

## Megosztott járművezetői figyelem a közösségi közlekedésben

Nagy Viktor\*, Kovács Gábor, PhD\*\*

\*Széchenyi István Egyetem, Járműipari Kutatóközpont, Győr  
(e-mail: nviktor@sze.hu).

\*\*Széchenyi István Egyetem, Bűnügyi Tudományok Tanszék, Győr  
(e-mail: gkovacs@sze.hu).

**Absztrakt:** A közúti közlekedés összetettsége egyre nagyobb kognitív terhelést ró a járművezetőkre, különösen a közösségi közlekedésben dolgozó buszvezetőkre. A fizikai és szellemi terhelés növekedése figyelemcsökkenést, vagy -vesztést okozhat, mely magas közlekedésbiztonsági kockázatot jelent. A kutatás célja olyan rendszer kialakítása, mely a járművezető aktivitását detektáló fiziológiai szenzorokkal felméri a kognitív terhelés elemeit és hatásait, figyelembe véve az emberi figyelemre ható fedélzeti műszereket, illetve a vezetői teret. A cikkben bemutatott kísérleti vizsgálatok feltárják a kiemelkedően magas figyelmet igénylő tevékenységeket és szituációkat, illetve megalapozzák a vizsgálati rendszer tervezését.

### 1. BEVEZETÉS

A közúti közlekedési rendszer összetettsége – a közlekedési infrastruktúra komplex elemei, a forgalom sűrűsége és a jármű fedélzeti rendszerei – egyre fokozódó kognitív terhelést ró a járművezetőkre. Különösen igaz ez a közösségi közlekedésben dolgozó buszvezetőkre. A növekvő fizikai és szellemi terhelés figyelemcsökkenést, vagy -vesztést okozhat, mely magas szintű közlekedésbiztonsági kockázatot jelent.

A fejlett vezetéstámogató rendszerek (ADAS) részben alkalmasak egyes veszélyhelyzetekben a vezető aktív beavatkozását helyettesíteni. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy az ADAS és autonóm járművek esetén, ha a számítógép nem képes az adott veszélyhelyzetet kezelni, akkor „visszaadja” a vezetést és a teljes felelősséget a járművezetőnek (Kovács, 2021). Ezért továbbra is kiemelten fontos az ember-gép kapcsolaton belül az emberi tényező részletes vizsgálata. A járművezetői figyelem elemzése lehetőséget ad a hatásos balesetmegelőző lépések és/vagy beavatkozások alkalmazására. Továbbá az egyre összetettebb jármű fedélzeti rendszerek, kijelzők és kezelőszervek előremutató ergonómiai kialakítása szintén segíti a figyelem fenntartását, annak irányítását és a koncentrációt (Pickering, 2007).

A fenti összefüggésben a járművezetői figyelem vizsgálatának a kutatás során a célja a járműbe ideiglenesen beépített és a járművezető aktivitását detektáló fiziológiai szenzorokkal felmérni a kognitív terhelés elemeit és hatásait, figyelembe véve az emberi figyelemre ható fedélzeti műszereket, illetve a vezetői teret, mint munkaterület. A kísérleti mérőrendszer specialitása, a személygépjárművekben végezhető, moduláris mérőrendszer kialakíthatóságával szemben (Nagy, 2021), hogy a utasszállítás magasabb szintű biztonsági követelményeknek kell, hogy megfeleljen, miközben az összetett fedélzeti környezeti hatások figyelembevételével – például kommunikáció az utassal – kell elvégezni a méréseket.

A cikkben a járművezető feladatainak, a környezeti tényezők és a járművezető-tér komplex felmérését mutatjuk be egy pilot vizsgálati módszer segítségével.

### 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A nemzetközi szakirodalom rendkívül szerteágazóan, sok megközelítésből vizsgálja a kapcsolódó témákat, így a járművezető monitorozást, a kognitív figyelem vizsgálatát és mindezt a közösségi közlekedés környezetébe helyezve.

Az aluszékonyság megjelenése a buszvezetőknél egy közlekedésbiztonsági szempontból kritikus terület. Alapvetően szimulátor segítségével, hosszú vezetési távokat szimulálva vizsgálták az alanyokat, és egy 4 fokozatú skálán értékelték az „álmosági” fokot (ORD) (Schwarz, 2019). A kutatásban alkalmazott monitoring rendszer automatizált elemei az álmoság jeleit felfedezte, de a kritikusan magas szintet nem tudta megfelelően kiszűrni, így a szerző további vizsgálatok szükségességét vetítette előre.

