

LXXII. ÉVFOLYAM 5. SZÁM
2022. OKTÓBER

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN

facebook.com/balesetmegelozes



MOST KI VEZET?

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

A közlekedési szakterület tudományos lapja
VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RÜNDSCHAU
Zeitschrift des Ungarischen Verein für Verkehrswissenschaft
REVUE DE LA SCIENCE DES TRANSPORTS
Revue de la Société Scientifique Hongroise des Transports
SCIENTIFIC REVIEW OF TRANSPORT
Publication of the Hungarian Society for Transport Sciences

Megjelenik kéthavonta
www.ktenet.hu

ALAPÍTOTTA:
a Közlekedéstudományi Egyesület

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:
Kövesné Dr. Gilicz Éva elnök
Dr. Katona András főszerkesztő
Barlog Károly
Dr. Békési István
Berta Tamás
Bretz Gyula
Horváth Lajos
Mészáros Tibor
Dr. Prileszky István
Somogyi Marcell
Szűcs Lajos
Dr. Tanczos Lászlóné
Dr. Tóth János
Dr. Tóth László

SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR:
Ráczné dr. Kovács Ágnes
Tel./Fax: 353-2005, 353-0562
E-mail: szemle@ktenet.hu
DOI szerkesztő: dr. Török Ádám

SZERKESZTŐSÉG:
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.

FELELŐS KIADÓ:
Dr. Tóth János,
a Közlekedéstudományi Egyesület főtítkára

KIADJA:
Közlekedéstudományi Egyesület
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.
www.ktenet.hu

MEGBÍZOTT KIADÓ:
Press GT Kft.
1139 Budapest, Útet u. 49.
Tel.: 349-6135
E-mail: info@pressgt.hu

NYOMDAI KIVITELEZÉS:
Informax Millenium kft.
Felelős nyomdavezető: Bocskay Endre

TERJESZTŐ:
Magyar Posta Zrt. Központi Hírlap Iroda
Előfizethető a Közlekedéstudományi Egyesületnél
Egy szám ára: 1380 Ft, Éves előfizetés: 8280 Ft
Egyéni KTE tagnak tagdíjjal: 5140 Ft
Nyugdíjas és diák KTE tagnak tagdíjjal 4640 Ft

ISSN 0023 4362

A folyóiratunkban megjelenő cikkek egy év embargót követően nyíltan hozzáférhető digitális irodalomnak tekinthetők. A cikkeket a szerkesztőség az EPA-ban és a REAL-ban online elérhetővé teszi.



A cikkek tartalma nem minden esetben egyezik a szerkesztőség véleményével.
Kéziratot nem őrzünk meg.

TARTALOM

Perger Imre

Tapasztalatok a amagyar vasúti személyszállítás terén a világjárvány alatt és után 4

Esztergár-Kiss Domokos

Conrado Braga Zagabria

Munkahelyi közlekedési tervek intézkedéseinek rangsorolása egy hazai példán keresztül 22

Balog Zoltán Gábor

Városi logisztikai rendszer vizsgálata SULP-módszertannal 35

Csonthó Mihály – Rövid András

Kamera-LiDAR rendszer automatizált kalibrációja speciális objektum segítségével 43

Melléklet

Közlekedésbiztonság -

Közlekedési környezetvédelem

Krizsik Nóra – Dr. Sipos Tibor

Dr. Kővári Botond

Nemzetgazdasági veszteségtérkékek szerepe a személyszerűléses közúti közlekedési balesetekben 55

Tisztelt Előfizető! Tisztelt Olvasó!

A Közlekedéstudományi Szemle nem csak nyomtatott, hanem digitális változatban is olvasható. Digitális változat megrendelése csak egyéni előfizetőknek lehetséges a Közlekedéstudományi Szemle szerkesztőségénél (szemle@ktenet.hu). A nyomtatott változat 8280 Ft-os előfizetési díjával szemben a digitális változat előfizetési díja csak 6000 Ft évente, KTE egyéni tagnak 4140 Ft. A könnyebb elérhetőség és az előfizetők jobb kiszolgálását biztosítandó, egyszerűsítettük az eddigi terjesztési formát. Így a jövőben az aktuális lapszámokat már a nyomtatott változat megjelenés előtt elküldjük előfizetőink e-mail címére pdf formátumban. Reméljük, hogy hamarosan üdvözölhetjük Önt is a digitális előfizetőink között.

Tapasztalatok a magyar vasúti személyszállítás terén a világjárvány alatt és után

A közelmúlt fontosabb vasútvonal-fejlesztéseinek leírása, szubjektív és általános értékelése, elsősorban az utasok szemével láttatja a történeteket. Az utasok és a járványügyi intézkedések kölcsönhatásának bemutatása ugyancsak figyelemre méltó. Kérdés, hogy milyen módon lehetne a fejlesztések hatékonyságát növelni, egyben a hiányosságokat megszüntetni.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.5.1>

Perger Imre

okleveles közgazda, nyugdíjas MÁV igazgató
e-mail: pergeri@t-online.hu

1. A SZEMÉLYSZÁLLÍTÁSI TELJESÍTMÉNYEK ALAKULÁSA 2015-2021 KÖZÖTT

1. 1. Utasszám, utaskilométer, bevétel [1]

A vasúti személyforgalom teljesítménye 2015–2018 között folyamatosan emelkedett. 2019-ben kisebb visszaesés következett be, majd a járvány és az azzal összefüggő intézkedések hatására drasztikusan visszaesett az

utazók száma (1. táblázat). Elsősorban a hivatásforgalom, másodsorban a távolsági forgalom érezte meg a járványügyi korlátozásokat. A nemzetközi utazások a karantén intézkedések hatására gyakorlatilag hónapokra megszűntek.

Az utaskilométer teljesítmény is követte az utasok számának visszaesését, tehát valamennyi szegmensben arányosan csökkent az utazási kedv (2. táblázat).

1. táblázat: Az elszállított utasok száma (fő)

év	belföld	kiutazó	beutazó	átmenő	összes
2015	135 598 328	1 288 470	1 228 704	74 731	138 190 233
2016	137 911 289	1 107 422	1 279 021	87 285	140 384 017
2017	137 838 135	1 261 646	1 612 063	91 194	140 803 038
2018	140 864 302	1 291 888	1 700 272	77 991	143 934 453
2019	137 652 866	1 340 120	1 797 474	91 252	140 881 712
2020	95 736 673	319 813	479 165	24 949	96 560 600
2021*	98 316 000		1 158 000		99 474 000

*2021 előzetes adat

2. táblázat: A teljesített utaskilométer teljesítmény (1000 utaskm)

év	belföld	kiutazó	beutazó	átmenő	összes
2015	6 993 003	126 819	208 091	21 153	7 349 066
2016	7 052 388	112 489	207 388	19 545	7 391 810
2017	7 056 876	101 365	224 156	23 679	7 406 076
2018	7 173 415	89 681	225 576	20 764	7 509 436
2019	7 119 426	96 499	248 321	22 581	7 486 827
2020	4 592 602	25 505	62 087	6 117	4 686 311
2021*	5 066 250		115 020		5 181 270

*2021 előzetes adat

A bruttó menetdíjbevételek csaknem 40%-kal csökkentek, ugyanakkor a vasút költségei – a járványhelyzet következtében – jelentősen emelkedtek, ami az állami támogatás szükség szerinti növekedését is igényelte (3. táblázat).

3. táblázat: Bruttó menetdíjbevétel (1000 Ft)

év	összes
2015	56 316 968
2016	57 772 647
2017	58 715 626
2018	59 296 036
2019	60 668 385
2020	36 831 934
2021*	28 732 498

*2021 csak I-III. negyedév

ter-teljesítmény stabil maradt, mert így lehetett biztosítani az utasok megfelelő távolságtartását, illetve az eszközállomány folyamatos üzemkésztségét. A közlekedő személyvonatok száma – feltehetően a mellékvonali szolgáltatás csökkenése miatt – kismértékben csökkent. Ugyanakkor a személyvonati vonatkilométer, különösen a villamos vontatású, jelentősen emelkedett. A változásokat a minőségi távolsági és az elővárosi forgalom bővülése, illetve a mellékvonali forgalomkorlátozás okozta. Utólagos okoskodásnak tűnik, de a MÁV-START nem használta ki a csökkent igénybevételi időszakot arra, hogy a járműállomány intenzív karbantartását elvégezze, felkészülve a helyzet normalizálódása után jelentkező igények kulturált kielégítésére. A vasút kommunikációban erősen hangsúlyozta az erősebb takarítás, fertőtlenítés gyakorlatát, ez azonban a vasúti kocsik külső megjelenésén (kocsimosás) nem nagyon látszott meg.

1. 2. Kibocsájtott teljesítmény [2]

A MÁV-START honlapjáról kigyűjthető teljesítményadatokról nyomon követhető a járványidőszak teljesítményeinek alakulása (4. táblázat).

A teljesítményadatokról látszik, hogy a járványhullámok miatt erősen visszaeső utasszám és utaskilométer mellett a vasút kismértékben csökkenő, de a villamos vontatásnál növekvő elegendő teljesítményt produkált. Az üllőhelykilomé-

Megállapítható azonban, hogy az utasokkal közvetlen kapcsolatban álló munkavállalók derekasan helytálltak a járvány időszakában. Érdekes, hogy a vasúttársaságok nem kommunikálták a vasutas dolgozók járványügyi érintettségét.

2. VASÚTVONAL FEJLESZTÉSEK 2017-2020 KÖZÖTT

A világhárvány érdemben nem befolyásolta a vasúti fejlesztéseket. Terjedelmi okok miatt valamennyi projekt tételes elemzése csak röviden, kivonatossan kerül értékelésre.

4. táblázat: Személyszállítási teljesítmények

Utasfő (ezer) év	2017	2018	2019	2020
Utasfő (ezer)	141 307	141 934	129 443	75 439
ebből belföldi (ezer)	138 342	138 864	126 601	74 832
Utaskilométer (ezer)	7 470 871	7 509 437	6 844 640	3 765 472
ebből belföldi (ezer)	7 121 672	7 173 415	6 529 640	3 699 164
Személyvonati elegytonna km (ezer)	14 153 723	14 056 974	13 925 736	13 763 022
ebből villamos vontatás (ezer)	11 999 441	12 074 074	12 005 501	12 046 253
Személyvonati vonatkm (ezer)	78 509	78 181	78 462	80 553
ebből villamos vontatás (ezer)	53 306	54 179	54 649	57 395
Közl. Személysz. vonatok száma (db)	1 046 661	1 043 682	1 040 764	997 919
ebből késett vonat (db)	117 287	134 348	120 354	99 183
Késési idő (perc)	1 787 665	2 077 450	1 938 012	1 330 586
Ülőhely km (ezer)	20 751 616	20 722 011	20 543 157	n.a.

2.1. Rákos-Hatvan [3] (1.-2. ábra)

A beruházás a NIF három projektjeként 2017. decembere és 2021. októbere között zajlott. A vonalon hivatalosan 2021. december 12-étől közlekedhettek zavartalanul a vonatok. Jelenleg is folynak azonban utómunkálatok.

Ami eredményként könyvelhető el: korszerű magasperonos állomások és megállóhelyek épültek, P+R és B+R parkolókkal, elfogadható megközelítéssel. Budapest területén megépült az Akadémiaújtelep megállóhely, ami várhatóan valódi városi átszállási pont lehet. Megújultak az állomásépületek pénztárhelységgel, váróteremmel, peronbútorokkal, utastájékoztatással. Végre olyan aluljárók épültek, ahol a feljáró lépcső nem derékszögben, hanem kiszélesedő öböllel indul a peronra, meggyorsítva és balesetmentessé téve a közlekedést. Gödöllő korszerű elővárosi fordítóállomássá vált, ahol a forduló vonatok a fővonal metszése nélkül közlekedhetnek az átmenő fővágányok közötti elővárosi csonkavágányok felhasználásával, és a távolsági vonatokra történő átszállás is azonos peronon történhet.

Gödöllő 1. vágánya mellett azonban csak sk+33 cm-s peron épült (feltehetően az Ybl-épület miatt, de a tervező vagy a kivitelező következetlenségét mutatja, hogy ugyanott az új forgalmi épület az sk+55 cm-s peronszint alá épült.

Ugyanakkor Aszód állomás vágányhálózatát annyira redukálták, hogy a balassagyarmati körüljárására csak az átmenő fővágány és a fővonal érintésével van lehetőség. Rosszabb a technológia, mint az átépítés előtt volt.

Mivel egy vágánykapcsolat hiányzik, így a balassagyarmati vonatok csak a fővonal igénybevételével tudnak körüljárni.

Pécelen 2022. márciusban egyetlen lift sem üzemelt. A WC bejárati ajtaja fotocellás, de a vízcsap nem, és a villany is elalszik, ha nem mozog az ember. Kedvező, hogy a peron a szokással ellentétben nincs tele kábelaknával, ugyanakkor az utastájékoztató perontáblák tele vannak oda nem illő földelő vezetékkel.

Pécelen az autóbusszmegállóhoz vezető járdarész hiányzik. A tereprendezés sincs kész.

1. ábra: Felületes földelések Pécel állomás peronkijelzőjén



A hegyfelőli oldalon a gyalogos megközelítési útvonalak vonalvezetése elfogadhatatlan. A meglévő járdák összekapcsolása elmaradt. Néhány méteres összekötő járdaszakaszok hiányoznak. Mindezek a hiányosságok – kis körülményekkel – elkerülhetők lettek volna.

A beruházást értékelve – a pozitívumok mellett – megállapíthatjuk, hogy a tervezés és kivitelezés során a létező legtöbb hibát és következetlenséget elkövették.

A projekt eredményei egyelőre elmaradtak. Nem javult a szolgáltatási színvonal, nem nőtt, sőt csökkent az eljutási lehetőségek száma.

A beruházás eredményét a Közlekedő Tömeg blog 2021.12.13-án az alábbiakban értékelte [4]

”Befejeződött a Budapest-Hatvan vasútvonal felújítása – 200 milliárd forint elköltése után nincs érdemi változás – című írásában.”

„A felújítás elkészült, azonban, – ahogy várható volt – az utasok több év kellemetlenségei és 200 milliárd forint elköltése után sem tapasztalhatnak érdemi változást. A hatvani

vonat felújítása – a pusztaszabolcsihoz hasonlóan – jó példa arra, hogyan nem szabad vasutat fejleszteni. Költségsökkentés címen mindkét esetben a projektnek azt a részét húzta ki a NIF Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt., ami érdemi javulást hozhatott volna az utasok számára. Mindeközben súlyos pénzekért újítottak fel olyan megállóhelyeket, ahol alig áll meg vonat.”

A leírtak sajnos igazak! Ennél a beruházásnál is elmaradt a legfontosabb kapacitáskorlát a Budapest Keleti–Rákos vonalszakasz rendbetétele. Ennek első üteme a Budapest Keleti–Kőbánya felső III. vágány munkálatai jelenleg is folynak. A 3 km vágány felújítására két évet szántak. A tervezett átadási határidő április vége volt, de augusztusban is vágányzárak vannak! Kőbánya felső és Rákos állomás korszerűsítése és a köztes pálya felújítása évtizedek óta csak a tervek között szerepel. A III. vágány nem vezet el a peronig, hanem csak az első lírassorig, tehát van is új kapcsolat, meg nincs is. (Kiskunfélegyháza és Debrecen után sem tanultunk!) A forgalom és a személyszállítás kemény

2. ábra: Csendélet Pécel állomáson 2022 áprilisában. Egy „átadott” állomásnak nem így kellene kinéznie.



harca után megmaradt a kivitelezéshez ideiglenesen megépült Babatpuszta forgalmi kitérő, ami a havária helyzetek kezeléséhez elengedhetetlen, és a NIF el akarta bontani, ugyanakkor megszűnt a tervekben szereplő Tura állomás, és forgalmi kitérőt sem létesítettek a helyén. Természetesen a felújítás nem jutott el Hatvan állomás bejáratáig, a hatvani elágazásoktól majd csak a távoli jövőben lesz korszerű pálya. A tehervonati folyosónak kijelölt vonalon ugyanakkor sehol nincs peron nélküli átmenő vágány, ahol a tehervonatok az utasok zavarása nélkül áthaladhatnának. A takarékosági igyekezetben Aszódon és Pécelen is megtakarítottak egy kitérőpárt. Hasonló takarékosági okokból lett Tura állomásból megállóhely, és a két vágány összekötésére sem került sor. Emiatt Aszód és Hatvan B elágazás között 13,6, Hatvanig 15,9 kilométeres állomásköz jött létre.

