozásánál van. A csomópontban a Váci út felé tartó irányban gyakoriak voltak az előzések, illetve a kanyarodó járművek miatt jellemzőek voltak az iskola előtti gyorsítások. A reggeli és délutáni csúcsidőszakban a rövid megállásokra a szülők megpróbálták a lehető legjobban lehúzódni, ezért a zöldterületet használták fel megállás és várakozás céljából.

A Fóti út forgalomnagysága lehetőséget biztosított a csomóponti szabályozás módosítására, melynek segítségével egy külön csak jobbra kanyarodó sávot hoztunk létre az egyenesen és jobbra haladóból. A módosítás hatására a csomópont túloldalán, az iskola előtti szakaszon lehetőségünk nyílt K+R várakozóhelyek kijelölésére is. Ezáltal a szülőknek lehetőség nyílt a szabályos rövid idejű megállásra, egy olyan területen, amelynek közvetlen járdakapcsolata van az iskola bejáratával. Az így kialakított forgalmi rend hatására az iskola előtti előzések és gyorsítások számát is mérsékelni tudtuk.

XVII. kerületi **Újlak Utcai Általános, Német Nemzetiségi és Magyar-Angol Két Tanítási Nyelvű Iskolában** (továbbiakban: Újlak Utcai Általános Iskola) a kerületi önkormányzat már korábban is gondolkodott a területen beavatkozási lehetőségeken. Az iskola előtti kiteresedésen becsengetés előtti időszakban kaotikus állapotok voltak tapasztalhatók: a szülők rendezetlenül álltak meg, a gépjárművek együtt mozogtak a gyalogosokkal, sokszor a gyerekek kíséret nélkül vágtak át azon a térrészen, ahol a szülők a gyerekekre nézve kiemelten veszélyes tolatási manőverekkel megfordulva ugyanott hajtottak ki az utcából, mint ahonnan behajtottak.

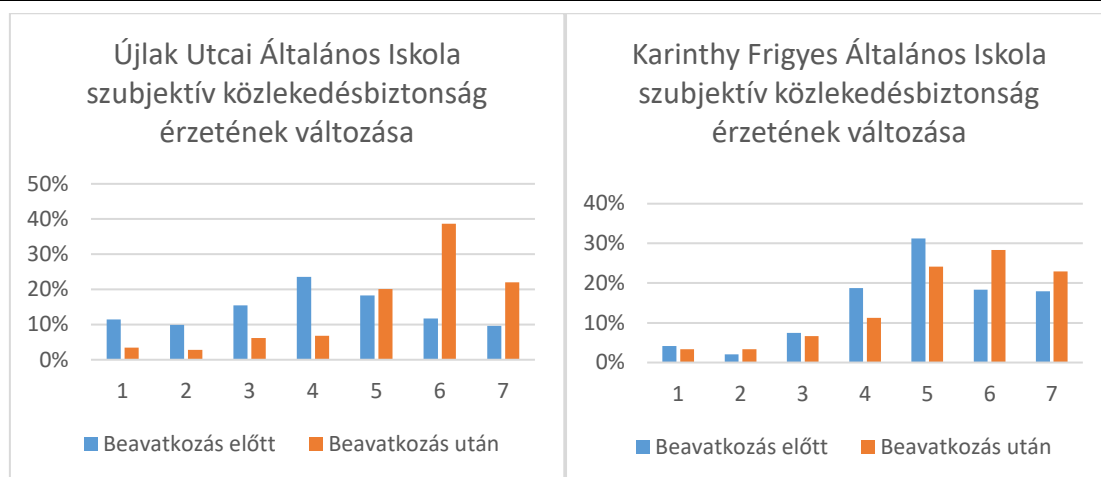
Az iskola előtti funkció nélküli felületet átalakítottuk egy kizárólag tanárok számára használható területté és engedélyhez kötöttük a behajtást. Az utcaszakaszon egyirányú forgalmat vezettünk be, mely által az iskola előtti beláthatatlan kanyarból adódó kockázat is csökkent, valamint lehetőség nyílt K+R helyek és járda létesítésére, melyet az önkormányzat építési beavatkozással alakított ki, így már nem egy felületen folyik a gyalogos és gépjármű forgalom.

#### 4. Iskolai és szülői tapasztalatok

A változtatások megtervezésekor a BKK mindegyik iskolával felvette a kapcsolatot a tapasztalatok megismerése érdekében, illetve a szülők felé történő kapcsolat megteremtésének elősegítése miatt. A beavatkozások bevezetése előtt az előző tanév végén egy általános tájékoztató került kiküldésre, melyben felhívtuk a szülők figyelmét, hogy az új tanév elején változtatásokra kell számítani az intézmények környezetében. A tanév megkezdése előtt néhány nappal pedig az iskola segítségével ismételt tájékoztató és szemléletformáló anyagot küldtük ki, melyben a beavatkozásokat, és azok helyes használatát is feltüntettük.

A tanév megkezdése előtti napokon több szülő aggodalmát fejezte ki a megszokott környezet és a forgalmi rend megváltoztatása miatt. Az első tanítási napon a beavatkozások helyes használatának elősegítése érdekében, valamint a helyszínen felmerülő kérdések hatékony megválaszolására a BKK, a kerületi önkormányzat, a közterületfelügyelet, és a kerületi rendőrkapitányság munkatársai személyesen jelen voltak a pilot iskoláknál. A kitelepülésen a szülők véleménye a bevezetés előtti negatív hangvételhez képest jelentősen megváltozott és kifejezetten pozitívan fogadták a helyszínen a változtatásokat. Az első egy hónapban a kerületi rendészet és rendőrség munkatársai a reggeli órákban tovább segítették az új funkciók és új forgalmi rend elfogadását, illetve helyes használatát.

Az első egy hónap után kérdőívet küldtünk ki a szülők részére, melyben minden szülőnek lehetősége volt anonim, önkéntes módon értékelni a biztonságérzetet és a beavatkozásokat, illetve a végén kifejteni a véleményét, megosztania a tapasztalatait és ötleteit. A Karinthy Frigyes Általános Iskola és az Újlak Utcai Általános Iskola esetében a szülők egyaránt igen magas arányban lényegesnek érezték értékelni a beavatkozásokat. Mindkét intézmény környezetének közlekedésbiztonságát és külön-külön az egyes beavatkozásokat is egytől hétig tartó skálán értékelhették a kitöltők. A 7. ábrán megtekinthető a Karinthy Frigyes és az Újlak Utcai általános iskolák környezetében bekövetkezett módosítások hatására a szubjektív biztonságérzet változása. Az eredmények alapján elmondható, hogy előző tanévhez (2022/2023) képest a kevésbé drasztikus beavatkozások ellenére a szubjektív biztonságérzet növekedett.



22. ábra: Sulizónákban tapasztalt szubjektív biztonságérzet

Az összképpel szemben az egyes beavatkozásokat tekintve a visszajelzések megosztóbbak voltak, a IV. kerületben a rövid idejű megállásra kialakított helyeket, míg a XVII. kerületben az utca egyirányúsítását értékelték a legjobbra.

A kérdőívek alapján a gyerekek több mint 50%-a érkezik személygépkocsival az iskolába. A zóna kialakításának hatására a korábban megszokott közlekedési szokásaikon a megkérdezettek 40%-a változtatott, akár azzal, hogy a szülők az iskolától távolabb, rövidebb ideig állnak meg gépjárművel, vagy akár közlekedési módot váltottak.

A válaszadó szülők közel fele az opcionális szabadszöveges válaszadási lehetőséget is igénybe vette. A Karinthy Frigyes Általános Iskolánál leginkább a parkolóhelyek és a K+R helyek felfestését javasolták a könnyebb használhatóság érdekében. Valamint a nem megfelelő mértékű ellenőrzést, a szabálytalanságok szigorúbb szankcionálásának, illetve a felújított festésű gyalogátkelőhely akadálymentesítésének hiányát emelték ki negatívumként. Az Újlak Utcai Általános Iskola esetében további gyalogátkelőhelyeket és a meglévők biztonságának növelését szorgalmazták a szülők. Ezen felül a rendelkezésre álló parkolóhelyek és a K+R helyek számának, illetve az ellenőrzés mértékének növelését javasolták. Továbbá több pozitív visszajelzés is érkezett magával a kezdeményezéssel kapcsolatban.

A Karinthy Frigyes Általános Iskolában a kiküldött tájékoztatókon és kérdőíven kívül további igény jelentkezett a szülői munkaközösség számára tartott fórum megtartására is, ahol a tagok személyes beszélgetés keretein belül feltehetik az általuk összegyűjtött további kérdéseket, tapasztalatokat. A szülők pozitívan értékelték a sulizónát és igyekeztek olyan ötleteket és üzeneteket megfogalmazni, melyek problémát okoznak számukra, vagy tapasztalataik szerint kis változtatással gördülékenyebbül működne a zónában elhelyezett funkciók. A fórumon a jelenlévők fő üzenetként fogalmazták meg, hogy jellemzően akkor engedik el egyedül a gyerekeket, ha teljesen biztosak abban, hogy semmilyen módon nem kell gépjárműforgalmat keresztezniük.

Mindkét iskolánál a szülői visszajelzések alapján kisebb módosításokat/korrekciókat végeztünk. A IV. kerületben várakozás és K+R-t segítő felfestések kerültek telepítésre, illetve rögzítésre kerültek a fizikai útpálya beszűkítő elemek is. A XVII. kerületben pedig több K+R hely került kijelölésre, az iskola bejárata előtt pedig összevonásra került az engedélyhez kötött terület ki-és a behajtója. Így lehetőség nyílt az utcán a szembe kerékpározás kijelölésére is.

