

KÖZLEKEDÉS ÉS MOBILITÁS

KÖZLEKEDÉS- ÉS JÁRMŰTUDOMÁNYI FOLYÓIRAT



KTI
Alapítva - Since 1938

Magyar Közlekedéstudományi
és Logisztikai Intézet

Közlekedés és Mobilitás

ALAPÍTVÁ: 2022

A KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet
szakmai és tudományos folyóirata

Megjelenik félévente

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

dr. Balogh Edina
dr. Berényi János
dr. Gáspár László (a szerkesztőbizottság elnöke)
dr. Maros Dóra
dr. Munkácsy András
dr. Sipos Tibor
dr. Török Ádám

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓ:

KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet
1119 Budapest, Than Károly utca 3–5.

TELEFON: +36 1 371 5912

ELEKTRONIKUS LEVÉLCÍM: folyoirat@kti.hu

HONLAP: folyoirat.kti.hu

KIADÁSÉRT FELELŐS SZEMÉLY:

Mayer András (ügyvezető)

SZERKESZTÉSÉRT FELELŐS SZEMÉLY:

dr. Munkácsy András

ISSN 2939-7057

A kéziratok beküldésével, a szerkesztési alapelvekkel,
a folyóirat megrendelésével kapcsolatos minden információ a honlapon érhető el.

Kedves Olvasók!

A KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft. Közlekedés és Mobilitás szakmai-tudományos folyóiratának már a negyedik száma jelenik meg, igazolva az Intézet közlekedéstudományt támogató törekvésének a sikerét. A szakterületnek egyértelműen szüksége van újabb fórumra, ahol az „írástudó és írni is hajlandó” elméleti és gyakorlati szakemberek eredményeiket közkinccsá tehetik. A némileg hasonló szakmai profilú, magyar nyelven publikáló folyóiratok mellett, a Közlekedés és Mobilitás nem küzd cikkhiánnyal, mind a tudományos szintű, mind pedig a műhelytanulmány jellegű dolgozatok elegendő számban érkeznek a hozzáértő szakmai lektorokhoz. Bár számos értékes publikáció a KTI-n kívüli intézmények szakembereinek tollából származik, a fő irány az Intézetben tevékenykedő PhD-hallgatók és már doktorált közlekedési kutatók számára nyújt szakmai megjelenési lehetőséget.

A folyóirat jelenlegi száma is a közlekedés meglehetősen széles spektrumát öleli fel.

Az egyik cikk az iskolai mobilitás jellemzőit kutatja, a szerzők tudományos jelentőségű eredményeiket az egyik hazai kisváros példáján keresztül teszik szemléletessé.

Három KTI-kutató multidiszciplináris jellegű cikkében azt veszi górcső alá, hogy a különböző figyelemelterelő tényezők a gyalogosok biztonságos átkelésére milyen mértékű hatást gyakorolnak.

Egy másik cikk a vármegyei közlekedésbiztonsági akciótervek kidolgozásának folyamatára, illetve azok legfontosabb jellemzőire összpontosít.

A KTI egyik kutatója publikációjában a személyszállítási utastájékoztatási rendszerek és a kritikus infrastruktúra védelem kapcsolatát taglalja.

A KTI egyik PhD-hallgatója által készített tanulmány olyan Számszerűsített Térbeli Modell Rendszer kifejlesztését választotta témájaként, amely a különböző közlekedési célú beruházások hatásainak optimalizálására szolgál.

Szintén a KTI-ben végzett kutatási munka eredményeit összegezi az a tudományos közlemény, amely a harántirányú közösségi közlekedést igénybe vevő utasok számának meghatározási módszeréről tudósít.

A két, sok szakmai érdekességet tartalmazó műhelytanulmány egyrészt az ország vármegyeszékhelyeinek közúti elérhetőségével és annak területi összefüggésével foglalkozik, másrészt pedig a repülőterek fenntarthatóságát vizsgálja.

Bízva a folyóirat jövőbeni, további színvonalemelkedésében, jó szívvel ajánljuk a negyedik számot az érdeklődő olvasóknak.



GÁSPÁR LÁSZLÓ DSc

kutatóprofesszor

a Szerkesztőbizottság elnöke

a KTI Tudományos Tanácsának elnöke

Budapest, 2024. november 29.

Tartalomjegyzék

Az iskolai mobilitás sajátos jelenségeinek kutatása Dunabogdány példáján keresztül

ALBERT GÁBOR, DR. LÉVAI ZSOLT

5. oldal

A figyelemelterelő tényezők hatása a gyalogosok biztonságos átkelésére

KRIZSIK NÓRA, DR. SIPOS TIBOR, DR. BERÉNYI JÁNOS

22. oldal

A hazai közúti baleseti helyzet vármegyei szintű elemzése

ÖTVÖS VIKTÓRIA, DR. PAUER GÁBOR

30. oldal

Az utastájékoztatási rendszerek és a létfontosságú közlekedési infrastruktúra védelem kapcsolatának vizsgálata

DR. LÉVAI ZSOLT

44. oldal

Számszerűsített Térbeli Modell Rendszer fejlesztése a különböző közlekedési beruházások hatásainak optimalizálása érdekében

FÜTYÜ ISTVÁN

55. oldal

Harántirányú közösségi közlekedési útvonalak utasszámának meghatározása

DR. SZABÓ ZSOMBOR

61. oldal

Magyarország vármegyeszékhelyeinek közúti elérhetősége és területi potenciál vizsgálata

DR. KOVÁCS ÁRON

72. oldal

A regionális repülőterek társadalmi, gazdasági és környezeti fenntarthatóságának aktuális kérdései

DR. NOVOSZÁTH PÉTER

80. oldal

Tudományos közlemény

Az iskolai mobilitás sajátos jelenségeinek kutatása Dunabogdány példáján keresztül

Beküldve: 2024.01.03.
Elfogadva: 2024.04.08.
Online közzététele: 2024.11.29.

- ALBERT GÁBOR** vezető kutató, tudományos főmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, Hálózattervezési Osztály, albert.gabor@kti.hu
- DR. LÉVAI ZSOLT** szenior kutató, tudományos munkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, Hálózattervezési Osztály, levai.zsolt@kti.hu

Kivonat: A közlekedésbiztonság színvonala az iskoláskorú gyermekek esetében mindig kiemelt kérdés, mert az egyik legvédtelenebb közlekedői csoportról van szó. Az iskolai mobilitással kapcsolatos problémák elősorban a nagyobb településeken merülnek fel, azonban az egyre erősödő gépjárműforgalom miatt a kisebb településeken is megjelentek. A Dunakanyarban fekvő kistelepülés, Dunabogdány mobilitási koncepciójának készítése során lehetőségünk nyílt az iskolai közlekedési szokások felmérésére. A kapott eredmények azonban nem minden esetben a bevett gyakorlatot tükrözték, ezért szükségesnek láttuk további kutatásokat folytatni a problémák feltárására. Cikkünk ezen további kutatásaink eredményét mutatja be, amelyeket összevetünk más kutatások eredményeivel és ezek alapján általános jellegű – elsősorban a gyermekek számára az aktív közlekedés biztonságát elősegítő – javaslatokat fogalmazunk meg.

Kulcsszavak: iskolai mobilitás; közlekedésbiztonság; közlekedéstervezés; közlekedési szokásfelmérés

Research on Special Phenomena of School Mobility, Through the Example of Dunabogdány

Abstract: The level of traffic safety is always a crucial issue for school-age children, as they represent one of the most vulnerable groups of road users. Problems related to school mobility primarily arise in larger urban areas, but due to the increasing motor vehicle traffic, they have also emerged in smaller communities. During the development of the mobility concept for Dunabogdány, a small settlement in the Danube Bend, we had the opportunity to assess school-related traffic behaviour. However, the results obtained did not always reflect established practices, prompting us to conduct further research to identify the underlying issues. This article presents the results of our additional research, which we compare with findings from other studies. Based on these comparisons, we formulate general suggestions, primarily aimed at enhancing the safety of active transportation for children.

Keywords: school mobility; transport safety; transport planning; transport behaviour survey

Bevezetés

A mindennapi életben a mobilitási szokásokat jelentős mértékben meghatározza az iskolai forgalom. Akár tanulóként, akár szülőként veszünk részt a közlekedésben, alapvető érdekünk, hogy mind az odaút, mind pedig a hazaút biztonságosan bonyolódjon le. A nagyobb településeken a nagyobb távolságok miatt ez hatványozottan igaz, de a kistelepüléseken sincs ez másként.

Egy projektmunka keretében lehetőségünk nyílt egy kistelepülés iskolai mobilitási szokásait felmérni, és ez alapot teremtett arra, hogy tudományos szempontból is vizsgáljuk az ilyen települések közlekedési helyzetét. Általában elmondható, hogy az utóbbi évtizedben egyre több településen tapasztalhatóak közlekedési nehézségek az iskolák közvetlen környezetében is. Ez legtöbbször torlódást jelent a gépjárműforgalomban, minthogy egyre több gyermeket visznek autóval iskolába. Ez, amellet, hogy idővesztést okoz, és nem csak az iskolába érkezőknek, növeli a környezet károsanyag-terhelését és rontja a közlekedés biztonságát. Ez utóbbi miatt a jelenség akár önmagát is erősítheti, minthogy így még kevésbé engedik a tanulókat önállóan az iskolába. Kérdésként merül fel, hogy egy magyarországi kistelepülésen is hasonló tendenciákat fedezünk-e fel, vagy itt még hagyományosan

a kerékpár és a gyaloglás a közlekedés fő eszközei. A kérdés vizsgálatát azért tartjuk fontosnak, mert szükséges látni, hogy a személygépjármű-közlekedés fölénye már a kistelepüléseket is elérte-e, és amennyiben igen, vannak-e olyan lehetőségek, amelyek ezt a tendenciát vissza tudják szorítani, ezáltal ismét az aktív közlekedési módok válnak a gyermekek iskolai közlekedésének fő eszközeivé.

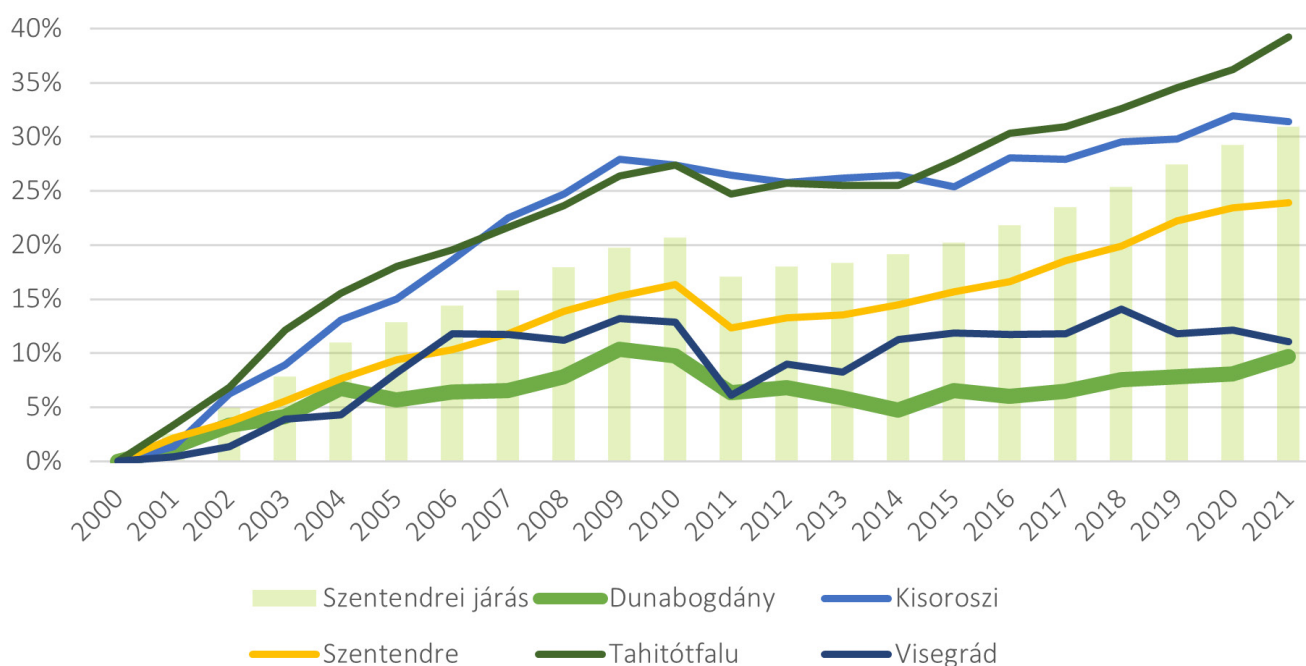
Cikkünkben ezért az indukció módszerét alkalmazva a konkrét kistelepülési felmérésből, illetve további szakirodalmi eredményekből vonunk le következtetéseket és ezekből általános megállapításokat teszünk a kistelepülések iskolai mobilitási szokásaira, valamint ezek alapján fogalmazzuk meg általános jellegű javaslatainkat az aktív mobilitás erősítésére. Javaslataink középpontjában a gyermekek közlekedési biztonsága áll.

A kutatás megalapozása

A kutatás alapjait a projektmunka helyzetelemzése és a szakirodalom feldolgozása alapján megfogalmazott kutatási hipotéziseink adják.

Helyzetelemzés

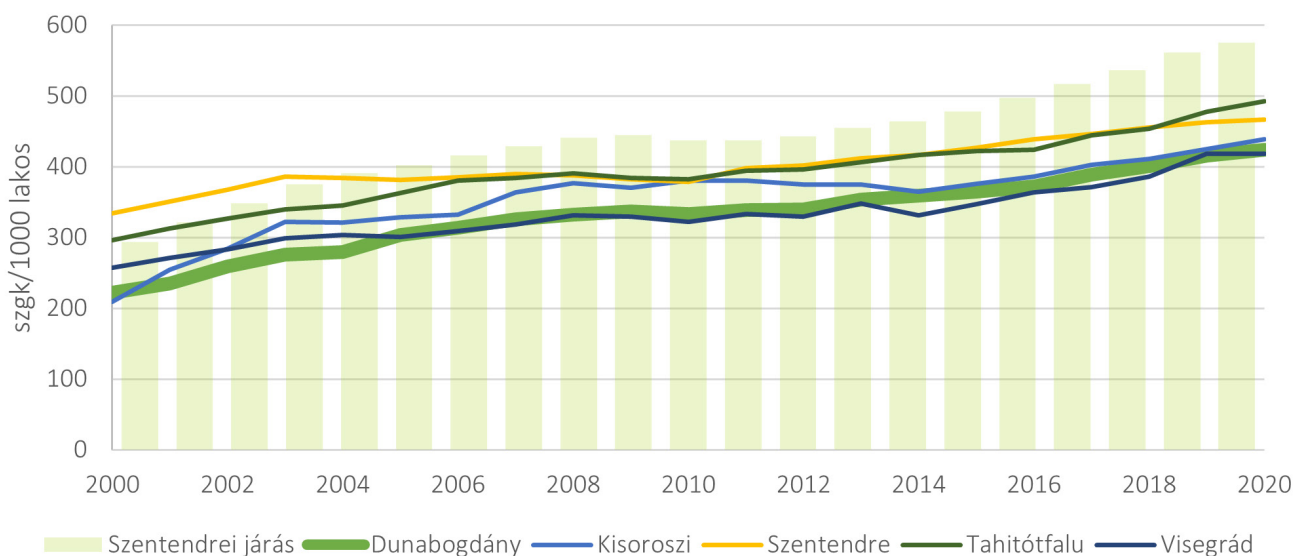
Dunabogdány a Dunakanyar budai oldalán Szentendre és Visegrád között fekvő település. Fő közlekedési útja a 11 sz. főút, amely a Dunakanyar szentendrei oldalának és a Szentendrei-sziget forgalmát bonyolítja le a fővárossal. A Dunakanyar szentendrei oldalán kötőpályás közlekedés csak Szentendrétől van, onnan már csak közúton érhető el a térség települései. Ez nagymértékben meghatározza Dunabogdány gépjárműforgalmát. A Dunakanyar a Budapestről kiköltözők egyik kedvelt célpontja volt az elmúlt időszakban. Az 1. ábráról leolvasható, hogy amíg a szentendrei járás népessége 2000 és 2021 között 31,4%-kal nőtt, addig Dunabogdányé ugyanebben az időszakban csak 9,7%-kal.



1. ábra A vizsgált települések és területek népességváltozása a bázisévhez viszonyítva

Forrás: a Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján saját szerkesztés

A lakosságszámnál jóval nagyobb arányban nőtt azonban a gépjárművek száma. A 2. ábra megmutatja, hogy a személygépkocsik száma az említett 12 év alatt a duplájára nőtt, mind a szentendrei járásban, mind pedig Dunabogdányban.



2. ábra A motorizációs fok alakulása a Szentendrei járásban

Forrás: a Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján saját szerkesztés

E két tényező növekedési üteme arra készítette Dunabogdány önkormányzatát, hogy megpróbálja kordában tartani a megnövekedett gépjárműforgalmat és válaszokat találjon a megnövekedett forgalom keltette kihívásokra. Ennek érdekében a képviselőtestület felhatalmazásával a polgármester megkereste a KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.-t (a továbbiakban KTI), hogy készítse el a település közlekedési koncepcióját és tudományos alapokon adjon lehetséges megoldásokat a közlekedési kihívások kezelésére. A végső megállapodás értelmében a KTI nem csak közlekedési koncepciót készített, hanem mobilitási koncepciót. Egy mobilitásfejlesztési koncepció célja, hogy a jövőben megvalósuló konkrét beavatkozások egy követhető gondolatsor mentén illeszkedjenek a település jövőképebe. Emiatt egy koncepciónak messzebbre kell indulnia, és minden területet figyelembe kell vennie, amely a mobilitást befolyásolja.

A munkát két ütemben végeztük el, helyszíni felmérésekkel, mérésekkel, interjúkkal, illetve kikérdezésekkel. Az első ütem a problémák megállapítására koncentrált, a második ütemben a helyzetértékelés és a koncepció kidolgozása valósult meg. A továbbiakban a II. ütemben felmért iskolai mobilitással foglalkozunk.

A település általános iskolája és óvodája központi szerepet tölt be mobilitási szempontból – ezt már csak a településen belüli központi elhelyezkedésük is indokolja. Az iskola négy irányból közelíthető meg, ebből három irány autóval is járható, a negyedik irány csak autó nélküli megközelítést tesz lehetővé. Az óvoda autóval és gyalog is megközelíthető.

Az iskola autós megközelítése az Iskola utca és a Kiscuki köz felől a kialakított körforgalmi rendszerű K+R lehetőségekkel kiválóan megoldott. Az iskola hivatalos főbejáratánál az autók nem tudnak közvetlenül a kapu közelében megállni, csak a templom parkolójában. A negyedik megközelítési lehetőség a polgármesteri hivatal udvarán keresztül elsősorban a gyalog vagy közforgalmú közlekedéssel érkezők számára nyújt biztonságos elérést. Ez az útvonal a Kossuth Lajos út és az iskola között gyalogútként funkcionál az autóforgalom kizárásával.

Kutatási kérdések, hipotézisek

Az iskolák környezetében fellépő közlekedési nehézség nem csak hazai jelenség. A világ számos országában foglalkoznak a kérdéssel, hogyan mérsékelhető a személygépkocsi iskolába járó forgalom, illetve hogyan terelhető ez az aktív és a közforgalmú közlekedési módok felé. Ezért kutatási kérdéseink kialakítása előtt szakirodalmi elemzést végzünk, hogy eredményeik alapján leszűrhető legyen az a terület, amelyet a saját primer felmérésünkben elemezni érdemes annak érdekében, hogy a gyermekek iskolába járásának biztonságát tovább tudjuk növelni.

Általánosan elfogadott nézet, hogy a kisgyermekek teljes mértékben szüleiktől függenek, beleértve közlekedésük minden elemét, célját, időpontját, módját. Kutatások támasztják alá azt az általánosan megfigyelhető jelenséget, hogy az utóbbi évtizedekben kitolódott az a kor, amiktől kezdve a gyermekek önállóan közlekednek (Pooley et al., 2005), elsősorban gyalog és kerékpárral. Ennek legfőbb oka a megnövekedett gépjárműforgalom miatt leromlott közlekedési biztonságérzet (Karsten et al., 2001), de fontos szerepet játszik a társadalmi bizalom

megváltozása (Johansson, 2005; Carver et al., 2013) és a személygépkocsi-ellátottság növekedése is. Sajátos jelenség, hogy ez utóbbi kettős szerepet játszik: amellet, hogy több lehetőséget ad arra, hogy a szülők autóval szállítsák gyermekeiket, a forgalomnagyság növelésével hozzájárulnak a közlekedési biztonságérzet csökkenéséhez. Mindezekre tekintettel az iskolába utazási szokások vizsgálatával foglalkozó kutatások többségükben a 8–10 éves korosztályra, valamint a középiskolásokra összpontosítanak. Eltérő kompetenciákra figyelemmel a szülők kikérdezése általában elkülönül a gyermekekétől.

Evenson et al. (2006) elemzésükben azt vizsgálták, hogy lányok esetében milyen összefüggés mutatható ki az aktív módú (gyalogos vagy kerékpáros) iskolába járás és a környezet, illetve egyéb fizikai tevékenységük között. A kutatás során 480 6. és 8. osztályos amerikai lány töltött ki kérdőívet, válaszolva egyrészt az iskolába járás útvonalának környezetére (biztonság, forgalom, esztétikus megjelenés stb.), valamint az otthoni sportolási lehetőségekre, másrészt önálló közlekedési lehetőségeikre (mennyire engedik őket önállóan kerékpározni, buszozni), harmadrészt testedzési szokásaikra, végül gyaloglási és kerékpározási gyakoriságukra vonatkozó kérdésekre. A közlekedési szokásokat mindössze néhány megállapítás érinti: a nagyobb biztonságérzetet nyújtó és esztétikus környezetben magasabb a gyalog és kerékpárral iskolába járók aránya.

Ausztráliában 6–7 és 10–12 éves gyerekeknél egyaránt – a várakozásoknak megfelelően – fordított arányosságot mutattak ki az aktív iskolába járás és az elválasztó hatású forgalomnagyságú út keresztezési kényszere között, akárcsak a fiatalabb korcsoportnál az útvonal meredekségével. Mindkét korcsoport nagy valószínűséggel választotta az aktív iskolába járási módokat, ha az iskola nem volt távolabb 800 méternél (Timperio et al., 2006). Három évvel később a kutatócsoport arra jutott, hogy a szülők hozzáállása döntő jelentőségű: ahol elégedettek voltak a közlekedésbiztonsággal, például a főúti gyalogátkelőkkel, ott a családban növekedett az aktív módú iskolába járás aránya (Hume et al., 2009).

Wangzom et al. (2023) a 2000 és 2020 közötti releváns kutatási eredményeket áttekintve rámutattak, hogy a számos kampány és kutatás ellenére csökken a gyalog vagy kerékpárral iskolába járó gyerekek száma. A vizsgálat megerősítette, hogy a tanulók akkor választanak nagyobb arányban aktív iskolába járási módot, ha szüleik megfelelőnek tartják az iskolába vezető útvonal hosszát, közlekedésbiztonságát, továbbá a környék közbiztonságát. Ennek alapvető követelménye az akadálymentes járda, amelynek – ahogy egy korszerű modellezési eljárást alkalmazó kutatás bizonyítja (Landis et al., 2001) – a kedvező hatását erősíti annak szélesebb fizikai elkülönítése a gépjármű forgalomtól, kiszélesítése, fasorral, korláttal való elválasztása. Ez egyúttal a járműforgalom sebességét is csökkenti, tovább javítva a biztonságérzetet. Mindemellett látható, hogy az épített környezet csak lassan (ha egyáltalán) változtatható jellemzői is döntő jelentőségűek az iskolába járási módválasztásban.

Carver et al. (2013) ausztráliai kutatásának középpontjában a gyermeküket iskolába (de sokszor máshova is) autóval szállító szülők közlekedési módválasztásának motivációja állt. 430 általános iskolás és 258 középiskolás diák szülei (88%-ban nők) töltötték ki a kérdőívet. A családok 79%-ában legalább az egyik szülő nem teljes állásban dolgozott, 72%-ában két vagy több autó állt rendelkezésre. A gyermekek 34%-át vitték autóval iskolába, az általános iskolások körében ez 46%, a középiskolásoknál 14%. A szülők legfontosabb indokként egy közlekedési baleset miatti aggodalmukat jelölték meg (45%), de nagy szerepet játszik a társadalmi bizalom, illetve ennek több összetevője (felnőttek segítő készsége, agresszív gyerekcsoportok stb.). Nagyobb arányban viszik autóval a lányokat, akiknek általánosan is alacsonyabb volt az önálló mobilitásuk, és nagyobb az autózási arány ott, ahol volt nem teljes állású szülő.

Egy flamand kutatás azt igyekezett feltárni, hogy a gyermekek maguk hogyan értékelik saját közlekedési szokásaikat (Zwerts et al., 2010). Annak érdekében, hogy a legfőbb tényezők megbízhatóan feltárhatók legyenek, három kikérdezést végeztek: a gyermekek és a szülők is kitöltöttek egy-egy kérdőívet, továbbá a gyermekek kitöltöttek egy kétnapos közlekedési naplót is. Az utazások 44%-a az iskolába járáshoz kötődött, ennek 39%-a volt autós utazás a 6–11 évesek körében, míg a 12–15 éveseknél ez 20%-ra csökkent. A többi utazás zömmel gyalog és kerékpárral történt. Az önálló, felnőtt kíséret nélküli közlekedés sokkal fontosabb volt a fiúknak, míg a lányok esetében a barátokkal együtt utazás lehetősége kiemelt jelentőségű. A lányok sokkal érzékenyebbek mutatkoztak az autó káros környezeti hatására, ugyanakkor többször választják ezt a közlekedési módot, mint a fiúk. A közforgalmú közlekedésnek meg kell küzdenie az előítéletekkel, az „ismeretlenség és a nemszeretetség” problémájával, a gyermekek megítélése negatívabb a többi módhoz képest, noha azoknál, akik használják, a megítélés sokkal kedvezőbb. Sajátos, hogy míg a gyermekek 92%-a úgy ítélte meg, hogy elég idős ahhoz, hogy egyedül közlekedjen gyalog vagy kerékpárral, addig ez az érték csak 58% a busz és mindössze 39% a vonat esetében, bár ez az arány az életkorral együtt nő. A szülői válaszokból egyértelmű, hogy az anyák jobban féltik a gyermeküket, mint az apák, s mindegyikük biztonságosabbnak ítéli meg a lakóhely közvetlen környezetét, mint a nehezen definiálható „más”,

„távolabbi”, vagy „eltérő” térségeket.

Barna és Bereczky (2023) felmérésében több magyar általános iskolában a tényleges és vágyott iskolába járási módokat vizsgálta. Az eredmények azt mutatták, hogy a gyermekek több mint fele autóval jut el az iskolába, még ha ez az arány az életkor növekedésével folyamatos csökkenést mutat is. Nagy lemaradással, viszonylag változatlan arányt mutat a gyaloglás, amit a közforgalmú közlekedés követ lassú emelkedéssel. A tendencia azt mutatja, hogy a gyaloglási távolságnál messzebből érkezők egy része vált autóról közösségi közlekedésre. A kerékpározás aránya igen alacsony volt a vizsgált sokaságban. Az alsó tagozatosok esetében az aktív a leginkább vágyott közlekedési mód, a felső tagozatosok esetében ez drasztikusan lecsökken, és előtérbe kerül az autózás és a motorozás. Egy másik felmérésükben az ország más területén hasonló értékeket kaptak: autóval érkezett a tanulók 63%-a, gyalog 25%, kerékpárral 6%, közforgalmú közlekedéssel 4% (Rab – Bereczky, 2023).

Összességében megállapítható, hogy az iskolába járási módválasztás fő jellegzetességei az utóbbi évtizedekben nagyon hasonlóak, földrajzi helyzettől függetlenül. Meghatározó az autós utazások részaránya, ennek indokaként az utazási módról döntő szülők számos más – a helyi adottságoktól is függő – összetevő mellett a legnagyobb súllyal a közlekedés biztonsága és a társadalmi bizalom hiánya miatti aggodalmukat említették. Ugyanakkor az is igaz, hogy a közlekedésbiztonság színvonala társadalmi produktumnak tekinthető (Lévai, 2019), vagyis a két tényező nem független egymástól.

Látható az is, hogy az iskolába járó forgalom motivációját elemző kutatási megközelítésnek két, szignifikánsan eltérő áramlata különböztethető meg. Az egyik egyértelműen az egészséges életmód felől vizsgálja az aktív közlekedési módok szerepét és terjesztésének lehetőségeit. Ez azzal is jár, hogy a nem aktív közlekedési módokat egy osztályba sorolják, együtt kezelve az egyéni és a közforgalmú gépjármű használatot. Ez magával vonja azt is, hogy ezek a munkák az iskola környezetének forgalmi helyzetét javító beavatkozási lehetőségek egy részét rendszerint nem is vizsgálják.

A másik áramlat a közlekedési mód választást befolyásoló tényezőket vizsgálva keresi a személygépkocsival iskolába járás arányának csökkentési lehetőségeit, egyrészt szintén az aktív, másrészt a közforgalmú közlekedés felé terelés módozatainak kutatásával. Ez a megközelítés olyan összefüggések feltárását eredményezheti, amelyek segíthetnek mind a közlekedési problémák, mind az ezzel kapcsolatos környezeti terhelés, azaz a fenntarthatóság területén javulást eredményező intézkedések kidolgozásában. A saját kutatásaink fő iránya a mobilitásmenedzsment, ezért e második megközelítés vizsgálati eszköztárát gyakrabban alkalmazzuk, ahogy tettük ezt Dunabogdány esetében is.

Fontos kiemelni, hogy a közlekedési szokásokat jelentősen befolyásolják a helyi adottságok és a hosszú idő alatt kialakult hagyományok. A nagy kiterjedésű, gépjárműhasználatra alapozott közlekedésű országok (mint például az Amerikai Egyesült Államok, vagy Ausztrália) felmérési értékei csak nagy körültekintéssel vethetőek össze a kisebb kiterjedésű, nagy kerékpáros hagyományokkal rendelkező országokéval (például Belgium), míg a változások, a tendenciák esetében ez sokkal nagyobb biztonsággal tehető meg.

A szakirodalmi elemzés alapján megállapítható, hogy egy település topológiája, a közlekedési infrastruktúra kiépítettsége és a gépjárműforgalom nagysága mind hatással vannak a gyermekek iskolai mobilitási szokásaira. Azonban olyan kutatásokat nem azonosítottunk, amelyek az iskolai mobilitást egyszerre vizsgálták volna topológiai és járműbirtoklási szempontok alapján, illetve nemek szerinti elemzéseket is csak néhányat találtunk. A kutatások általában egy célcsoportra fókuszálnak, vagy a gyermekekre vagy pedig a szülőkre, mi azonban érdemesnek tartottuk mind a két célcsoport egyidejű kikérdezését és az eredmények összevetését abból a szempontból, hogy a szülők általánosan hogyan viszik a gyermekeiket iskolába, és egy adott, teljesen átlagos iskolai napon is e szerint cselekszenek-e.

Felmérésünk eredményei, valamint a szakirodalmi elemzés alapján a következő kutatási kérdéseket fogalmaztuk meg:

- A település domborzat szempontjából két jelentősen eltérő, síkvidéki és hegyvidéki területre osztható. A közel sík területek jól kerékpározhatóak, ugyanez nem mondható el a meredek hegyvidéki utakról. A járműtulajdonra vonatkozó kérdésre adott válaszok azt mutatták, hogy a családok kerékpár-birtoklása igen alacsony, mindössze 48%, miközben az országos átlag 70%. Ez az érték előre vetíti, hogy a felnőttek kerékpárhasználatára is elmarad az országos átlagtól, ami 67%, a községekben 72% (Medián, 2022). Feltételezésünk szerint a dunabogdányi alacsony érték valójában differenciált, a hegyvidéki lakosság esetében lényegesen alacsonyabb, a síkvidéken lakók esetében magasabb a kerékpártulajdonlási és -használati arány.
- A felmérések első eredményei azt mutatják, hogy igen magas az iskolába autóval érkező tanulók

aránya. A helyiek elmondása szerint ennek egyik oka, hogy féltik a gyermekeiket a nagy forgalomban. Feltételezésünk szerint – a külső hatásoktól, mint például az infrastrukturális adottságoktól eltekintve – ennek két „belső” összetevője is van, egyrészt a gyermek neme, másrészt pedig a kora. Ezért megvizsgáljuk, hogy érvényesülnek-e azok a sztereotípiák, miszerint a lányokat és a kisebbeket jobban féltik, mint a fiúkat és a nagyobbakat, azaz ez utóbbiak önállóbban járnak-e iskolába, továbbá elemezzük, hogy melyek azok a hatások, amelyek befolyásolhatják az eredményeket.

- Bár a szülőket a gyermekük általában jellemző iskolába járási szokásairól, a tanulókat pedig egy adott napi iskolába járási módjukról kérdeztük, az iskolába jutás módjára adott válaszok olyan mértékben térnek el egymástól, amit már nehéz ezzel az adatfelvételi különbséggel magyarázni. A kutatás során igyekszünk azokat az okokat feltárni, amelyek ezt a különbséget eredményezték. Ennek ismerete sokat segíthet a későbbiekben a hasonló célú kérdőívek összeállításában, kiértékelésében.

Módszer

Miután a település kisgyermekai elsősorban a helyi köznevelési intézmények valamelyikébe járnak, szükségesnek tartottuk az intézmények – és azon belül is az iskola – forgalmi, mobilitási viszonyait felmérni. Ennek megismerése céljából a forgalomfelvételen túl, lehetőségünk nyílt a tanulók és a szülők véleményének megismerésére kérdőíves kikérdezéssel.

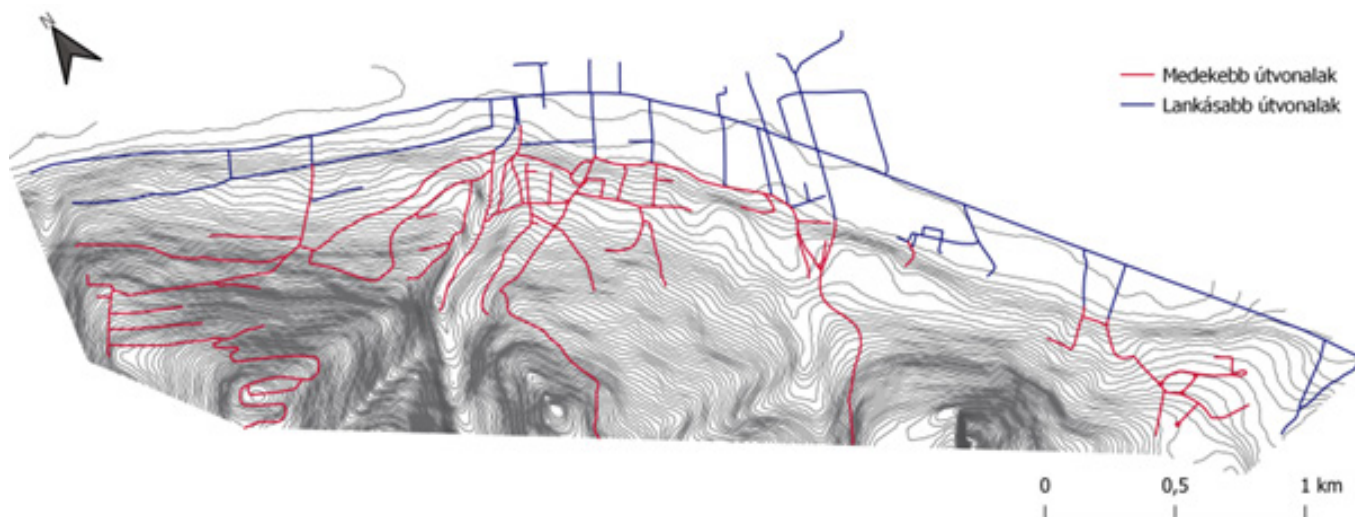
Ezért kutatásunk primer elemeként kérdőíves felmérést végeztünk a dunabogdányi általános iskola tanulóinak körében. A kikérdezés napját 2023. április 19., szerdában határoztuk meg – ez egy olyan átlagos iskolai nap volt, amikor semmilyen különleges esemény nem volt tervbe véve az iskolában. Az iskola tanulóinak kikérdezése papír alapon történt, és tanári segítséggel valósult meg. Külön kérdőív készült az alsó, illetve felső tagozatra járó diákok számára. Célunk az volt, hogy képet kapjunk a tanulók aznapi iskolába érkezésének módjáról. A válaszokat feldolgoztuk, eredményeinket a mobilitási koncepcióban adtuk közre. Ugyancsak a primer kutatás részeként az iskola szülői csoportját is megkérdeztük online formában a gyermekek iskolába járási szokásairól. A szülők részére két hetet adtunk az online kérdőívek kitöltésére.

Szekunder kutatásunk a kutatási hipotézisekhez kapcsolható szakirodalmak feldolgozása volt annak érdekében, hogy képet kapjunk arról, hogy a dunabogdányi eredmények korrelálnak-e más, hasonló típusú kutatások eredményeivel.

Primer és szekunder kutatásunk eredményeinek elemzésével az indukció módszerét alkalmazva általános megállapításokat teszünk a kistélepülések iskolai mobilitását illetően, illetve általános javaslatokat fogalmazunk meg az aktív közlekedési módoknak az iskolai mobilitás területén történő ismételt elterjedésének elősegítése érdekében.

Eredmények és értékelésük

Első kutatási kérdésünk megválaszolásához területi lehatárolással élünk abban a tekintetben, hogy mi számít már kerékpárral nehezen járható területnek, vagyis hegynek. Ehhez a Lechner Tudásközpont adatai alapján a KTI-ben készített térképet használjuk fel (3. ábra). Az utcák jelölése mutatja meredekségüket, amely alapján a hegy területe lehatárolható.



3. ábra Dunabogdány utcáinak meredeksége

Forrás: Soltész Emese, KTI

A vizsgálat lefolytatásához a dunabogdányi lakossági kérdőív válaszaiból indulunk ki. A kitöltők nyilatkozatai alapján 48,1%-uk rendelkezik kerékpárral, akiknek csak a 28,4%-a lakik a hegyen, míg 71,6%-uk a sík részeken. Az eredmény szerint a sík- és hegyvidéken lakó válaszadók kerékpárbirtoklási aránya alig tér el egymástól (rendre 48,8% és 46,3%), mindkettő mélyen alatta marad a hazai (67%), és még inkább a falusi átlagnak (72%). A mért értékek tartalmazzák a kerékpározó gyerekeket, illetve kerékpárjukat is.

A sík területet kettéosztja a nagy gépjárműforgalmat lebonyolító 11 sz. főút, ahol a helyiek, elmondásuk szerint, nem szeretnek kerékpározni. Így a település legjobban kerékpározható része a 11 sz. főút és a hegy között elterülő terület, ahol azonban csak az általános iskola és az óvoda található. A főbb funkciókat ellátó intézmények (például polgármesteri hivatal, posta, orvosi rendelő, művelődési ház), valamint a strand és a boltok a 11 sz. főút mentén találhatók, illetve azon átkelve közelíthetők meg. Ezek alapján kijelenthető, hogy a település kerékpáros szempontból nem ideális terület, és ezt a helyzetet érdemben nem javítja a Duna parti kerékpárút sem, amiről a napi célpontok zöme közvetlenül nem érhető el. Mindez magyarázatot adhat az átlag alatti kerékpárbirtoklási és -használati arányra.

A felmérésből megállapítható az összes lakosra és a hegyvidékiekre is, hogy elsősorban ott használnak kerékpárt autó helyett, ahol a parkolás nehézségekre ütközik (például strandlátogatás, sík területekről 63,6%, hegyvidékről 68%). Azokhoz az úticélokhoz, ahol megfelelő számú parkolóhely áll rendelkezésre, vagy időjárási viszonyoktól függetlenül el kell érni, a gépkocsihasználat erősebb. Fontos kiemelni, hogy ezek a célpontok a település sík területén találhatók. A kerékpárral rendelkező síkvidéki válaszadók 57,6%-a használ kerékpárt a Heim pékségbe, 45,5%-a a Coop üzletbe menet, a hegyvidékiek esetében ez rendre 52,0% és 40,0%, azaz a használatra vonatkozóan ezeken a helyeken jelentkezik az előzőekben megállapított tendencia.

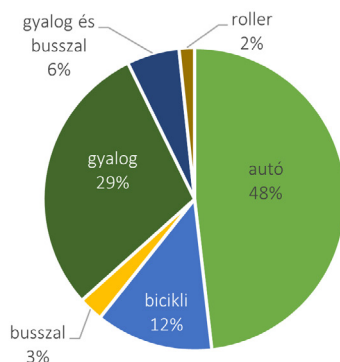
Amennyiben az iskolai kerékpározási szokásokat vizsgáljuk, megállapítható, hogy a felmérési napon a dunabogdányi iskolások 16,1%-a érkezett kerékpárral, akiknek csak 10,5%-a lakik a hegyvidéki részen. Az iskolai adatok is bizonyítják fenti tendencia érvényességét, mert az iskola kiválóan megközelíthető gépkocsival, a szükséges parkolóhelyek rendelkezésre állnak, a gyermekek biztonságos kiszállása a K+R rendszerrel megoldott, és mindezekből következően az iskolába szállítás időigénye kiszámítható.

A kérdőívek részletesebb feldolgozására támaszkodó kutatásunk nem igazolta első hipotézisünket, miszerint a település hegyvidéki területén lakók körében alacsonyabb a kerékpárbirtoklási arány, mint a sík területen lakók esetében. A várt különbség a kerékpárhasználatnál kis mértékben kimutatható, de ezek az értékek is messze elmaradnak az országos átlagtól. Ezen túlmenően azonban azt is kimutattuk, hogy a kerékpárhasználat elsősorban ott mutatkozik meg, ahol a gépjárműhasználat korlátokba ütközik (például parkolóhelyek hiánya). Ez alól nem kivétel az iskola sem. Éppen ezért meglátásunk szerint a kerékpár nem a rendszeres közlekedést, hanem a sportolást, az eseti kedvtelést, a szabadidő eltöltését szolgáló eszköz. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a 11. sz főút visszatartó hatása nagyjából megegyezik a domborzati viszonyok visszatartó hatásával, azzal a különbséggel, hogy az előbbin könnyebb változtatni. Mindezt figyelembe kell venni az aktív közlekedés elterjesztését célzó stratégiák kialakításánál.

Második kutatási kérdésünk megválaszolásához elsőként a tanulók válaszait elemezzük, hogy a felmérés napján

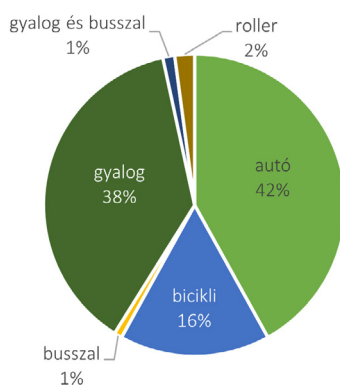
hogyan jöttek iskolába.

A tanulók majdnem fele gépkocsival érkezett meg az intézménybe (48%). A helyiek esetében ez az arány 42%, viszont a környékről érkezőknek már 70%-át hozták kocsival a szülők. A közforgalmú közlekedést helyi szinten 2%-ban, a környékről 30%-ban veszik igénybe. A többi eljutási mód csak helyi szinten értelmezhető. A helyi tanulók második leggyakoribb eljutási módja a gyaloglás (38%), majd kerékpár (16%), végül a roller (2%) – az eddigi eredményeket a 4–6. ábra diagramjai szemléltetik.



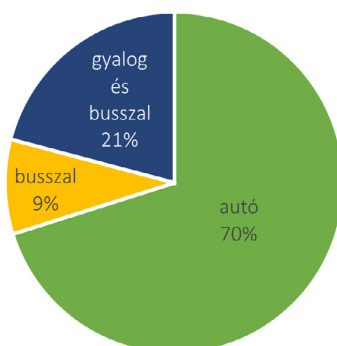
4. ábra A tanulók iskolába érkezésének módja a kérdőív alapján

Forrás: saját szerkesztés



5. ábra A Dunabogdányban élő tanulók iskolába érkezésének módja a kérdőív alapján

Forrás: saját szerkesztés



6. ábra A környékről bejáró tanulók iskolába érkezésének módja a kérdőív alapján

Forrás: saját szerkesztés

Az iskolába autóval érkező helyi tanulók összetételét az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatból a következő eredmények olvashatók ki:

- az alsós tanulók több mint a fele kocsival érkezik az iskolába,
- a felsősök tekintetében ez az arány már 33%-ra csökken,
- mind alsó, mind pedig felső tagozatban magasabb a fiúk részaránya az autóval iskolába érkezők között.

1. táblázat Az iskolába autóval érkezők összetétele

	Iskola összesen	Dunabogdányon kívülről érkezők	Helyi gyerekek (ebből fiú / lány)	Helyi alsósok (ebből fiú / lány)	Helyi felsősök (ebből fiú / lány)
érkezők	303	67	236 (130 / 106)	116 (63 / 53)	120 (67 / 53)
autóval érkezők	146	47	99 (57 / 42)	59 (34 / 25)	40 (23 / 17)
autós részarány	48,2%	70,1%	41,9% (43,8% / 39,6%)	50,9% (54,0% / 47,2%)	33,3% (34,3% / 32,1%)

Forrás: saját szerkesztés

A felsős tanulók körében az iskolába járási szokások majdnem egyenlően oszlanak meg az autó és a gyaloglás között. A Dunabogdány környékén lakók természetesen ebben az esetben vagy autót (70%) vagy autóbust használnak (30%).

A gyermekek válaszai alapján az első sztereotípiá, miszerint a szülők a fiatalabb korú gyermekeket jobban féltik, igazolható, mert ténylegesen az alsósok körében nagyobb a gépkocsival történő iskolába érkezés. A felsős tanulók szabadságfoka nagyobb, itt már csak egyharmad a gépkocsival iskolába érkezők aránya. Ez a tendencia hasonló a nemzetközi tapasztalatokhoz, ugyanakkor az autóval érkezők aránya magasnak mondható (Carver et al., 2013), különösen a síkvidéki, nagy kerékpáros hagyománnyal rendelkező Flandria adataival összevetve (Zwerts et al., 2010). Hazai viszonyok között ugyanakkor nem számít kirívónak (v.ö. Barna – Bereczky, 2023 és Rab – Bereczky, 2023).

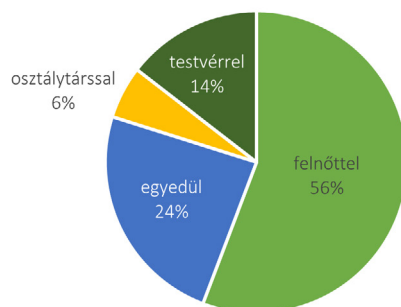
Hipotézisünk második sztereotípiája (ami megfelel a flamand tapasztalatoknak is (Zwerts et al., 2010)), vagyis, hogy a lányokat jobban féltik, és ezért nagyobb arányban viszik autóval iskolába, a felmérés alapján nem igazolható. A gyermekek válaszaiból leszűrhető, hogy az autóval való iskolába érkezés a fiúk esetében magasabb mind az alsósok, mind pedig a felső tagozatosok tekintetében is. Az arálynak ez az eltérése alsóban nagyobb (6,8%), felsőben kisebb (2,2%).

Kutatásunk további iránya az volt, hogy – ellentétben hipotézisünkkel – miért hozzák a szülők inkább a fiúkat autóval iskolába, mint a lányokat. Marácz és Bihariné Németh 2023-as konferenciaközleményükben a közlekedési gyermekbalesetekről megállapítják, hogy a 15 év alatti korosztályban a fiúk kétszer annyi balesetet okoznak, mint a lányok. Ennek okaként a szakirodalomra alapozva a nemek közötti eltérést azonosítják, amely különösképpen serdülőkorban a lányok érettségét mutatja. Minden bizonnyal ezzel a problémával a szülők is tisztában vannak, ezért is dönthetnek úgy, hogy a fiúkat inkább kocsival viszik az iskolába, mintsem kockázattal viselkedésükkel balesetveszélynek tegyék ki magukat. Ebben a tekintetben a kutatási hipotézisünk nem igazolódott, azonban a gyermekek neméből adódó viselkedési eltérésekre adott szülői reakciókat kutatásunkkal bizonyítani tudtuk.

Ebben az irányban tovább haladva érdemes az elemzést kiterjeszteni arra, hogy a gyermekek egyedül vagy kísérelével érkeznek az iskolába.

Az alsó tagozatosokat legtöbb esetben el is kíséri a szülők (72%). Ez autóval történő közlekedésnél magától értetődő, de gyalogosan és kerékpárral közlekedve is igazolható a felnőtt, vagy legalább nagyobb testvér jelenléte. Ez az eredmény megalapozza a csoportos kerékpáros iskolába járásra teendő „bicibusz” rendszer bevezetését célzó javaslatunkat.

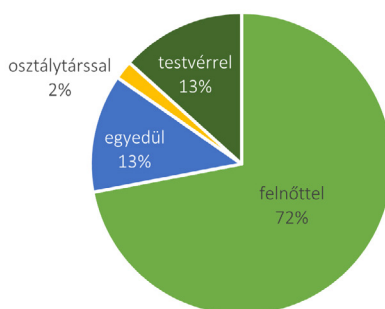
Felső tagozaton az egyedüli iskolába járás részaránya megközelíti a felnőttel történő érkezését (35%, illetve 40%). A válaszokból az is kiolvasható, hogy a tanulók háromnegyede (76%) nem egyedül jön az iskolába, a szülők helyett osztálytársakkal vagy testvérral, testvérekkel közösen érkeznek (7. ábra).



7. ábra A diákok eljutási szokásai az iskolába kísűrű személy szerinti bontásban

Forrás: saját szerkesztűs

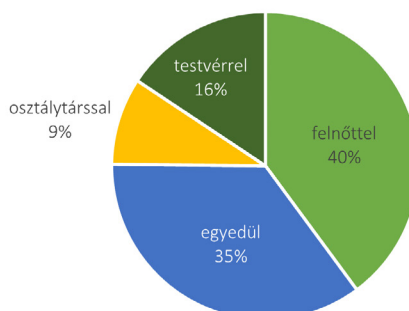
Az alsű tagozatosok közül a kikűrűdezű napján 18-an érkeztek kerűkpűrral, ebbűl hatan szűlűűvel, heten egyedűl, ötűn pedig testvűrrel vagy pedig osztálytűrssal tekertek be. Gyalog 37-en érkeztek, ebbűl 15-en felnűtt kísűrettel, egyedűl 12-en, osztálytűrssal, illetve testvűrrel 9-en. Az egyedűl érkezűk közül a legtűvolabbrűl a Bem Jűzsef utcából érkeztek, nemű arányok szerint kűtsűrűr annyan voltak a fiűk (8 fű) mint a lűnyok (4 fű). Az eredműnyeket mutatja a 8. ábra.