2. 2. Kelenföld–Pusztaszabolcs [5]

A 2017-ben megkezdett korszerűsítési munkáit a NIF hat projekt keretében végzi, mintegy 180 milliárd Ft összértékben. A végleges befejezés határideje 2022. december. Az Ercsit elkerülő szakasz átadási határideje 2020. 06. 30-a volt, a részleges, 80 km/órás átadás 2022.

05.03-án történt meg. (A 15,7 km hosszú, 48,19 milliárd forintért épülő szakaszt – zöldmezős beruházként – 2017 decembere óta építik.

A beruházás során megújulnak az állomás-épületek, magas peronok, aluljárók épülnek, kiépül az utastájékoztató rendszer. Az április eleji kép vegyes. Az épületek többsége nincs készen, ami megépült, az nincs (vagy mint Nagytétény-Diósd nem is lesz) használatba véve. A központi forgalomirányító rendszer próbái zajlanak.

A jelenlegi kép alapján megállapítható hogy a beruházás során itt sem követték a leghasznosabb fejlesztést előíró módszert. 2016 elején a NIF javaslatot kért a vasúttársaságtól, hogy milyen módon gyorsítható meg a beruházás. Az egyértelmű válasz az érdi delta prioritása volt. Ezt nem fogadták el, mondván jelentős kisajátítással jár. Pedig az 1,3 km hosszú új vonalszakasszal elkerülhető lett volna a belső szakasz teljes kizárása, az IC-vonatok vonatpótló közlekedtetése, a helyi vonatok Érd felső–Érd alsó közötti fűrészelő közlekedése, és a teherforgalom zavartatása is minimálisra csökkent volna. A MÁV-START hiába kérte Albertfalván a peron megépítését, ezt a lehetőséget „nincs benne a jóváhagyott projektben”

felkiáltással kizárták, és abban sem voltak partnerek, hogy az aluljárót úgy építsék meg, hogy a peronfeljáró és a lift kisebb bontással kialakítható legyen. Most jó pénzért, új projekt keretében fog mindez megépülni.

Pusztaszabolcs állomás vágánykialakítása szemlátomást alkalmatlan az állomás jelenlegi és jövőbeli feladataira. A peronok és az épület kapcsolata sem utasbarát. A járműjavító műhely megközelítése nehézkes, mert a kihúzó csonka a peronvágányokról csak a fővágány metszésével közelíthető meg. Nincs elővárosi fordítóvágány, a vonategyesítés is körülményes. Nincs peron nélküli átmenő fővágány, így a hosszú tehervonatok és a megállás nélkül átbogó IC vonatok a peron mellett haladnak.

A pécsi vonal második vágányának megépítése utáni időszakban a fehérvári vonalnak nem lesz önálló bejáratú vágánya. Érd és Pusztaszabolcs állomás felvételi épülete is – a divatos tervezői elképzeléseknek megfelelően – szép kerítéssel fogadja az utasokat, így elmarad az épület előtti főperon kihasználási lehetősége. Ez egy ilyen volumenű átépítés után főbenjáró bűn.

A vaskalaposság mintapéldája, hogy az Érd elágazásnál előzetes tervekhez történő ragaszkodás miatt – időt, pénzt és vágányzárát nem kímélve – elbontották a tárnoki lejáró elé beépített vágánykapcsolatot, pedig az jelentősen segítette volna a lejáró kiterőjének karbantartási idején a pusztaszabolcsi vonal kapacitási helyzetét.

Ugyanakkor Iváncsa állomás a tervekkel ellentétben csak forgalmi kiterőként épült meg eredeti helyén a pusztaszabolcs közepén, a három településtől azonos távolságban. Az állomás megszűnése miatt érdemes lett volna a megállás helyét a semmi közepéből legalább a közeli Beloiannisz település mellé telepíteni.

Egyedül Százhalombatta állomás vágányképe próbál a technológiai igényeknek megfelelni. Itt van peron nélküli átmenő fővágány, elővárosi fordítóvágány az átmenő vágányok között, és az állomásépület előtti peron is megépült.

2. 3. Balaton

2. 3. 1. Dél-Balaton

A dél-balatoni vonal jól szervezett, teljes kizárással történő felújítása viszonylag zökkenőmentesen lezajlott. Más kérdés, hogy a hosszú peronok megépítése után a még az újonnan megépített kisforgalmú megállóhelyek részlegesen is vonat nélkül maradtak, ezeken csak a nyári forgalomban vannak megálló vonatok. (A jegykiadó automata azonban egész évben üzemel!) A vasút és a környezet közötti kapcsolat kialakítása itt is elmaradt. Hiányzó járdadarabok, kapcsolat nélküli kerékpárutak, száraz lábbal megközelíthetetlen vízcsapok és mellékhelyiségek jelzik a gondokat. Egyes épületek felújítása és a valós időben, megbízhatóan működő utastájékoztatói rendszer kialakítása még a jövő feladatait jelentik.

A megépült szakaszok értelmes kihasználása is hiányzik: Balatonszabadi és Siófok között a személyvonatok balmenetben közlekednek – minden értelmes magyarázat nélkül – a tehervonatok pedig úgy, ahogyan az állomási váltó éppen áll. Így a kétvágányú szakasz végén a helyes vonatforgalomnak megfelelően kiépített védőváltó nem védhet. Siófokon az 1. vágány mellett nem épült meg az sk+55 peron, ezért a lépcsőn le kell menni az alacsonyabb peronhoz. A gyalogosátkelő fényzorompói nem egységes elv szerint épültek meg. Siófok állomás mindkét végén hiányzik a gyalogosoknak szóló (a vágányok átellenes oldalán elhelyezett) fényzorompó, ami a gyalogosok és a kerékpárosok számára közvetlen életveszélyt jelent, különösen a háromvágányos, balmenetes szakaszon.

2. 3. 2. Kaposvár–Fonyód

A kaposvár–fonyódi vonal teljes kizárásos felújítása felemásra sikerült. A kisforgalmú megállóhelyek sk+55-ös peront kaptak, az állomásokon maradt az sk+10. Érthetetlen vaskalaposság. Legalább a 30 cm-s peronmagasságot biztosítani kellett volna. A munka minőségi hiányosságait mutatja, hogy már több kiterőn lassújel van és a Desiro motorvonat futásbiztonsága sem megfelelő az új pályán.

2. 3. 3. Észak-Balaton

A balatonfüredi villamosítás is többszöri teljes kizárással valósult meg. Az átadás után a hiányosságok miatt a kivitelező és a MÁV egymásra mutogatott. Az igazságot azóta sem tudtuk meg. Itt is a mindenáron történő költségcsökkentést tapasztalhattuk. Ahol hozzányúltak az állomási vágányhálózathoz, ott csökkentették a vágányszámot. Háromperonos állomásként egyedül Balatonalmádi maradt meg. A jól bevált gyakorlatnak megfelelően a felvételi épület előtt (Balatonalmádi kivételével) nincs utasperon.

2. 3. 4. Balatonfenyvesi kisvasút (3.-7. ábra)

A balatonfenyvesi kisvasút is megújult. A csisztafürdői vonal nagyvasúti paramétereknek megfelelő pályát és két felvételi épületet kapott. Ugyanakkor az engedélyezett pályasebesség maradt 40 km/óra, a menetrend szerkesztésénél – a C-50-es mozdonyok üzemeltetését figyelembe véve – a 25 km/órás maximális sebességet alkalmazzák. A két felvételi épület felesleges luxus, különösen a

csisztafürdői, ahova pénztárat is terveztek, de a vonat megközelítéséhez vagy 200 métert kell gyalogolni. A hajdani három vágányos állomást két vágányosra redukálták, így az erősítő kocsik vagy szerelvények tárolására nincs lehetőség. (A két vágány miatt célszerű lett volna a rugós váltók beépítése, hogy a vonatkísérőnek ne kelljen mindig váltót állítania. Erre nem volt pénz.)

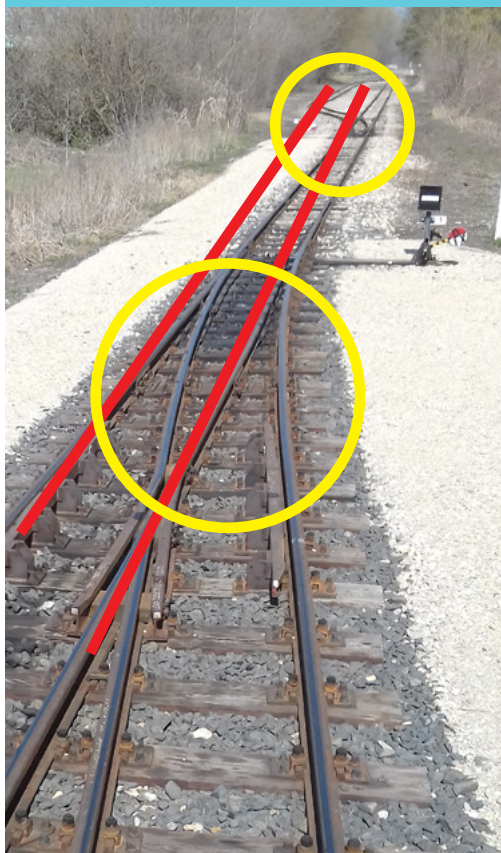
Láthatóan egyébként semmi sem volt drága, olyan védműveket építettek a vasút mellé, amelyekre fővonal mellett sem lenne szükség. Ugyanakkor a lényeg kimaradt a fejlesztésből: Balatonfenyves állomáson a hajdani gyümölcsrakodó tökéletesen alkalmas lett volna végállomásnak, fedett magasperonnal, a felüljáróról megközelítve, vagy netán az állomási aluljáró néhány méteres meghosszabbításával, és az új felvételi épületet sem kellett volna megépíteni, hiszen a funkciói elférnének a nagyvasúti épületben. Így az utas kóvályog a vasút mellett, hogy megtalálja a kisvonatot. De van drága, szép új épület.

3. ábra: Balatonfenyves kisvasúti végállomás tényleges és ideális helye

A kisvasúti végállomás ideális helye a meglévő peronok mellett (sárga színű kör) lenne, de egy kilométerrel odébb (piros kör) van.



4. ábra: Imremajor forgalmi kitérő és a somogyszentpáli vonal kiágazása 100 méter sint megspóroltak.



5. ábra: Ez egy keskenynyomközű vonal! A nagyvasút is megirigyelhetné ezt a kiépítést.



6. ábra: Csisztafürdő

Kerékpáros centrum és állomásépület a pusztában kilátótoronnyal. A névkiírás is rossz.



7. ábra: Csisztafürdő utasperon

A távolban Csisztafürdő állomásépülete. Hadd gyalogoljon az utas. Esőbeállóra nem teltett.



2. 4. Vasútvillamos

A szívemhez legközelebbi újdonság a vasútvillamos. A 1999. január 6-án (Sipos István vezérigazgató halálának napján) egy közlekedési szövetséggel kapcsolatos szegedi előadásomban vázoltam fel, milyen lehetőségek lennének a szegedi vasút és a villamoshálózat összekötésére. Később is több alkalommal foglalkoztam a témával, ezért nagy várákozással tekintettem a megvalósulásra. Feltételeztük, hogy a vasút korszerűsíti és villamosítja a pályát, beszerzi a járműveket akkor a beruházás 20 milliárd forintból megvalósítható. A költségek egyre nőttek, a beruházás tartalma meg fogyatkozott. A lassan fél éve zajló utasforgalmi próbaüzem azonban bebizonyította a rendszer életképességét a gondok ellenére.

Mit rontottunk el a beruházás során:

- nem villamosították a vasúti pályát, emiatt dízel/egyenáramú járműre van szükség a tisztán kétáramnemű villamos jármű helyett,

- szokás szerint kispórolták a kitérőt Szeged-Rókusnál, emiatt a nagyvasút csak az egyik vágányt használhatja,
- Népkertnél is hiányzik egy kitérőpár, emiatt Szentes felől a vonatok csak az egyik vágányt használhatják, nincs keresztezési lehetőség,
- nem készült el időben a remíz és a javítócsarnok Szeged-Rendezőn,
- nincs összeköttetés a villamos és a nagyvasút között Szeged állomásnál, pedig a hely adott lenne az állomás alatt, Szeged-Tisza megmaradt vágányain keresztül,
- Hódmezővásárhelynél elmaradt a villamosvágány visszakötése a nagyvasútba, így az Orosháza irányú megközelítés lehetetlen,
- a felújított pályába használt, öreg síneket is beépítettek,
- mindezt tetézi, hogy a tervezett tarifa alkalmazásának késett a jogszabályi megalapozása, ezért az indokoltnál hosszabb ideig volt ingyenesen használható a vasútvillamos.

A vasútvonal felújítása itt is teljes kizárással történt. A vasútvillamos szót egybe kell írni (nem célszerű a kifejezések vegyes használata, pl. Tram-Train, Tramtrain, Tram-train, tram-train, tramtrain). Remélhetően az utasok egyértelműen az új eszközre szavaznak, és így talán lehetővé válik a városi vasúti hálózaton közlekedő eszköz debreceni, miskolci és budapesti fejlesztése is.

2. 5. Mezőzombor–Sátoraljaújhely, Püspökladány–Biharkeresztes

Mindkét vasútvonal villamosítása szerepelt a 40 évvel ezelőtti elképzelések között. Itt is évenként teljes kizárással folytak a munkálatok. A püspökladányi vonal átépítése még évekig eltart. Beszélünk a nagysebességű kolozvári vasútról, ugyanakkor a felújítás a jelenlegi paramétereknek megfelelően történik azon a vonalon, amelyen az 1940-es években a gőzmozdonyos sebességrekordot érték 150 km/óra feletti sebességgel.

2. 6. Déli összekötő vasúti híd

Igazi sikertörténet a két hídelem cseréje. A neheze azonban ezután jön: a harmadik híd és annak kelenföldi és ferencvárosi bekötése. Véleményem szerint eleve négy vágányt kellett volna megépíteni, mert a három csak csúcsidőben, csúcsirányban nyújt többletkapacitást. Persze a IV. hídhoz pillért is kellene építeni. Ugyanakkor a III. vágány megépítése miatti lakossági tiltakozást a IV. vágány megépítése nem növelte volna meg számottevően. A jelenlegi tervek alapján úgy tűnik, hogy a háromvágányos híd és annak állomási bekötése nem teszi lehetővé a korlátozás nélküli, rugalmas használatot. A három hídelem átadása megtörtént, de csak kettőhöz van vágány. Így az egyik híd hosszabb ideig munka nélkül marad, különösen annak ismeretében, hogy a környezetvédelmi engedély még hiányzik, és Ferencvárosban a kelebiai vonal vágányaiba kellene bekötni a hídra vezető két új vágányt.

2. 7. Debrecen–Macs (BMW) [6]

A BMW gyár kiszolgálása érdekében a Debrecen–Tócóvölgy vonalszakaszon második vágány

épült, átépítették Tócsóvölgy állomást, a füzesabonyi vasútvonalat 11,6 km hosszan átépítik és 3,6 km hosszan új nyomvonalra helyezik, a gyár mellett új állomás épül, ezen felül villamosítják a vonalszakaszt és több megállóhely létesül.