A harmadik pilot helyszínen a Megyeri Úti Általános Iskolában alacsonyabb volt a kitöltött kérdőívek száma és nem érzékeltek javulást a szubjektív közlekedésbiztonság tekintetében. Ennél az iskolánál egy K+F projekt keretein belül a környezet további módosítását tervezzük.

Június folyamán két pilot iskolánál is tanév végi visszamérő kérdőíves kikérdezést folytattunk, ahol a szülők továbbra is pozitívabban értékelték a sulizóna kialakítása után a szubjektív közlekedésbiztonságot, mint a beavatkozások előtt. **A bevezetés utáni kérdőív esetében a zóna kialakítás előtti szubjektív biztonságérzetet pozitívabban értékelték, mint a tanév végén, viszont mindkét időpontban biztonságosabban értékelték a beavatkozások utáni iskolakörnyezetet.** A

beavatkozás előtti állapot későbbi negatívabbra értékelése arra enged következtetni, hogy megszokták a zónát. A kérdőíves kitöltés alapján mindkét iskolánál a válaszadók jelentős százaléka változtatott a korábban megszokott közlekedési szokásain, az Újlak Utcai Általános Iskola esetében 50%, a Karinthy Frigyes Általános Iskolában pedig 59% arányban.

## 5. További lépések

A pilot általános tapasztalatai alapján a BKK egy közterületi tervezési útmutatót hozott létre, melyben külön kötetként kapott helyet a sulizóna. A kötetben nemcsak a kialakítás eszközei vannak feltüntetve, hanem a teljes folyamat és az iskolakörnyezet kialakítására vonatkozó fő elvek is. A 2024/2025-ös tanév kezdetére újabb sulizóna kialakítása valósul meg a X. kerületben, ahol a pilotok tapasztalatait felhasználva alakítjuk át az általános iskola környezetét. Továbbá a BKK folyamatosan lehetőséget biztosít a kerületek számára a programban való részvételhez, illetve különböző webinárok és workshopok keretein belül fórumot kínál a felmerülő kérdések tisztázására és az egyes problémák megoldására. Mindezekon felül a BKK honlapján egy oldal is készült, melyen megjelennek a projekttel kapcsolatos általános információk. Hosszútávú cél, hogy Budapesten az összes általános iskola környezete úgy legyen átalakítva, hogy a közúthálózat útkategóriájához mérten a lehető legkevesebb közlekedésbiztonsági kockázatot tartalmazza. Minden iskolánál megteremtjük azt a környezetet, ahol a tanulók önállóan közlekedhetnek és a szülők nem érzik feltétlenül szükségesnek az iskola kapujáig kísérni a gyermekeiket.

## Konklúzió

Az iskolák környezetében a lökészerűen megnövekedő forgalom hatására közlekedésbiztonság szempontjából kockázatos helyzetek alakulnak ki. Az ilyen helyzetek miatt a szülők egyre kevésbé engedik önállóan közlekedni a gyerekeiket, inkább gépjárművel a lehető legközelebb viszik és gyakran az autóból kiszállva bekísérik őket az iskola épületébe. Ha nem gépjárművel érkeznek akkor is az iskola kapujáig vagy az általuk teljes mértékben gépjárműforgalom mentes terület határáig kísérik őket. **Csak ott érzik biztonságban a gyerekeket a szülők, ahol már biztosan nem keresztezi a gyerek útját gépjárműforgalom.**

Az általunk vázolt egyes változtatásoknak komplexen kell megvalósulniuk, de tekintve, hogy az eszközök modulárisan épülnek egymásra, így akár az egyszerűbb beavatkozások megvalósításával már lényesen növelhető a biztonságérzetet. Nem elegendő csak forgalomtechnikai megoldásokkal beavatkozni a meglévő környezetbe, hanem egyéb eszközök alkalmazása is szükséges, annak érdekében, hogy csökkenjen a terület terheltsége/kaotikussága.

Az általános iskolák környezete a szülők, az intézmény és az önkormányzatok szemszögéből is kiemelt fontosságú és nagy figyelmet fordítanak a témára. Ezáltal az átalakítandó helyszínekkel kapcsolatban elengedhetetlen a folyamatos kommunikáció, melynek segítségével nem csak pontosabb kép alkotható a környezetről és a szokásokról, hanem a változtatások bevezetése is eredményesebb.

Városszerte minden kerületben az általános iskolák környezetének az egységes arculatú sulizóna kialakítása a közlekedők számára egyértelmű jelzést ad. Felhívja a figyelmet a fokozott körültekintés szükségességére, mivel megjelennek olyan csoportok, akikre a bizalmi elv nem érvényesül. A sulizóna pilotok folyamán mind a kerületek, mind az érintett iskolák már az egyeztetési fázisban is kooperatívak voltak. A szülők a beavatkozások bevezetése előtt kissé bizalmatlanok voltak ugyan, viszont a változtatások fizikai kivitelezése után ez a bizalmatlanság gyakorlatilag megszűnt, és a biztosított fórumokon folyamatos visszajelzést adtak a pozitív tapasztalataikról. Az érintettek részéről a magas visszajelzési arány arra enged következtetni, hogy mind a projekt, mind maga az iskolakörnyezet kiemelt fontossággal bír a szülők életében.

## Irodalomjegyzék

- [1] Microsoft Word - TU\_Sulizóna\_1.0 (bkk.hu) 2024.07.01.
- [2] Sulizóna-program (bkk.hu) 2024.07.01.
- [3] Berki Klára Sarolta - Iskolazóna program Budapesten, az általános iskolás gyerekek biztonságos közlekedésének érdekében 2023. december 13.

# Trendline projekt bemutatása / Introducing the Trendline project

Krizsik Nóra<sup>1</sup> – Ötvös Viktória<sup>2</sup> – Dr. Pauer Gábor<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft., Stratégiai Kutatási és Fejlesztési Igazgatóság  
<sup>1</sup>krizsik.nora@kti.hu

<sup>2</sup>otvos.viktoria@kti.hu

<sup>3</sup>pauer.gabor@kti.hu

**Kivonat:** A közlekedésbiztonság jellemzésére több fajta adathalmazt alkalmaznak a kutatók. A közúti baleseti adatok mellett az egyik legfontosabb ilyen csoport a közlekedők magatartását jellemző mutatók köre (teljesítménymutatók). A mutatók alapvetően a járművezetők magatartását jellemzik, azonban nemzetközi szinten egyre nagyobb figyelmet kapnak a további közlekedői csoportok viselkedését, és egyéb, közlekedésbiztonsággal kapcsolatba hozható folyamatokat leíró indikátorok is. A mutatók mindegyike relatív, azaz alkalmas a különböző földrajzi területek összehasonlítására, és az ott megvalósított közlekedésbiztonsági intézkedések hatásainak kimutatására is. Az Európai Unió, támogatva a tagállamok közlekedésbiztonsági törekvéseit 2022-ben útjára indította a Trendline projektet. Ebben 25 ország, köztük Magyarország vesz részt. A projekt fő célja a nemzeti közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók gyűjtésének támogatása, a nemzetközi tapasztalatok megosztása, valamint az eredmények integrálásának segítése a nemzeti közlekedéspolitikai stratégiákba. A projekt célja a hagyományos mutatók mellett új indikátorok kialakítása és tesztelése is, melyben hazánk aktívan részt vesz. A projekt eredményei várhatóan módszertani alapot biztosítanak a közlekedésbiztonsági helyzet jellemzésére szolgáló indikátorok és mutatók rendszeres jövőbeni felméréseihez, a nemzetközi gyakorlat figyelembevételével.

**Abstract:** Several types of data are used by researchers to characterise road safety. One of the most important of these, alongside road accident data, is a set of indicators of road user behaviour (performance indicators). These indicators mainly describe driver behaviour, but at international level there is increasing attention to indicators describing the behaviour of other groups of road users and other processes that can be linked to road safety. All these indicators are relative, which means that they can be used to compare different geographical areas and to show the impact of safety measures implemented in these areas. The European Union, to support Member States' road safety efforts, started the Trendline project in 2022. The project involves 25 countries, including Hungary. The main objective of the project is to support the collection of national safety performance indicators, share international experience and help integrate the results into national transport policy strategies. In addition to traditional indicators, the project also aims to develop and test new indicators, in which Hungary is actively participating. The results of the project are expected to provide a methodological background for regular future surveys of indicators and measures to characterise the road safety situation, considering international practice.

*Kulcsszavak: közlekedésbiztonság; teljesítménymutatók; közlekedői viselkedés; nemzetközi gyakorlat; közlekedési stratégia*

*Keywords: road safety; performance indicators; road user behaviour; international practice; transport strategy*

## Bevezetés

Az Európai Bizottság ambiciózus célként fogalmazta meg, hogy 2030-ra felére csökkenjen a közúti balesetek halálos áldozatainak száma, hosszú távon pedig (2050-re) közelítse meg a nullát [1-3]. Ez a megközelítés az úthasználókat helyezi minden tevékenység középpontjába, és a halálos balesetek és súlyos sérülések megelőzésére törekszik a biztonság és védelem több rétegében (infrastruktúra, járművek, úthasználat, baleset utáni ellátás). A különböző védelmi rétegek képesek egymást

kompenzálni, ha valamelyik elem meghibásodik. A rendszer egy teljesítménykereten alapul, amely a célok hierarchiáját és az e célok felé tett előrehaladás nyomon követését tartalmazza.