8. ábra Az alsű tagozatos diákok eljutási szokásai az iskolába kísűrű személy szerinti bontásban

Forrás: saját szerkesztűs

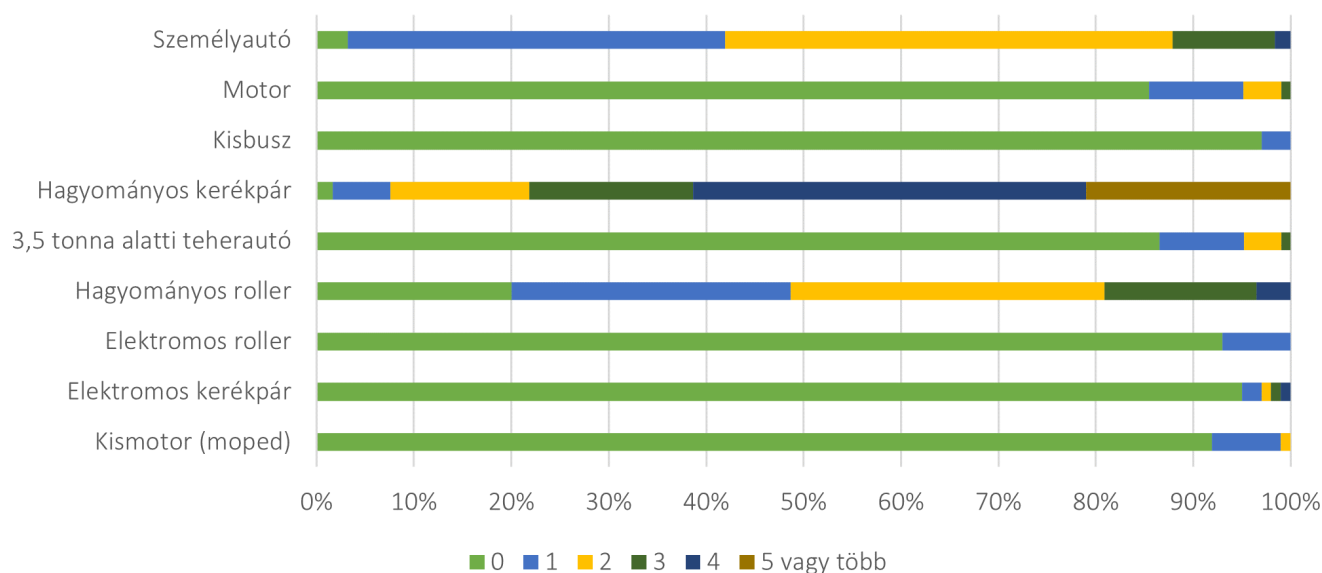
A felsűsűk közül összesen 19-en kerűkpűroztak az iskolába, dűntű többsűgűk egyedűl (12 fű), 2-en felnűttel, 6-an pedig vagy osztálytűrssal vagy pedig testvűrrel egyűtt érkeztek. Gyalog 52-en érkeztek, 63%-uk egyedűl (33 fű), szűlűűvel 3-an, osztálytűrssal vagy testvűrrel 16-an. A felsűsűk műr a telepűlűs minden rűszűbűl érkeztek gyalog és egyedűl, a fiűk aránya itt is kűzelűti a kűtharmadot (63%). Az eredműnyek a 9. ábrán lűthatűk.



9. ábra A felsű tagozatos diákok eljutási szokásai az iskolába kísűrű személy szerinti bontásban

Forrás: saját szerkesztűs

A szülők által kitöltött kérdőívek elemzését a rendelkezésre álló járművekkel kezdjük. Ebben a tekintetben a többség két személygépkocsival rendelkezik (46%), és csak a családok mintegy 3%-a nem rendelkezik egyáltalán személyautóval. A másik fontos közlekedési eszköz a kerékpár, de ez csak a családok 2%-ánál nem áll rendelkezésre, a legtöbb családnál akár négy kerékpárt is tudnak használni (40%), elektromos kerékpárral viszont csak a családok 5%-a rendelkezik. A részletes eredményeket a 10. ábra diagramja szemlélteti.

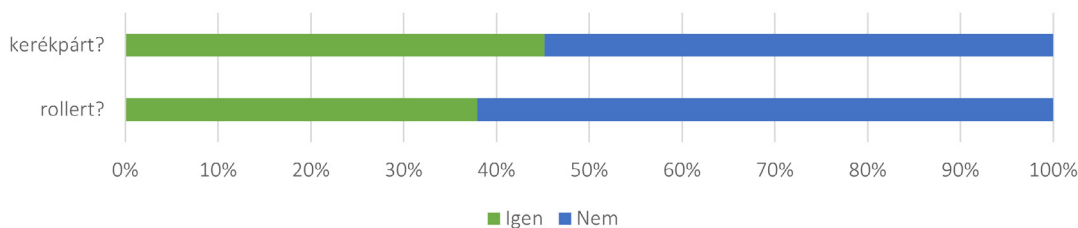


10. ábra A szülők járműellátottsága

Forrás: saját szerkesztés

A szülők válaszai alapján is a legtöbb gyermek autóval megy iskolába vagy óvodába (67,7%), amely önmagában is jelentősen magasabb, mint a tanulók által megjelölt arány (48%), ugyanakkor az eltérés oka a több válaszos alternatíva is lehet. A kerékpározás és a gyaloglás százalékos aránya mindkét felmérésben megegyezik (12, illetve 29%), a busz igénybevétele viszont eltérést mutat (tanulók 9%, szülők 19%).

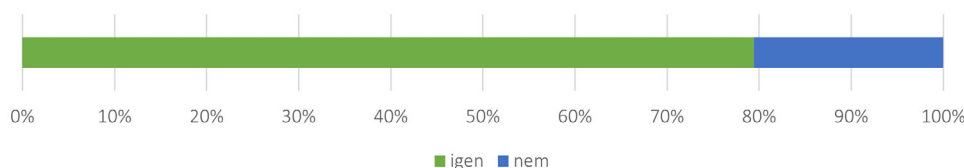
A szülők 71%-ban felnőtt kísérettel engedik el gyermeküket a köznevelési intézménybe, a tanulók viszont csak 56%-ban választottak felnőtt kíséretet, ugyanakkor a szülők szerint a gyermekek 38%-a egyedül közlekedik, a tanulók pedig csak 24%-ban jelölték be egyedüli érkezést. A szülők válaszaiból az is megállapítható, hogy a gyerekek kevesebb mint fele használ rendszeresen kerékpárt vagy rollert (11. ábra).



11. ábra A szülők szerint a gyermekek használ-e rendszeresen...

Forrás: saját szerkesztés

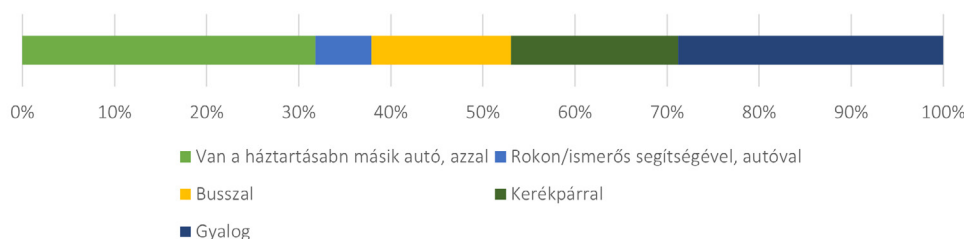
Az esetek döntő többségében (kb. 80%) az egy autóval utazó testvérek ugyanabba a köznevelési intézménybe járnak (12. ábra).



12. ábra Az autóval utazó testvérek azonos intézménybe járnak-e?

Forrás: saját szerkesztés

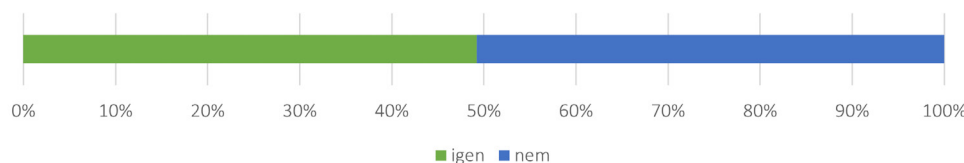
Fontos kérdés annak a tisztázása is, hogy amennyiben az elsődleges szállító eszköz nem áll rendelkezésre, azt mivel pótolják. A 13. ábra által mutatott arányokból is következően a pótlás elsődlegesen a háztartásbeli második kocsii igénybevételével történik, és csak ezután következnek az alternatív szállítási módok (például autóbusz, kerékpár), illetve a gyaloglás. Érdekesnek mondható, hogy az eljutást a szülők elsődlegesen „saját hatáskörben” igyekeznek megoldani és csak végső esetben merül fel ismerős vagy rokon segítségül hívása.



13. ábra Az elsődleges szállítóeszköz kiesése következtében használt eljutási mód

Forrás: saját szerkesztés

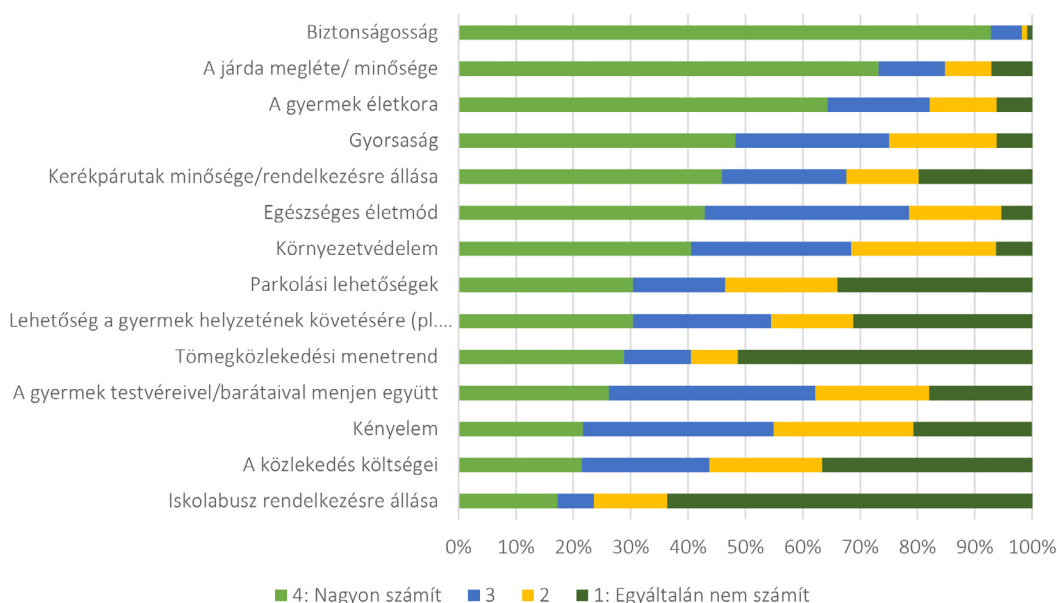
Az iskolakezdés szokásostól eltérő ideje vagy egy reggeli edzés befolyásolhatja a gyermek iskolába jutásának módját. A 14. ábra diagramja megmutatja, hogy a gyermekek közel fele ilyenkor nem autóval közlekedik az iskolába.



14. ábra Az eltérő iskolakezdési idő miatt a gyermek nem autóval megy iskolába

Forrás: saját szerkesztés

Ugyancsak fontos ismeret, hogy milyen tényezők befolyásolják leginkább a szülőket abban, hogy autó helyett más módon járassák a gyermeket iskolába vagy óvodába. A 15. ábra alapján egyértelműen látszik, hogy az elsődleges szempont a biztonságérzet és -tudat, illetve a járdák megléte, minősége. Utóbbi is összefüggésbe hozható a biztonsággal, mert a szülők csak a járdán tudják biztonságban gyermeküket, az útburkolaton való gyaloglás szükségessége biztosan nem csökkenti az autóval való iskolába járás arányát. Természetesen az életkor is döntő befolyásoló tényező, ez látható volt a felsősök gyaloglási arányában is. A többi tényező fontossága nem éri el az 50%-ot, ugyanakkor mind-mind szerepet játszanak abban, hogy a gyermek főként kocsival jut el a köznevelési intézménybe, és nem más módon közelíti meg azt.



15. ábra A gyermeküket autóval iskolába vivő szülők módválasztására ható tényezők

Forrás: saját szerkesztés

Harmadik kutatási kérdésünk a gyerekek és a szülők által az iskolába járási szokásokra adott eltérő arányú válaszok hátterét kutatja. A kérdés elsősorban a szülők válaszainak oldaláról merül fel, hogy egy teljesen átlagos iskolai napon miért megy a gyermek más módon iskolába a szokásosnak mondottól? Minthogy nincs okunk szándékos torzítást feltételezni, először azt kell megvizsgálnunk, hogy nincs-e a felmérésnek, vagy a felmért utazásoknak olyan sajátosságuk, amely magyarázatot adnak az eltérésre, azaz valójában a kapott értékek nincsenek érdemi ellentmondásban egymással.

Mi a kutatás során az iskolás gyermekek válaszait vizsgáltuk, ugyanakkor több háztartásban is van óvodás korú gyermek, akit a szülők kocsival visznek a köznevelési intézménybe. Amikor a szülők válaszolnak a gyermekek szállítási módjára vonatkozóan, nagy valószínűséggel együtt kezelik a család összes gyermekének utazását és így az óvodások fuvarozását is az általános autós szállítás közé sorolják.

A szülői kérdőíveket vizsgálva megállapítható, hogy a dunabogdányi lakosoknak csak a 52,3%-a mondja azt, hogy a gyermek rendszeresen autóval jut el az iskolába. Ez az arány már közelíti a gyermekek eljutási módra adott válaszait (42%). A szülők az általános eljutási módra vonatkozólag több választ is megadhattak, így azoknak az aránya, akik nem adtak meg más eljutási alternatívát, csak a gépkocsit 30,6%. Ebből levonható az a következtetés, hogy csak és kizárólag autóval a dunabogdányi gyermekek 30,6%-át viszik a szülők az iskolába. Ehhez képest érdemes vizsgálni a gyermekek által adott 42%-os választ. Látható, hogy a 2023. április 19-én mért érték az 52,3 és a 30,6% közé esik, vagyis ténylegesen átlagos iskolábahordási értéket kaptunk a felmérés napján.

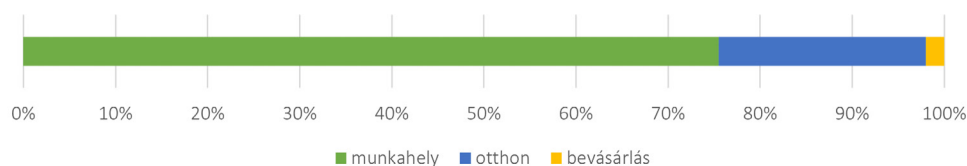
Azt azonban látni kell, hogy az alternatív eljutási módokat is bejelölők közül sokan aznap az autót választották. Amikor ennek okait kutatjuk, célszerű az autóval való közlekedés okát vizsgálni. Ezt a szülői kérdőívben indirekten tettük meg, vagyis arra kérdeztünk rá, hogy milyen tényezők rendelkezésre állása esetén nem vinné a gyermeket autóval iskolába. A szülők erre a kérdésre legnagyobb súllyal a biztonságosságot jelölték meg, vagyis nem érzik az iskolába vezető utat biztonságosnak. Közlekedésbiztonsági alaptétel, hogy a kisgyermekek az egyik legvédtelenebb közlekedői csoportnak számítanak, és ezt a szülők is így gondolják. Az iskolába vezető út biztonságosabbá tételére számos lehetőség kínálkozik, javaslataink között mi is megfogalmazunk néhány, az aktív közlekedéssel összefüggő megoldást. A továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy a szülők a többi eljutási móddal kapcsolatosan milyen álláspontra helyezkedtek. Dunabogdányban alapvető közlekedési mód lehet a gyaloglás és a kerékpárhasználat. A szülői válaszokból megállapítható, hogy a gyaloglás alapfeltételeként értelmezik a járdák meglétét és azok minőségét, vagyis, hogy ténylegesen alkalmasak legyenek a gyaloglásra. A szülők itt elsősorban minőségi értelemben mondják ezt, ugyanakkor meglátásunk szerint a gyaloglás másik alapfeltétele a járdák szabadon hagyása. A kerékpározás szempontjából szintén – bár a járdák megléténél kevésbé – fontosnak tartják a szülők a kerékpáros infrastruktúra meglétét, vagyis a kijelölt kerékpárutakat. A kerékpárút biztonságosabb közlekedési feltételeket teremti a kerékpáros számára, főleg, ha ő gyermek, azonban ennek a feltételnek a hátrébb sorolása azt mutatja, hogy a szülők szerint az úton történő kerékpározást Dunabogdányban nem ítélik annyira veszélyesnek, mint az úton

való gyaloglást. A harmadik – elméleti – eljutási lehetőség a közforgalmú közlekedés igénybevétele. A településen belüli buszozás nem jellemző, bár volt rá példa a felmérésében, ezért a közforgalmú közlekedés menetrendje, illetve annak jósága, nem tartozik a gépkocsit felváltó feltételek közé.

Harmadik kutatási hipotézisünkre adott válaszuk tehát az, hogy helyi szinten a gyermekek és a szülők iskolai eljutásra adott válaszai nem szignifikánsan különböznek, ebből következik, hogy a nem helyi szülők (ideértve a Bodonhát majorban lakókat is) jelentős része mondja, hogy kocsival viszi gyermekét iskolába, mert számukra nem reális alternatíva a kerékpáros és a közforgalmú közlekedési eszközökkel történő eljutás. További magyarázat, hogy a szülői kérdőívben több általános eljutási lehetőség volt bejelölhető, és a szülők hajlamosak a gépkocsival való eljutást is megjelölni általánosként, ha van autó a családban, miközben más alternatívák is rendelkezésre állnak.

Megállapítások és következtetések

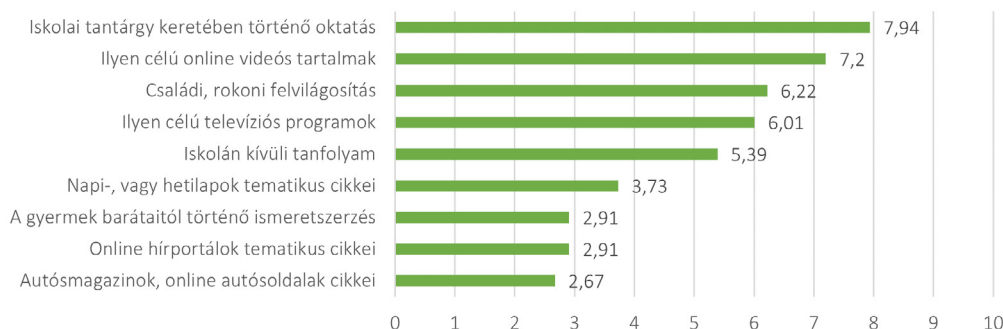
Kutatási hipotéziseink vizsgálatából levonható alapvető következtetés, hogy a szülők jelentős százaléka tartja megfelelő és biztonságos megoldásnak, ha gyermekét gépkocsival viszi az iskolába. Ez következhet a harmadik kutatási hipotézisünk vizsgálatának eredményéből, miszerint a biztonságosság alapvető szempont a gyermekek iskolába vezető útján, és ezt a szülő csak akkor érzi elérhetőnek, ha a gyermek út közbeni felügyeletéről maga gondoskodik. Ezért igyekeznek az iskolába és a munkába járási szokásokat összekötni, vagyis a munkába járással egyidőben viszik a gyermeket az iskolába, így egy úttal mindkét utazási cél elérhető. Erre erősít rá a szülői kikérdezés azon kérdése, hogy a gyermeküket kocsival iskolába vagy óvodába vivő szülőknek mi a következő úticélja. A válaszadók több mint háromnegyede (75,5%) a munkahelyére megy tovább, vagyis egy úttal letudja az iskolába és munkába járást. A 16. ábra ezen kívül még egy fontos információt tartalmaz, ez pedig az, hogy a szülők 22,5%-a az iskola után hazaindul, vagyis utóbbi csoport közlekedésének egyedüli célja a gyermek eljuttatása a köznevelési intézménybe. A következő úti cél ismerete azért fontos, mert ennek fényében lehetne azt is megalapozottan javasolni, hogy a közelbe utazó (például a településen belülre, esetleg azonnal hazainduló) szülők ne használják az autót ilyen célokra, hanem éljenek az aktív közlekedés nyújtotta lehetőségekkel.



16. ábra A gyermeküket autóval iskolába vivő szülők következő úti célja

Forrás: saját szerkesztés

További megállapításunk, hogy a szülők általában jól reagálják le a gyermekek korából és neméből adódó élethelyzeteket, és ennek megfelelően szervezik meg az iskolába jutást. Második kutatási hipotézisünk vizsgálati eredménye bizonyítja ezt a megállapítást, ugyanakkor a szülői csoportban megkérdeztük, hogy szerintük milyen csatornán keresztül lehet leginkább a gyermekeket a biztonságos közlekedésre nevelni. A szülők itt elsősorban az iskolában látnak lehetőséget, majd pedig a mai kornak megfelelően az internetes videómegosztók következnek. Saját magukat csak a harmadik helyre helyezik, ami meglepőnek mondható, hiszen a szülői minták a gyermekek nevelésének egyik legfőbb eszközei (17. ábra).



17. ábra A gyermekek biztonságos közlekedésre nevelésének ideális csatornáit a szülők megítélése szerint

Forrás: saját szerkesztés

Ezt a megállapításunkat rendkívül fontosnak tartjuk, mert a szülők a pedagógusokban bíznak, így kifejezetten fontos a közlekedésbiztonságra nevelés a közoktatásban. Ezt a területet több tanulmány is vizsgálta (Ötvös – Krizsik, 2023; Ötvös, 2023; Marácz – Bihariné Németh, 2023), mi itt csak az oktatás fontosságát emeljük ki. Ugyanakkor azt is látni kell, hogy bár a szülők magukat csak a harmadik helyre teszik a biztonságos közlekedésre nevelés átadására, a túlzottnak mondható gépjárműhasználat azt mutatja, hogy szeretik a gyermekek közlekedését maguk irányítani.

Éppen ezért szükségesnek tartjuk olyan javaslatok bemutatását, amelyek növelik a gyermekek közlekedési biztonságát és a szülők biztonságérzetét, valamint elősegítik az aktív közlekedési módok használatát. Javasatainkat a dunabogdányi mobilitási koncepcióban is megfogalmaztuk.

Kutatásunk eredményei alapján megfogalmazott javaslatok

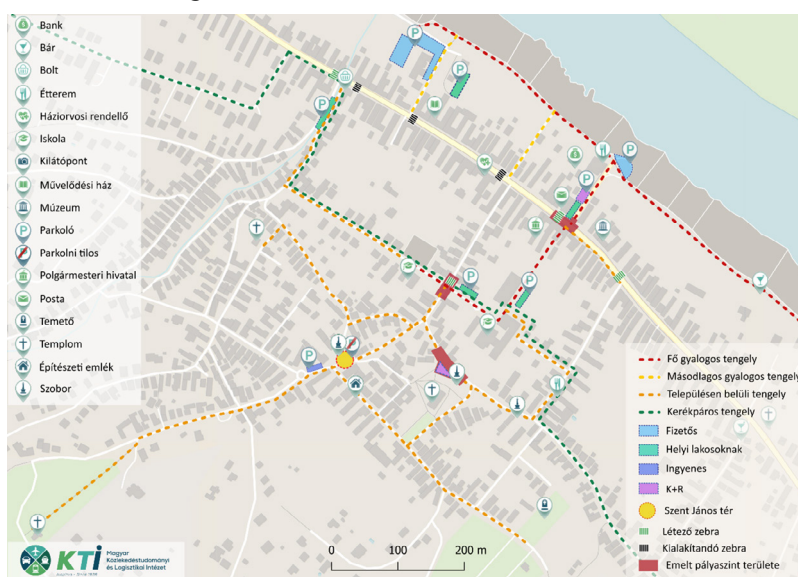
Kutatási eredményeink alapvetően a gépjárművel történő iskolai eljutás előretörését mutatják, azonban az aktív közlekedési módok is jelen vannak még. Eredményeink és további szakirodalmi elemzéseink alapján azonban látunk olyan területeket, ahol javaslatokat fogalmazhatunk meg az iskolai mobilitással kapcsolatban.

Szükségesnek tartjuk a kerékpáros közlekedés erősítését, ezért javasoljuk, hogy azokon a helyeken, ahol ez külön beruházás nélkül vagy minimális beruházással megvalósítható, létesüljön dedikált kerékpáros tengely az iskolába vezető fő irányokból. Ehhez meg kell határozni azokat a pontokat, ahonnan a tengelyek kiinduljanak. Ezek azok a gyűjtőpontok adott településen, ahonnan a gyermekek már csoportokban tekernek az iskola felé. A kerékpáros tengelyek kialakítására a közforgalmú közlekedésből már ismert átmérős rendszert javasoljuk, vagyis a tengelyek átvezetését az iskola előtt. Természetesen ezek a tengelyek nem csak az iskolába járást szolgálhatják, hanem összeköthetnek olyan pontokat, ahova a gyermekek szívesen mennek adott településen belül.

Hasonlóképpen a kerékpárosokhoz, a gyalogosan érkezők részére is kialakíthatók gyalogos tengelyek az iskola környékén. Ennek legmegfelelőbb formája az iskola utcájának sétáló utcává történő átalakítása. Amennyiben ez nem lehetséges, akkor megfelelő megoldás lehet a „suli utca” rendszer bevezetése, vagyis az iskola utcájának gépjárműforgalom előli lezárása az iskolába érkezés időszakában, általában reggel 7:00 és 8:00 óra között. Ez a módszer csak akkor lehet működőképes, ha ezzel a környező utcák forgalmát nem duzzasztjuk fel és nem alakulnak ki torlódások. Ennek továbbfejlesztett változatoként javasolható a lezárt szakasz két végén K+R forgalmi rend kialakítása. Ehhez szükséges körforgalmi jellegű útkialakítás, aminek nem feltétele a keresztező útvonal. Amikor nincs lezárás, a körpálya lassításra kényszeríti az autókat, így az iskola elé csökkentett sebességgel érnek. Lezáráskor az autósok probléma nélkül vissza tudnak fordulni, a gyermekeket a körforgalomban kirakva.

A gyalogos közlekedést segítheti elő továbbá, amikor a gyalogosokat „egyenrangúvá” tesszük az autósokkal olyan módon, hogy az iskola környéki gyalogos átkelőhelyeken megemeljük az útburkolatot, ezáltal kényszerítve az autókat sebességcsökkentésre.

Fenti javaslataink általánosan alkalmazhatók és be is építettük azokat a dunabogdányi mobilitási koncepcióba. A javasolt intézkedéseket a 18. ábrán foglaltuk össze.



18. ábra Javasolt aktív közlekedési tengelyek Dunabogdányban

Forrás: Soltész Emese, KTI

A kerékpáros iskolába közlekedés ismert módja a „bicibusz” rendszer, amikor a gyermekeket felnőttek kísérik az úton. A rendszer önkéntességi alapon működik és a felelősség a gyermeket elengedő szülőé. Ugyanakkor a szakirodalomban nem volt azonosítható a rendszer egzakt leírása, vagyis nincs meghatározva, hogy hány felnőtt szükséges a rendszer működéséhez és a felvett alakzatra sem találtunk előírást. Ezt azért tartjuk problémának, mert ezen ismeretek hiányában a szülők nem biztos, hogy engedik gyermeküket „bicibusszal” iskolába járni. Amíg iskolai osztályok közlekedésénél jogszabály határozza meg a szükséges pedagógusok (kísérők) számát, akiknek a gyermekek felügyelete tanult szakmájuk és munkaköri kötelességük, addig a „bicibusz” rendszerben ez nincs így. Ezen probléma megoldására javasoljuk a „bicibusz” rendszer működését a 19. ábra szerint meghatározni:



19. ábra Bicibusz rendszer működési sémája

Forrás: Soltész Emese, KTI

A sort felnőtt vezeti és zárja, a sorban öt gyermekenként egy felnőtt teker. Meglátásunk szerint egy felnőtt képes az előtte haladó öt gyermek közlekedését felügyelni, ennél nagyobb létszám esetén ezt már nehezebbnek gondoljuk. Ekkor még a felnőttek hangja a gyermekek számára is hallható. A rendszer működésének alapja a megfelelő számú felnőtt kísérő jelenléte. Amennyiben a gyermekek száma eléri a felnőttek által felügyelhető maximális létszámot, akkor a „busz” a továbbiakban nem áll meg, vagyis nem lehet ehhez a „járáshoz” csatlakozni. Ezért mindenképpen javasoljuk előre elkészített „menetrend” szerint szervezni a járatot, amikor a szülők egy-két nappal előre tudják, hogy adott napon hány felnőttre számíthatnak, azaz mekkora lesz a „busz befogadóképessége”. Ennek koordinálásában nagy segítséget nyújthat az iskola, akár csak a lista vezetésével és elküldésével a szülők felé. További kérdésként merül fel egy felnőtt azonnali pótlása (például betegség esetén), mert ez befolyásolja a befogadható gyermekek számát.

Rendkívül fontosnak tartjuk az iskolai cselekvési programok megvalósítását annak érdekében, hogy a gyermekek minél jobban megismerkedjenek az aktív közlekedési módokkal, illetve a közlekedési szabályokkal. Ezért javasoljuk, hogy az oktatási programba épüljön be a „suliséta”, ami egy iskola körüli séta pedagógusi és rendészeti/rendőri kísérettel, ahol a kisiskolások megismerkednek az iskola közlekedési környezetével és kihívásaival, illetve megmutatják számukra a helyes közlekedési magatartást.

Hasonlóképpen az általános iskolásokat szólítják meg a KRESZ ismeretek gyakorlati alkalmazását elősegítő oktatóprogramok, amelyek keretében a gyermekek tanpályákon rollerrel, kerékpárral gyakorolhatják a KRESZ szabályok alkalmazását (ezek elméleti oktatása várhatóan be fog épülni az általános iskolai alaptantervbe). További ösztönzést jelent a fenntartható közlekedési formák használatával kapcsolatban az óvodások és általános iskolások számára megszervezett jutalmazó kampányok. Ezek keretében a gyalog vagy kerékpárral óvodába és iskolába érkező gyermekek részesülhetnek valamilyen jutalomban.

Harmadik kutatási hipotézisünk vizsgálata rávilágított arra, hogy az ugyanarra a témára, de különböző célcsoportoknak feltenni kívánt kérdések között összhangot kell teremteni, mert a kapott eredmények jelentős mértékben eltérhetnek egymástól, amelynek okait csak mélyebb elemzéssel lehet feltárni, ami további erőforrásokat köt le. Célszerű ezért az azonos témában különböző célcsoportoknak feltenni kívánt kérdéseket egyeztetni.

Összefoglalás

A gyermekek közlekedési biztonsága mindenkor az egyik legfontosabb kérdéskör a közlekedési szakemberek számára. Az iskolába való eljutás biztonsága a szülők számára is kiemelt jelentőségű, amelyre jelentős hatást gyakorol az egyes települések topológiája és az iskola környezete. Ahhoz, hogy az iskola közlekedési környezetét megfelelően lehessen kialakítani, szükséges és fontos az iskolába járási szokások ismerete.

Cikkünkben egy kistelepülésen, Dunabogdányban végzett, iskolába járási szokásokat firtató kikérdezés eredményeit vizsgáltuk meg abból a célból, hogy azokat elemezve, összevetve további kutatási eredményekkel általános megállapításokat és javaslatokat tehessünk elsősorban a kistelepülési, de alapjában az iskolába járás biztonságát emelendő. A primer kutatás során kapott, a várakozásokkal ellentétes eredmények alapján fogalmaztuk

meg hipotéziseinket, amelyeket szekunder kutatással, szakirodalmi összehasonlító elemzéssel vizsgáltunk meg. Vizsgálatunk alapján, indukció módszerének alkalmazásával fogalmaztuk meg általános érvényű megállapításainkat és javaslatainkat.

A vizsgálat során megállapítottuk, hogy egy település topológiája mellett az iskola gépjárművel történő megközelíthetősége (beleértve az ottani parkolást) és ennek időszükséglete nagy befolyással van az iskola elérési módjára és kedvező feltételek mellett a szülők a gépkocsit preferálják az aktív közlekedési módokkal szemben. Ugyancsak megállapítottuk, hogy az életkor szerinti sztereotípiák érvényesülnek az autóval iskolába járás eredményeiben, ugyanakkor a nemek szerinti sztereotípiák nem, vagyis felmérésünk szerint a fiúkat viszik inkább kocsival iskolába a szülők, mint a lányokat. Erre magyarázatot más szakirodalmak felhasználásával találtunk (nemek eltérő érettsége). Harmadik hipotézisünket igazoltuk abban a tekintetben, hogy a szülők és a gyermekek által adott válaszok alapján nincs szignifikáns különbség a kocsival iskolába érkezésre adott válaszok között. Eredményeinket validálás céljából összevetettük hasonló iskolai mobilitási vizsgálatok eredményeivel.

Kutatási hipotéziseink vizsgálatának eredményeként levont következtetéseinkre építve javaslatokat tettünk az aktív közlekedés elősegítésére és az iskolai mobilitás biztonságának növelésére. Javaslataink megvalósításával úgy véljük, hogy fokozható a gyermekek közlekedési biztonsága.

Kiemelten fontosnak tartjuk a közlekedésbiztonság színvonalának fokozását elősegítő kutatásokat, ezért eredményeinket ajánljuk további kutatások alapjának, illetve, mint az első, kistépülési mobilitási koncepció része, további kis- és középtelepülési közlekedési stratégiák kidolgozásához.

Felhasznált irodalom

- Barna Zsolt – Bereczky Ákos (2023): „Legjobb út az iskolába” – iskolai mobilitási szokások vizsgálata, XXVII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, 2023. június 8–11., Csíksomlyó, 1–5. <https://ojs.emt.ro/EPKO/article/view/1298/1256> (2023. november 5.)
- Carver, Alison – Timperio, Anna – Crawford, David (2013): Parental chauffeurs: what drives their transport choice? *Journal of Transport Geography* 26, 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.08.017>
- Evenson, Kelly R et al. (2006): Girls' perception of physical environmental factors and transportation: reliability and association with physical activity and active transport to school, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 3:28, 16 o. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-3-28>
- Hume, Clare et al. (2009): Walking and cycling to school: predictors of increases among children and adolescents *American Journal of Preventive Medicine*, 36:3, 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.10.011>
- Johansson, Maria (2005). Childhood influences on adult travel mode choice, in: Underwood, G. (szerk.): *Traffic and Transport Psychology*, Elsevier, 573–584. o. <https://doi.org/10.1016/B978-008044379-9/50201-6>
- Karsten, L. – Kuiper, E. – Reubsat, H. (2001): Van de straat? De relatie jeugd en openbare ruimte verkend, Van Gorcum, Assen, 158 o.
- Landis, B. W. et al. (2001): Modeling the Roadside Walking Environment: Pedestrian Level of Service, *Transportation Research Record* 1773:1, 82–88. <https://doi.org/10.3141/1773-10>
- Lévai Zsolt (2019): Közlekedésbiztonság, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 210 o
- Maráczki Rodrigo Dávid – Bihariné Németh Zsuzsanna (2023): A biztonságos közlekedésre nevelés fontossága és lehetőségei a 6–14 éves korosztály esetén, I. Közlekedésbiztonsági Konferencia, 2023. szeptember 21–22., Győr, 2–12.
- Medián (2022): Így bringázik Magyarország 2022 – Országos reprezentatív kutatás. <https://kerekparosklub.hu/kerekparoskutas-2022> (2023. november 10.)
- Ötvös Viktória (2023): A hazai közlekedésre felkészítés gyakorlati megvalósulása, *Közlekedéstudományi Szemle* 73:4, 55–66. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2023.4.5>
- Ötvös Viktória – Krizsik Nóra (2023): Közlekedésre felkészítés a közoktatásban, I. Közlekedésbiztonsági Konferencia, 2023. szeptember 21–22., Győr, 166–174.
- Pooley, Colin G. – Turnbull, Jean – Adams, Mags (2005): The journey to school in Britain since the 1940s: continuity and change, *Area* 37:1, 43–53, <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2005.00605.x>
- Rab Judit – Bereczky Ákos: Iskolai Mobilitás, VI. Magyar Közlekedési Konferencia – 47. Ütügyi Napok, 2023. október 18., Eger, https://ktenet.hu/wp-content/uploads/2023/01/013_Rab-Judit-es-Bereczky-Akos.pptx.pdf (2023. november 5.)
- Timperio, Anna et al. (2006): Personal, family, social, and environmental correlates of active commuting to school, *American Journal of Preventive Medicine* 30:1, 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2005.08.047>
- Wangzom, Dorji – White, Marcus – Paay, Jeni (2023): Perceived Safety Influencing Active Travel to School—A Built Environment Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20:2, 1026. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021026>
- Zwerts, Enid et al. (2010): How children view their Travel behaviour: a case study from Flanders (Belgium), *Journal of Transport Geography* 18:6, 702–710. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.10.002>

A figyelemelterelő tényezők hatása a gyalogosok biztonságos átkelésére

Beküldve: 2024.03.05.
Elfogadva: 2024.04.27.
Online közzétéve: 2024.11.29.



- KRIZSIK NÓRA** szenior kutató, tudományos segédmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Mobilitás Kutatóközpont; PhD hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék, krizsik.nora@kti.hu
- DR. SIPOS TIBOR** vezető szakértő, tudományos főmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Mobilitás Kutatóközpont; tanszékvezető-helyettes, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék, sipos.tibor@kti.hu
- DR. BERÉNYI JÁNOS** tudományos tanácsadó, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, berenyi.janos@kti.hu

Kivonat: A gyalogosok és a járművezetők maximális figyelme elengedhetetlen a mindennapi biztonságos közlekedéshez. Ezt a figyelmet azonban negatívan befolyásolják az utazás során végzett másodlagos tevékenységek. Sok esetben a gyalogosok telefonálnak, üzenetet írnak vagy zenét hallgatnak gyaloglásuk mellett annak érdekében, hogy kihasználják utazásuk holtidejeit. Jelenleg nincs olyan szabályozás Magyarországon, amely tiltaná ezeket a tevékenységeket a gyalogosforgalomban. Kutatásunk célja volt a gyalogosok közlekedésében népszerű figyelemelterelő tényezők vizsgálata. Elsődleges kutatási célunk volt annak meghatározása, hogy ezek a figyelemelterelő tényezők milyen hatással vannak a gyalogosok figyelmére, forgalomra való odafigyelésére. Kutatásunkat jelzőtáblával szabályozott kijelölt gyalogosátkelőhelyeken végeztük el. Vizsgálatainkhoz 4 budapesti helyszínt választottunk ki. Kutatásunk során a gyalogosok magatartását, forgalomra való figyelését videofelvételek segítségével elemeztük. Összességében eredményeink azt mutatják, hogy bár az eszközhasználat korlátozza a gyalogosok forgalomra irányuló figyelmét, a gyalogátkelőhelyek kialakítása nagyobb hatással van a gyalogosok közlekedési tudatosságára, mint a figyelemelterelő eszközök használata. Eredményeinket hasznosíthatónak tartjuk a balesetek és sérülések megelőzése érdekében végzett munkában.

Kulcsszavak: gyalogosok biztonsága; közlekedésbiztonság; figyelemelterelő tényezők; védtelen közlekedők

The impact of distractions on the safe crossing of pedestrians

Abstract: Maximum attention from pedestrians and drivers is essential for safe everyday transport. However, this attention is negatively affected by secondary activities during the travel. In many cases pedestrians are talking on the phone, texting, or listening to music while walking to take benefit from the lost time of their journey. There are currently no regulations in Hungary that prohibits these activities in pedestrian transport. The aim of our research was to investigate popular distractions in pedestrian traffic. Our primary research objective was to determine the impact of these distractions on pedestrians' attention and awareness of traffic. Our research was conducted at signed designated pedestrian crossings. We selected 4 locations in Budapest for our studies. We analysed pedestrians' behaviour and attention to traffic using video recordings. Overall, our results show that although the use of devices reduces pedestrians' attention to traffic, the design of pedestrian crossings has a greater impact on pedestrians' traffic awareness than the use of distractions. We believe that our results can be used in work to prevent accidents and injuries.

Keywords: vulnerable road users; distraction; road safety; pedestrian safety

Bevezetés

Közlekedési rendszerünkben a gyalogos közlekedés egy sajátos közlekedési forma, ugyanis két pont közötti utazás megvalósulhat többféle közlekedési eszköz igénybevételével, valamint gyalogosan is, azonban az eszközök-höz való eljutás ideje alatt minden egyén gyalogossá válik (European Commission 2021). Sérülékenységük miatt a gyalogosok közlekedési rendszerünk egyik legsebezhetőbb csoportja. Biztonságukat befolyásolja a járművezetők és saját maguk viselkedése (Esztergár Kiss – Csiszár, 2016; Nagy – Csiszár, 2020; Krizsik – Sipos, 2023) is.

Korábbi kutatások kimutatták, hogy baleset esetén a jármű ütközési sebességének növekedésével a gyalogosok halálzási valószínűsége exponenciálisan nő (Rosén et al., 2011). Azonban a járművezetők nem csupán a sebességük megválasztásával, hanem figyelemszintjük fenntartásával is befolyásolják egy adott konfliktus kimenetelét. A járművezetők figyelmét több tényező befolyásolja: zenehallgatás, utassal való beszélgetés, telefonhasználat (Oviedo-Trespalacios et al., 2016). A kutatások szerint a leginkább zavaró tényező a mobiltelefon, amelyet a járművezetők több mint 60%-a használt már legalább egyszer vezetés közben (Young et al., 2010; Prat et al., 2015). Ezek a zavaró tényezők a kognitív csatornák (felismerés, információfeldolgozás) korlátozásával növelhetik a balesetek kockázatát (Redelmeier – Tibshirani, 1997; Overton et al., 2015) és a sérülések súlyosságát.

Csakúgy, mint a járművezetőknél, a gyalogosoknál is a figyelemelterelés és a figyelemelterelő eszközök használata számos negatív hatással jár. A gyalogosok figyelemelterelő hatásainak helyszíni vizsgálatai során a kutatók azt találták, hogy az üzenetet író (Thompson et al., 2013) és mobiltelefont használó (Hatfield – Murphy, 2007; Ropaka et al., 2020) gyalogosoknak hosszabb ideig tartott a kijelölt gyalogosátkelőhelyen való átkelés, mint az eszközt nem használó gyalogosoknak (Liu et al., 2021). Ezenkívül a figyelemelterelés növelte a kockázatos gyalogos viselkedés valószínűségét mind a jelzőtáblával (Zhou et al., 2019; Horberry et al., 2019), mind a jelzőlámpával ellátott átkelőhelyeken (Bendak et al., 2021). Ezek a zavaró tényezőkön kívül további kockázatok is társulnak a figyelemeltereléshez: a zenehallgatás növeli a reakcióidőt (Jiang et al., 2018), az üzenetírás pedig csökkenti a járműforgalomra való figyelmet (Jiang et al., 2018; Pešić et al., 2016). Ami a gyalogosok nemét illeti, a kutatások kimutatták, hogy a női gyalogosok nagyobb valószínűséggel kelnek át, miközben másokkal beszélnek (Bendak et al., 2021), míg a férfiak nagyobb valószínűséggel viselnek fej/fülhallgatót (Wells et al., 2018), amikor gyalognak.

A gyalogosok közlekedésbiztonsága a magyar közlekedéspolitikai egyik prioritási területe (Technológiai és Ipari Minisztérium – Belügyminisztérium, 2023). A 2023–2025 között érvényben lévő Közúti Közlekedésbiztonsági Akcióprogram kiemelt szerepet tulajdonít a gyalogosok biztonságának, a veszélyeztetett úthasználók védelmének, valamint a biztonságtudatos közlekedési magatartás elsajátításának is. A stratégia célja a közúton meghaltak és súlyosan sérültek számának csökkentése, az emberi hibákból adódó balesetek csökkentése, a közlekedők biztonságtudatosságának növelése, valamint az egészségesebb közlekedési módok előnyben részesítése.

A szakirodalmi áttekintés alapján láthatjuk, hogy a gyalogosok és a járművezetők biztonságos közlekedését számos tényező negatívan befolyásolja. Kutatásunk során azt találtuk, hogy a korábbi tanulmányok nem tértek ki az infrastruktúra kialakításának vizsgálatára (középsziget). Kutatásunk célja ezért a figyelemelterelő tényezők hatásának meghatározása a gyalogosok biztonságos átkelésére, valamint a gyalogosok forgalomra való odafigyelésének vizsgálata volt. Kutatásunk kiinduló hipotézise az volt, hogy a középszigettel ellátott gyalogos átkelőhelyeken a gyalogosok nagyobb arányban fordítják figyelmüket a forgalomra, mint a középsziget nélküli átkelőhelyeken.

A kutatás módszertana

Az infrastruktúra paraméterek hatásának meghatározásához valós környezetű, helyszíni méréseket alkalmaztunk. Kutatásunkhoz 4 budapesti helyszínt választottunk ki, amelyek mindegyike jelzőtáblával szabályozott kijelölt gyalogosátkelőhely volt. A helyszínek közül 2 helyen nem volt középsziget, míg a másik 2 helyszínen rendelkezett középszigettel. A gyalogosoknak minden esetben 2x1 forgalmi sávot kellett keresztezniük átkelésük alatt. A helyszínek kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy azok az autósok és a gyalogosok számára egyaránt frekvenciált helyek legyenek. A helyszínek kiválasztásánál törekedtünk arra, hogy a gyalogosok láthatóságát ne zavarja az út vonalvezetése és kialakítása. Ügyeltünk arra, hogy egyéb zavaró körülmény (reklámtábla, buszmegálló) se legyen a gyalogosátkelőhely környezetében. A gyalogosok részéről minden helyszínen megfelelő felálló és várakozó helyek voltak kialakítva az egyes helyszínek esetében, valamint nem akadályozta a forgalom észlelhetőségét zavaró körülmény.

A méréseinkhez helyszíni videofelvételeket rögzítettünk. A kamerák elhelyezésénél ügyeltünk arra, hogy az eszközök ne akadályozzák és befolyásolják a gyalogosok és a járművezetők megszokott viselkedését. A kamerákat a gyalogátkelőhelyek közelében helyeztük el, hogy megfelelő képi felbontásban mutassák a gyalogosok forgalomfigyelését. Ez alatt a gyalogosok által egyértelműen azonosítható viselkedést (fejmozgásokat) értettük. Ezt azért tartottuk fontosnak, mert a balesetek elkerülése a járművek és a gyalogosok közös felelőssége. A járművezetőknek világosan tudniuk kell, hogy egy gyalogos észrevette-e őket vagy sem. A pontos adatok gyűjtése érdekében, az egyes helyszíneken előzetes kísérleti méréseink alapján, 2 kamera került telepítésre. A kamerák által gyűjtött adatokat ezt követően irodai környezetben elemeztük.

3 mérési időszakban végeztünk méréseket: reggeli csúcsidő (7:00–9:00), nappali időszak (12:00–14:00), esti csúcsidő (17:00–19:00). Minden helyen azonos időszakokban mértünk, valamint minden időablakot csak egyszer mértünk le. A méréseket szeptemberben és októberben végeztük el hétköznap, jó időjárási körülmények között, rendőri jelenlét nélkül.

A kamerák által rögzített adatokat a mérések után irodai körülmények között értékeltük. Az elemzés során nem rögzítettünk minden gyalogosról adatot. Jelen felmérésünkben szereplő gyalogosokat rétegzett mintavételi eljárással választottuk ki. A kiválasztás során az összesített mérési adatokra támaszkodtunk, amelyben a leggyakoribb egyéni zavaró tényezők között szerepelt az üzenetírás (vagy képernyő figyelés) és a fej- vagy fülhallgató használata (Krizsik et al., 2023). Rajtuk kívül olyan gyalogosokat is rögzítettünk, akik láthatóan nem használtak semmilyen zavaró eszközt (ők képezték az összehasonlítás alapját).

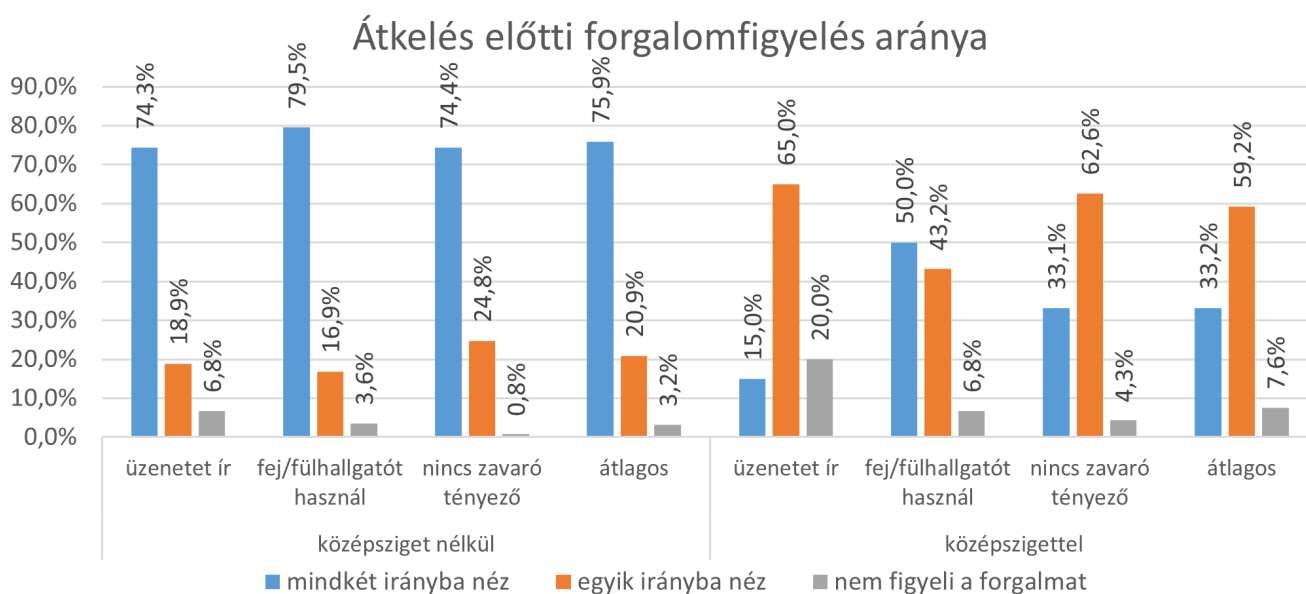
Elemzéseinkbe igyekeztünk bevonni minden mérési helyszín minden időszakából 20 fő fül/fejhallgató használót; 20 fő üzenetíró vagy képernyőfigyelőt és 20 olyan gyalogost, aki nem használ figyelemelterelő eszközt. A mérési helyek sajátosságai miatt előfordult olyan helyszín és időszak, ahol ezt az elemszámot nem sikerült elérni. Ezekben az esetekben nem bővítettük tovább a mintát egyéb adatokkal (más eszközhasználók).

Az adatokat összesítve elemeztük (időszakok között nem tettünk különbséget). Elemzésünkben összesen 500 gyalogos adatát elemeztük. Középszigettel nem rendelkező gyalogátkelőhelyeken 277 fő, középszigettel rendelkező helyen 223 fő adatát rögzítettük.

Az adatfelvétel során rögzítettük a gyalogosok átkelés előtti forgalomfigyelését, valamint átkelés közbeni forgalomfigyelését. Az adatokat IBM SPSS szoftverrel, valamint Microsoft Excel segítségével elemeztük.

Eredmények

Az átkelés előtti forgalomfigyelést a gyalogosok részéről az 1. ábra mutatja be. Az értékek azt mutatják, hogy a gyalogosok milyen arányban figyelik a forgalmat a különböző típusú gyalogátkelőhelyeken, miközben különböző figyelemelterelő eszközöket használtak.