Mivel a vizsgálat tervezetten közúton és/vagy zárt pályán (nem szimulátorban) valósul meg, így a mérőrendszer kialakítását, és a vizsgálati módszert a vezetést nem zavaró szenzorokkal kell megoldani. Egy kutatócsapat elemezte a hordozható (wearable), és nem kontaktos (non-contact based) szenzor rendszereket (Rahnman, 2020). Ezen kívül a jármű adatok elemzéséből is következtettek a járművezető kognitív terhelési szintjére. Az eredmények azt mutatták, hogy a kamerás megfigyelés megbízhatósága és pontossága felülmúlja a járművezetőre helyezett szenzorokét. Tehát valós vezetői környezetben ezek a szenzorok és rendszerei nagy biztonsággal alkalmazhatóak a jövőben.

A járművezető egészségi állapotának megfigyelésére alkalmas algoritmusok, neurális hálók fejlesztésével és tesztelésével is foglalkoztak (Gonzales, 2020). A vizsgált ADHD-s (figyelemzavaros) tünetekkel rendelkező alanyok esetén az alkalmazott betanított rendszerek összességében 80% feletti

megbízhatósággal ismerték fel az eltérő viselkedést, ami jelzi a rendszerben rejlő lehetőséget a buszvezetői monitoring esetén.

Az elalvás veszélye a hosszútávú, monoton közlekedésben, távolsági autóbuszokon jelent veszélyt. Ám az alvási apnoé állapot és jelenség felfedése kulcseleme a megelőzésnek. Ezt a diagnosztizálható állapotot több publikációban is kutatták, a világ több országában – helyi adatfelvétellel. Az ecuadori buszsofőrök keresztmetszeti felméréseivel azt vizsgálták, hogy a demográfiai és klinikai változók gyakoriságának és arányainak meghatározásával előre jelezhető-e az apnoés szindróma, tehát a nappali elalvás jelensége (Felix, 2021). Az eredményeink arra utalnak, hogy az ecuadori buszsofőrök jelentős hányada volt kitéve az obstruktív alvási apnoe kockázatának. Az időben diagnosztizált apnoé esetek balesetmegelőző hatása magas fokú lehet, tehát a képesség felmérési célú mérőrendszer és metódus alkalmas lehet a szűrő funkcióra.

További megerősítést adhat a kutatás ezen ágának egy másik, sokrésztevős felmérés, melyben teherautó vezetőket vizsgáltak (Huhta, 2021). Az ébrenléti teszteket (MWT) is magában foglaló kutatás során az alanyok között kétszeres intenzitásban volt jelen az apnoé jelenség, illetve fény derült arra, hogy egyéb alvással és éberséggel összefüggő hatásokat is szükséges mérni.

Vizsgálták a buszvezetők kognitív terhelésének alakulását a sofőr tájékoztató rendszerek információ relevancia oldaláról (Nilsson, 2021). Az eredmények azt mutatják, hogy az irreleváns közlekedési üzenetek jobban megterhelik a munkamemóriát, mint a releváns üzenetek. Ugyanakkor a buszsofőrök azt tapasztalják, hogy több irreleváns közlekedési üzenetet kapnak, mint relevánsat. Ez is azt bizonyítja, hogy a túlzott információ mennyiség okozza a terhelést és érdemes a különböző környezeti hatásokat sorra megvizsgálni (Péter, 2016).

### 3. A VIZSGÁLAT

Az adatfelvétel a jelenleg üzemben lévő, városi közlekedésben használt busz, mint jármű felmérését, illetve a járművezető, mint üzemeltető személy interjú során történő megkérdezését jelentette. A jármű statikus vizsgálata során a vezetőter kialakítása, a kezelőszervek strukturált felmérésére került sor. Majd (teszt)üzem közben a működési metódus, a kezelés folyamatai és a jellemző környezeti hatások, tervezett és váratlan helyzetek (előzetes) azonosítása és számba vétele történt meg.

#### 3.1 Vezetőhely, kezelőszervek

A vizsgálat tárgyát a Mercedes Benz Reform 500 LE városi autóbuszok képezte (1. ábra). A kapcsolók legnagyobb része azonos méretű és kialakítású (típusú), így a felületén látható, funkciót azonosító piktogramok (egyszerűsített jelek) segítik a megkülönböztetésüket. A vész-funkciók (vészleállító, megállófék, és vészvillogó) piros gomb burkolatot kaptak – előbbi kettő felnyitható ajtót is, mely fizikai akadályt képez a véletlenszerű kapcsolás ellen.

