

Gyalogos csoportok átkelési döntéseinek vizsgálata jármű távolság alapján - budapesti esettanulmány / Examining crossing decisions of pedestrian groups based on vehicle distance – Budapest case study

Szigeti Szilárd¹ - Földes Dávid²

¹KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.

¹szigeti.szilard@kti.hu

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

²foldes.david@kjk.bme.hu

Kivonat: A gyalogos közlekedők számára az egyik leginkább hangsúlyos és egyben legveszélyesebb közlekedési manőver a közutak keresztezése. Az átkelési döntést számos tényező befolyásolja, köztük a forgalomirányítás módja, a gyalogoshoz köthető paraméterek, valamint a jármű dinamikájához kapcsolódók. Kutatásunk során jelzőtáblával kijelölt gyalogátkelőhelyen videokamerák segítségével vizsgáltuk a gyalogosok átkelési hajlandóságát a közeledő jármű távolságának függvényében. Gyalogos csoportokat képeztünk a gyalogosok neme, illetve életkora szerint, majd ezen csoportok szerint elemeztük az átkelési döntést. A jármű távolságok becslésénél 10 méteres távolság tartományokat vettünk alapul, ezekhez társult a gyalogosnak az átkelés pillanatában meghozott döntése. Gyakran tapasztalható probléma a járművezetők részéről az elsőbbségadás elmulasztása a gyalogosok irányában, ezért a felmérésünk során az elsőbbségadás arányát is vizsgáltuk. Kimutattuk, hogy a gyalogos egyéni jellemzők, mint a nem és az életkor befolyásolják az átkelési hajlandóságot. Ugyanazon távolság tartományban érkező jármű esetén a férfiak, illetve a fiatalabb korosztály nagyobb arányban kísérelte meg az átkelést. Megállapítottuk továbbá, hogy az egyik irányban már elsőbbséget adó jármű növelte a gyalogosok kockázatvállalási hajlandóságát és kisebb járműköz esetén is átkeltek az úttesten. Az eredmények felhasználhatók közlekedésbiztonsági intézkedések meghozatalakor, illetve a jövőben akár az önvezető járművek programozásakor is.

Abstract: One of the most important and at the same time most dangerous traffic maneuvers for pedestrians is crossing public roads. The crossing decision is influenced by many factors, including traffic control and management, pedestrian parameters, and vehicle dynamics. Our field data collection covered video camera recording to examine the crossing willingness of pedestrians at unsignalized pedestrian crossing, depending on the distance of the approaching vehicle. Pedestrian categories were formed according to gender and age, and then we have analyzed the crossing decision of them. When estimating vehicle distances, 10-meter distance ranges were used as a basis, and the decision made by the pedestrian at the moment of crossing was associated with these. A frequently encountered problem is the failure of drivers to give way to pedestrians, so in our analysis we also examined the rate of giving way. We have shown that individual characteristics of pedestrians, such as gender and age, influence the willingness to cross. In the case of a vehicle arriving in the same distance range, men and the younger age group attempted to cross in a higher proportion. We also found that the vehicle already giving priority in one direction increased the willingness of pedestrians to take risks and to cross the road even in the presence of smaller spatial vehicle gaps. The results can be implemented when taking traffic safety measures, or even when programming self-driving vehicles in the future.

Kulcsszavak: *Gyalogátkelőhely; videokamerás felmérés; gyalogos viselkedés; elfogadott jármű távolság; elsőbbségadási hajlandóság*

Keywords: *Pedestrian crossing; video measurement; pedestrian behavior; accepted spatial gap; willingness to yield*

Bevezetés

A gyaloglás a legelterjedtebb közlekedési mód, ugyanis minden helyváltoztatási láncban megjelenik. Lehet önálló utazási forma is, valamint része lehet multimodális láncnak is. Az európai országokban végzett felmérések kimutatták, hogy az összes utazás 12-30%-a gyaloglás [1].

Habár a gyaloglás mindennapi tevékenységeink közé tartozik, nagymértékű biztonsági kockázatot is hordozhat, mivel a gyalogosok a leginkább védtelen úthasználók [2]. Az EU-ban csak 2018-ban 5180 gyalogos vesztette életét, amely az összes közúti haláleset 21%-át tette ki. 2010 és 2018 között az EU-ban évente átlagosan 2,6%-kal csökkent a gyalogoshalálozások száma, ugyanakkor Magyarországon évente 0,5%-kal nőtt [3]. A Közlekedéstudományi Intézet korábbi kutatásai szerint a gyalogos balesetek 40,2%-a gyalogátkelőhelyen történt [4]. A gyalogos balesetek és sérülések nemcsak a közlekedő egyének, de a nemzetgazdaság számára is problémát jelentenek. Számítások szerint ugyanis a gyalogos sérültek átlagos veszteség értéke 55,57 millió Forint [5].