A beruházás tervezett költsége 50,4 milliárd Ft, kezdete 2020. 03., befejezési határideje 2021.01.31. A munkálatok a személyforgalom többéves kizárásával zajlanak. (Megjegyzés: az ember azt gondolná, hogy kétszer nem lehet ugyanazt a tervezési hibát elkövetni. Nos Debrecen állomáson a füzesabonyi vonal második vágányát ugyanúgy a régi vágányba kötötték be, mint tették azt évekkel ezelőtt a Városföld és Kiskunfélegyháza közötti II. vágány megépítésénél Kiskunfélegyháza állomáson. Így a második vágány gyakorlatilag használhatatlan. Hely pedig lett volna arra, hogy az új vágányt a peronig vezessék. „Majd a II. vagy a harmadik ütemben elkészül” mondják az illetékesek. Pedig a hazai gyakorlat azt mutatja, hogy Magyarországon a beígért II. és III. ütem soha vagy csak csak nagyon ritkán készül el!) A csigalassúsággal készülő beruházás során arra nem volt még idő, hogy az újonnan létesülő állomások nevet kapjanak. A rajzokon a Derék utca, Nyugati Ipari Park, Kismacs, Macs Ipari Park nevek sorjáznak, pedig a Tócsókert vagy Szántayhalom, Köntösgát, Kismacs, Macs, Nagymacs nevek szinte kínálják magukat ahhoz, hogy a Földrajzinév-bizottság jóváhagyja azokat.

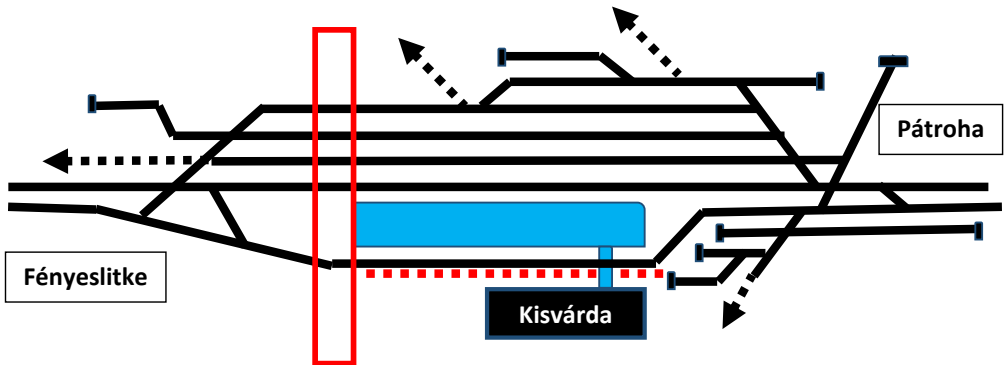
A beruházás lebonyolításának lassúságát érzékeltesse a tény, hogy az 1891. augusztus 5-én megnyitott, együttesen 133,2 km hosszú Debrecen–Füzesabony és Ohat-Pusztakócs–Polgár vasútvonal engedélyokiratát 1889. október 18-án adták ki. Tehát 22 hónap alatt elkészült a teljes zöldmezős beruházás.

2. 8. Egy elrontott állomáskép (8.-13. ábra)

Kisvárdai állomást átépítették. Bár ne tették volna. A beruházás ripsz-ropsz elkészült. Olyan is. Az utasok alapvető igényeit sem vették figyelembe az első ütemnél. Elkészült a felvételi épülettől távol, a peron végén a senki által nem használt aluljáró, amibe lift vezet le, de a város felé csak az üres telekre vezető lépcsőn vagy hosszú rámpán lehet kijutni.

8. ábra: Kisvárdai eredeti és átépítés utáni torzított helyszínrajza

A bal átmenő fővágányt két vágány feladásával elhúzták a felvételi épület irányába, hogy a középperont megépíthessék. Az utasperon csak szintben vagy a semmiből a semmibe vezető aluljárón keresztül közelíthető meg. Természetesen szép kerítés épült a felvételi épület és az új vágány közé. Az állomás jobb oldala változatlan maradt. Ezzel az állomási geometriával lehetetlenné válik később az állomás nagyobb sebességre történő átépítése és az esetleges személyvonat előztetés is.



9. ábra: Kisvárdai utasaluljáró a peronon

Messze a peron túlsó végén a felvételi épület. Az aluljáró meg a préri közepén.



10. ábra: Kisvárdai utasperon
Nehézkes a megközelítés.



11. ábra: Kisvárdai biztonsági figyelmeztetések minden mennyiségben
Biztos, ami biztos.



A felvételi épület előtt a vágányokon szintben kell átmenni. Erre rengeteg tábla figyelmeztet.

Kisvárdán célszerű lett volna a felvételi épület előtt egy főperont építeni megfelelő 80-km-s váltókapcsolatokkal, a bal átmenő fővágányt peron nélkül építeni (mint Hajdúszoboszlón). A középperont pedig a jobb átmenő és a jobb megelőző vágány közé, az V. vágány helyére építeni. Így a két átmenő vágány a helyén maradt volna. Ez az elrendezés lehetővé tette volna a személyszállító vonatok állomási előzetését, a tehervonatok gyorsabb közleked-

tetését, a tengelyátszerelt kocsikat továbbító vonatok peron nélküli vágányon történő áthaladtatását. Megfelelő menetrendszerkezet esetén szinte minden személyvonat a főperon mellett állt volna meg, így az utasok aluljárózás nélkül utazhattak volna. Személyszállítási szempontból szomorú tény, hogy Záhony és Nyíregyháza között nincs egyetlen háromperonos állomás sem. Érdekesség, hogy a MÁV-START javaslatával szinte azonos észrevételeket fogalmazott meg Zöldi Péter 2017-ben az IHO cikkében. [7]

12. ábra: Kisvárdra kerékpártárolás.

A régi és az új megfér egymás közelében. Jelképes számú kerékpárhely az új parkoló mellett.



13. ábra: Kisvárdra gépkocsiparkolás

Kevés az új parkolóhely, minden lehetséges helyen parkolnak az autók.



13. ábra: Kisvárdra átépítésének ütemezése szépen ki alakítva
Minden szép és jó lesz. Majd egyszer.



KISVÁRDA

vasútállomás és környezetének korszerűsítése

I. ütem

**36 + 2 férőhelyes parkoló
és kapcsolódó út kialakítása**



II. ütem

**Aluljárók, vágányhálózat,
peron, perontető létesítése**



**Biztonságos közlekedés,
balesetmegelőzés**

III. ütem

**Régi állomásépület felújítása,
környezetrendezés**



A MÁV-START vágányterv javaslata nem volt a valóságtól elrugaszkodott ötlet, hiszen Hajdúszoboszló és Kaba állomás vágányhálózata ugyanezen a vonalon a Kisvárdára is javasolt formában újult meg. Miért is építenénk olyant, ami egyszer már bevált?

3. SZOLGÁLTATÁSFEJLESZTÉS 2016–2022 KÖZÖTT

Az elmúlt évek során a vasúti személyszállításra a budapesti elővárosi közlekedés és a minőségi távolsági közlekedés szolgáltatásának fejlesztése volt jellemző. A mellékvonali szolgáltatás változatlan vagy csökkenő színvonalú maradt.

3. 1. Menetrendi fejlesztések

A teljesség igénye nélkül az alábbi jelentősebb menetrendi bővülések történtek:

- a budapesti elővárosi forgalomban félórás vonatgyakoriság a nagyobb forgalmú vonalak belső szakaszán, órás a külsőn, a zónázó közlekedés bővítése,
- új összeköttetés a körvasúton Piliscsaba–Pilisvörösvár–Rákos között,
- órás vonatgyakoriságú közlekedés Budapestről Békéscsabára, Egerbe,
- kétórás vonatgyakoriságú összeköttetés Budapestről Veszprémen át Szombathelyre és Zalaegerszegre, Miskolcon át Sátoraljaújhelyre és Hidasnémeti/Kassára, Keszthelyre, Nagykanizsára,

- kétórás gyakoriságú átlós összeköttetés Szombathely–Nagykanizsa–Pécs, Baja–Szekszárd–Székesfehérvár, Győr–Celldömölk–Keszthely–Kaposvár–(Pécs) között,
- a balatoni elő- és utószezoni menetrend bevezetése a többletvonatok hosszabb időszakban történő közlekedtetésével jelentősen javította a tópart elérését, és az emeletes kocsikból kiállított vonatok is népszerűek voltak,
- a Tisza-tó látogatóinak régi vágya teljesült a budapesti közvetlen vonat megindításával,
- a kerékpárszállítási lehetőségek is folyamatosan bővültek.

Az új beruházások előnyei – a Balaton kivételével – egyik menetrendi fejlesztésnél sem mutakoztak meg. A vonatok menettartama és gyakorisága változatlan maradt vagy csökkent.

3. 2. Járműbeszerzés és járműfoglalkoztatás

A FLIRT és a Desiro motorvonatok intenzívebb foglalkoztatása mellett megjelentek a hálózaton a KISS villamos motorvonatok, amelyek üzembe állítását a járványügyi korlátozások nehezítették. Végre az IC+ kocsik forgalomba állítása is felgyorsult, ennek ellenére a minőségi és a hagyományos távolsági forgalom jelentős kocsihányattal küzd. A Talent motorvonatok nagyjavítása is a vége felé közeledik, ezzel a hegyeshalmi határátmenetben remélhetően stabilizálódik a szolgáltatás. Az orosz motorvonatok és a mellékvonali motorvonatok üzemképességében és szolgáltatási színvonalában nincs érzékelhető javulás és a távolsági szegmens járműhiánnyal küzd. Az emeletes motorvonatok üzembe állása során felszabaduló Bhv szerelvények a vidéki nagyvárosok elővárosi forgalmában hozhatnak némi javulást. A MÁV-START illetékeseinek mindenható szövege továbbra is a „nincs kocsik”!

3. 3. Utastájékoztatás

A budapesti fejjállomásokra új utastájékoztató rendszerek kerültek. Ezek érdemi, okos felhasználása azonban még hiányzik.

A nyomtatott menetrendek és szórólapok hiányát az állomási utastájékoztatásban nem tudták pótolni. Így az utas a vasútállomáson csak azt nem tudja meg, hogy a vonata hol áll meg, milyen szerelvény-összeállításban közlekedik, mikor érkezik a célállomásra, milyen tarifával vehető igénybe, hol és mikor kell átszállnia. Ezek az információk annak ellenére hiányoznak, hogy a fejjállomási vágányvégi táblák alkalmasak lennének minden tájékoztatás megadására. Az utasok tájékoztatását az egymást követő vágányzári menetrendek tömkelege is megnehezíti.

Az elmúlt időszakban egyszerűsödött és bonyolultabbá is vált a helybiztosítás és a pótgjegyeköteles vonatok rendszere. A hibrid vonatok bevezetése az utasok számára könnyebbé tett jelent, a nyári balatoni helybiztosítási kényszer megkényelmetlenséget.

3. 4. Jegykiadás

A jegykiadási rendszer fejlesztése a telefonos és on-line jegyeladás erősödését, illetve a jegykiadó automaták bővülését hozta. A pandémia elősegítette az on-line jegyeladási formák igénybevételének elterjedését. Ugyanakkor a pénztári rendelkezésre állás folyamatosan szűkölt. Az esti órákban már a budapesti nagyállomásokon sincs pénztár.

3. 5. Állomási korszerűsítések [8]

A nagyberuházások mellett jelentős állomáskorszerűsítések történtek. A MÁV több programot meghirdetett, de vitatható eredményel.

3. 5. 1. Fejlesztések

A fejpályaudvarok karbantartás miatti teljes kizárása jelentős kényelmetlenséggel járt, ugyanakkor az eredményességük nem látványos. Jó szervezéssel és az elhúzódo munkálatokkal eljutottunk oda, hogy jelenleg mindhárom budapesti fejpályaudvar fel van túrva, építési terület.

A Nyugati pályaudvar csarnokát és felújított területét átadták, majd forgalmi problémák

miatt rövid időre visszazárták. A felelősség megállapításáról nem hallottunk. A pénztár-csarnok és az egyéb szolgáltató létesítmények nincsenek készen, az aluljáró rendezetlen, a leányépület beázik (a csarnok egy része is). A teljes kizárás alatt a vágánykapacitás bővítésére sem gondoltak.

A Keleti pályaudvar alagsori szolgáltató centrumát második éve építik. A Kőbánya felsői III. vágánykapcsolat másfél kilométerét is második éve próbálják kialakítani.

A Déli pályaudvar váróterme aládúcolva, üvegeit farostlemezzel pótolták.

3. 5. 2. Magyar faluprogram

A 2023 elején záruló MÁV-projektben kétféle forintból

- megújul a meglévő utasforgalmi épület és annak környezete Szany-Rábaszentandrás, Zichyújfalu, Berkenye, Nagyigmánd-Bábolna, Csömödér-Páka, Mernye, Vaja-Rohod, Biharnagybajom, Nagykereki, Pocsaj-Esztár, Okány és Medgyesegyháza vasútállomásokon,
- új állomásépület épül Bashalom, Kisvarsány, Tiszaalpár, Szalatnak, Pécsudvard, Püspökhatvan, Nyírbogát, Szeres, Sárrétudvari, Tiszajenő alsó és Győrszszonyfa vasútállomásokon.

Kérdéses, mi alapján történt az állomások kiválasztása, mert több állomás alibi menetrendű vonalon fekszik.

Az elsőként átadott Szany-Rábaszentandrás vasútállomás azért példaértékű, mert az épületnek az önkormányzat bevonásával funkciót is találtak. A felújított állomásépület átadásához időzítették a napi két pár vonat menetrend bővítését két pár betétjáratral és egy hétvégi vonattal [9].

3. 5. 3. Ötven megújuló állomás

A vasúttársaság 2019-ben elindított karbantartási programjának keretében:

- megszépült Sárvár, Albertirsa, Sződ-Szódliget állomásépülete,

- több állomáson fejlesztették a vizuális utastájékoztatói rendszert,
- P+R és B+R parkolók épültek,
- új típusú utasbeállókat telepítettek,
- több helyen rendbe tették az aluljárókat és az állomásbútorokat.

A cím ellenére a ráncfelvarrás és a szolgáltatási színvonal javítása sokkal több állomást érint, azonban ez a vasútról alkotott lesújtó képet nem tudja jelentősen befolyásolni. Az egyszeri akciók nem helyettesíthetik a folyamatos karbantartás hiányát, és nem pótolhatják a felelős, jó gazdát. Természetes az elért eredmények megtartásában az utasoknak és az önkormányzatoknak is jelentős szerepet kellene vállalniuk, mint teszik azt Pocsaj-Esztár állomáson.

Az elvégzett munkák között erősen megkérdőjelezhető Zugló peronépítése. Az ország legnagyobb forgalmú megállóhelyén miért sk+30 cm-s peront építettek, amikor ugyanennyi idő alatt 55 centist is lehetett volna. Kérdésünkre nem kaptunk választ.

3. 6. Alibi menetrendű vonatok, járványügyi menetrend

A visszafejlesztés is fejlesztés. Tovább vegetálnak a 2-3 vonattalnyi szolgáltatást nyújtó vasútvonalak és a pandémia idején felsorakozott hozzájuk egy tucat, napi egy vonattal közlekedő vonal is.

Ez azt mutatja, hogy nincs határozott elképzelés a mellékvonalakról. Ebben a rendszerben az az elfogadhatatlan, hogy stabil áruforgalommal rendelkező vonalak is szerepelnek a korlátozott szolgáltatásúak között. A legnagyobb probléma az, hogy a korlátozást nem használják fel a vonal rendbetételére. Amikor valamilyen politikai akarattal visszaállítják a szolgáltatást, akkor szembesülnek azzal, hogy lepusztult az infrastruktúra. A járványügyi korlátozás azért is érthetetlen és megmagyarázhatatlan volt, mert az autóbuszokon nehezebben lehetett betartani az előírt távolságtartást.