A közlekedésbiztonság jellemzésére több fajta adathalmazt alkalmaznak a kutatók [4]. A közúti baleseti adatok mellett az egyik legfontosabb ilyen csoport a közlekedők magatartását jellemző mutatók köre (teljesítménymutatók). A mutatók alapvetően a járművezetők magatartását jellemzik [5], azonban nemzetközi szinten egyre nagyobb figyelmet kapnak a további közlekedői csoportok viselkedését, és egyéb, közlekedésbiztonsággal kapcsolatba hozható folyamatokat leíró indikátorok is. A mutatók mindegyike relatív, azaz alkalmas a különböző földrajzi területek összehasonlítására, és az ott megvalósított közlekedésbiztonsági intézkedések hatásainak kimutatására is.

Az említett mutatók kulcsfontosságú értéket képviselnek a közlekedésbiztonság területén, mind a hazai helyzet értékelésében, mind pedig nemzetközi összehasonlításban. A különböző teljesítménymutatók és indikátorok szerves részét képezik a legfrissebb Európai Unió közlekedésbiztonsági stratégiai dokumentumoknak. A közelmúltban több nagy nemzetközi projekt is született a kapcsolódó módszertani kérdések európai szinten egységes megválaszolására (pl. Baseline, Trendline projekt). A mutatók segítségével a közlekedés biztonságosabbá tétele érdekében hozott intézkedések hatékonyságvizsgálata támogatható. Mindezek mellett a mutatók a szükséges beavatkozási területek kijelölésében is segítséget adnak.

## 1. Előzmények

Az Európai Unió, támogatva a tagállamok közlekedésbiztonsági törekvéseit 2022-ben újtárá indította a Trendline projektet, azonban ezen projekt előzményeként számos nemzeti és nemzetközi törekvés is történt a közlekedők viselkedésének egységes módszertan szerinti felmérésére.

### 1.1 Hazai előzmények

Hazánkban a közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók mérése több éves múltra tekint vissza. Prof. Dr. habil. Holló Péter és Dr. Véssey Tamás munkásságának köszönhetően szerint a biztonsági öv viselésére, a biztonsági gyermekülések használatára, valamint a gépjárművek lakott területen kívüli kötelező nappali kivilágítására vonatkozó teljesítménymutatók hazai gyűjtése nemzetközi viszonylatban is példamutató volt. Az adatfelvétel a későbbiekben kibővítésre került a járművezetők telefonhasználatára, valamint a kerékpárosok és motorkerékpárosok védőfelszereléseinek használatával is [6]. Az évenkénti adatgyűjtés 1992-ben kezdődött és 2019-ig (néhány év kimaradásával) folyamatos volt. Az évi több mint 10 000 gépjármű megfigyelésével nyert adatok reprezentatívnak mondhatóak voltak, éppen ezért elemzésükkel jól figyelemmel lehetett kísérni a különböző kategóriájú közutakon és a gépjárművek különböző ülésein mutatkozó trendeket.

A Covid-19 járvány időszaka alatt nem volt lehetőség a mutatók mérésére. Ezt követően az országos és régiós reprezentativitás biztosítása érdekében új mérési módszertant dolgozott ki a Közlekedéstudományi Intézet, mely illeszkedett az új EU-s mérési metódushoz is [7].

### 1.2 Nemzetközi előzmények (Baseline)

Az Európai Unió a közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók felmérésének tagországi egységesítése érdekében 2020 júliusa és 2022 októbere között 18 tagország bevonásával életre hívta a „Baseline” projektet [8]. A Baseline projekt célja volt a közúti közlekedésbiztonsági KPI-k (kulcsfontosságú teljesítménymutatók) értékeinek meghatározása az EU tagállamaiban. A nyolc alapvető közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók közül minden ország egyénileg döntötte el mely felmérésében vesz részt és szolgáltat adatot. A mutatók összehasonlíthatóak voltak az országok között, és megfeleltek az Európai Bizottság módszertani minimumkövetelményeinek. Ez a projekt hozzájárult az EU-n belüli kapacitásépítéshez is, különösen azokban a tagállamokban, amelyek még korábban nem gyűjtötték és számították teljesítménymutatókat.

A projektben részt vett Ausztria, Belgium, Bulgária, Ciprus, Cseh Köztársaság, Finnország, Németország, Görögország, Írország, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Málta, Hollandia, Lengyelország, Portugália, Spanyolország és Svédország. Magyarország a projektben nem vett részt, azonban a kialakított módszertan alapján mérte a biztonsági öv használatára vonatkozó teljesítménymutatókat és adatot is szolgáltatott róluk.



23. ábra: Baseline projekt tagországai (forrás: [9])

## 2. Trendline projekt

A Baseline projekt folytatásaként életre hívott Trendline projekt 25 EU-tagállamot (valamint megfigyelőként 4 másik európai országot) tömörít az adatgyűjtés, az adatelemzés, a közúti közlekedésbiztonsági KPI-k kidolgozása és a közlekedésbiztonsági szakpolitikákban való felhasználása érdekében [10]. A projekt az Európai Unió társfinanszírozásával valósul meg, és a Baseline projekt során szerzett tapasztalatokra épül. A projekt partnereit a következő ábra mutatja be, melyen világos zöld szín jelöli a megfigyelőként részt vevő országokat (Észtország, Málta, Norvégia, Svájc).



24. ábra: Trendline projekt tagországai (forrás: [10])

A projekt 8 alapvető teljesítménymutató adatgyűjtéséről és elemzéséről szól (1. táblázat), azonban nem minden ország szolgált minden mutató esetében adatot. A tagországok saját közlekedéspolitikájukhoz igazodva dönthették el mely mutatót kívánják mérni. A 8 fő teljesítménymutató a Bizottság „EU Közlekedésbiztonsági Politikai Keretrendszer 2021-2030 - Következő Lépések a -Zéró Jövőkép” című bizottsági szolgálati munkadokumentumából származik [11].

3. táblázat: Alapvető teljesítménymutatók

Indikátor	Definíció
Sebesség	A megengedett sebességhatáron belül közlekedő járművek százalékos aránya
Biztonsági öv	A biztonsági övet vagy gyermekbiztonsági rendszert használók százalékos aránya
Védőfelszerelések	Motorkerékpárosok és kerékpárosok védőfelszerelés használatának aránya
Alkohol	Megengedett véralkoholszint alatt közlekedők aránya
Zavaró tényezők	Kézben tartott telefontal közlekedő járművezetők aránya
Járműbiztonság	Az Euro NCAP biztonsági besorolással rendelkező vagy annál jobb új személygépkocsik százalékos aránya
Infrastruktúra	Az elfogadott küszöbértéket meghaladó biztonsági besorolású utakon megtett távolság százalékos aránya
Baleset utáni ellátás	A személyi sérüléssel járó balesetet követő segélyhívás és a mentőszolgáltatnak a baleset helyszínére való megérkezése között eltelt idő percben és másodpercben kifejezve.

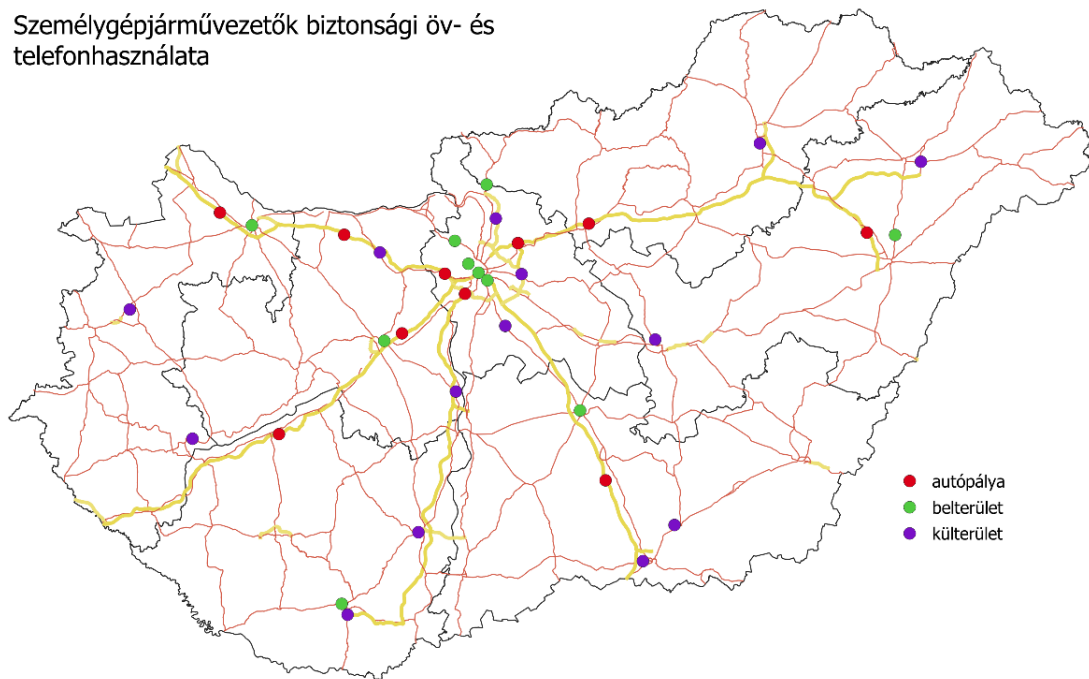
## 2.1 Magyarország szerepe

Magyarország a projekt keretében 4 mutató mérésére tett vállalást. Ezen 4 mutató több almutatóra bontható, így a munka során hazánkról az alábbi indikátorok esetében fognak előállni adatok:

- Biztonsági öv használata személygépjárművekben:
  - Biztonsági öv használata (járművezető és utasok)
  - Gyermekbiztonsági rendszerek használata
- Védőfelszerelések:
  - Sisakhasználat (kerékpárosok)
  - Sisakhasználat (motorkerékpárosok, segédmotorkerékpárosok)
- Sebesség:
  - Belterületi utak szabadáramú sebesség
  - Külterületi utak szabadáramú sebessége
  - Autópályák szabadáramú sebessége
- Zavaró tényezők:
  - Vezetés közbeni telefonhasználat (személygépjármű vezetők)

A méréseket 2024 szeptemberében és októberében tervezzük elvégezni. A biztonsági övhasználat és telefonhasználat mérések megvalósításához a korábbi években saját telefonos applikációt fejlesztettünk ki, mely megkönnyíti a helyszíni adatrögzítést. A mérések tervezett helyszínei az alábbi ábrákon láthatóak. Az ábrázolás során külön színnel jelöltük a belterületi, külterületi és autópálya helyszíneket.