Ezért kiemelt figyelmet szükséges fordítani a gyalogosátkelőhelyek környezetében kialakuló forgalmi szituációkra és gyalogos viselkedésre. A gyalogosok döntése, kockázatvállalási hajlandósága országonként, településtípusonként is eltérhet, amit alapvetően befolyásol az adott terület közlekedési morálja, az utazók általános szabálykövető magatartása.

Kutatási célunk a gyalogosok átkelési hajlandósága és a közelítő járművek távolsága közötti összefüggés feltárása Budapest egy gyalogos átkelőhelyén. Kutatásunk során jelzőlámpa nélküli gyalogátkelőhelyen vizsgáltuk a különböző egyéni jellemzőkkel bíró gyalogosok átkelési döntéseit különböző jármű távolságok esetén. Meghatároztuk továbbá a járművezetők elsőbbségi arányát. Hipotézisünk, hogy a gyalogosok alapvető egyéni jellemző, mint a neme és becsült kora befolyásolja az átkelési hajlandóságot. A vizsgálathoz videokamerás helyszíni felmérést végeztünk Budapesten egy 2x1 sávú utat keresztező kijelölt gyalogátkelőhelyen.

A cikk felépítése a következő: az 1. fejezetben összefoglaltuk korábbi kutatások főbb megállapításait. A 2. fejezetben ismertetjük a helyszíni mérés módszertanát, majd a 3. fejezetben a mérési eredményeket foglaljuk össze. A cikk utolsó fejezetében a kutatás során levont főbb következtetéseket, valamint a további kutatási irányokat foglaljuk össze.

1. Irodalomkutatás

A gyalogosok számára az elsőbbségadás elmulasztása gyalogátkelőhelyek környezetében az utóbbi időszakban egyre nagyobb aggodalomra ad okot. Csehországban a járművezetők 36%-a elmulasztotta az elsőbbségadást [6], míg Franciaországban ezt az arányt 50,1%-nak mérték [7]. Kínai [8] és katarai [9] kutatások bizonyos átkelőhelyeknél rendkívül alacsony elsőbbségadási arányt mutattak ki, rendre 3,5% és 13,84% volt az arány. Az elsőbbségadás megtagadása megnövekedett várakozási időt eredményez a gyalogosok számára, amely nagyobb kockázatvállalást és kisebb jármű távolság melletti átkelést eredményezhet [10][11].

Elsőbbségadás hiányában a gyalogosoknak meg kell várniuk az egymást követő járművek közötti megfelelő távolságot az átkeléshez. A járművezetők elsőbbségadását számos tényező befolyásolja, például a gyalogos és járműforgalom jellemzői, a gyalogos attribútumok, valamint az útpálya kialakítása. A gyalogátkelőhelyhez nagyobb sebességgel [12][13], vagy járműsorban [14] [20] érkező járművezetők kisebb eséllyel adnak elsőbbséget. A közút kialakítása terén a keresztezés szélessége [15] és a sávok száma [16], a figyelemmegosztó szituációk és a nehéz felismerhetőség [17] egyaránt negatívan befolyásolták az elsőbbségadást. Ezen kívül Hirun kimutatta, hogy az idősebb és a magasabb iskolai végzettségű járművezetők hajlamosabbak elsőbbséget adni [18]. Gyalogosok részére az elsőbbségadást befolyásoló attribútumok közül kiemelhető a gyalogosok neme, életkora [19], csoportlétszáma [20], valamint az asszertív kommunikáció megléte. A női gyalogosok általában előbb kaptak elsőbbséget, mint férfi társaik [21], miközben a gyermekek és idős gyalogosok jelenléte is javította az elsőbbségadási arányt [22]. A csoport mérete nem csak az átkelési hajlandóságot, hanem az átkelés sebességét is befolyásolja, a gyalogos csoport méretének növekedésével csökkent az átkelési sebességük [23].