1. ábra Átkelés előtti forgalomfigyelés

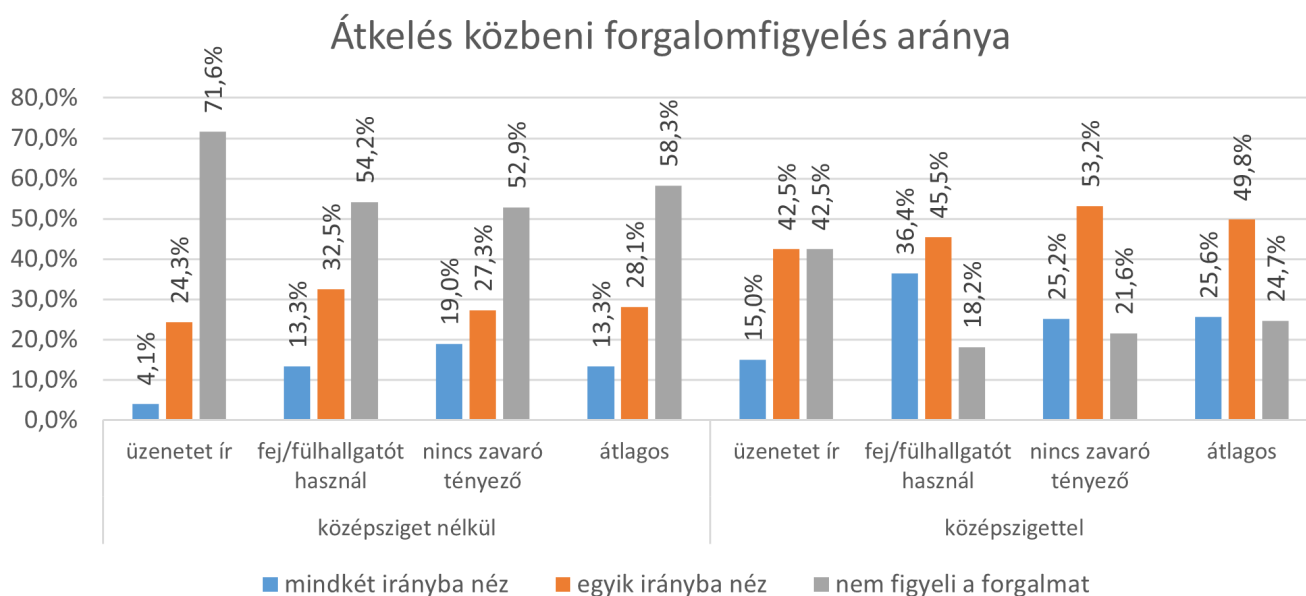
Forrás: saját szerkesztés

A gyalogosok általánosságban mindkét irányba nézték a forgalmat átkelésük előtt a középsziget nélküli gyalogátkelőhelyeken (75,9%). A forgalomra való teljes odafigyelés a fej/fülhallgatót használók körében volt a legmagasabb (79,5%), azonban a többi eszközhasználó esetében is igen kedvező értékeket mértünk. Meglepő eredményként tapasztaltuk, hogy a figyelemelterelő tényezők nélkül közlekedő gyalogosok esetében a forgalomra való teljes odafigyelés hasonló arányban fordult elő, mint az üzenetet író gyalogosok körében. A forgalom egyirányú figyelése a zavaró tényező nélkül közlekedő gyalogosokra volt leginkább jellemző, ebben az esetben a gyalogosok negyede figyelte az egyik irányt átkelése előtt. A forgalom figyelmen kívül hagyása az üzenetet írók körében volt a leggyakoribb (6,8%).

A középszigettel rendelkező gyalogátkelőhelyeken a gyalogosok inkább csak egy irányban figyelték a forgalmat (59,2%). Ebben az esetben is a forgalom gondos figyelése a fej/fülhallgatót használók körében volt a legmagasabb (50,0%), míg a forgalom figyelmen kívül hagyása az üzenetírók körében volt a leggyakoribb (20,0%). Az üzenetet író gyalogosokra a forgalom egyirányú figyelése volt leginkább jellemző (65,0%). Mindezek mellett látható, hogy az üzenetet író, forgalmat nem figyelő gyalogosok aránya a középszigettel nem rendelkező gyalogos átkelőhelyekhez képest több mint háromszoros volt. Fej/fülhallgatót használó gyalogosok esetében a leginkább jellemző magatartás a forgalom mindkét irányú figyelése volt, azonban az ő esetükben is megduplázódott a figyelmetlen gyalogosok aránya a középsziget nélküli gyalogos átkelőhelyekhez képest. Általánosságban az adatokból az látszik, hogy a forgalomra való figyelés a középszigettel rendelkező kijelölt gyalogos átkelőhelyeken csökken, arányaiban átlagosan a gyalogosok kétszerese hagyja figyelmen kívül a forgalmat a középszigettel nem rendelkező gyalogos átkelőhelyekhez képest.

A Chi-négyzet értéke 6,9, a Cramer-féle V-érték pedig 0,11 (df=4, $\epsilon=0,05$) volt középsziget nélküli gyalogátkelőhelyeken, ami azt jelenti, hogy a gyalogosok forgalomra való figyelése függ a figyelemelterelő eszközök használatától, de ez a kapcsolat gyenge. A Chi-négyzet értéke 20,2, a Cramer-féle V-érték pedig 0,2 (df=4, $\epsilon=0,05$) volt középszigettel rendelkező gyalogátkelőhelyeken, ami azt jelenti, hogy a gyalogosok forgalomra való figyelme a figyelemelterelő eszközök használatától függ, és ez a kapcsolat közepesen erős.

A gyalogosok átkelés közbeni forgalomfigyelésének arányát a 2. ábra mutatja be. Az értékek azt mutatják, hogy a gyalogosok milyen arányban figyelték a forgalmat a különböző típusú gyalogátkelőhelyeken, miközben különböző típusú figyelemelterelő eszközöket használtak.



2. ábra Átkelés közbeni forgalomfigyelés

Forrás: saját szerkesztés

A középsziget nélküli gyalogátkelőhelyeken a gyalogosok többsége nem figyelte a forgalmat átkelése közben (58,3%). Azok közül a gyalogosok közül pedig, akik figyelték a járműveket, a legtöbben csak az egyik irányba néztek. A forgalomra való kellő odafigyelés a figyelemelterelés nélkül közlekedő gyalogosoknál volt a leggyakoribb (19,0%). Üzenetet író gyalogosok esetében a forgalmat figyelő gyalogosok mindössze hatoda, a fej/fülhallgatót használó gyalogosok esetében pedig a forgalmat figyelő gyalogosok mindössze harmada figyelte mindkét irányba a forgalmat. A forgalom figyelmen kívül hagyása az üzenetet íróknál volt a leginkább jellemző (71,6%), azonban a többi eszközhasználó esetében is a gyalogosok több, mint fele nem figyelte kellő körültekintéssel a közlekedés egyéb résztvevőit.

A középszigettel rendelkező gyalogátkelőhelyeken a gyalogosok általában csak az egyik irányban figyelték a forgalmat (49,8%). Ebben az esetben a forgalomra való gondos odafigyelés a fej/fülhallgatót használó gyalogosoknál volt a leggyakoribb (36,4%), míg a forgalom figyelmen kívül hagyása az üzenetíróknál volt a leginkább jellemző (42,5%). Üzenetet író gyalogosok esetében a forgalom egyirányú, illetve nem figyelése azonos arányban volt jellemző mérésünk során. Mindezek mellett látható, hogy az üzenetet író, forgalmat nem figyelő gyalogosok aránya a középszigettel nem rendelkező gyalogátkelőhelyekhez képest arányaiban 30%-kal csökkent. Fej/fülhallgatót használó gyalogosok esetében a leginkább jellemző magatartás a forgalom egyirányú figyelése volt, azonban az ő esetükben is megduplázódott a forgalomra valamilyen szinten figyelő gyalogosok aránya a középsziget nélküli gyalogos átkelőhelyekhez képest. Általánosságban az adatokból az látszik, hogy a forgalomra való figyelés a középszigettel rendelkező kijelölt gyalogátkelőhelyeken nő, arányaiban átlagosan a gyalogosok kétszerese figyeli jobban a forgalmat a középszigettel nem rendelkező gyalogos átkelőhelyekhez képest.

A Chi-négyzet értéke 11,6, a Cramer együttható értéke 0,1 volt középsziget nélküli gyalogátkelőhelyeknél, míg középszigettel rendelkező átkelőhelyek esetében 11,1 és 0,2. Ez azt jelenti, hogy mindkét helyszíntípus esetében, a forgalomra való figyelés függ az eszközhasználatától, azonban ez a függőségi kapcsolat gyenge.

Az átkelés előtti és alatti forgalomfigyelést összehasonlítva megállapítottuk, hogy a gyalogosokra nem jellemző a járműforgalom teljes mértékű figyelmen kívül hagyása. A gyalogosok 96,8%-a figyelte valamilyen szinten a forgalmat a középsziget nélküli átkelőhelyeken, míg középszigettel rendelkező átkelőhelyeken 92,4%-a átkelés előtt. Méréseink alapján a középsziget nélküli átkelőhelyeken ez az arány az átkelés során a felére csökken (41,4%), míg a középszigettel rendelkező átkelőhelyeken a forgalomfigyelés aránya csökken ugyan, de továbbra is magas (75,3%) marad.

Az eredmények értelmezése

A mindennapi biztonságos utazáshoz elengedhetetlen, hogy minden közlekedő a lehető legnagyobb körültekintéssel és odafigyeléssel vegyen részt a közlekedésben. Számos nemzetközi kutatás folyt a járművezetők kognitív jellemzőivel kapcsolatban, amelyek a járművezetői figyelem vezetés során betöltött szerepére hívták fel a figyelmet. A közlekedés során azonban nem csak a járművezetőknek, hanem a többi közlekedőnek is oda kell figyelnie egymásra. Manapság az utazás közben végzett egyéb tevékenység minden közlekedő körében népszerű: telefonos beszélgetés; Facebook használat; zenehallgatás. A kognitív tulajdonságok (figyelem, információfeldolgozás, értelmezés) a védtelen úthasználók biztonsága szempontjából is elengedhetetlenek. Kutatásunkat ezért a gyalogosok körében végeztük el a gyaloglás közbeni figyelemelterelés vizsgálatával.

Kutatásunk célja volt a gyalogosok közlekedésében népszerű figyelemelterelő tényezők vizsgálata. Elsődleges kutatási célunk volt annak meghatározása, hogy ezek a figyelemelterelő tényezők milyen hatással vannak a gyalogosok figyelmére, forgalomra való odafigyelésére. Kutatásunk kiinduló hipotéziseként azt feltételeztük, hogy a gyalogosok figyelmének szintjét a jelzőtáblákkal szabályozott gyalogátkelőhelyeken befolyásolják a gyaloglás közben végzett másodlagos tevékenységek. E mellett kiinduló hipotézisként feltételeztük azt is, hogy az infrastruktúra kialakítása (vizsgálatunkban a középsziget jelenléte) befolyásolja a gyalogosok forgalomra való odafigyelését zavaró tényező használata mellett, valamint ezek nélkül közlekedő gyalogosok esetében is.

Eredményeink alapján azt találtuk, hogy a közlekedési figyelem a gyalogosok eszközhasználatától függ. Az irodalomban fellelhető eredményekhez hasonlóan kutatásunk is arra a következtetésre jutott, hogy az eszközhasználat csökkenti a forgalomra irányuló figyelmet. Eredményeink azt mutatták, hogy a kijelölt gyalogátkelőhelyeken az átkelés előtti és alatti forgalomfigyelést leginkább az üzenetírás csökkenti. Tanulmányunkban a zenehallgatás csekély hatással volt a gyalogosok figyelmének szintjére. Kutatási eredményeink, a nemzetközi eredményekhez

képest, egyes képet mutattak. Zhou és munkatársai azt találták, hogy a zavaró tényezők nélküli gyalogosok közel 68,7%-a átkelés közben figyelte a forgalmat (Zhou et al., 2019). Vizsgálatunkban ez az arány jóval alacsonyabb volt (17%). Pesic és munkatársai megállapították, hogy a másodlagos tevékenységet végző gyalogosok 38,6%-a nem figyelte a forgalmat az átkelés előtt és közben sem. Vizsgálatunkban az üzenetet író gyalogosok átlagos forgalomfigyelési aránya 2,3%, a fej/fülhallgatót használó gyalogosok esetében pedig 11,5% volt (Pestic et al., 2016). A tapasztalatok és a szakirodalmi eredmények is azt mutatják, hogy a gyalogosok egyre nagyobb hányada használja a telefonját átkelés közben.

Kutatásunkból az is kiderült, hogy az átkelés előtti forgalomfigyelést nemcsak a gyalogosok eszközhasználata, hanem az infrastruktúra kialakítása is meghatározza. A középsziget nélküli átkelőhelyeket mindkét irányú forgalom figyelése jellemzi, függetlenül az eszközök használatától, míg a középszigettel rendelkező átkelőhelyeket inkább az egyirányú odafigyelés jellemzi. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a gyalogosok a közvetlenül őket érő konfliktusokra figyelnek leginkább. Az eredmények arra utalnak, hogy a középszigetet a gyalogosok biztonsági pontnak tekintik az átkelés során, így nem veszik figyelembe átkelés előtt a „későbbi” forgalmi sávot. Ez a magatartás a fej-/fülhallgató használók kivételével minden közlekedői csoportra jellemző volt. A fej/fülhallgatót használók esetében a többi csoporttól különböző magatartás további vizsgálat tárgyát képezheti, mivel az eltérő viselkedés magyarázatára nem találtunk jelenleg indokot.

A gyalogosokat átkelésük közben (hasonlóan az átkelés előtti viselkedéshez) más-más magatartás jellemezte a különböző típusú átkelőhelyeken. A gyalogosok hajlamosabbak arra, hogy átkelésük közben egyáltalán ne figyeljék a forgalmat a középsziget nélküli átkelőhelyeken. Ezzel szemben a gyalogosok többsége középszigettel rendelkező átkelőhelyeken inkább csak az egyirányú forgalmat figyeli. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a középsziget nélküli gyalogátkelőhelyeken a gyalogosok nem tartják szükségesnek, hogy átkelés közben figyeljék a forgalmat. Ezekben az esetekben a gyalogosok a megállt jármű mögül nem számítanak újabb érkező járműre, valamint nem számítanak arra sem, hogy az ellenkező irányban nem kapják meg az elsőbbségüket az érkező járműtől. A gyalogosok és a járművek közötti nagy sebességkülönbség miatt azonban a figyelem korlátozása, vagy esetenként a körütekintés elmulasztása gyorsan súlyos sérülésekhez vezethet. A középszigettel rendelkező átkelőhelyek esetében a gyalogosok a középszigetet egy biztos pontnak tekintik átkelésük során. Az eredmények alapján a gyalogosok számítanak arra, hogy az érkező járművektől nem biztos, hogy megkapják elsőbbségüket.

A hipotézis teszt (Chi-négyzet teszt) eredményei azt mutatták, hogy van kapcsolat a zavaró eszközhasználat és a forgalomfigyelés között, de ez a kapcsolat a legtöbb esetben gyenge. Ez azt jelenti, hogy méréseinkben a gyalogosok forgalomra irányuló figyelmét kis mértékben befolyásolta csupán a gyalogosok eszközhasználata. Az átkelés előtti és közbeni forgalomfigyelés és az eszközhasználat általános összefüggése azonban erős kapcsolatot mutatott a középszigettel rendelkező átkelőhelyek esetében. Ez azt jelenti, hogy a gyalogosok viselkedését ezeken a helyeken nem befolyásolja, hogy az átkelőhely előtt vagy az átkelőhelyen vannak-e.

Következtetések

A gyalogosok és a járművezetők maximális figyelme elengedhetetlen a mindennapi közlekedéshez. Ezt a figyelmet negatívan befolyásolják az utazás során végzett másodlagos tevékenységek. Sok esetben előfordulhat, hogy a gyalogosok telefonon beszélnek, üzenetet írnak vagy zenét hallgatnak, hogy maximalizálják hasznos idejüket. Jelenleg nincs olyan szabályozás Magyarországon, amely tiltaná ezeket a tevékenységeket a gyalogos közlekedésben. Kutatásunkat a kijelölt gyalogosátkelőhelyeken, a gyalogosforgalom interakciók szempontjából kritikus ponton végeztük el. Kutatásunk célja volt a gyalogosok közlekedésében népszerű figyelemelterelő tényezők vizsgálata. Elsődleges kutatási célunk volt annak meghatározása, hogy ezek a figyelemelterelő tényezők milyen hatással vannak a gyalogosok figyelmére, forgalomra való odafigyelésére.

Eredményeink innovatív aspektusa a gyalogosok zavaró tényezőinek, a gyalogosok forgalomra való figyelésének és a kijelölt infrastruktúra együttes elemzése. Összességében eredményeink azt mutatják, hogy a gyalogátkelőhelyek kialakítása nagyobb hatással van a gyalogosok közlekedési tudatosságára, mint a figyelemelterelő eszközök használata. Bár az eszközhasználat a forgalomra irányuló figyelmet is korlátozza, kutatásunk szerint ez kevésbé befolyásoló tényező. Az eredmények arra utalnak, hogy a gyalogos infrastruktúra kialakítása jelentősen hozzájárulhat a gyalogosok biztonságához. Kutatásunk kezdetén nem számítottunk arra, hogy a gyalogátkelőhelyekhez kapcsolódó középsziget ekkora hatással lesz a gyalogosok figyelmére, valamint arra sem számítottunk, hogy a középsziget nélküli gyalogátkelőhelyeknél a gyalogosok forgalomra irányuló figyelme az átkelés során felére csökken.

Kutatási eredményeinket jelenleg is hasznosíthatónak véljük, azonban kutatásunknak van néhány korlátja, amelyet a további kutatási munkánk során fel kívánunk oldani. A mérések megvalósíthatósága miatt, helyszíneinket a jelzőtáblával szabályozott kijelölt gyalogosátkelőhelyekre korlátoztuk. Kutatásunkban az infrastruktúra szempontjából kizárólag a középsziget meglétének (nem meglétének) vonatkozásában vizsgáltunk. További kutatási irányt jelenthetnek jelenlegi eredményeinknek összevetése az egyéb infrastrukturális jellemzők vizsgálatával (sávok száma, jelzéseképek, irányítási mód). Eredményeink másik korlátja a zavaró tényezők szűkössége. Érdekesnek tartjuk egyéb pszichológiai zavaró tényezők (pl. gondolkodás, hangulat) hatásának vizsgálatát is a közlekedésben. Értékelésünkben és eredményeinkben nem tettünk különbséget a mérési időszakok, a gyalogosok neme és életkora között. Érdekes lenne ezeket külön vizsgálni, hiszen a fáradtság közlekedési figyelemre gyakorolt hatása is megmutatkozhat az eredményekben.

Úgy gondoljuk, hogy kutatásunk eredményei több területen is hasznosíthatóak. Eredményeinket hasznosíthatónak tartjuk a balesetek és sérülések megelőzése érdekében végzett munkában. Eredményeinket beilleszthetőnek véljük az ember - jármű - infrastruktúra háromszög minden olyan pontjába, amelyek hozzájárulnak a balesetek és sérülések elkerüléséhez. Az emberi tényező esetében fontosnak tartjuk a gyalogosok tudatosítását, oktatását az egyes eszközök által okozott figyelemkorlátozásokra, valamint a saját közlekedési felelősségükre. Eredményeink beépíthetőek a képzési és nevelési programokba is, amelyek segítségével a gyalogosok saját biztonsága növelhető. A járműfejlesztés területén kutatási eredményeinket az autonóm rendszerek fejlesztési inputjának tekintjük. Az eredmények integrálása az autonóm rendszerekkel és járművekkel kapcsolatos kutatásokba elősegítheti a gyalogosok jobb azonosítását, viselkedésmintáik felismerését. Mindezek mellett érdemesnek tartjuk megvizsgálni a gyalogosok zavaró tényezőit észlelő járműrendszereket a fejlesztési folyamatok során. Az infrastruktúra területén eredményeinket az intelligens közlekedési rendszerek területéhez köthetjük. Az infrastruktúra intelligenssé válásával lehetőség lenne olyan eszközök telepítésére, melyek észlelik a gyalogosok helytelen viselkedését (eszközhasználatát) és célzott üzeneteket küldenek mind a gyalogosok, mind a járművezetők részére a gyalogátkelőhelyek körüli tudatosság növelése érdekében.

Eredményeink rendkívül relevánsak a közlekedésbiztonság szempontjából, hiszen a biztonságos közlekedéshez nélkülözhetetlen figyelem korlátozódása és a gyalogosok figyelmetlensége könnyen súlyos balesetekhez vezethet. Az eredmények azt mutatják, hogy van kutatási potenciál a gyalogosok figyelemelterelésének vizsgálata terén. Kutatásunkkal, a terület további részletes vizsgálatával olyan intézkedések határozhatók meg, amellyel a gyalogosok figyelmetlensége miatt bekövetkezett balesetek csökkenthetővé válhatnak. Kutatásunkkal és eredményeinkkel célunk egy biztonságos, balesetmentes közlekedési rendszer kialakításának elősegítése.

Köszönetnyilvánítás

A C1761302 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a KDP 2021 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Felhasznált irodalom

- Bendak, Salaheddine et al. (2021): Factors affecting pedestrian behaviors at signalized crosswalks: An empirical study, *Journal of Safety Research* 76, 269–275. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.12.019>
- Esztergár Kiss Domokos – Csiszár Csaba (2016): Multicriteria Analysis of Hungarian Journey Planners, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 44:2, 97–104. <https://doi.org/10.3311/PPtr.8570>
- European Commission (2021): Road safety thematic report – Pedestrians. European Road Safety Observatory, European Commission, Directorate General for Transport, Brussels, 20 o.
- Hatfield, Julie – Murphy, Susanne (2007): The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at signalised and unsignalised intersections, *Accident Analysis & Prevention* 39:1, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.07.001>
- Horberry, Timothy – Osborne, Rachel – Young, Kristie (2019): Pedestrian smartphone distraction: Prevalence and potential severity, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 60, 515–523. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.11.011>
- Jiang, Kang et al. (2018): Effects of mobile phone distraction on pedestrians' crossing behavior and visual attention allocation at a signalized intersection: An outdoor experimental study, *Accident Analysis & Prevention* 115, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.019>
- Krizsik Nóra – Sipos Tibor (2023): Social Perception of Autonomous Vehicles, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 51:2, 133–139. <https://doi.org/10.3311/PPtr.20228>
- Krizsik Nóra – Sipos Tibor – Berényi János (2023): Gyalogos közlekedők figyelemelterelő hatásai, I. Közlekedésbiztonsági Konferencia, 2023. szeptember 21–22., Győr, 110–116.
- Liu, Yan – Alsaleh, Rushdi – Sayed, Tarek (2021): Modeling the influence of mobile phone use distraction on pedestrian reaction times to green signals: A multilevel mixed-effects parametric survival model, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 81, 115–129. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.05.020>
- Nagy Simon – Csiszár Csaba (2020): The quality of smart mobility: A systematic review, *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport* 109, 117–127. <https://doi.org/10.20859/sjsust.2020.109.11>
- Overton, Tiffany L. et al. (2015): Distracted driving: prevalence, problems, and prevention, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* 22:3, 187–192. <https://doi.org/10.1080/17457300.2013.879482>
- Oviedo-Trespalacios, Oscar et al. (2016): Understanding the impacts of mobile phone distraction on driving performance: A systematic review, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 72, 360–380. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.10.006>
- Pešić, Dalibor et al. (2016): The effects of mobile phone use on pedestrian crossing behaviour at unsignalized intersections – Models for predicting unsafe pedestrians behaviour, *Safety Science* 82, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.08.016>
- Prat, F. et al. (2015): An observational study of driving distractions on urban roads in Spain, *Accident Analysis & Prevention* 74, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.003>
- Redelmeier, Donald A. – Tibshirani, Robert J. (1997): Association between CellularTelephone Calls and Motor Vehicle Collisions, *New England Journal of Medicine* 336:7, 453–458. <https://doi.org/10.1056/NEJM199702133360701>

Ropaka, Marília – Nikolaou, Dimitrios – Yannis, George (2020): Investigation of traffic and safety behavior of pedestrians while texting or websurfing, *Traffic Injury Prevention* 21:6, 389–394.
<https://doi.org/10.1080/15389588.2020.1770741>

Rosén, Erik – Stigson, Helena – Sander, Ulrich (2011): Literature review of pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis and Prevention* 43:1, 25–33.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.04.003>

Technológiai és Ipari Minisztérium – Belügyminisztérium (2023): Közúti Közlekedésbiztonsági Akcióprogram 2023-2025, 72 o.

Thompson, Leah L. et al. (2013): Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour: an observational study, *Injury Prevention* 19:4, 232–237.
<https://doi.org/10.1136/injuryprev-2012-040601>

Wells, H. L. et al. (2018): Distracted Pedestrian Behavior on two Urban College Campuses, *Journal of Community Health* 43, 96–102. <https://doi.org/10.1007/s10900-017-0392-x>

Young, Kristie L. –RudinBrown, Christina M. – Lenné, Michael G. (2010): Look Who's Talking! A Roadside Survey of Drivers' Cell Phone Use, *Traffic Injury Prevention* 11:6, 555–560.
<https://doi.org/10.1080/15389588.2010.499442>

Zhou, Zhuping et al. (2019): Impacts of mobile phone distractions on pedestrian crossing behavior at signalized intersections: An observational study in China, *Advances in Mechanical Engineering* 11:4.
<https://doi.org/10.1177/1687814019841838>

A hazai közúti baleseti helyzet vármegyei szintű elemzése

Beküldve: 2024.03.05.
Elfogadva: 2024.04.22.
Online közzététele: 2024.11.29.



ÖTVÖS VIKTÓRIA osztályvezető, tudományos segédmunkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésbiztonsági Kutatóközpont, otvos.viktoria@kti.hu

DR. PAUER GÁBOR osztályvezető, tudományos munkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésbiztonsági Kutatóközpont, pauer.gabor@kti.hu

Kivonat: Az EU a tagállamokat arra ösztönzi, hogy a közös célokat nemzeti közúti közlekedésbiztonsági stratégiájuk megvalósításával érékel, figyelembe véve sajátos helyzetüket, saját igényeiket és lehetőségeiket, és javasolja, hogy a tagállamok a legkedvezőtlenebb területekre összpontosítsák erőfeszítéseiket. Ezek alapján került meghatározásra a hazai stratégiai dokumentum, a Közúti Közlekedésbiztonsági Akcióprogram 2023–2025 jövőképe is: a „Vision Zero” elve alapján 2050-re közel nullára csökkenjen a közúti halálozások, illetve a súlyos sérültek száma is. Az időközi cél a súlyosan sérültek és a közúti halálozások számának felére csökkentése 2030-ig a 2020-as adatokhoz képest. Az ambiciózus stratégiai célok megvalósításához elengedhetetlen a közlekedésbiztonsági beavatkozások megfelelő tervezése és országos szintű koordinációja. A különböző területi egységek (vármegyék) közlekedésbiztonsági tevékenységének stratégiai célokkal való összehangolása, és a megfelelő beavatkozások területeinek azonosítása még hatékonyabbá teheti a prevenciók tevékenységek végzését.

Kulcsszavak: közlekedésbiztonság; közlekedésstratégia; akcióterv; balesetmegelőzés

Analysis of the road safety in Hungary at the level of counties

Abstract: The EU calls on Member States to achieve the common objectives through the implementation of their national road safety strategies, taking into account their specific situation, needs and potential, and recommends that Member States focus their efforts on the most disadvantaged areas. This is also the basis for the vision of the national strategy document, the Road Safety Action Programme 2023–2025, which is based on the Vision Zero principle of reducing road fatalities and serious injuries to almost zero by 2050. The interim target is to halve the number of serious injuries and road deaths by 2030 compared to 2020. Adequate planning and coordination of road safety interventions at national level are essential to achieve these ambitious strategic goals. Aligning the road safety activities of the different territorial units (counties) with the strategic objectives and identifying areas for effective interventions can make prevention activities even more effective.

Keywords: road safety; strategy; action plan; accident prevention

Bevezetés

A hazai közlekedésbiztonsági munka alapvető stratégiai dokumentuma a Közúti Közlekedésbiztonsági Akcióprogram (KKBAP), amely hároméves időkeretben határozza meg a közlekedésbiztonsági munka alapvető céljait, irányait és kapcsolódó feladatait. Magyarország közlekedéspolitikai célja legfeljebb öt éves távlatban az uniós átlag elérése (a halálos áldozatok számának egymillió lakosra vetített arányát tekintve). A közúti közlekedésbiztonság javítására irányuló tevékenység stratégiai céljai a Kormány által is aláírt Vallettai Nyilatkozat, és a 2021–2030 közötti időszakra vonatkozó uniós közlekedésbiztonsági szakpolitikai keret alapján a következők:

- különös erőfeszítéseket kell tenni az olyan országokban, így köztük Magyarországon is, ahol a közúti közlekedésbiztonsági szint nem éri el az uniós átlagot, ennek keretében csökkenteni kell a halálos áldozatok, illetve külön a súlyosan megsérültek számát (2030-ig 50%-os csökkenés realizálásával),
- a megfelelő források biztosításával és hatékony kihasználásával csökkenteni kell a baleseti veszteségtérteket, mivel a halálos, illetve a súlyos sérüléssel járó közúti balesetek folyamatosan magas száma a nemzetgazdaság számára elfogadhatatlan költségekkel jár és jelentős társadalmi problémát okoz,

- a közlekedők biztonságtudatosságát növelni szükséges még hatékonyabb oktatással, képzéssel, széles társadalmi kört elérő kampányokkal,
- törekedni kell az egészségesebb közlekedési környezet kialakítására az éghajlati kihívások leküzdésével,
- megfelelő szintű finanszírozást kell biztosítani a jövőben a közúti közlekedés biztonságával foglalkozó szakpolitikák, programok és kutatások számára.

Összhangban a kormányzati törekvésekkel, a közúti közlekedésbiztonsági stratégiai program általános célja a magyarországi közúti közlekedési rendszerek és mobilitási szolgáltatások biztonságosabbá tétele érdekében, a programidőszakra vonatkozó szakfeladatok meghatározása, a közlekedési hatósági és közlekedésrendészeti állami feladatok összehangolása.

A stratégiai program átfogó céljai a halálos balesetek és súlyos sérülések számának folyamatos csökkentése, az emberi élet elsődlegessége, a „Vision Zero” szemlélet, mint etikai állásfoglalás részeként a közúti közlekedésben a halálos és súlyos sérülések elutasítása, valamint a hazai közúti közlekedésbiztonsági helyzet javításával az európai átlag elérése az általános közúti közlekedésbiztonsági mutatók alapján képzett rangsorok tekintetében (European Commission, 2020)

Középtávú cél a halálos áldozatok és a súlyosan sérültek számának felére csökkentése 2030-ig, a 2020-as adatokhoz képest, hosszútávú cél a halálos áldozatok és a súlyosan sérültek számának gyakorlatilag nullára csökkentése 2050-re.

A közlekedéspolitikai célkitűzések alapvetően a hatékony közlekedési rendszer kialakítása és fenntartása köré szerveződnek. Ennek keretében különösen a fenntartható mobilitás elérése, az újszerű közlekedési modellek megjelenése, a közlekedésbiztonság fokozása és a közlekedéssel kapcsolatos piaci torzulások megszüntetése kiemelt terület. A közlekedésbiztonsági célok mellett jelentős szerepet kap a környezetvédelem, a két terület közti összefüggések (Török, 2017) figyelembevételével.

A baleseti helyzet, a korábbi intézkedések tapasztalatai, valamint az európai program struktúrája alapján a következő szakmapolitikai pillérstruktúra került kialakításra: biztonságtudatos közlekedők – az oktatás-nevelés-képzés, balesetmegelőzés, szabályozás és ellenőrzés, biztonságos járművek és környezet, kutatás-fejlesztés-innováció (TIM – BM, 2022).

A biztonságtudatos közlekedők – az oktatás-nevelés-képzési tevékenység keretében a lehető legszélesebb társadalmi kört elérő programok indítása, korszerű, elektronikus oktatási anyagok biztosítása, az emberi hibákból adódó balesetek számának csökkentése, a védtelen közlekedők biztonságának növelése jelent kiemelt feladatot. Az oktatás-nevelés-képzési tevékenység átfogó célja, hogy a köznevelési intézményi rendszer keretei között korszerű közlekedési és közlekedésbiztonsági ismereteket tartalmazó oktatási tananyagok biztosításával jelentősen növelni kell a biztonságos közlekedésre felkészítés hatékonyságát, és azt folyamatosan mérni, értékelni szükséges.

A balesetmegelőzési tevékenység keretében az állampolgári bizalom erősítése – a közlekedésrendészeti, a közlekedési hatósági és szabályozási tevékenységek elfogadottságának és pozitív megítélésének viszonyrendszerében – a balesetmegelőzési tevékenység további kiegyensúlyozott fejlesztése jelenti a legfontosabb feladatot. A balesetmegelőzési tevékenység átfogó célja, hogy a feltételrendszerének megfelelően járuljon hozzá a személy-sérüléses közúti balesetek, a balesetben meghalt, megsérült személyek, valamint az ittasan okozott balesetek számának csökkentéséhez.

A szabályozási és ellenőrzési tevékenység keretében a közlekedés biztonságát szolgáló intézkedések társadalmi elfogadottságának erősítése, az együttműködés felelősségének tudatosítása kiemelt feladat. Emellett a közlekedési környezet biztonságosabbá tétele, a fejlődő technológia kapcsán szükséges új szabályozások kialakítása, a fenntarthatóságot és biztonságot támogató, erős igazgatás és állami szerepvállalás, az emberi élet, testi épség és egészség védelme, a jogkövető magatartás fejlesztése, a technikai innovációs megoldások gyakorlati és széleskörű alkalmazása jelenti a legfőbb szempontokat. A szabályozás eszközeivel teremthető meg az a jogszabályi környezet, amely a sikeres közlekedésbiztonsági tevékenység végzéséhez szükséges. Ennek megfelelően kiemelten fontos a szabályozási háttér rendszeres felülvizsgálata és további módosítások végrehajtása, a szabályozási tevékenység szakmai támogatása. A közúti ellenőrzések rendszeres végrehajtása a balesetek megelőzésének, a jogérvényesítésnek, a jogkövető magatartás kikényszerítésének és a szabályok ellen vétő közlekedők kiszűrésének kiemelkedően hatékony módszere. Ezért hazánkban is az egyik legfontosabb közlekedésbiztonsági feladat a közúti ellenőrzések fokozása és azok hatékonyságának növelése. A közlekedési környezet biztonságosabbá tétele, az emberi élet, testi épség és egészség védelme érdekében az Akcióprogram időszaka alatt tovább kell fejleszteni a szabályozási hátteret, valamint a közúti ellenőrző tevékenységet.

A biztonságos járművekre és környezetre vonatkozó feladatok tekintetében a járműbiztonság fokozott erősítése,

a fenntartható autóipari, mobilitási technológiák és megoldások támogatása, a jövő járművei és kommunikációs technológiái számára teljes körű tesztkörnyezet további fejlesztése, biztonságos infrastruktúra kialakításának és fejlesztésének támogatása említendő. A hálózatba kapcsolt, automatizált és elektromos járművek közlekedési környezettel szemben támasztott követelményeinek elemzése és az úthálózat-, infrastruktúrafejlesztést szakmailag támogató feladatok jelentős kihívást jelentenek a szakterület jövőjét illetően. A jövőben kiemelt feladat lesz a járművekben és az infrastruktúrában keletkező adatok továbbításával, tárolásával, elemzésével, biztonságával és felhasználásával kapcsolatos kihívásokra válaszolni. A hálózatba kapcsolt és automatizált, valamint elektromos hajtású járművek társadalmi és gazdasági szempontokkal, kutatási, oktatási feladatokkal és jogszabályi háttérrel kapcsolatos dimenzióit támogató feladatok megvalósítása kiemelt jelentőségű. Az időszakos műszaki vizsgálattal, a közúti járművek műszaki megvizsgálásával, a közúti járművek forgalomba helyezésével és forgalomban tartásának műszaki feltételeivel, a közúti járművek környezetvédelmi felülvizsgálatának szabályaival, a közúti közlekedési igazgatással és ellenőrzéssel kapcsolatos feladatok célja a járműbiztonság erősítése.

A kutatás-fejlesztési és innovációs feladatok keretében a közlekedés biztonságát jellemző fő teljesítménymutatók létrehozása, gyűjtése, folyamatos, K+F és innovációs tevékenységek fejlesztése, ösztönzése, támogatása, széleskörű társadalmi együttműködés megvalósítása a közlekedésbiztonság javítása érdekében, illetve a nemzetközi kapcsolatok fejlesztése fontos feladat. A közlekedésbiztonsági célú kutatások tényleges hasznosulásának, hatékonyságnövelésének kulcsa, hogy valós, indokolt és építő szándékok, célok mentén forrjanak ki a kutatási témák, azok egymásra épüljenek. Fontos, hogy legyen mód és szándék a jövőbeni feladatok feltérképezésére, újszerű megoldások keresésére, gyakorlatias szellemű és gyakorlati kutatásokra, az eszközök valóban hatékony alkalmazási feltételeinek vizsgálatára, a várható eredmények előre becslésére, a beavatkozások értékelésére. A nemzetközi kapcsolatok erősítésének, a legjobb nemzetközi gyakorlatok megismertetésének és alkalmazásának célja a hazai közlekedésbiztonsági tevékenység eredményességéhez való hozzájárulás.

A KKBAP által megfogalmazott ambiciózus stratégiai célok megvalósításához a közlekedésbiztonsági beavatkozások megfelelő tervezése és országos szintű koordinációja elengedhetetlen. A vármegyékben folyó közlekedésbiztonsági tevékenységet az Országos Balesetmegelőzési Bizottság vármegyei és fővárosi balesetmegelőzési bizottságai fogják össze. A bizottságok munkájában részt vesznek a helyi közlekedéshez köthető állami, önkormányzati, civil és gazdasági szereplők is. A balesetmegelőzési tevékenység végrehajtása érdekében rendkívül széles kapcsolati rendszert ápolnak, többek között a közutak kezelőivel, az önkormányzatokkal, a polgárőrséggel, a katasztrófavédelemi szervekkel, valamint állami és civil szervezetekkel, multinacionális cégekkel, sportegyesületekkel, amely szervezetek felelősséget vállalnak a közlekedésbiztonság fenntartása érdekében. Az ORFK-OB B folyamatos koordinációval, rövid, közép, és hosszú távú stratégiák mentén hajtja végre azokat a feladatokat, amelyek a magyar és az uniós közlekedésbiztonsági célok elérését szolgálják.

A vármegyékben folyó közlekedésbiztonsági tevékenység hatékony ellátásához, a kitűzött célok és elvégzendő feladatok megvalósításához szükséges a helyi szintű problémák feltárása, a beavatkozások területeinek azonosítása. A helyi közlekedésbiztonsági tevékenység a helyi közlekedés folyamataiba történő tudatos beavatkozást jelent, azzal a céllal, hogy a helyben élők számára a korábbinál kedvezőbb szituáció jöjjön létre. Minthogy a helyi közlekedés alapvető és közvetlen hatással vannak az ott élők életminőségére (jóval inkább, mint például az ország közlekedésének átlagos helyzete), így a helyi közlekedésbiztonsági tevékenységek mindennapi életünkre gyakorolt befolyása is jelentős. Helyi szinten sokkal jobban határozhatók meg azok a folyamatok, amelyekbe az ott élők érdemi eséllyel képesek bekapcsolódni, érdemben képesek befolyásolni. A helyi közlekedésbiztonsági fejlesztések és tevékenységek a helyi folyamatok közül természetesen a helyi közlekedés biztonságának javítását helyezi a középpontba.

A kutatás célja, hogy az országos közlekedésbiztonsági stratégiai feladatokat vármegyékre lebontva is részletezni lehessen, ezzel még hatékonyabban támogathatóvá válnak a helyi közlekedésbiztonsági folyamatok és fejlesztések.

Vármegyék közlekedésbiztonsági helyzetének elemzési lehetőségei

A KTI Közlekedésbiztonsági Kutatóközpontja korábbi, 2021-es projektjében (Pauer, 2021) a különböző területi egységek vizsgálata révén olyan, adatokon alapuló csoportosító eljárásokat dolgozott ki, amelyek a közlekedésbiztonsági helyzet értékelését célzó összehasonlításokhoz képeznek módszertani alapot. A projekt keretében a nemzetközi összevetések támogatására országok csoportjait képző, majd ezt követően a hazai adatokra adaptált, vármegyék klaszterezésére alkalmas módszertan kidolgozása történt meg.

A kutatás első lépéseként áttekintettük a leggyakrabban vizsgált, közlekedésbiztonságot jellemző mutatókat, és az összevetések módszertanát, valamint a közlekedésbiztonságra vonatkozó stratégiai dokumentumokat és kiadványokat a nemzetközi szakirodalomban. Az áttekintett irodalmak alapján megállapítható, hogy az európai uniós és általában az arra hivatkozó nemzeti közlekedésbiztonsági stratégiák az elsődleges célszámokat az abszolút közúti baleseti- és sérültszámokból származtatják, leginkább csak a meghaltak számára, és annak kívánt változásaira fókuszálva. Az abszolút baleseti- és sérültszámok önmagukban történő értékelése azonban messze nem elegendő, a biztonsági szint alakulására ugyanis számos egyéb tényező is befolyással bír (Sipos, 2017). A baleseti helyzetkép részletes és pontos elemzésére ezért szükséges számított, úgynevezett fajlagos számokat, ún. baleseti mutatókat és teljesítménymutatókat is alkalmazni. Fajlagos számok, mutatók képzése során a baleseti adatokat valamilyen, veszélyeztetettséget kifejező adatra, pl. futásteljesítményre, szakaszhosszra, járműszámra, vagy egyéb tényezőkre vetítjük, figyelembe véve ezáltal az esemény bekövetkezésének valószínűségét, kockázatát befolyásoló, ún. „exposure” adatokat is. Elsősorban a forgalom alakulása, a járművek által megtett utak hossza befolyásolja a baleseti helyzet alakulását, azonban sok esetben forgalmi adatok nem állnak rendelkezésre, ilyenkor egyéb, könnyebben mérhető, és a forgalmi teljesítményre közvetve utaló tényezőket (pl. járműállomány, népességi adatok, üzemanyag-fogyasztás) vehetünk figyelembe. Amennyiben a kitétségi, avagy expozíciós adatok egyáltalán nem állnak rendelkezésre, vagy nem megbízhatóak, összetettebb módszerek is alkalmazhatók a területi egységek összevetésére (pl. adatboríték elemzés – DEA). Shen és társai a DEA-t, mint teljesítmény mérési technikát vizsgálták, amely teljes áttekintést ad egy ország közlekedésbiztonsági helyzetéről, és megmondja, hogy az ország közlekedésbiztonsági eredményei megfelelnek-e az expozíciós szint (megtett km) alapján várható számoknak. Háromféle módszert vizsgáltak: a DEA alapú közlekedésbiztonsági modellt (DEA-RS), a keresztthatékonysági módszert és a kategorikus DEA modellt. A kockázatnak való kitétséget használva bemeneti adatnak és a halálos balesetek számát kimenetinek, mind a 27 EU országra kiszámították a közlekedésbiztonsági hatékonyság pontszámát a DEA-RS modell alapján, és a keresztthatékonysági adatok alapján megállapították az országok rangsorát (Shen et al., 2012).

A legfontosabb, baleseti helyzet értékelésére szolgáló mutatók közé sorolható a relatív baleseti mutató (RBM), a relatív halálozási mutató (RHSM), a balesetsűrűség, a sérültek száma és a balesetszám alapján képzett súlyossági mutató, a meghaltak száma alapján képzett mutatók, valamint a közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók. Megjegyzendő, hogy a teljesítménymutatókon alapuló nemzetközi összevetéseknek nem célja kisebb, egyéb jellemzőikben homogén csoportok képzése a pontosabb, valósabb képet adó összevetések elvégezhetősége érdekében. Készültek azonban olyan kutatások, amelyek az egyes országok eltérő paramétereit figyelembe véve képeznek homogénnek tekintett, egymással jól összevethető csoportokat. A legjelentősebb ilyen jellegű kezdeményezés a 2008-ban megvalósult SUNflower elnevezésű projekt volt. Az országok csoportosításához többek között területi és demográfiai adatokat, fejlődési mutatókat, illetve a közlekedésbiztonságot leíró statisztikákat is alkalmaztak (Wegman et al., 2008). Több hasonló kezdeményezés áttekintése alapján is elmondható, hogy a kutatók az ilyen összetett modellek alapján történő értékeléseket, rangsorolásokat részletesebbnek, és ezáltal hatékonyabbnak találják a csupán számadatokon, mutatókon alapuló, egyéb jellemzőket figyelmen kívül hagyó közlekedésbiztonsági elemzésekhez képest (Koornstra et al., 2002).

A KTI által megvalósított korábbi projektben (Pauer, 2021) a fenti megállapításokra támaszkodva elsőként egy olyan modell került kidolgozásra, amely alkalmas arra, hogy azonosítsa a hazai viszonyoknak leginkább megfelelhető külföldi országok csoportját. A nemzetközi összevetések, közlekedésbiztonsági elemzések során a hazai célszámok meghatározásához olyan országokhoz tartjuk érdemesnek viszonyítani hazánkat, amelyek egyéb jellemzőikben (pl. jövedelmi szint, infrastruktúra sűrűsége, állapota stb.) közel állnak a hazai állapotokhoz. Ezen országok adataihoz viszonyítva a legfontosabb közlekedésbiztonsági beavatkozási területek jobban kirajzolhatók, ezen országok közlekedésbiztonsági eredményeinek hazai elérése pedig reális célkitűzésnek tekinthető. A kutatás második részében pedig a nemzetközi elemzéseket támogató, országok összehasonlítására alkalmazható módszertan mintájára a hazai megyék összevetésére alkalmas módszertan is kidolgozásra került, amely megfelelő

alapot képez az összehasonlító elemzésekhez. Ennek célja, hogy meghatározhatóvá váljanak megyék olyan csoportjai, amelyek a közlekedésbiztonságra hatást gyakorló paramétereik értékeiben minél inkább hasonlóak, így összevetésük alapján a közlekedésbiztonsági fejlődés legfontosabb irányai azonosíthatóak. Speciális helyzete és jellemzői alapján Budapestet az elemzés során külön kezeltük, a megyei összehasonlító modellbe a csoportosítás során nem vettük bele.

A módszer kidolgozása során átfogó kutatást végeztünk az elérhető adatok feltárására és a korábbi kutatási anyagok alkalmazhatóságára fókuszáltnak. Célunk elsősorban a közlekedésbiztonsági elemzések támogatása volt, így azon paramétereket vizsgáltuk, amelyek – akár közvetett módon – hatást gyakorolhatnak az adott megyék közlekedési, és ezáltal közlekedésbiztonsági jellemzőire is. A megyei csoportosító modell esetében nem használtunk közvetlenül a közlekedésbiztonságot leíró mutatókat (pl. közlekedési balesetben meghaltak különböző tényezőkre vetített értéke, közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók értéke). Az összegyűjtött adatok alapján a közlekedést, közlekedésbiztonságot is befolyásoló, meghatározó indikátorokat definiáltunk, figyelembe véve az adatok elérhetőségét a területi egységek szintjén (Szabó et al., 2021). Az indikátorokat jellemzőik alapján csoportokba soroltuk, az indikátor-csoportokat mutatónak neveztük el. A vizsgált mutatók a vármegyék infrastruktúrájával, járműállományával, a futásteljesítménnyel, a népesség összetételével, a gazdasági mutatókkal, illetve földrajzi jellemzőkkel kapcsolatos indikátorokat ötvözték. Az adathalmazok alapján a vármegyék klaszterezése az adatok normalizálását, és a szakértői csoportban végzett kérdőíves felmérés keretében meghatározott súlyozást követően került elvégzésre.

Az eredmények alapján a legkedvezőbb csoportosítási eredménynek a 4 klaszterbe sorolás bizonyult, mely alapján a vármegyék összevethető csoportjai az alábbiak lettek:

1. csoport: Fejér, Győr-Moson-Sopron, Komárom-Esztergom, Pest
2. csoport: Csongrád-Csanád, Hajdú-Bihar, Heves, Somogy
3. csoport: Bács-Kiskun, Tolna, Vas, Veszprém, Zala
4. csoport: Baranya, Békés, Borsod-Abaúj-Zemplén, Jász-Nagykun-Szolnok, Nógrád, Szabolcs-Szatmár-Bereg

Az 1. csoportnál a legtöbb indikátor tekintetében magas értékeket figyelhetünk meg. Ezekben a megyékben a legsűrűbb az úthálózat (kivéve a II. rendű utak kategóriáját), a legmagasabb a motorizációs szint (minden járműtípus különböző dimenziókra vetített értéke), és a futásteljesítmény. A népességet tekintve a többi csoporthoz képest a legfiatalabb az átlagéletkor, és legmagasabb a városi népesség aránya. Ezzel összhangban a városok, nagyközségek száma, aránya magas. Ezek a megyék gazdaságilag jóval erősebbek a többinél (magas GDP, átlagkereset, alacsonyabb munkanélküliségi ráta).

A 2. klaszterbe sorolt megyék a legtöbb szempont szerint átlagos értékkel jellemeztek. A közúthálózat itt a legkevésbé sűrű, ugyanakkor az autópályák megye területre vetített hossza átlag feletti. Ezekben a megyékben volt átlagosan legalacsonyabb személygépjárművek állományának növekedése 2010–2019 között, illetve a városok és községek száma a megye területére vetítve.

Az értékek alapján 3. csoportba sorolt megyék közös jellemzője, hogy átlag feletti a közúthálózat hossza a megye területére vetítve, és itt a legmagasabb a II. rendű főútvonalak aránya, miközben az I. rendűeké a legalacsonyabb. A közúthálózat sűrűségét szemlélteti az is, hogy miközben a motorkerékpárok, személy- és tehergépjárművek száma kiemelkedően magas a lakos számra vetítve, ugyanez nem igaz a közúthálót hosszára történő vetítés esetén. A népsűrűség és a városi népesség aránya itt adódott a legalacsonyabb értékre, a városok, nagyközségek aránya és száma alacsony. A gyermekek aránya ezen megyékben a legalacsonyabb, az idősebbeké pedig a legmagasabb, ennek megfelelően az átlagéletkorok is magasak.

Az átlagok alapján a 4. csoportba tartozó megyék a legtöbb indikátor tekintetében alacsonyabb értékkel bírtak a többi klaszternél. Ezekben a megyékben átlag alatti az úthálózat sűrűsége (autópályák, autóutak, főútvonalak stb. hossza a megye területére vetítve). A járműállományra vonatkozó szinte összes indikátor, azaz a különböző típusú gépjárművek lakos számra, illetve úthálózatra vetített értékei szintén ezekben a megyékben a legalacsonyabb, ez igaz a legtöbb futásteljesítménnyel kapcsolatos indikátorra is. Ezen megyék jellemző közös tulajdonsága tehát az átlag alatti hálózatsűrűség, motorizációs szint és futásteljesítmény. Szintén ezek a megyék azok, ahol a gazdaság a leggyengébb, a munkanélküliségi ráta pedig a legmagasabb.

A kidolgozott modell célja tehát az volt, hogy a közlekedésbiztonsági helyzet értékelését célzó összehasonlításokhoz képezzünk alapot. Területi egységek (hazai vármegyék) olyan csoportjait képeztük, amelyeket közlekedést is befolyásoló paramétereik alapján hasonlóságuk miatt egymáshoz képest érdemes összevetni az elemzések során. Ily módon a közlekedésbiztonsági javíthatósági potenciálok pontosabban értékelhetők, mintha csupán

országos, vagy európai uniós átlagokhoz viszonyítanánk. A módszerrel a vármegyék valósabb képet kaphatnak arra vonatkozóan, hogy az éppen vizsgált közlekedésbiztonsági mutatót tekintve (a hozzájuk hasonló vármegyék eredményei alapján) milyen célkitűzéseket tehetnek, mekkora javíthatósági potenciállal bírnak. Minél messzebb áll a vizsgált érték a csoport átlagához vagy a csoport legjobb teljesítményét nyújtó területi egységéhez képest, annál hangsúlyosabbnak kell lennie annak kezelésének a közlekedésbiztonsági tevékenység során.

Közlekedésbiztonsági helyzetértékelés vármegyékre vonatkozóan

A vármegyék közlekedésbiztonsági helyzetének elemzését jelen cikkünkben a személysérüléssel közúti balesetek, illetve azok során megsérültek, meghaltak abszolút számának, és fajlagos (vetített) értékeinek vizsgálata révén végeztük el. Ennek során a 2010. év óta tartó időszakra fókuszálunk, tekintettel arra, hogy ez volt az az év, amely az Európai Unió közlekedésbiztonsági programok és célkitűzések bázisévéként szolgált.