4. KONKLÚZIÓ

A pandémia ideje alatt a vasút és dolgozói jól vizsgáztak a forgalom zavarmentes lebonyolításában. Ugyanakkor a párhuzamosan zajló fejlesztések elhúzódtak, nem megfelelő minőségben készültek el, és a korábbi beruházások előnyeinek kihasználása sem valósult meg. Elrettentő, amikor a százmilliósi beruházást követően az állomási és vonali technológia nehezebbé válik, az utasok közlekedése megnehezül és a vonali vagy állomási kapacitás is csökken. Sajnálatos, hogy a nagyberuházások évekig vonatópótló közlekedés mellett zajlanak, a munkavégzés nehézségeit az utasok szenvedik el, akik közül emiatt sokan örökre elpártolnak a vasúttól. Rendszeresen visszatérő gyakorlat, hogy a beruházások költségcsökkentése mindig a szükséges vágánykapcsolatok redukálására, a kihúzóvágányok elhagyására és a megfelelő utaskényelem csökkentésére irányul. A vonali pálya és biztosítóberendezés-építés többletköltségeit mindig tudomásul veszik, a megtakarításokat az állomások kiépítésénél hajtják végre. Elszomorító, hogy a nagy volumenű építések zöme forgalmi technológiai igények és utasforgalmi, utasáramlási elvárások megfogalmazása nélkül zajlik. Látom a szomorú jövőt, amikor a kelebiai vonal középállomásai két középperonnal a felvételi épület előtti kerítéssel épülnek meg, és a 200 km/órával száguldó vonatok az utasok mellett roboognak el.

Az elmúlt évek fejlesztései is a hálózatban való gondolkodás és a budapesti vasúthálózat koncepcionális fejlesztésének hiányát mutatják. Ezt súlyosbítja, hogy nem ismerték fel a személy- és áruszállítás eltérő vonatforgalmi technológiáival kapcsolatos új elvárásokat. Mindezt tetézi a megújuló jövőbeni ötletek miatt az elavult vasúti pálya és eszközpark rendbetételének folyamatos elodázása.

Az oktatás és továbbképzés színvonalának kritikája, hogy az egyik beruházásnál bevált eredményes megoldás továbbvitele elmarad, és a későbbi fejlesztés a korábbi elavult módszerekkel valósul meg.

Jó példaként hozható fel a peron nélküli átmenő fővágány, a nagysebességű kitérők beépítése, az állomásépület előtti főperon kiemelt hasznosítása és összekötése a felvételi épület másik oldalán kialakított buszmegállóval és a legfontosabb, hogy a fejlesztések az állomási technológia figyelembevételével történjenek. Mindezeket az eredményeket általánossá kellene tenni. Ehhez szükséges a megrendelői igények megújítása, a tervező és a kivitelező szervezetek együttgondolkodása, a külföldi tapasztalatok és módszerek megismerése. A rendelkezésre álló fejlesztési forrásokat sokkal hasznosabban és eredményesen is el lehetne költeni.

(Ritkán készül ilyen alapos, elemző összeállítás, amely a megvalósult fejlesztések és intézkedések szakszerű felmérése mellett javaslatot is fogalmaz meg a megoldásokat illetően. Tekintettel arra, hogy egy véleménycikkről van szó, hasznos és a jövőre nézve tanulságok levonására adna lehetőséget, amennyiben az illetékesek ugyancsak alapos cikk formájában reagálnának a leírtakra. A főszerk.)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] MÁV-START statisztikák [A gazdálkodást jellemző fontosabb adatok](#) | MÁV-csoport (mavcsoport.hu)
- [2] MÁV –START statisztikák [A vasúti szállítás negyedéves adatai](#) | MÁV-csoport (mavcsoport.hu)
- [3] NIF honlap [Rákos – Gödöllő vasúti vonalszakasz pályaeépítési munkái](#) | Nif Zrt., [Rákos – Hatvan vonalszakasz biztosítóberendezési és távközlési munkái](#) | Nif Zrt., [Gödöllő – Hatvan vasúti vonalszakasz pályaeépítési munkái](#) | Nif Zrt.
- [4] Közlekedő Tömeg blog 2021.12.13, [Befejeződött a Budapest-Hatvan vasútvonal felújítása – 200 milliárd forint elköltése után nincs érdemi változás](#) - Közlekedő Tömeg (kozlekedotomeg.hu)
- [5] NIF honlap [Kelenföld – Százhalombatta vonalszakasz vasúti pálya és kapcsolódó létesítmények korszerűsítése](#) | Nif Zrt., [Érd – Érd alsó összekötő vágány és kapcsolódó létesítmények kivitelezése](#) | Nif Zrt., [Százhalombatta – Ercsi elágazás vonalszakasz](#)

vasúti pálya és kapcsolódó létesítményeinek korszerűsítése | Nif Zrt., Ercsi elágazás – Pusztaszabolcs vasúti vonalszakasz vasúti pálya és kapcsolódó létesítményeinek korszerűsítése | Nif Zrt., Kelenföld – Százhalombatta vonalszakasz biztosítóberendezés és ETCS 2 telepítési munkái | Nif Zrt., Százhalombatta – Pusztaszabolcs vonalszakasz biztosítóberendezés és ETCS 2 telepítési munkái | Nif Zrt.

- [6] NIF honlap **DEBRECEN – FÜZESABONY VASÚTVONAL KORSZERŰSÍTÉSE I. ÜTEM** | Nif Zrt.,

- [7] IHO Kisvárdán jártunk, bepillantottunk a látványtervek mögé (iho.hu)
 [8] Jelentés a MÁV Zrt. és leányvállalatai fejlesztési projektjeinek előrehaladásáról MÁV Zrt. 2019.
 [9] MÁV honlap **Megújult a vasútállomás épülete Szany-Rábaszentandrás**on | MÁV-csoport (mavcsoport.hu)

Az internetes anyagok letöltése 2022. április 1-14 között történt.



Experiences in Hungarian rail passenger transport during and after the pandemic

The past period has caused many difficulties for the operators and users of services alike. The management of the pandemic and the technical, human, economic, and epidemiological impact of taking the required and necessary measures has been a novelty in many cases. Possible solutions and methods of solving case-by-case problems had to be sought. This has been achieved with varying degrees of success. This brief overview seeks to identify the reasons for the successes and failures of individual sub-tasks. It also outlines possible solutions by highlighting the apparent shortcomings. The aim is to improve the quality of rail services through the developments.



Erfahrungen im ungarischen Schienenpersonenverkehr während und nach der Pandemie

Die vergangene Zeit hat Dienst Anbietern und Dienstnutzern viele Schwierigkeiten bereitet. Die Bewältigung der Pandemie und die technischen, menschlichen, wirtschaftlichen, wirtschaftlichen und epidemiologischen Auswirkungen der Ergreifung der erwarteten und notwendigen Maßnahmen erwiesen sich in vielen Fällen als neuartig. Es war notwendig, nach Lösungsmöglichkeiten, Methoden zur Lösung gelegentlicher Probleme zu suchen. Dies gelang mit mehr oder weniger Erfolg. Die kurze Übersicht versucht, die Gründe für den Erfolg, Misserfolg und das Scheitern bei der Lösung der einzelnen Aufgaben aufzudecken. Mit der Darstellung der eklatanten Mängel werden auch die Lösungsmöglichkeiten angezeichnet. Ziel ist es, mit den Verbesserungen das Niveau der Dienstleistungen des Eisenbahnverkehrs zu erhöhen.

Munkahelyi közlekedési tervek intézkedéseinek rangsorolása egy hazai példán keresztül

A téma fontos szegmense a városi közlekedésnek, hiszen a munkahelyre történő eljutás során a fenntartható közlekedési módok támogatása óriási potenciállal rendelkezik. A kutatás a munkahelyi közlekedési tervek készítéséhez kínál egy módszert, amelynek célja a munkavállalók ingázási szokásainak befolyásolása az egyes munkahelyek esetében leghasznosabb intézkedések felsorolásával és rangsorolásával.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.5.2>

Esztergár-Kiss Domokos – Conrado Braga Zagabria

Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék
e-mail: esztergar@mail.bme.hu

1. BEVEZETÉS

A motorizációs fok emelkedése egyre több problémát idéz elő a városokban, különösen a nagyobb városok központjaiban [1]. Sok európai város igyekszik kielégíteni a növekvő igényeket, ezért úgy fejlesztették ezen városok infrastruktúráját, hogy képesek legyenek a növekvő gépjárműforgalomhoz alkalmazkodni. Azonban manapság az igények változása figyelhető meg, emellett a fenntartható városi mobilitást is egyre nagyobb érdeklődés övezi [2]. Ebből fakadóan a városok megpróbálják csökkenteni a gépjárműforgalmat és ösztönözni az utazókat arra, hogy az utazásuk egy részét vagy egészét fenntartható közlekedési módok használatával valósítsák meg [3]. Ezzel párhuzamosan számos kutatási projekt célja fejleszteni a városi területek minőségét, a közlekedés színvonalát, illetve támogatni a lakosság körében a fizikai akti-

vitást [4]. Általában a fejlesztések „kemény” intézkedések bevezetésével valósulnak meg, amik legtöbbször meglehetősen nagy infrastrukturális beruházásokat jelentenek. Azonban a „lágy” intézkedések is lehetnek hatékonyak, amely intézkedések célja szintén a fenntartható módválasztás elősegítése, elsősorban a megfelelő információ biztosítására és a különböző megoldások bemutatására épülve [5], [6].

A munkába járás gyakran kerül a figyelem középpontjába, mivel ez teszi ki az összes utazás meghatározó hányadát. A közlekedési mód megválasztása során az ingázók számos szempontot vesznek figyelembe, például az utazási időt, az utazás költségét és komfortját [7]. A munkáltatók pedig a munkahelyi környezet javításával (pl. parkolás) és az alkalmazottak jólétének biztosításával (pl. zuhanyzó) támogathatják a

munkavállalókat a fenntarthatóbb módok választásában [8]. A megfelelő intézkedések bevezetéséhez közlekedés-igénymenedzsment stratégiákat célszerű alkalmazni, amelyek kapcsolódnak a munkahelyi közlekedési tervekhez [9], [10].

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A munkahelyi közlekedési tervek egy olyan intézkedéscsomagot biztosítanak, amelyek bevezetésével a szervezetek ösztönzik az ingázókat arra, hogy fenntarthatóbb közlekedési módokat válasszanak [11]. A munkahelyi közlekedési tervek kialakítása során különböző érdekelt felek (stakeholderek) bevonásával lehetővé válik a problémák felmérése és a mobilitástervezési folyamat támogatása [12]. A közlekedési tervek kialakítása több tudományos kutatás célterülete, amely kutatások elsősorban az utazói motivációkat, a rendszeradaptációs lehetőségeket és a kidolgozott tervek hatásait elemzik. Sprumont et al. munkahelyi ingázási mintákat vizsgált, ahol egy luxemburgi iroda belvárosból perifériaterületre történő áthelyezésének következményeit és ezzel kapcsolatosan közlekedést segítő intézkedések hatékonyságát is elemezte [13]. Petrunoff et al. egy háromméves munkahelyi közlekedési terv bevezetésének hatásait vizsgálta, amelyek hozzájárultak az aktív utazási módok használatának növekedéséhez. A kutatók megállapították, hogy az aktív módok népszerűsítésére kidolgozott tervek eredményeképpen a bevezetés időszakában egyenletes növekedés volt kimutatható [14]. Cairns et al. az Egyesült Királyságban 20 munkahelyi közlekedési tervet vizsgálva megállapította, hogy a munkahelyi közlekedési tervek megvalósításával több kontextusban is jelentős változás érhető el. A munkavállalók általában egy átfogó stratégiát szeretnének, amely nemcsak az alternatív módok fejlesztése mellett a gépjárműközlekedést is érintő intézkedéseket is magában foglal (pl. parkolás szabályozása) [15]. Vanoutrive et al. a munkavállalók mobilitás menedzsmentjéhez kapcsolódó intézkedések bevezetését belgiumi munkahelyeken vizsgálva megállapította, hogy a munkáltatók rendszerint többfajta

fenntartható intézkedés bevezetését választják [16]. Petrunoff et al. két közlekedési terv összehasonlításával megállapította, hogy az aktív utazási formák népszerűsítése a parkolásmenedzsment támogatásával együtt hatékonyabb, mint a kizárólag aktív ösztönző stratégiákat tartalmazó mobilitási terv [17].

A munkahelyi közlekedési tervhez kapcsolódó intézkedéseket a munkáltatók a munkavállalók új utazási szokásokra való áttérésének ösztönzése érdekében vezetik be. Az intézkedések köre széles spektrumot fed le, például kerékpárparkoló létesítése, közösségi közlekedés költségeinek kedvezményessé tétele, parkoláshoz kapcsolódó korlátozások bevezetése, gépjárműmegosztási lehetőség biztosítása vagy a helyi közlekedéshez kapcsolódó személyre szabott információ biztosítása [18]. Az intézkedések többféle szempont alapján csoportosíthatók, például „kemény” és „lágy”. A szakirodalomban megfogalmazottak alapján a „lágy” intézkedéseket három fő kategóriába lehet sorolni: alternatív közlekedési módok (fenntartható közlekedési módok használatának elősegítésére), ösztönzők/hátráltatók (pénzügyi előnyök biztosítása a fenntartható közlekedési módok támogatására), nem közvetlenül a közlekedéshez kapcsolódó formák (munkarend átalakítása és figyelemfelhívó események szervezése) [19]. Néhány ilyen „lágy” intézkedést az 1. táblázat mutat be, példákkal illusztrálva az említett kategóriákat [20].

A csoportosítással foglalkozó tanulmányok mellett azonban kevés kutatás szól az intézkedések kiválasztását segítő módszerekről. Általában a munkahelyi közlekedési tervek fejlesztésének folyamatáról útmutatók és kiadványok készülnek, amelyek ugyan bemutatják az intézkedéseket és azok lehetséges hasznát, de nem foglalkoznak specifikusan az egyes munkahelyekkel és mélyebb kategorizálást, illetve rangsorolást sem végeznek. Kutatásunk egy olyan keretrendszert állít fel, amely összeköti a munkavállalók elvárásait a munkaadók szándékaival és a munkahely egyedi lehetőségeivel. Ennek eredménye egy egyedi munkahelyre szóló fenntartható intézkedéseket tartalmazó lista.

1. táblázat: A munkahelyi közlekedési tervek intézkedései

Kategóriák	Intézkedések
Alternatív közlekedési módok	
Gyaloglás	Gyalogos infrastruktúra és elérhetőség fejlesztése Gyalogos bejárások megszervezése Gyalogutak fejlesztése a közösségi közlekedés megállóhoz
Kerékpározás	Kerékpáros parkolási rendszer fejlesztése Kerékpáros ingázó csoportok kialakítása Céges kerékpár megosztó program bevezetése
Roller	Közösségi roller megosztó rendszerek támogatása Céges roller megosztó program bevezetése
Közösségi közlekedés	Távolság csökkentése a közösségi közlekedés megállóhoz Ingajarat bevezetése a közösségi közlekedés megállóhoz / megállótól A várakozás kényelmessé tétele a közösségi közlekedés megállóiban
Telekocsi	Telekocsi csoportok támogatása Elsőbbségi parkolóhelyek a telekocsi használóknak Garantált hazajutási szolgáltatás
Ösztönzők / Hátráltatók	
Ösztönzők	Közösségi közlekedési bérlet vásárlás támogatása Kamatmentes kölcsönök kerékpár és roller vásárlására Kedvezmények az aktív közlekedési felszereléseket árusító és javítást végző boltokban
Hátráltatók	Parkolási díj bevezetése Parkolóhelyek számának csökkentése Parkolási szabályok megváltoztatása
Nem közvetlenül a közlekedéshez kapcsolódó formák	
Technológia	Táv munka, telemunka Flexibilis munkaidő
Kultúra	Sporteseményeken való részvétel ösztönzése Autómentes napok és bringázz a munkába napok szervezése Fenntartható közlekedési verseny reklámozása

3. MÓDSZER

A kutatás keretében egy olyan módszer került kidolgozásra, amely segítségével a munkahelyek fenntartható közlekedési terveihez kapcsolódó intézkedések elemezhetők és a begyűjtött adatok alapján rangsorolhatók. A módszerrel felmérhetők a munkavállalók közlekedési formái és preferenciái, a munkáltatók céljai és törekvései, valamint a munkakörnyezet fizikai jellemzői.