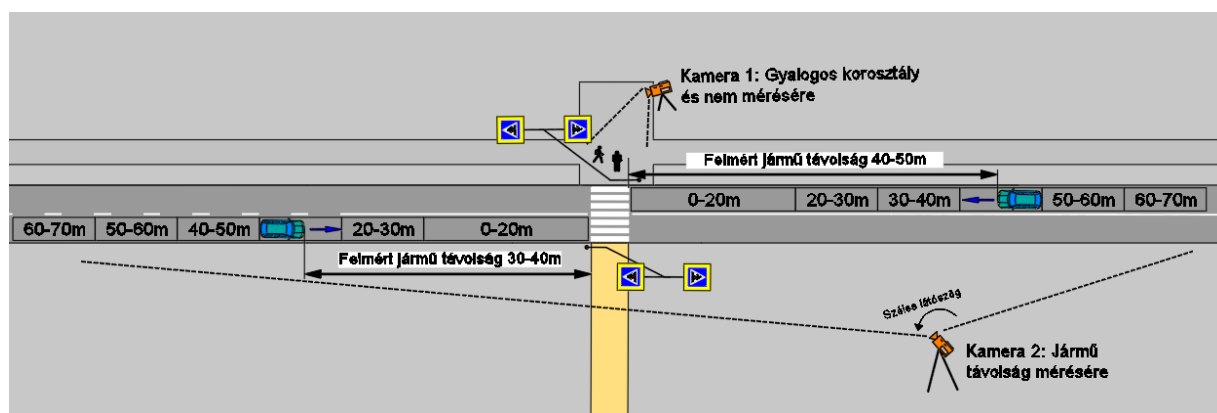
A gyalogosok átkelési döntésénél vizsgálható az egymást követő járművek közötti időköz, valamint távolság. Az Egyesült Államokban végzett kutatások azt találták, hogy a gyalogosok 85%-a által elfogadott időköz 5,3-9,4 másodperc közé tehető [24]. Malajziában az átkeléshez elfogadott jármű követési időköz 4,9 [25], míg Kínában 5,8 [26] másodperc volt. További kutatások arra a következtetésre jutottak, hogy elsősorban a járművek távolsága befolyásolta a gyalogosokat átkelési döntésükben [19]. Kimutatták továbbá, hogy a fiatalabb gyalogosok leginkább vizuális információt (távolság) használnak a járművek helyzetének becslésekor [27].

A feltárt kutatások alapján megállapítható, hogy a gyalogosok átkelési döntését befolyásoló faktorok három fő kategóriába sorolhatók: környezeti tényezők, gyalogos jellemzők (életkoruk, nemük), valamint a járművek forgalmához köthető jellemzők. Kutatásunkban a gyalogos jellemzők és a forgalmi jellemzők vizsgálatára fektetjük a hangsúlyt.

2. Mérésvizsgálat és módszertan

A helyszíni videokamerás felmérést egy 2x1 sávú keresztmetszetű út jelzőtáblával szabályozott gyalogátkelőhelyénél végeztük Budapest III. kerületében, a Szőlő utca 80 házáznál. A méréseket 2022 november 22-én és 25-én, valamint 2023 április 12-én és 13-án hajtottuk végre. A mérési idő 1,5-2 óra között mozgott, összesen 430 percet tett ki. Törekedtünk a reggeli és délutáni csúcsforgalmak mérésére, annak érdekében, hogy növeljük a gyalogos-jármű interakciók számát. Interakció alatt jelen esetben a gyalogos jármű távolság alapján meghozott átkelési döntését, vagy annak megtagadását értjük.

A videokamerás felméréshez két kamerát alkalmaztunk. Az első a gyalogátkelőhely közvetlen közelében helyeztük el; célja a gyalogosok életkorának és nemének meghatározása. A gyalogosok életkorát a pontos behatárolás hiányában három kategóriába soroltuk, eszerint lehetett fiatal, középkorú és idős gyalogos. A második, egy széles látószögű kamera a gyalogátkelőhelytől távolabb rögzítette az aktuális jármű távolságát a gyalogos átkelési döntésének pillanatában. Mivel a járművek pontos távolságának meghatározására nem állt rendelkezésünkre mérőműszer, így távolság tartományokat vezettünk be. A kamerák elhelyezését és a távolság tartományokat az 1. ábra szemlélteti.



20. ábra: Mérési helyszín és lehetséges jármű távolság tartományok illusztrációja

A gyalogátkelőhelyhez legközelebbi lehetséges jármű távolságot 0-20 méterben realizáltuk, mivel a jármű közelsége miatt nem volt értelme szűkebb távolság tartományt választani. Ezután 10 méteres intervallum felosztást alkalmaztunk, ezek valamelyikébe soroltuk az érkező jármű távolságát a gyalogátkelőhelytől számítva. Ezután meghatároztuk ezen jármű távolság tartományokra az egyes gyalogos csoportok átkelési valószínűségét.