Személygépjárművezetők biztonsági öv- és telefonhasználatára



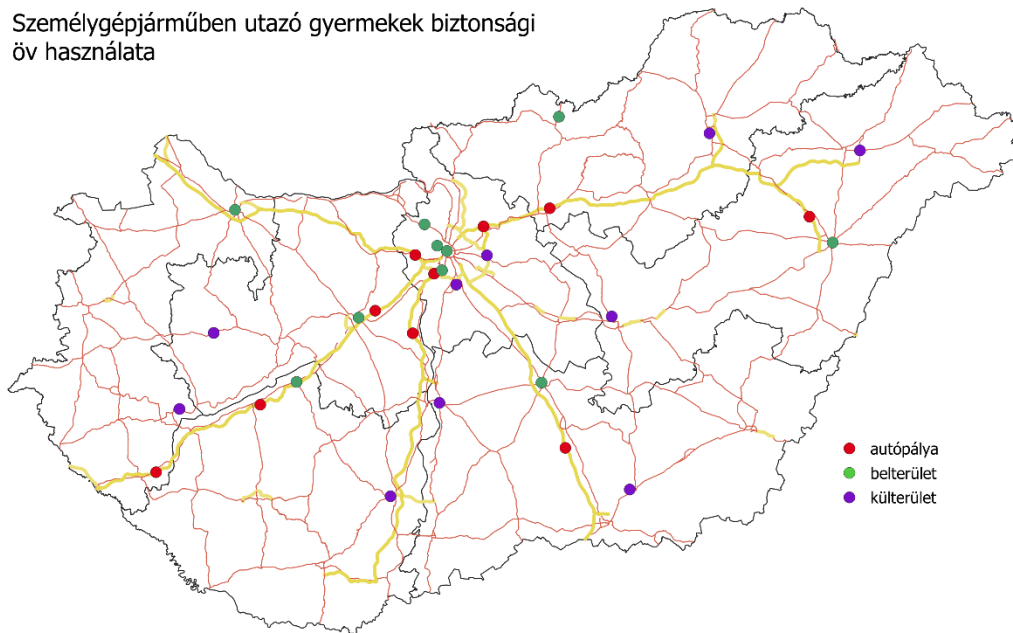
25. ábra: Tervezett mérési helyszínek – személygépjárművezetők biztonsági öv és telefonhasználatára

Személygépjárműben hátsó utasként utazók biztonsági öv használatára



26. ábra: Tervezett mérési helyszínek – személygépjárművek hátsó utasainak biztonsági öv használatára

## Személygépjárműben utazó gyermekek biztonsági öv használata



27. ábra: Tervezett mérési helyszínek – Személygépjárműben utazó gyermekek övhasználata

A járművek sebességének vizsgálata esetében együttműködést tervezünk a Magyar Közúttal és a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt.-vel annak érdekében, hogy valós külső körülményektől mentesen tudjunk mérni.

### 3. Kísérleti mutatók

A projekt célja a hagyományos mutatók mellett új indikátorok kialakítása és tesztelése is. Jelenleg 10 kísérleti indikátor mérési módszertanának kifejlesztése és pilot jellegű tesztelése zajlik. A munka célja olyan új teljesítménymutatók meghatározása melyekkel a közlekedők viselkedése részletesebben, mélyebben leírható, megérthetővé válik. A mutatók az alábbiak:

- Kábítószer hatása alatt történő járművezetés
- Városi övezetekben a 30 km/h sebességű sáv hosszak aránya
- Piros lámpán áthajtók/átmenők aránya
- A közlekedési szabályok betartása kereszteződésekben
- Sisakhasználat mikromobilitási eszközökön
- Kockázatos magatartást tanúsítók (saját bevallásuk szerint)
- Kockázatos magatartással kapcsolatos attitűdök
- Sötétben történő kerékpáros lámpahasználat
- A közlekedési szabályok betartatása
- Sebességgel kapcsolatos alternatív indikátorok

A mutatók a munkafolyamatok során folyamatosan alakulnak, így a nevük változik. Magyarország három munkacsoport munkájában vesz részt. A „Piros lámpán áthajtók/átmenők aránya” munkacsoport a tilosban átmenő gépjárműveket és gyalogosok százalékos arányát vizsgálja. A módszertan kialakítása során mind a folyópálya, mind pedig a kereszteződésekben szabályosan és szabálytalanul közlekedők is a vizsgálat részét képezik. A „A közlekedési szabályok betartása kereszteződésekben” nevű munkacsoport több alakuláson esett át, így a munkacsoport feladatává vált a „A közlekedési szabályok betartatása” című munkacsoport feladata is. A csoport elsődleges célja olyan mérési módszertanok kialakítása és tesztelése, mellyel a közlekedők (beleértve a gyalogosok, kerékpárosok, személygépjárművezetők) viselkedése, és egymás iránt tanúsított magatartása folyópályán és kereszteződésekben is vizsgálható. A „Sisakhasználat mikromobilitási eszközökön” munkacsoport feladata pedig egy olyan mérési módszertani keretrendszer megalkotása, mellyel a mikromobilitási eszközhasználók sisakhasználatát megállapítható és nemzetközi szinten összehasonlítható. Hazánk a mérési módszertanok kialakítása mellett a mutatók pilot jellegű tesztelésében is aktívan részt vesz.

## Konklúzió

A Trendline projekt célja az Európai Unió közlekedéspolitikájának támogatása, a közúti közlekedésbiztonság tagországi szintű növelésével. A projekt a közlekedésbiztonság kulcsfontosságú teljesítménymutatóinak gyűjtésére és elemzésére, valamint a mutatók szakpolitikai integrációjára összpontosít. A projekt az alapvető teljesítménymutatók mérése mellett új indikátorok fejlesztésére és tesztelésére is hangsúlyt helyez.

A projekt során összegyűjtött adatok és tapasztalatok jelentősen hozzájárulhatnak a közlekedésbiztonsági intézkedések hatékonyságának javításához. Az indikátorok révén lehetőség nyílik a különböző földrajzi területek közlekedésbiztonsági helyzetének összehasonlítására, ami segít az intézkedések hatásainak értékelésében és az optimális beavatkozási területek azonosításában. Az EU által támogatott projekt emellett elősegíti a közlekedésbiztonsági kapacitások növelését, különösen azokban az országokban, amelyek korábban nem gyűjtöttek és elemeztek teljesítménymutatókat.

A projekt eredményei és módszertani fejlesztései fenntartható és rendszeres adatgyűjtést tesznek lehetővé, amely alapot szolgáltat a jövőbeni közlekedésbiztonsági stratégiák kidolgozásához és finomításához.

## Irodalomjegyzék

- [1] Európai Unió Tanácsa: Valletta Declaration on Road Safety, Brüsszel, 2017 [online] URL: <https://eumos.eu/valletta-declaration-improving-road-safety/> (elérés 2022.augusztus 22.)
- [2] Európai Bizottság: A bizottság közleménye az európai parlamentnek, a tanácsnak, az európai gazdasági és szociális bizottságnak és a régiók bizottságának, Európa mozgásban, Fenntartható mobilitás Európában: biztonságos, összekapcsolt és tiszta közlekedés, Brüsszel, 2018
- [3] Jankó D.: A 2021-2030 közötti évekre tervezett EU közlekedésbiztonsági akcióprogram irányelvei, célkitűzései és ezek hazai elfogadhatósága, Közlekedéstudományi szemle 2019/69(6), 56-65, <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2019.6.5>
- [4] Lévai Zs.: Közlekedésbiztonság, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, ISBN: 978-963-531-012-8, 2019
- [5] Holló P. – Eksler V. – Zukowska J.: Road safety performance indicators and their explanatory value: A critical view based on the experience of Central European countries, Safety Science 2010/48:9, 1142–1150. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.03.002>
- [6] Holló P.: Biztonságiöv-viselési arányok Magyarországon és külföldön, Közlekedéstudományi Szemle 2020/70(6), 59-64, <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2020.6.5>
- [7] Krizsik N. – Hamza Zs. – Berta T.: Személygépjárművekben utazók biztonsági öv használata 2023, Közlekedéstudományi Szemle 2024/748(3), 44-52, <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.3.5>
- [8] <https://www.baseline.vias.be/en/> (2024.06.18.)
- [9] <https://www.baseline.vias.be/en/partners/> (2024.06.18.)
- [10] <https://trendlineproject.eu/> (2024.06.18.)
- [11] Európai Unió Tanács: EU road safety policy framework 2021-2030 – Next steps towards 'Vision Zero', 2019, <https://doi.org/10.2832/261629>