3. 1. Intézkedések összegyűjtése és kategorizálása

A folyamat első lépése az irodalmi áttekintésben fellelhető, illetve útmutatókban és hivatalos kiadványokban javasolt releváns intézkedések összegyűjtése, amelyeket a valós fejlesztések során használnak, illetve amik új közlekedési módokhoz kapcsolódnak. Az egyes kiválasztott intézkedéseket egy azonosító szám jelöli, illetve kapcsolódik hozzá az intézkedés megnevezése és a leírása.

A következő lépésben az intézkedések kategorizálása valósul meg. A kategorizálás célja, hogy az egyes intézkedésekről több információt nyújtson és biztosítsa a szűrés lehetőségét.

- **Közlekedési mód:** Az intézkedésekhez kapcsolódó vagy az intézkedések által ösztönzött elsődleges közlekedési mód. Egy intézkedés egyszerre több módhoz is kapcsolódhat. Amennyiben az intézkedés célterülete egy közlekedési módhoz kapcsolódik, de más módra is hatással van, akkor a másodlagos módok nincsenek megjelölve.
- **Stratégia:** Bemutatja, hogy egy intézkedés hogyan kezel egy problémát, illetve hogyan ösztönöz fenntartható ingázásra.
- **Megközelítés:** A megvalósítás módjához kapcsolódik, éppen ezért intézkedéstípusnak is lehet nevezni. A megközelítés azokat az intézkedéseket helyezi egy csoportba, amelyek hasonló megvalósítási módszerrel rendelkeznek.
- **Anyagi vonzat:** Az intézkedés bevezetésével járó gazdasági feltételek áttekintése (pl. beruházási költségek).

- **Időkeret:** A bevezetett intézkedés végrehajtási idejének becslése, azonban nem foglalkozik az egyes intézkedések elfogadásával eltöltött idővel.

Összesen 64 intézkedést gyűjtöttünk össze, mint például infrastrukturális fejlesztések támogatása a kerékpárosok számára, ingázó csoportok létrehozása, a fenntartható közlekedési módok pénzügyi ösztönzése, transzferszolgáltatás biztosítása, a távmunka támogatása, parkolóhelyek kijelölése a telekocsizáshoz, a parkolási lehetőségek szabályozása, céges autó vagy kerékpár beszerzése, információ biztosítása az aktív ingázók számára, illetve az elektromos töltési lehetőségek támogatása. Az intézkedések közül hármat mutatunk be példaként (2. táblázat).

Az első intézkedés a „Támogató infrastruktúra biztosítása gyalogosok és kerékpárosok számára”, mint például zuhanyzók, öltözőszekrények és öltözőhelyiségek biztosítása, amely nagyon jellemző intézkedés az aktív közlekedési módok támogatására.

2. táblázat: Példa intézkedések				
Kategória	Opciók	1. Intézkedés	2. Intézkedés	3. Intézkedés
Közlekedési mód	Gyaloglás	Igen	Nem	Igen
	Kerékpározás	Igen	Nem	Igen
	Motor	Nem	Nem	Nem
	Autó	Nem	Igen	Nem
	Közösségi közlekedés	Nem	Nem	Igen
	Más járművek	Nem	Nem	Nem
Stratégia	Autóhasználat racionalizálása	Nem	Igen	Nem
	Aktív módok ösztönzése	Igen	Nem	Igen
	Közösségi közlekedés népszerűsítése	Nem	Nem	Igen
	Utazási szükséglet csökkentése	Nem	Nem	Nem
	Utazások csökkentése csúcsidőben	Nem	Nem	Nem
	Parkolás racionalizálása	Nem	Igen	Nem
	Elektromobilitás	Nem	Nem	Nem
Megközelítés	Programok	Nem	Nem	Igen
	Információ	Nem	Nem	Nem
	Infrastruktúra	Igen	Igen	Nem
	Ösztönzők	Nem	Nem	Nem
	Egyéb	Nem	Nem	Nem
Anyagi vonzat	Anyagi ösztönzők	Nem	Nem	Nem
	Beruházás rendszeressége	Egyszeri	Egyszeri	Nem
	Beruházás mértéke	Magas	Alacsony	Nincs
Időkeret	Megvalósítási szakasz	Középtávú	Rövidtávú	Rövidtávú

Ebben az esetben nagyobb mértékű infrastrukturális beruházásra van szükség, de csak egyszeri alkalommal, amely középtávon valószínűleg megvalósul.

A második intézkedés, a „Telekocsi járművek számára kijelölt parkolóhelyek létesítése a cég parkolójában”, a gépjárműhasználat ésszerűsítését célozza. Infrastruktúrához kapcsolódó intézkedés ez is, de alacsony beruházási szinttel, rövid idő alatt megvalósítható módon.

A harmadik intézkedés „Kerékpárral a munkába nap”, illetve „Közösségi közlekedéssel a munkába nap” megszervezése, amelynek célja több közlekedési módot is támogat. Ez az intézkedés kifejezetten a „lágý” ösztönzők közé tartozik, egy olyan program szervezése az alkalmazottak számára, ami elősegíti a fenntartható utazói magatartást. Az intézkedésnek nincsenek közvetlen költségei, és nem igényel infrastrukturális beruházást sem.

3. 2. Mobilitási kérdőívek kidolgozása

A mobilitási kérdőívek a bemeneti adatok gyűjtésére szolgálnak. A kutatás során a három fő befolyásoló tényezőt (munkavállaló, munkáltató, munkahely) megcélzó kérdőíveket alkalmazunk. Mindhárom kérdőívvel a hasznosság meghatározásához hozzájáruló adatokat gyűjtünk.

- Munkavállalói kérdőív: A tervezés alapja, amely numerikus adatokat tartalmaz a munkavállalók jelenlegi közlekedési szokásairól, valamint feltárja a jelenlegi mintákat befolyásoló okokat.
- Munkáltatói kérdőív: A szervezet struktúrájára és gyakorlataira, a munkavállalók szokásainak befolyásolására, továbbá közlekedési módokhoz és stratégiákhoz köthető munkáltatói preferenciákra és azok céljaira vonatkozó kérdőív.
- Helyszíni vizsgálat: A munkahely fizikai állományát felmérő értékelés az intézményben és a környezetében. A kérdőívvel a munkahelyi környezetet vizsgálva feltárhatók az egyes intézkedések bevezetésénél szerepet játszó lehetséges problémák és lehetőségek.

3. 3. Fenntarthatósági index meghatározása

Az egyes intézkedések fenntarthatósági szintjének becslése egy meglehetősen komplex folyamat, ahol minden esetben egyedi megközelítést kell alkalmazni. A fenntarthatósági index célja az intézkedések értékelése fenntarthatósági szempontból. Az index három fenntartható terület indikátorát foglalja magába: környezeti, társadalmi és pénzügyi.

- Környezeti: Károsanyag-kibocsátás csökkenésének hatása.
- Társadalmi: A szubjektív jólét többdimenziós koncepciójának egyén által érzékelt része.
- Pénzügyi: Az intézkedések gazdasági fenntarthatóságát jellemző indikátor.

A környezeti indikátor az intézkedéseket a kibocsátás-megtakarításban rejlő potenciáljuk alapján rangsorolja, mely az intézkedés stratégiai besorolása alapján becsült károsanyag-megtakarítás mértékének hatásait jelöli (3. táblázat).

3. táblázat: Környezeti indikátor hatásai

Stratégia	Hatás
Aktív módok ösztönzése	5
Utazási szükséglet csökkentése	5
Közösségi közlekedés népszerűsítése	4
Elektromobilitás	4
Autóhasználat racionalizálása	3
Parkolás racionalizálása	3
Utazások csökkentése csúcsidőben	2

A társadalmi indikátor egy komplex fogalom, amelyet objektíven és szubjektíven is mérhetünk. Az ingázással kapcsolatos szubjektív jólétre gyakorolt hatást a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat: Társadalmi indikátor hatásai

Stratégia	Hatás
Aktív módok ösztönzése	5
Utazási szükséglet csökkentése	4
Közösségi közlekedés népszerűsítése	4
Autóhasználat racionalizálása	3
Utazások csökkentése csúcsidőben	3
Parkolás racionalizálása	2
Elektromobilitás	2

A pénzügyi indikátor azzal függ össze, hogy az intézkedés mennyire gazdaságos a munkavállaló és a munkáltató számára (5. táblázat). Az anyagi ösztönzők kategória azt értékeli, hogy az intézkedés direkt módon anyagilag ösztönzi-e a munkavállalókat közlekedési módváltásra. Ha a válasz „igen”, akkor a legnagyobb hatást éri el, mivel a pénzügyi juttatások általában vonzóbbak a munkavállalók számára. Ha a válasz „nem”, attól még az intézkedés továbbra is előnyös lehet a felhasználó számára, függetlenül attól, hogy pénzügyi szempontból előnyös-e.

A beruházás mértéke kategóriát a gazdasági fenntarthatóság munkáltatói oldalról történő értékelésére használjuk. Az első kategória azt értékeli, hogy milyen gyakran történik a beruházás, tehát minél ritkább, annál fenntarthatóbb az intézkedés. A második a beruházás nagyságát értékeli, tehát minél alacsonyabb a beruházási szint, annál fenntarthatóbb. Megjegyzésként az egyszeri beruházás olyan intézkedéseknél jelenik meg, ahol a költségek jelentős része egy alkalommal jelenik meg. Nyilvánvalóan adódnak további költségek is, de azok nem részei a módszertannak.

3. 4. Intézkedések hatásainak kiszámolása

Az intézkedés hasznosságának meghatározásakor a cél egy átfogó értékelés megalkotása volt, amely az összes tárgyalt tényező és hatás figyelembevételével valósul meg. A hasznosság a mobilitási kérdőívek hasznossági értékéből és a fenntarthatósági index hatásából számított értékéből áll.

Először kiszámítjuk az egyes intézkedések mobilitási kérdőívekre vonatkozó hasznossá-

gát. Ez a három kérdőív elemeinek szorzata, amelyet az 1. egyenlet mutat be.

UV_{MQA} = \left(\prod_{Q=1}^n F_{AQ}\right)_{SA} \times \left(\prod_{Q=1}^n F_{AQ}\right)_{ER} \times \left(\prod_{Q=1}^n F_{AQ}\right)_{EE} \tag{1}

Ahol:

- UV_{MQA} az A intézkedéshez tartozó mobilitási kérdőívekre vonatkozó hasznossága.
- F_{AQ} az A intézkedéshez és Q kérdéshez tartozó elem.
- SA a helyszíni vizsgálat.
- ER a munkavállalói kérdőív.
- EE a munkáltatói kérdőív.

Az intézkedések hasznosságának fenntarthatóság szerinti kiszámításához figyelembe kell venni a fenntarthatósági index hatásait. A környezeti és a társadalmi indikátor értékei azonos módon számolhatók ki, azaz a hatások skálájának 0-1 közé történő normálásával, amit a 2. egyenlet ír le.

UV_{SIenvA} = \frac{\sum I}{5}, UV_{SIsoCA} = \frac{\sum I}{5} \tag{2}

Ahol:

- UV_{SIenvA} az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági index vonatkozó környezeti indikátor hasznossága.
- UV_{SIsoCA} az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági index vonatkozó társadalmi indikátor hasznossága.
- I intézkedés hatásának értéke.

A pénzügyi indikátor esetében hasonló megközelítés alkalmazható, azonban itt a maximális hatás értéke 3. Mivel a végén egyetlen

5. táblázat: Pénzügyi indikátor hatásai					
Anyagi ösztönzők	Hatás	Beruházás rendszeressége	Hatás	Beruházás mértéke	Hatás
Igen	3	Nincs	3	Nincs	3
-	2	Egyszeri	2	Alacsony	2
Nem	1	Alkalmanként	1	Közepes	1
-	0	Rendszeresen	0	Magas	0

érték létrehozása a cél, ezért a három tényezőhöz súlyokat rendeltünk. A pénzügyi ösztönző 40%-ot, a beruházás mértéke 40%-ot és a beruházás rendszeressége 20%-ot kapott, ahol mérnöki megfontolások alapján a beruházás mértéke erősebb hatásúnak tekinthető, mint a rendszeressége. A pénzügyi hatás kiszámításának módját a 3. egyenlet írja le.

$$UV_{SI_{finA}} = \left(\frac{I}{3} \times 0.4\right)_{FI} + \left(\frac{I}{3} \times 0.4\right)_{IL} + \left(\frac{I}{3} \times 0.2\right)_{IP} \quad (3)$$

Ahol:

- $UV_{SI_{finA}}$ az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági index vonatkozó pénzügyi indikátor hasznossága.
- FI a pénzügyi ösztönző.
- IL a beruházás mértéke.
- IP a beruházás rendszeressége.
- I intézkedés hatásának értéke.

Miután meghatároztuk az összes indikátor hasznossági értékét, a fenntarthatósági index hasznossági értéke is kiszámítható. A számítás nem egyszerűen a három mutató átlaga, hanem bevezettük az indikátorokhoz tartozó munkáltatói preferencia súlyt, amit a munkáltató saját belátása szerint határozhat meg az adott munkahelyen a három indikátor fontosságának függvényében. A 4. egyenlet a hasznossági érték számítási módszerét mutatja be.

$$UV_{SIA} = UV_{SI_{envA}} \times \alpha_{env} + UV_{SI_{socA}} \times \alpha_{soc} + UV_{SI_{finA}} \times \alpha_{fin} \quad (4)$$

Ahol:

- UV_{SIA} az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági indexre vonatkozó hasznossága.
- $UV_{SI_{envA}}$ az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági index vonatkozó környezeti indikátor hasznossága.
- $UV_{SI_{socA}}$ az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági index vonatkozó társadalmi indikátor hasznossága.
- $UV_{SI_{finA}}$ az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági index vonatkozó pénzügyi indikátor hasznossága.
- α_{env} a környezeti indikátorra vonatkozó munkáltatói preferencia súly.

- α_{soc} a társadalmi indikátorra vonatkozó munkáltatói preferencia súly.
- α_{fin} a pénzügyi indikátorra vonatkozó munkáltatói preferencia súly.

A hasznossági érték a mobilitási kérdőívek és a fenntarthatósági index kombinációjából kiszámolható az egyes intézkedésekre adott végső pontszám. A két részpontszámot elosztva a maximálisan elért pontszámokkal az eredmény értékeinek skálája 0 és 1 között lesz. A számítási módszert az 5. egyenlet mutatja be.

$$UV_A = \frac{UV_{MQA} + UV_{SIA}}{\max(UV_{MQ} + UV_{SI})} \quad (5)$$

Ahol:

- UV_A az A intézkedéshez tartozó hasznosság.
- UV_{MQA} az A intézkedéshez tartozó mobilitási kérdőívekre vonatkozó hasznosság.
- UV_{SIA} az A intézkedéshez tartozó fenntarthatósági indexre vonatkozó hasznosság.
- UV_{MQ} a mobilitási kérdőívekre vonatkozó maximális hasznosság.
- UV_{SA} a fenntarthatósági indexre vonatkozó maximális hasznosság.

Az intézkedés hasznossága tehát a mobilitási kérdőívek és a fenntarthatósági index értékeiből adódik össze. Az egyes intézkedésekhez rendelt numerikus eredmények lehetővé teszik az intézkedések rangsorolását. A legmagasabb értékkel bíró intézkedés lesz leginkább alkalmas az adott munkahelyen történő megvalósításra, a legalacsonyabb értékű intézkedés bevezetése pedig a legkevésbé javasolt.

4. EREDMÉNYEK

Az esettanulmányt a Közlekedéstudományi Intézetben (KTI) valósítottuk meg, amely egy budapesti nonprofit, állami tulajdonú intézmény. A tanulmány a központi telephelyre fókuszált, ahol nagyjából 500 munkavállaló dolgozik. A kutatás az adatgyűjtéssel kezdődött a munkáltatói kérdőív interjú formában történő

kitöltésével és a helyszíni vizsgálat végrehajtásával, amit a munkavállalói kérdőív kitöltése követett.