Minden egyes gyalogos – jármű interakció során felvett adatként szerepelt tehát a gyalogos neme, életkora, valamint a közeledő jármű távolsága. Amennyiben mindkét irányból érkezett jármű, úgy a közelebbi járművet tekintettük a gyalogos számára meghatározónak. A gyalogos döntés két értéket vehetett fel, vagy az átkelést választotta a gyalogos, vagy megállt. Ezáltal minden távolság intervallumra előállt az átkelést választó, illetve azt megtagadó gyalogosok száma, amelyek arányából átkelési valószínűséget (1) számoltuk.

$$P_i = \frac{\sum GY_{\bar{A}}(N, \bar{E})}{\sum GY_M(N, \bar{E}) + \sum GY_{\bar{A}}(N, \bar{E})} \quad (2)$$

ahol:

- P_i : i -edik 10m távolság intervallumhoz tartozó gyalogos átkelési valószínűség
- GYÁ: Átkelést választó gyalogos
- GYM: Megállást választó gyalogos
- N: Gyalogos neve
- É: Életkor kategória

A gyalogosok döntési mechanizmusakor feltételeztük, hogy azon gyalogosok, akik egy bizonyos jármű távolság esetén az átkelést választották, távolabbi jármű esetén is az átkelés mellett döntenének. Ezért a kiértékelés során az adott jármű távolság intervallumhoz tartozó átkelést választó gyalogosok számához hozzáadtuk a gyalogátkelőhelyhez közelebbi távolság tartományoknál átkelést választó gyalogosszámokat is. Ezáltal egy aggregált átkelési valószínűség számítható minden jármű távolság intervallumra.

A gyalogosok jármű távolságfüggő átkelési döntései mellett vizsgáltuk a járművezetők elsőbbségadási hajlandóságát is. Külön figyelembe vettük azon eseteket is, amikor az ellenkező irányból már egy másik jármű megadta a gyalogosnak az elsőbbséget.

3. Eredmények és következtetések

A vizsgálati időszak alatt összesen 3479 jármű haladt el, ezek közül 2201 dél-észak irányban, 1278 pedig észak-dél irányban. Ugyanezen idő alatt 1236 gyalogost rögzítettünk, közülük 630-an kelet-nyugat irányban, 606-an nyugat-kelet irányban keltek át az úttesten. Az 1236 gyalogos közül 570 esetben történt gyalogos interakció, tehát olyan eset, amikor a gyalogos átkelés döntésekor jármű közeledett a gyalogátkelőhelyhez.

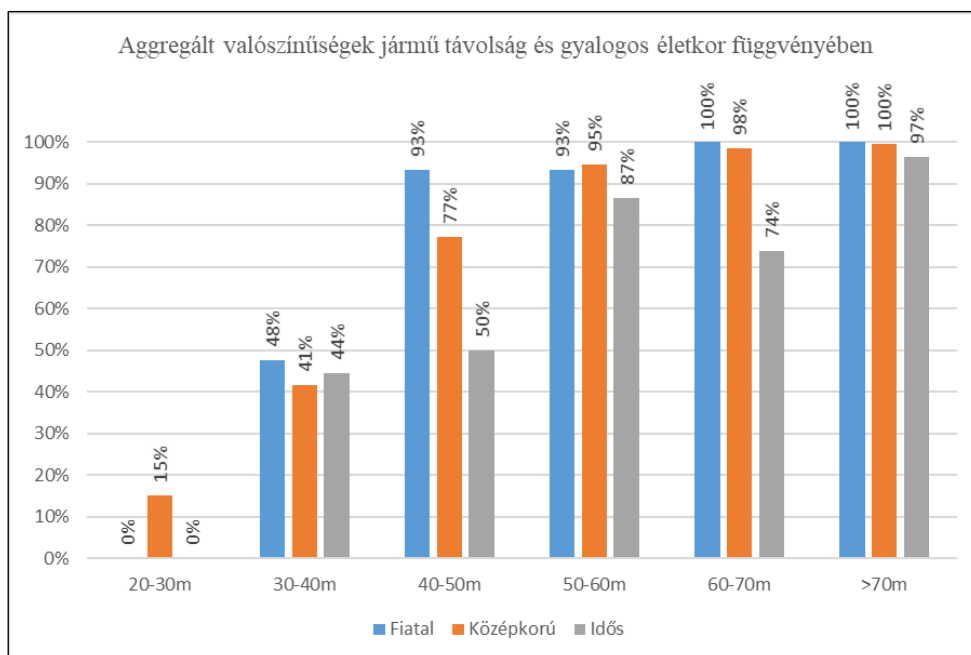
Az összes gyalogos döntés kimenetelét gyalogos életkor, nem, valamint az érkező jármű távolsága függvényében az 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: Az egyes jármű távolságokhoz tartozó gyalogos átkelési és megállási számok

