

EKÖP-KDP Tanulmánykötet

Kutatási téma:

**Az emberi tényező szerepének vizsgálata a
vasútvillamosok közlekedésbiztonságában**

Készítette:

HORVÁTH CSONGOR¹

Szeged, 2026. 05. 03.

¹ Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, Témavezető: Dr. Borsos Attila, tanszékvezető, egyetemi tanár, Vállalati szakértő: Fodor Antal, vezetőmérnök, Munkáltató: MÁV Pályaműködtetési Zrt.

Tartalomjegyzék

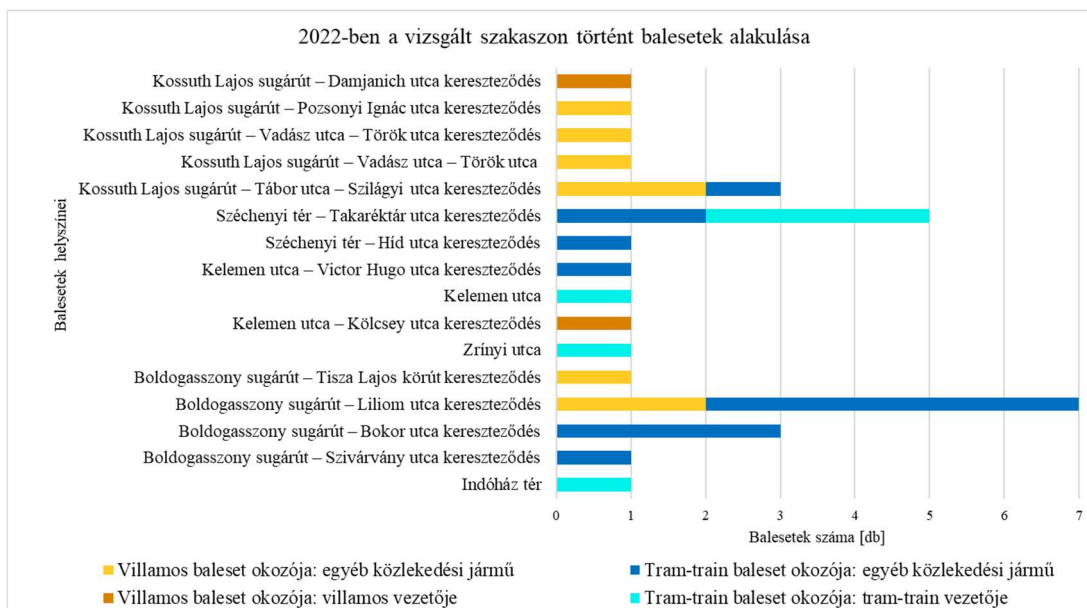
1. Problémafelvetés	1
2. Célkitűzés.....	2
3. Kutatás menete	2
4. Pillanatnyi helyzetkép.....	5
5. Publikációs teljesítmény	6
6. Tézisek.....	6
6.1. Tézis (bizonyított):	6
6.2. Tézis-tervezet:	6
7. Teendők ütemezése.....	7
8. Források	7

1. PROBLÉMAFELVETÉS

Szeged egyik legjelentősebb kötőtpályás tengelye az 1908-ban megnyitott 1-es villamosvonal, amely még ma is a város egyik legfontosabb közlekedési kapcsolatát biztosítja. A vonal összeköti a Szeged két vasútállomást, miközben áthalad a belváros legforgalmasabb területein, így jelentős utasforgalmat bonyolít le. Kiemelkedő sajátossága, hogy nyomvonala több mint száz éven keresztül lényegében változatlan maradt, ezáltal állandó és jól ismert eleme lett a városi közlekedési környezetnek (Nagy et al., 2008). A közlekedők – legyenek autósok, kerékpárosok vagy gyalogosok – évtizedeken át megszokott módon találkoztak a villamosokkal, így viselkedésükben és döntéseikben kialakult egy rutinszerű alkalmazkodás a rendszer működéséhez (Horváth, 2023).

A városi villamos közlekedésében 2021-ben következett be a máig utolsó nagy módosítás, amikor megindult Magyarország első tram-train szolgáltatása Szeged és Hódmezővásárhely között (Horváth et al., 2024). Ez a fejlesztés a regionális vasúti közlekedés és a városi villamosüzem integrációját valósította meg, lehetővé téve, hogy ugyanazon járművek közlekedjenek nagyvasúti pályán és városi villamoshálózaton is. A tram-train rendszer bevezetése közlekedéspolitikai és mobilitási szempontból jelentős előrelépésnek tekinthető, mivel javította a két város közötti közvetlen kapcsolatot, csökkentette az átszállási kényszert, valamint új alternatívát kínált az ingázók számára (Gyovai, 2023). Ugyanakkor az új rendszer megjelenése alapvetően átalakította a korábban homogén városi kötőtpályás környezetet, hiszen a meglévő villamospályán új méretű, más műszaki tulajdonságokkal rendelkező, eltérő megjelenésű járművek kezdtek közlekedni (Horváth, 2023).