A kormánykerék mögött elhelyezett központi műszerfal a jármű műszaki paramétereit, és menetadatokat mutatja, beleértve a sebességet, és motor fordulatszámot, üzemanyag szintet és a fedélzeti sűrítettlevegő-rendszer nyomásértékét. A műszerfal jobb oldalán található LCD képernyő a CAN-bus által vezérelt szerkezeti egységek működéséről tájékoztat a kezelése joystick segítségével történik.



1. ábra: Vezetőhely, kezelőszervek (1 – vészkapcsolók; 2 – bal felső kapcsoló csoport; 3 – világítás kapcsoló; 4 – bal alsó kapcsoló csoport; 5 – rögzítőfék szelep karja; 6 – jobb oldali kapcsolósor, sebességváltó kapcsolók, ajtónyitó és záró gombok; I – központi műszerfal; II – SILEX LCD képernyő; III – digitális tachográf))

További kezelőszervek (tetőszellőző távvezérlő kapcsolók, diszpécser rádió, vezetőteri és utastéri légkondicionáló berendezés kezelőpanelje és az utastájékoztató berendezés kezelőegysége) kerültek beépítésre a járművezető feje feletti burkolatba, jól elérhető helyre. Az ajtók és nehezen belátható utastéri területek megfigyelésére szolgáló kamera-rendszer monitor a járművezető feje felett, a bal oldali első ablakoszlopra szerelt konzolon helyezkedik el. A járművezető irányításhoz, manőverezéshez visszapillantó tükröket használ.

A vezetőter elkülönítése az utastértől részben üvegezett ajtóval megoldott, ami elektromágneses ajtózárral záródik, rögzíthető.

#### 3.2 Járművezetői tevékenység

A járművezető kognitív terhelése a vizsgált városi buszjáraton rendkívül összetett, és ennek mérése szintén összetett feladat. A szakirodalomban említett tudatos észlelés, vagy munkamemória és a járművezető figyelem elterelése fokozott a városi közlekedésben, a jármű összetett jelző, kezelő és kommunikációs egységei miatt, illetve a külső környezet (utasok, zajok) állandó, változó intenzitású megléte mellett [8]. Az interjúk során megerősítésre került, hogy a buszvezető feladatai megterhelőek, a folyamatos figyelem magas szintű koncentrációt, és türelmet igényel. A városi közlekedéssel szemben a helyközi/távolsági buszok vezetői jobban kitettek a monotonia és csökkenő stimuluszok miatt a váratlan elalvásnak, obstruktív alvási apnoének [6], figyelem csökkenésének.

Mindkét esetben a kognitív terhelés vizsgálendő, mind kérdőíves (pszichológiai) tesztekkel, mind pedig monitoring rendszer segítségével. Utóbbi esetben a szemmozgás figyelő, mélység kamera, és hagyományos kamera által készített felvételek analízise a célravezető. A kutatás kezdeti fázisában, a komplex vizsgálati eredmények miatt a szemmozgás-figyelő rendszer alkalmazása történt meg, ám hosszútávon, valós idejű rendszerek esetén a mélység és hagyományos digitális kamerák használata várható. További előkészítést igényel a valós körülmények közötti adatfelvétel – menetrend szerinti közlekedésben, utasokkal teli utazás felvétele. Utóbbi esetben válik mérhetővé több fontos pszichológiai körülmény, mint például az utasokkal történő kommunikáció, valós fel- és leszállások kihívásai és „tömeg” hatások a járműben, valamint a közlekedési rendszerben.