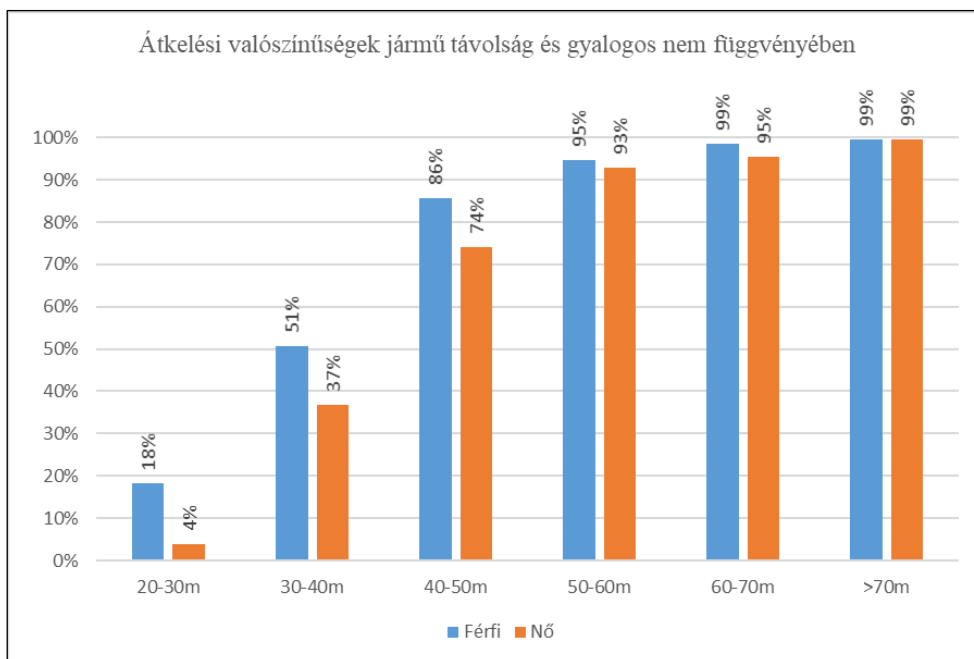
Jármű távolság	Összesen		Férfi						Nő					
			Fiatal		Középkorú		Idős		Fiatal		Középkorú		Idős	
	Átkel	Megáll	Átkel	Megáll	Átkel	Megáll	Átkel	Megáll	Átkel	Megáll	Átkel	Megáll	Átkel	Megáll
20-30m	5	43	0	3	4	12	0	3	0	7	1	16	0	2
30-40m	57	81	11	10	18	21	1	2	8	11	16	34	3	3
40-50m	64	32	14	1	17	9	1	1	9	2	22	14	1	5
50-60m	83	14	8	3	29	2	1	1	7	1	32	6	6	1
60-70m	75	9	9	0	23	0	1	2	7	0	32	3	3	4
>70m	105	2	12	0	37	1	6	0	11	0	34	0	5	1

Az 570 gyalogos döntésből 389 esetben, tehát 68%-ban a gyalogosok az átkelést választották a megállás helyett. A jármű távolság növekedésével az átkelési valószínűség is nőtt.

Az aggregált átkelési valószínűségeket gyalogos életkor és nem szerinti bontásban a 21. ábra és a 22. ábra mutatjuk be.



21. ábra: Jármű távolság és gyalogos életkor függvényében az átkelés valószínűsége



22. ábra: Jármű távolság és gyalogos nem függvényében az átkelés valószínűsége

Az eredmények tükrében megállapítható, hogy a jármű távolsága szorosan összefügg a gyalogosok átkelési döntésével, továbbá az átkelési döntést egyértelműen befolyásolja a gyalogosok alapvető egyéni jellemzője (a hipotézis teljesült). A férfiak kockázatvállalóbb magatartást tanúsítottak, mint a női gyalogosok. Különösen a 20-30 és a 30-40 méterre érkező járművek esetében mutatnak jóval magasabb átkelési arányt. A férfiak fele továbbá már a 30-40 méteres jármű távolság esetén is az átkelést választotta, a nőknél ez az arány csupán 37% volt. A távolabbi járművek vonatkozásában a férfiak 86%-a elfogadhatónak tartotta a 40-50 méteres járműtávolságot, a nőknek viszont csak 74%-a. Az 50 méterre, vagy annál messzebb lévő jármű esetén mind a férfiak, mind a nők többsége, több mint 90%-a átkelt a gyalogátkelőhelyen.