# Útirány-előjelző és útirányjelző táblák szabályozásrendszerének felülvizsgálata többsávós körforgalmak esetén / Review of the regulation system for advance direction signs and direction signs in multi-lane roundabouts

Maráczai Rodrigó Dávid

Fejér Európa Kft.  
rodrigo.maraczi@gmail.com

**Kivonat:** A körforgalmak, mint közlekedési csomópontok, az 1960-as évek óta egyre elterjedtebbé váltak a világ számos országában, köszönhetően forgalomirányítási előnyeiknek, mint a nagyobb áteresztőképesség, alacsonyabb zajszint és a biztonságosabb közlekedés. Mindezek ellenére azonban a körforgalmak tervezése és kivitelezése kimondottan összetett feladat, amely során jelentős figyelmet kell fordítani a forgalomtechnikai elemekre, mint például az útirányjelző és útirány-előjelző táblákra. Nagy kihívást jelentenek a többsávós körforgalmak tervezése. Az egyes sávok közötti átjárhatóság biztosítása és a járművezetők megfelelő irányba való terelése kiemelt fontosságú a balesetek elkerülése érdekében. A forgalomtechnikai elemek, különösen a jelzőtáblák, kulcsszerepet játszanak ebben a folyamatban. Magyarországon egyes műszaki előírások eltérő követelményeket támasztanak a táblák kialakításával és elhelyezésével kapcsolatban, ami gyakran zavarokhoz és félreértésekhez vezet. Ez a cikk áttekinti a magyarországi körforgalmak tervezésére vonatkozó jelenlegi szabályozásokat, különös tekintettel a többsávós körforgalmakban alkalmazott útirányjelző és útirány-előjelző táblákra. A kutatás során elemzésre és bemutatásra kerül a vonatkozó műszaki előírások közötti ellentmondások, valamint a gyakorlatban tapasztalható problémák. Ezen kívül az elvégzett közvéleménykutatás során ismertetem a járművezetők preferenciáit és tapasztalatait a különböző jelzőtáblák használatával kapcsolatban. A cikk célja a jelenlegi szabályozási rendszerek felülvizsgálata, különös tekintettel a jelzőtáblák képeinek műszaki előírásaira és azok hatására a közlekedésbiztonságra.

**Abstract:** Roundabouts, as traffic junctions, have become increasingly widespread in many countries around the world since the 1960s, thanks to their traffic management advantages such as higher throughput, lower noise levels, and safer traffic. Despite these benefits, however, the design and construction of roundabouts are particularly complex tasks that require significant attention to traffic engineering elements, such as directional and advance directional signs. The design of multi-lane roundabouts presents significant challenges. Ensuring the permeability between lanes and guiding drivers in the correct direction is of utmost importance to avoid accidents. Traffic engineering elements, especially signage, play a key role in this process. In Hungary, certain technical regulations impose different requirements for the design and placement of signs, which often lead to confusion and misunderstandings. This article reviews the current regulations for designing roundabouts in Hungary, with particular emphasis on directional and advance directional signs used in multi-lane roundabouts. The research analyzes and presents the contradictions between the relevant technical specifications and the problems experienced in practice. Additionally, it discusses the preferences and experiences of drivers regarding the use of different signs, based on a public opinion survey. The aim of the article is to review the current regulatory systems, with special attention to the technical specifications of sign images and their impact on traffic safety.

**Kulcsszavak:** *többsávós körforgalmak; útirányjelző táblák; forgalomszabályozás; közlekedésbiztonság; jelzőtáblák tervezése; forgalomtechnika*

**Keywords:** *multi-lane roundabouts; direction signs; traffic regulation; traffic safety; signage design; traffic engineering*

## Bevezetés

Az első modern körforgalmakat 1960-as években az Egyesült Királyságban építették, és azóta számottevő kutatás és elemzés készült a körforgalmak biztonságáról és hatékonyságáról.

A körforgalmak alapvetően a hagyományos keresztezésekkel szemben több előnnyel rendelkeznek: nagyobb a teljesítőképességük, kisebb a zajterhelésük, biztonságosabbak, forgalomcsillapító hatásuk van, 3 ág esetén is alkalmazhatók, és ma már akár több sávós utakon is kialakíthatók. Természetesen több hátránya is van a körforgalmak alkalmazásának, ugyanis: helyigényesek, gondos tervezést igényelnek, a kerékpáros átvezetések a teljesítőképességüket csökkentik.

Ahogy említésre került, a körforgalmak biztonságosabbak, mint a hagyományos keresztezések, azonban a használatuk nem jelent teljes biztonságot. A bekövetkezett balesetek okai között szerepelhet a helytelen használat (például körirányú rend be nem tartása), az elsőbbségi szabályok megsértése (akár gyalogosok elsőbbségének megsértése is), hibás tervezés vagy akár rosszul látható forgalomtechnikai elemek.

Az elmúlt évtizedben több országban javult a körforgalmak biztonsága. A negatív tapasztalatok alapján a kialakítási problémákat tervezés során már figyelembe tudják venni a mérnökök, és ezáltal egy kedvezőbb geometriát tudnak létrehozni. Például ma már az előírások nem teszik lehetővé, hogy Magyarországon koncentrikus többsávós körforgalom kerüljön kiépítésre annak baleseti kockázatai miatt, helyette akár fizikai elválasztással tervezhető az úgynevezett turbó körforgalom. Ezeknek a csomópontoknak a biztonsága és hatékonysága nagymértékben függ a tervezéstől, a forgalomtechnikai elemektől és a járművezetők használati szokásaitól.

A körforgalmak információs rendszerének tervezésére és kivitelezésére nem minden esetben szentelnek megfelelő figyelmet a szakemberek. Mai napig vannak olyan körforgalmak, amelyek ágain nem ugyanolyan mértékű, nem megfelelően pontos, nem ugyan olyan kialakítású, vagy nem az előírásoknak megfelelő információs eszközök vannak kihelyezve. A forgalomtechnika a közlekedésbiztonság egyik legfontosabb eleme. Az azonos forgalomtechnikai elemek használata egy körforgalom minden ágán kulcsfontosságú a szükséges információ átadásához a közlekedőknek. Tipikus probléma az útirány-előjelző és útirányjelző táblák kialakítása. Egysávós körforgalmak esetében is előfordul pontatlanság, azonban többsávós körforgalmak esetében pedig a hatályos Útügyi Műszaki Előírások (továbbiakban: UME) még ellentmondásokat is tartalmaznak a kialakításukról. Az e-UT 03.03.11:2022 Körforgalmak tervezése [1] és az e-UT 04.02.32 Közúti jelzőtáblák (G) útbaigazító és utaló jelzőtáblák és jelképeik [4] című előírások kétféle megjelenést is megengednek a jelzőtábláknak, melyet későbbiekben ismertetek. Mind a két kialakítással találkozhatunk, amely több problémát is magával hordoz.

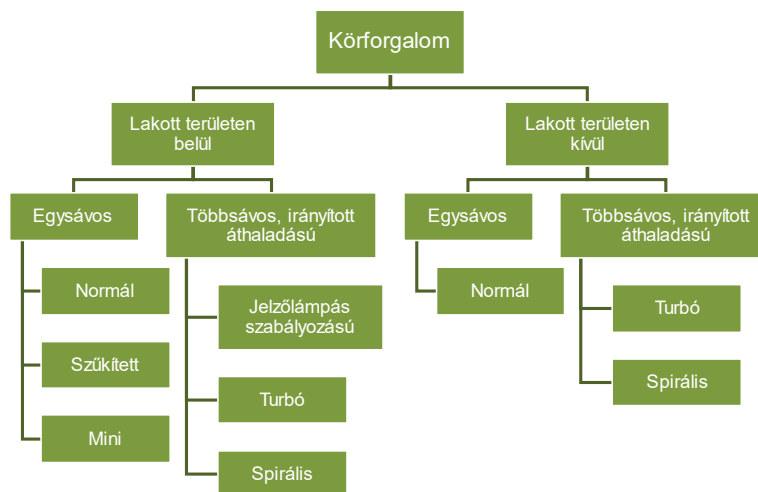
## 1. Körforgalmak kialakítása

A megnövekedett forgalmi igények miatt szükséges volt a körforgalmak kialakítását átgondolni, hogy még nagyobb forgalmat le tudjanak bonyolítani. Kettő nagyobb kategóriába oszthatjuk ma már a körforgalmakat: egysávós és többsávós.

Az egysávós körforgalmakat szintén tovább tudjuk bontani 3 kategóriára: normál, szűkített és mini típusokra. A normál és a szűkített körforgalmak rendelkeznek járható gyűrűvel, beépített közép és terelőszigettel. A különbség a kettő kialakítás között az, hogy a szűkített körforgalom kisebb belső sugarakkal is létesíthető kizárólag lakott területen belül 4 csomóponti ággal, míg a normál körforgalom 6 ággal is rendelkezhet. A mini körforgalom szintén csak lakott területen belül tervezhető. Ennek a kialakításnak a legkisebb a belső sugara és nem rendelkezik járható gyűrűvel se középszigettel.

A többsávós körforgalmakat is tovább tudjuk bontani 3 kategóriára: jelzőlámpás szabályozású, turbó és spirális típusokra. A jelzőlámpával szabályozott többsávós körforgalmak infrastrukturális kialakítását tekintve turbó vagy spirális típusúak. A turbó körforgalmak rendelkeznek a legnagyobb kapacitással.