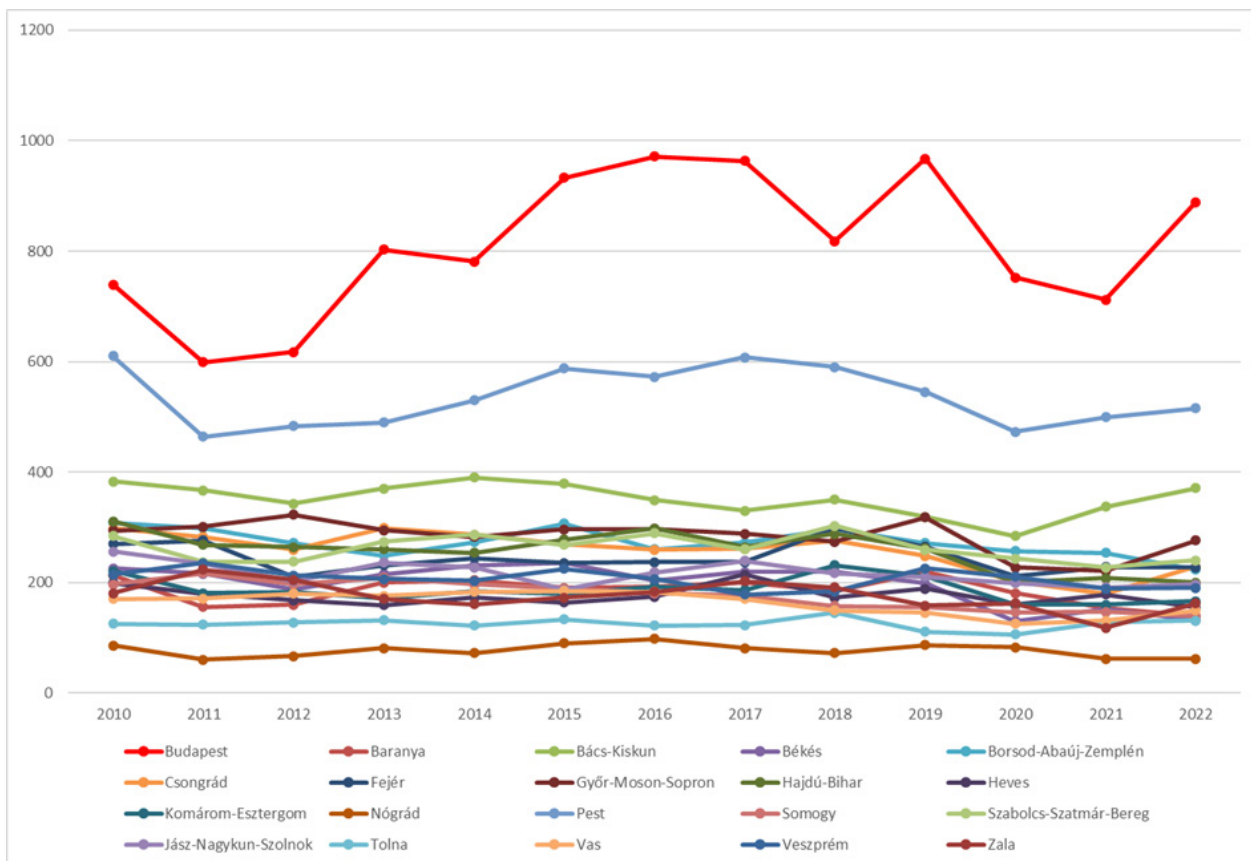
Balesetek és sérültek abszolút számának alakulása

Az elmúlt évtized tendenciái: a kiugróan kedvezőtlen 2010. évi adatokhoz képest 2012-ig javult a közlekedésbiztonsági helyzet, majd a balesetszámokat folyamatos növekedés jellemezte 2018-ig, amely 2019-ben megtorpant. A kimenetel szerinti bontás alapján megállapítható, hogy a kedvezőtlen időszakban elsősorban a könnyű sérüléssel balesetek száma növekedett. A halálos balesetek száma 2015 óta, a súlyos sérüléssel balesetek száma 2016 óta fokozatosan csökken. A 2019-es év minden kimenetel szerint kedvezően alakult az előző, 2018-as évhez viszonyítva. Ezt követően, 2020-ban az abszolút balesetszámok tekintetében jelentős, ugrásszerű csökkenést figyelhettünk meg: 2019-hez képest a halálos balesetek száma 21%-kal, a súlyos sérüléssel balesetek száma 15%-kal, a könnyű sérüléssel eseteké pedig 18%-kal esett vissza. Korábbi kutatásaink és a nemzetközi tanulmányok megfigyelései alapján a csökkenés nagy részben a pandémiás időszak következménye volt, ugyanis az elrendelt korlátozó intézkedések, a kijárási tilalom, a sok esetben bevezetett otthoni munkavégzés, távoktatás hatására jelentősen csökkent a közúti forgalom, amely szorosan összefügg a balesetek számának alakulásával.

Jelen évtizedben a 2021–2022. évi adatok alapján az ugrásszerű csökkenést kisebb mértékű visszapattanás követte, 2021-ben a halálos és könnyű sérüléssel esetek, 2022-ben a súlyos és könnyű sérüléssel balesetek száma emelkedett a megelőző évhez képest. Ugyanakkor ez az emelkedés korántsem volt akkora, hogy a balesetszámok megközelítsék a korábbi, 2019-es értékeket, holott a forgalom volumene 2021-ben majdnem teljesen visszaállt a pandémia előtti szintre, a 2022. évi adatok alapján pedig minden korábbinál magasabb volt.

A közúti balesetekben megsérültek számát illetően a balesetszámok alakulásához hasonló tendencia rajzolódik ki. Az összes baleseti sérült száma 2012–2018 között stagnált/növekedett, 2019-ben kis mértékben, 2020-ban pedig ugrásszerűen csökkent, majd az elmúlt két évben kis mértékben „visszapattant” (de jócskán a 2019-es szint alatt maradt). 2022-ben a halálesetek száma 2021-hez képest kevesebb, a súlyos és könnyű sérültek száma viszont emelkedett az előző évhez képest. Az elmúlt két év sérültszámainak alakulása különösen kedvezőtlen a 2020. bázisévhez viszonyított évtizedes célkitűzéseink ismeretében.

Az országos adatok ismertetését követően az abszolút baleseti és sérültszámok alakulását megyei bontásban is megvizsgáltuk. Tekintettel arra, hogy az abszolút számadatok révén a területi egységeket nem érdemes egymással összevetni (azok eltérő közlekedési teljesítményei, jellemzői miatt), az alábbiakban csak a súlyos sérüléssel és halálos balesetek együttes számát ábrázoltuk megyei bontásban.



1. ábra: Halálos és súlyos sérüléses balesetek együttes számainak alakulása 2010–2022 között, vármegyenként

Forrás: saját szerkesztés

Az 1. ábra jól szemlélteti az abszolút számadatokon alapuló összevetések hátrányait. A vármegyék közül a nagyobb területű, nagy motorizációval rendelkező Pest és Bács-Kiskun megyék értékei a legmagasabbak, a budapesti adatok pedig kiugróak, ezek azonban nem feltétlenül tükrözik az adott területi egységek közlekedésbiztonsági teljesítményét.

A tanulmányban a további, vármegyei szintű értékeléseket fajlagos jellemzők alapján készítettük. A megyecsoportok képzéséhez hasonlóan az elemzésekbe Budapest adatait nem vontuk be.

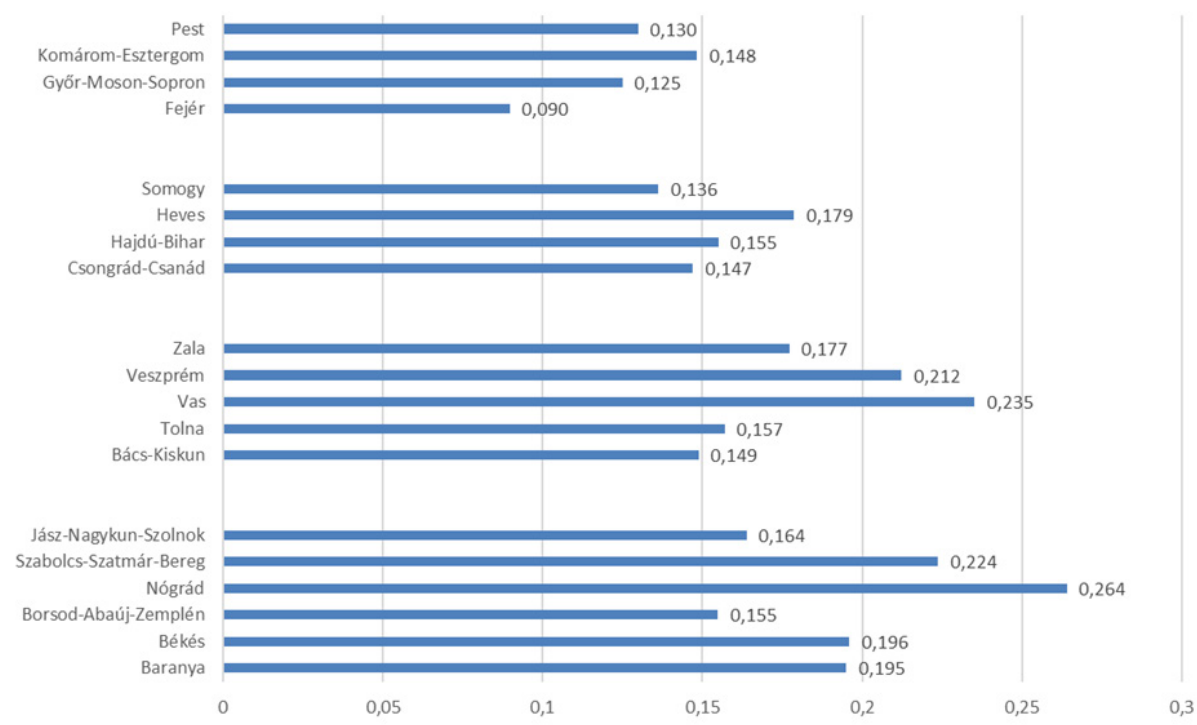
Fajlagos baleseti kockázatok értékelése, vármegye-csoportonkénti és országos összevetések elvégzése

A fajlagos kockázatok meghatározásához a legpontosabb kitettségi mutatót értelemszerűen a közúti futásteljesítmény adatok képezik. Emellett (vagy ennek esetleges hiányában) gyakran alkalmazzák a lakosságszámra, vagy járműállományra vetített értékeket is. Az alábbiakban a fajlagos mutatók alakulását elemeztük vármegyenként a 2022. évre vonatkozóan.

Fajlagos közlekedésbiztonság az országos közúthálózaton

Hazánkban közúti futásteljesítmény adatok csak az országos közúthálózatra vonatkozóan érhetők el (önkormányzati kezelésű, helyi utakra nem). Az alábbi elemzések során ezért a baleseti adatok kapcsán is csupán az országos közúthálózaton történt eseteket alkalmaztuk a mutatók képzéséhez. A vizsgálatokat a korábban képzett és bemutatott megyecsoportokra vonatkozóan készítettük el. A két alkalmazott fajlagos mutató az országos közúthálózaton az összes baleset futásteljesítményre vonatkoztatott értéke (2. ábra); illetve a meghaltak és súlyosan sérültek együttes számának futásteljesítményre vetített értékei (3. ábra) voltak.

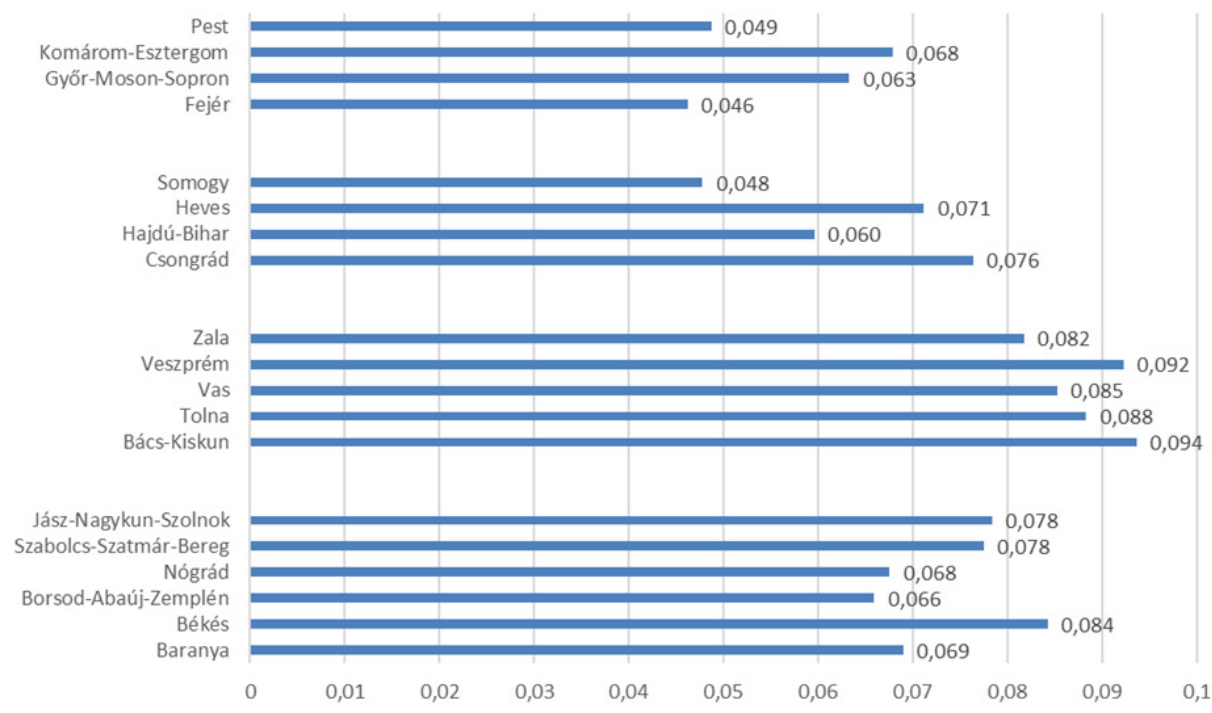
összes baleset [esetszám]/futásteljesítmény [millió jkm/év] - országos
közúthálózat



2. ábra: Összes baleset futásteljesítményre vetített értéke az országos közúthálózaton vármegyénként, megyecsoportonként (2022)

Forrás: saját szerkesztés

meghalt+súlyosan sérült [fő]/futásteljesítmény [millió jkm/év] -
országos közúthálózat



3. ábra: Meghaltak és súlyosan sérültek együttes számának futásteljesítményre vetített értéke az országos közúthálózaton vármegyénként, megyecsoportonként (2022)

Forrás: saját szerkesztés

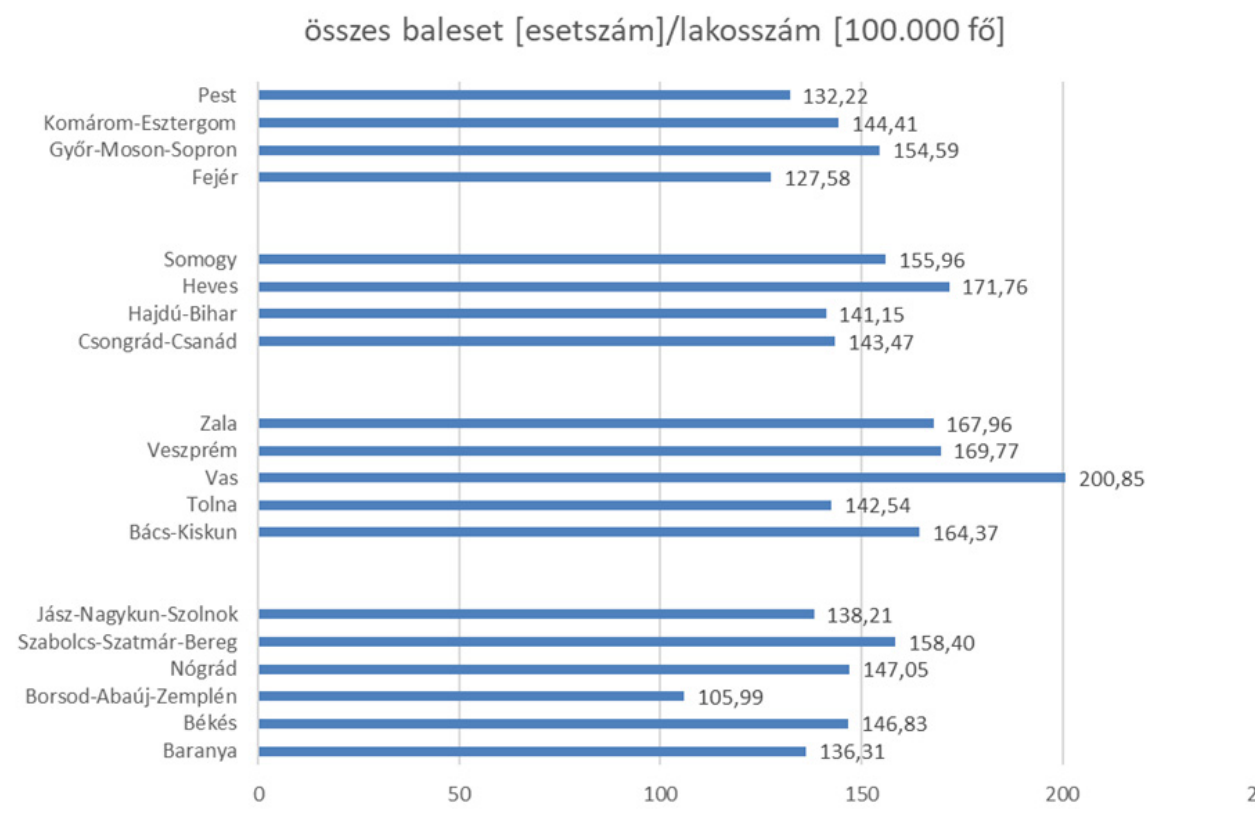
Az országos közúthálózaton képzett fajlagos baleseti mutatók alapján a gazdaságilag legerősebb megyéket tartalmazó 1. klaszterben voltak a legkedvezőbbek az értékek.

Az egyes vármegyék számára a javíthatósági potenciált az ő csoportjukban szereplő vármegyék közül a legkedvezőbb értékkel bíró vármegye adata mutatja. Az összevetéshez használt megyecsoportokat éppen azért képeztük, hogy ne a csoportokat, hanem a csoportokon belüli vármegyéket vessük össze egymással. Ez alapján az egyes csoportokon belül a legkedvezőtlenebb értékekkel bíró vármegyékben tekinthető magasnak a baleseti kockázat az országos közúthálózaton: jelentős javíthatósági potenciállal bír Komárom-Esztergom; Heves; Veszprém, Vas; illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg és Nógrád vármegye.

Amennyiben a meghaltak és súlyosan sérültek együttes számát vizsgáljuk, akkor a baleseti kitettség mellett már a balesetek fajlagos súlyosságára is utaló eredményeket láthatunk. Az egyes megyecsoportok eredményei alapján a legnagyobb javíthatósági potenciállal Komárom-Esztergom; Heves és Csongrád; illetve Békés vármegyék emelhetők ki. Érdekes eredmény, hogy a 3. megyecsoportban a vármegyék teljesítménye közel azonos, a különbségek kicsik.

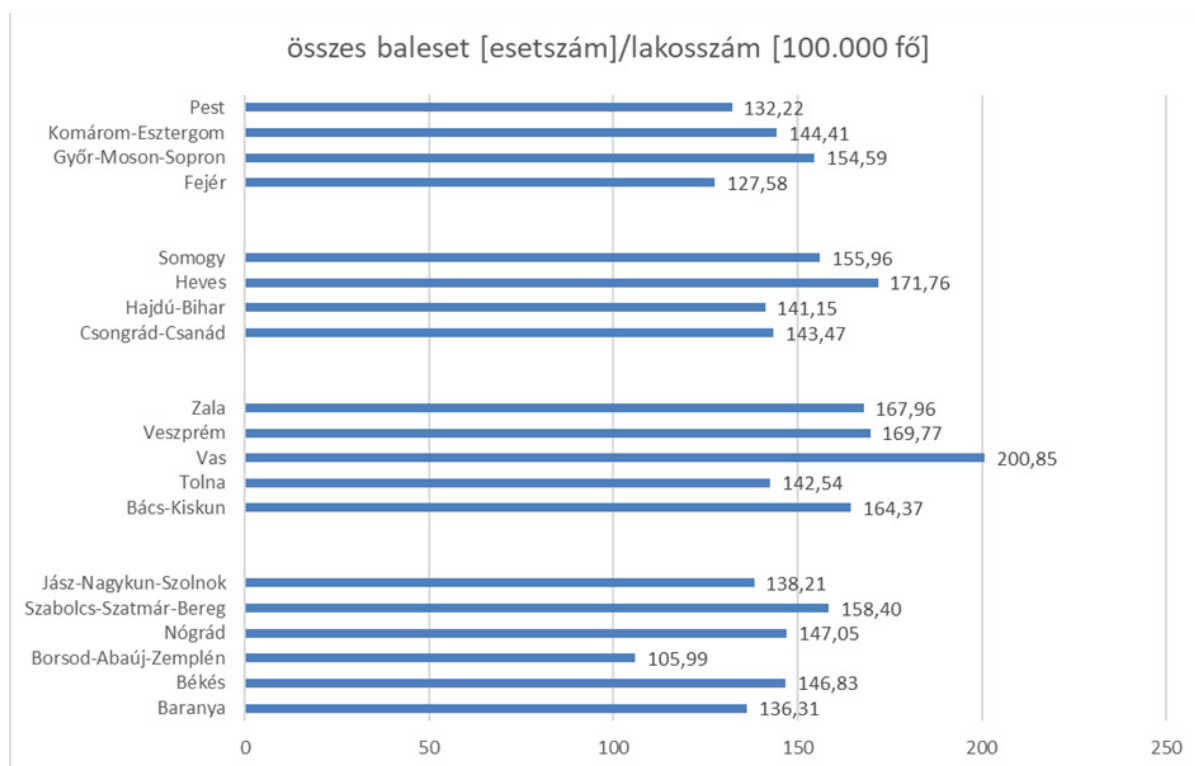
Fajlagos közlekedésbiztonság lakosszáma vetített értékek alapján

Mivel a futásteljesítmény-adatok csak az országos közúthálózatra vonatkozóan álltak rendelkezésre, lakosszáma vetített fajlagos mutatókat is alkalmaztunk annak érdekében, hogy az összes személysérüléssel közúti baleseti adatot vizsgálhassuk. Az alábbi ábrákon vármegye-csoportonkénti bontásban vizsgált mutatók az összes baleset lakosszáma vetített értéke (4. ábra), illetve a meghaltak és súlyosan sérültek együttes számának lakosszáma vetített értékei (5. ábra) voltak.



4. ábra: Összes baleset lakosszáma vetített értéke vármegyénként, megyecsoportonként (2022)

Forrás: saját szerkesztés



5. ábra: Meghaltak és súlyosan sérültek együttes számának lakosságra vetített értéke vármegyénként, megyecsoportonként (2022)

Forrás: saját szerkesztés

A lakosságra vetített értékek kisebb szórást mutatnak az előző mutatókhoz képest. Érdekes eredmény, hogy e tekintetben nem az első, inkább a negyedik csoport (gyengébb gazdasággal jellemzett megyék) elemei jellemezhetők a legalacsonyabb értékekkel. Ezt magyarázhatja a gazdaságilag erősebb megyékben magasabb futásteljesítmény.

A közúti balesetek lakossághoz viszonyított számának csökkentése terén Győr-Moson-Sopron; Heves; Vas; illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegyék javíthatósági lehetőségei tekinthetők a legmagasabbnak. A meghaltak és súlyosan sérültek száma alapján a kiemelhető vármegyék: Győr-Moson-Sopron; Heves és Csongrád; Bács-Kiskun; illetve Jász-Nagykun-Szolnok vármegyék.

A fenti elemzésekből jól látható, hogy az alkalmazott baleseti adatok, illetve a mutatóképzéshez használt kitettségi adatok köre is jelentősen befolyásolja az eredményeket. A balesetmegelőzés hatékony célterületeinek feltárása érdekében a balesetek jellemzőinek részletesebb vizsgálata javasolt a kutatás továbblépéseként.

A közlekedésre felkészítés monitoringrendszere

A KTI Közlekedésbiztonsági Központjában kidolgozásra került a közlekedésre felkészítés monitoringrendszere, amelynek célja olyan monitoringrendszer kialakítása volt, amelyen keresztül elvégezhető a jelenlegi közlekedésre felkészítési programok hatékonyságának vizsgálata, megbízható adatokat kapunk a gyermekek felkészültségéről; és végrehajthatók a szükségesnek vélt változtatások a rendszer jobb működése érdekében.

A monitoringrendszer az erősségek és hiányosságok feltárása a közlekedésben való felelősségteljes részvétel kultúrájának átadására és gyakorlására fókuszál. A felmérések arról adnak információt, hogy milyen korcsoportonként a gyermekek elméleti és gyakorlati tudásszintje, valamint „biztonságtudatosságuk”.

Az alapegységekként használt mutatókat fontos meghatározni egyrészt azért, hogy egy országos mintán láthatóvá váljon, milyen tudásbeli erősségek és hiányosságok vannak, amik mértékét a mérés ismétlésével lehet megjeleníteni, másrészt pedig, hogy a korcsoportonként specifikus és eltérő tudásszintben tapasztalt hiányosságok fényében rámutasson a fejlesztésre szoruló pontokra.

A korcsoportok közlekedésbiztonsági tudásának mérésére szolgáló monitoring rendszer mutatói a következőképpen lettek meghatározva: a rendezési elv elsősorban a korcsoport kompetenciái és sajátosságai, másodsorban pedig a gyermekek közlekedésben való résztvevői szerepe szerint. Gyalogos közlekedésnek tekinthető az önálló

vagy nem önálló, izommozgással járó helyváltoztató mozgás, utasnak a gépi vagy emberi erővel meghajtott járművek nem vezetői résztvevői, közlekedési eszköz vezetőjének tekintjük a kézi vagy gépi erővel meghajtott eszközöket, amelyek helyváltoztató mozgásra alkalmasak, pl. segédmotor, kerékpár, roller, dömpér stb.

Minden korcsoportban a gyalogos közlekedés mutatói között szerepel az úttest-járda különbségtétel, és az átkelés az úttesten, a figyelem a környezetre, ezek a gyalogos közlekedés alapjai. Természetesen ezeket az ismereteket bővíteni kell az életkor előrehaladtával, így a mutatók bontása egyre részletesebb az idősebb korcsoportokban. Az utasközlekedés mutatói között elsősorban a személygépjárműben, illetve a közösségi közlekedéssel való utazás szabályait, biztonságos viselkedés alapjait kell ismernie a korcsoportoknak, ezekre igyekeztünk fókuszálni a kérdéssorok megfogalmazásakor. A „közlekedési eszköz vezetői” mutatóknál a (nem önálló, és önálló) kerékpáros közlekedés szabályaival, illetve a közúti jelzésekkel kapcsolatos ismereteiket szeretnénk volna felmérni, természetesen a korcsoport szerinti elérendő kompetenciákhoz igazodva. Ezek pedig a következő összefoglaló táblázatban láthatók (1. táblázat):

1. táblázat: Korcsoportok szerinti elvárt tudás, kompetenciák, és sajátosságok

Korcsoport		Közvetítendő ismeretek	Elvárt tudás	Elvárt kompetenciák	Sajátosságok
3-5	kisgyermek	alapismeretek oktatása	gyalogos közlekedés, szabálykövetés, gyerek utasként is helyes viselkedés, szülői példamutatás	gyalogos, nem önálló közlekedés, elméleti közlekedési ismeretek	önkéntelen ismételts miatt, ha jó példát lát, helyesen közlekedik
6-10	kisiskolás	alapismeretek oktatása	„passzív közlekedő – magáért felelős” önállóan kell gyalogosan közlekednie addig tanultak alkalmazásának időszakra	gyalogos, önálló közlekedés, tudatos szabálykövetés	még nagyon fogékonyak, korcsoport befolyása, gyakorlati tudás növekszik
11-14	iskolás	veszélyhelyzet-felismerés oktatása	Cél a prevenció. Szabályismeret kialakulása és azok alkalmazása, gépjármű közlekedés jellemzőinek megismerése	kerékpáros közlekedés, elméleti és gyakorlati tudás gyalogosként és járművezetőként egyaránt	szórt figyelem; nehezebben leköthetőek, meggyőződhetők; csoportnyomás, gyakorlati tudás növekszik
15-18	középiskolás	járművezető-képzésre való felkészülés	közlekedés gépjárművel, felelős vezető és utas magatartás, tudatos és biztonságos közlekedés	segédmotorkerékpáros közlekedés, közlekedés gépjárművel, felelős vezetés, friss jogosítványosok	kezdő gépjárművezetők baleseti statisztikái

Forrás: saját szerkesztés

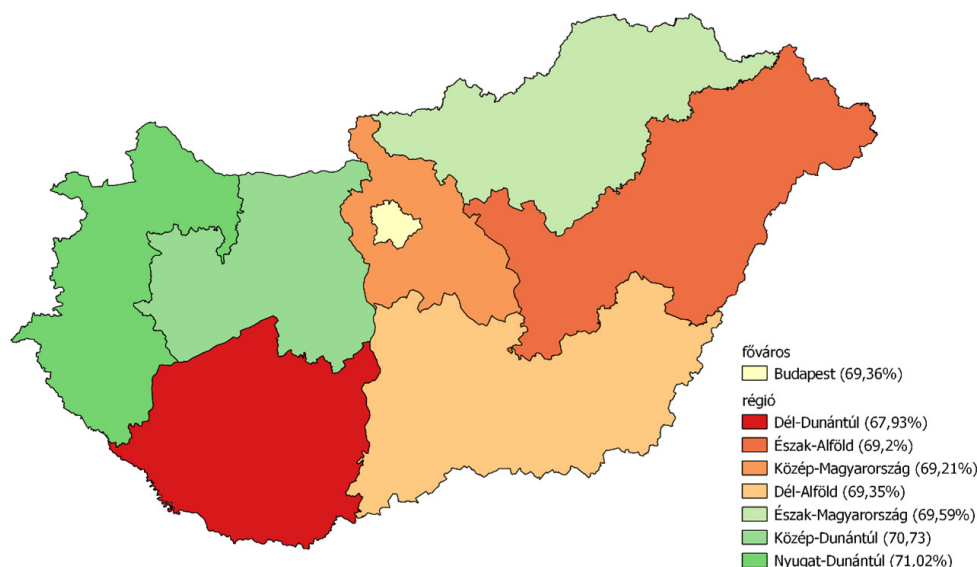
A monitoring felmérést eddig országos reprezentativitással 2 alkalommal tudta megvalósítani a KTI, legutoljára 2019-ben.

A 2019-es kutatás során (Krizsik et al., 2021) a megkérdezett gyermekek számát a felmérés megvalósíthatósága és az adatok bizonyos fokú általánosíthatósága mentén határoztuk meg. A mintavételi eljárás során kvótás mintavételt alkalmaztunk, amelynek szempontjai az adatok elemezhetőségének regionalitása, a települések típusa, az oktatási intézmények típusa, az oktatási intézményekben tanulók száma voltak. A mintavételi eljárás eredményeként 144 intézmény tanulót kérdeztük meg. Az intézmények között 50 óvoda, 50 általános iskola és 44 középiskola szerepelt.

A közlekedési ismeretekre vonatkozó elvárt tudásanyagot 80%-ban határoztuk meg. Az adatok alapján látható, hogy a korosztályok közül az óvodások és az 1–2. osztályosok eredménye érte el ezt a szintet. A 9–12. osztály esetében jóval alacsonyabb értékeket mértünk. Az eredmények továbbá azt mutatták, hogy a gyermekek ismeretszintje korban előre haladva csökkenő tendenciát mutat. A kérdésekre adott válaszok elemzése alapján azt tapasztaltuk, hogy a kisiskoláskorban megszerzett tudása a gyerekeknek megmarad ugyan, azonban ezt nem fejlesztik tovább.

A közlekedési ismeretek régiószintű értékelésénél az alábbi eredményeket kaptuk (6. ábra):

Átlagos tudásszint (óvodás kortól 12. osztályig)



6. ábra: Átlagos tudásszint (óvodás kortól 12. osztályig)

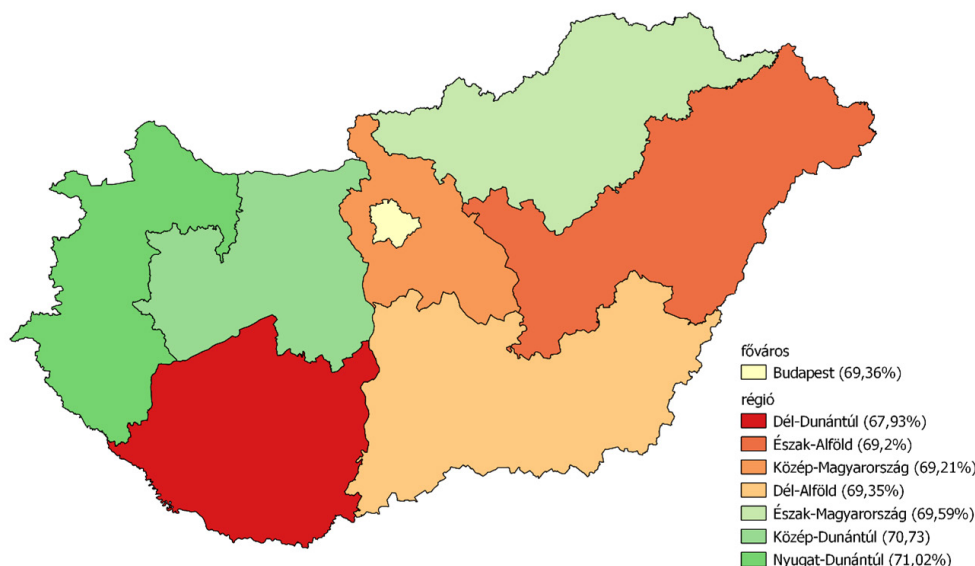
Forrás: Krizsik et al., 2021

Az adatok alapján látható, hogy a gyermekek (korcsoportos súlyozott értékei) a legalacsonyabb közlekedési ismeretszinttel a Dél-Dunántúlon rendelkeztek. A régió fiatal korosztályának összesített tudásszintje 67,93% lett. A legjobb eredmény a Nyugat-Dunántúlon élő gyermekek körében született (71,02%). A legrosszabb és legjobb régiós eredmény között 3,09%-os különbség volt. Elmondható tehát, hogy a régiók között az összesített közlekedési ismeretek tudásszintjében az eltérés minimális. Megállapítható továbbá, hogy a gyermekek tudásszintje egyik régióban sem érte el a 80%-ot.

A korcsoportok közlekedésben tanúsított biztonságos magatartása fejlesztendő az adatok alapján. A tudásszint-hez hasonlóan a gyerekek biztonságos magatartása az életkor előrehaladtával romlik. A közlekedési viselkedésük, a közlekedési helyzetekről, viselkedésekről való véleményük egyre inkább a veszélyesség felé mozdul el, egyre kockázatosabb magatartásforma jellemző a növekvő gyermekekre. Korosztálytól függetlenül biztonságos magatartásformák közé sorolták a fejtű sisak nélküli kerékpározást, valamint a megfelelő láthatóság nélküli éjszakai gyalogolást, kerékpározást.

A közlekedésben tanúsított biztonságos magatartásformák régiószintű értékelésénél az alábbi eredményeket kaptuk (7. ábra):

Átlagos tudásszint (óvodás kortól 12. osztályig)



7. ábra: Átlagos biztonságos attitűd (5–12. osztály)

Forrás: Krizsik et al., 2021

Az adatok alapján látható, hogy a gyermekek (korcsoportos súlyozott értékei) között biztonságos attitűddel legkevesebben a Dél-Alföldön élők rendelkeztek (47,91%). Legmagasabb biztonságos attitűdöt a Nyugat-Dunántúlon élő gyermekek körében mértünk. Itt a gyermekek 61,52%-a rendelkezett biztonságos attitűddel. A legrosszabb és legjobb régiós arány között 13,61%-os különbség volt. Elmondható ugyanakkor, hogy a Dél-Alföldi régió kivételével minden régióban a korosztályba tartozó gyermekek több mint fele rendelkezik biztonságos attitűddel.

Az eredmények alapján látható volt, hogy a közlekedésben tanúsított biztonságos magatartás kockázatos irányba változik a kor előrehaladtával. A felmérés alapján a biztonságos közlekedés elérése érdekében szükségesnek tartjuk a beavatkozást e téren. A gyermekek közlekedési attitűdjének alakítása a balesetmegelőzés egyik eszköze lehet, amely hosszútávon csökkentheti a közlekedési balesetek számát.

Konklúzió

Elemzésünk során azonosítottuk a hazai közlekedésbiztonsági stratégia fő célkitűzéseit és prioritási területeit. Megállapítható, hogy a KKBAP által megfogalmazott stratégiai célok megvalósításához az egyes vármegyékben folyó közlekedésbiztonsági tevékenység összehangolásához, hatékony ellátásához, a kitűzött célok és elvégzendő feladatok megvalósításához szükséges a helyi szintű problémák feltárása, a beavatkozások területeinek azonosítása. Ennek érdekében egy olyan módszertani keretrendszer mutattunk be, amely révén a vármegyék összevethető csoportjait képeztük. A csoportképzés célja az egyes közlekedésbiztonsági részterületeken a legnagyobb javíthatósági potenciálok pontos feltárása, amelynek során a vármegyék közlekedésbiztonsági teljesítményét a velük azonos (vagy leginkább hasonló) infrastrukturális, gazdasági, földrajzi jellemzőkkel bíró területi egységekhez hasonlíthatjuk. Ezt követően példaképpen közlekedésbiztonsági elemzéseket készítettünk a fajlagos baleseti és sérülési adatok felhasználásával, az ismertetett módszertanra támaszkodva.

Ahhoz, hogy az egyes területi egységekről megfelelő mélységben információkat kapjunk, a kutatást kiegészíteni szükséges még további részletes vizsgálatokkal. Kiemelten fontosnak tartjuk a közúti közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók regionális összehasonlítását. A közlekedésbiztonsági teljesítménymutatók a közúti biztonsági elemzések nélkülözhetetlen részét képezik, használatuk nem csak a balesethez vezető helyzetek, úgynevezett baleseti mechanizmusok jobb megértéséhez, a torzításmentes nemzetközi összehasonlításhoz, hanem a kitűzött számszerű célok elérésének folyamatos ellenőrzéséhez, vizsgálatához is elengedhetetlen.

Az abszolút és fajlagos baleseti számok értékelését követően a baleseti jellemzők változásának vizsgálata is fontos a területi egységek fő közlekedésbiztonsági problématerületeinek azonosításához. A közúti balesetek elsődleges okcsoportjai, bár országos viszonylatban több, mint egy évtizede változatlanok: a személysérüléssel járó esetek körülbelül harmada a nem megfelelő sebességválasztásra, kb. 25–25%-a pedig az elsőbbségadás elmulasztására,

illetve az irányváltoztatási, haladási hibákra vezethető vissza; azonban területi megoszlásban mutathatnak eltéréseket egyes esetekben. Meg kell vizsgálni az ittasan okozott balesetek arányát, illetve a külföldi állampolgárok által okozott balesetek arányát. Magyarország földrajzi adottságaiból kifolyólag tranzitország, azonban azt jól tudjuk, hogy számos vármegyében jelentős problémát okoznak a külföldi járművezetők szabályszegései. Közlekedői csoportonkénti elemzés elvégzése után kaphatunk majd képet arról, hogy az egyes vármegyékben milyen tendenciák figyelhetők meg a közlekedőkre vonatkozóan, melyek azok a közlekedői csoportok, akikre még kiemeltebb figyelmet kell fordítani az egyes közlekedésbiztonsági akciók során.

Felhasznált irodalom

- European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport (2020): Next steps towards „Vision Zero” – EU road safety policy framework 2021-2030, Publications, Office, Luxembourg, 42 o. <https://data.europa.eu/doi/10.2832/391271> (2024. július 31.)
- Koornstra, Matthijs et al. (2002): SUNflower: A comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands, Report number: ISBN 90-801008-9-7, SWOV, Leidschendam, 147 o. https://web.archive.org/web/20180410182028id_/https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/projects_sources/sunflower_report.pdf (2024. július 31.)
- Krizsik Nóra et al. (2021): A fiatal korosztály közlekedésbiztonsági helyzetének értékelése, Közlekedéstudományi Szemle 71:4, 67–74. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2021.4.6>
- Pauer Gábor (2021): Az egyes országok és hazai régiók közlekedésbiztonságának összehasonlítására használható módszertan kidolgozása, KTI, Budapest, 62 o.
- Shen, Yongjun et al. (2012): Road safety risk evaluation and target setting using data envelopment analysis and its extensions, Accident Analysis & Prevention 48, 430–441. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.02.020>
- Sipos Tibor (2017): Spatial statistical analysis of the traffic accidents, Periodica Polytechnica Transportation Engineering 45:2, 101–105. <https://doi.org/10.3311/PPtr.9895>
- Szabó Zsombor – Török Árpád – Sipos Tibor (2021): Order of the cities: Usage as a transportation economic parameter, Periodica Polytechnica Transportation Engineering 49:2, 164–169. <https://doi.org/10.3311/PPtr.13786>
- Technológiai és Innovációs Minisztérium (TIM) – Belügyminisztérium (BM) (2022): Kőúti Közlekedésbiztonsági Akcióprogram (KKBAP) 2023–2025. <https://cdn.kormany.hu/uploads/sheets/b/b0/b07/b07194806d15e5558f1701d622dda9c.pdf> (2024. július 31.)
- Török Ádám (2017): Comparative analysis between the theories of road transport safety and emission, Transport 32:2, 192–197. <https://doi.org/10.3846/16484142.2015.1062798>
- Wegman, Fred et al. (2008): SUNflowerNext: Towards a composite road safety performance index, Technical Report, Report number: ISBN 978-90-73946-05-7, SWOV, Leidschendam, 188 o. https://www.researchgate.net/publication/263275265_SUNflowerNext_Towards_a_composite_road_safety_performance_index

Az utastájékoztatási rendszerek és a létfontosságú közlekedési infrastruktúra védelem kapcsolatának vizsgálata

Beküldve: 2021.11.26.
Elfogadva: 2023.11.30.
Online közzététele: 2024.11.29.



DR. LÉVAI ZSOLT szenior kutató, tudományos munkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont, Hálózattervezési Osztály, levai.zsolt@kti.hu

Kivonat: A közlekedési szolgáltatást igénybe vevők körében mindig is igény mutatkozott az utazással kapcsolatos információkra. Éppen ezért az utasok megfelelő tájékoztatása a személyszállítási szolgáltatási színvonal egyik kiemelt területe. A cikk azt a kapcsolatot vizsgálja, hogy miképpen lehet az utastájékoztatás a létfontosságú közlekedési infrastruktúrávédelem segítségére, illetve szükséges-e magukat az utastájékoztató rendszereket is védeni.

Kulcsszavak: közforgalmú közlekedés; személyszállítás; utastájékoztatás; létfontosságú rendszerek védelme; rendkívüli események

Investigation of the relationship between the passenger information systems and the critical transport infrastructure protection

Abstract: There has always been a demand for travel information among passengers using transport services. This is why providing passengers with adequate information is a priority area for passenger transport service quality. This article examines the relationship between how passenger information can help to protect critical infrastructure and whether it is necessary to protect the passenger information systems themselves.

Keywords: public transportation; passenger service; passenger information; critical infrastructure protection; unwanted outcomes and incidents

Bevezetés

Jelen cikkben a közforgalmú közlekedési eszközzel bonyolított utazásokra fókuszáltam, mert a személyszállítási utastájékoztatás elsősorban az ilyen típusú utazásokhoz kapcsolható. Egyrészt azért, mert minden – a közlekedési vállalatok által nyújtott – szolgáltatás nincs a fejünkben, másrészt – bár sok esetben a menetrend naponként ismétlődik – bármelyik utazás során előfordulhatnak olyan szituációk, amikor menet közben plusz információra van szükség az adott utazás lebonyolításához, ugyanis a saját utazását illetően az utas dönt a rendelkezésre álló információk alapján.

Információ szükséges az utazás előtt a tervezési fázisban, az utazás alatt a lebonyolítás támogatására, az utazás utáni elszámoláshoz és a keletkezett problémák kezeléséhez.

Rendkívüli helyzetekben (például üzemzavar, természeti hatás, baleset stb.), amelyek a tervezett utazást befolyásolhatják, megnő az utastájékoztatás szerepe, ugyanis ahhoz, hogy akadályoztatás esetén az utas dönteni tudjon utazása folytatásáról vagy esetleges megszakításáról, megfelelő mennyiségű és minőségű információra van szüksége. Megfelelő információk hiányában a károkozás mértéke tovább nőhet (például az így kialakuló kaosz miatt). Ezek alapján kutatási hipotézisként feltételezem, hogy az utastájékoztató rendszerek és megfelelő működésük, mint a közforgalmú közlekedés elválaszthatatlan elemei, a létfontosságú közlekedési rendszerelemek részei, ezért védelmük fontos annak érdekében, hogy betölthessék segítő és tájékoztató szerepüket az utazással kapcsolatos emberi döntések meghozatalában.

E feltételezés alapján vizsgálom az utastájékoztatási rendszerek sebezhetőségét, illetve azt, hogy ezek a rendszerek mennyire használhatók a létfontosságú rendszerelemek védelmében. A hipotézis vizsgálatát analitikus módszerrel végzem el, ugyanis a konkrét témát tárgyaló szakirodalom nagyon kis számban áll csak rendelkezésre.

A cikk első részében bemutatom az utastájékoztatás jelenlegi módozatait annak érdekében, hogy megvilágítsam

a terület védelmével kapcsolatos összefüggéseket. Az egyik alapvető kérdés, hogy az utastájékoztatási rendszerek mennyire vannak kitéve támadásoknak. A cikk második részében azokat a kapcsolódási pontokat vizsgálom, amelyeknél az utastájékoztatás képes bizonyos védelmi funkciók betöltésére. A vizsgálatokból eredő következtetéseim levonása után javaslatokat teszek az utastájékoztatási rendszerek védelmi feladatainak erősítésére.

Az utastájékoztatás meghatározása és módozatai

Az utastájékoztatás elsősorban a személyszállítási szolgáltatásokról ad információt. Maga az információ a felvevő (utas) számára jelentéssel bír és valamilyen cselekvést vált ki belőle. Az információra a helyváltoztatással kapcsolatos döntések meghozatalához van szükség. Az utastájékoztatási tevékenység ennek megfelelően:

- megkönnyíti az utasok számára az utazás lebonyolítását;
- befolyásolja az utasokat a közlekedési módok közötti választásban;
- az utasok megfelelő irányításával fokozza a közlekedés hatékonyságát.

Ahhoz, hogy az utastájékoztatást hozzá lehessen kapcsolni a létfontosságú rendszerek védelméhez, először bemutatom a különböző módozatokat.

Vizuális (látható) utastájékoztatás

A legtöbb információt a szemünkkel érzékeljük. Az összes információ több mint 90 %-át a szemünk továbbítja a környezetből (Ábrahám et al., 2014). Nincs ez másként a közlekedéssel kapcsolatos információk esetén sem. Éppen ezért azt mondhatjuk, hogy a vizuális utastájékoztatásnak kiemelt szerepe van a közforgalmú közlekedésben. A vizuális információk közé sorolhatók azok a berendezésekkel adott információk, képlelek, piktogramok és feliratok, amelyeket az utasok látás útján érzékelnek és vesznek tudomásul.

Ahhoz, hogy ezek az információk az utasok számára észrevehetőek legyenek, a következő követelményeknek kell megfelelniük (Szabó, 1984):

- láthatóság;
- könnyű észrevehetőség;
- figyelemfelhívó jelleg;
- színük és megvilágításuk emelkedjen ki a környezetükből;
- érvényességük alatt őrizték meg alakjukat és színüket;
- egyértelműség.

Mindez azért is fontos, mert ezeknek az információknak a felvétele sok esetben utazás közben történik, így a koncentráció megoszlik a mozgáskoordináció (haladás) és az érzékelés (olvasás) között.

A fenti követelmények kielégítésének egyik módja a megfelelő színek kiválasztása. A környezettől jelentősen eltérő színű tábla vonzza a figyelmet, tekintetünk önkéntelenül is arra téved. Ugyanakkor bizonyos színösszeállításokat harmonikusnak, másokat nem összeillőnek érzünk. Az utastájékoztatás színválasztása akkor lesz megfelelő, ha erős a kontraszt az információs eszköz és a környezet között, illetve az információs eszköz háttére és a rajta elhelyezett szöveg vagy piktogram színe között.

A könnyű észrevehetőség úgy biztosítható, hogy az információt nem takarjuk el más tárgyakkal és az egyes információkat úgy helyezzük el, hogy egymásra se legyenek zavaró hatással (például közel elhelyezett táblák feliratai messziről összemosódnak). Az információkat megjelenítő felületeket lehetőleg az utasáramlás irányában kell elhelyezni.

Ugyancsak kiemelt jelentősége van az egyértelműségnek. Az egyes jelek értelmezésére menet közben csak kevés idő áll rendelkezésre, ezért a bonyolult jelek nem érik el a kívánt hatást, és nem hajtjuk végre az elvárt cselekvést sem.

Az 1. ábrán felirat és piktogram is látható. Számunkra a képi jel értelmezését segíti a felirat, egy külföldi utasét, amennyiben nem ért magyarul, nem. Éppen ezért a használt képi jeleknek szöveg nélkül is egyértelműeknek kell lenniük, hogy mindenki azt és csak azt a jelentést értse alatta, amit az információadó közölni kívánt.



1. ábra Fényképezni (felvételt készíteni) tilos táblák

Forrás: Szabó Krisztina felvétele

Ezen a ponton érjük el a kapcsolódást a létfontosságú rendszerek védelméhez (a továbbiakban LRV): az LRV azon kívül, hogy az épített infrastruktúrát kívánja megóvni, figyelemmel kell, hogy legyen a használókra (utások, személyzet) is. Ez a helyzet fordítva is igaz: egy kiemelten védett infrastruktúraelemről (például lezárásáról) az utásokat is megfelelően kell tájékoztatni.

Auditív (hallható) utastájékoztatás

A hallható utastájékoztatás kiegészíti a látható tájékoztatást, szerepe akkor nő meg, ha a vizuális utastájékoztatás nem áll rendelkezésre (például meghibásodnak a peron- és az összesítő kijelzők), vagy nem észlelhető a teljes területről, esetleg az utas nem figyel rá. Az auditív utastájékoztatás lehet élőszavas vagy hangszórón keresztül adott szóbeli tájékoztatás. A hangszórón keresztül adott tájékoztatás kétféle lehet: élő vagy gépi bemondás.

A hallható utastájékoztatásban az érthetőségnek kulcsszerepe van. Amennyiben a beszéd érthetetlen, vagy a technikai feltételek nem megfelelőek (például az átviteli rendszer torzítja a hangot, esetleg túl halk vagy túl hangos), illetve külső zavaró körülmények lépnek fel (például egy járó motorú jármű közelében vagyunk), nem halljuk, vagy nem értjük az információt, és ezért nem hajtjuk végre a kívánt cselekvést. Ennek a problémának egy veszélyhelyzet kialakulásakor döntő szerepe lehet. A beszéd érthetősége a kiejtésen, a hangsúlyozáson és a beszédtempón is múlik, a megfelelő hangerő, hangszín és hangmagasság mellett. Ezeket a paramétereket gépi utastájékoztatás esetén be lehet állítani, azonban élőszavas tájékoztatás esetén ez a bemondó tekintetében egyénfüggő.

A gépi tájékoztatás hátránya a monotonitás. Egy nagyforgalmú közlekedési csomópontban a sűrű járatindulás és -érkezés miatt a bemondások száma viszonylag nagy és a bemondások között kevés idő telik el. Éppen ezért az állandó hangszínen és hangerővel bemondott közleményeket az utas egy idő után már nem veszi észre. Ennek elkerülésére használatos a dallamgenerátor által előállított és lejátszott szignál, ami megtöri a monotonitást, felkelti a figyelmet és elválasztja a közleményeket.