A tram-train-ek Szeged városi közlekedésében történő integrációját követően az 1-es villamos utasforgalma visszaesett (mivel ugyanazon útvonalon jártak), emiatt az SZKT 2022 megszüntette az 1-est villamost. Ezzel párhuzamosan azonban olyan közlekedésbiztonsági jelenségek száma nőtt meg, amelyek új kutatási kérdéseket vetettek fel (1. ábra). A rendelkezésre álló adatok alapján a tram-train járművek a vizsgált időszakban a hagyományos villamosokhoz képest azonos vagy akár magasabb számú közúti balesetben voltak érintettek, annak ellenére, hogy napi közlekedési gyakoriságuk alacsonyabb volt. Ez arra utal, hogy nem pusztán a menetszám vagy a forgalmi terhelés befolyásolja a baleseti kockázatot, hanem más tényezők is szerepet játszhatnak (Horváth et al., 2024).



1. ábra: 2022-ben a vizsgált szakaszon történt balesetek alakulása (Horváth, 2023)

2. CÉLKITŰZÉS

A választott témában a kutatást megelőzően négy célt tűztem ki:

1. Megvizsgálni, hogy a közúti vasúti járművek színeinek milyen hatása lehet a közlekedésbiztonságra a gépjárművezetők szempontjából.
2. Elemezni a Szegeden közlekedő közúti vasúti járművezetők vezetési stílusát.
3. Tanulmányozni, hogy a közúti vasúti járművek színeinek és járműdinamikájának milyen hatása lehet a közlekedésbiztonságra a gyalogosok és a mikromobilitási eszközöket használók szempontjából.
4. Vizsgálni kontrollált, szimulációs környezetben, a közúti vasúti járművek észlelhetőségét, különféle környezeti körülmények mellett.

3. KUTATÁS MENETE

A kutatás célja annak vizsgálata volt, hogy miért történik több közúti baleset a szegedi tram-train járművekkel, mint a hagyományos villamosokkal (2. ábra), illetve javítható-e a vasútvillamosok észlelhetősége vizuális beavatkozással. A vizsgálat két szakaszban zajlott 2023 és 2025 között. Az első szakaszban a 2022-es baleseti statisztikákat elemeztük. Ez volt az első teljes év, amikor a tram-train járművek egész évben közlekedtek a vizsgált szakaszon. A vonalon 74760 villamos (41610 Pesa és 33150 Tatra), valamint 23816 tram-train haladt el. A villamosok 10, míg a tram-train járművek 20 közúti balesetben voltak érintettek. Miközben tram-trainból kb. negyedannyi közlekedett le ugyanazon szakaszon (Horváth et al., 2024).



2. ábra: Szeged villamosai 1908-tól napjainkig (Szegedi Közlekedési Kft., 2023)

A statisztikai elemzések szerint a balesetek fő oka az emberi tényező volt, ezért kérdőíves kutatást indítottunk a szegedi közlekedők körében. A Google Forms segítségével készített felmérésből 453 értékelhető válasz érkezett. A kitöltők 55%-a szerint a balesetek elsődleges oka a gépjárművezetők figyelmetlensége, ugyanakkor 28% a tram-train színezését is jelentős tényezőnek tartotta. A válaszadók többsége módosítaná a járművek arculatát, elsősorban citromsárga szín alkalmazásával. A legtöbben a jármű homlokoldalának alsó részére helyeznének figyelemfelkeltő színt (3. ábra) (Horváth, 2023).