Azért speciális ez a kialakítás, mivel mindegyik forgalmi sávot fizikai akadályokkal különítik el egymástól a közlekedés nagyobb biztonsága érdekében. A spirális körforgalmak esetében a forgalmi sávok burkolati jelekkel vannak elválasztva, amelyek megerősíthetők fényvisszaverő burkolati jelzőtestekkel is.



1. ábra: Körforgalom típusai [1]

### 1.1 Körforgalmak forgalomtechnikai elemei

A körforgalmak forgalmát szabályozó jelzéseket 6 különálló részre lehet bontani:

- útírányjelzések,
- a megengedett legnagyobb sebességet szabályozó jelzések,
- az elsőbbséget és az útvonal típusát szabályozó jelzések,
- kerékpárosok és gyalogosok forgalmának szabályozására szolgáló jelzések,
- továbbhaladás irányát és az útkereszteződés típusát szabályozó jelzések,
- a körforgalomban kötelezően elhelyezendő és az elhelyezhető egyéb jelzések, eszközök. [1]

Mind egyik típusú körforgalom egységes jelzésrendszerrel rendelkezik, melyeket két csoportra lehet bontani: útburkolati jelek és jelzőtáblák. A körforgalomban 7 elhelyezendő vagy alkalmazható útburkolati jel van, míg 17 jelzőtábla.

Az útírány-előjelző és útírányjelző tábláknak két kategóriájuk van, melyeket az egyes ágak befolyásolnak. Ezeknek az elnevezéseit, kialakításait és elhelyezéseit az 1. táblázatban gyűjtöttem össze.

1. táblázat: Jelzőtáblák elhelyezése körforgalomban [1]

Jelzőtáblák	Lakott területen				Lakott területen kívül	
	Mini	Szűkített	Normál	Irányított áthaladású	Normál	Irányított áthaladású
Útírány-előjelző tábla országos közúti ágakon				K 150-200 méterre	K 200-300 méterre	K 250-500 méterre
Útírány-előjelző tábla nem országos közúti ágakon				K 50-200 méterre	L	K 250-500 méterre
Útírányjelző tábla országos közúti ágakon				L	K többsávos ágon úttest felett	K többsávos ágon úttest felett
Útírányjelző tábla nem országos közúti ágakon				K 0-150 méterre*	L	K lehetőleg úttest felett

Megjegyzés: \* Ha a körforgalomnak nincs országos közúti ága, elhagyható; \*\* Amennyiben a körforgalomba belépő út sávszáma egynél több

Jelmagyarázat:  
K - kötelező  
L - lehetséges

A többsávos körforgalmak jelzésrendszere számos szempontból egyedi. A spirális körforgalmakban az úttest sávjai spirális formában haladnak, ami azt jelenti, hogy a belsőbb sávok fokozatosan kivezetnek a körforgalom külső részére, így csökkentve a sávváltás szükségességét. A jelzőtáblák és felfestések itt egyértelmű iránymutatást nyújtanak a vezetők számára, előre jelezve a sávok kivezetésének helyét, és biztosítva, hogy a járművek a megfelelő sávban haladjanak tovább a céljuk felé.

A turbó körforgalmak esetén a sávok fizikai elválasztása irányítja a járművezetőket a megfelelő kimenetek felé. Ezek a körforgalmak úgy vannak kialakítva, hogy megszüntessék a sávok közötti keresztirányú forgalmat, amely gyakran balesetekhez vezethet. A turbó körforgalmakban a vezetők már a belépéskor kiválasztják a céljuknak megfelelő sávot, és a kanyarodás során nem kell átsorolniuk más sávokba. A jelzésrendszer itt különösen fontos, mivel a komplex útvonalak és sávváltási lehetőségek egyértelmű jelölése nélkül a vezetők könnyen összezavarodhatnak.



2. ábra: Turbó és spirális körforgalmak jelzésrendszere lakott területen kívül [1]

## 2. Műszaki előírások közötti ellentmondások, problémák

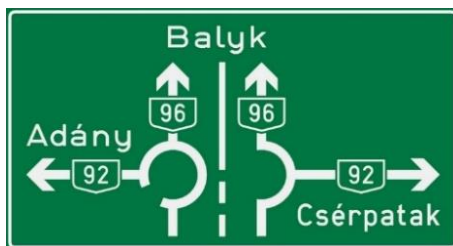
A már említett e-UT 03.03.11:2022 Körforgalmak tervezése [1] és az e-UT 04.02.32 Közúti jelzőtáblák (G) Útbaigazító és utaló jelzőtáblák és jelképek [2] című UME szabályozza az útirány-előjelző és útirányjelző táblák kialakítását.

A körforgalmak tervezéséről szóló UME a 6.2. pontjában így fogalmaz:

*„A burkolati jelek és jelzőtáblák méreteit és szerkesztési szabályait a vonatkozó útiügyi műszaki előírás tartalmazza.”*

Természetesen több előírás is van, amelyek szabályozzák a jelzőtáblák kialakítását, azonban ami kimondottan a jelzőtábla kialakítását írja le, az nem tartalmazza azt a kialakítást, amit a körforgalmak tervezéséről szóló előírás mutat be.

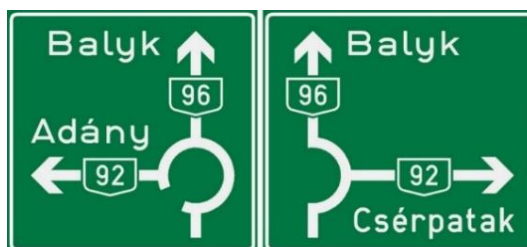
A 4., 5. és 6. ábra az [1] forrás által előírt kialakításokat mutatja be, a 7. ábra pedig a [2] forrását. Ahogy látszik, az egyes útirány-előjelző táblák felépítésének tematikája nagy mértékben eltér. A frissebb előírás a többsávos körforgalmak egyes ágairól való eljutást már külön-külön ábrázolja, és az útirány-előjelző és útirányjelző tábla teljes mértékben eltér egymástól. A régebbi még nem tesz különbséget az előjelző és jelző tábla között, de még a turbó és spirális körforgalmak között sem. Ma Magyarországon mind a két kialakítással találkozhatunk egy többsávos körforgalom előtt, akár vegyesen is.



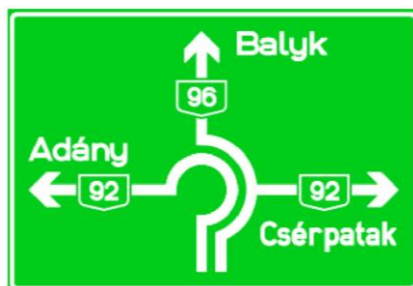
3. ábra: Turbó körforgalomban elhelyezendő útirány-előjelző tábla típusrajza [1]



4. ábra: Spirális körforgalomban elhelyezendő útirány-előjelző tábla típusrajza [1]



5. ábra: Spirális és turbó körforgalomban lakott területen kívül a forgalmi sávok felett elhelyezendő útirányjelző tábla típusrajza [1]



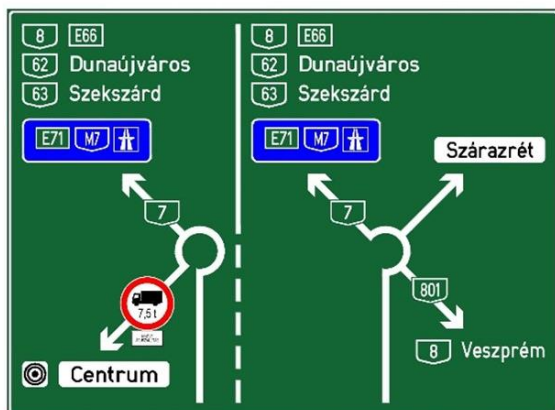
6. ábra: Térképes útirány-előjelző tábla képe [2]

A szakdolgozatomat egy körforgalom átérésztőképességéről írtam, melynek megvizsgáltam a forgalomátérésztőképességét abban az esetben, ha turbó típusú körforgalommá átépítésre kerülne. Ennek a turbó körforgalomnak megterveztem az útirányjelző és útirány-előjelző tábláit mindkét UME alapján, melynek egy ágán lévő jelzőtábláit a 8. ábra mutat be.

Az 5 ágú körforgalmak esetén sokkal feltűnőbb a különbség. Mind a kettő ugyanazt az információt adja át, azonban teljesen másként. Személyesen a 8. ábrán látható 1. variáció kialakítását preferálom, mivel számomra jobban átlátható. A másikon sokkal tömörebb az információ, nehezebben tudom értelmezni.

A szabályozási rendszernek minden esetben arra kell törekednie, hogy az úthasználók az információkat mihamarabb megértsék félreértés nélkül.

### 1. Variáció



### 2. Variáció



7. ábra: A két UME alapján kialakított útirányjelző tábla egymás mellett [3]  
(bal [1] forrás alapján, jobb [2] forrás alapján)

## 3. Hazai negatív tapasztalatok bemutatása

A hazai baleseti statisztikákat elemezve a többsávú körforgalmak esetén nem találtam olyan helyszínt, amely említésre méltó lenne a jelenlegi kutatás során. Azonban ez nem azt jelenti, hogy a témának nincs létjogosultsága, hiszen a vegyes kialakítású jelzőtáblák valóban problémát is okozhatnak.

### 3.1 Békéscsaba, M44-es autópályát – 44-es számú főút – 47-es számú főút

Egy videómegosztó platformon a Magyar Közút Nonprofit Zrt. megosztott egy videót, amely szemlélteti az információ fontosságát egy turbó körforgalom előtt. Ez a videó az „Életveszélyes manővereket hajtanak végre az autósok az M44-es autópályán” [4] címet kapta, amelyben több járművezető véletlenül az M44-es autópályára hajtott fel, és megdöbbenően visszatoltnak vagy szembe fordulva a forgalommal visszamennek a körforgalomba. Ez mind annak volt köszönhető, hogy a járművezetők a körforgalomba való behajtás során rossz forgalmi sávba soroltak.