Az élőszavas tájékoztatás hátránya az eltérő beszédképesség, ugyanakkor az élőszóval bemondott közlemények jelentősége bizonyos rendkívüli helyzetekben megnőhet. Különösen igaz ez, ha egy közleményt idegen nyelven kell bemondani. Az LRV során döntő fontosságú lehet az élőszóval adott közlemények érthetősége és az arra adandó megfelelő reakció.

Utas-tájékoztatás az állomásokon, terminálokon

A közlekedési terminálokon az utastájékoztatás elsődleges feladata az utas és a jármű kapcsolatba hozása. Ez kiegészül még a jegyváltási lehetőségek jelzésével, de a 21. század harmadik évtizedében az utazási jogosultság megszerzése egyre inkább online módon történik.

Az állomási, úgynevezett induló- és érkezőkörzeti információk alapvetően háromfélék lehetnek. Az első körbe sorolhatók a statikus (vizuális) információk, amelyek állandók (például a vágányok számozása általában nem változik egy vasútállomáson). Ezek az információk elsősorban az utasok állomáson belüli tájékozódását segítik, vagyis azt, hogy adott szolgáltatásokat (például jegypénztárt, étel-miszerboltot, csomagmegőrzőt, bankot stb.) merre találják, emellett segítenek a terminál közvetlen környezetének megismerésében (utcák, városi közösségi közlekedési

megállók stb.) A második a féldinamikus információk köre, amelyek egy menetrendi időszakban változatlanok (például vonatszám). A harmadik csoportba tartoznak az úgynevezett dinamikus információk, ahol az információk folyamatosan, a közlekedés lefolyásának megfelelően változnak. Az adott információ tehát időben korlátozottan áll rendelkezésre, mert ezek az utastájékoztató berendezések általában időbeni kötöttségre épülnek, ami azt jelenti, hogy a szöveg a tájékoztató táblán a járatok közlekedésének megfelelő időrendben jelenik meg, és a járat indulása vagy megérkezése után törlődik. A féldinamikus és a dinamikus információk pontossága között adott időpillanatban eltérés lehet a közlekedés lefolyásától függően (például az érkezési vágány megváltozása miatt).

Az utas járatának szükséges információit azok közlekedési időadata szerint találja meg. A legfontosabb információk egy sorban jelennek meg, így az utas össze tudja kapcsolni a járatát (járatszám, vonatszám stb. alapján) az indulási vagy érkezési hellyel (vágányszám, kocsiallás, kapu, móló stb.) Ennek a sorrendnek akkor nő meg a szerepe, amikor veszélyhelyzet miatt például egyes járatokat törölni, vagy más időpontra kell tenni. A járat törlését közölni kell az utassal, ami nem lehet egyenlő azzal, hogy adott járat nem jelenik meg a kijelzőn. A törlés tényét „törölve/cancelled” felirattal kell jelezni. Hasonlóan kell eljárni késés esetén is, amikor a menetrend szerinti adatot kell jelezni, és a várható késés idejét ehhez képest megadni (akár új időpont, akár a késési perc kiírásával, akár bemondással).

Utastájékoztatás a járműveken

A járműveken történő utastájékoztatás egyik feladata az utas és ülőhelyének egymáshoz rendelése, illetve a leszállás elősegítése. Amennyiben adott járatra lehetséges az ülőhely foglalása, szükséges a kocsik és az ülőhelyek megjelölése, hogy az utas pontosan a megvásárolt ülőhelyet foglalhassa el. Erre szolgálnak a ma már több kocsiban felszerelt kocs- és ülőhelyszám-táblák. Ezek egy járat szempontjából statikus adatok, hiszen a járat közlekedése során nem változnak meg. Ugyancsak ilyennek tekinthető az iránytábla, amely a járat útvonalát tartalmazza (amennyiben alkalmazzák). Emellett egyéb kiegészítő információk is adhatók (például a jármű pillanatnyi sebessége).

A járművön fontos lehet a következő megálló előrejelzése annak érdekében, hogy az utas időben fel tudjon készülni a leszállásra. Ez történhet vizuális és auditív módon is. Az auditív utastájékoztatás a közlekedési társaság és az utas közötti kommunikáció része is. Az indulás utáni köszöntés megnyugtatóan hathat az utasra, biztonságérzetét növelheti.

A járművekben az éloszavas utastájékoztatás szerepe szintén a rendkívüli események bekövetkezésekor válik fontossá. A fedélzeten az utasok irányítása bizonyos kritikus helyzetekben csak éloszóval történhet, megnyugtatósukra, a pánik elkerülésére szükséges a nyugodt és hozzáértő éloszavas tájékoztatás.

Egyes járműveken szükséges és kötelező a biztonsági tájékoztatás, ilyen a menekülési útvonalak jelölése, amelynek egyik ismert jelölését mutatja a 2. ábra.



2. ábra Vészkijárat jelölése

Forrás: saját felvétel

Utastájékoztatás az online térben

A mai kor kommunikációja már egyre inkább az online térben zajlik, így az utasok is sokkal könnyebben elérhetők például a saját mobilkészülékeiken keresztül. Ez az utastájékoztatásban mindenképpen előnyt jelent, hiszen így személyes információk is adhatók (például egy repülőtérén a beszállási kapu közlése elektronikus üzenetben).

Az online utastájékoztatás lényegében ma már minden szükséges információt meg tud adni. Elvi kérdésként fogalmazható meg, hogy a publikált (például internetes felületeken, weboldalakon közzétett) információk segítségével

lehetnek-e valamilyen ártó szándékú cselekedet tervezéséhez és elkövetéséhez, ugyanis a terrorizmus egyik fő célja az áldozatszám maximalizálása (Lévai, 2019b).

Kétségtelen tény azonban, hogy a valós idejű (online) utastájékoztató nagy segítséget jelent az utas számára a már többször említett helyváltoztatási döntések meghozatalában. Az, hogy mikor érkezik a megállóba a következő járat, mennyit késik egy vonat, adott időjárási körülmények között indul-e a hajójárat, mind-mind a mindennapi életet könnyíti meg, és ez a társadalmi és gazdasági fejlődés elősegítője lehet. A valós veszély azonban az ilyen esetekben is fennáll, hiszen ezek az adatok segítenek beazonosítani az egyes járművek valós helyzetét és információkat nyújthatnak például a járatok aktuális utasforgalmáról is. Ezeket az információkat pedig a kritikus infrastruktúrák ellen tervezett akciók elkövetői is felhasználhatják.

A létfontosságú közlekedési infrastruktúra elemek és az utastájékoztató kapcsolata

Ebben a fejezetben az utastájékoztató szempontjából érdekes létfontosságú közlekedési infrastruktúraelemeket határozom meg. Azt mutatom be, hogy az általánosan definiált létfontosságú közlekedési infrastruktúra elemeken hol működik utastájékoztató, annak érdekében, hogy utána vizsgálni tudjam a két rendszer kapcsolatát.

Jellegükönél fogva az épített infrastruktúrának olyan meghatározó elemei vannak, amelyek sérülése jelentősen korlátozhatja egy adott ágazat országon belüli igénybevételét. Az ilyen létfontosságú elemek rombolása és kiesése emberi áldozatokkal járhat, jelentős gazdasági és társadalmi károkat képes okozni¹. Ezeket az elemeket nevezzük kritikus vagy létfontosságú rendszerelemnek, amelyek védelme a tulajdonosnak (állami vagy magán) alapvető érdeke (Bonnyai, 2019).

A továbbiakban azt vizsgálom, hogy az ilyen rendszerelemek közül melyek hozhatók kapcsolatba az utastájékoztatóval. Miután az utastájékoztató a személyszállításhoz köthető szolgáltatás, ezért leginkább az ezzel kapcsolatos elemekre érdemes koncentrálni.

A személyszállítási szolgáltatások az utasok számára az egyes megállóhelyeken, állomásokon, terminálokon érhetők el, így az utastájékoztatónak ezeken a helyeken is meg kell jelennie. Ennek megfelelően a kritikus elemeken is megtalálható ez a szolgáltatás. Az utasok számára nyújtott állomási információszolgáltatás tájékoztatást közöl a forgalom alakulásáról, segít az állomási szolgáltatások elérésében, irányítja az utasokat, illetve figyelmeztetéseket is ad (például: „Kérjük, a vágány mellett vigyázzanak!”). E sokrétűség kiemeli az utastájékoztató fontosságát, korszerű utastájékoztatói rendszer nélkül egy terminál működésében zavarok állhatnak be. Az érkező és induló járatok nagy száma miatt az élőszavas tájékoztatás nem hatékony, egyrészt a kevés igénybe vehető munkaerő (információs munkatárs), másrészt a gépi utastájékoztatónál ismertetett hátrányok miatt. A forgalmi technológiában bekövetkező legapróbb módosulás kommunikálása is nehézségekbe ütközhet, így a technológia szükséges merev betartása a zavar szétterjedését okozhatja.

A következő elemcsoport a közlekedési pályák köre. A pályát itt most az állomások közötti infrastruktúraelemként értelmezem, vagyis ezeken a szakaszokon a járművek menetrend szerint – kevés kivételtől eltekintve – nem állnak meg (a közúti jelzőlámpáknál való megállást nem sorolom ebbe a körbe). Szigorúan tekintve a vasúti közlekedés területén a megállóhely nyíltvonali szolgálati helynek minősül, vagyis a vonat menetrend szerint a nyílt pályán áll meg. Ezért kijelenthető, hogy a vasúti megállóhelyeket kivéve a pálya kritikus elemein (például hidakon, alagutakban) nem alkalmaznak utastájékoztatót.

Vannak olyan létfontosságú rendszerelemek, helyiségek, amelyek a pályák és a rajta közlekedő járművek működését biztosítják (például villamos állomások, járműtelepek, hangárak), de ezek nincsenek megnyitva az utasok előtt, így ott utastájékoztató sem szükséges.

Külön szükséges foglalkozni a járművekkel. A fedélzeti utastájékoztató bemutatása során már hangsúlyoztam a veszélyhelyzetek kialakulásakor az élőszavas tájékoztatás fontosságát. Rendkívüli események természetesen a nyílt vonalon is történhetnek, azonban az ilyen esetekben a pálya üzemeltetője nem tájékoztatja az utasokat, illetve bizonyos esetekben nincs ilyen (például nemzetközi vizeken és a levegőben). Ez a feladat a közlekedési társaságra hárul. Amennyiben van kijelölt infrastruktúrakezelő, akkor ő tájékoztatja a közlekedési társaságot az adott helyzetről, majd a közlekedési társaság tájékoztatja az utasokat. Időjárás okozta veszélyhelyzetről is a közlekedési társaság értesül elsőként, így az ilyen szituációkban szükséges követendő magatartásról szintén neki kell tájékoztatni az utasokat.

¹ Zöld könyv a kritikus infrastruktúrák védelmére vonatkozó nemzeti programról. A Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról szóló 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat 1. sz. melléklete. <http://www.kozlonyok.hu/kozlonyok/Kozlonyok/10/PDF/2008/31.pdf> (2021. november 10.)

Kérdésként merülhet fel, hogy maga az utastájékoztatási rendszer kritikus infrastruktúra elemnek tekinthető-e? Georg Hermes definíciója szerint a közlekedési infrastruktúrába tartoznak azok a hosszú élettartamú földhöz kötött létesítmények, amelyek a mobilitás kielégítéséhez járulnak hozzá (Hermes, 1998). Erdősi Ferenc a közlekedési rendszert közlekedési infrastruktúrára és közlekedési szolgáltatásokra osztotta (Erdősi, 2000). A személyszállítási szolgáltatásokról szóló 2012. évi XLI. törvény² a személyszállítási szolgáltatásokhoz kapcsolódó rendszerként határozza meg az utastájékoztatási rendszert, így a szolgáltatások kategóriájába sorolható. Ebből következően az utastájékoztatást nem lehet közvetlenül a közlekedési infrastruktúra részének tekinteni, így nem kritikus infrastruktúra elem.

Ugyanakkor a fenti elemzésből világossá válik, hogy a létfontosságú közlekedési infrastruktúra állomási elemein üzemelő utastájékoztatási berendezések nagyon fontos hatást gyakorolnak a terminálok működésére, üzemi működésüket jelentősen befolyásolják, illetve a fedélzeti utastájékoztatás is nagymértékben segíti a menet közben kialakuló zavarhelyzetek megoldását. Az utastájékoztatási elemek ezért jelentős szerepet játszanak a rendkívüli események kezelésében, így a védelmet rájuk is ki kell terjeszteni.

A létfontosságú rendszerelemek és az utastájékoztatás kapcsolata kimutatható, amennyiben magának az utastájékoztatási rendszernek a terrorfenyegetettségét elemezzük. A utastájékoztatási rendszerek terrorfenyegetettségének meghatározásakor a közlekedési rendszerek és a terrorizmus kapcsolatából érdemes kiindulni. Ezt a kapcsolatot több, korábbi cikkben elemeztem szerzőtársaimmal (Lévai, 2019a; Lévai, 2019b; Lévai – Üveges, 2020; Albert et al., 2021; Lévai et al., 2021; Horváth – Lévai, 2021; Lévai – Tóth, 2022). Az elsősorban az online térből érkező fenyegetésekkel Maros Dórával írt cikkünkben foglalkoztunk (Maros – Lévai, 2023). A cikkek és tanulmányok legfőbb megállapításai, hogy a terrorizmus veszélyt jelent a közlekedési rendszerre, annak „puha” célpontja, mert a közlekedési rendszer könnyen támadható és az áldozatok száma a tömegszerűség miatt nagy lehet. A terrorizmus is keresi azokat a lehetőségeket, amelyek könnyebbé teszik az akciók végrehajtását, így például az informatika felhasználása már nem teszi szükségessé a helyszíni jelenlétet. Az utastájékoztatás pedig, mint nyílt hozzáférésű rendszer, lehetőséget kínálhat a terroristák számára a közforgalmú közlekedési rendszerek elleni támadásra.

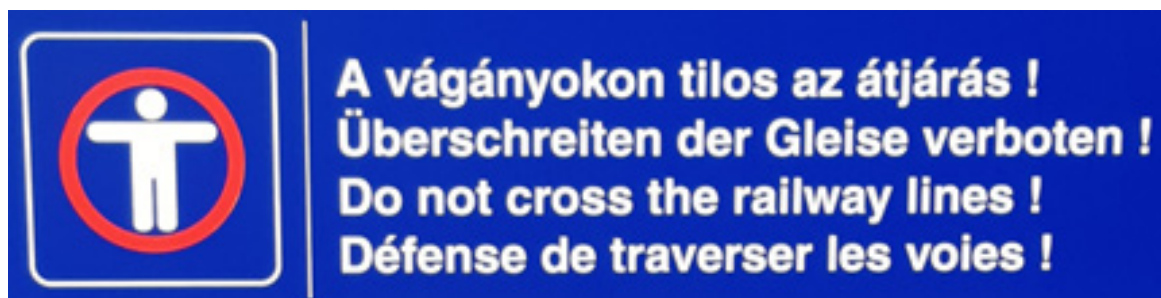
Az utastájékoztatási rendszerek terrorfenyegetettségének vizsgálatát két szempont szerint érdemes elvégezni. Egyrészt vizsgálni szükséges, hogy maguk a rendszerek mennyire kitéttek támadásoknak, másrészt szükséges annak meghatározása, hogy a rendszerek információi alapján elkövethetők-e terrorcselekmények. A vizsgálatot csak az elektronikus rendszerekre folytattam le, mert bár a statikus, papíralapú rendszerek is meghackelhetők, csak egy adott tájékoztató tábla környezetében okoznak zavarokat, hatásuk nem jelentős. A vizsgálat módszertana biztonsági okokból jelen cikkben nem részletezhető.

A létfontosságú közlekedési infrastruktúra elemek védelmi lehetőségei az utastájékoztatás felhasználásával

Az nyilvánvaló, hogy táblával és hangosbemondással nem lehet tervezett terrortámadásokat megakadályozni, ugyanakkor a létfontosságú rendszerelemek védelme nem csak a terrorcselekmények, hanem olyan balesetek vagy gondatlan cselekmények megakadályozását is jelenti, amelyek jelentős hatással lehetnek az egyes közlekedési infrastruktúrák működésére. Ebben az esetben láthatók az utastájékoztatás védelmi feladatai. A következőkben az ilyen, előre megfontolt vagy gondatlan cselekmények megelőzésének lehetőségeit vizsgálom. A szakirodalomban ilyen jellegű vizsgálat nem lelhető fel, így elemzésem új szempont szerint határozza meg az utastájékoztatás szükségességét.

Vizuális utastájékoztatás során a piros színt kell használni a tiltó táblák esetében. Piros lehet a kép kerete, maga a kép vagy a felirat. Ezt hangsúlyozhatja az adott cselekvést szimbolizáló piktogram áthúzása is szintén pirossal. A táblák színösszeállítás fehér – piros – fekete. A háttér minden esetben fehér, mert ezen emelkedik ki legjobban a piros szín. A szöveg és az ábra lehet piros vagy fekete. Az áthúzás minden esetben piros színű (3. ábra).

² 2012. évi XLI. törvény a személyszállítási szolgáltatásokról 4. § (2) bekezdés e) pont (2022. április 10.)



3. ábra Korlátozó tábla

Forrás: saját felvétel

A figyelemfelhívó táblák színe már eltérő lehet. Alapvetően a sárga háttér előtti fekete szín a használatos (4. ábra), mert a sárga háttér jól kiemeli a fekete szöveget vagy ábrát. A közlekedési lámpák analógiáját használva a sárga a „Figyelj!” színe.



4. ábra Figyelmeztető tábla

Forrás: saját felvétel

Az előszavas tájékoztatás területén fontos a határozott és érthető beszéd. Szükséges a monotonitás megtörése, ezért a veszélyhelyzeti információkat ténylegesen előszóval kell bmondani. A megfelelő reakció sikeressége nagymértékben függ az auditív utastájékoztatásnál leírtaktól.

A létfontosságú infrastruktúrák egyes elemei hatásosan védhetők az utasok előli elzárással is (például forgalomirányító helyiségek). Ezeket a területeket meg kell jelölni, ami lehetséges tiltó táblákkal, illetve az adott területet fizikailag el lehet keríteni, így egy kerítés már képezhet olyan fizikai akadályt, amely adott esetben megfelelő védelmet biztosíthat a kritikus infrastruktúraelemek részére. Szükség esetén a személyes védelem, illetve a kamerás megfigyelés is megoldást jelent.

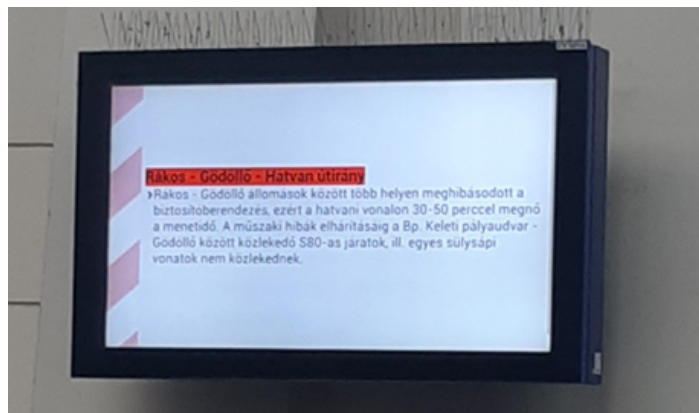
A táblák nem csak adott hely megközelítésének tiltását szolgálják, hanem más cselekmények végrehajtását is megtilthatják. A fényképezés tilalma például az LRV szempontjából is fontos, annak érdekében, hogy a védett objektumokról ne lehessen olyan felvételeket készíteni, amelyek elemzésével az esetleges terrorakciók előkészíthetők. Természetesen a tábla önmagában nem akadályozza meg a felvétel készítését, ugyanakkor, mint tiltó eszköz, kisebb mértékű szabályozó szerepe lehet.

A gondatlan cselekedetek megelőzését szolgálhatják a figyelemfelhívó szövegek. A közlemények aktivizálódhatnak automatikusan (például a metróban a védelmi szőnyegre való rálépéskor, ha a vonat nem áll a peron mellett), illetve szóban elhangozhatnak a cselekmény észlelésekor (például valaki felmászik egy vasúti kocsira). A megfelelő érélyesség és beszéd (hangerő, érthetőség stb.) ilyen esetekben kulcsfontosságú lehet.

Mint korábban említettem, a létfontosságú rendszerek védelme az utasok védelmét is jelenti, ezért az utastájékoztatás veszélyhelyzeti esetekben elsősorban az utasok testi épségét igyekszik megóvni. Ilyenek lehetnek az érintett helyszín kiürítésére vonatkozó információk, illetve a helyszín megközelítésének megakadályozása. Természetesen ehhez élőerőt is igénybe kell venni, ugyanakkor a megfelelő(élőszavas, statikus vagy elektronikus) utastájékoztatás is sokat segíthet a helyzet enyhítésében.

Szükséges az informálás annak érdekében is, hogy az utasok a megfelelő döntést meg tudják hozni, illetve az esetleges konfliktusok elkerülése érdekében is. A tájékoztatás folyamatossága kiemelt jelentőségű, azaz a

bekövetkezett változásokról szintén értesíteni kell az utasokat, így a dinamikus utastájékoztató berendezéseknek kiemelt jelentőségük van ebben az esetben. Nagyobb állomásokon használnak úgynevezett haváriumonitort, ahol a rendkívüli eseményekről tájékoztatják az utasokat (5. ábra). Itt is kiemelt szerepe van a piros színnek, amelyről felismerhetők a kritikus információk. Fontos, hogy a haváriumoniterek működésére előszóban is (például hangszórókon keresztül) felhívják az utasok figyelmét.



5. ábra Havária monitor

Forrás: saját felvétel

Rendkívüli események bekövetkezésekor kérdésként merül fel, hogy az utasok tájékoztatását végző személynek milyen információk vannak a birtokában. Információhiány esetén az utasok szakszerű és pontos tájékoztatása nem lehetséges, ilyenkor elegendő lehet egy tájékoztatás az információk közlésének várható idejéről.

Alapesetben az utasokat tájékoztatni kell (Harmatos et al., 2004):

- a bekövetkezett esemény okáról;
- a várható késésről/törlésről;
- a csatlakozásokról (meglétéről vagy elmaradásáról);
- az esetleges kerülő útirányokról;
- a szolgáltatás pótlásáról (amennyiben lehetséges).

Természetesen adott rendkívüli helyzetet minden utas másként értékeli, egyedi problémája adódhat. A fedélzeti utastájékoztatót végzők egyik kiemelt feladata az utasokkal való törődés. A lehetőségekhez képest megoldást kell találni a felmerült (egyedi) problémákra.

A nagy kiterjedésű rendkívüli helyzetek kommunikációját már általában átveszi az adott társaság kommunikációs szervezete, azonban a nyílt pályán az előszavas utastájékoztató maradt a fő szerep.

A nagyobb terminálok egyben átszállási csomópontok is. A veszélyhelyzeti utastájékoztató akkor tekinthető megfelelőnek, ha ez a különböző alágazati rendszerekbe integráltan működik, és már a terminálra igyekvő utasok figyelmét felhívja a rendkívüli eseményre (például, hogy adott irányú járatok máshonnan indulnak). Kifejezetten előnyös, ha az utas nem az adott terminál bejáratánál találkozik először a rendkívüli helyzettel, hanem időben értesül erről, és a döntését így tudja meghozni. A rendkívüli helyzetek megoldását megkönnyíti, ha minél kevesebb utassal kell számolni. Ehhez megfelelően integrált, a közlekedési alágazatok között kommunikáló utastájékoztatói rendszer kiépítése szükséges annak érdekében, hogy az utasok már a helyszín megközelítésekor (például a repülőtérről tartó gyorsvasúton) információt kaphassanak a rendkívüli helyzetről.

A létfontosságú rendszerek védelmének feladat körébe nemcsak a megelőzés, hanem a károk enyhítése és következményeinek felszámolása is beletartozik. Ez sérült vagy rombolt infrastruktúra esetén a kerülő útirányok és a járatok pótlásának lehetőségét jelenti. E két feladat sikeres megoldása elképzelhetetlen megfelelő utastájékoztató nélkül. A megfelelő kerülő útirányok kiválasztása után szükséges az utassal közölni a járat további útvonalát, a nem érintendő megállókat, a többlet megállókat, illetve a kieső megállókba történő eljutás módjait is. Ha egy adott úticélt ezzel a járatval és a lehetséges csatlakozásokkal nem lehet elérni, azt is közölni kell az érintett utasokkal. Ugyanakkor a járat pótlásáról is gondoskodni kell a lehetőségekhez képest, ezért vizsgálni kell más közlekedési hálózatok bevonását is. E helyütt ismét hangsúlyozni szeretném az integrált személyszállítási információs rendszer szükségességét.

Az eredetitől eltérő útvonalat és célállomást, valamint a megváltozó megállási rendet az érintett járatnál jelezni kell. Ez segíthet az utasnak a döntése meghozatalában (például elutazik adott járatval az ideiglenes célállomásra és

onnan egy családtagja gépkocsival hazafuvarozza). Éppen ezért az úton rekedt utasok biztonságérzetének kialakításában rendkívül fontos az elérési útvonalak ismertetése. A 6. ábrán a MÁV-START Zrt.-nél alkalmazott megoldás látható.



6. ábra Eltérő útvonal és megállási rend jelzése

Forrás: MÁV-START Zrt. (2017: 18)

Az 1. táblázat összefoglalja az egyes LRV területek védelmére felhasználható utastájékoztatói eszközöket.

1. táblázat Az LRV területein felhasználható utastájékoztatói eszközök

<i>LRV elem (infrastruktúra és esemény)</i>	<i>Utastájékoztatói eszköz</i>	<i>Egyéb védelem</i>
irányítóközpont	piktogram	kerítés, biztonsági űr
gondatlan cselekmény	figyelemfelhívó szöveg (írott és bemondott)	
rendkívüli esemény		
terminál	élőszó (gépi és emberi)	
	kijelző (havária monitor)	
fedélzet	élőszó, piktogram	
kárenyhítés		
pótlás, helyettesítés	élőszó, táblák	

Forrás: saját szerkesztés

Következtetések és javaslatok

A cikk előző fejezeteiben megállapítottak alapján az utastájékoztató és a létfontosságú közlekedési infrastruktúrávédelem kapcsolatáról az alábbi következtetések vonhatók le:

- az utastájékoztató rendszerek támadása jelentős zavarokat okozhat a közforgalmú közlekedés lebonyolításában;
- az utastájékoztató részén a rendkívüli eseményekről való tájékoztatás;
- a létfontosságú rendszerek védelmének részeként értelmezhető utasvédelem a megfelelő utastájékoztatóval elősegíthető;
- a terminálok elhelyezett tiltó és figyelemfelkeltő táblák önmagukban nem képesek a megfelelő védelem kialakítására, ugyanakkor kihelyezésükkel elősegíthető a sikeres védekezés;
- a létfontosságú rendszerelemek kiesésekor szükséges kerülő útirányok és járatpótlási lehetőségek kommunikációja kiemelten fontos feladat.

Következtéseim alapján kimutatható az utastájékoztatói rendszerek fenyegetettsége, így azok joggal nevezhetők a létfontosságú közlekedési infrastruktúraelemek részének. Különösen igaz ez azokra a rendszerekre, amelyek elektronikus adatkapcsolatban állnak az irányítási rendszerekkel. Megállapítható tehát, hogy az utastájékoztató rendszereknek lehetnek a létfontosságú rendszerek védelmével összefüggő feladatai, amelyekkel kapcsolatban az alábbi javaslatokat teszem.

1. A terrorfenyegetettség elleni védelem erősítése megfelelő hálózatok alkalmazásával

A közforgalmú közlekedés utastájékoztatási rendszerét javasolom zárt hálózatba kötni, ahol nem ismertek a hálózathoz csatlakozás feltételei, azaz a hálózathoz való hozzáférés ne nyílt hálózatokon keresztül történjen (Lévai – Üveges, 2020). Azokat a rendszereket, amelyek adatkapcsolatban állnak az irányító rendszerekkel, ugyancsak szükséges belső, privát és zárt hálózatba kötni, amelyben a hálózat elemeinek biztonságát már a gyártó szavatolja. Ez azt eredményezi, hogy az irányító- és ellenőrző rendszerektől kapott dinamikus adatok nem jelennek meg az interneten. Bizonyos adatok esetében ez problémát okozhat, ugyanakkor a szolgáltatóknak célszerű komplex módon vizsgálni azt, hogy az interneten publikált adatok együttesen milyen kockázatot jelentenek (Albert et al., 2021). Ennek megfelelően szükséges az online felületeken adott utasinformációk felülvizsgálata kibervédelmi szempontból, és annak meghatározása, hogy mi számít közérdeknek, melyek azok az adatok, amelyeket mindenképpen szükséges az online térben kommunikálni.

2. Az utastájékoztató rendszerek kiesésekor a forgalmi technológia legszélesebb körű betartása

Önmagában is elvárás a közforgalmú közlekedés szereplőitől, hogy a nemzetközi és hazai szabályozásokban előírt technológiai utasításokat tartsák be, ugyanakkor ez az utastájékoztató rendszerek kiesése (meghibásodása, támadása stb.) esetén kiemelt fontosságú. Az ilyenkor rendelkezésre álló statikus és féldinamikus rendszereken nem lehetséges a változtatások azonnali megjelenítése, ezért szükséges a megtervezett forgalmi technológia (például vasútállomási üzemi terv) betartása. Minden változtatás csak előszóval hozható az utasok tudomására. A megfelelő minőségű tájékoztatás érdekében szükséges a LRV-hez tartozó rendkívüli közlemények bemondásának gyakorlása, hogy éles helyzetben ne okozzon gondot a tájékoztatás minősége.

3. A tervezett integrált személyszállítási információs rendszer kommunikációjának megvalósítása rendkívüli helyzetben

A rendkívüli események bekövetkezésekor a kritikus információk kommunikációs határfoka javítható, ha az minél szélesebb utasréteget ér el. Értem ez alatt azt, hogy nem csak azok szereznek információt a bekövetkezett eseményről, akik az adott vonalon utaznak, hanem azok is, akik a probléma kialakulásának helyszíne felé utaznak, történjen az akár más szolgáltató járatával is. Javasolom ezért egy integrált személyszállítási információs rendszer tervezetének elkészítését a rendkívüli események egységes kommunikációs felületének kialakítása céljából. A platformnak képesnek kell lennie nemcsak az események bekövetkezésének közlésére, hanem a bekövetkezett rendkívüli esemény következményeinek felszámolása érdekében tett intézkedések megfelelő kommunikációjára is, úgymint járatpótlás, kerülő útirányok közlekedési lehetőségei, az esemény felszámolásának várható időpontja stb. A rendkívüli események kommunikációjának ugyanis az a kulcskérdése, hogy az utas valamennyi releváns információ birtokában legyen, és ennek megfelelően tudjon döntést hozni.

4. Intelligens vasútirányítási és -felügyeleti rendszerek utastájékoztatási funkciójának kialakítása

Tokody Dániel doktori értekezésében (Tokody, 2020) egy integrált intelligens vasútfelügyeleti rendszer kialakításának lehetséges elemeit mutatja be. A rendszer képes a vasúti közlekedés automatikus vezérlésére és felügyeletére, ugyanakkor a szerző nem tér ki az utastájékoztatási funkciókra, amely az általam felvetett megoldások szerint kapcsolódhat ezekhez a rendszerekhez. Ezért javasolom, hogy az integrált intelligens vasútfelügyeleti rendszerek egészüljenek ki utastájékoztatási funkciókkal is, amelyek biztonságát a cikkben részletezett kibervédelmi megoldások szerint kell kialakítani. Ehhez javasolom felhasználni Bódi Antalnak az ITS (Intelligent Transport System) ökoszisztéma és a közlekedési információbiztonság megteremtése tárgyában végzett kutatási eredményeit is (Bódi, 2020).

Összefoglalás

A közlekedés összetettsége és veszélyessége miatt sok esetben nem az előre tervezett keretek között valósul meg az utazás. A rendkívüli helyzetek okozta kihívások növelik az utastájékoztatás szerepét, hiszen az ilyen helyzetekben az utasnak döntenie szükséges az utazás folytatását illetően. Ezt csak magas minőségű utastájékoztatás esetében teheti meg megfelelően. Egyes esetekben pedig elképzelhető, hogy maguknak az utastájékoztatási rendszereknek a sérülése vagy egy ellenük intézett (kiber)támadás okozza a rendkívüli helyzetek bekövetkezését.

Cikkemben azt vizsgáltam meg, hogy a terrorizmus elleni védekezés részeként számontartott létfontosságú közlekedési infrastruktúravédelem kiterjeszthető-e a személyszállítási információs rendszerekre, illetve, hogy

magukat a rendszereket tekinthetjük-e a kritikus közlekedési infrastruktúrávédelem részének.

Vizsgálatom eredményeként kijelenthető, hogy a megfelelő utastájékoztatás segíthet a létfontosságú rendszerelemek védelmének megvalósításában, így emberéletek megóvásában.

A cikk végén az előző fejezetek megállapításaiból levont következtetések alapján javaslatokat fogalmaztam meg annak érdekében, hogy az utastájékoztatás kellően elősegíthesse a létfontosságú közlekedési rendszerelemek és nem utolsósorban az utasok védelmét, ezáltal növelve a közforgalmú közlekedés biztonságát.

Felhasznált irodalom

Ábrahám György et al. (2014): Műszaki Optika, BME-MOGI, Budapest (elektronikus kiadvány). https://www.mogi.bme.hu/TAMOP/muszaki_optika/book.html (2024. augusztus 27.)

Albert Ágota et al. (2021): A közlekedési rendszerek és az információs terrorizmus kapcsolata, Felderítő Szemle, 201, 18–58. o.

Bódi Antal (2020): Információbiztonság a közlekedés mint létfontosságú rendszerelem esetén, in: Deák Veronika (szerk.): Az IBTV. gyakorlata, Éves továbbképzés az elektronikus információs rendszer biztonságáért felelős személy számára 2020, Nemzeti Köszolgálati Egyetem, Közigazgatási Továbbképzési Intézet, Budapest, 37–79. o.

Bonnyai Tünde (2019): Történeti áttekintés, in: Bognár Balázs – Bonnyai Tünde (szerk.): Kritikus Infrastruktúrák védelme I., Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 29–46. o.

Erdősi Ferenc (2000): A kommunikáció (közlekedés-távközlés) szerepe a terület és településfejlődésben, VÁTI Dokumentációs Osztály, Budapest, 356 o.

Harmatos János – Kárpáti László – Lévai Zsolt (2004): Állomási és forgalmi technológiák, MÁV Rt., Baross Gábor Tisztkező Intézet, Budapest, 275 o.

Hermes, Georg (1998): Staatliche Infrastrukturverantwortung Rechtliche Grundstrukturen netzgebundener Transport- und Übertragungssysteme zwischen Daseinsvorsorge und Wettbewerbsregulierung am Beispiel der leitungsgesunden Energieversorgung in Europa, Jus Publicum 29, Mohr Siebeck, Tübingen, 578 o., <https://doi.org/10.1628/978-3-16-158153-3>

Horváth Attila – Lévai Zsolt (2021): A magyarországi vasúthálózat létfontosságú rendszerelemeinek azonosítása; In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 131–146. o.

Lévai Zsolt (2019a): A vasúti szektor védelmi lehetőségei terrorakciók ellen, Közlekedéstudományi Szemle, 69:5, 50–71. o. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2019.5.5>

Lévai Zsolt (2019b): Vasút és terrorizmus: „puha” célpontok a terroristák célkeresztjében, Katonai Logisztika, 27:4, 86–113. o. <https://doi.org/10.30583/2019/4/086>

Lévai Zsolt – Üveges András József (2020): A vasúti közlekedés informatikai adatvédelme, Felderítő Szemle, 19:2, 103–139. o.

Lévai Zsolt – Molnár Balázs – Munkácsy András (2021): A turisztikai célú vasúti utazások piaci változásának turizmusbiztonságra gyakorolt hatásai, XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia, 2021. június 10–11., Győr, 222–233. o.

Lévai Zsolt – Tóth Bence (2022): A vasútállomásokon alkalmazható védelmi intézkedések és az utazási idő összefüggésének turizmusbiztonsági szempontú vizsgálata, in: Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 307 – 322.

Maros Dóra – Lévai Zsolt (2023): Kibertámadások a vasúti közlekedésben, Városi Közlekedés, 58:4–59:1, 20–25. o.

MÁV-START Zrt. (2017): MÁV-START Értesítő, 2017:21 (elektronikus kiadvány). <https://docplayer.hu/230332833-Ertesito-2017-21-szam-tartalom.html> (2024. augusztus 29.)

Szabó Béla (1984): Utastájékoztatási ismeretek, KÖZDOK, Budapest, 197 o.

Tokody Dániel (2020): Intelligens vasúti informatikai és biztonsági rendszerek fejlesztése, doktori (PhD) értekezés, Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, 168 o.

Számszerűsített Térbeli Modell Rendszer fejlesztése a különböző közlekedési beruházások hatásainak optimalizálása érdekében

Beküldve: 2024.01.17.
Elfogadva: 2024.07.01.
Online közzététele: 2024.11.29.



FÜTYÜ ISTVÁN szakértő II, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Mobilitás Kutatóközpont, futyu.istvan@kti.hu

Kivonat: A kutatás célja a közlekedési munkamegosztás térbeli vizsgálata, annak pozitív befolyásolása és várható hatásainak becslése különböző ösztönzők alkalmazása mellett. A munkamegosztás regionális / körzetek közötti hatékonyabb eloszlása mellett a további cél a modal-shift hasonló alapokon történő térbeli vizsgálata és a különböző multimodalitást ösztönző beavatkozások, valamint az innovatív és kooperatív rendszerek alkalmazásának és hatásainak modellezése. Az intermodalitás EU szinten már régóta fokozott és kitüntetett figyelmet kap, továbbá a technológiai fejlődés eredményeképpen a különböző módszertanok is újra értelmezhetőek, azok könnyebben, hatékonyabban és fokozott hasznossággal alkalmazhatóak. Az EU-s közlekedéspolitikai és klímacélok megvalósulása is jelentős mértékben függ az intermodalitás, és az egyes beruházások optimális alkalmazásától, amelyhez a térbeli modell rendszer EU-szintű kiterjesztése további hozzáadott értékkel szolgálhat.

Kulcsszavak: Számszerűsített Térbeli Modell Rendszer; modal-shift; közlekedés

Development of a Spatial Computable General Equilibrium based Model System to optimise the impact of different transport investments

Abstract: The main aim of the research is to investigate the modal-share on a spatial way and to estimate its positive impact and expected effects of different incentives. In addition, the encouragement of multimodality, as well as innovative and cooperative schemes are also aimed. Intermodality receiving increased and prominent attention at EU level, and technological progress has also led to a reinterpretation of the different methodologies, making them easier, more efficient, and easier to apply, which is targeted by the EU transport policy and climate change objectives (thus the extension of the modelling system at EU level could provide further added value).

Keywords: Spatial Computable General Equilibrium Model; modal-shift; transportation

Bevezetés

A közlekedés és a mobilitás mindennapi életünk szerves részét képezi, annak szerepe, valamint hatékonyságának és fenntarthatóságának növelése egyre nagyobb hangsúllyal bír napjainkban. Az azonnali, kényelmes és rugalmas mozgás az emberiség alapvető igényévé vált. A mobilitás és a motorizáció iránti növekvő igény mellékhatásaként a hagyományos közlekedési hálózatok és módok kiegyensúlyozatlanná váltak. A személygépkocsik túlzott elterjedése fokozott közúti torlódásokhoz, gyakoribb és súlyosabb balesetekhez vezet, számos további externáliák mellett (zaj, emisszió). A közlekedési rendszer térbeli elemzése SCGE modellekkel képes meghatározni a társadalmi-gazdasági egyensúlyt, kimutatható az egyes bemeneti változók módosítására kialakuló új egyensúlyi pont, vagy akár meghatározhatóak a térben a javasolt, fokozott hasznosságú fejlesztési területek is. Kutatásom célja egy olyan SCGE-modell keretrendszerének kidolgozása, amely a közlekedési ágazatot és annak szabályszerűségeit alapvető elemként veszi figyelembe, miközben képes meghatározni és előre jelezni az optimális egyensúlyi pontot a megfelelő beruházások vagy a modellezett környezetben szükséges változások meghatározása érdekében.

Módszertan és modellrendszer

A térbeli számszerűsíthető egyensúlyi (Spatial Computable General Equilibrium, SCGE) modellek olyan gazdasági modellek, amelyek a területi eloszlást és a gazdasági egyensúlyt egyidejűleg figyelembe veszik. Ezek a modellek átfogó és részletes módon vizsgálják egy adott terület (pl. ország vagy régió) gazdaságát és egyéb számszerűsíthető adottságait (népsűrűség, migráció stb.), lehetővé teszik a különböző befolyásoló tényezők térbeli elemzését és az egyes beavatkozások hatásainak elővetítését (Samuelson, 1997). Az SCGE modellel a gazdaság különböző szektorai, régiói és piaci sajátosságai, valamint egyéb kitüntetett tényezők (mint például a különböző közlekedési fejlesztések) és azok közötti kapcsolatok is vizsgálhatók.

A modellrendszer felhasználása elsődlegesen a döntéstámogatási és hatásvizsgálati célokra javasolt, ugyanis objektív és összemérhető kimenetet ad a különböző bemeneti paraméterekre. Az SCGE modellek komplex számításokon alapulnak, amelyek során figyelembe vehetők az egyes gazdasági szereplők (szektorok, régiók) különböző jellemzői és viselkedési mintái (Tavasszy et al., 2011). Ez teszi lehetővé többek között a szükséges változások területi alapon történő indikálását.

Az általam tervezett modellrendszerben egy alap térbeli egyensúlyi modell kiterjeszthetőségét vizsgálom közlekedési oldalról, különböző aspektusok, kulcstényezők figyelembevételével.

Ilyen kulcstényezőként elsődlegesen a következő hazai és nemzetközi közlekedéspolitikai célokban is prioritált elemeket – ezek hatékony integrálhatóságát – vizsgálom:

- Multimodalitás, és ezen belül
 - a közlekedési munkamegosztás (modal-split)
 - az egyes módok közötti hatékonyabb eloszlás serkentése (modal-shift)
 - az infrastruktúrális és mobilitási szűk keresztmetszetek feltárása
- különböző innovatív mobilitási megoldások hatásai
 - a közlekedésbiztonságra
 - a demográfiára
- modell kiterjesztésének és exponálásának lehetőségei
 - funkcionális
 - területi

A modell és módszertan tágabb megközelítésből a hagyományos I/O és a számszerűsített egyensúlyi modellek újragondolt módszerének tekinthető (de Palma, 2011). Az SCGE modellek a társadalmi-gazdasági egyensúlyt számítható módon ábrázolják, miközben figyelembe veszik a földrajzi allokációkat és a területi eloszlásokat is.

A jelenlegi modellezési keretrendszer a közlekedési hálózat javítását célzó különböző beavatkozásokat és fejlesztéseket elemzi a zökkenőmentesebb és gyorsabb mobilitás érdekében, illetve a fenntarthatóság, a közlekedési módok átrendeződése és a gazdasági növekedés előmozdítása érdekében (a közvetett hatásokat is beleértve).

A módszertani alapok az Anas–Fujita–Krugman-modellből származnak. Ezzel összhangban került kidolgozásra egy alapmodell, amelyben a közlekedés térbeli vizsgálata eltér a korábbi „jéghegy”-elv alapú, együtthatóként megjelenő megközelítéstől (Anas, 1992; Fujita – Krugman, 1995; Fujita – Hamaguchi, 2001).

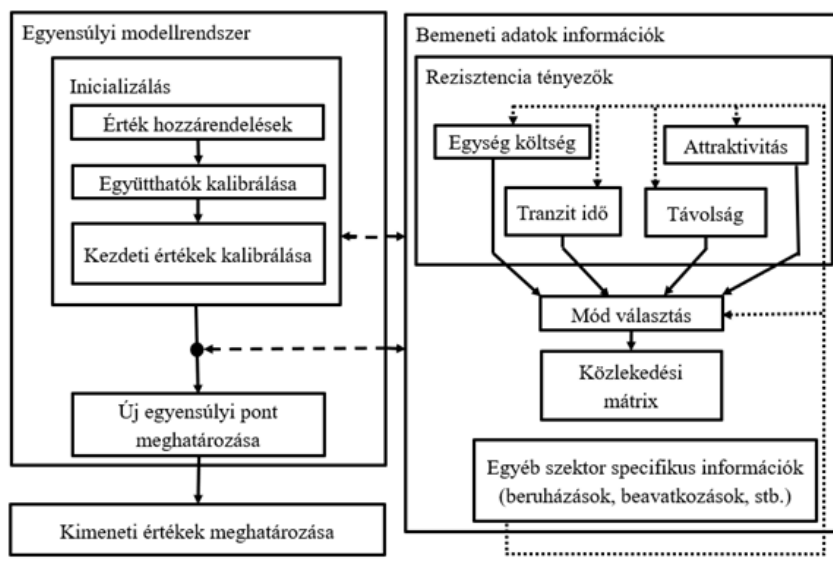
Az alapmodellben tehát a közlekedés, mint önálló összetevő jelenik meg, amely a későbbi fázisokban és az igények szerint szabadon bővíthető.

A modell alapjellemezői a következők:

- A vizsgált környezetet földrajzi régiókra osztja.
- Minden régióban megjelennek a fogyasztók, akik valamely régió munkaerejét képezik.
- A régiókban megkülönböztethetők az adott térségre jellemző erőforrások és azok eloszlási rugalmassága.
- Fogyasztói oldalról a cél a hasznok maximalizálása: minden fogyasztó motivált arra, hogy a fizetését különböző régiók termékkosarára költse, maximalizálva azok hasznosságát.
- A leegyszerűsített alaprendszerben nem kalkulálok megtakarításokkal, illetve a rendszer határain átvérlő (export/import) forgalommal.
- A helyváltoztatási és a termékkosarak szállítási terheit (közlekedési költségek) a fogyasztók viselik.

- A közlekedési költség differenciáltan jelentkezik, a modális döntések alapján:
 - egy átfogó gazdasági szereplőnél (üzemanyagszolgáltató, vagy közösségi közlekedési szolgáltató), illetve
 - a jövőben tervezett a modell kiterjesztése e-kereskedelmi vonatkozásban (logisztikai szolgáltató által), valamint a pandémia mellékhatásaként is jelentkező, otthoni munkavégzés fokozott elterjedésének hatásvizsgálatával és integrációjával.
- A fogyasztás határa az egyének jövedelme.
- A modellben, a vállalatok a bevételt a termelésre költik, így a termelés korlátja a rendelkezésre álló erőforrás (munkaerő), és az eladásokból származó bevételek.
- A különböző régiók termékkosarai mindenki számára elérhetőek.

A modellrendszer működési folyamatainak logikai struktúráját az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra A modellrendszer sematikus működési ábrája

Forrás: saját szerkesztés

A fő modellezési egyenletek beállítása után a következő lépés az inicializálás, azaz a kezdeti paraméterek beállítása. A rendelkezésre álló adatforrásokból a kalibrációs függvények segítségével beállításra kerülnek a fő működési paraméterek (lásd alább a (11), (12), (13) egyenleteket), és a közlekedésmátrix előállítása is ennek a lépésnek a része.

A közlekedésmátrix elkészítése a modellben egy összetett, multikritériumos, és a későbbi kiterjesztési igények és elképzelések szerint, bővíthető feladat. A modális döntéseket többtényezős súlyozó függvények (4), (5) segítségével alkalmazza a modell, fő döntési tényezőként a költség, az idő és a kényelmi szintet tekintve. Majd a modális eloszlás függvényében kerül aggregálásra a közlekedésköltségmátrix.

Az externális és környezeti költségek megjelenítése jelenleg még nem képezi a modellrendszer részét, de a jövőbeli fejlesztési célok között szerepelnek.

Az inicializálás befejeztével a modell alkalmas a bemeneti információk feldolgozására a különböző beavatkozások és beruházások hatásainak vizsgálata érdekében.

A bemeneti hatások a teljes modellt befolyásolják (az inicializálás során kalibrált együtthatókat is beleértve). A modell a különböző inputok hatására számszerűen leolvasható és vizualizálható kimeneti adatokat ad, a rendszer így alkalmas a döntéshozatal objektív támogatására, és további adatfeldolgozással az eredménymátrixok könnyen kiértékelhető megjelenítésére is alkalmas.

A fogyasztói haszon maximalizálása a klasszikus és széles körben használt CES termelési függvénnyel, a Cobb–Douglas hasznossági függvényével írható le (Saito, 2012; Török – Török – Heinitz, 2014; Török – Török, 2014) (1):

$$U_j = \prod_i (X_{ij}^{a_{ij}}) \quad (1)$$

ahol:

$i = [1, r]$,

$j = [1, r]$,

r = a régiók száma

U_i = fogyasztói hasznosság "i" régióban,

X_{ij} = "i" termékkosár fogyasztása "j" régióban,

a_{ij} = "i" termékkosár helyettesítési rugalmassága "j" régióban ($\sum_i a_{ij} = 1$).

A korlátozó tényező fogyasztói oldalról a munkabér (2):

$$\sum_i (W_i - Tw_{ij}) \cdot M_{ij} = \sum_i (P_i + T_{ij}) \cdot X_{ij} \quad (2)$$

ahol:

W_{ij} = átlagbér (Wage) // "i" régióban lakó "j" régióban dolgozó

("j" termékkosár előállításában dolgozó),

Tw_{ij} = Munka vonatkozású közlekedési költség (Transport cost) // "i" és "j" régiók közötti ingázás költsége

M_{ij} = munkaerő // "i" régióban lakó "j" régióban dolgozó,

P_i = "i" régió termékkosarának ára,

T_{ij} = Fogyasztási vonatkozású közlekedési költség // "i" régióban elfogyasztott "j" régió termékkosarának közlekedési költsége.

A zárt rendszer fenntartása érdekében a közlekedési költségek egy aggregált szolgáltatónál jelentkeznek bevételként (3):

$$Xtr_i = \sum_j ((Tw_{ij} \cdot M_{ij}) + (T_{ij} \cdot X_{ij})) / P_i \quad (3)$$

ahol:

Xtr_i = aggregált szolgáltató "i" termékkosár fogyasztása

A munkába járás kapcsán felmerülő, modális döntésekkel súlyozott közlekedési költség függvényei (4), (5):

$$MS_{ij} = \{(s_{ij}/CT_{U\text{priv}}) \cdot (v_{\text{publ } ij}/CV_U) \cdot A_{CL\text{priv}}\} / \{(s_{ij}/CT_{U\text{publ}}) \cdot (v_{\text{publ } ij}/CV_U) \cdot A_{CL\text{publ}}\} \quad (4)$$

$$Tw_{ij} = MS_{\text{publ } ij} \cdot CT_{U\text{publ}} \cdot s_{ij} + MS_{\text{priv } ij} \cdot CT_{U\text{priv}} \cdot s_{ij} \quad (5)$$

ahol:

MS_{ij} = „Modal split” "i" és "j" régiók közötti ingázás vonatkozásában (ez egyéni és közösségi közlekedés aránya),

CT_U = Költség vonatkozású attraktivitási tényező,

CV_U = Eljutási idő (sebesség) vonatkozású attraktivitási tényező,

s = Régiók közötti átlagos távolság,

v = Eljutási idő (sebesség),

A_{CL} = Kényelmi szint vonatkozású attraktivitási tényező.

A modellrendszer leképezése (1) és (2) függvényekből történik, Lagrange feltételes szélsőérték módszerrel. Melynek eredményeképp a következő (6) egyenletrendszer adódik fogyasztói oldalról:

$$(a_{ij}/a_{kj}) \cdot (X_{kj}/X_{ij}) = (P_i + T_{ij}) / (P_k + T_{kj}) \quad (6)$$

ahol:

$k = [1, r]$, és $k \neq i$.

Míg termelési oldalon a profitmaximalizálást tekintve célkitűzésnek, és az egyensúlyi pontban a keresleti és kínálati optimummal felírható az alábbi (7) összefüggés.

$$Q_i = \sum_j X_{ij} \quad (7)$$

ahol:

Q_i = "i" régió termelése.