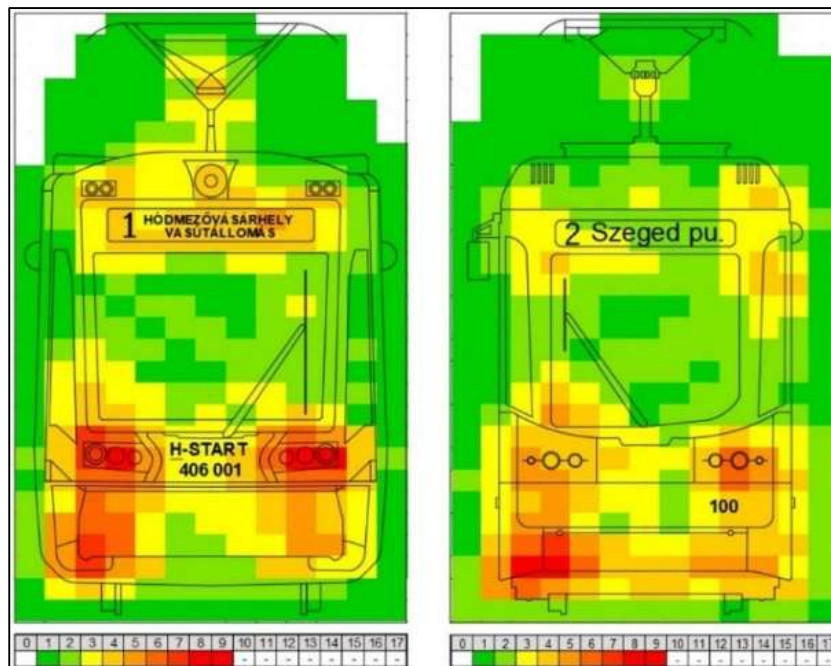
3. ábra: Kérdőíves kutatás eredménye az átszínezés kapcsán

Ezt követően 2023 nyarán szemkamerás vizsgálatot végeztünk 12 fő részvételével, különböző korcsoportokból, nemek szerint kiegyensúlyozott mintával. A résztvevők balra kanyarodási helyzetet szimulálva vezettek, miközben Pupil Labs Pupil Core Eye Tracker eszközzel rögzítettük, hogy a visszapillantó tükörben a mögöttük érkező kötöttpályás jármű mely részeire néznek (4. ábra). A mérések a szürke tram-train és a sárga Pesa villamos észlelhetőségének összehasonlítására irányultak. A vizsgálatot megelőzően arra kértük a tesztben résztvevőket, hogy megadott kereszteződésekben balra kanyarodást szimuláljanak. Mi pedig azt vizsgáltuk, hogy a kanyarodást megelőzően a visszapillantó tükrökben a járművek, mely pontjai néznek a gépjárművezetők (Horváth et al., 2024).



4. ábra: Szemkamerás vizsgálat

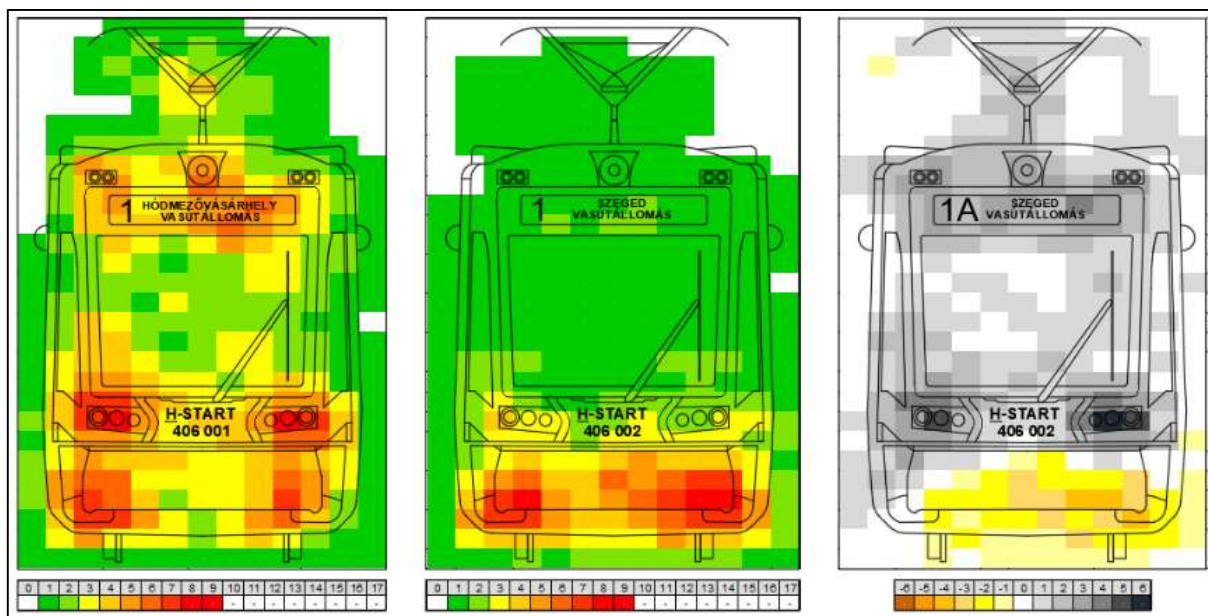
Az eredmények szerint a villamosokat könnyebben észlelték a résztvevők, mint a tram-train szerelvényeket. A legnagyobb különbség a homlokoldal alsó részén jelentkezett: a Pesa villamos sárga alsó elemeire 28%-kal több fixáció érkezett, mint a tram-train azonos, szürke felületére. Ez arra utalt, hogy a nagy kontrasztú, élénk színű elemek gyorsabban vonzzák a figyelmet (5. ábra) (Horváth et al., 2024).