### 3.3 Vizsgálati paraméterek

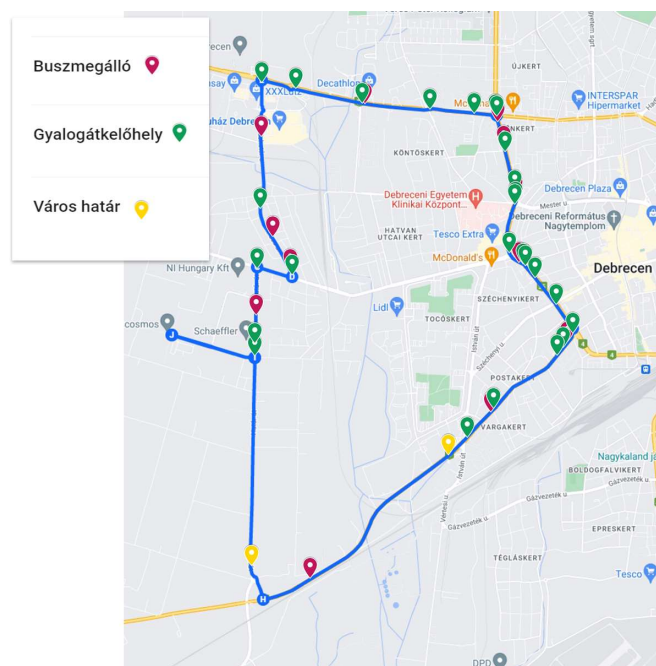
A kutatás során a Pupil-Labs gyártó Core típusú szemmozgás figyelő, kutatási célú szemüvege segítségével a járművezető tekintetének relatív pontos követése volt megvalósítható (2. ábra). A környezeti fény-árnyék változások, reflexiók közepes mértékű zajt okoztak a nyers adatok felvételében, de szoftveres, zajszűrési módszerekkel ezek kiküszöbölhetők. Két darab kompakt (GoPro) kamera szolgált a külső nézeti felvételek elkészítésére, melyek közül egy előnézeti (műszerfal, szélvédőn történő kitekintés), egy a járművezetőt szemből rögzítő nézetet adott.



2. ábra Szemmozgásfigyelő kamera által adott tekintet pozíció elemzése

Debrecen városában, a kutatási partnervállalat (ITK Holding) telephelye közelében került kijelölésre a teszt útvonal, mely elővárosi, városi és országúti szakaszokkal egyaránt rendelkezik (3. ábra). A 15 km hosszú útvonal, 12 buszmegálló öbölt, 14 lámpás kereszteződést, 28 gyalogátkelőhelyet, 3 körforgalmat is tartalmaz, 20%-a pedig lakott területen kívüli szakasz. A járművezető folyamatosan a külső tükröket figyeli, ritkán a műszerfalra tekint. Amikor a buszmegállóhoz közelít, akkor néhány másodperccel előtte az öbölre fókuszál, és fokozatosan lassít. Majd a tükröket és a belső kamerákat figyelve nyitja, majd csukja az utasajtókat. A vezető tér elválasztása természetesen elősegíti az „izolációt”, de nem

zárja ki a külső tényezőket, inkább növeli a személyi biztonságot.



3. ábra Kísérleti menetciklus útvonala Debrecen városában

## 4. EREDMÉNYEK

A közösségi közlekedés összetettsége – az előzetes várakozásainknak megfelelően – magas terhelést ró a járművezetőre. A beszélgetések és a tesztmenet során több kritikus helyzet feltására megtörtént. Azonban a részletes és pontosbb adatfelvételhez további interjúkra és – lehetőség szerint – valós üzem közbeni vizsgálatokra van szükség.

A busz közlekedés és a járművezetői feladatok, terhelés a városi és az elővárosi/távolsági közlekedésben jelentősen eltérnek. A továbbiakban az adatfelvétel, a vizsgálati fókuszpontok és a mérőrendszer tervezését a különböző igények, illetve kutatási szcenáriók alapján kell megtenni.

A következő kutatási fókuszpontok kerültek meghatározásra, a vizsgálatok alapján. A városi/elővárosi buszközlekedés során a járművezető kognitív terhelése magas:

- buszmegálló megközelítése, öbölbe manőverezés, megállás
- utasfelvétel (biztonságos ajtónyitás és -zárás, jegykezelés, kommunikáció az utassal)
- buszmegálló elhagyása, forgalomba történő visszatérés
- permanens kommunikáció az utasokkal, diszpécser központtal, telefonhasználat

Az elővárosi/távolsági buszközlekedésben figyelem csökkenés - elalvás veszélye:

- egyenletes sebességű menet, csökkenő aktivitásigény, monotonía



- alvási apnoé szindróma és más alvászavarral járó betegségek negatív hatása

A következő vizsgálati területek kerültek megfogalmazásra:

- AOI (Area Of Interest) zónák – zóna helye, idő
- Kéz foglaltság – egy-, kétkezes kormányfogás, idő
- IVIS (In Vehicle Information System) használat/figyelem (fixáció) – zónák, idő
- Környezeti hatások, figyelemelterelés – zajok, kommunikáció
- Fáradtság felismerés, álomosság-érzékelés – fiziológiai mutatók (szem, száj, fej mozgás/állapot)
- Stressz/izgalmi állapot érzékelése
- Vezetői attitűd/viselkedés minták felvétele – eltérések detektálása