A munkabérek teljes egészében a termékkosarakra fordítódnak (Az aggregált közlekedési szolgáltató bevételeit is ide számítva) adódik a (8) egyenletrendszer.

$$\sum_j P_i \cdot X_{ij} + P_i \cdot X_{tri} = \sum_j W_i \cdot M_{ij} \quad (8)$$

Termelési oldalról az elérhető erőforrások (munkaerő) tekintve korlátozó tényezőnek felírható (9):

$$\sum_j X_{ij} = B_i \prod_j (M_{ij}^{b_{ij}}) \quad (9)$$

ahol:

B_i = termelési együtttható,

δ_{ij} = erőforrás rugalmassági tényező ($\sum_i \delta_{ij} = 1$).

Lagrange feltételes szélsőérték optimalizáció után adódik (10):

$$\delta_{ij} / M_{ij} = \delta_n / M_n \quad (10)$$

Az optimalizációk és kalibráció után a modell rendszer a (2), (3), (6), (8), (9) and (10) egyenletekkel írható le. Az együttthatók kalibrálását a (11), (12) és (13) egyenletrendszerrel végezve:

$$B_i = \sum_j X_{ij} / (\prod_j M_{ij}^{\delta_{ij}}) \quad (11)$$

$$a_{ij} = (X_{ij} \cdot (P_i + T_{ij})) / \sum_j (X_{ij} \cdot (P_i + T_{ij})) \quad (12)$$

$$\delta_{ij} = (W_i - Tw_{ij}) \cdot M_{ij} / \sum_j ((W_i - Tw_{ij}) \cdot M_{ij}) \quad (13)$$

A modell a közlekedéssel kapcsolatos adatokat egy külön alrendszerben gyűjti és dolgozza fel további felhasználásra, a modális döntések és a közlekedési mátrixok leképezéséhez.

A modális megoszlás (4) leképezése után a szállítási költségek súlyozásával (5) egy aggregált kiindulási-célforgalmi mátrix kerül definiálásra. Az SCGE-modell ezeket a kimeneti mátrixokat használja fel annak meghatározására, hogy a tervezett beavatkozásnak hol lehet a legnagyobb haszna.

Konklúzió

A klasszikus SCGE-módszertan adaptálásával a közlekedéshez kapcsolódó, több régióra kiterjedő, statisztikai és mért adatokon alapuló, döntéshozatalt támogató, bővíthető alapmodell került kifejlesztésre.

A modellezési keretrendszerben a közlekedési szegmens önállóan reprezentálásra kerül, és a regionális részletezettségigények és kapacitás szerint tovább bontható.

A kifejlesztett modell alkalmas az adott (pl. közlekedéshez kapcsolódó) beavatkozások (infrastruktúra-fejlesztés, karbantartás, regionális ösztönzők stb.) becsült társadalmi-gazdasági hatásainak (például a munkavállalók napi forgalma, a termelés növekedés, bérek és a fogyasztás változása stb.) előre jelzésére és térbeni tervezésére.

A modellrendszer továbbá alkalmas a különböző fejlesztések hatásainak (pl. a régiók közötti közlekedési módválasztási döntések) becslésére.

Összegzés

A közlekedési hálózatok és annak tervezése, szervezése, irányítása, ellenőrzése a gazdaságunk és mindennapi életünk alapvető része és igénye. Az innovatív és korszerű megoldások, valamint a célzott és hatékony fejlesztések elengedhetetlenek a fenntartható és gazdaságos fejlődéshez.

A fenntarthatóság és hatékonyság fokozása napjaink beruházásainak fő fókuszpontja, mely közlekedési vonatkozású eszköze lehet (többek között) a módok közötti munkamegosztás kedvező befolyásolása.

A rendszer további fejlesztési irányaként és következő lépéseként egy mélyebb, részletesebb modális alkalmazást látok, illetve a különböző közlekedéstámogató rendszerek alkalmazásának és optimális kiépítésének térbeli elemzésének kialakítása is célszerű (mint pl. az ITS és C-ITS alkalmazások rendszerbe történő integrálhatósága, optimális beruházási helyszínének azonosítása stb.) a közlekedési teljesítmény növelése érdekében.

A modell európai szintre való kiterjesztése szintén a távlati célkitűzéseim között szerepel.

Felhasznált irodalom

- Anas, Alex (1992): On the birth and growth of cities: Laissez-faire and planning compared, *Regional Science and Urban Economics*, 22:2, 243–258. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(92\)90014-R](https://doi.org/10.1016/0166-0462(92)90014-R)
- de Palma, André et al. (2011): *A Handbook of Transport Economics*, Edward Edgar Publishing, 928 o.
- Fujita, Masahisa – Hamaguchi, Nobuaki (2001): Intermediate Goods and the Spatial Structure of an Economy *Regional Science and Urban Economics*, 31:1, 79–109. [https://doi.org/10.1016/S0166-0462\(00\)00066-1](https://doi.org/10.1016/S0166-0462(00)00066-1)
- Fujita, Masahisa – Krugman, Paul (1995): When is the economy monocentric?: von Thünen and Chamberlin unified, *Regional Science and Urban Economics*, 25:4, 505–528. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(95\)02098-F](https://doi.org/10.1016/0166-0462(95)02098-F)
- Saito, Tetsuya (2012): How Do We Get Cobb-Douglas and Leontief Functions from CES Function: A Lecture Note on Discrete and Continuum Differentiated Object Models, *Journal of Industrial Organization Education*, 6:1, 1–13. <https://doi.org/10.1515/1935-5041.1037>
- Samuelson, Paul A. (1997): Growth Theory Tries Once Again, *Japan and the World Economy*, 9(2), 283–286. [https://doi.org/10.1016/S0922-1425\(97\)00008-X](https://doi.org/10.1016/S0922-1425(97)00008-X)
- Tavasszy, Lóránt A. –Thissen, M. J. P. M. – Oosterhaven, J. (2011): Challenges in the Application of Spatial Computable General Equilibrium Models for Transport Appraisal, *Research in Transportation Economics*, 31:1, 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.003>
- Török Ádám – Török Árpád – Heinitz, Florian (2014): Usage of Production Functions in the Comparative Analysis of Transport Related Fuel Consumption, *Transport and Telecommunication Journal*, 15:4, 292–298. <https://doi.org/10.2478/ttj-2014-0025>
- Török Árpád – Török Ádám (2014): Macroeconomic Analysis of Road Vehicles Related Environmental Pollution in Hungary, *Central European Journal of Engineering*, 4:2, 186–191. <https://doi.org/10.2478/s13531-013-0147-0>

Harántirányú közösségi közlekedési útvonalak utasszámának meghatározása

Beküldve: 2023.12.18.
Elfogadva: 2024.07.07.
Online közzététele: 2024.11.29.



DR. SZABÓ ZSOMBOR integrált közlekedési szakértő, tudományos munkatárs, KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet, Köszolgáltatási Igazgatóság, Központi Közlekedésszervező Iroda; tanársegéd, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedés- és Járműmérnöki Kar, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék, szabo.zsombor@kti.hu

Kivonat: Hazánk közlekedési rendszere történelmi adottságok miatt sugaras-körutas szerkezetű, ami azt jelenti, hogy a közlekedési rendszer központjából – Budapestről – sugárirányban húzódnak a fő közlekedési útvonalak, amelyeket harántirányban egyéb kapcsolatok egészítenek ki. Megfigyelhető továbbá, hogy az agglomerációs települések lakosságszámának növekedésével a hagyományos településszerkezet a budapesti agglomerációban fokozatosan átalakul, amelynek következtében a térségben a közlekedés iránti igény rendszere átalakul, az itt húzódó harántirányú útvonalak szerepe felértékelődik. Kutatásomban arra keresem a választ, hogy hogyan lehet térszerkezeti adatok segítségével meghatározni ezen harántirányú vonalak utasvonzó képességét. Ehhez példaként Budapest közlekedési rendszerét vettem, ugyanis ebben az esetben hosszú időre visszamenő utasszámadatok érhetők el. Véleményem szerint az itt megfigyelt sajátosságok alkalmasak lehetnek arra, hogy a modellt – bizonyos megkötések mellett – kiterjesszem a közeli városkörnyékre is.

Kulcsszavak: térstatisztika; távolság-hányatlás arány; térökonometria közforgalmú közlekedés; harántirányú kapcsolatok

Determination of the number of passengers on transversal public transport routes

Abstract: Our country's transport system has a radial-circular structure due to historical circumstances, which means that the main transport routes run radially from the centre of the transport system – Budapest – which are complemented by other connections in the transverse direction. It can also be observed that with the increase in the population of the suburb, the traditional settlement structure in the surroundings of Budapest is gradually changing, as a result of which the system of demand for transport in the region is changing, and the role of the transversal routes here is being valued. In my research, I am looking for the answer to how the passenger-attracting capacity of these transversal lines can be determined with the help of spatial structure data. I took Budapest's transport system as an example because, in this case, passenger number data going back a long time are available. In my opinion, the peculiarities observed here may be suitable for extending the model to the nearby agglomeration, subject to certain restrictions.

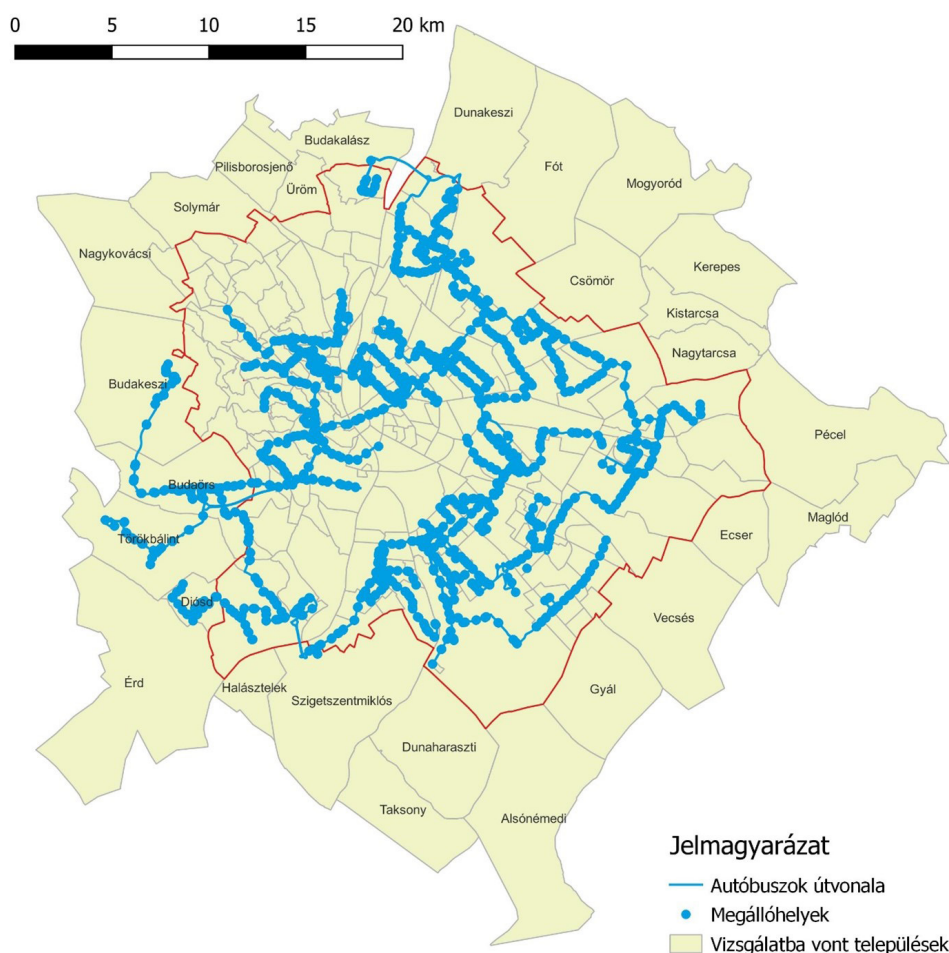
Keywords: spatial statistics; distance-decay ratio; spatial econometrics; public transportation; transversal lines

Bevezetés

Budapest és közvetlen vonzáskörzetének közlekedése az elmúlt évtizedekben jelentősen átalakult. Egyre többen költöznek ki a fővárosból a városkörnyékre, amely jelentősen megnehezíti a közlekedésszervezést. Az agglomerációs gyűrű településeire kiköltözés legnagyobb problémája, hogy az egyéni közlekedés irányába tolja el a modal split-et, annak következtében, hogy nem, vagy csak nehezen lehet hatékony közforgalmú közlekedési eszközökkel kezelni a keletkező igényeket. Ugyanis, a közforgalmú közlekedés akkor működik hatékonyan, ha magas utasszám figyelhető meg, ami indokolja a járművek sűrű közlekedtetését, ugyanis az utasok a pénzük mellett az idejükkel is fizetnek az utazásért (de Palma et al., 2011).

A vonzáskörzetben fekvő települések számos problémától szenvednek. A városok korábban kistelepülések voltak, ahová a nagyvárosi lakosság költözött be. A kiköltözésnél legtöbbször nem vették figyelembe a megnövekedő lakosságszám utazási igényeit, így a közlekedési útvonalak szűkek, a lakóterületek kiterjedése pedig hatalmas,

ami nem teszi lehetővé a közforgalmú közlekedési kiszolgálást. Ez pedig ahhoz vezet, hogy a közúti közlekedés felerősödik, a kapacitáshiány pedig torlódáshoz vezet (Cumz – Török, 2015). A közforgalmú közlekedés hatékonyan a fő közlekedési útvonalakon a városközpont irányába tud megvalósulni, amely viszonylatok szintén kapacitáshiányosak lehetnek a lakosságszám növekedésével. Molecki és Gąska (2012) tanulmányukban a Katowice környéki villamoshálózat áteresztőképességét mutatták be, felsorolva a forgalomnagyság okozta kapacitásproblémákat. Az elővárosi közforgalmú közlekedési rendszerekkel szemben támasztott igényeket Ranceva et al. (2022) vizsgálta, bemutatva a legfontosabb befolyásoló paramétereket. Az országhatáron átnyúló elővárosok problémáját Hardi (2012) cikke mutatja be, hasonló problémákra rávilágítva, mint amelyekkel Budapest esetében lehet találkozni.



1. ábra A figyelembe vett autóbusz- illetve trolibusz-vonalak, és megállóhelyeik

Forrás: <https://www.openstreetmap.org> (2023. december 18.) alapján saját szerkesztés

A városkörnyéki települések növekedésével egyre inkább megjelennek olyan, korábban a fővárosban elérhető szolgáltatások (koncentrált munkahelyek, bevásárlóközpontok, szabadidő létesítmények), amelyek a helyi közlekedési igények kiszolgálását indokolják az adott településen belül (Capuzzo, 1998). Vagyis a hagyományos előváros-főváros irányú eljutás mellett megjelenik a harántirányú kapcsolatok iránti igény, amely egy városkörnyéki településen belüli, vagy agglomerációs települések közötti utazást feltételezne. Ezek a kapcsolatok pedig sokszor hiányoznak. Kiszolgálásuk azonban fontos lehet a hozzáférhetőség szempontjából.

A közforgalmú közlekedéshez történő hozzáférés egy napjainkban is kutatott, nem egyértelműen meghatározott téma. Hernandez (2018) cikkében amellet érvel, hogy a hozzáférhetőség és a jólét összefüggésben van egymással, méghozzá a közforgalmú közlekedéshez való hozzáférés egyenlőséget teremt. Ezzel szemben Lionjanga és Venter (2018) cikkükben rámutatnak, hogy nem mutatható ki egyértelmű összefüggés a két paraméter között. Azt azonban számos tanulmány bemutatja, hogy a hozzáférhetőség alakítja az utazási szokásokat (Adhikari et al., 2020), még olyan speciális környezetben is, mint az országhatárokon átnyúló kapcsolatok esetében (Cavallaro – Dianin, 2020a; 2020b), valamint hogy a hozzáférhetőség hiánya megnehezíti a terület közlekedési igényeinek

kiszolgáltatás (Jomehpour Chahar Aman – Smith-Colin, 2020).

Jelen kutatásban arra keresem a választ, hogy hogyan lehet kimutatni hasonló, harántirányú kapcsolatokra a közlekedési igényt, illetve megbecsülni az utasszámot. Ehhez, mivel a helyközi közlekedésben az utasszám nem, vagy csak korlátozottan áll rendelkezésre, Budapest harántirányú közforgalmú közlekedési rendszerének adatait vettem alapul. A közforgalmú közlekedési vonalak lehetnek klasszikus harántirányúak, vagy klasszikus sugárirányúak, illetve vegyesen is elláthatják a két funkciót (Vásárhelyi – Szabó, 1965). Mivel a két szélsőségből van a legkevesebb, így azok a vonalak kerültek be az elemzésbe, amelyek rendelkeznek hangsúlyos harántirányú funkcióval. A kiválasztott vonalakat az 1. ábra szemlélteti, tételes felsorolásukat pedig az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat Az elemzésbe bevont vonalak listája

	Viszonylat		Viszonylat
8E	Kelenföld vá. M – Újpalota, Nyírpalota út	139	Széll K. tér M – Gazdagréti tér
13	Budatétény vá. – Diósd, Búzavirág u.	140	Széll K. tér M – Törökbálint, bevásárlóközpont
13A	Budatétény vá. – Diósd, Sashegyi út	140A	Széll K. tér M – Budaörsi Itp.
29	Hűvösvölgy – Szentlélek tér H	140B	Budaörsi Itp. – Törökbálint, bevásárlóközpont
32	Göncz Á. vkp. M – Örs v. tere M+H	146	Újpalota, Nyírpalota út – R.keresztúr, vkp.
35	Csepel, Csillagtelep – Szentlőrinci úti Itp.	146A	Cinkotai autóbuszgarázs – R.keresztúr, vkp.
36	Csepel, Csillagtelep – Pestszentlőrinc vá.	148	Kőbánya-Kispest M – Csepel, Soroksári rév
46	Újpalota, Nyírpalota út – R.keresztúr, vkp.	151	Kőbánya alsó vá. – Csepel, Határ u.
68	Kispest, Vas G. u. – Akadémiaújtelep, 525. tér	166	Gubacsi út / Határ út – Ferihegy vá.
73	Keleti pu. M – Nyugati pu. M	175	Újpalota, Szentmihályi út – Cinkota H
75	Jászai M. tér – Puskás F. stadion M	188	Kelenföld vá. M – Budakeszi, Honfoglalás sétány
76	Jászai M. tér – Keleti pu. M	188E	Kelenföld vá. M – Budakeszi, Honfoglalás sétány
79	Keleti pu. M – Dózsa Gy. út M	196	Újpalota, Szentmihályi út – Újpest, Fóti út
82A	Örs v. tere M+H – Uzsoki Utcai Kórház	196A	Újpest-városkapu M – Újpalota, Szentmihályi út
85	Kőbánya-Kispest M – Örs v. tere M+H	198	Dél-pesti autóbuszgarázs – R.csaba-Újtelep, Tóalmás u.
85E	Kőbánya-Kispest M – Örs v. tere M+H	204	R.palota, Kossuth u. – Békásmegyer, Újmegyeri tér
91	Nyugati pu. M – Széll K. tér M	212	Boráros tér H – Svábhegy
96	Újpalota, Szentmihályi út – Újpest, Fóti út	266	Pestszentimre vá. – Ferihegy vá.
103	Kelenföld vá. M – Hengermalom út	277	Örs v. tere M+H – Bosnyák tér
111	Batthyány tér M+H – Óbuda, Bogdáni út	287	Budaörsi Itp. – Budatétény vá.
113	Budatétény vá. – Diósd, Sashegyi út	291	Nyugati pu M – Zugliget, Libegő
135	Millenniumtelep H – Soroksár, IKEA áruház	296	Békásmegyer, Újmegyeri tér – Újpalota, Szentmihályi út
138	Csepel, Szent I. tér – Budatétény vá.	296A	Újpalota, Szentmihályi út – K.megyer, Szilas-patak

Forrás: <https://bkk.hu/menetrendek/> (2024. június 10.) alapján saját szerkesztés

Az így meghatározott modellel hipotézisem szerint általánosítható olyan formában, hogy segítségével elővárosi környezetben is meg lehessen határozni az utazási igényeket. Ehhez szükséges, hogy olyan magyarázóváltozókat azonosítsak, amelyek alkalmasak lehetnek arra, hogy az utasszámokat megfelelően leírják.

Az elemzés során az Adatok fejezetben bemutatom a modell során figyelembe vett paramétereket. A módszertani részben bemutatom a modellezés elméleti alapjait, valamint ismertetem az eljárás lépéseit. Az Eredmények fejezetben ismertetem a modellek paraméterbecslésének számszerűsített értékeit, amelynek bemutatása a Kiértékelés fejezetben látható.

Adatok

Az elemzés során azt vizsgáltam, hogy a harántirányú autóbuszvonalakon hogyan alakul a megállóhelyi utasszám. Ehhez egy lineáris regresszió jellegű modellt terveztem felállítani (Preston, 2015), amelyben a függőváltozó az egyes megállóknál az egyes járatokon a fel- vagy a leszállók száma volt, ami azt jelentette, hogy minden megállóhely duplán szerepel – egyik, illetve másik irány – az adattáblában, továbbá ahol több viszonylat is érintett volt az elemzésben, ott többszörös előfordulás is megfigyelhető, amely speciális megfontolásokat igényelt a térbeli

súlymátrixok felállítása során.

A magyarázóváltozókat két részre lehet osztani. Az egyik a megállóhelyek demográfiai-térbeli helyzetét írja le. Itt összesen három változót azonosítottam, amelyből az egyik a 0-s kilométerkőtől, mint szimbolikus központtól való távolság, a másik kettő pedig egy a távolság-hanyatlás tulajdonság (Haggett, 2001) alapján számított elméleti igényszint (DDR – Distance Decay Ratio).

Ehhez vettem Budapest 203 területegységre történő felosztását, amely a legfinomabb lehatárolásnak tekinthető, amelyre még elérhetők hivatalos lakosságszám-adatok, valamint az előváros szomszédos településeit is beemeltem a modellbe az elérhető legrészletesebb lehatárolással. Minden egyes területegységhez vettem a OSM (Open Street Map) adatbázis (OpenStreetMap contributors, 2017) alapján definiált központját. Az egyes megállóhelyekben definiált demográfiai-térbeli igény a következő képlet alapján került meghatározásra:

ahol:

$$DDR_i = \sum_{j=1}^R \frac{Pop_j}{d_{ij}^\alpha} \quad \forall i \in [1..N] \quad (1)$$

- DDR_i : a megállóhelyekre vonatkozó demográfiai-térbeli igény,
- Pop_j : a j . területegység lakosságszáma,
- d_{ij} : az i . megállóhely távolsága a j . területegység központjától,
- α : távolság-hanyatlás kitevő,
- R : a területegységek száma,
- N : a megállóhelyek száma.

Az így meghatározott DDR mutatók két szintje lett bevonva a modellbe, amelyek számítási módja különbözik a leszállók és a felszállók esetén. Maga a DDR mutató tulajdonképpen egy potenciálfelület, amely a településszerkezet alapján mondja meg egyes pontokban az utazási igényt. Így a megállóhelyekben a felszállások számát befolyásolja a kiinduló pont igénypotenciálja, valamint a lehetséges célpontok igénypotenciálja. Jelen modellben lehetséges célpontnak az adott vonalon lévő megállóhelyeket tekintettem. Ugyanezen logika alapján az adott megállóhelyen leszállók számát befolyásolja a lehetséges kiindulópontok potenciálja, valamint az érkező megállóhelyé. Ahol több potenciált is figyelembe kellett venni – felszállók számánál az érkező DDR-nél, míg leszállók számánál az induló DDR-nél – ott egyszerű összegzéssel éltem. Az elemzés során próbálkoztam azzal, hogy a DDR összegzést, a geográfia első törvényének (Tobler, 1970) megfelelően, súlyozom a kiindulóponttól vett távolságával, azonban ez a megközelítés nem bizonyult kedvezőnek.

A magyarázóváltozók döntő többsége azonban a megállóhely városi közlekedési hálózatban elfoglalt szerepét reprezentálja, ezen paraméterek működését a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat A közforgalmú közlekedési kínálatot leíró magyarázóváltozók

Név	Jelölés	Típus	Leírás
Végállomás	va	Dummy	Amennyiben a megállóhely egyben az adott vonal végállomása is, akkor 1, egyébként 0 értéket vesz fel
Járatszám	j	Nominális	Az adott vonalon az adott megállóhelyről történő indulások száma
Autóbusz	b	Nominális	Az adott megállóhelyen elérhető autóbuszvonalak száma
Villamos	v	Nominális	Az adott megállóhelyen elérhető villamosvonalak száma
Trolibusz	t	Nominális	Az adott megállóhelyen elérhető trolibuszvonalak száma
Volánbusz	vb	Nominális	Az adott megállóhelyen elérhető regionális és országos helyközi autóbuszvonalak száma
Gyorsvasút	gyv	Nominális	Az adott megállóhelyen elérhető vasúti- és metróvonalak száma

Forrás: saját szerkesztés

A 2. táblázatban meghatározott adatok lehetővé teszik a lineáris regressziós módszertannal történő elemzést. A felírt OLS (OLS – Ordinary Least Squares – hagyományos legkisebb négyzetek módszere) modell a következő képlettel adott:

ahol:

$$\ln U = \alpha + \beta_1 \ln DDR_{ind} + \beta_2 \ln DDR_{erk} + \beta_3 va + \beta_4 j + \beta_5 b + \beta_6 v + \beta_7 t + \beta_8 vb + \beta_9 gyv + \beta_{10} \ln d + \varepsilon \quad (2)$$

- U : a megállóhely felszálló/leszálló utasszáma,
- α : konstans tag,
- β_i : a lineáris regressziós egyenlet együtthatói.

A paraméterekkel kapcsolatban a következőket lehet elmondani. Előzetes elvárásom volt, hogy a 0 kilométerektől való távolság kivételével mindegyik paraméter pozitív legyen. Előzetes elvárás volt továbbá, hogy a közlekedési módok paramétere sorbarendezhető legyen, tehát legnagyobb a gyorsvasúthoz tartozó (β_9), utána következik a villamosé (β_6), végül pedig a buszoké ($\beta_5, \beta_7, \beta_8$). A 0 kilométerektől való távolság esetében szintén távolság-hányatlás tulajdonságot feltételeztem, minél messzebb megyünk a belvárostól, annál alacsonyabb lesz az utasszám.

Módszertan

A módszertan alapja a lineáris regressziós modellezés volt. Ennek során a függőváltozót (U) becsültem az 1. táblázatban bemutatott magyarázóváltozók segítségével. A lineáris regresszió alkalmazhatóságát a Gauss–Markov-tétel befolyásolja (Bolla – Krámlí, 2005), amelynek jelen modell nem felelt meg a térbeli autokorreláció jelenléte miatt.

A modellek nem megfelelőségét az adatok közötti térbeli autokorreláció fennállása is okozhatja (Anselin, 1988; Varga, 2002). Ennek lényege, hogy az idősorokhoz hasonlóan a térbeli egységek is befolyással vannak egymásra a geográfia első törvényének megfelelően (Tobler, 1970). Feltételezhető, hogy az igények térben koncentráltak, az egyes központok körül magasabbak, míg azoktól távolodva alacsonyabbak. Annak eldöntésére, hogy a térbeli autokorreláció fennáll-e, a Moran-féle I-próba alkalmazható (3) (Moran, 1948).

ahol:

$$I = \frac{N \sum_{i,j} (w_{ij}(x_i - \mu)(x_j - \mu))}{S_0 \sum_i (x_i - \mu)^2} \quad (3)$$

- N : a megfigyelések száma,
- x_i, x_j : két pontban mért érték,
- μ : x várható értéke,
- w_{ij} : térbeli súlymátrix egy eleme,
- S_0 : normalizáló faktor – $S_0 = \sum_{i,j} w_{ij}$.

Amennyiben a Moran-próba szignifikánsan kimutatja az autokorreláció lehetőségét, úgy három féle térökonometriai modellt vettünk figyelembe. Ezek a térbeli késleltetés (SAR – spatial autoregression), térbeli hiba (SEM – spatial error model), valamint térbeli autokorreláció (SAC – spatial autocorrelation) modellek. A megközelítések abban különböznek egymástól, hogy a térbeli késleltetés (ρ), vagy a térbeli hiba (λ) paraméterét rögzítjük nullának. Így a 3. táblázat alakítható ki, amely tartalmazza a legkisebb négyzetek módszerével, valamint az előbb bemutatott három módszertannal felírható modellekben megfigyelhető különbségeket. Mivel a megközelítések közötti különbség abból adódik, hogy bizonyos paraméterek értékeiben rögzítettek-e, így annak eldöntésére, hogy melyik alkalmazható a Lagrange-multiplikátor próbák álltak rendelkezésre (Anselin et al., 1996).

3. táblázat A térökonometriai modellek közti, valamint az OLS eljárástól vett különbségek

			Képlet
OLS	$\rho = 0$	$\lambda = 0$	$y = X\beta + \varepsilon$
SAR	$\rho \neq 0$	$\lambda = 0$	$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon$
SEM	$\rho = 0$	$\lambda \neq 0$	$y = X\beta + \lambda W u + \varepsilon$
SAC	$\rho \neq 0$	$\lambda \neq 0$	$y = \rho W_1 y + X\beta + \lambda W_2 u + \varepsilon$

Forrás: saját szerkesztés

ahol:

$$y_{(N \times 1)} = \rho W_{1(N \times N)} y_{(N \times 1)} + X_{(N \times K)} \beta_{(K \times 1)} + \lambda W_{2(N \times N)} u_{(N \times 1)} + \varepsilon_{(N \times 1)} \quad (4)$$

- y : eredményváltozó értékeinek a vektora,
- ρ : térbeli autoregressziós paraméter,
- W, W_1, W_2 : sorstandardizált súlymátrixok,
- W_y : az eredményváltozó térben késleltetett értékeinek a vektora,
- X : az exogén változók mátrixa,
- β : az exogén változók paramétervektora,
- λ : térbeli hiba paramétere,
- u : térbeli autokorrelációval terhelt hibatag,
- ε : térbeli autokorrelációtól megszürt hibatag ($\varepsilon \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$).

Jelen cikkben azt a megoldást választottam amikor a két megközelítést együttesen alkalmazom. Erre számos modell van (Zhukov, 2010), ezek közül viszont a térbeli autokorrelációs modellt használtam. Ennek képlete a következő:

Mivel több modellezési eljárás is rendelkezésre áll, így célszerű az egyes megközelítéseket összehasonlítani, és csak a legjobbnak tekinthetőt kiválasztani. Az OLS modelleket leggyakrabban az R^2 értékük alapján lehet összehasonlítani, azonban létezik számos más megoldás is, amely nem csak az OLS modellek vizsgálatára alkalmas. Leggyakrabban alkalmazott eljárás a likelihood függvény értékén alapuló összehasonlítás. Ebben az esetben négyféle statisztika alkalmazható. Ezek a logaritmizált likelihood függvény értéke, valamint az AIC, BIC és CAIC mutatószámok. Az logaritmizált likelihood értékek esetén alapvetően, ha az érték alacsonyabb, akkor a modell jobbnak tűnik. Ez az érték azonban függ a független változók számától és a minta nagyságától, ezért célszerű egyéb indexeket alkalmazni. Ezek az információs kritériumok (Cameron – Trivedi, 2005).

Az első, és a legszéleskörűben alkalmazott információs kritérium, AIC, a legegyszerűbb az összes közül (5). Ez még nem veszi figyelembe az elemszámot csupán a magyarázóváltozók számával súlyoz. Képlete a következőképpen néz ki (Cameron – Trivedi, 2005):

ahol:

$$AIC = -2 \ln L + 2q \quad (5)$$

- L : a likelihood-függvény értéke,
- q : a magyarázóváltozók száma.

Az AIC index javítására az úgynevezett KLIC (Kullback–Liebler Information Criterion) indexeket szokták felhasználni. Ezeknek lényege, hogy az összeg második tagját egy olyan függvénnyel helyettesítik, amelyik csak az N -től és a q -tól függ, és nagyobb, mint $2q$ (Cameron – Trivedi, 2005). Mivel azonban a jelenlegi elemzés során N értéke nem változik a modellek esetében, így további információs kritériumok meghatározása nem szükséges.

Az információs kritériumok mutatta eltérés erősségének meghatározására likelihood arány próba (Likelihood-ratio Test – LRT) is alkalmazható azért, hogy a modellek összehasonlíthatók legyenek. A teszt azt vizsgálja, hogy az egyik modell szignifikánsan jobbnak tekinthető-e a másiknál (Maddala, 2001). E megközelítés szerint két hierarchikus rendszerben álló modellt hasonlítunk össze. A modellek azonos függő változóval és közel azonos magyarázóváltozókkal rendelkeznek, azonban a felsőbbrendűként (superior) azonosított modell néhány extra magyarázóváltozót tartalmaz (ezek számát d -vel jelöltem). A nullhipotézis, amit ebben az esetben vizsgálunk az az, hogy a felsőbbrendű és alsóbbrendű (inferior) modellek között nincs szignifikáns különbség, a felsőbbrendű modell nem ad jobb becslést. H_0 teljesülése esetén a (6) képlettel fémjelzett próbastatisztika érték χ^2 eloszlást követ d szabadságfokkal (Maddala, 2001):

ahol:

$$LRT = 2 \ln \frac{L_2}{L_1} = 2(\ln L_2 - \ln L_1) \sim \chi_d^2 \quad (6)$$

- L_1 : az alsóbbrendű modell likelihood függvény értéke,
- L_2 : a felsőbbrendű modell likelihood függvény értéke.

Az alkalmazott lépéseket és a modellek mögötti bővebb kifejtést (Sarmiento-Barbieri, 2016; Szabó – Török, 2019) tartalmazza. A térökonometriai elemzéseket az R 3.4.0 környezetben (R Core Team, 2017) végeztem el. Az elemzéshez felhasználtam a maptools (Bivand – Lewin-Koh, 2017), az sp (Bivand et al., 2013b; Pebesma – Bivand, 2005), az

spdep (Bivand et al., 2013b; Bivand – Wong, 2018), valamint a spatialreg (Bivand et al., 2013a; 2013b; Bivand – Piras, 2015) könyvtárakat.

Összefoglalva, az elemzés módszertana az alábbi lépésekből áll:

1. Az OLS modell meghatározása,
2. Autokorrelációra való tesztelés megfelelően megválasztott súlymátrixokkal,
3. Megfelelő térökonometriai modell kiválasztása Lagrange-multiplikátor teszt segítségével,
4. Modellek összehasonlítása,
5. Modell(ek) kiértékelése.

Eredmények

A 2. egyenlettel fémjelzett modellből kiindulva vizsgáltam meg a térökonometriai modelleket. Az elemzésekhez minden esetben szükséges egy térbeli súlymátrix (Getis, 1991). Jelen cikkben két súlymátrix is alkalmasnak tűnt a térbeli autokorreláció vizsgálatára és kezelésére, így mindkettőt vizsgáltam a továbbiakban. Mindkét súlymátrix bináris alapú és sorstandardizált, valamint a szomszédság alapja minden esetben a távolság.

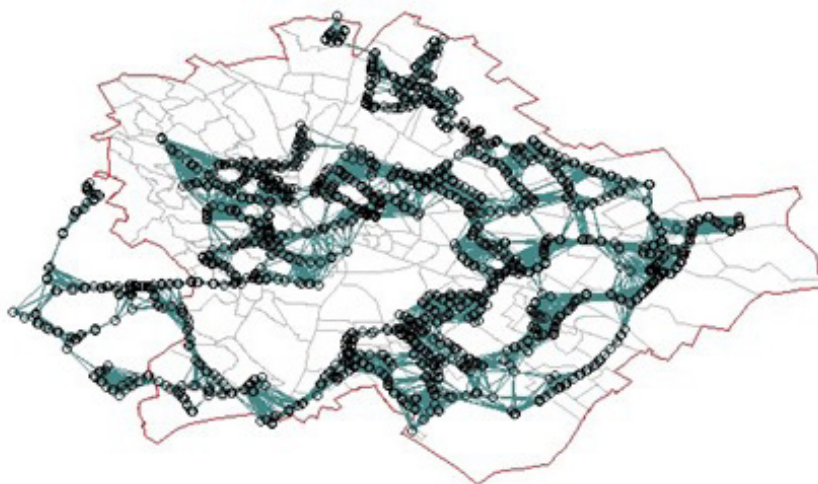
A W.alt kódjelű mátrix esetében két megállót akkor tekintettem szomszédosnak, ha a távolságuk egy bizonyos küszöbérték alatt van. Ehhez a 2,25 kilométert választottam, hogy a kapcsolatok által kiadott hálózat összefüggő legyen (2. ábra). Mindemellett célszerű volt, hogy kiküszöböljem a megállóhely-többszörösség, valamint az ellenirányú párával fennálló összefüggőséget, így alsó korlátnak 100 méter került beállításra. Sajnos magasabb alsó korlát nem állt rendelkezésre, ugyanis abban az esetben a városi közlekedés sajátosságai miatt már összemérhető lett volna a vonali megállóhely-távolsággal.



2. ábra A W.alt kódjelű súlymátrix által figyelembe vett kapcsolatok

Forrás: (OpenStreetMap contributors, 2017; R Core Team, 2017) alapján saját szerkesztés

Ezzel párhuzamosan a Wk50 kódjelű mátrix esetében a szabály az volt, hogy minden megállóhely a vele 50 legközelebbi elemmel van kapcsolatban (3. ábra). Természetesen ebben az esetben az előző bekezdésben felvetett megfontolásokat nem vettem figyelembe. A két súlymátrixra vonatkozó Moran-I, valamint Lagrange-multiplikátor tesztet a 4. táblázat szemlélteti. A szignifikanciaszinteket az R programban alkalmazott módon jelöltem, vagyis: . ha $p < 0,1$, * ha $p < 0,05$, ** ha $p < 0,01$, és *** ha $p < 0,001$ (Bivand et al., 2013a; Bivand – Piras, 2015; R Core Team, 2017).



3. ábra A Wk50 kódjelű súlymátrix által figyelembe vett kapcsolatok

Forrás: (OpenStreetMap contributors, 2017; R Core Team, 2017) alapján saját szerkesztés

4. táblázat A Moran-próba, valamint a Lagrange-multiplikátor tesztek eredménye a vizsgált súlymátrixokra

	Wk50		W.alt	
<i>Moran-I</i>	0.2311		0.1165	
	(84.62)	***	(72.81)	***
<i>LMerr</i>	(6554.61)	***	(4455.21)	***
<i>LMlag</i>	(977.33)	***	(423.43)	***
<i>RLMerr</i>	(5613.58)	***	(4094.01)	***
<i>RLMlag</i>	(36.30)	***	(62.22)	***
<i>SARMA</i>	(6590.91)	***	(4517.43)	***

Forrás: (Bivand et al., 2013a; 2013b; Bivand – Piras, 2015) alapján saját szerkesztés

A súlymátrixokat felhasználva számos térökonometriai modell futtatható. Mind a SAR, mind pedig a SEM modellek esetében alkalmazható mind a W.alt, mind pedig a Wk50 kódjelű súlymátrix. A SAC modellek esetében annál bonyolultabb a helyzet, hogy mivel két súlymátrix szükséges a felíráshoz, így ezek lehetnek ugyanazok, de lehetnek különbözőek is, sorrendtől függően. Az összes lehetséges esetből egy SAC modell kivételével mindet megvizsgáltam. A köztük lévő különbségeket az 5. táblázat szemlélteti.

5. táblázat A lehetséges modellek főbb paramétereinek összehasonlítása

	<i>err.k50</i>	<i>sar.k50</i>	<i>sac.k50</i>	<i>err.W.alt</i>	<i>sar.W.alt</i>	<i>sac.W.alt</i>	<i>sac.alt</i>
Típus	SEM	SAR	SAC	SEM	SAR	SAC	SAC
W₁		Wk50	Wk50		W.alt	W.alt	W.alt
W₂	Wk50		Wk50	W.alt		W.alt	Wk50
ρ		0.4429 (24.41)***	0.0404 (0.64)		0.3359 (16.55)***	-0.8882 (-7.62)***	-0.6670 (-7.01)***
λ	0.8424 (45.86)***		0.8316 (34.58)***	0.8377 (24.90)***		0.9755 (122.41)***	0.9273 (90.30)***
<i>AIC</i>	12564	13035	12566	13118	13343	13043	12528
<i>LRT_OLS</i>	(1064.8)***	(593.56)***	(1065.2)***	(511.29)***	(286.22)***	(588.3)***	(1103.4)***
<i>LRT_SEM</i>			(0.37)			(77.01)***	(38.58)***
<i>LRT_SAR</i>			(471.61)***			(302.07)***	(817.16)***

Forrás: (Bivand et al., 2013a; 2013b; Bivand – Piras, 2015) alapján saját szerkesztés

Az 5. táblázat tartalmazza az alkalmazott térökonometriai modell típusát (SAR, SEM vagy SAC), az alkalmazott mátrixok kódjelzését – a W₁ a térbeli késleltetés, míg a W₂ a térbeli hibához tartozóét – a térbeli paraméterek értékét, valamint a nullától való különbözőségük u-próbastatisztika-értékét. A modellek összehasonlításához ismerttettem az AIC értékeket, valamint a LRT-hez tartozó próbastatisztika-értékeket, ahol releváns. Tehát a SAR

és SEM modellek esetében vizsgáltam az OLS modelltől való különbözőséget, míg a SAC modellek esetében az összes többtől való különbözőséget lehet vizsgálni. Mindezek alapján a SAC.alt kódjelű modell bizonyult a legkedvezőbbnek, ahol a térbeli késleltetéshez a W.alt, míg a térbeli hibához a Wk50 súlymátrix került bevonásra. A legjobbnak tekinthető modell paraméterbecslésének eredményét a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat A legjobbnak tekinthető modell (sac.alt) paraméterbecslésének eredménytáblázata

	Leírás	Paraméterbecslés	u-érték
Tengelymetszet (α)		7.1926	3.4573 ***
$\ln DDR_{ind} (\beta_1)$	Kiindulási DDR érték	0.4213	25.7841 ***
$\ln DDR_{erk} (\beta_2)$	Érkezési DDR érték	0.4268	26.0573 ***
$va (\beta_3)$	Végállomás	0.9725	11.5520 ***
$j (\beta_4)$	Járatszám	0.0266	39.4865 ***
$b (\beta_5)$	Autóbusz-viszonylatok száma	0.0503	7.7954 ***
$v (\beta_6)$	Villamosokviszonylatok száma	0.0790	4.5905 ***
$t (\beta_7)$	Trolibusz-viszonylatok száma	0.1311	2.8499 **
$vb (\beta_8)$	Volánbusz-viszonylatok száma	0.0018	0.5087
$gyv (\beta_9)$	Gyorsvasúti viszonylatok száma	0.1198	2.1975 *
$\ln d (\beta_{10})$	0 kilométerkötől való távolság	-0.4774	-2.2044 *
ρ		-0.6670	-7.0109 ***
λ		0.9273	90.3020 ***

Forrás: (Bivand et al., 2013a; 2013b; Bivand – Piras, 2015) alapján saját szerkesztés

Kiértékelés

A SAC.alt modell paraméterbecslése (6. táblázat) alapján a következőket lehet megállapítani. A paraméterek a volánbuszhoz tartozó érték kivételével szignifikánsan különböznek nullától, és az előjelük is megfelel az előzetes elvárásoknak, vagyis a 0 kilométerkötől való távolság kivételével minden pozitívan befolyásolja a megállóhelyek utasszámát.

Azonban, ha a közlekedési módok egymáshoz viszonyított értékét vizsgáljuk, akkor az nem feltétlenül felel meg az előzetes elvárásoknak. A legnagyobb érték a trolibuszokhoz tartozik, utána jön a gyorsvasúti kiszolgálás, majd a villamos és az autóbusz, végül pedig a volánbusz, amely már nem is tekinthető nullától különbözőnek. Ennek oka vélhetően arra vezethető vissza, hogy a közlekedési módok szerepe nem tisztázott a városi közlekedésben (Szabó – Sipos, 2021).

A trolibuszok magas utasvonzóképesége történelmi okokra vezethető vissza, ugyanis a belvárosi villamasközlekedés helyét vették át az '50-es években, és ez a feladata jellemzően megmaradt a mai napig is. A gyorsvasút alacsonyabb együttthatója pedig arra vezethető vissza, hogy a modellezés során egybe számítottam a metró, a HÉV, valamint a városi nagyvasúti közlekedést. Habár a hosszútávú tervek csereszabatosként kezelik őket – gondolva az M2-H8 összeköttetésre, vagy az ötös metróra, amely a tervek szerint magában foglalja a másik három HÉV-vonalat, valamint a 150-es vasútvonal elővárosi forgalmát – jelen állapotában még a HÉV és az elővárosi vasút utasvonzóképesége jelentősen elmarad a metróétól. Ezen anomália szintén tekinthető történelmi örökségnek, hiszen míg a metróépítés jelentősen átalakította Budapest közlekedési rendszerét, úgy, hogy az utasok szívesebben válasszák a földalatti, de gyors és zavartalan közlekedést, addig a HÉV-ek és a nagyvasút esetében eddig ez nem, vagy csak korlátozottan történt meg.

A volánbuszok esetében a nem szignifikáns paraméter annak az indikátora, hogy az utasok a városi közlekedésben kevésbé keresik ezeket a járatokat. Teszik ezt annak ellenére, hogy tarifális akadályok nem gördülnek eléjük, valamint számos esetben csak vagy részben elővárosi buszok szolgálnak ki egy-egy térséget. Jelen eredmények, jellegükből adódóan, csak rávilágítanak ezen problémára, tüzetesebb vizsgálatuk további kutatást igényel.

Érdemes megvizsgálni a térbeliséget leíró paraméterek előjelét is. Alapvetően a Moran-próba pozitív autokorrelációt jelzett előre, ami azt jelenti, hogy az azonos tulajdonságú egyedek tömörülnek a térben. Ez a megközelítés némiképp ellentmond a mindennapi megfigyeléseknek, ugyanis, ha egy megállóban magasabb a le/felszálló utasszám – például az ott elérhető szolgáltatások miatt – akkor az azt jelenti, hogy a szomszédos megállóhelyek relatíve alacsonyabb utasszámmal fognak rendelkezni. Ez az eredmény következik a paraméterbecslésből is, ugyanis míg a térbeli hiba előjele pozitív, addig a térbeli késleltetésé negatív. Vagyis megfigyelhető egyfajta tömörülés a térben (pozitív λ), azonban a megállóhelyek versengenek egymással (negatív ρ).

A kutatási kérdés megfogalmazásánál kiemelésre került, hogy a kutatás egyik célja, hogy hogyan lehet az itt tett megfigyeléseket kiterjeszteni az agglomerációs térségre is. A magyarázóváltozók jelentős része továbbra is alkalmazható lenne, azonban néhány változtatást célszerű tenni. A 0 kilométerkő helyett sokkal célszerűbb a Budapesttől való távolságról beszélni, valamint a közlekedési módokat is érdemes átértékelni. A gyorsvasút, mint mód továbbra is rendelkezésre áll, hiszen az elővárosi vonatok eredetileg is benne voltak ebben a kategóriában. Azonban a trolibusz és a villamos, mint dedikált közlekedési mód nem értelmezhető az elővárosban, az autóbusz/volánbusz lehatárolás pedig speciális megfontolásokat igényel. Mindezek miatt mindenképpen fontos lenne a helyközi harántirányú járatokon az utasszámok ismerete a modell újralibrálása érdekében.

Mindezek mellett érdemes kitérni a kutatás limitációira. Egyrészt a kutatásban az általam kiválasztott BKK megrendelésében részt vevő autóbusz- és trolibusz-vonalak szerepeltek, amelyek részben vagy egészben harántirányú kapcsolatot biztosítanak, és amelyre volt megfelelő adat. Az elemzést megnehezítette például a 73-as, vagy 82-es trolibuszvonal módosítása, továbbá, hogy az adatok egy része a COVID-19 alatt került felmérésre, amely miatt egy szorzótényezőt kellett alkalmazni az összehasonlíthatóság miatt.

Többek között a buszvonalak önkényesnek tekinthető megválasztása okozta azt is, hogy a súlymátrixok kialakításánál nagy küszöbértéket kellett választani, pusztán azért, hogy a kapcsolatokból adódó hálózat összekötött legyen. Egy egyenletesebb megállóhely-eloszlás lehetővé tett volna egy alacsonyabb küszöbértéket is, amely kedvezőbb lehetett volna az elemzés szempontjából. A jövőben érdemes egy olyan súlymátrix vizsgálata is, amely nem automatikus számítással áll elő, és igazodni tud az adatsor specialitásaihoz.

Összefoglalás

Jelen cikkben arra kerestem a választ, hogy agglomerációs környezetben kialakítható-e egy olyan modell, amely megmondja az utazási igényeket, illetve az utasszámokat egy harántirányú útvonalon. Az adatok rendelkezésre állása miatt Budapest harántirányú közforgalmú közlekedési vonalait vettem alapul az elemzéshez. A módszertan újdonsága, hogy meghatároztam egy térbeli potenciálértéket Budapest statisztikai egységeinek, valamint a környező települések demográfiai adatai alapján, amelyet magyarázóváltozóként alkalmaztam a modellemben. Mindemellett felvettem a közforgalmú közlekedési hálózatra, illetve a kiszolgálásra jellemző paramétereket is, leírandó a rendelkezésre álló kínálatot. A módszertan során lineáris regressziós modellezést alkalmaztam, azonban térbeli autokorreláció jelenléte miatt térökonometria modellek bevonása vált szükségessé.

Az elemzés legfontosabb eredménye, hogy előállítható egy olyan modell, amely alkalmas a harántirányú közforgalmú közlekedési járatok útvonalának meghatározására. A magyarázóváltozók általánosíthatók a helyközi közlekedés kívánalmainak megfelelően, azonban egy tanuló adatbázis előállítása elengedhetetlen az általánosítás elvégzéséhez.

Másik fontos eredmény a városi közlekedés sajátosságait új meglátásba helyező súlyszámok alakulása. Korábbi eredményeink alapján (Szabó – Sipos, 2021) kimutatható volt, és jelen cikk is rámutat, hogy a közforgalmú közlekedési módok szerepe tisztázatlan, ami megnehezíti a közlekedésszervezés optimális lebonyolítását.

Mindenképpen fontos a jövőben a modell fejlesztése és finomítása. Új térbeli súlymátrixok alkalmazása pontosabbá tudja tenni a modellt, kiszűrve azokat a nem kívánatos egymásra hatásokat, amely jelenleg kényszerűségből részét képezi a modellnek. További jövőbeni feladat a modell agglomerációs igényekhez való megfeleltetése.