5. ábra: A kötöttpályás járművek fixációs ábrái (Horváth 2024)

A kutatás eredményei alapján javaslatot tettünk a tram-train járművek homlokoldali alsó elemeinek sárga fóliázására. Ezt az üzemeltető 2025 márciusában megvalósította. A második kutatási szakaszban ugyanazon 12 résztvevővel, ugyanazon útvonalon és hasonló körülmények között ismételtük meg a vizsgálatot, immár Pupil Labs Neon szemkamerával. Az új mérések jelentős változást mutattak. A sárga fóliával ellátott tram-train esetében a figyelem

középpontjába került az alsó homlokfelület, ahol a fixációk száma 68%-kal nőtt. Ezzel párhuzamosan a felső részen található kijelzőkre irányuló tekintetek száma 36%-kal csökkent. A hőterképek gyakorlatilag kirajzolták a felhelyezett fólia helyét, ami bizonyította, hogy a színmódosítás hatékonyan terelte a figyelmet a jármű legjobban látható részére (6. ábra).



6. ábra: A tram-train-ek fixációs ábrái sárga színű fólia felhelyezése előtt és utána, illetve a különbségük

4. PILLANATNYI HELYZETKÉP

A kutatás összességében igazolta, hogy a járművek vizuális megjelenése jelentős hatással van észlelhetőségükre és ezáltal közlekedésbiztonsági kockázatukra. A tram-train eredeti szürke kialakítása kevésbé volt feltűnő, míg a sárga szín alkalmazása mérhetően javította a felismerhetőséget. A MÁV Pályaműködtetési Zrt. hivatalos balesetei statisztikai adatai is igazolták, hogy a balesetek száma csökkent és kimenetele is mérséklődött (javítási idő és forrásigény csökkenése).

A szegedi közúti–vasúti közlekedésben részt vevő járművezetők vezetési stílusainak összehasonlító elemzése c. vizsgálat előkészítése jelenleg folyamatban van. A kutatás előkészítésekor a villamosszimulátort annak technológiai korlátai miatt az üzemeltetője nem javasolta. Emiatt a terepi mérés megvalósítása mellett döntöttünk. A vizsgálat lebonyolításához szükséges engedélyek beszerzésre kerültek. A vizsgálati módszertan kiválasztásra került, a vizsgálatához szükséges eszközök rendelkezésre állnak.

5. PUBLIKÁCIÓS TELJESÍTMÉNY

Publikáció	Szerzők	Cím	Publikációs információ	Státusz	PhD hallgató részesedése (%)
P7	Horváth Csongor, Borsos Attila	Safety issues with tram-trains in an urban environment: a before-after gaze behavior study	Periodica Polytechnica Transportation Engineering (Q3)	benyújtott	50%
P6	Horváth Csongor, Borsos Attila	Assessing the Safety of Tram-Trains in Szeged: Insights from Eye-Tracking and Public Perception	Transportation Research Procedia (22nd International Conference on Transport Science - ICTS 2026) (Scopus-indexált)	elfogadott	50%
P5	Horváth Csongor, Borsos Attila	Investigation of tram-train accidents in Szeged: a before-after study focusing on their perception	TRA 2026 Conference	benyújtott	50%
P4	Horváth Csongor, Borsos Attila	Safety issues with tram-trains in an urban environment: a before-after gaze behavior study	37th ICTCT konferencia, Berlin, Németország, Extended abstract, https://doi.org/10.63634/axts8706	megjelent	50%
P3	Horváth Csongor, Károlyi Lilla	120-as számú vasútvonal átépítése, korszerűsítése és kapacitásbővítése Békéscsaba-Lökösháza-országhatár között	Sínek Világa folyóirat 2025/4 LXVII. évfolyam 4. szám	megjelent	50%
P2	Horváth Csongor, Borsos Attila, Nagy Viktor	Közúti vasúti pályán közlekedő kötőpályás járművek közlekedésbiztonságának vizsgálata Szegeden	KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE 74: 3 pp. 53-66., 14 p. (2024)	megjelent	33%
P1	Garai Mihály, Horváth Csongor	A 136. számú vasútvonal átépítése és korszerűsítése Szeged-Rendező-Röszke országhatár között	Sínek Világa folyóirat 2024/3 LXVI. évfolyam 4. szám https://www.sinekvilaga.hu/2024/3	megjelent	50%