A munkáltatói kérdőív azokról az adott munkahelyhez kapcsolódó intézkedésekről gyűjt információt, amelyek a munkavállalók napi ingázását befolyásolják. A KTI jelenleg nem rendelkezik az ingázási szokásokra hatást gyakorló szigorú irányelvekkel, azonban létezik néhány közösségi közlekedést segítő és az utazási szükségletet csökkentő alkalmasszerű intézkedés. Ezen intézkedések elsősorban a vállalati gépjárművekre, a „Bringázz a munkába” kampányra, a kerékpározásra, a gyalogos infrastruktúra fejlesztésére, a közösségi közlekedés kedvezményes igénybevételére, a flexibilis munkaórákra, a távmunkára, valamint az ingázóknak küldött hírlevelére összpontosítanak.

A helyszíni vizsgálat fő célja a munkahely jelenlegi elérhetőségének felmérése volt. A KTI fővárosi székháza egy jelentős közlekedési csomópont vonzáskörzetében található, ebből fakadóan a helyszín közforgalmú közlekedési kapcsolatai megfelelőek. A munkahely saját parkolóterülettel rendelkezik, emellett a munkahely közelében további közterületi parkoló, köztük számos P+R parkoló is elérhető. A bejárat mellett kerékpár-parkolóhelyek kerültek kialakításra, az épület pedig zuhanyzóval és öltözőszekrényekkel is ellátott. Bár a munkahelytől a kerékpáros infrastruktúra könnyen elérhető, a gyalogos infrastruktúra a központi telephely közelében hiányos kiépítésű, helyenként nehezen járható.

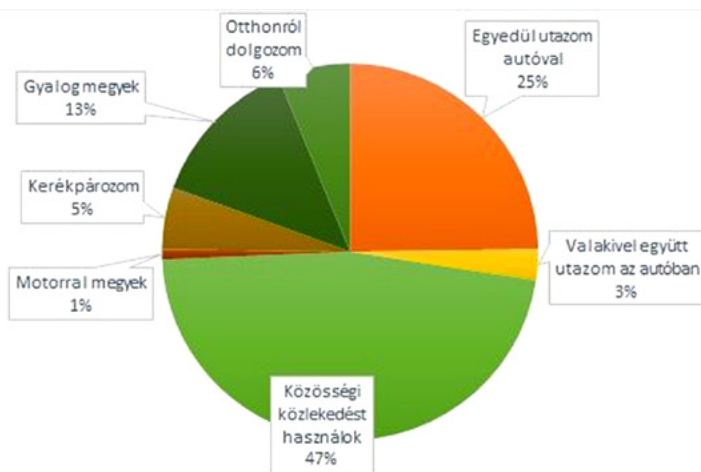
A munkavállalói kérdőív során a munkavállalók ingázási adatait gyűjtöttük össze. Az adatfelvétel egy online kérdőív segítségével történt, 2020. április 22. és 2020. május 6.

között, amit a KTI munkatársai kaptak meg. A kérdőívre 91 válasz érkezett, amelynek eredményei a jelenlegi ingázási mintákba és utazói preferenciákba engednek bepillantást, megmutatva a munkavállalók körében népszerű intézkedéseket is. A közlekedési módok megoszlása (1. ábra) a munkavállalók jelenlegi módválasztását tükrözi, és ez alapján elérendő célok kitűzésére is lehetőséget ad. A KTI központi telephelye esetében ez több, mint 70%-ban fenntartható közlekedési mód használatát jelenti. A közösségi közlekedés az összes ingázó utazás 47%-át teszi ki, ezt követi 25%-kal az egyéni személygépjármű és 13%-kal a gyaloglás. Emellett a kerékpár, a telekocsi, és a motorkerékpár részesedik a közlekedési módmegoszlásból. Nem érkezett visszajelzést taxi használatra, ingajáratra, gépjárműmegosztásra, kerékpármegosztásra, és rollermegosztásra. Viszont az otthoni munkavégzés 6%-ban tudja kiváltani az utazásokat. Fontos megjegyezni, hogy a kérdőív a pandémia elején készült, és kifejezetten arra kértük a kitöltőket, hogy a pandémia előtt szokásos utazásaikról írjanak.

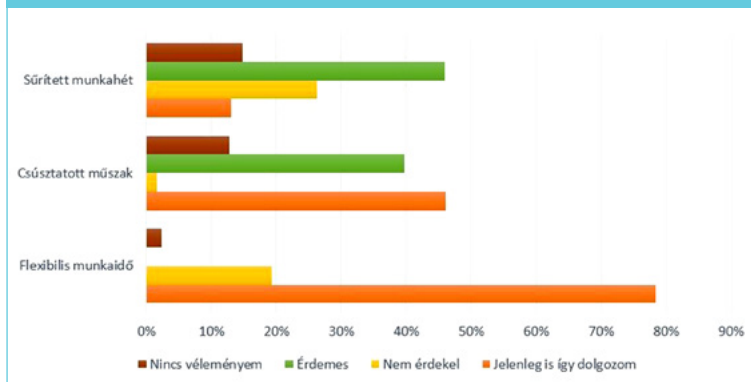
4.1. Közlekedési szokások elemzése

Az utazások nagy része fenntartható módon történik, ami pozitív eredmény. Továbbá az is elfogadható, hogy az utazásoknak majd-

1. ábra: A Közlekedési módok megoszlása



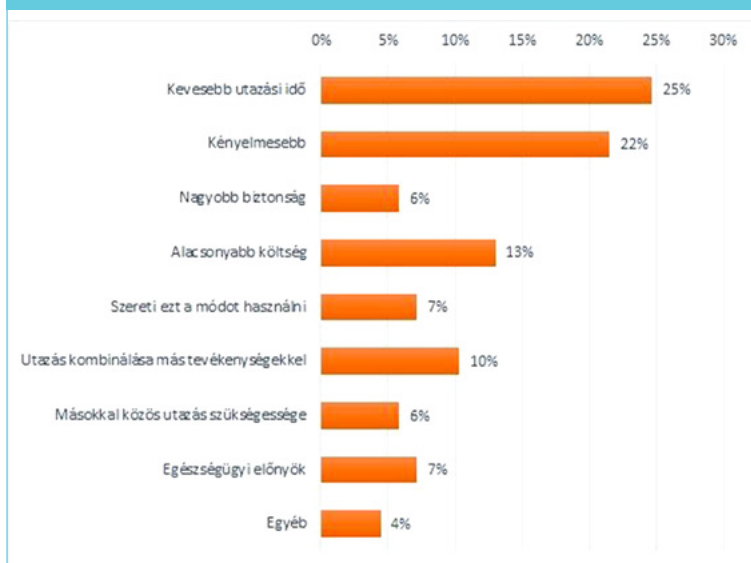
2. ábra: A munkaidő flexibilitása



nem a fele közösségi közlekedéssel történik. Ennek fő oka, hogy a munkahely környékén a közösségi közlekedés infrastruktúrája jól kiépített. Az aktív közlekedési módok összességében 18%-ot tesznek ki, az első helyen a gyaloglás áll. Az aktív közlekedési módok kombinálásával tovább növelhető a fenntarthatóság, ami a munkavállalók körében preferenciaként szerepel. További cél az egyéni gépjárműhasználat csökkenése, amit a stratégiák jó része tartalmaz, például a telekocsi-val történő utazások köré szerveződő csoportok támogatása.

ról akkor beszélhetünk, ha a kezdő és befejező munkaórák a hét napjain eltérnek. Ez abban különbözik a flexibilis munkaidőtől, hogy az csúsztatott műszakok fix óraszámot jelentenek minden napra. A munkavállalók közel fele csúsztatott műszakokban dolgozik, míg 40% nem ebben a rendszerben dolgozik, és nem is szeretne a jövőben sem. Mindkét munkaszervezési módszer hasznos a városközpontban és a munkahely közelében a csúcsforgalom elkerülésére. A sűrített munkahetek azt jelentik, hogy a munkavállaló naponta egy átlagos napnál több órát dolgozik,

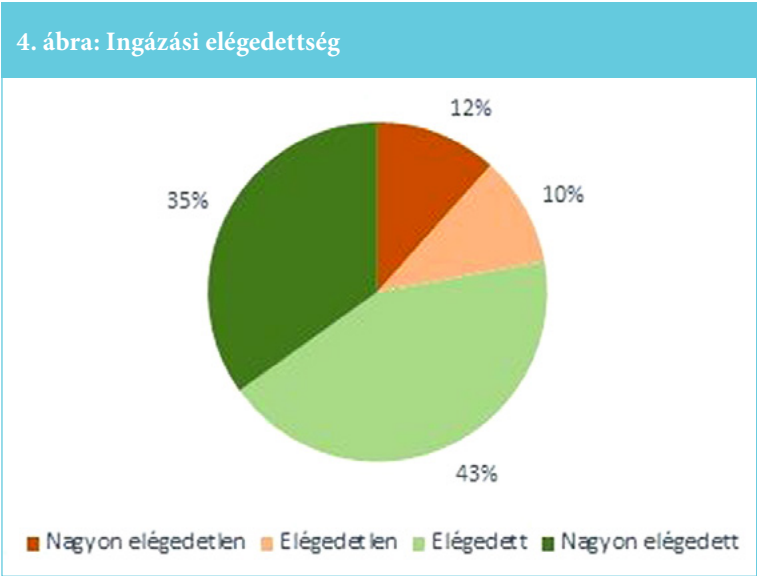
3. ábra: A közlekedési mód választásának okai



A következőkben a munkaidő flexibilitását vizsgáljuk (2. ábra). A munkáltatói kérdőív alapján az intézményben flexibilis munkaidő van érvényben. Ez a megérkezés és az elindulás időpontjára vonatkozik, ami flexibilis a heti óraszám eléréséig. A kérdőív alapján a munkavállalók 78%-a használja a flexibilis munkaidőt. Csúsztatott műszak-

de a héten összességében kevesebb napot. Ez szintén jó stratégia az utazási szükségletek csökkentésére, azonban a munkavállalók többsége nem él ezzel. A kérdőívben 46%-uk visszaautásítja, ennek ellenére 26%-uk igényt tartana a munkabeosztás ilyen módon történő szervezésre.

A 3. ábra az egyes közlekedési módok választása mögött álló indokokat mutatja. A legmeghatározóbb indokok a kevesebb utazási idő (25%) és a magasabb komfortfokozat (22%).



A 4. ábrán az ingázási elégedettség jelenik meg. Jelenleg a munkavállalók 88%-a azt gondolja, hogy valamennyire elégedett az ingázásával, míg mindössze 22% nem elégedett. Ez azt mutatja, hogy az új közlekedési módok népszerűsítése kihívást jelenthet, hiszen az elégedetlen ingázók szokásainak megváltoztatása sokkal

könnyebb. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy az elégedett ingázók ne változtathatnának a szokásaikon megfelelő intézkedések bevezetése esetében.

4.2. Intézkedések rangsorolása

A munkahelyre vonatkozó legmegfelelőbb intézkedések kiválasztásához és rangsorolásához az 5. egyenlet segítségével a munkavállalók és a munkáltatók által megadott bejövő információ alapján

ki kell számolni az intézkedések hasznossági értékeit. Először a mobilitási kérdőívek hasznossági értékét számoltuk ki, ezután a fenntarthatósági index hasznossági értékét határoztuk meg a munkáltató által megadott preferencia súlyok alapján. Az esettanulmányban a munkáltató a környezeti kérdé-

6. táblázat: Intézkedések hatásainak értékei és rangsorolása az esettanulmány alapján								
Intézkedés	Hasznosság	Rangsor	Intézkedés	Hasznosság	Rangsor	Intézkedés	Hasznosság	Rangsor
1	0.819	46	23	0.917	16	45	0.958	8
2	0.918	15	24	0.969	6	46	0.906	21
3	0.909	18	25	0.859	36	47	0.871	32
4	0.814	47	26	0.831	44	48	0.838	41
5	0.942	12	27	0.398	58	49	0.804	50
6	0.913	17	28	0.824	45	50	0.804	50
7	0.372	59	29	0.896	24	51	0.894	26
8	0.292	62	30	0.805	49	52	0.861	34
9	1.000	1	31	0.814	47	53	0.259	63
10	0.995	2	32	0.362	60	54	0.903	22
11	0.859	36	33	0.856	38	55	0.833	43
12	0.892	27	34	0.235	64	56	0.778	54
13	0.995	2	35	0.798	52	57	0.957	9
14	0.873	30	36	0.701	55	58	0.868	33
15	0.995	2	37	0.428	56	59	0.798	52
16	0.843	40	38	0.409	57	60	0.972	5
17	0.922	14	39	0.900	23	61	0.959	7
18	0.871	32	40	0.908	18	62	0.950	11
19	0.885	28	41	0.909	18	63	0.339	61
20	0.924	13	42	0.955	10	64	0.861	34
21	0.838	41	43	0.895	25			
22	0.875	29	44	0.852	39			

seket részesítette leginkább előnyben. Végül elvégeztük a hasznosság értékének kiszámítását, amelynek eredményeként az intézkedések hasznossági értékeit és rangsorolását a 6. táblázat mutatja be.

Összesen 23 intézkedés érte el a legmagasabb besorolású intézkedés értékének legalább 90%-át, ami azt jelenti, hogy gyakorlatilag ezek mind megfelelő és támogatható intézkedések a fenntartható munkahelyi mobilitás céljainak elérése érdekében. Általában nem minden megfelelő intézkedés valósítható meg egyszerre, ezért a legmagasabb hasznossági értékekkel rendelkező, így várhatóan legalkalmasabb intézkedéseket kell kiválasztani.

Kilenc olyan intézkedés van, amelyeket ebben az esettanulmányban nem preferáltak, ezek a rangsor végén találhatók. A legtöbb esetben az intézkedéseket azért nem támogatták, mert a munkáltató már megvalósította ezt a megoldást vagy nem akart befektetni ebbe a stratégiába. Például az utazási támogatás az alkalmazottak számára vagy a rugalmas munkaidő bevezetése már érvényben volt.

A legjobb intézkedések kiválasztásakor az intézkedések hasznosságát vettük alapul. Az eredmények alapján a 10 legmagasabban rangsorolt intézkedés a 7. táblázatban látható.

7. táblázat: Az esettanulmány legmagasabban rangsorolt intézkedései

Rangsor	Intézkedés
1	Kamatmentes kölcsön biztosítása a munkavállalóknak kerékpárvásárlás céljából
2	A kerékpárral megtett kilométerek visszatérítése ingázás esetén
3	Anyagi hozzájárulás a kerékpározáshoz szükséges kiegészítők és szolgáltatások vásárlásához
4	Kerékpáros ingázó felhasználói csoport létrehozása
5	Kerékpárjavító központ üzemeltetése vagy partnerkapcsolat egy közeli kerékpár szervizzel
6	Gyalogos ingázó csoportok kialakítása
7	Új alkalmazottaknak tájékoztató csomag az ingázási lehetőségekről
8	Anyagi hozzájárulás P+R parkoló használatához
9	Forgalomcsökkentő intézkedések bevezetése a munkahely környezetében
10	Kijelölt parkolóhelyek telekocsis gépjárműveknek a parkolóban

A legmagasabb értékkel rendelkező intézkedések az aktív módokhoz kapcsolódnak. Az első három intézkedés a kerékpárvásárlást, a kerékpárral megtett kilométerek visszatérítését és kerékpáros kiegészítők vásárlását támogató anyagi ösztönzést célozza meg. A negyedik intézkedés egy program alapú megközelítést szorgalmaz, ami ez esetben a kerékpáros ingázó csoportok kialakítása. Az ötödik a helyi infrastruktúra fejlesztését célozza meg egy kerékpárjavító központ kialakításával. Ezek az intézkedések azért is lettek kiválasztva, mert a fenntarthatóság szempontjából rendkívül értékesek, egyben a munkavállalók számára ösztönzőket jelentenek alacsony beruházási költség mellett.

A többi magasban rangsorolt intézkedés különböző stratégiákhoz kapcsolódik. Két intézkedés köthető a gépjárműközlekedéshez és a közösségi közlekedés használatához, amelyekkel a P+R parkolók használata támogatható, illetve kijelölt parkolóhelyek kínálhatók a telekocsival érkezők számára. Az új munkavállalók kezdő információs csomagjának megvalósítása minden közlekedési módhoz kapcsolódik. A gyalogos ingázó csoport kialakítása közvetlenül kapcsolódik a gyalogos felhasználókhoz, a forgalomcsökkentő intézkedések pedig az aktív módokhoz, mivel ez utóbbival mind a gyaloglás, mind a kerékpározás ösztönözhető.