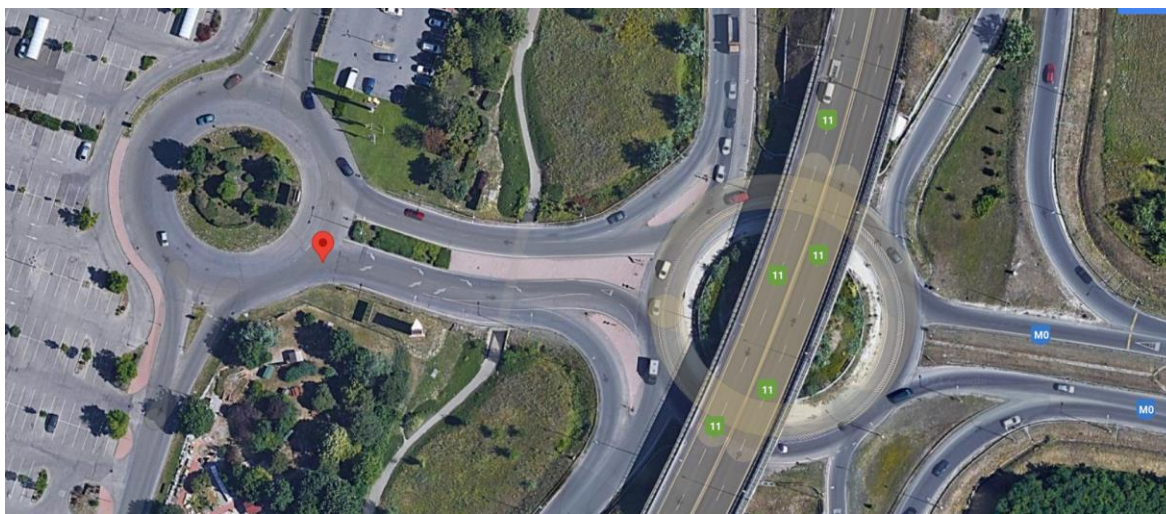
8. ábra: Forgalommal szemben az M44-es autópályán a turbó körforgalom irányában [4]

Ezt a körforgalmat 2020-ban adták át, azonban már az új körforgalmak tervezését szabályozó UME [1] alapján lett kialakítva a jelzésrendszere.

Az átadása óta két baleset történt, mind a kettő könnyű sérüléssel. Az egyik baleset során egy motorkerékpáros elhagyta az útpályát és szilárd tárgynak ütközött. Az időjárás derült volt, nappali természetes fényviszonyok mellett. A baleset során két személy sérült meg könnyen: egy 62 éves férfi (járművezető) és egy 54 éves nő (utas). Mindkettőjüket kórházba szállították, és mindkét sérült a bukósisakot használta. Előidéző ok a sebesség nem megfelelő alkalmazása volt. A másik baleset során azonos irányba haladó járművek sebességük nem megfelelő alkalmazása miatt ütköztek össze. Az időjárási viszonyok borultak voltak, éjszakai, működő közvilágítással. A baleset következtében négy személy szenvedett könnyű sérüléseket, mindannyian kórházi ápolásban részesültek.

### 3.2 Budakalász, 11-es számú főút – M0-s autótút

A körforgalom Budakalász keleti oldalán található, amely a település egyik legnagyobb bevásárlóközpontját, az M0-s autótutat és a 11-es számú főutat köti össze. A jelzőlámpával szabályozott turbó körforgalom mellett (amely 2017-ben lett kiépítve) közel 75 méterre a bevásárlóközpont egy körforgalma található.



9. ábra: Vizsgált helyszín a budakalászi jelzőlámpás turbó körforgalom esetén

[Forrás: <https://www.google.com/maps> (2024.07.08.)]

A bevásárlóközpont körforgalmából kihajtva az M0-s autótút irányába a jelzőtáblák kialakításai pontatlanok és megtévesztők. A problémák a következők:

- Útirányjelző táblák a forgalmi sávok felett: A turbó körforgalom egyes irányait jól ábrázolják, azonban egy „szökő ág” is ki van alakítva, hogy a közvetlen jobbra kanyarodó járművezetőknek ne kelljen a turbó körforgalomba behajtaniuk. Ez a külső sáv, amely nincs feltüntetve a forgalmi sáv felett.
- Az úttest jobb oldalán egy útirányjelző tábla van elhelyezve, amely alapján egy normál típusú egysávos körforgalom van kialakítva. Mivel ez egy háromsávos turbó körforgalom, ezért ez a kialakítás helytelen. További probléma a jelzőtábla zöld színe, hiszen azt csak az országos közutakon szabad alkalmazni [1], egyéb esetben fehér színű.
- Kétoldali besorolás rendjét jelző táblák: A sávok kiosztása és irányai megfelelőek, azonban a sávok elválasztására a gömbsüvegsort külön ábrázolták. Az előírás [1] alapján nem így kell ábrázolni, hanem egyenes vonallal.



10. ábra: Budakalászi jelzőlámpás turbó körforgalom útbaigazító jelzőtáblái

[Forrás: <https://www.google.com/maps> (2024.07.08.)]

### 3.3 Érd, 6-os számú főút – 7-es számú főút

Az érdi 5 ágú turbó körforgalom már több, mint 10 éve lett kiépítve, amely a 6-os számú főutat a 7-es számú főúttal köti össze. Ennél a csomópontnál vegyesen van alkalmazva a 2. fejezetben bemutatott előírások által kialakítandó jelzőtáblák. Az útirány-előjelző táblák a [2] forrás alapján, az útirányjelző táblák pedig az [1] forrás alapján lettek megvalósítva. Az e-UT 03.03.11:2010 Körforgalmak tervezése című előírás [5] (2010 – 2022 között volt érvényes) alapján is helytelenek a jelzőtáblák kialakításai, hiszen azok hasonlóképp szabályozzák a kinézetüket (logikailag azonos, azonban kis eltérés észlelhető), mint a 2022-től érvényes. A 2001-es ÚT 2-1.206:2001 Körforgalmú csomópontok tervezése című előírás [6] (2001 – 2010 között volt érvényes) azonban még nem is említette a turbó körforgalmakat, így semmiképp nem indokolható a jelenlegi kiépítés.

A vegyes jelzőtáblakép mellett további hiba az, hogy mindkét jelzőtábla esetén a körforgalom úgy lett ábrázolva, mintha a belső sávból vissza lehetne fordulni, amikor ez nem biztosított. Az útirányjelző tábla esetén további hiba a külső sáv ábrázolása, amelyben a körív tovább halad az utolsó ágnál is, amely a továbbhaladás lehetőségét szimbolizálja, amikor jelen esetben erre nincs mód.



11. ábra: Érdi turbó körforgalom útirány-előjelző és útirányjelző táblái a 7-es számú főúton

[Forrás: <https://www.google.com/maps> (2024.07.08.)]

### 3.4 Közvéleménykutatás

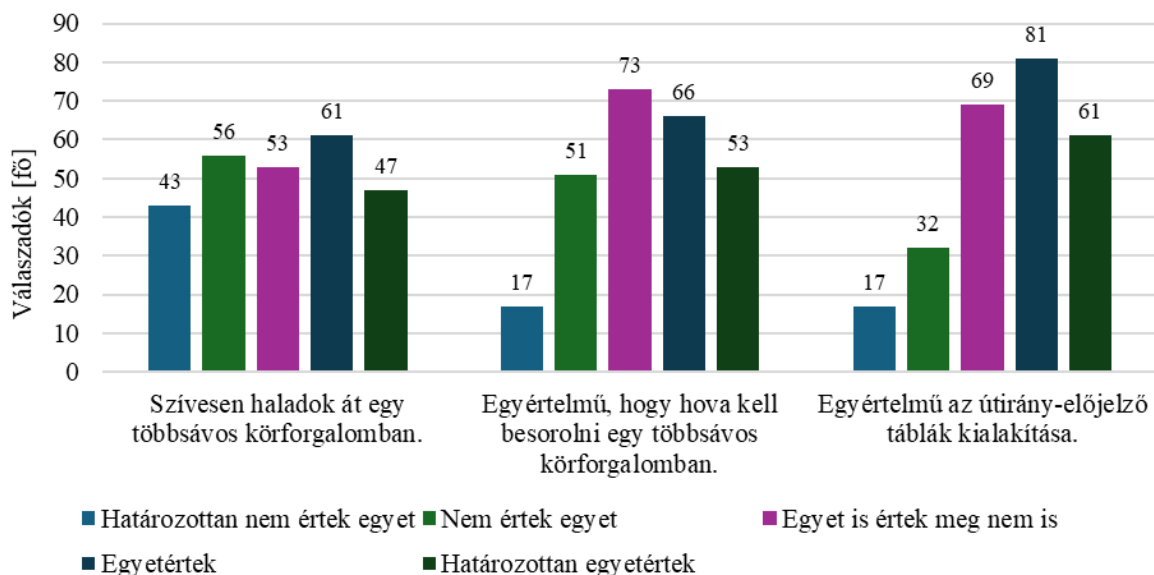
Annak érdekében, hogy megismerjem mások preferenciáját és véleményét a két jelzőtáblaképről, létrehoztam egy online kérdőívet, amelyben 7 kérdést tettem fel:

1. Mi az Ön neme?
2. Ön melyik korcsoportba tartozik?
3. Mióta rendelkezik jogosítvánnyal?
4. Vezetett már át gépjárművel turbó körforgalomban?
5. Mennyire ért egyet a feltett állításokkal?
  - a. Szívesen haladok át egy többsávos körforgalomban.
  - b. Egyértelmű, hogy hova kell besorolni egy többsávos körforgalomban.
  - c. Egyértelmű az útirány-előjelző táblák kialakítása.
6. Melyik útirány-előjelző tábla kialakítását látná szívesen egy turbó körforgalom előtt? Melyiket látja egyértelműbbnek? (a 8. ábrát mellékeltem képként)
7. Melyik variációt választotta, és miért? (Nem kötelező kérdés.)