6. TÉZISEK

6.1.Tézis (bizonyított):

1. Szemkamerás vizsgálatok segítségével igazoltam, hogy a tram-train járművek városi környezethez illeszkedő színezése (alsó burkolati elemekre felhelyezett sárga színű fólia) javítja azok észlelhetőségét. (igazolva: P6,P7 publikációk)

6.2.Tézis-tervezet:

2. Járműdinamikai mérésekkel igazoltam, hogy a tram-train vezetők vezetési stílusa függ az előképzettségüktől (nagyvasúti mozdonyvezetőből átképzett tram-train vezetők vs. tram-train vezetők).

3. Igazoltam, hogy a tram-train járművek eltérő színezése és menetdinamikája rontja a gyalogosok és mikromobilitási eszközöket használók szubjektív biztonságérzetét.

4. Szimulációs környezetben végzett szemkamerás vizsgálatokkal bizonyítottam, hogy a tram-train járművek észlelhetőségét a környezeti körülmények (napszak, városi környezet komplexitása) fokozottan befolyásolják.

7. TEENDŐK ÜTEMEZÉSE

Kutatási terv időbeli ütemezés	2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029			
	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év				
1. Közúti vasúti járművek színeinek hatása a közlekedésbiztonságra a gépjárművezetők szempontjából																												
1.1.																												
1.2.																												
1.3.																												
1.4.																												
1.5.																												
1.6.																												
1.7.																												
1.8.																												
1.9.																												
1.10.																												
2. Szegeden közlekedő közúti vasúti járművezetők vezetési stílusainak vizsgálata																												
2.1.																												
2.2.																												
2.3.																												
2.4.																												
2.5.																												
2.6.																												

Kutatási terv időbeli ütemezése	2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029						
	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év	I. negyed év	II. negyed év	III. negyed év	IV. negyed év			
3. Közúti vasúti járművek színeinek hatása a közlekedésbiztonságra a gyalogosok, kerékpárosok szempontjából																															
3.1.	Kutatás terület lehatárolása, kutatási módszerek meghatározása																														
3.2.	Irodalomkutatás																														
3.3.	A kutatás előkészítése (a kutatásban résztvevők keresése, vizsgálati helyszínek meghatározása)																														
3.4.	Szemkamerás vizsgálat																														
3.5.	Eredmények értékelése, elemzése																														
3.6.	Kutatás publikálása, szakmai konferencián és az érintett üzemeltető részére az eredmények bemutatása, javaslatlét																														
4. Vizsgálni kontrollált, szimulációs környezetben, a közúti vasúti járművek észlelhetőségét.																															
4.1.	Kutatás terület lehatárolása, kutatási módszerek meghatározása																														
4.2.	Irodalomkutatás																														
4.3.	A kutatás előkészítése (háttér szoftver, szimulátor előkészítése)																														
4.4.	Vizsgálatok elvégzése, összehasonlítás																														
4.5.	Eredmények értékelése, elemzése																														
4.6.	Kutatás publikálása, szakmai konferencián és az érintett üzemeltető részére az eredmények bemutatása, javaslatlét																														

8. FORRÁSOK

- Gyovai, L., 2023. Tram-train-üzemeltetés a pályafenntartás tükrében. Sínek Világa 2023, 6–8.
- Horváth, C., 2023. A tram-train járművek közlekedésbiztonságának vizsgálata a szegedi közúti vasúti szakaszon (MSc diplomamunka). Széchenyi István Egyetem.
- Horváth, C., Borsos, A., Nagy, V., 2024. Közúti vasúti pályán közlekedő kötőtpályás járművek közlekedésbiztonságának vizsgálata Szegeden. KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE 74, 53–66. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.3.6>
- Nagy, I., Elek, I., Terhes, S., 2008. 100 és a szegedi villamos, Juhász Gyula Felsőoktatási Kiadó. ed. SZKT : Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged.
- Szegedi Közlekedési Kft., 2023. Járműveink – Szegedi Közlekedési Társaság. URL <https://szkt.hu/jarmuveink> (accessed 8.17.23).