5. ÖSSZEGZÉS

A kifejlesztett módszer célja a munkahelyi közlekedési tervek során bevezetendő intézkedések kiválasztásának és rangsorolásának támogatása. Számos intézkedést gyűjtöttünk össze és kategorizáltunk, illetve kiszámoltuk az egyes intézkedések hasznosságát, amelyhez kidolgoztuk a mobilitási kérdőíveket és a fenntarthatósági indexet. A hasznosságot a munkavállalók véleménye, a munkáltatók elképzelései, és a munkahelyi környezet felmérése alapján határoztuk meg. A hasznosság értéke befolyásolja az intézkedések sorrendjét a munkahelyi közlekedési tervben, segítségével megállapítható, hogy mely intézkedések a leginkább alkalmasak egy adott munkahely számára. A módszerrel támogatható a munkahelyi közlekedési terveket kidolgozó szakemberek mun-

kája, hiszen számszerű eredmények és rangsor alapján tudnak döntést hozni a megvalósítandó intézkedések kiválasztása során.

Továbbfejlesztési lehetőségként meg lehetne vizsgálni, hogy az intézkedések megvalósítása után milyen mértékben használják a munkavállalók az új közlekedési lehetőségeket. Ennek mérhetőnek és ellenőrizhetőnek kell lennie, amit rendszeres visszaméréssel, például elégedettségi kérdőívek kiküldésével lehetne megvalósítani. Illetve a jövőben a módszert más helyszíneken is ki lehetne próbálni, hogy még több tapasztalatot lehessen gyűjteni a módszer hatékonyságával kapcsolatban.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az adatgyűjtésben és a kutatás megvalósításában nyújtott támogatást köszönjük a KTI vezetőinek és munkatársainak.

A cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült (BO/00090/21/6).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Goulden M., Ryley T., Dingwall R. (2014) Beyond 'predict and provide': UK transport, the growth paradigm and Goulden M., Ryley T., Dingwall R. (2014) Beyond 'predict and provide': UK transport, the growth paradigm and climate change, *Transport Policy*, Vol. 32, pp. 139-147, DOI: <https://doi.org/f5xd4v>
- [2] Gudmundsson H., Hall R.P., Marsden G., Zietsman J. (2016) *Transportation and Sustainability*, Sustainable Transportation, Springer Texts in Business and Economics. Springer, Berlin, Heidelberg, DOI: <https://doi.org/h9qz>
- [3] Hickman R., Hall P., Banister D. (2013) Planning more for sustainable mobility, *Journal of Transport Geography*, Volume 33, pp. 210-219, DOI: <https://doi.org/pvz>
- [4] Buehler R., Pucher J., Gerike R., Götschi T. (2017) Reducing car dependence in the heart of Europe: lessons for German, Austria, and Switzerland, *Transport Reviews*, Vol. 37, No. 1, pp. 4-28., DOI: <https://doi.org/gfpm46>
- [5] Bamberg S., Fujii S., Friman M., Gärling, T. (2011) Behaviour theory and soft transport policy measures, *Transport policy*, Vol. 18, Issue 1, pp. 228-235, DOI: <https://doi.org/cwcgdc>
- [6] Arsenio E., Martens K., Di Ciommo F. (2016) Sustainable urban mobility plans: Bridging climate change and equity targets?, *Research in Transportation Economics*, Volume 55, pp. 30-39, DOI: <https://doi.org/f8tj9q>
- [7] Nocera S., Bruzzone F. (2019) The Effectiveness of Strategies to Reduce External Costs from Commuting in Central Europe, *Computational Science and Its Applications ICCSA 2019, Lecture Notes in Computer Science*, Vol 11620, Springer, Cham, pp. 105-119, DOI: <https://doi.org/h9q2>
- [8] Chatterjee K., Chng S., Clark B., Davis A., De Vos J., Ettema D., Handy S., Martin A., Reardon L. (2019) Commuting and wellbeing: a critical overview of the literature with implications for policy and future research, *Transport Reviews*, Vol 40, Issue 1, pp. 5-34, DOI: <https://doi.org/gg9wtc>
- [9] Hasnine S., Habib K. H. (2020) Transportation demand management (TDM) and social justice: A case study of differential impacts of TDM strategies on various income groups, *Transport Policy*, online first, DOI: <https://doi.org/gh6cps>
- [10] Enoch M. (2016) *Sustainable Transport, Mobility Management and Travel Plans*, Routledge, London, United Kingdom, ISBN: 9781315611563, DOI: <https://doi.org/h9q3>
- [11] Rye T., Green C., Young E., Ison S. (2011) Using the land-use planning process to secure travel plans: an assessment of progress in England to date, *Journal of Transport Geography*, Vol. 19, Issue 2, pp. 235-243, DOI: <https://doi.org/fvdkp6>
- [12] Esztergár-Kiss D., Tettamanti T. (2019) *Stakeholder Engagement in Mobility Planning, Autonomous Vehicles and Future Mobility*, Elsevier, pp. 113-123, ISBN: 9780128176962, DOI: <https://doi.org/ddpk>
- [13] Sprumont F., Viti F., Caruso G., König A. (2014) Workplace relocation and mobility changes in a transnational metropolitan area: The case of the Univer-

- sity of Luxembourg, *Transportation Research Procedia*, Vol. 4, pp. 286-299, DOI: <https://doi.org/gd4wf2>
- [14] Petrunoff N., Wen L. M., Rissel C. (2016) Effects of a workplace travel plan intervention encouraging active travel to work: outcomes from a three-year time-series study, *Public Health*, Vol. 135, pp. 38-47, DOI: <https://doi.org/gqpw5t>
- [15] Cairns S., Newson C., Davis A. (2010) Understanding successful workplace travel initiatives in the UK, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 44, Issue 7, pp. 473-494., DOI: <https://doi.org/bkm8rw>
- [16] Vanoutrive T., Van Malderen L., Jourquin B., Thomas I., Verhetsel A., Witlox F. (2010) Mobility management measures by employers: overview and exploratory analysis for Belgium, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Vol. 10, Issue 2, pp. 121-141, DOI: <https://doi.org/h9q4>
- [17] Petrunoff N., Rissel C., Wen L. M., Martin, J. (2015) Carrots and sticks vs carrots: Comparing approaches to workplace travel plans using disincentives for driving and incentives for active travel, *Journal of Transport & Health*, Vol. 2, Issue 4, pp. 563-567, DOI: <https://doi.org/f74tbf>
- [18] Gruyter C. D., Rose G., Currie G., Rye T., van de Graaf E. (2018) Travel plans for new developments: a global review, *Transport Reviews*, Vol. 38, Issue 2, pp. 142-161, DOI: <https://doi.org/gfpm6c>
- [19] Richter J., Friman M., Gärling T. (2011) Soft Transport Policy Measures: Gaps in Knowledge, *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol 5., Issue 4, pp. 199-215, DOI: <https://doi.org/ckngkf>
- [20] Graham-Rowe E., Skippon S., Gardner B., Abraham C. (2011) Can we reduce car use and, if so, how? A review of available evidence, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol.45, Issue 5, pp. 401-418, DOI: <https://doi.org/d4nr29>



Ranking of measures in workplace transport plans through a domestic example

Nowadays, a shift away from traditional approaches towards more sustainable transport solutions can be observed. Transport demand management strategies can be used to support these solutions, which are, in many cases, linked to commuting to work. Workplace travel plans encourage employees to choose active transport modes and develop sustainable travel habits. The research presents a framework related to workplace travel plans that links employees' expectations with employers' intentions and the specific opportunities of the workplace.



Erstellung der Rangfolge von Maßnahmen der betrieblichen Verkehrspläne auf Grund eines ungarischen Beispiels

Heutzutage ist eine Verschiebung der Transportlösungen von den traditionellen zu den nachhaltigeren Ansätzen zu beobachten. Zur Unterstützung dieser Lösungen es können Strategien für das Management der Verkehrsnachfrage eingesetzt werden, die in vielen Fällen mit dem Pendeln zum/vom Arbeitsplatz verknüpft sind. Die Transportpläne des Arbeitsplatzes ermutigen die Mitarbeiter, aktive Transportmittel zu wählen und nachhaltige Reisegewohnheiten zu entwickeln. Es wird ein Rahmenwerk in Bezug auf die betrieblichen Verkehrspläne vorgestellt, das die Erwartungen der Arbeitnehmer mit den Absichten der Arbeitgeber und den individuellen Möglichkeiten des Arbeitsplatzes verbindet.

Városi logisztikai rendszer vizsgálata SULP-módszertannal

A SULP-módszertan egy újfajta elemzési eszköz a szakma kezében, amivel a vizsgált település és a hozzá kapcsolódó régió logisztikai áruszállítói rendszerét lehet elemezni több szempont alapján, amelyek közül kiemelkedik a fenntarthatóság.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.5.3>

Balog Zoltán Gábor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Út és Vasútépítési Tanszék
okl. építőmérnök
e-mail: balog.zoltan@epito.bme.hu

1. BEVEZETÉS

Az európaiak 82%-a 2050-re városokban fog élni, ezért a városi közlekedéssel kapcsolatos kérdéseket a funkcionális városi területek (Functional Urban Area – FUA) szempontjából kell kezelni, figyelembe véve a belső városi központok és a környező városi területek közötti funkcionális szállítást és gazdasági kapcsolatokat. Így érik el a politikák területi és gazdasági fejlődésén keresztül a közép-európai városokat.

A SULPITER (Sustainable Urban Logistics PlannIng To Enhance Regional freight transport) projekt támogatja a politikai döntéshozókat a FUA szállítási jelenségeinek megértésében energiai és környezeti szempontokból. A 2016. június 1-jén indított hároméves projekt célja az európai nagyvárosi térségek logisztikai rendszerének, elsősorban a teherszállítási szokásoknak a módosítása, javítása azzal a céllal, hogy élhetőbb városi környezet jöjjön létre, és az Európai Unió által megfogalmazott széndioxid mentes teherszállítást megvalósítsa. A projekt egyik legfontosabb célkitűzése, hogy támogassa a

helyi önkormányzatokat a projekt – és a helyi közlekedéstervezés – központi elemét képező ún. Fenntartható Városi Logisztikai Tervek (Sustainable Urban Logistics Plan, röviden: SULP-ok) kidolgozásában, majd gyakorlati bevezetésében.

Abból a célból, hogy a SULPITER projekt valóban a létező regionális szükségletekre adjon optimális választ, a projekt első lépése, hogy olyan nemzetközi vizsgálati módszereket fejlesszen ki és alkalmazzon – köz- és magánszektorbeli résztvevők segítségével –, amelyek révén jobban megismerhetjük a teherfuvarozás természetét és működését, ezzel segítve a döntéshozókat a megfelelő szabályozás megalkotásában. A projekt részeként kidolgozásra kerültek tréningek is, amelyek által a SULPITER arra serkenti majd az európai polgárokat és döntéshozókat, hogy ők is hathatósan hallassák hangjukat jövőnk közös formálása érdekében.

A projekt célja a funkcionálisan összetartozó városi területeken történő fenntartható városi logisztikai tervezés kifejlesztése és meghonosítása, a Fenntartható Városi Mobilitási Tervek-

kel kapcsolatos európai uniós irányelvekkel összhangban, a logisztikai tervezést mindezzel jóval szélesebb kontextusba helyezve – a városi logisztika megközelítése ugyanis évekig csak egy-egy település közigazgatási határán belülre korlátozódott. A Sulpiter a közlekedésszabályozás céljai közé emeli az energiafelhasználás csökkentését. Ezt nem csak technikai változtatásokkal kívánja elérni, hanem új szempontként a teherforgalom, a térségi tervezés és a helyi kormányzás szervezetének, valamint eddig rögzült viselkedési mintáinak megváltoztatásával is.

A Sulpiter projekt által megcélzott funkcionálisan összetartozó városi területek olyan közös kihívásokkal néznek szembe, mint a teherfuvarozással kapcsolatos problémák növekedése, ezen belül az áruforgalom intenzitásának és szétaprózódásának növekedése, jelentős forgalomműködés a logisztikai és multimodális csomópontok körül, valamint azok jelenleg sem egységes kezelése. S végül, de nem utolsó sorban egy további fontos szempont, amelyet nem szabad a projekt során figyelmen kívül hagyni: a fokozódó érdeklődést a személyszállítás és az áruforgalom között.

A Sulpiter támogatta a döntéshozókat abban, hogy jobban megértsék a FUA-k áruszállítási jelenségeit energetikai és környezetvédelmi szempontból. A projekt növelte a döntéshozók tapasztalatait a városi teher- és áruszállítási mobilitás tervezésében, hogy fenntartható városi logisztikai terveket (SULP) dolgozzanak ki és fogadjanak el. A bolognai, budapesti, pozsoni, bresciai, stuttgarti, maribori és fiumei döntéshozók további helyi, regionális és nemzeti, nem partner hatóságokkal, valamint technikai partnerekkel dolgoztak együtt.

2. Sulpiter metódika

2.1. Fenntartható városi logisztikai terv felépítése

Egy település fenntartható városi logisztikai tervének összeállítása hosszú folyamat, amelynek oka leginkább az időigényes adatgyűjtés. Egy városi Sulp helyzetképet mutat be egy város és vonzáskörzetének logisztikai helyzetéről, az áruszállítás infrastruktúrájának állapotáról, mivel azonban egy város áruszállítási rendszere önmagában nem értelmezhető, regionális módon kell a vizsgálati területet elemezni, és bizonyos szinten az adott városon kívülre kiterjeszteni.

A fenntartható városi logisztikai tervben érdemes a vizsgálati terület bemutatni, elsősorban az adott település általános jellemzésére kitérően, illetve ismertetni regionális szerepét. Fontos az úgynevezett funkcionális városi körzetek bemutatása is. A Sulp elkészítésének egyik kulcsfontosságú pontja a körzetek jó megválasztása. A körzetek megválasztásának szabályairól a Sulpiter által elkészített kézikönyv részletes leírást közöl. A körzetek lehetnek a városnak kisebb területei (nagyobb település esetén), maga az egész város, illetve több település is alkothat egy-egy körzetet. Fontos a körzetek megválasztásánál az infrastruktúra felépítése, de figyelembe kell venni a közigazgatási körzeteket is. A körzetek megválasztása után fontos azok kapcsolatának vizsgálata, ami elsősorban a forgalmi viszonyok vizsgálatát jelentik.

A körzetek vizsgálatának – és egyben a Sulpnak – fontos része az adatok begyűjtése a többszempontú elemzéshez. Az elemzésnél nem csak a forgalmi, de a közigazgatási, a tár-

1. ábra: Sulp készítés folyamata



sadalmi, a környezeti és a gazdasági területet is meg kell vizsgálni, a szükséges adatokat begyűjteni a megfelelő analízishez. Az adatok lehetnek nyílt forrásból vagy fizetett nyilvántartásokból származó adatok, de saját gyűjtésűek is. Nagyon fontos, hogy az adatokat minden érintett szemszögből megvizsgáljuk.

Az adatok feldolgozása, a megfelelő értékelés után azokból kvalitatív és kvantitatív következtetések számíthatók. Az elemzés egyik legjellemzőbb mutatószámát, a logisztikai fenntarthatósági indexet (LSI – Logistics Sustainability Index), is az adatokból kapott eredmények után lehet megállapítani. A város fenntarthatósági terve esetén egy helyzetképet állapít meg a mutató, de az LSI alkalmas lehet egy intézkedés alkalmasságának, hatásának bemutatására is. Az LSI számítására szintén készült a nemzetközi együttműködésben egy eljárás, amely később kerül ismertetésre.