### 5. KÖVETKEZTETÉSEK

Az adatfelvételt több buszvezetővel szükséges elvégezni, a megfogalmazott kritériumok alapján. A pilot tesztek utasok nélkül végezzük. További adatfelvétel lehetőségének felmérése indokolt zárt pályán, illetve valós, menetrendszerinti buszokon; a buszvezető kamerás megfigyelésével és/vagy szemmozgás figyelő rendszerrel történő felszereléssel. A kritikus, magas kognitív terhelést adó szituációk egyértelmű detektálása kiemelt fontosságú. Az elemzések automatizálása a szükséges informatikai eszközök és tanuló algoritmusok alkalmazásával történhet meg. Összehasonlító elemzés metódusának kidolgozása a viselkedés minták, reakció idők, tekintet zónák azonosítására és meghatározására. A cél a közlekedésbiztonságot növelő technológiák és az emberi tényező vizsgálatán alapuló komplex mérőrendszer kutatása és fejlesztése, mely a jogi megfelelést, és a biztonsági kockázatelemzést is tartalmazza.

A cikkben közölt kutatás eredményei a pilot teszt, és előzetes vizsgálaton alapuló következtetések alapján készültek, a további, pontosított, nagy mintán végzett kísérletek során lesz lehetőség a kvantitatív értékelésre.

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Kooperatív Doktori Program keretében, az Kulturális és Innovációs Minisztérium, valamint a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatta.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Felix, M., Intriago Alvarez, M. B., Vanegas, E., Farfán Bajaña, M. J., Sarfraz, Z., Sarfraz, A., Michel, J., & Cherrez-Ojeda, I. (2022). Risk of obstructive sleep apnea and traffic accidents among male bus drivers in Ecuador: Is there a significant relationship? In *Annals of Medicine and*

- Surgery*, 74 (December 2021). <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.103296>
- Gonzalez, A. J., Wong, J. M., Thomas, E. M., Kerrigan, A., Hastings, L., Posadas, A., Negy, K., Wu, A. S., Ontañon, S., Lee, Y. C., & Winston, F. K. (2022). Detection of driver health condition by monitoring driving behavior through machine learning from observation. In *Expert Systems with Applications*, 199(December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117167>
- Huhta, R., Hirvonen, K., & Partinen, M. (2021). Prevalence of sleep apnea and daytime sleepiness in professional truck drivers. In *Sleep Medicine*, 81, 136–143. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.02.023>
- Kovács, G., Hógye-Nagy, Á., Kurucz, Gy. (2021). Human Factor Aspects of Situation Awareness in Autonomous Cars – A Psychological Approach. In *Acta Polytechnica Hungarica*, 18 (7), 7–24.
- Nagy, V., Kovács G., (2021) Testing Human Machine Interfaces with a Low Cost Modular System. In *12 th IEEE International Conference On Cognitive Infocommunications Session A Track BENIP Built Environment Information Platform, Session Human factor in road operations 24 September 2021*.
- Nilsson, H., Mullaart, M., Strand, N., & Eriksson, A. (2021). The effects of information relevancy on driving behavior: A simulator study on professional bus drivers. In *Cognition, Technology and Work*, 23(3), 429–437. <https://doi.org/10.1007/s10111-020-00644-x>
- Pickering, C. A., Burnham, K. J., & Richardson, M. J. (2007). A review of automotive human machine interface technologies and techniques to reduce driver distraction. In *IET Conference Publications*, 532 CP, 223–228. <https://doi.org/10.1049/cp:20070468>
- Péter, T., Lakatos I.; Szauder, F. (2016), *Analysis of the Complex Environmental Impact on Urban Trajectories* ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference : Mechatronics for Electrical Vehicular Systems, New York, American Society of Mechanical Engineers (ASME) Paper: DETC2015-47077; V009T07A071 ,7 p.
- Rahman, H., Ahmed, M. U., Barua, S., & Begum, S. (2020). Non-contact-based driver's cognitive load classification using physiological and vehicular parameters. In *Biomedical Signal Processing and Control*, 55, 101634. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2019.101634>
- Schwarz, C., Gaspar, J., Miller, T., & Yousefian, R. (2019). The detection of drowsiness using a driver monitoring system. In: *Traffic Injury Prevention*, 20(sup1), S157–S161. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1622005>