Felhasznált irodalom

- Adhikari, Binay – Hong, Andy – Frank, Lawrence D. (2020): Residential relocation, preferences, life events, and travel behavior: A pre-post study, *Research in Transportation, Business & Management* 36, 100483. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100483>
- Anselin, Luc (1988): *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 284 o.
- Anselin, Luc et al. (1996): Simple diagnostic tests for spatial dependence, *Regional Science and Urban Economics* 26:1, 77–104. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(95\)02111-6](https://doi.org/10.1016/0166-0462(95)02111-6)
- Bivand, Roger – Hauke, Jan – Kossowski, Tomasz (2013a): Computing the Jacobian in Gaussian spatial autoregressive models: An illustrated comparison of available methods, *Geographical Analysis* 45:2, 150–179. <https://doi.org/10.1011/gean.12008>
- Bivand, Roger S. – Lewin-Koh, Nicholas (2017): *maptools: Tools for Reading and Handling Spatial Objects*. <https://CRAN.R-project.org/package=maptools> (2020. augusztus 10)
- Bivand, Roger S. – Pebesma, Edzer J. – Gómez-Rubio, Virgilio (2013b): *Applied Spatial Data Analysis with R*, 2nd Edition, Springer, New York, NY, 405 o.
- Bivand, Roger S. – Piras, Gianfranco (2015): Comparing Implementations of Estimation Methods for Spatial Econometrics, *Journal of Statistical Software* 63:18, 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v063.i18>
- Bivand, Roger S. – Wong, David W. S. (2018): Comparing implementations of global and local indicators of spatial association, *TEST* 27, 716–748. <https://doi.org/10.1007/s11749-018-0599-x>
- Bolla Marianna – Krámlí András (2005): *Statisztikai következtetések elmélete*, Typotex Kiadó, Budapest, 407 o.
- Cameron, A. Colin – Trivedi, Pravin K. (2005): *Microeconometrics: Methods and Applications*, Cambridge University Press, New York, NY, 1056 o. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811241>
- Capuzzo, I. Paolo (1998): The defeat of planning: the transport system and urban pattern in Vienna (1865-1914), *Planning Perspectives* 13:1, 23–51. <https://doi.org/10.1080/026654398364554>
- Cavallaro, Federico – Dianin, Alberto (2020a): Efficiency of public transport for cross-border commuting: An accessibility-based analysis in Central Europe, *Journal of Transport Geography* 89, 102876. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102876>
- Cavallaro, Federico – Dianin, Alberto (2020b): An innovative model to estimate the accessibility of a destination by public transport, *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 80, 102256. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102256>
- de Palma, André et al. (szerk.) (2011): *A Handbook of Transport Economics*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, 928 o. <https://doi.org/10.4337/9780857930873>

- Getis, Arthur (1991): Spatial interaction and spatial autocorrelation: A cross-product approach, *Environment and Planning A: Economy and Space* 23:9, 1269–1277. <https://doi.org/10.1068/a231269>
- Gumz, Felix – Török Ádám (2015): Investigation of Cordon Pricing in Budakeszi, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 43:2, 92–97. <https://doi.org/10.3311/PPtr.7579>
- Haggett, Peter (2001): *Geography: a global synthesis*, 4th Edition, Pearson Education, Essex, UK, 833 o.
- Hardi Tamás (2012): Cross-Border Suburbanisation: The Case of Bratislava, in: Csapó Tamás – Balogh András (szerk.): *Development of the Settlement Network in the Central European Countries*, Springer, Berlin, Heidelberg, 193–206. o. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20314-5_14
- Hernandez, Diego (2018): Uneven mobilities, uneven opportunities: Social distribution of public transport accessibility to jobs and education in Montevideo, *Journal of Transport Geography* 67, 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.017>
- Jomehpour Chahar Aman, Javad – Smith-Colin, Janille (2020): Transit Deserts: Equity analysis of public transit accessibility, *Journal of Transport Geography* 89, 102869. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102869>
- Lionjanga, Nahungu – Venter, Christo (2018): Does public transport accessibility enhance subjective well-being? A study of the City of Johannesburg, *Research in Transportation Economics* 69, 523–535. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.07.011>
- Maddala, Gangadharrao S. (2001): *Introduction to Econometrics*, 3rd Edition, John Wiley&Sons Ltd., Chichester, UK, 664 o.
- Molecki, Adam – Gaska, Damian (2012): Calculations of tramway track capacity in the wide area networks, *Transport* 27:4, 428–433. <https://doi.org/10.3846/16484142.2012.754378>
- Moran, Patrick A. P. (1948): Some Theorems on Time Series: II The Significance of the Serial Correlation Coefficient, *Biometrika* 35:3/4, 255–260. <https://doi.org/10.2307/2332344>
- Pebesma, Edzer J. – Bivand, Roger S. (2005): Classes and methods for spatial data in R, *R News* 5:2, 9–13. https://cran.r-project.org/doc/Rnews/Rnews_2005-2.pdf (2020. augusztus 10.)
- Preston, John (2015): Public transport demand, in: Nash, Chris (szerk.): *Handbook of Research Methods and Applications in Transport Economics and Policy*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, 192–211. o. <https://doi.org/10.4337/9780857937933.00018>
- R Core Team (2017): *A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing, Wien, AT (elektronikus kiadvány). <https://www.r-project.org/> (2020. november 8.)
- Ranceva, Justina – Ušpalytė-Vitkūnienė, Rasa – Vaišis, Vaidotas (2022): Indicators Affecting the Operation of Public Transport in Regions and Their Interfaces, *Promet – Traffic&Transportation* 34:6, 849–861. <https://doi.org/10.7307/ptt.v34i6.4144>
- Sarmiento-Barbieri, Ignacio (2016): *An Introduction to Spatial Econometrics in R*, University of Illinois, Champaign–Urbana, IL (elektronikus kiadvány). http://www.econ.uiuc.edu/~lab/workshop/Spatial_in_R.html (2024. augusztus 29.)
- Szabó Zsombor – Sipos Tibor (2021): Közösségi közlekedési módok súlyszámának meghatározása városi környezetben – egy lehetséges módszertan, *Közlekedéstudományi Szemle* 71:6, 4–16. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2021.6.1>
- Szabó Zsombor – Török Árpád (2019): Spatial Econometrics – Usage in Transportation Sciences: A Review Article, *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 48:2, 143–149. <https://doi.org/10.3311/PPtr.12047>
- Tobler, Waldo R. (1970): A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region, *Economic Geography* 46:2 (Supplement), 234–240. <https://doi.org/10.2307/143141>
- Varga Attila (2002): Térökonometria, *Statistikai Szemle* 80:4, 354–370. https://www.ksh.hu/statszeme_archive/2002/2002_04/2002_04_354.pdf (2024. augusztus 29.)
- Vásárhelyi Boldizsár – Szabó Dezső (szerk.) (1965): *Városi közlekedési kézikönyv*, Műszaki Kiadó, Budapest, 799 o.
- Zhukov, Yuri M. (2010): *Applied spatial statistics in R*. <https://zhukovyuri.github.io/files/applied-spatial-stats.pdf> (2023. december 18.)

Magyarország vármegyeszékhelyeinek közúti elérhetősége és területi potenciál vizsgálata

Beküldve: 2023.04.26.
Elfogadva: 2024.05.31.
Online közzététele: 2024.11.29.



DR. KOVÁCS ÁRON tanszékvezető-helyettes, főiskolai docens, Milton Friedman Egyetem, Gazdaság és Menedzsment Tanszék, kovacs.aron@uni-milton.hu

Kivonat: A közúti közlekedés olyan alágazat, amely a szállítás révén szinte minden gazdasági folyamattal kapcsolatba hozható, és közvetlenül befolyásolja egy régió és ország gazdaságát, illetve társadalmi folyamatait. A vármegyeszékhelyek elérhetősége kiemelten fontos az áruk disztribúciója, a munkaerő mobilitása és a szolgáltatásokhoz való hozzáférés szempontjából. Az ehhez szükséges vizsgálatok a Google útvonaltervező 2022-es adatai és Hansen-féle gravitációs modell felhasználásával készültek. A vizsgálat rámutat azokra a vármegyeszékhelyekre, amelyek fejlesztésre szorulnak, valamint elősegíti a főváros-vármegyeszékhelyek közötti viszony feltérképezését.

Kulcsszavak: közlekedés; szállítás; elérhetőség; vármegyeszékhely; területi összefüggés

Road accessibility and regional correlation of county capitals in Hungary

Abstract: Road traffic is a sub-sector which affects almost all economic fields through transport, and directly influences the economy and social processes of a region and a country. The accessibility of county centres is crucial for the distribution of goods, the mobility of labour and access to services. The necessary analyses were carried out using Google's route planner 2022 data and Hansen's gravity model. The study reveals which county seats need to be developed, and helps to map the relationship between the capital and the county seats.

Keywords: traffic; transport; accessibility; county capitals; spatial correlation

Bevezetés

A közlekedés területi hatásainak elemzése a multidiszciplináris tudományok területéhez tartozik, mert ötvözi a történelmi, földrajzi, valamint a műszaki és a gazdaságtudományi forrásokat és kutatási módszereket. „A jó színvonalú, hatékony közlekedés olyan összetett rész- és alrendszerek összehangolt működését jelenti, amelyekben az emberek életminőségének biztosítása és a környezet védelme mellett folyamatosan érvényesül a társadalmi-gazdasági fejlődés és növekedés, valamint megvalósul a harmonikus területfejlesztés” (Horváth – Kátai-Urbán, 2016: 59). A közlekedést a „gazdaság érrendszerének” tekintik, így az a telepítési elméletek, a regionális gazdaságtan egyik legfontosabb eleme, valamint a távolság legyőzése a gazdaság működésének alapfeltétele (Tiner, 2008). Ezt jól példázza a Thünen-féle (1826) telephelyelmélet is, ahol a földjáradék a megművelt föld minőségétől és a piactól való távolságtól függ. A földjáradék annál nagyobb, minél kedvezőbb a föld piachoz viszonyított helyzete (távolsága). A termelőnek kisebb a haszna, ha távolabbról szállít, tehát alacsonyabb az ő földjének a járadéka. Míg Thünnennél a mezőgazdasági termelés és a közúti elérhetőség összefüggései jelennek meg, addig Webernél (1909) a telephelyválasztáskor az ipari termelés és a vasút szerepének (nagy tömegű áru gyors mozgatására képes) kölcsönhatása kerül értelmezésre. Ő úgy vélte, hogy telephelynek azt a területet kell választani (Launhardt-Weber féle háromszög¹), ahol a szállítási költségek a legalacsonyabbak². A 18. században az ipar számára a gyengén kiépített úthálózat miatt a hajózható folyók és a csatornák voltak a fő közlekedési útvonalak. Jelentősen javult a helyzet a vasút megjelenésével, mivel szoros kapcsolat alakult ki a közlekedési hálózat és az ipari létesítmények között.

¹ A termelést 3 fő komponens a nyersanyagtelep, az energiabázis és a fogyasztópiac által bezárt térbeli háromszög súlypontjába kell elhelyezni.

² Ezzel a feltevessel August Lösch „Maximális jövedelem modelljében” nem értett egyet, mivel a telephelyválasztáskor a megoldást nem a szállítási költség minimalizálása, hanem a profit maximalizálása jelenti.

A 20. században a helyzet gyökeresen megváltozott, mivel az úthálózatok sűrűbbé váltak, a közúti szállítóeszközök egyre nagyobb mennyiséget tudtak elszállítani, a motorizáció lehetővé tette a távolabbi helyek elérhetőségét, a szállítványozó vállalatok között kialakult a verseny, és így a szállítási költségek, és végső soron az árak elkezdtek csökkenni. Wallerstein (1983) centrum-periféria világszemlélet modelljében is megjelenik a közlekedési fejlettség kérdése, mint ellentét a fejlett, könnyen elérhető (kiemelkedő) és a fejletlen, nehezen elérhető (leszakadó) területek között. Földrajzi értelemben „a centrum³ az a pont, amely az adott halmaz (tér) többi pontjához összességében a legközelebb van (legjobban elérhető), míg a perifériák a legtávolabbi pontok helyei” (Nemes Nagy, 2009:211.). A versenyképesség-modellekben is jelentős szerepet kapott a közlekedés, mint adottság. Bár Porter (1994) szerint egy terület közlekedési adottságai nagyon fontos versenyképességi tényezők, de mégsem ez az elsődleges (fő) komponens, mivel a versenyképes közlekedési hálózattal rendelkező országok gazdasága még nem feltétlenül versenyképes. A közlekedést és kiemelten az autópályákat a termelékenységi növekedését befolyásoló tényezők közé sorolják. A városok versenyképességében a közlekedést, mint infrastruktúra adottságot, valamint a főbb piacok elérésének a biztosítóját (Huovari et al., 2001) jelenítik meg. Az infrastruktúra gyűjtőfogalom, és a közlekedés csak kis szeletét képezi, mert az infrastruktúra olyan gazdasági feltételek (energiahálózat, közlekedés, közművek stb.) gyűjtőneve, amelyek nem vesznek részt közvetlenül a termelési folyamatban, de közvetve befolyásolják a termelés fejlesztésének lehetőségeit (Abonyiné Palotás, 2007). A közlekedésről elmondható, hogy a társadalmi munkamegosztás szükséges alapját képezi, míg a térbeli munkamegosztásnak egykor kizárólagos eszköze volt, de ma már az online tér ezt megváltoztatta.

Sokan a gyorsforgalmi úthálózat fejlesztését tartják a területi egyenlőtlenség mérséklés fő eszközének (Erdősi, 2000a; Nemes-Nagy, Németh, 2005; Németh 2005, 2006; Tóth, 2004; Vörös – Polányiné Csányi, 2001). Azt is meg kell állapítani, hogy a gazdasági konjunktúra növeli a közlekedés iránti keresletet, míg a gazdasági recesszió csökkenti (Ruppert, 2000), valamint az autópályák csak felszálló ágban lévő gazdaságokban tudják érvényre juttatni területfejlesztő hatásukat (Erdősi, 2000a). Pl. Dél-Dunántúlra irányuló kutatás rámutatott arra, hogy az autópályát kiegészítő hálózatok fejlesztése nélkül éppen az autópályák lesznek a területi egyenlőség fenntartói (Kovács, 2014). Míg Gaal és társainak (2016) nem sikerült bizonyítékot találniuk a magyar (M1, M3, M5 és M6) autópályák és a (bruttó átlagkereset növekedés) gazdaságfejlesztő hatás közötti összefüggésre, de Farkas és Czigány (2017) azt találták, hogy az autópályák megépítése után általában emelkednek az üzemanyagárak azokon a településeken, ahová az autópályára/autópályáról fel-/lehajtok is épültek. Egri és Kőszegi (2020) Kelet-Magyarország területén végzett kutatásukban rámutattak a közúti elérhetőség és a területi gazdasági teljesítmény hagyományos, de térben igen differenciált relációira: az alagúthatásra, az együtt mozgásra, a területi hatékonysági problémákra, a cizellált közlekedésföldrajzi és társadalmi-gazdasági centrum-periféria viszonyokra, továbbá a ráhordó közlekedés fontosságára. Tóth (2013) kötetben összegyűjtötte az elérhetőségi vizsgálatokban leggyakrabban alkalmazott módszereket és Magyarország 2004-es és 2008-as közlekedésgazdasági adatai segítségével térképen ezt interpretálta.

A közlekedésre mindenképpen a tér aktív struktúráképző elemeként kell tekinteni, mint a társadalmi-gazdasági és területi adottságokra reagáló, azt módosító eszközrendszerre, valamint a gazdálkodó ember magatartását, a versenyképességet, a gazdasági és a társadalmi diverzifikációt befolyásoló elemre (Erdősi, 2000b), de nem önálló, egyedüli eleme, amely formálja a tér struktúráját, így fejlesztése is más térbefolyásoló elemmel képzelhető el. A fejletlen régiókban a közlekedés korszerűsítésének sok esetben a kis- és középvállalkozók a haszonélvezői, akik nem kizárólag a közlekedési folyosókban (TEN-T – korridorok) érdekeltek, hanem a jól kiépített regionális közlekedési rendszerben (Erdősi, 2000a).

A közlekedésben, illetve a logisztikában az elérhetőség egy kulcsfontosságú tényező. Az elérhetőség fogalma magában foglalja azon lehetőségeket, amelyek az egyik térségben elhelyezkedő egyén vagy vállalkozás számára megszerezhetők, amennyiben egy olyan másik térségbe utazik, ahol a számára fontos tevékenységet végezheti (Tóth – Kincses, 2007). Banister és Berechman (2001) tanulmánya szerint az országok és régiók szintjén az elérhetőség kérdése az egyik legfontosabb szempont. Az elérhetőség a közlekedéshálózatba való befektetés eredménye és befolyásolja az országok és régiók közötti munkaerő- és árueloszlást.

A munkahelyek többsége a fővárosban és vármegyeközpontokban összpontosul, ezért a gyorsforgalmi utaknak a főváros és a nagyobb városok elérhetőségét is javítaniuk kellene. Logisztikai, mobilitási igényeket figyelembe véve kívánatos lenne, ha a főváros (gépjárművel vagy tömegközlekedés igénybevételével) legalább két órán belül, a vármegyeszékhelyek pedig egy órán belül elérhetővé válnának (Erdősi, 2000a).

³ „Hazánkban ma a főváros és agglomerációja képezi a központi magterületet, a dinamikus perem példája az osztrák határmentre, a külső periferiát a keleti határmenti régiók példázzák, belső periferiának tekinthető térségek mind a Dunántúli, mind az Alföld belső térségeiben megtalálhatók” (Nemes Nagy 2009: 13.).

A kutatás módszertana, célkitűzése

A kutatás földrajzi lehatárolása kiterjed Magyarország fővárosára és vármegyeszékhelyeire. A vizsgálatok szintje az ingyen letölthető vektortérkép legalacsonyabb területi beosztása volt. Ez a NUTS3 (vármegye) és LAU2 (település) területi egységeket foglalja magába.

A vizsgálatok fókuszában Budapest és a vármegyeszékhelyek közötti elérhetősége szerepelt. Általában a fővárosban és a vármegyeszékhelyeken található az ország legfelső döntési szervei, a legfontosabb intézményei, oktatási-, kulturális központjai. Míg Budapest esetében szétszórtnak az agglomerációjában főleg az M0 mentén (pl. Biatorbágyon, Ecseren, Fóton, Vecsésen) nagyszámú és nagy mértékű logisztikai központok létesültek és regionális áruelosztóként működnek. A külföldi beruházások is jellemzően a fővároshoz és adminisztratív központokhoz köthetők, hiszen a nemzetközi kapcsolatok legmagasabb szintjei is itt jelennek meg, ahogy a multinacionális cégek képviselete is. A közlekedés centralizáltsága és szolgáltatások egy helyre való tömörülése egymást erősítő folyamatok. Ezek a pontok általában az ország legfejlettebb pontjai, ezért elérhetőségük nagyon fontos az adott ország lakosságának (Nagy – Spiegler, 2022). Ma már hazánkban közúton valósul meg a személy- és áruforgalom nagy része, régebben a vasút volt az árumozgatás fő tényezője, így a kutatás is a közúti elérhetőséget elemezte. Az ehhez szükséges adatok beszerzése is befolyásolta a közlekedési mód kiválasztását.

A kutatás arra kereste a választ, hogy milyen a főváros és a vármegyeszékhelyek közötti elérhetősége. Vannak-e közös vonásai a megyék elérhetőségének? Mennyiben és miben térnek el az adott székhelyek egymástól? Vajon Magyarországnak melyek a hátrányos területei elérhetőség, logisztika szempontjából? Összefügg-e az elérhetőség és a logisztikai potenciál?

A felmerülő kutatási kérdések megválaszolására elsősorban elérhetőségi vizsgálattal kerestem a választ. A főváros és a vármegyeszékhelyek elérhetőségét Google útvonaltervező felhasználásával gyűjtöttem össze. A Google útvonaltervező bárki számára elérhető, az adatok pontosak, naprakészek és tükrözik az ország közlekedési adottságait, mert az alkalmazás figyelembe veszi az adott szakaszon engedélyezett legmagasabb közlekedési sebességet, és ez alapján számolja ki az elérhetőséget, valamint mérlegeli a legjobb idő/távolság összefüggését. Az elérhetőség adatai az autópályák és díjfizetős utak használatával lettek legyűjtve.

Az elérhetőségi vizsgálat rámutat a vizsgált térség szélsőséges pontjaira, de a területi potenciálról nem nyújt információt. A vármegyeszékhelyek települési (területi) potenciáljának a megállapításához az ún. „Hansen-féle” gravitációs helyzetpotenciál (Hansen, 1959) összefüggést használtam, amelyik egy gravitációs modell. A gravitációs modelleket több területen is alkalmazták, például az Egyesült Államokban elsősorban a nagyvárosok légi közlekedési vonzáskörzetének meghatározására (Erdősi, 2000b), később egyre szélesebb körben elterjedt a felhasználási területe, pl. a népességváltozás (Tarigan, 2003), az akadálymentesség (Cascetta et al., 2013), a felsőoktatási intézmények (Jancsó – Szalkai, 2017; Türk, 2019), a nagyvárosok (Levine, 2012), a munkába utazás (Levinson, 1998; Wang, 2013), az egészségügyi ellátás (Cabrera-Barona et al., 2018) és a közlekedés viszonyának elemzésére.

A Hansen-féle gravitációs modellt (Hansen, 1959) – mint „helyzetpotenciál mutatót” az ismert newtoni fizika analógiájára a területi kutatások is átvették, mert két terület között is létezik egyfajta vonzási erő, amelynek erőssége csökken a két terület között lévő földrajzi távolság növekedésével és nő a vizsgált területek nagyságával (népesség, GDP, jövedelem stb.). A gravitációs modell két település (terület) közötti távolság és elérhető tömeg (esetünkben népesség) közötti arányt fejezi ki. Minél nagyobb népességgel rendelkezik a vármegyeszékhely, és minél közelebb található a település, annál nagyobb lesz a függőség (vonzás) a vármegyeszékhely és a település között.

A vizsgált terület egységek népességadatait a Nemzeti Statisztikai Hivatal (2015) évkönyve, kimutatásai szolgáltatották. Az eredmények térképi megjelenítéséhez a QGIS szabadon felhasználható térképszerkesztő program nyújtott segítséget.

A kapcsolatot a következő képlettel lehet leírni:

$$P_i = \sum \frac{B_j}{d_{ij}^2} \quad (1)$$

ahol:

- P_i : az adott település (terület) helyzetpotenciálja;
- B_j : az elérhető célok tömegei, munkavállalók száma stb.;
- d_{ij} : az i és j települések közötti távolság percben.

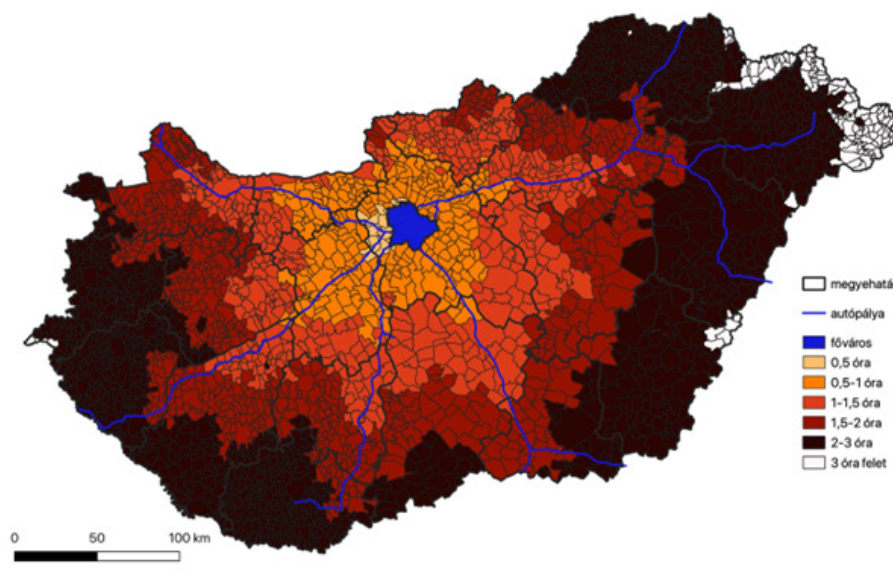
A B_j változónak a települések népességadatait használtam fel. A vonzáskörzet nagyságának meghatározása fontos tényező, mert tükrözi egy központ (főváros, vármegye központ) „logisztikai potenciálját”. A logisztikai potenciál alatt a kiszolgálandó hálózati igénypontok, fel- és leadóhelyek, és a már meglévő központi telephelyek, illetve üzemek optimális összerendelésében alkalmazható klasszikus szállítási problémákat értjük. A kutatás ezt a potenciált a település és a centrum közötti vonzáserősség nagyságának mérőszámának tekinti. Azon települések határát mutatja, ahonnan még elérhetők a hozzájuk tartozó központok nagyobb anyagi ráfordítás és jelentős idővesztés nélkül.

Az eredmények bemutatása

A vizsgálat elméleti alapon Magyarországon azokat a térségeket tekinti perifériának, amelyek közúton a főváros két órán belüli, a vármegyeközpont egy órán belüli elérhetőségét nem képesek teljesíteni (ezt a kijelentést árnyalja a 3. ábrán látható kutatási eredmény). Balkáni országok és Magyarország fővárosainak elérhetőségének kutatási eredményei is bizonyítják, hogy a társadalmi adottságok akkor hátrányosak, ha a fővárost és környékét alacsony gazdasági aktivitás, csekély külföldi beruházások, gyenge infrastrukturális ellátottság jellemzik. A feltétel az, hogy mindkét (természeti és társadalmi) adottság előnyös legyen, mert ha nem teljesül, akkor a főváros, mint az ország legfejlettebb pontja, kevésbé lesz jól megközelíthető, kevesebb népeességet vonz maga köré (Kovács, 2018). Ezek a hátrányos helyzetű területek leszakadnak a többitől, a működő külföldi tőke elkerüli őket, és csak fokozódik a különbség a centrum és periféria között. Logisztikai szolgáltatásokat végző vállalatok számára ezen fővárosból és vármegyeszékhelyekről való elérése kihívásokkal és többletköltséggel jár.

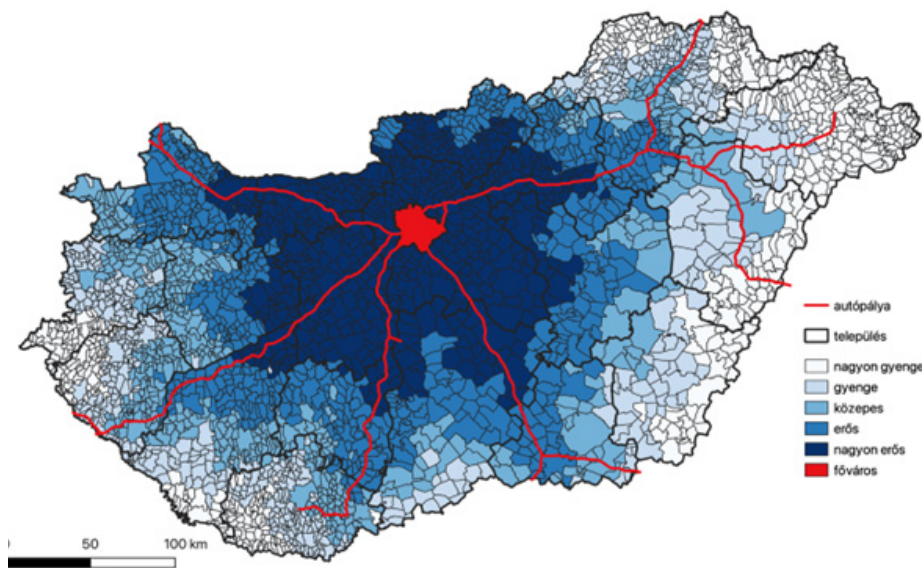
Magyarország közlekedés szempontjából fővároscentrikus, de a településeinek 31,4%-a (149 település) mégsem képes 2 órán belül elérni Budapestet. Ebbe a csoportba 7 vármegyeszékhely is beletartozik (Békéscsaba, Pécs, Szombathely, Debrecen, Miskolc, Nyíregyháza és Zalaegerszeg) (lásd: 1. ábra). Az ábra jól mutatja, hogy az autópályák jótékonyan segítik a főváros megközelítését és a szomszédos országokba való eljutást, de a raktárbázisok mégis leginkább a főváros szűk környezetében létesülnek (nem az említett hátrányos vármegye székhelyek egyike) és innen próbálják ellátni a környező megyék településeit. Ez az 1. ábrán nem szerepel.

Az 1. ábra eredményeit úgy is lehet értelmezni, hogy a közlekedés lenyomata a fővárosközpontúságnak, a túlközpontosított berendezkedésnek. A közlekedési ellátás hozzájárul ahhoz, hogy a központosítás még erőteljesebben érvényesüljön és nem segíti a vidéki települések (kis falvak) bekapcsolódását a fő közlekedési útvonalakba. A centralizáltságot elsősorban nem a közlekedés feladata oldani, hanem a területpolitikának, a gazdaságpolitikának és a közigazgatásnak.



1. ábra Budapest közúti megközelíthetősége (órában)

Forrás: a szerző saját szerkesztése, az elérhetőségi adatok a Google útvonaltervező 2022.08.29-30. időszak adatgyűjtéséből származnak

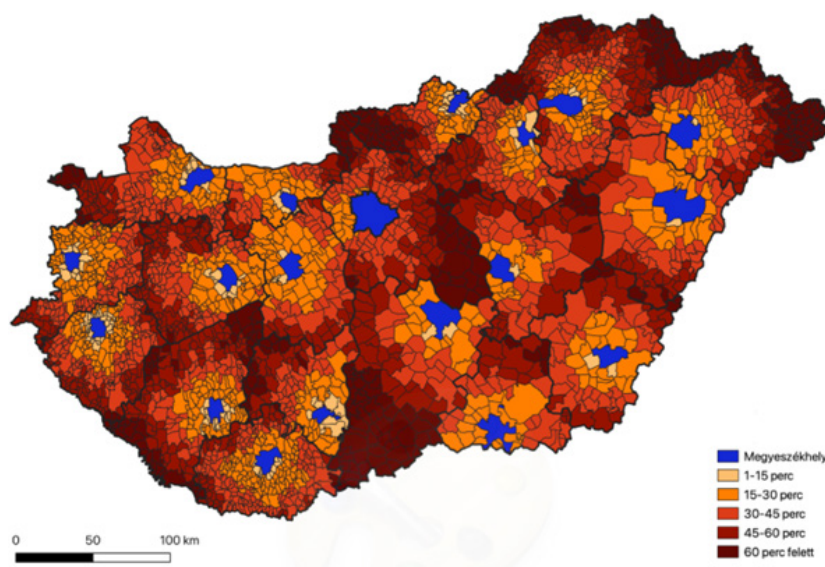


2. ábra Budapest helyzetpotenciálja a Hansen-féle gravitációs modell alapján (a potenciál értéke 1–3,5 millió között mozog).

Forrás: a szerző saját szerkesztése a Google útvonaltervező 2022.08.29-30. időszakból származó, és a KSH 2015-ös népességi adatai alapján

Budapest jó közlekedési feltételekkel rendelkezik, mégsem képes az egész ország gazdasági és társadalmi igényeit kielégíteni. Az országhatárhoz közeledve ez a feladat mindinkább a vármegyeszékhelyek központjaira hárul. Ezek a központok kulcsfontosságú szerepet tölthetnek be a munkahelyteremtésben, a közszolgáltatások racionális ellátásában (Culyás, 2013). Ezért fontos, hogy a vármegyeszékhelyek elérhetősége feltárásra kerüljön.

Budapest kiterjedt vonzáskörzettel rendelkezik, kihat az ország gazdasági, áru- és munkaerő mobilitására. Csak a tőle távolabbi, az országhatárhoz közelebbi településekkel „gyenge” vagy „nagyon gyenge” a kapcsolata (lásd: 2. ábra). A közlekedési útvonalak használata nem minden esetben a főváros-vármegyeszékhely viszonyában dől el, hanem vármegye-vármegye relációjában, de a főváros, mint a legmagasabb kitüntetett pontja a térnek jelentős hatással van egy terület életképességére. Az árutermelés is zömmel az erősebb vonzási (logisztikai) potenciállal rendelkező településeken valósul meg (sötétkék mezők a 2. ábrán). A működő tőke leginkább ezeket a régiókat keresi. Ez jó Budapestnek és környező agglomerációjának, mert megadja a növekedési lehetőségét, de vármegyeszékhelyektől fejlődési forrást (munkaerő, tőke, árú stb.) von el, erősítve a kiszolgáltatottságát, növeli az egyenlőtlenséget, ahogyan a vármegyeszékhelyek is elvonják a forrásokat a saját (vármegye)határ közelében lévő településektől. Ennek ellenkezője is megtapasztalható, pl. Dél-Pest vármegye települései nagyobb mértékben Kecskeméthez és kisebb mértékben Szolnokhoz vonzódnak. Egy fővárosközeli település elszakad főváros vonzásától és inkább egy közelebb eső vármegyeszékhely felé keresi a lehetőségeit.



3. ábra Magyarország vármegye székhelyeinek közüti megközelíthetősége (percekben) gépjárművel.

Forrás: a szerző saját szerkesztése, az elérhetőségi adatok a Google útvonaltervező 2022.08.29-30. időszak adatgyűjtéséből származnak

Magyarországon a népesség 7,96%-a (majdnem 800 ezer fő) nem képes közúton elérni a saját vármegyeszékhelyét egy órán belül (lásd: 3. ábrán a sötétbarna területek). Ez a probléma leginkább Bács-Kiskun (32,44%-át) és Somogy (25,96%-át) vármegye lakosait érinti, míg Fejér, Vas, Baranya, Hajdú-Bihar, Zala, Csongrád, Komárom-Esztergom és Veszprém megyék kedvező helyzetben vannak.

Vannak olyan vármegyék a 3. térképen amelyeknek a megyeszékhelyük elérése hátrányos (sötétbarna területek), de ez megtévesztő lehet első ránézésre, mert Bács-Kiskun vármegye esetében Baja önálló megyejogú városként igyekszik a térképen megjelenő periférikus vármegye területeit kiszolgálni. Somogy vármegyében a hátrányos települések leginkább a Balaton déli partján az üdül övezetben jelennek meg, akik a turizmus miatt sokkal inkább balatoni nagyobb városokkal (Siófok, Zámárdi, Fonyód stb.) tartanak fenn kapcsolatot. Nógrád vármegyében a hátrányos területek Váchoz vagy a fővároshoz, addig Borsod-Abaúj-Zemplén vármegyében a szomszédos Nyíregyházához vonzódnak. Győr-Moson-Sopron vármegye periférikus területei pedig különleges helyzetűek, mert egy másik ország fővárosa, Bécs, kimagasló potenciálja és vonzáskörzetébe tartoznak. Ezért az említett elérhetőségi arányszámok csak iránymutatóak, nem tükrözik a valós periférikus állapotot.

A vármegyeszékhelyek hátrányos elérhetősége elsősorban az úthálózat minőségéből, a székhely területi elhelyezkedéséből, vagy az aprófalvas településhálózattól fakad. Néhány kritikus megyén kívül, általánosságban elmondható, hogy Magyarország lakosainak kevesebb mint 1 %-át érinti hátrányosan a vármegyeszékhelyének elérhetősége (lásd: 1. táblázat).

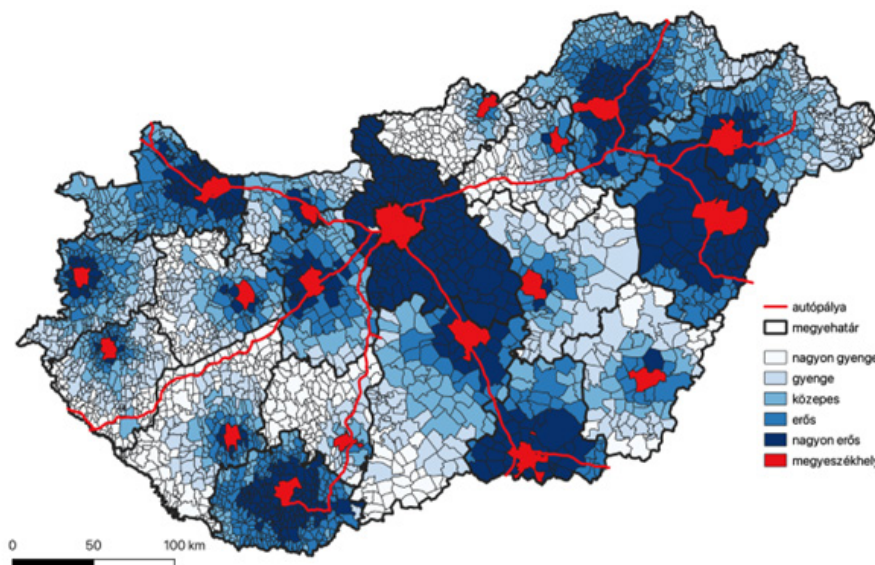
1. táblázat A vármegye székhelyek elérhetősége a megyék lakosságának %-os arányában (a táblázat a „60 perc feletti” idővel jelentkező vármegyét rendező sorrendbe)

Vármegye	0-15 perc	16-30 perc	31-45 perc	46-60 perc	60 perc felett
Fejér	25,65	30,25	26,89	17,21	0,00
Vas	37,62	36,99	18,34	7,01	0,03
Baranya	43,69	26,29	24,63	5,16	0,24
Hajdú-Bihar	37,06	28,85	26,15	7,33	0,60
Zala	27,51	11,95	46,75	13,15	0,65
Csongrád	40,03	26,47	18,09	14,56	0,85
Komárom-Esztergom	24,11	39,96	17,56	17,41	0,96
Veszprém	22,13	29,25	28,63	19,03	0,96
Békés	16,91	27,47	43,02	11,20	1,39
Heves	21,68	16,10	23,69	35,30	3,22
Pest	58,91	6,99	21,26	7,30	5,55
Tolna	25,39	30,99	16,63	19,73	7,26
Jász-Nagykun-Szolnok	20,14	17,57	22,88	30,75	8,66
Szabolcs-Szatmár-Bereg	21,54	15,95	33,83	16,49	12,19
Győr-Moson-Sopron	31,72	15,60	29,03	7,94	15,70
Borsod-Abaúj-Zemplén	25,60	15,87	28,40	12,53	17,60
Nógrád	24,99	26,34	15,08	15,97	17,62
Somogy	24,18	11,45	10,66	27,75	25,96
Bács-Kiskun	22,18	14,53	12,83	18,02	32,44

Forrás: a szerző saját szerkesztése a Google útvonaltervező 2022.08.29-30. időszakból származó és a KSH 2015-ös népességi adatai alapján

A fővároshoz hasonlóan a vármegyeszékhelyek vonzása is érvényesül a környező településekre. A Hansen-féle gravitációs vizsgálat eredményén (lásd: 4. ábra) jól kiemelkednek a nagyobb népességgel rendelkező vármegyeszékhelyek (elsősorban Debrecen, Szeged, Pécs és Miskolc), amelyek szinte az egész vármegyéjükre hatást gyakorolnak. A fehér színnel jelölt területek pedig azok a települések, amelyek nem tartanak fenn jelentős kapcsolatot a vármegyeszékhelyeikkel (ilyenek: Nógrád, Somogy, Tolna, Veszprém, Zala, Heves és Bács-Kiskun megyék egyes területei). Ezek a települések csak jelentős erőfeszítések árán érik el a vármegyeszékhelyen lévő szolgáltatásokat

(egészségügyi, oktatási intézményeket, pénzügyi szervezeteket stb.), a munkahelyeket vagy speciális termékeket, amelyek a közeli településeken nem kaphatók, ezért igyekeznek más térségek központjai (pl. Kecskemét, Nyíregyháza, Vác, Siófok vagy Bács-Kiskun városa) felé orientálódni. Ezek a települések csak közigazgatásilag tartoznak az adott vármegyéhez, de funkciójukban elszakadnak tőlük. Ebből adódóan esetünkben érdemes lenne felülvizsgálni a vármegye (adminisztratív) határait vagy más régió nagyobb városának státuszát.



4. ábra Vármegyeszékhelyeink helyzetpotenciálja a Hansen-féle gravitációs modell alapján (a potenciál értéke 1–1.9 millió között mozog).

Forrás: a szerző saját szerkesztése a Google útvonaltervező 2022.08.29-30. időszakból származó és a KSH 2015-ös népességi adatai alapján

Következtetések és javaslatok

Közlekedési adottságai kiemelik Budapestet Magyarország városhálózatából. A főváros magához vonzza az ország jelentős részét, növelve a térségben saját szerepét. Ezért vonzáskörzete kiváló terepet biztosít a termelői és logisztikai beruházásoknak, de az egész ország területét nem képes uralni, annak ellenére sem, hogy a magyar autópályák mindegyike a főváros felé tart és jelentősen elősegíti az elérhetőségét. Az ország majd egyharmada hátrányos területként jelenik meg a főváros megközelítésében, mert ezek a települések nem képesek 2 órán belül közúton elérni Budapestet. Ők saját környezetükben keresnek kitüntetett pontot és ezt legtöbbször a vármegyeközpontokban vagy közelben lévő nagyobb városokban találják meg. Ebből fakadóan egy országnak arra kell törekednie, hogy a fővárosa mellett más fejlett városok is alternatívaként szolgáljanak (lásd 4. ábra: Debrecen, Miskolc, Szeged, Pécs, Győr, Szombathely), amelyek pólusszerűen helyezkednek el az ország területén, elősegítve a vidék áru- és munkaerő mobilitását.

Magyarországon kedvező a vármegyeközpontok elérhetősége, mert a magyar lakosság csupán kevesebb, mint 8 %-a nem képes egy órán belül megközelíteni saját vármegyeszékhelyét. Budapest után a vármegyeszékhelyek azok, amelyek jelentős logisztikai potenciállal rendelkeznek, és ellátják a környező településeket.

Felhasznált irodalom

- Abonyiné Palotás Jolán (2007): Infrastruktúra. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 174 o.
- Banister, David – Berechman, Yossi (2001): Transport investment and the promotion of economic growth, *Journal of Transport Geography*, 9(3), 209–218. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00013-8)
- Cabrera-Barona, Pablo – Blaschke, Thomas – Gaona, Gabriel (2018): Deprivation, Healthcare Accessibility and Satisfaction: Geographical Context and Scale Implications, *Applied Spatial Analysis and Policy*, Volume 11, 313–332. <https://doi.org/10.1007/s12061-017-9221-y>
- Cascetta, Ennio – Carleni, Armando – Montanino, Marcello (2013): A New Measure of Accessibility based on Perceived Opportunities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 87, 117–132. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.598>
- Egri Zoltán – Kőszegi Irén (2020): A közúti elérhetőség szerepe a kelet-magyarországi gazdasági teljesítményben és gazdaságfejlesztésben, *Területi Statisztika*, 60(6), 653–687. <https://doi.org/10.15196/TS600603>
- Erdősi Ferenc (2000a): A kommunikáció szerepe a terület- és településfejlesztésben, VÁTI, Budapest, 356 o.
- Erdősi Ferenc (2000b): Európa közlekedése és a regionális fejlődés, Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 547 o.
- Wang, Fahui (2013): Job Proximity and Accessibility for Workers of Various Wage Groups, *Urban Geography*, 24(3), 253–271. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.24.3.253>
- Farkas Richárd – Czigány Gábor (2017): Az autópályák indirekt hatása a kiskereskedelmi benzinárakra, *Statisztikai Szemle*, 95(3), 278–296. <https://doi.org/10.20311/stat2017.03.hu0278>
- Gaal Gyula – Szalmáné Csete Mária – Török Ádám (2016): Közlekedés és térségfejlesztés. Autópálya mindenek felett? *Magyar Tudomány* 177:8, 991 – 996.
- Gulyás András (2013): Települések közötti kistérségi közlekedési kapcsolatok javítását célzó programok többkritériumos értékelése az utállapotok és a bizonytalanság figyelembevételével, *Utügyi lapok* 1:2 54–74.
- Hansen, Walter G. (1959): How accessibility shapes land use, *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Horváth Hermina – Kátai-Urbán Lajos (2016): A vasúti áruszállítás környezetbiztonsági aspektusainak értékelése II. rész, *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság folyóirata*, 26:e-lapszám, 59–69.

<https://doi.org/10.17047/HADTUD.2016.26.E.59>

Huovari, Janne – Kangasharju, Aki – Alanen, Aku (2001): Constructing an Index Regional Competitiveness, Pellervo Economic Research Institute Working Papers, No 44, Helsinki, 23 o.

Jancsó Tamás – Szalkai Gábor (2017): A magyarországi felsőoktatási vonzáskörzetek jellemzői, az intézmények elérhetősége és a középiskolák szerepe a jelentkezésekben, Földrajzi Közlemények, 141:4, 370-385.

Kovács Áron (2014): Dél-Dunántúl megyeszékhelyeinek közúti elérhetősége, Közlekedéstudományi Szemle 64 (4), 43-51.

Kovács Áron (2018): A magyar és balkáni fővárosok közúti elérhetőségének területi összefüggései, Közlekedéstudományi Szemle, 68 (5), 34-44. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2018.5.3>

Levine, Jonathan et al. (2012): Does Accessibility Require Density or Speed? A Comparison of Fast Versus Close in Getting Where You Want to Go in U.S. Metropolitan Regions, Journal of the American Planning Association, 78(2), pp. 157-172. <https://doi.org/10.1080/01944363.2012.677119>

Levinson, David M. (1998): Accessibility and the journey to work, Journal of Transport Geography, Volume 6, Issue 1, 11-21. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(97\)00036-7](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(97)00036-7)

Nagy Dávid – Spiegler Patrícia (2022): A Duna-menti országok biztonsági helyzetének alakulása és ennek hatása a dunai szállodahajózásra, Turisztikai és vidékfejlesztési tanulmányok, 7(4), 63-73. <https://doi.org/10.15170/TVT.2022.07.04.05>

Nemes Nagy József (2009): Terek, helyek, régiók – A regionális tudomány alapjai, Akadémiai Kiadó, Budapest, 350 o. <https://doi.org/10.1556/9789630598644>

Porter, Michael E. (1994): The Role of Location in Competition, Journal of the Economics of Business, 1(1), 35-40. <https://doi.org/10.1080/758540496>

Ruppert László (2000): Az átalakuló kelet-közép-európai közlekedés és a magyar közlekedés várható fejlődése, in: Glatz Ferenc (szerk.): Magyarország az ezredfordulón – Közlekedési rendszerek és infrastruktúrák, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 33-54.

Thünen, Johann Heinrich von (1826): Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, Perthes, Hamburg. English translation: Wartenberg, Carla M. (1966): The Isolated State, Pergamon Press, Oxford, 364 o.

Tiner Tibor (2008): Egy gazdasági kulcságazat, az infrastruktúra területi fejlesztésének fő sajátosságai, in: Területfejlesztés, településfejlesztés, Selye János Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Komárno, 141-171. o.

Tóth Géza (2013): Az elérhetőség és alkalmazása a regionális vizsgálatokban. Műhelytanulmányok 1., KSH, Budapest, 146 o.

Tóth Géza – Kincses Áron (2007): Közúti elérhetőségi vizsgálatok Európában, Statisztikai Szemle, 85:5, 431-463.

Tóth Lajos (2004): Fenntartható fejlődés – fenntartható mobilitás, Közlekedéstudományi Szemle, 54:12, 442-448.

Türk Umut (2019): Socio-Economic Determinants of Student Mobility and Inequality of Access to Higher Education in Italy, Working Paper Series Department of Economics, University of Verona (elektronikus kiadvány). <http://dse.univr.it/home/workingpapers/wp2017n8.pdf> (2024. július 12.) <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18803.73763>

Vörös Attila – Polányiné Csányi Ágnes (2001): Az M8 autópálya várható terület- és gazdaságfejlesztő hatásai, Közlekedéstudományi Szemle, 51:12, 449-464.

Wallerstein, Immanuel (1983): A modern világ gazdasági rendszer kialakulása, Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 782 o.

Weber, Alfred (1909): Ueber den Standort der Industrien, J. C. B. Mohr, Tübingen. English translation: Friedrich, Carl Joachim (1929): Alfred Weber's theory of the location of industries, Chicago University Press, Chicago, 301 o.

A regionális repülőterek társadalmi, gazdasági és környezeti fenntarthatóságának aktuális kérdései ¹

Beküldve: 2023.04.28.
Elfogadva: 2024.01.08.
Online közzététele: 2024.11.29.



DR. NOVOSZÁTH PÉTER egyetemi docens, Dunaújvárosi Egyetem, pnovo@uniduna.hu

Kivonat: Egyre jobban tudatosul napjainkban, hogy a környezeti hatásokra való kizárólagos összpontosítás már nem elegendő, és a repülőtereknek együtt kell foglalkozniuk a környezeti, társadalmi és gazdasági fenntarthatóság kérdéseivel. E cikk legfőbb célja, hogy áttekintse a repülőterekre vonatkozó főbb iránymutatásokat, ajánlott intézkedéseket, amelyek segíthetnek a repülőterek fenntarthatóbbá válásában, és indikatív mérőszámokat kínálnak az ezen a téren elért eredményeik mérésére és a fejlesztendő területek azonosítására. A cikk a fentiekén kívül röviden foglalkozik a katonai, valamint a polgári és katonai közös felhasználású repülőterek fenntarthatósági kérdéseivel is.

Kulcsszavak: regionális repülőterek fenntarthatósági stratégiája; szén-dioxid-semleges repülőterek; társadalmi, környezeti és gazdasági fenntarthatóság kezdeményezések

Current issues of social, economic and environmental sustainability of regional airports

Abstract: There is a growing awareness that focusing solely on environmental impacts is no longer sufficient and that airports need to address environmental, social and economic sustainability issues together. The main aim of this article is to review the main guidelines for airports, to recommend measures that can help airports to become more sustainable and to provide indicative metrics to measure their progress in this area and to identify areas for improvement. In addition to the above, the article briefly addresses sustainability issues for military and civil/military joint-use airports.

Keywords: regional airport sustainability strategy; carbon neutral airports; social, environmental and economic sustainability initiatives

Bevezetés

A Repülőterek Nemzetközi Tanácsa (ACI World)² 2021. november 16-án Montreálban átfogó programot hirdetett meg, amely elősegítheti a repülőterek vezetőit fenntarthatósági stratégiájuk létrehozásában és megvalósításában, a helyi kezdeményezéseik közös nemzetközi folyamatokhoz és célkitűzésekhez való integrálásában. A repülőterek fenntarthatósági stratégiája című tanulmány (ACI EUROPE, 2020a) betekintést ad arról, hogy a fenntartható légi közlekedés hogyan járulhat hozzá az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljaihoz, és áttekintést nyújt a legfontosabb és leggyakrabban felmerülő fenntarthatósági kérdésekről. A szervezet kutatást végzett világszerte több mint 80 repülőtérrel, ezek adatainak felhasználásával. Ennek során a vizsgált témák közé tartozott többek között a szolgáltatások minősége, az infrastruktúra fejlesztése, valamint a biztonságos és hatékony működés is. E jelentés esettanulmányokat is tartalmaz, amelyek az egyes repülőterek bevált gyakorlatait mutatják be arra vonatkozóan, hogy azok hogyan hajtanak végre társadalmi, gazdasági és környezeti fenntarthatósági kezdeményezéseket, és azt is, hogy hogyan építik be azokat általános üzleti stratégiájukba és működésükbe. A repülőterek évtizedek óta

¹ Ez a cikk az Utazás a tudományban 2023 konferencián, 2023. február 24-én elhangzott előadás írott változata.

² A Nemzetközi Repülőterek Tanácsa (ACI) (<http://www.aci.aero/>, 2024. július 14.), a világ repülőtereinél kereskedelmi szövetsége 1991-ben alakult azzal a céllal, hogy elősegítse az együttműködést tag repülőterei és a világ légitársaságainak partnerei között, beleértve a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezetet (ICAO), a Nemzetközi Légi Szállítási Szövetséget (International Air Transport Association) és a Polgári Légiszállítási Szolgáltatások Szervezetét (Civil Air Navigation Services Organization). A repülőterek érdekeinek képviseletével a politika kidolgozásának kulcsfontosságú szakaszaiban az ACI jelentősen hozzájárul a biztonságos, biztonságos, ügyfélközpontú és környezeti szempontból fenntartható globális légitársasági rendszer megteremtéséhez. 2021 januárjában az ACI 701 tagot szolgált ki, és 1933 repülőteret üzemeltetett 183 országban.

dolgoznak a működésük fenntarthatóbbá tételén, és az ezt előmozdító üzleti környezet, valamint az ehhez kapcsolódó stratégiák és célkitűzések kialakításán és megvalósításán. Ennek jegyében 2021 júniusában az ACI-tag repülőterek globális szinten elkötelezték magukat a nettó nulla szén-dioxid-kibocsátás elérése mellett 2050-ig. Azóta több száz repülőteret akkreditáltak az ACI Airport Carbon Accreditation programja keretében, amely jelenleg az egyetlen intézményileg jóváhagyott szén-dioxid-gazdálkodási tanúsítási szabvány a repülőterekre vonatkozóan.