A kérdőívre 260 válasz érkezett.

A válaszadók nagy része (59,2%, 154 fő) már több, mint 4 éve rendelkezik jogosítvánnyal. Ez azt mutatja, hogy a minta viszonylag tapasztalt vezetők közül áll. A válaszadók többsége (67,3%, 175 fő) már vezetett át gépjárművel turbó körforgalomban, ami azt sugallja, hogy a válaszok megbízhatóan tükrözik a gyakorlati tapasztalatokat.

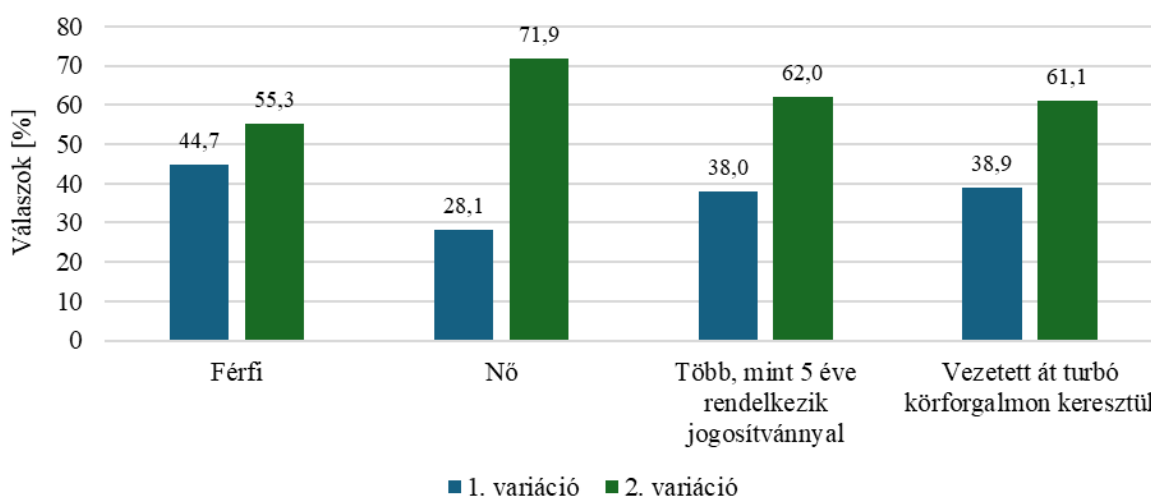
A válaszadók véleménye viszonylag megosztott a turbó körforgalmakról, ezt a 13. ábra mutatja be.



12. ábra: Vélemények a többsávú körforgalmakról

A válaszadó férfiak jellemzően pozitívabb válaszokat adtak a többsávú körforgalmakról. A kitöltő férfiak (114 fő) 58,8%-a (67 fő) „egyetérték” vagy „határozottan egyetérték” válaszokat adtak a „Szívesen haladok át egy többsávú körforgalomban.” állításra, míg a kitöltő nők (146 fő) 28,1%-a (41 fő). Több férfi számára egyértelmű, hogy hova kell sorolni egy többsávú körforgalomban (a kitöltő férfiak 60,5%-a (69 fő), míg a nők 34,3%-a (50 fő) válaszolt pozitívan). Az útírány-előjelző táblák kialakításáról szóló állítás esetén is arányaiban nagy eltérés mutatkozik a két nem között, mivel a kitöltő férfiak 64,1%-a (73 fő), míg a nők 47,3%-a (69 fő) válaszolt pozitívan.

A nemek között további eltérés tapasztalható az egyes jelzőtáblaképek kedveltségénél. A férfiak esetén nincsen kiemelkedő elhajlás az egyik variáció irányában, közel azonos arányban érkezett válasz a két lehetőségre. A nők esetén meglepő módon a 2. variáció érdemben nagyobb arányban kapott megerősítést. A jogosítvány birtoklás idejével kapcsolatban reprezentatív értékelést nem tudtam elvégezni a válaszadók alacsony száma miatt, azonban akik több, mint 5 éve rendelkeznek vele, róluk igen (121 fő). Az ő esetükben is a 2. variáció nagyobb arányban preferált. A teljes kérdőívet tekintve a válaszadók 35,4%-a (92 fő) választotta egyértelműbbnek az 1. variációt, míg a 64,6%-a (168 fő) pedig a 2. variációt. Azok számára is egyértelműbb a 2. variáció, akik már találkoztak járművezetésük során turbó körforgalommal.



13. ábra: Vélemények megoszlása az útírány-előjelző táblák kialakításáról a 8. ábra alapján

A kérdőív eredményei azt mutatják, hogy bár a többség pozitívan viszonyul a turbó körforgalmakhoz és egyértelműnek találja a jelzéseket, van helye a javításnak.

## Konklúzió

A cikk átfogóan elemezte a többsávos körforgalmakban alkalmazott útírányjelző és útírány-előjelző táblák magyarországi szabályozását, különös tekintettel a jelenlegi előírások közötti ellentmondásokra és a gyakorlati alkalmazás során felmerülő problémákra. A kutatás rávilágított arra, hogy bár a körforgalmak jelentős előnyökkel rendelkeznek a közlekedésbiztonság szempontjából, a létesítésük körülményes feladat, különösen a többsávos körforgalmak esetében.

Magyarországon a különböző műszaki előírások eltérő követelményeket támasztanak a táblák kialakításával és elhelyezésével kapcsolatban. Ez gyakran vezet zavarokhoz és félreértésekhez, amelyek veszélyeztethetik a közlekedés biztonságát. Az e-UT 03.03.11:2022 [1] és az e-UT 04.02.32 [2] előírások közötti különbségek, valamint a gyakorlati problémák rávilágítanak arra, hogy a forgalomtechnikai elemek, különösen a jelzőtáblák egységesítése és pontos szabályozása elengedhetetlen a biztonság érdekében.

A kutatás több valós példát is bemutatott, amelyek jól prezentálják a jelenlegi szabályozás hiányosságait. A Magyar Közút Nonprofit Zrt. videója [4] jól illusztrálja az információátadás fontosságát a többsávos körforgalmak esetén. A kutatás során nem került megvizsgálásra az összes többsávos körforgalom forgalomtechnikai kialakítása, azonban a budakalászi és érdi példák tökéletesen bemutatják a szabályozási rendszer problémáit.

A kérdőív során a válaszadók többsége egyértelműnek találta a jelzéseket, de a nemek között jelentős különbségek voltak a jelzőtáblák kialakításának preferenciáiban. A kérdőív eredményei alapján a válaszadók 64,6%-a (168 fő) a 2. variációt találta érthetőbbnek az útírányjelző táblák esetében. Azt tapasztaltam, hogy a megvizsgált többsávos körforgalom esetén azonban ez a variáció nincs is jelen, pedig a kitöltő járművezetők többségének ez volt az egyértelműbb. A válaszadók véleménye azonban eltérhet valós környezetben, mivel a kérdőív kitöltésére korlátlan idejük volt. Vezetés közben alig pár másodperc van azonban, hogy a jelzőtáblákat észleljük, megértsük és a megkívánt magatartás szerint járjunk el, így elképzelhető, hogy ilyen helyzetben az 1. variációt látva gyorsabban tudunk reagálni.

Az eredmények tükrében szükséges a jelenlegi szabályozási rendszer átfogó felülvizsgálata, különös tekintettel az útírányjelző és útírány-előjelző táblák kialakítására és elhelyezésére. Fontos, hogy az előírások egységesek és világosak legyenek, hogy a járművezetők minden körforgalomban ugyanazt a rendszert tapasztalhassák, ezzel is növelve a közlekedés biztonságát és csökkentve a balesetek számát. Az egységesített szabályozás nemcsak a tervezők és kivitelezők munkáját könnyítené meg, hanem a járművezetők számára is egyértelműbbé tenné a közlekedést, így mindenki számára biztonságosabbá válna a közlekedési környezet.

## Irodalomjegyzék

- [1] e-UT 03.03.11:2022 Körforgalmak tervezése
- [2] e-UT 04.02.32 Közúti jelzőtáblák (G) Útbaigazító és utaló jelzőtáblák és jelképek
- [3] Maráczai Rodrigó Dávid: A 7-es számú elsőrendű főút és a 801-es jelű másodrendű főút kereszteződésében található körforgalom áteresztőképességének vizsgálata és optimalizálása Szakdolgozat: Széchenyi István Egyetem, Építés-, Építő-, és Közlekedésmérnöki Kar, 2022.
- [4] [https://www.youtube.com/watch?v=JP\\_-s3RKYrw](https://www.youtube.com/watch?v=JP_-s3RKYrw) (2024.07.06.)
- [5] e-UT 03.03.11:2010 Körforgalmak tervezése (hatályt veszített)
- [6] ÚT 2-1.206:2001 Körforgalmú csomópontok tervezése (hatályt veszített)