Az elfogadott jármű távolságokat azon esetekre is kiszámoltuk, amikor az egyik irányból a gyalogos már megkapta az elsőbbséget a járművezetőtől. Ebben az esetben a 40 méterre, vagy annál távolabb érkező másik jármű távolságát minden gyalogos elfogadhatónak ítélte meg és átkelt. A 30-40 méteres

tartományban lévő jármű esetén a fiatalok, középkorúak és idősek 48%, 41% és 44%-os átkelési aránya 83%, 73% és 50%-ra módosult. Ugyanezen jármű távolság intervallumra nézve a férfiak és nők korábbi 51% és 37%-os átkelési aránya az egyik irányból elsőbbséget már megadó jármű esetén 88%-ra, illetve 64%-ra módosult.

A korosztályok tekintetében megállapítottuk, hogy a fiatalabb gyalogosok hajlamosak kisebb jármű távolság esetén is átkelni, 93%-uk már a 40-50 méteres jármű távolságot is elegendőnek ítélte meg a biztonságos átkeléshez. A középkorúak nagyrésze az 50-60 méteres jármű távolságot tartotta elegendőnek az átkelés megkezdéséhez. Megállapítható továbbá, hogy a 60-70 méteres jármű köz már elegendő volt az összes fiatal, valamint a középkorúak 98%-a számára. Megfigyeltük, hogy az idős gyalogosok negyede (26%), 60-70 méterre érkező jármű esetén is inkább megállt. A 70 méternél távolabbi járművek esetén viszont már az idősek 97%-a is átkelt.

A jármű elsőbbségadás tekintetében 411 esetben kényszerültek döntést hozni a járművezetők. Ezek közül 284 esetben, tehát az összes eset 69,1%-ban adták meg az elsőbbséget a gyalogosok számára. Abban az esetben, ha az ellenkező irányból már megadta egy jármű az elsőbbséget a gyalogosnak, az elsőbbségadás aránya 73,9%-ra módosult. Amennyiben nem volt az ellenkező irányban jármű, vagy nem állt meg a gyalogosnak, az elsőbbségadási ráta 68,5% volt.

A járművezetők elsőbbségadás vizsgálatának eredményei összhangban állnak a nemzetközi irodalmakkal. A hazánkkal fejlettségben és közlekedési tekintetben hasonlóságot mutató Csehország 64%-os elsőbbségadási aránya a mérésünk során kimutatott 69,1%-os rátával összhangot mutat. A kapott eredmény tükrében fokozott figyelmet szükséges fordítani a gyalogátkelőhelyek környezetében tanúsított közlekedési szabálykövetés és kultúra javítására. Ugyancsak ajánlható közlekedési magatartás a járművezetők számára a gyalogátkelőhelyek környezetében a nagyobb követési távolság tartása. Ezáltal a gyalogosok ideális esetben anélkül kelhetnek át az úttesten, hogy a járművezetőnek meg kellene állnia.

Konklúzió

A kutatás során egy 2x1 sávós út kijelöltgyalogátkelőhelyen vizsgáltuk az átkelési hajlandóságot a gyalogosok neme, korcsoportja és a járművek távolsága alapján. Jelentős a különbség az egyes gyalogos csoportok között az átkeléshez elfogadott jármű távolságok tekintetében. Az elemzésünk alapján tehető legfontosabb megállapítások a következők:

- A férfi, illetve a fiatalabb gyalogosok kisebb jármű távolság esetén is megkezdik az átkelést. 40-50 méterre lévő jármű esetén a fiatalok 93%-a, a férfiaknak pedig 86%-a átkelt.
- Az 50-60 méteres jármű távolság a fiatal és középkorú gyalogosok döntő többségének elegendő volt az átkeléshez. Idős gyalogosok ugyanakkor csak 70 méteres jármű távolság esetén keltek át.
- A járművezetők 69,1%-a adott mindössze elsőbbséget a gyalogosoknak a gyalogátkelőhelynél. A kapott eredmény összhangban van a korábbi cseh kutatásokkal.

Bár eredményeink Magyarországra és azon belül Budapestre érvényesek, a közlekedéstervezői szakma számára hasznos információkkal szolgálhat közlekedésbiztonsági feladatok előkészítése számára.