A regionális repülőterek működésével, fejlesztésével kapcsolatos nemzetközi kihívásokkal számos publikáció foglalkozik külföldön és itthon egyaránt. Ezek közül kiemelkednek többek között a közelmúltban elhunyt Erdős Ferenc professzor munkái, amelyek közül több közismert szakmai körökben (Erdősi, 1999; 2002; 2004). Ezeken kívül mindenképpen említésre érdemesek ezen a területen Kovács (2013) és Tiboldi (2008) művei is. Jómagam korábbi, a regionális repülőterekről szóló írásaim közül az Erdei Tamással és Farkas Józseffel közösen írt könyvünket, illetve két, a magyarországi regionális repülőterekről szóló tanulmányomat ajánlom jó szívvel az olvasók figyelmébe (Erdi et al., 1998; Novoszath, 2018; 2020). A külföldön a közelmúltban a témában megjelent számos mű közül pedig Graham és szerzőtársai a Routledge kiadónál megjelent könyvét javaslom elsősorban megismerésre (Graham et al., 2020). A repülőterek fenntarthatósági stratégiájának megalkotásához elengedhetetlen a Fenntarthatósági Jelentési Szabványokat (GRI szabványok³) megismerni. Ezek a dokumentumok magukban foglalják a jelenleg érvényes szabványok 2022. június 30-án elérhető legfrissebb verzióit. Ezen túlmenően számos nemzetközi szervezet adott ki e szabványok kidolgozásához használható, további, mérvadó kormányközi eszközöket. Megemlíthendők például az International Labour Organization (ILO, 2017), az Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2018), az Egyesült Nemzetek Szervezete (UN, 1987) kiadványai, a Párizsi Megállapodás⁴, valamint a repülőterek és általában a légiközlekedés előtt álló kihívások terén az EUROCONTROL (2009) ezekről szóló átfogó összegzése, továbbá Laplace et al. (2007) vagy Metrot (2007) tanulmánya. A környezeti hatásokat elemzi az EUROCONTROL (2011) kiadványa, valamint több esettanulmány bemutatásával a szintén az EUROCONTROL koordinálásával, Drew (2010) szerkesztésében megjelent kötet. Különösen érdekes ezek közül de Gusmão (2010) esettanulmánya, amely a tengerek vízszintemelkedésének a repülőterekre gyakorolt lehetséges hatásait értékeli, valamint Dimitriou és Drew (2010) elemzése, amely a klímaváltozásnak a turizmus aktivitására gyakorolt hatásait elemzi Görögország esetében. A repülőterek által okozott zajkibocsátás hatásait járja körül számos kiadvány és szakcikk, ezek közül kiemelkedik többek között az európai repülőterek kereskedelmi szervezete, az ACI EUROPE⁵ (2018a) kiadványa, a WHO Regional Office for Europe kiadványa (WHO, 2018) és Kroesen et al. (2008) írása. A repülőterek szolgáltatási színvonalát és az ezzel kapcsolatos utasélményeket értékeli átfogóan az ACI EUROPE erre vonatkozó kiadványa (ACI EUROPE, 2018b). A repülőterek gazdasági fenntarthatóságát elemzi átfogóan a Covid19-krízis után számos kiadvány és szakcikk, mint például az ACI és az Oxford Economics közös kiadványa (ACI – Oxford Economics, 2021) vagy az ACI World (2023) átfogó összegzése a repülőtéri iparág pénzügyi teljesítményéről.

Nemzetközi kezdeményezések a repülőtér fenntarthatóságáért

Globális fenntarthatósági szabványok

A fenntarthatóság közös nyelvét az Egyesült Nemzetek Szervezete által 2015-ben elfogadott 17 Fenntartható Fejlődési Cél (SDG) határozta meg (UN Global Compact, 2023). A repülőterek a fenntarthatósági tevékenységeiket általában közvetlenül összefüggésbe tudják hozni a Fenntartható Fejlődési Célokkal, az SDG-kkel és a GRI-vel (Global Reporting Initiative), a Fenntarthatósági Jelentési Irányelvekkel és annak a repülőtér üzemeltetőkre vonatkozó ágazati mellékleteivel (AOSS, 2011). A repülőterek helyi sajátosságaiktól függően különböző prioritásokat határoznak meg, azonban a 13. SDG – Klímapolitika – világszerte vitathatatlan jelentőséggel bír. 2019 decemberében az Európai Bizottság (EB) bejelentette azt a célt, hogy Európa legyen az első klímasemleges kontinens 2050-re, amelyet egy példátlan új politikai stratégia, az európai zöld megállapodás valósítana meg. A hajózásból és a légi közlekedésből származó nemzetközi kibocsátások az EU-ban 1990 óta több mint 50 %-kal nőttek. Sürgős

³ GRI Standards – Consolidated Set of the GRI Standards (https://gccbdi.org/sites/default/files/2023-01/Consolidated_Set_of_the_GRI_.pdf, 2023. július 1.)

⁴ Az éghajlatváltozásról szóló Párizsi Megállapodást az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) Feleinek 2015-ös ülésén fogadták el.

⁵ Airports Council International Europe (<https://www.aci-europe.org/>, 2024. július 14.)

fellépésre van szükség ezekben az ágazatokban, többek között a jelenlegi válságból való kilábalásuk során. Az Európai Bizottság 2020 decemberében közzétett Fenntartható és intelligens mobilitási stratégiája (Sustainable and Smart Mobility Strategy) értelmében többek között az alábbi célok megvalósítását deklarálta a légi közlekedés terén⁶:

- Valamennyi közlekedési módot fenntarthatóbbá kell tenni;
- Késedelem nélkül fel kell lendíteni az alacsony kibocsátású és kibocsátásmentes járművek, valamint a megújuló és az alacsony szén-dioxid-kibocsátású üzemanyagok elterjedését a közúti, vízi, légi és vasúti közlekedésben;
- A repülőgépek és hajók energiahatékonyságának és kibocsátáscsökkentésének javítása érdekében elő kell mozdítani a tervezésükre és üzemeltetésükre vonatkozó ambiciózus előírásokat.
- A kikötők és a repülőterek kulcsfontosságúak nemzetközi összekapcsoltságunk, az európai gazdaság és a régiók szempontjából. A kibocsátásmentes csomópontokra való átállás során a legfenntarthatóbb repülőterek és kikötők által követett bevált gyakorlatoknak kell az új megszokott gyakorlattá válniuk, és lehetővé kell tenniük az összekapcsoltság fenntarthatóbb formáit. A kikötőknek és repülőtereknek multimodális mobilitási és közlekedési csomópontokká kell válniuk, amelyek összekapcsolják az összes érintett közlekedési módot.
- A légi és vízi közlekedés tekintetében növelni kell a helyi megújulóenergia-termelésbe, a fenntarthatóbb multimodális hozzáférésbe, valamint a flottafelújításba történő köz- és magánberuházásokat.

Manapság sok repülőtér küzd azért, hogy túlélje a gazdasági visszaesést, és szenvednek az erőforrások elérhetősége miatt, többek között éppen a fenntarthatóság megteremtése érdekében végzett munkájuk során. A jelenlegi válság ugyanakkor lehetőséget kínál a meglévő struktúrák és gyakorlatok kritikus újraértékelésére, és a világ – és a légiközlekedési ágazat – magasabb szinten történő újrapozicionálására.

Repülőtéri szén-dioxid-kibocsátás-csökkentési akkreditációs program

A Repülőtéri szén-dioxid akkreditáció (Airport Carbon Accreditation) jelenleg az egyetlen, intézményileg jóváhagyott szén-dioxid-gazdálkodási tanúsítási szabvány a repülőterekre. Ez a rövid fejezet felvázolja, hogyan indult el ez a program, valamint bemutatja a repülőtéri szén-dioxid-kibocsátás megváltozott megközelítését. A Repülőtéri szén-dioxid- kibocsátás-csökkentési akkreditáció egy nemzetközi program, amelyet az ACI EUROPE indított el a 2009-es éves kongresszusán⁷. Ez egy olyan globális kezdeményezés a repülőterek számára, amely túlmutat a forgalomelosztó (hub) és regionális repülőtereken, kiterjed az összes menetrend szerinti utas- és áruforgalmat lebonyolító repülőtérre, beleértve az általános repülésre (general aviation) és a kizárólag árufuvarozásra fókuszált repülőtereket is.

Ennek a programnak a repülőtér-specifikus szén-dioxid-szabványai nemzetközileg elismert módszereken alapulnak. Függetlenül értékeli és elismeri a repülőtereknek a szén-dioxid-kibocsátásuk kezelésére és csökkentésére irányuló erőfeszítéseit a tanúsítási szintek révén. Az elérhető szint a repülőtér környezeti hatásának jelenlegi szakasza és szén-dioxid-gazdálkodása függvényében változik. A tanúsításnak hat szintje van (1.ábra, Airport Carbon Accreditation, 2023):

- 1. szint** Feltérképezés (Mapping) – amely magában foglalja a szénlábnyom mérését. Az akkreditáció ezen szintjének eléréséhez a repülőtérnek meg kell határoznia a „szervezet határait”. A határokon belüli üvegházhatású gázok esetében a repülőtér vezetésének meg kell határoznia a kibocsátások szintjét. Erről jegyzőkönyvet is kell készítenie. Folyamatosan adatgyűjtéseket kell végeznie, és ezek alapján ki kell számítani az éves szén-dioxid-kibocsátás mértékét minden évben. Ezenkívül szénlábnyom-jelentést is kell rendszeresen készítenie.
- 2. szint** Csökkentés (Reduction) – a szén-dioxid-gazdálkodás és haladás a csökkentett szénlábnyom felé. Az akkreditáció ezen szintjének eléréséhez a repülőtérnek először is teljesítenie kell a Feltérképezés (Mapping) összes követelményét. Jelentést kell készítenie a hatékony szén-dioxid-kezelési eljárásokról, beleértve a célmeghatározásokat, és az üvegházhatású gázokról szóló jegyzőkönyvben meghatározott forrásoknál a csökkentések mértékének bemutatását, 3 éves mozgóátlagolással.

⁶ European Commission: Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the Future. Brussels, 9.12.2020 COM (2020) 789 final

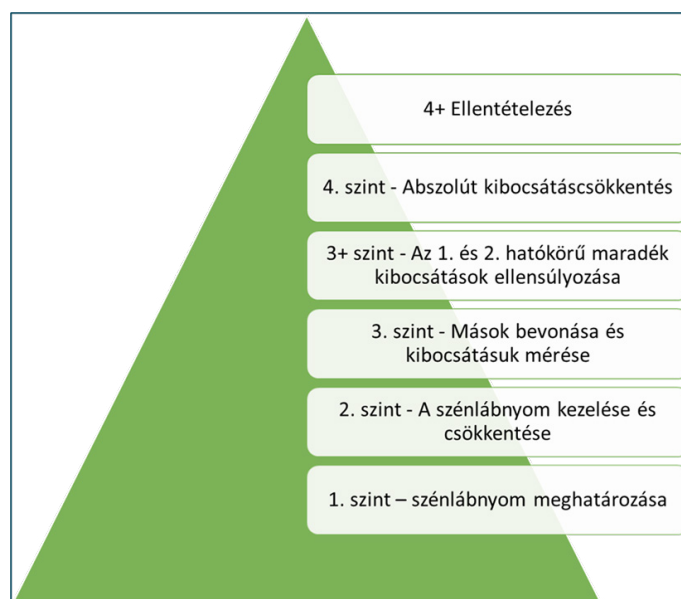
⁷ Airport Carbon Accreditation (<https://www.airportcarbonaccreditation.org/>, 2024. június 14.)

3. szint Optimalizálás (Optimisation) – amely a harmadik fél bevonására terjed ki a szénlábnyom csökkentésébe, amely magában foglalja a légitársaságokat és a különböző szolgáltatókat, egyúttal magában foglalja a felületen való érintkezési és hozzáférési módokat a hatóságokkal és a felhasználókkal. Az akkreditáció ezen szintjének eléréséhez a repülőtérnek egyrészt teljesítenie kell a Feltérképezés (Mapping) és Csökkentés (Reduction) összes követelményét. Másrészt ki kell szélesítenie a szénlábnyomának hatókörét, hogy magában foglalja azokat a területeket is, amelyeket a hatálya alá tartozó kibocsátások érintenek. Harmadrészt igazolnia kell, hogy harmadik felekkel a meghatározott kibocsátások csökkentése érdekében folyamatos kapcsolattartásra törekszik.

3+ szint Semlegesség (Neutrality) – a megmaradt szén-dioxid semlegesítésére terjed ki, a maradék kibocsátás kompenzációja megbízható ellentételezésekkel. Az akkreditáció ezen szintjének eléréséhez a repülőtérnek teljesítenie kell a Feltérképezés (Mapping), a Csökkentés (Reduction) és az Optimalizálás (Optimisation) minden követelményét. Ellensúlyoznia kell a repülőtér maradék szén-dioxid-kibocsátását nemzetközileg elismert ellentételezésekkel, továbbá szénlábnyom-jelentést kell készítenie.

4. szint Átalakítás (Transformation) – a repülőtér és üzleti partnerei működésének átalakítását jelenti a kibocsátáscsökkentés lehetséges legnagyobb értékének elérése érdekében. Az akkreditáció ezen szintjének eléréséhez a repülőtérnek kibővített szénlábnyom-jelentést kell összeállítania. Egy hosszú távú, abszolút kibocsátáscsökkentési célpontot kell kiválasztania, igazodva az 1,5 °C-os vagy a 2 °C-os útvonalhoz az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC)⁸ által felvázolt úthoz. Meg kell határozni a cél eléréséhez szükséges lépéseket és az időközben teljesített mérőföldköveket az előrehaladás mérésére. Bizonyítékokat kell bemutatnia arról, hogy aktív vezetésével harmadik feleknél milyen intézkedéseket tett a kibocsátáscsökkentés megvalósítása felé.

4+ szint Átmenet (Transition) – Teljesítse az Átalakítás összes követelményét, és ellensúlyoznia kell a repülőtérnek a maradék szén-dioxid-kibocsátást, a repülőtér nemzetközileg elismert ellentételezések alkalmazásával.



1. ábra A 6 szintű repülőtéri szén-dioxid-akkreditáció

Forrás: Saját szerkesztés (Airport Carbon Accreditation, 2023, 10. o. alapján)

Európa messze a legaktívabb repülőtéri szén-dioxid-akkreditációs régió. Nem meglepő, hogy a program története itt kezdődött 2009 júniusában. Évről évre egyre több – különféle méretű – repülőtér vesz részt a programban. Jelenleg 44 repülőtér rendelkezik a legmagasabb szintű akkreditációval – 4+ „átmeneti” szinttel. Legutóbb a lisszaboni, farói, portói, madeirai, hortai, bejai, Santa Maria, Flores, Porto Santo és Ponta Delgata repülőterek érték el ezt

⁸ Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change, <https://www.ipcc.ch/>, 2024. július 14.). Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület 1988-ban megalakult szervezet, amelynek létrehozását az ENSZ Környezetvédelmi Programja és a Meteorológiai Világszervezet kezdeményezte, illetve az ENSZ Közgyűlése az éghajlatváltozással foglalkozó határozatában megerősítette.

a szintet. A repülőtéri szén-dioxid-akkreditációs szervezet 2023 augusztusi adatai szerint mindeddig

- 63 repülőtér térképezte fel szénlábnyomát,
- 64 repülőtér csökkentette aktívan CO₂-kibocsátását,
- 27 repülőtér csökkentette CO₂-kibocsátását, és másokat is bevont ebbe,
- 35 repülőtér szénsemleges,
- 15 repülőtér összhangba hozta CO₂-gazdálkodását a globális klímacélokkal,
- 26 repülőtér alakult át, és kompenzálta a maradék kibocsátást.

Ezzel a program összességében a légi utasforgalom 73,7%-át érintette eddig.

A Magyarországon működő repülőterek közül mostanáig mindössze egy csatlakozott a Repülőtéri szén-dioxid akkreditációs programhoz: a budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér, amely ma már egyike a 35 szén-dioxid-semleges repülőtérnek.

Egyéb nemzetközi repülési kezdeményezések a repülőterek fenntarthatóságáért

A Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet, az ICAO háromévente felülvizsgálja és frissíti a környezetvédelemre vonatkozó irányelveit és gyakorlatait. Az ICAO Tanácsa 2015-ben elfogadta a környezetvédelmi stratégiai célkitűzéseit is, amelynek legfőbb célja a polgári légiközlekedési tevékenységek káros környezeti hatásainak minimalizálása (ICAO, 2015).

Az EUROCONTROL két fontos jelentést tett közzé a légi közlekedés fenntarthatóságáról szóló vitával kapcsolatban. Az első a hosszú távú légiforgalmi előrejelzés (Aviation Outlook 2050 – EAO 2050, EUROCONTROL, 2022a) amely 2050-re 16 millió járatot jósol, és ebben első alkalommal becsülték meg a nettó CO₂-kibocsátást és elemzik, hogy hogyan érheti el a légi közlekedés 2050-re a nettó nulla kibocsátást. A második az Objective Skygreen 2022-2030 jelentés (EUROCONTROL, 2022b), amely egy dokumentumban foglalja össze az EAO 2050 előrejelzésben felvázolt közlekedési forgatókönyveket, és részletesebben megvizsgálja azokat az elemeket, amelyek a kibocsátás csökkentését eredményezhetik a szén-dioxid-mentesítéshez szükséges többletköltségekre összpontosítva.

Az Európai Unió Repülésbiztonsági Ügynöksége⁹ egyik küldetése a fenntarthatóság magas szintjének elérése és a repülőtéri környezeti hatások csökkentése. Ez magában foglalja a zajcsökkentést, a levegőminőség javítását és az éghajlatváltozás mérséklését. Az EASA többek között elkészíti az „Európai Légiközlekedési Környezeti Jelentést”, amely pontos információforrást biztosít az európai légiközlekedési ágazat környezetvédelmi teljesítményéről (EASA, 2022).

Az Amerikai Szövetségi Légiközlekedési Hivatal (FAA)¹⁰ 2011-ben kísérleti programot indított, amelynek fő célja az volt, hogy a fenntarthatóságot a repülőterek tervezésének alapvető célkitűzésévé tegye. 2012-ben az FAA közzétette a Légiközlekedési Környezet- és Energiapolitikai Nyilatkozatot, amely azonosítja és megerősíti elkötelezettségét a környezetvédelem mellett, amely lehetővé teszi a légi közlekedés fenntartható növekedését.

Az FAA környezetvédelmi politikáját és útmutatóját folyamatosan frissítik és felülvizsgálják. Az FAA által működtetett programok, például a Zajkompatibilitási Program és az Önkéntes Repülőtéri Alacsony Kibocsátás (VALE) Program segítik a repülőtereket a célok elérésében. A repülőterek fenntarthatósági terveinek ezeket az erőfeszítéseket kell előtérbe helyezniük a fenntarthatósági célok repülőtér-tervezésbe való teljes körű integrálásával (FAA, 2012).

Az épületkutatási létesítmény környezeti vizsgálati módszere (BREEAM)¹¹ egy nemzetközi szabvány, amely bármely épülettípus igényeihez igazítható, beleértve a repülőtereket is. Tanúsítási folyamatot biztosít, amelynek fő célja az építészeti projektekkel kapcsolatos döntések megalapozása annak érdekében, hogy jobb fenntarthatósági eredményeket érhessenek el.

Az Építőmérnöki Környezeti Minőségértékelési és Díjrendszer (CEEQUAL)¹² az infrastruktúra fenntarthatósági minősítési rendszere, amelynek célja a mélyépítési projektek fenntarthatóságának javítása. A polgári és katonai repülési ágazatban is használják a repülőtéri létesítmények széles körének értékelésére, beleértve a kifutópályákat, a guruló utakat, a folyami terelőhelyeket, a parkolókat és más üzemi eszközöket.

⁹ European Union Aviation Safety Agency (EASA) (<https://www.easa.europa.eu/en>, 2024. július 14.)

¹⁰ Federal Aviation Administration (FAA) az Egyesült Államok Közlekedésügyi Államtitkárságának Légügyi Hivatala, amely felelős a polgári repülés minden vonatkozásának szabályozásáért az Egyesült Államokban. <https://www.faa.gov/> (2024. július 14.)

¹¹ A BREEAM, amelyet először az Building Research Establishment adott ki 1990-ben, a világ legrégebben bevezetett módszere az épületek fenntarthatóságának értékelésére, minősítésére és igazolására. <https://bregroup.com/products/breeam/> (2024. július 14.)

¹² A CEEQUAL a nemzetközi, bizonyítékokon alapuló fenntarthatósági értékelési, minősítési és díjrendszer a mélyépítés, az infrastruktúra, a tereprendezés és a közterületi munkák területén. (<https://www.sustainabilityexchange.ac.uk/ceequal-the-civil-engineering-environmental-quality>, 2024. július 14.)

A jövő fenntartható repülőtérének egy kiegyensúlyozott üzleti modellre kell épülnie

Manapság egyre jobban tudatosul, hogy a környezeti hatásokra való kizárólagos összpontosítás már nem elegendő, és a repülőtéri ágazatnak átfogó módon kell foglalkoznia a három legfontosabb fenntarthatósági dimenzióval – a környezeti, társadalmi és gazdasági tényezőkkel. Ezért az ACI EUROPE megalkotta Repülőtéri Fenntarthatósági Stratégiáját, amely az egész iparágra kiterjedő keretet és iránymutatásokat ad a jövő fenntartható repülőtérének közös víziója köré tagolódva. Ennek a stratégiának elsődleges célja, hogy általános iránymutatást és részletes iránymutatásokat adjon az európai repülőtér-üzemeltetők fenntarthatósági törekvéseihez. Meghatározza azokat az ajánlott intézkedéseket, amelyek segíthetik a repülőterek fenntarthatóbbá válását, és indikatív mérőszámokat kínál az elért eredmények mérésére és a további előrelépésre szoruló területek azonosítására. Tekintettel a téma kiterjedtségére és az európai repülőterek sokféleségére, a Fenntarthatósági Stratégia nem ad kimerítő és előíró jellegű listát minden, a fenntarthatósággal kapcsolatos tevékenységről és mérőszámról, amelyeket a repülőterek esetleg be kívánnak vezetni. Például, bár elismeri, hogy az olyan területek, mint a műveletek biztonsága és általában a biztonság, kulcsfontosságú összetevői a repülőtéri fenntarthatóságnak, ezekre a stratégia nem terjed ki, mivel ezeket szigorúan szabályozzák a meglévő nemzetközi keretek és szabványok. A stratégia azokra a területekre összpontosít, ahol az ACI EUROPE jelentős potenciált lát abban, hogy a repülőterek, különösen a szabályozási követelményeken túlmutató önkéntes intézkedések végrehajtásával, fokozzák erőfeszítéseiket.

A repülőterek üzemeltetőinek továbbra is el kell látniuk az alapvető funkciójukat, a légiforgalmi szolgáltatásokat – leszállást, parkolást, utasok és áruk be- és kiszállítását, terminálok, logisztikai központok és poggyászcarnokok stb. üzemeltetését, az ezekhez kapcsolódó infrastruktúrák és szolgáltatások magas színvonalon tartását, valamint olyan árstratégiát kell alkalmazniuk, amely ösztönzi a légi járművek csendesebb és tisztább működését. Mindezt annak szellemében, ahogy azt a repülőtéri díjak környezetvédelmi célok megvalósítása érdekében való áthangolásáról szóló ACI EUROPE tájékoztató dokumentum is felvázolja (ACI EUROPE, 2020b).

Hasonlóképpen, a repülőtereknek törekedniük kell annak biztosítására, hogy a légiforgalmi szolgáltatások nyújtásának teljes költségét a repülési díjakból fedezzék. E költség-bevétel egyensúly biztosítása különösen fontos lesz a Covid19 után fejlődő légiközlekedési piac összefüggésében, és kulcsfontosságú a repülőterek fenntarthatósági beruházási kapacitásának megőrzésében. Ezen elképzelés alapján a jelenlegi stratégia egy átfogó „Kiegyensúlyozott Üzleti Modell” alapjaira támaszkodik. Az International Integrated Reporting Council (IIRC) a repülőterek üzleti modelljét a következőképpen határozza meg: „az inputokat üzleti tevékenységein keresztül outputokká és eredményekké alakítja, amelyek célja a szervezet stratégiai céljainak teljesítése és értékteremtés rövid, közép- és hosszú távon”. Ahhoz, hogy ezek a szervezetek célorientált vállalkozások legyenek, a repülőtereknek törekedniük kell arra, hogy kiterjesszék az értékteremtés megközelítését, és kiegyensúlyozott üzleti modellt alakítsanak ki, azaz a gazdasági, társadalmi és környezeti hatásaik közötti optimális egyensúlyra törekedjenek (2. ábra)¹³. E cél elérése érdekében tevékenységük belső és külső költségeit, valamint a létrehozott társadalmi, gazdasági és környezeti értéket fel kell mérni, és a stratégiai döntéshozatalban tükrözni kell, megfelelő irányítási struktúrával támogatva¹⁴. Ezenkívül fontos felismerni, hogy a repülőtér repüléstechnikai infrastruktúrája hosszú távra épül. Például egy kifutópálya alap amortizációs profilja 50+ év. A repülőterek üzleti terveit és a repüléstechnikai infrastruktúrára vonatkozó elemzéseket folyamatosan frissíteni kell, hogy azok tartalmazzák a költségek hosszú távú becsléseit és az értékelés változásait, beleértve azokat is, amelyek a társadalmi és környezeti trendekből – például a változó éghajlatból vagy a változó keresleti szokásokból – erednek.

¹³ Az üzleti modell meghatározásával kapcsolatos további információért lásd például az integrált jelentéskészítés üzleti modelljének hátterét: https://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2013/03/Business_Model.pdf (2024. július 14.)

¹⁴ Az integrált teljesítménymenedzsment keretet biztosít ennek a folyamatnak a támogatására; olyan szervezeti teljesítménymenedzsmentre vonatkozik, amely a környezeti és társadalmi szempontokat integrálja az üzleti stratégia kidolgozásába, amelyet egy sor KPI támogat. További információért lásd például: WBCSD, Accenture: Integrated Performance Management. <https://www.wbcsd.org/Projects/Education/Leadership-program/Resources/WBCSD-FLP-2014-Accenture-Integrated-Performance-Management> (2024. július 14.). KPI: Key Performance Indicators, kulcs hatékonysági mutatók. Ha egy szervezet meghatározta a saját küldetését és céljait, akkor szükséges, hogy mérni lehessen a cél elérésért tett erőfeszítéseket és az előrehaladást. Ebben segítenek a KPI-k.

Környezeti hatások	Társadalmi hatások	Gazdasági hatások
• Klímaváltozás • Helyi levegő minősége • Anyagi erőforrások • Víz	• Emberi jogok, értékek és etika • Zaj és a helyi közösségek életminősége • Alkalmazottak tapasztalata és elkötelezettsége • A szolgáltatások minősége és az utasok élményei	• Gazdasági fejlődés • Fenntartható ellátási lánc • Fenntartható úti célok • Intermodalitás*

2. ábra Az új fenntartható kiegyensúlyozott üzleti modell fő pillérei¹⁵

Forrás: Saját szerkesztés (ACI EUROPE, 2020a, 16. o. alapján)

A repülőterek üzemeltetőinek kereskedelmi érdeke is fűződik a nem repülési tevékenységeik fejlesztéséhez, mint például a kiskereskedelmi koncessziók, az élelmiszer- és italkoncessziók, a mobilitási koncessziók stb. esetében. Ezeken a területeken a repülőtér törekedhet a fenntarthatósággal összefüggő, azaz az érintettek igényeit kielégítő, a társadalmi, környezeti és gazdasági feltételeket jelentősen javító szolgáltatások bevételeinek növelésére. Például többek között olyan biotermékek, sportlétesítmények, oktatási szolgáltatások vagy kulturális események kínálatának bővítésére, amelyek ugyan potenciálisan nem csak utas látogatókat vonzanak, de ezáltal további versenylőnyöket teremthetnek. A repülőterek a repülési és nem repülési szolgáltatások nyújtása során új üzleti modelleket hozhatnak létre, amelyek a különböző érdekeltek közötti megosztott erőforrásokra (pl. berendezések) vagy a „termék mint szolgáltatás” megközelítésre támaszkodnak. A repülőterek üzemeltetői arra is törekedhetnek, hogy tevékenységük pozitív hatásait a repülőtér túlra is kiterjesszék, például az induló vállalkozások támogatási módjainak feltárásával, ezáltal elősegítve az innovációt, vagy együttműködnek a helyi beszállítókkal és üzleti partnerekkel, hozzájárulva munkahelyek teremtéséhez vagy biztosításához a helyi közösségben. Ez utóbbi különösen fontos a Covid19-ből való kilábalás összefüggésében. A fenntarthatósági folyamat egy, a repülőterek nem pénzügyi tőkére gyakorolt hatására irányuló átfogó értékelés elindítására, valamint ezek optimalizálási lehetőségeinek azonosítására fókuszál. Végül soron egy ilyen megközelítés segít abban, hogy a repülőtér a társadalmi és környezeti pillérekkel kapcsolatos intézkedéseket integrálja a vállalat átfogó üzleti stratégiájába, és így holisztikusan és szisztematikusan kezelje azokat, nem pedig a szokásos üzleti tevékenység kiegészítéseként. Azt is elismeri, hogy a befektetők egyre inkább elvárják a vállalatoktól, hogy alkalmazzanak egy ilyen megközelítést, mivel a zöld pénzügyi eszközöket fenntartható befektetésekre tervezték (ACI EUROPE, 2020a).

Fenntarthatósági kérdések a katonaságnál

A fenntarthatóság a katonai kiképzés, hadműveletek és létesítmények jövőbeli tervezése körüli vita központi témájává válik. Az egyre növekvő energiaigények, a lakosság nyomása a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére és a hulladékok újrahasznosíthatóságának javítására felveti a kérdést, hogyan lehet megfelelni a fenntarthatósági követelményeknek, miközben javítani kell a katonai erőt, és annak képességeit. Ez a fejezet annak szükségességét hangsúlyozza, hogy megértsük a fenntarthatóság geneziséjét, és egyúttal megvizsgáljuk a fejlődés kilátásait (Smaliukiene, 2018).

Amikor a hadseregben a fenntarthatósági kérdésekről esik szó, mindenekelőtt a fenntartható energiafogyasztás kerül előtérbe. A fenntartható energiafogyasztás hosszú távú stratégiai nézete a katonai tervezés szerves részévé válik, mivel az energetikai kezdeményezések a missziós képességekhez kötődnek. A fenntartható energiafelhasználással kapcsolatos felfogás fejlődésével párhuzamosan a katonai tevékenységekhez kapcsolódó egyéb környezeti kérdések is egyre inkább felkeltik a kutatók és a gyakorlati szakemberek érdeklődését. Az adatok bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a fegyveres erők az egyik legnagyobb szennyező a Földön (Jorgenson – Brett, 2016).

¹⁵ Az intermodalitás fogalom olyan fuvarozási rendszert jelent, amikor két vagy több közlekedési alágazat (közút, vasút, hajózás) igénybevételevel ugyanazt a rakományegységet vagy közúti járművel integrált módon, be- és kirakás nélkül háztól-házig terjedő fuvarozási láncban továbbítják.

Az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának fenntarthatósági terve

Az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának (DoD) küldetése a háború elrettentéséhez és nemzetük biztonságának fenntartásához szükséges katonai erők biztosítása (DoD, 2022). E küldetés sikeres végrehajtásához a katonai szervezeteknek hozzá kell férniük a fejlesztésekhez, képzésekhez és működésükhöz szükséges energiához, földhöz, levegőhöz, vízhez és egyéb természeti erőforrásokhoz, amelyek ezt elősegíthetik. A minisztérium felismerte a kialakulóban lévő éghajlati válság következményeit, amelyek hatással vannak létesítményeikre, felszereléseikre és haderőikre. Az éghajlatváltozás kihívásaira való hatékony válaszadáshoz a jelenleginél nagyobb alkalmazkodásra van szükség, az éghajlatváltozás elkerülhetetlen hatásaira való felkészülést szolgáló, valamint az üvegházhatást okozó gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentését és a katonai képesség fokozását célzó intézkedésekre. A minisztérium működésének rugalmasnak, fenntarthatónak kell lennie, és meg kell őriznie a stratégiai választást, miközben tartós előnyöket kell kiépítenie. Ennek elérése érdekében a minisztérium egyre inkább előtérbe helyezi azokat a beruházásokat, amelyek hosszú távú értéket kínálnak, és olyan kulcsfontosságú tulajdonságok teljes körű beépítését keresik, mint az ellenálló képesség, az ÜHG-csökkentés és a környezet megóvása. Idővel a minisztérium élni kíván jelentős vásárlóerejével, annak érdekében, hogy fenntartható üzleti gyakorlatot teremtsen ellátási láncában, és piacokat teremtsen a fejlett technológiák számára.

A Fenntarthatósági Tervben szereplő kiemelt intézkedések megadják működésük alaphangját, és igazodnak a DoD stratégiai céljaihoz és küldetési követelményeihez, miközben megfelelnek az amerikai emberek elvárásainak (DoD, 2022, 1–7. o. alapján):

- 100%-ban szén-dioxid-mentes villamos energia (CFE – Carbon Pollution-Free Electricity) felhasználásának növelése. Az amerikai védelmi minisztérium határozottan támogatja a fenntartható, tiszta energiatechnológiák alkalmazását a katonai telepítések ellenállóképességének támogatása érdekében, és elismeri, hogy bizonyos esetekben a DoD jelentős mértékben ösztönözheti az új és ígéretes technológiák alkalmazását. A minisztérium számos intézkedést tett annak érdekében, hogy 2030-ra éves szinten 100%-ra növelje a szén-dioxid-mentes energiák CFE-felhasználását,
- 100%-ban nulla kibocsátású járművek (ZEV – Zero-Emission Vehicle) flottavásárlása. Az amerikai védelmi minisztérium lépéseket tesz annak érdekében, hogy teljesítse az amerikai adminisztráció azon célját, hogy a jövőben csak 100%-ban zéró kibocsátású járműveket (ZEV) vásároljanak. A GSA-val (U.S. General Services Administration)¹⁶ szoros együttműködésben 2022 júliusáig a minisztérium több mint 1400 nulla kibocsátású járművet rendelt. Ez a szám kevesebb, mint a fele a DoD által eredetileg kért több mint 3700 zéró kibocsátású járműnek, az ellátási lánc korlátai miatt. A minisztérium további nulla kibocsátású járműveket vásárol majd, amint a gyártók azokat elérhetővé teszik számukra. Ezzel párhuzamosan a DoD keresi a lehetőségeket a töltési infrastruktúra telepítésének felgyorsítására, miközben biztosítja, hogy az új nulla kibocsátású jármű beszerzések teljes mértékben kihasználják a DoD tulajdonában már meglévő töltőportok készletét.
- Nettó nulla kibocsátású épületek, kampuszok és létesítmények. A DoD támogatja az életciklus-költség-hatékony stratégiákat a nettó nulla kibocsátású létesítmények tervezésekor és azok kivitelezésekor. Ez magában foglalja a belső szabályzatok és útmutatások frissítését a rendelkezésre álló eszközök használatának biztosítása érdekében, a tudományos és technológiai fejlesztések rugalmas felhasználásának előmozdítását, továbbá az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklését az építkezések, valamint az üvegházhatású gázok kibocsátásának kiküszöbölését, megkötését vagy csökkentését a létesítmények működése során.
- A hulladékok és a szennyezés csökkentése. 2020 óta a Defence Supply Center Richmond (DSCR) munkatársai több mint 150 fát ültettek el, amelyek árnyékot, menedéket és jobb levegőminőséget biztosítanak az elkövetkező években. Az ültetett fák mindegyike Virginiában őshonos, és speciális környezeti tulajdonságaik alapján választották ki azokat. A tanulmányok azt mutatják, hogy a létesítmény faállománya a becslések szerint 2246 tonna légszennyező anyagot köt meg, és 1763 font légszennyezést távolít el, beleértve az ózont, a szén-monoxidot és a nitrogén-dioxidot. Ezek a fák gazdagítják a talajt és egyfajta talajstabilizáló szerepet is betöltenek.

¹⁶ Az U.S. Government Services Agency Administration (GSA) az amerikai kormányzati épületek építésével, kezelésével és megőrzésével, valamint kereskedelmi ingatlanok bérbeadásával és kezelésével foglalkozik. A GSA beszerzési megoldásai magánszektorbeli professzionális szolgáltatásokat, felszereléseket, kellékeket és IT eszközöket kínálnak a kormányzati szervezetek és a katonaság számára. A GSA emellett a kormányzatra kiterjedő politikák kidolgozásával támogatja a bevált irányítási gyakorlatokat és a hatékony kormányzati műveleteket. <https://www.gsa.gov/about-us?topnav=> (2024. június 14.).

- Fenntartható beszerzés. A Naval Supply Systems Command Weapon Systems Support (NAVSUP WSS) a haditengerészet azon vállalati szintű erőfeszítésére épült, hogy szabványosítsa és minimalizálja az általános felhasználású veszélyes fogyóeszközök beszerzését. Az erőfeszítések támogatására a NAVSUP WSS többfunkciós csapatot alakított ki, hogy kísérleti bemutatókat dolgozzon ki és bonyolítsa le új eszközök és eljárások segítségével. Ez egy szabványosított folyamatot eredményezett, amely irányítja és észszerűsíti a preferált termékek környezetkímélő beszerzését a parti létesítményekben. A kísérleti szakaszban a fenntartható tisztítószeres vásárlása 1500%-kal nőtt az előző pénzügyi évhez képest, miközben az új veszélyes tisztítószeres engedélyezése 25%-kal csökkent, a biztonságosabb termékalternatíváké pedig 347%-kal nőtt. Az erőfeszítések közé tartozik egy edukációs program is, amely tájékoztatta a személyzetet az EPA Safer Choice tisztítószeres vásárlásának előnyeiről, valamint egy zöld levél ikon, amely kiemeli a Safer Choice termékeket a haditengerészet webalapú rendelési alkalmazásában.
- Az éghajlatra és a fenntarthatóságra összpontosító szövetségi munkaerő képzése. Az Amerikai Egyesült Államok légierijének légijárművei és az Egyesült Államok űrhadőrei fokozottan alkalmazzák az éghajlati modelleket és előrejelzéseket, hogy jobban felkészüljenek a küldetésre és a jövőbeni éghajlati viszonyok között hajtsák végre azokat. A 2020-as pénzügyi évben az Air Force Wildland Fire Branch 57 képzést tartott a National Wildfire Coordinating Group által meghatározott nemzeti vadtüzkezelési szabványok szerint 796 hallgatónak a légierő osztályán és a partnerszervezetekben. Erre építve a légierő a hadsereg Wildland Fire Programjával együttműködve további 12 magasabb szintű tanfolyamot tartott a 2022-es pénzügyi évben, és több mint 40 fős természeti erőforrás-, valamint tűzoltó- és segélyszolgálati személyzetet képzett. E képzések lehetővé teszik, hogy a légierő a változó éghajlati viszonyok között magasabb színvonalon kezelje a 9.8 millió hektáros földterületét az Integrált Természetierőforrás-gazdálkodási Terv keretében.
- A környezeti igazságosság szempontjainak beépítése jogi eljárásokba. Az amerikai haditengerészet az EPA Region 3-mal együttműködve kísérleti projektet hajtott végre a norfolki haditengerészeti támaszponton Virginiában, hogy biztosítsa, hogy a környezeti igazságosság szempontjait beépítsék az átfogó környezeti válaszadásról, kompenzációról és felelősségről szóló törvény (CERCLA) folyamatába. A kísérleti projekt csapata azonosítja azokat az „átfedő területeket”, ahol ismert vagy potenciális közvetlen vagy közvetett hatások és a környezeti igazságossághoz kapcsolódó sebezhetőségek lehetnek. A projekt 2022 júniusában indult, és a csapat egy fehér könyvet kíván kidolgozni, amely bemutatja, hogy a meglévő gyakorlatok hogyan kezelik egy projekt vagy helyszín környezeti igazságossági összetevőit, vagy hogyan reagálnak azokra, valamint ismerteti a bevált gyakorlatokat és a jövőbeni fejlesztésekre vonatkozó javaslatokat.
- A haladás felgyorsítása partnerségek révén. Az Edwards AFB a Terra-Gen Fejlesztési Vállalattal együttműködve 520 MW CFE-vel bővíti a hálózatot az Egyesült Államok egyik legnagyobb napelemmező projektjének létrehozásával. A projekt három gigawattóra (GWh) akkumulátoros energiatárolást is tartalmaz – ez a legnagyobb PV-akkumulátor-tárolási projekt Észak-Amerikában. A projekt akár 238 000 közeli otthont is ellát majd energiával, évente körülbelül 800 000 tonna ÜHG-kibocsátást akadályoz meg, és akár 80 millió dollár hozamot is eredményezhet a DoD jövőbeni rugalmas energiaprojektjei számára. A napelemrendszer kiépítése várhatóan 2022 végére fejeződik be, az akkumulátoros energiatároló rendszer végleges kiépítése pedig 2023-ban várható.

Összefoglaló megállapítások

A tanulmány egyrészt bemutatja azokat a nemzetközi kezdeményezéseket, amelyek a repülőterek hosszú távú fenntarthatóságának megteremtése érdekében jöttek létre. Ezek közül kiemelten foglalkozik a Repülőtéri szén-dioxid-kibocsátás-csökkentési programmal, amely mindeddig az egyetlen, intézményileg jóváhagyott szén-dioxid-gazdálkodási tanúsítási szabvány a repülőterekre. Másrészt az Airports Council International (ACI) World átfogó útmutatásait tekinti át, amelyeket azért tettek közzé, hogy segítsék a repülőterek vezetőit holisztikus fenntarthatósági stratégiájuk megvalósításában, miközben a helyi kezdeményezéseiket a közös nemzetközi trendekhez és célkitűzésekhez igazítják. Az ACI útmutatója részletes eligazítást ad arról, hogy a fenntartható légi közlekedés hogyan járulhat hozzá az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljaihoz, egyben áttekintést nyújt a legfontosabb és leggyakrabban vizsgált fenntarthatósági témákról. Ez az útmutatás egyértelműen eligazíthat bennünket arról, hogy a repülőterek hogyan hajtsanak végre társadalmi, környezeti és gazdasági fenntarthatósági intézkedéseket, és hogyan építsék azokat be általános üzleti stratégiájukba és működésükbe. Harmadrészt e tanulmány részletesen tárgyalja a legfontosabb fenntarthatósági kérdéseket a katonaságnál. Végül, de egyáltalán nem utolsósorban e tanulmány röviden ismerteti az Egyesült Államok Nemzetvédelmi Minisztériumának Fenntarthatósági Tervében szereplő kiemelt intézkedéseket. A repülőterek fenntartható működésének a megteremtése egyre inkább szükségszerű, ezért bízom benne, hogy egyre többen fogják alkalmazni az ebben a cikkben leírt eszközöket a magyarországi regionális repülőterek társadalmi, gazdasági és környezeti fenntarthatóságának megteremtése érdekében.

Felhasznált irodalom

- ACI World (2023): Airport Economics 2023 Report A comprehensive view of the industry's financial performance, Airports Council International (elektronikus kiadvány). https://store.aci.aero/wp-content/uploads/2023/03/2023-Airport-Economics_Final.pdf (2024. július 1.)
- ACI – Oxford Economics (2021): Global Outlook of Airport Capital Expenditure Report, Airports Council International – Oxford Economics (elektronikus kiadvány). <https://store.aci.aero/product/global-outlook-of-airport-capital-expenditure/> (2024. július 15.)
- ACI EUROPE (2018a) Addressing the Future of Aviation Noise, Airports Council International Europe (elektronikus kiadvány). https://www.aci-europe.org/downloads/resources/Addressing%20the%20Future%20of%20Aviation%20Noise_ACI%20EUROPE%20Analysis%20Paper.pdf (2024. június 14.)
- ACI EUROPE (2018b) Guidelines for Passenger Services at European Airports, második kiadás, Airports Council International Europe (elektronikus kiadvány). <https://www.aci-europe.org/downloads/resources/ACI%20EUROPE%20GUIDELINES%20FOR%20PASSENGER%20SERVICES%20AT%20EUROPEAN%20AIRPORTS.pdf> (2024. június 14.)
- ACI EUROPE (2020a): Sustainability Strategy for Airports, második kiadás, Airports Council International Europe (elektronikus kiadvány). <https://www.aci-europe.org/downloads/resources/ACI%20EUROPE%20SUSTAINABILITY%20STRATEGY%20-%20SECOND%20EDITION.pdf> (2024. június 18.)
- ACI EUROPE (2020b): Information on the use of modulations of airport charges for environmental reasons, Airports Council International Europe, Brüsszel (elektronikus kiadvány). <https://www.aci-europe.org/downloads/resources/ACI%20EUROPE%20Paper%20on%20Environmental%20Modulations%20of%20Charges.pdf> (2024. július 14.)
- Airport Carbon Accreditation (2023): Airports Responding to Climate Change, Issue 7 (elektronikus kiadvány). <https://www.airportcarbonaccreditation.org/wp-content/uploads/2023/08/ACI-ACA-brochure-2023-v6.pdf> (2024. július 1.)
- AOSS (2011): Sustainability Reporting Guidelines & Airport Operators Sector Supplement (elektronikus kiadvány). <https://www.yumpu.com/en/document/read/21480009/airport-operators-sector-supplement-global-reporting-initiative> (2024. június 14.)
- de Gusmão, Diego (2010): Case-Study 2: European Airports and Sea-Level Rise, in Drew, Andrés (szerk.): „Challenges of growth” environmental update study: Climate Adaptation Case Studies, Omega, Met Office, European Organisation for the Safety of Air Navigation (elektronikus kiadvány). <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/facts-and-figures/statfor/challenges-of-growth-climate-adaptation-march-2010.pdf> (2024. június 14.)
- Dimitriou, Dimitrios – Drew, Andrés Jonathan (2010) Case-Study 1: Changes to Tourist Activity in Greece, in Drew, Andrés (szerk.): Challenges of growth environmental update study: Climate Adaptation Case Studies, Omega, Met Office, European Organisation for the Safety of Air Navigation (elektronikus kiadvány). <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/facts-and-figures/statfor/challenges-of-growth-climate-adaptation-march-2010.pdf> (2024. június 14.)
- DoD (2022): Sustainability Plan 2022, U.S. Department of Defense (elektronikus kiadvány). <https://www.sustainability.gov/pdfs/dod-2022-sustainability-plan.pdf> (2024. július 14.)
- Drew, Andrés (szerk.) (2010): „Challenges of growth” environmental update study: Climate Adaptation Case-Studies, Omega, Met Office, European Organisation for the Safety of Air Navigation (elektronikus kiadvány). <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/facts-and-figures/statfor/challenges-of-growth-climate-adaptation-march-2010.pdf> (2024. június 14.)
- EASA (2022): European Aviation Environmental Report 2022, European Union Aviation Safety Agency (elektronikus kiadvány). https://www.easa.europa.eu/eco/sites/default/files/2023-02/230217_EASA%20EAER%202022.pdf (2024. június 18.)
- Erdi Tamás – Farkas József – Novoszáth Péter (1998): Repülőterek működése és fejlődése, Dunaprint Kiadó, Budapest, 119 o.
- Erdősi Ferenc (1999): Légi közlekedés és területi fejlődés, Tér és Társadalom 13.4, 45–76. <https://doi.org/10.17649/TET.13.4.543>
- Erdősi Ferenc (2002): Gondolatok a közlekedés szerepéről a régiók/városok versenyképességének alakulásában, Tér és Társadalom 16.1, 135–159. <https://doi.org/10.17649/TET.16.1.840>
- Erdősi Ferenc (2004): Európa közlekedése és a regionális fejlődés, 2. javított és bővített kiadás, Dialóg Campus Kiadó, Budapest – Pécs, 640 o.
- EUROCONTROL (2009): Challenges of Air Transport 2030: Survey of experts' views, The European Organisation for the Safety of Air Navigation, Brétigny-sur-Orge Cedex, 63 o.
- EUROCONTROL (2011): “Challenges of growth” environmental update study Climate Adaptation Case-Studies: EUROCONTROL Commentary, European Organisation for the Safety of Air Navigation (elektronikus kiadvány). <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/facts-and-figures/statfor/challenges-of-growth-climate-adaptation-commentary-2011.pdf> (2024. június 14.)
- EUROCONTROL (2022a): Aviation Outlook 2050: Main Report (elektronikus kiadvány). <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-aviation-outlook-2050> (2024. június 18.)
- EUROCONTROL (2022b): Objective Skygreen 2022-2030: The economics of aviation decarbonisation towards the 2030 Green Deal milestone (elektronikus kiadvány). <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2022-05/eurocontrol-objective-skygreen-2022-2030-report-20220523.pdf> (2024. június 18.)
- FAA (2012): Aviation Environmental and Energy Policy Statement. Department of Transportation Federal Aviation Administration (elektronikus kiadvány). https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/about/office/org/headquarters/offices/apl/FAA_EE_Policy_Statement.pdf (2024. június 18.)
- Graham, Anne et al. (2020): Air Transport and Regional Development Case Studies, Routledge, London, 326 o. <https://doi.org/10.4324/9781003092063>
- ICAO (2015): Annual Report of the ICAO Council: 2015 – Strategic Objectives: Environmental Protection (elektronikus kiadvány). <https://www.icao.int/annual-report-2015/Pages/progress-on-icaos-strategic-objectives-safety-environmental-protection-home-page.aspx> (június 14.)
- ILO (2017): Tripartite Declaration of Principles concerning Multinational Enterprises and Social Policy, Fifth Edition, International Labour Office, Geneva, 33 o.
- Jorgenson, Andrew K. – Clark, Brett (2016): The temporal stability and developmental differences in the environmental impacts of militarism: The treadmill of destruction and consumption-based carbon emissions, Sustainability Science, 11, 505–514. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0309-5>
- Kovács Áron (2013): A Pécs-Pogány repülőtér gazdasági és társadalmi szerepe a Dél-Dunántúlon, in: Karlovitz János T. (szerk.): Gazdaságtudományok – elmélet és gyakorlat. International Research Institute, Komarno, 506–514.
- Kroesen, Maarten – Molin, Eric – Wee, Bert (2008): Testing a theory of aircraft noise annoyance: A structural equation analysis, The Journal of the Acoustical Society of America 123.6, 4250–4260. <https://doi.org/10.1121/1.2916589>
- Laplace, Isabelle – Lenoir, Nathalie – Cassan, Christine (2007): Evolution of demand for leisure air transport in 2025, Synthesis Report, EEC Note No. 12/07 Eurocontrol Experimental Centre, Brétigny-sur-Orge Cedex, 23 o.
- Metro, F. (2007): Environmental Strategy and Energy Efficiency in Air Transport: survey results, Communication to the German Aviation Research Society, EHESS/CEMI – EUROCONTROL, Workshop

Aviation and the Environment, 2007. november 28–29., Köln

Novoszáth Péter (2018): A regionális repülőterek szerepe és fejlődése Magyarországon, in: Szilvássy László (szerk.): Repüléstudományi Szemelvények, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Intézet, Szolnok, 79–118. o.

Novoszáth Péter (2020): A magyar regionális repülőterek fejlődése nemzetközi összehasonlításban, Repüléstudományi Közlemények 32:1, 111–124. <https://doi.org/10.32560/rk.2020.1.8>

OECD (2018): OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct, Organisation for Economic Co-operation and Development, 100 o.

Smaliukiene, Rasa (2018): Sustainability issues in the military: Genesis and prospects. Journal of Security and Sustainability Issues, 8:1, 19–32. <https://journals.ika.lt/journal/jssi/article/1064/info> (2024. július 14.)

Tiboldi Tibor (2008): Az önkormányzatok szerepe a regionális repülőterek fejlesztésében, Tér és Társadalom 22:4, 135–148. <https://doi.org/10.17649/TET.22.4.1203>

UN (1987): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, United Nations, 1987, 247 o.

UN Global Compact (2023): 2024-2025 Global Strategy Extension, United Nations Global Compact (elektronikus kiadvány). https://ungc-communications-assets.s3.amazonaws.com/docs/publications/UNGC-Strategy-Extension_2024-25.pdf (2024. július 1.)

WHO (2018): Environmental Noise Guidelines for the European Union, World Health Organization Regional Office for Europe, Koppenhága (elektronikus kiadvány). <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563> (2024. június 14.)