További vizsgálat alapját képezheti a járművek és gyalogosok érkezési irány szerinti megkülönböztetése, elemzése. Feltételezhető ugyanis, hogy a gyalogosok az indulási oldalon balról közeledő járművek esetén óvatosabbak, mint a túloldalon, jobbról érkező járművek esetén. Az irányok szerinti megkülönböztetés hatással lehet továbbá a járművezetők elsőbbségadási hajlandóságára is, vélhetően a járművezető szemszögéből távolabbi gyalogosnak kevésbé fognak megállni, mint a közelebb várakozónak.

Ugyancsak megfontolandó a mérési minta bővítése, mind a darabszám, mind a helyszínek esetében. A különböző geometriájú és forgalomtechnikai szabályozású gyalogos átkelőhelyek összevetése a gyalogos és járművezetői viselkedés szempontjából érdekes további kutatási irányt jelenthet.

A járművek közötti különböző követési távolságok beállítása a gyalogosok által az átkeléshez elfogadott jármű távolságokra további kutatási tématerület alapját képezheti. Forgalomszimulációs vizsgálattal feltárható, hogy rendszer szinten milyen előnyöket hordozhat magában a járművek közötti nagyobb követési távolság alkalmazása gyalogátkelőhelyek környezetében. A kutatási eredményeket a jövőben önvezető járművek forgalomlefolyásra gyakorolt hatásainak vizsgálatához használjuk fel.

Irodalomjegyzék

- [1] OECD 1998, Safety of Vulnerable Road Users. Organization for Economic Co-operation Development. <https://doi.org/10.1787/9789264181571-en>
- [2] World Health Organization, 2018
Global Status Report on Road Safety 2018: Summary (No. WHO/NMH/NVI/18.20)
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
- [3] D. Adminaité-Fodor, G. Jost
How Safe Is Walking and Cycling in Europe? PIN Flash Report 38
European Transport Safety Council (ETSC), Brussels, Belgium (2020)
URL:
<https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/281472/1/How%20safe%20is%20walking%20and%20cycling.pdf>
- [4] Schwáb Z., 2021
A személy sérüléssel járó gyalogos balesetek vizsgálata a Közlekedéstudományi Intézetnél
KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE, 47 (1) (2021), pp. 41-47.
<https://doi.org/10.24228/KTSZ.2021.1.3>
- [5] Krizsik et al., 2023 N. Krizsik, T. Sipos, J. Berényi
Gyalogos sérültek nemzetgazdasági veszteségértéke
Közlekedéstudományi Egyesület (2023), pp. 539-545, ISBN: 9786156443175
- [6] Šucha et al., 2017 M. Šucha, D. Dostal, R. Risser
Pedestrian-driver communication and decision strategies at marked crossings
Accident Analysis & Prevention, 102 (2017), pp. 468-478,
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.018>
- [7] Guéguen et al., 2015 N. Guéguen, C. Eyssartier, S. Meineri
A pedestrian's smile and drivers' behavior: When a smile increases careful driving
Journal of Safety Research, 56 (2015), pp. 83-88, <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.12.005>
- [8] Zhuang and Wu, 2014 X.L. Zhuang, C.X. Wu
Pedestrian gestures increase driver yielding at uncontrolled mid-block road crossings
Accid. Anal. Prev., 70 (2014), pp. 235-244, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.12.015>
- [9] Almukdad et al., 2022 Almukdad, A., Muley, D., Alfahel, R., Alkadour, F., Ismail, R., & Alhajyaseen, W. K.
Assessment of different pedestrian communication strategies for improving driver behaviour at marked crosswalks on free channelized right turns.
Journal of Safety Research., <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.10.023>
- [10] Kadali et al., 2014 B. R. Kadali, N. Rathi, V. Perumal
Evaluation of pedestrian mid-block road crossing behaviour using artificial neural network
Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 1 (2) (2014), pp. 111-119,
<https://doi.org/10.1061/9780784413623.184>
- [11] Tian et al., 2022 K. Tian, G. Markkula, C. Wei, E. Sadraei, T. Hirose, N. Merat, R. Romano
Impacts of visual and cognitive distractions and time pressure on pedestrian crossing behavior: A simulator study
Accident Analysis & Prevention, 174:106770, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106770>
- [12] Bertulis and Dulaski, 2014 T. Bertulis, D.M. Dulaski
Driver approach speed and its impact on driver yielding to pedestrian behavior at unsignalized crosswalks
Transp. Res. Rec., 2464 (1) (2014), pp. 46-51, <https://doi.org/10.3141/2464-06>
- [13] Wang et al., 2016 T. Wang, X. Jiang, W. Wang, Q. Cheng
Analysis of vehicle speed change at non-signalized crosswalks based on driving behavior
Proedica Engineering, 2016 (137) (2016), pp. 547-553,
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.291>
- [14] Hatfield et al., 2007 J. Hatfield, R. Fernandes, R.S. Job, K. Smith
Misunderstanding of right-of-way rules at various pedestrian crossing types: observational study and survey
Accid. Anal. Prev., 39 (2007), pp. 833-842, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.005>
- [15] Schneider et al., 2018 R.J. Schneider, A. Sanatizadeh, M.R.R. Shaon, Z. He, X. Qin

- Exploratory Analysis of Driver Yielding at Low-Speed, Uncontrolled Crosswalks in Milwaukee, Wisconsin
 Transportation Research Record, 2672 (35) (2018), pp. 21-32,
<https://doi.org/10.1177/0361198118782251>
- [16] Chaudhari et al., 2021 A. Chaudhari, N. Gore, S. Arkatkar, G. Joshi, S. Pulugurtha
 Exploring pedestrian surrogate safety measures by road geometry at midblock crosswalks: A perspective under mixed traffic conditions
 IATSS Research 45 (1) (2021), pp. 87-101, <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.06.001>
- [17] Pauer et al., 2021 G. Pauer, N. Krizsik, T. Berta, Zs. Hamza
 A kijelölt gyalogos-átkelőhelyek biztonsági szintjét befolyásoló kockázati tényezők értékelése
 KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE, 71 (3). pp. 53-60.
<https://doi.org/10.24228/KTSZ.2021.3.5>
- [18] Hirun W., 2016
 Factors affecting driver yielding behavior at a mid-block zebra crossing
 International Journal of Engineering and Technology, 8 (2) (2016), pp. 906-912
https://www.researchgate.net/publication/304887721_Factors_Affecting_Driver_Yielding_Behavior_at_a_Mid-Block_Zebra_Crossing
- [19] Oxley et al., 2005 J.A. Oxley, E. Ihsen, B.N. Fildes, J.L. Charlton, R.H. Day
 Crossing roads safely: An experimental study of age differences in gap selection by pedestrians
 Accident Analysis and Prevention, 37 (5) (2005), pp. 962-971,
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.04.017>
- [20] Teczan H.O., Elmorssy M., Aksoy G.
 Pedestrian crossing behavior at midblock crosswalks
 J. Safety Res., 71 (2019), pp. 49-57, <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2019.09.014>
- [21] Zafri et al., 2022 N.M. Zafri, T. Tabassum, M.R.H. Himal, R. Sultana, A.K. Debnath
 Effect of pedestrian characteristics and their road crossing behaviors on driver yielding behavior at controlled intersections
 Journal of Safety Research, 81 (2022), pp. 1-8, [10.1016/j.jsr.2022.01.001](https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.01.001)
- [22] Al-Kaisy et al., 2017 A. Al-Kaisy, G.T. Miyake, J. Staszczuk, D. Scharf
 Motorists' voluntary yielding of right of way at uncontrolled midblock crosswalks with rectangular rapid flashing beacons
 Journal of Transportation Safety & Security, 10 (4) (2018), pp. 303-317,
[10.1080/19439962.2016.1267827](https://doi.org/10.1080/19439962.2016.1267827)
- [23] Zhang et al., 2020 B. Zhang, W. Chen, X. Ma, P. Qiu, F. Liu
 Experimental study on pedestrian behavior in a mixed crowd of individuals and groups
 Physica A, 556 (2020), Article 124814, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.124814>
- [24] Brewer et al., 2006 M. Brewer, K. Fitzpatrick, J. Whitacre, D. Lord
 Exploration of pedestrian gap-acceptance behavior at selected locations
 Transportation Research Record, 1982 (1) (2006), pp. 132-140,
<https://doi.org/10.1177/0361198106198200117>
- [25] Nor et al., 2017 S.N.M. Nor, B.D. Daniel, R. Hamidun, W.A. Al Bargi, M.M. Rohani, J. Prasetijo, et al.
 Analysis of pedestrian gap acceptance and crossing decision in Kuala Lumpur
 Matec Web Conf., 103 (2017), p. 08014, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710308014>
- [26] Zhao and Wu, 2003 J. Zhao, J. Wu
 Analysis of pedestrian behavior with mixed traffic flow at intersection
 Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, vol. 1, IEEE (2003), pp. 323-327, <https://doi.org/10.1109/ITSC.2003.1251971>
- [27] De Lucia et al., 2003 P. De Lucia, M. Bleckley, L. Meyer, J. Bush
 Judgments about collisions in younger and older drivers
 Transport. Res. Part F, 6 (2003), pp. 63-80, [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(02\)00047-5](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(02)00047-5)