Fontos az adatok és a számítások metodikájának bemutatása, a módszertan ismertetése, hogy az a továbbiakban alkalmazható, és a későbbi vagy a korábbi elemzésekkel összevethető legyen. A helyzetelemzésnél fontos a problémák bemutatása mellett a javaslatok tétele, illetve vizsgálni kell, hogy milyen jogi, anyagi és politikai környezetben kell a problémákra megoldásokat találni, mennyire megvalósítható az adott javaslatcsomag.

A Sulp és a ma gyakran készített Sump között közvetlen összefüggés nincs, a két terv egymástól függetlenül elkészíthető. Ugyanakkor a tervek készítése során attól függően, hogy esetlegesen melyik készült előbb, érdemes megismernedni a már elkészült tervekkel, hiszen azok megfelelő alapadatokkal szolgálhatnak.

2.2. Funkcionális városi körzet (FUA)

A Sulpiter metodika első lépése a funkcionális városi körzet (FUA) meghatározására és az adatgyűjtésre vonatkozik a FUA jellemzése érdekében. Összegyűjti az információkat a városi áruszállítási rendszerrel kapcsolatban az összes érintettől. A FUA jellemzését vizsgálattal (felmérések, forgalomszámlálás)

kell elvégezni, dimenziót kell adni a városi áruszállítási szolgáltatások iránti igénynek és a kínálatnak (szolgáltatások, üzemeltetők, infrastruktúrák stb.).

Először meg kell határozni a funkcionális városi körzet határait és zónáit, amelyeket az áru-fuvarozás megértése érdekében kell vizsgálni. A meghatározást a helyi sajátosságok (például város, nagyvárosi terület) szerint kell végezni, figyelembe véve a különböző érdekelt – az állami és a magánszféra – követelményeit az áruk mobilitásával kapcsolatban. Azonban a körzethatároknak nem kell egybeesniük a településrendezési, mobilitási vagy már egyéb meglévő körzetbeosztással. Valójában alapvető fontosságú a különböző érdekelt célkitűzéseinek felismerése, amelyek szerepelhetnek a már létező tervekben (például Sump, Sulp), felméréseken vagy más megközelítéseken (például Freight Quality Partnerships) keresztül kell gyűjteni. A FUA földrajzi és adminisztratív határait egyszerre kell szem előtt tartani figyelembe véve az adatok összegyűjtésének tényleges lehetőségét és az intézkedések végrehajtását.

Miután a FUA határait megállapították, a területet homogén forgalmi zónákra kell osztani annak érdekében, hogy a térség mobilitását (árumozgások) koherens módon reprezentálja a szállítási O / D mátrixok segítségével. Ezeket a zónákat arra is fel lehet használni, hogy felméréseket végezzenek. Ezért a Sulpiter által készített útmutató javasolja, hogy a körzethatárok kialakításánál a népszámlálási területek határait vegyük figyelembe. A kialakult körzetek tehát települések vagy több települést magában ölelő zónák, amelyeknek határai az adott település(ek) közigazgatási határai lesznek.

A FUA megköveteli a szállítási igényeket befolyásoló területi, társadalmi és gazdasági jellemzőkre vonatkozó információk összegyűjtését, mint például: lakosok, kereskedelmi tevékenységet végzők (pl. üzletek, bárók, éttermek stb.), az alkalmazottak, a logisztikai szolgáltatók (pl. a nagykereskedők), stb. Ezen túlmenően meg kell határozni az úthálózat fő jellemzőit (kapacitások, szolgáltatási szintek,

tranzitidő és költségek), a jelenlegi szabályozással, logisztikai csomópontokkal, technológiával (pl. kamerák, forgalomszámláló rendszerek).

Ehhez adatok gyűjtésére van szükség az alábbi témákban:

- A térségben jelen lévő és a NACE-kódok (A gazdasági tevékenységek egységes ágazati osztályozási rendszere az EU tevékenységi osztályozásának, a NACE Rev.2-nek magyar nyelvű változata. Az 1893/2006/EK rendelet alapján 2008. január 1-jétől a TEÁOR'08-at alkalmazzuk a gazdasági egységek főtevékenységének meghatározására, a gazdasági és társadalmi mutatók számításánál, valamint a statisztikai adatok publikálásánál.) szerint kiválasztott hivatalos tevékenységek a hivatalos adatbázisokból (Nemzeti Statisztikai Hivatal, Kereskedelmi Kamara).
- A szállítási és logisztikai szereplők, akik terjesztési szolgáltatásokat kínálnak a térségben.
- Forgalomszámlálási adatok a területről.

Mivel a FUA magában foglalhatja a városi és periférikus területeket is, alapvető a különféle felmérések elvégzése, a teherszállítási forgalom más jellege miatt. A periférikus területek esetében a gyárak vagy az elsődleges elosztásra szolgáló raktárak jelenlétének köszönhetően a teherszállítási forgalom jellemzően a területen kívüli termékeket vagy a gyárak között árumozgatást szolgálja. A használt járművek (nagy teherautók) és a rakomány egységesítése (raklapalapú), és valószínűleg az FTL (amikor a feladó a teljes fuvarszekért kihasználja, térfogatban vagy tömegben) közlekedési gyakorlatok elfogadása azt sugallják, hogy ezt a forgalmat külön kell vizsgálni a nem perifériás áruszállítástól. A késztermékek utolsó szakaszán a megosztást vizsgálva a városi területeken jellemzően az áruszállítás a készletek feltöltéséhez, a kiskereskedelmi üzletekbe történő szállítást szolgálja. Ebben az esetben a járművek kisebbek, az egységesítés kevesebb mint raklap alapú, és a csoportos szállítás is megjelenhet, valamint jellemző az expressz futárok számának jelentős növekedése.

2. 3. Logisztikai fenntarthatósági index (LSI)

Az LSI többszemponútú, több érintett szempontot figyelembe vevő eszköz, amely a mutatók normalizált értékeinek egy egyedi indexbe történő aggregálását szolgálja. Ez az index képes megítélni egy város logisztikai intézkedés hatását egy adott hatásterületen, és alkalmas különböző mutatók összegyűjtésére, hogy értékelje egy intézkedés általános eredményét.

Az LSI-t a SULPITER a funkcionális városi területei közötti áru fuvarozási viselkedés és hatások megértésének általános eszköze keretében kell értelmezni. A logisztikai fenntarthatósági index kiszámítása jelenti a SULPITER által javasolt metodika végső lépését, amelynek célja az intelligens városi logisztikai megoldások, politikák és intézkedések teljesítményének értékelése. Az eszköz képes a városi teheráru-szállítási (UFT – Urban Freight Transport) rendszerek összetettségét ábrázolni a különböző érdekeltek szempontjából.

A fenntarthatóság a közlekedés tervezésénél és irányításánál minden döntésének előfeltétele és célkitűzése. A fenntarthatóság és a döntéshozatal komplex jellege szükségessé teszi az integrált értékelési eszközök létrehozását, mivel nehéz szisztematikusan figyelembe venni és kezelni a tényleges döntések meghozatalához szükséges összes információt. A több kritériumról szóló döntéselemzés (MCDA – Multi-Criteria Decision Analysis) eszközeit úgy fejlesztették ki, hogy a fenntarthatóság, azaz a gazdaság, a környezet, a társadalom és a közlekedési rendszer összes elemét figyelembe véve iránymutatásokat biztosítsanak. Az integrált eszköz megfogalmazása azonban egyre nagyobb kihívást jelent, amikor a döntéshozatali folyamatban különböző érdekcsoportok vesznek részt. Ebben az esetben az MCDA egy több érdekelt fél közé tartozó MCDA-ból alakul át, amely képes az érintettek különböző szempontjait az értékelési folyamatba bevonni.

Az LSI a megfogalmazásában integrált értékelési eszközt jelent, amely képes egy logisztikai

rendszer általános teljesítményének különböző kritériumok és különböző perspektívák szerinti számszerűsítésére. Emiatt érvényes index lehet a SULPITER által kezelt specifikus ágazatban a több érdekelt fél MCDA megvalósítása. Az LSI-t olyan alulról felfelé építkező megközelítéssel dolgozták ki, amely az alapvető teljesítménymutatók értékelésekor kezdődik, és egy hatásos területre súlyozott kompozit mutatókra, végül egy egyedi szintetikus indexre aggregálunk. Az LSI egy vagy több ütközési területet közösen értékelhet. Az LSI akkor hasznos, ha a jelenlegi helyzet és a lehetséges forgatókönyv közötti összehasonlításra van szükség, vagy ha két lehetséges forgatókönyvet kell összehasonlítani, ugyanakkor alkalmas egy adott város pillanatnyi helyzetképének bemutatására. De hogyan is kell kiszámítani az LSI-t?

A számítás hat lépésből áll:

- 1) Az ütközési terület kiválasztása. Jelenleg hét hatásterület van. A felhasználó kiválasztja legalább az egyiket, amelyre az intézkedés értékelését elvégezi.
- 2) A kritériumok kiválasztása. A kritériumok az előző lépésben kiválasztott ütközési terület(ek)hez kapcsolódnak. A kritériumokat és mutatókat az érintett területek, az érdekelt felek, az UFT intézkedések és a kapcsolódó életciklus szakaszok figyelembevételével kell meghatározni.
- 3) A mutatók kiválasztása és kiszámítása. Ebben a lépésben a felhasználó kiválasztja a végleges mutatókat egy listából, amelyeket az egyes kritériumok (és ütközési területek) biztosítanak, és mindegyikhez értéket rendel. Ezek az értékek adatbázisokból, feldolgozásokból, becslésekből, közvetlen mérésből származhatnak.
- 4) Súlyozás. A felhasználó beilleszti preferenciáit és prioritásait, hozzárendelve a súlyokat az ütköző területekre, kritériumokra és mutatókra, egy adott módszertant követve. A súlyok magukba foglalják a különböző érdekelt perspektíváját.
- 5) Értékek normalizálása. A hatások homogen értékekké alakulnak át, a különböző

hatásmechanizmusok szerint. Az összes értéket ezután normalizáljuk, megszorozzuk súlyaikkal és végső indexet becslünk ütközési területenként.

- 6) Az intézkedésenkénti és a hatásterületre vonatkozó mutatókat intézkedésenként egy logisztikai fenntarthatósági indexbe (LSI) összesítik, amit az intézkedések közötti fenntarthatósági teljesítmény összehasonlítására vagy ugyanazon intézkedés különböző forgatókönyvek (az utólagos értékelés) alapján történő összehasonlítására használnak.

Az ütközési terület megválasztása a városok vagy az érdekeltek elsődleges és másodlagos célkitűzéseitől függ. Ezeket a célkitűzéseket előre meg kell határozni, mert befolyásolják az LSI értékelést.

Hét hatásterületet határozunk meg, amelyek hozzájárulnak az LSI-hez:

- Gazdaság és energia. Az energia olyan fő terület, amely közvetlenül kapcsolódik a gazdasághoz a modern közösségben, például: az energia rendelkezésre állása, a kereslet, az ár és a tényleges fogyasztás rövid és hosszú távú hatással van az életmódra. A fenntartható gazdaság megteremtéséhez az energia és a fejlesztés részleges hasznosítása szükséges a környezeti határokon belül. A nem megújuló energiaforrások folyamatos felhasználása kimerült energiaforrásokat és megnövekedett energiaárakat eredményez, így fenntarthatatlan közösségeket is.
- Környezet. A környezet a természeti erőforrások megőrzését és a tevékenységek határainak megkötését jelenti, ami nem megújuló erőforrások felhasználásával folyik. A logisztika környezeti hatását a közösségek által kibocsátott szennyezőanyag-kibocsátás, levegőminőség és zaj-kibocsátás befolyásolja.
- Közlekedés és mobilitás. A közlekedés és a mobilitás két koncepció, amelyek egyre népszerűbbek helyi, nemzeti és európai szinten. Az áruk szállítása és az emberek mobilitása javításának folyamatos törekvése általában a település vonzerejét,

hozzáférhetőségét, a szolgáltatások magas színvonalát, biztonságát és az infrastruktúra rendelkezésre állását jelenti.

- Társadalom. A társadalom az olyan emberek különböző csoportja, akik kölcsönösen együttműködnek a közösség más tagjaival. A logisztika társadalmi hatásait a fenntarthatóság, a kényelem és a közösség életszínvonala tekintetében megfelelően lehet leírni.
- A politika és az intézkedés esedékessége. A politika és az intézkedés esedékessége hatásterület elsősorban az érintettek bevonását veszi figyelembe egy javasolt UFT intézkedés végrehajtásában. Pontosabban, méri az érdekeltek tudatosságát az intézkedést illetően, vezetői készségeiket, valamint a hozzá kapcsolódó ismereteket, tapasztalatokat, a hajlandóságot az adott intézkedés elfogadására.
- Társadalmi elfogadottság. A társadalmi elfogadottság hatásterét két szinten lehet vizsgálni; a társadalom jóváhagyási szintje, vagyis azt, hogy az adott intézkedést milyen mértékben üdvözlí és tartja tiszteletben a társadalom, valamint a rendeletek elfogadásának szintje, amely a szabályoknak való megfeleléshez és az intézkedés végrehajtásának módjához kapcsolódik.
- Felhasználói elfogadottság. Ez a hatásterület ellenőrzi az UFT intézkedés alkalmazhatóságát, rugalmasságát, átruházhatóságát és sikerességét, figyelembe véve az érdekeltek véleményét, megállapodásait és elfogadását.

A SULPITER által kidolgozott metodika az LSI számítására 26 kritériumot és 137 indikátort ajánl, amelyeket úgy határoztak meg, hogy átfogóan értékeljék a hatásokat minden területen. A SULP elkészítésénél a rendelkezésre álló információk alapján nem feltétlenül vehető figyelembe minden indikátor. A metodika által javasolt kritériumok a következők:

- Gazdaság és energia: energia, fejlődés, előnyök, költségek, gazdasági és pénzügyi kockázatok.
- Környezet: levegőtminőség, ŰHG-kibocsátás, zajszennyezés.

- A közlekedés és a mobilitás: a szolgáltatás színvonala, a biztonság, a közlekedési rendszer, az UFT járművek, az informatikai infrastruktúra és a technológia.
- Társadalom: kényelem, életszínvonal, társadalmi-politikai dimenzió, természeti katasztrófa és polgári zavarok.
- Politikai és intézkedési érettség: tudatosság, vezetés, háttér.
- Társadalmi elfogadás: társadalmi jóváhagyás, szabályozások elfogadása.
- Felhasználói elfogadottság: rugalmasság, tudás és tapasztalatátadás, konszenzus, siker.

Egy intézkedés teljesítményének értékeléséhez választhatók olyan mutatók, amelyek relevánsak az érintett kategóriák és az intézkedés életciklus-szakaszai szempontjából. A mutatók a következő főbb kategóriákra oszthatók:

- Hatásvizsgáló mutatók (Impact Assessment Indicators – IAM). Ezen indikátorok kapcsolódnak a "Környezet" és a "Közlekedés és mobilitás" hatásterületeihez, és hét kritériumra oszlanak: levegőtminőség, üvegházhatást okozó gázok kibocsátása, zajszint, szolgáltatási szint, biztonság és védelem, közlekedési rendszer és UFT járművek.
- Társadalmi költség-haszon mutatók (Social Cost Benefit Indicators – SCBI). Az SCBI kapcsolódik a "Gazdaság és energia" hatásterületéhez, és négy kritériumra oszlik: az energia, a fejlesztés, az előnyök és a költségek.
- Az átruházhatósági és alkalmazkodóképességi mutatók (Transferability and Adaptability Indicators – TAM) a "Politika és az intézkedés esedékessége", "Társadalmi elfogadottság" és "Felhasználói elfogadottság" hatáskörébe kapcsolódik, és hét kritériumra oszlik: háttér, társadalmi jóváhagyás, rugalmasság, alkalmazkodóképesség, konszenzus, siker.

Az egyes hatásterületeket és a kapcsolódó kritériumokat az 1. táblázat foglalja össze.

A SULPITER kézikönyv az LSI számításának megsegítése érdekében táblázatos formában a

1. táblázat: Az LSI indexhez tartozó hatásterületek és kritériumok	
Hatásterület	Kritérium
Gazdaság és energia	Energia
	Fejlődés
	Előnyök
	Költségek
	Gazdasági és pénzügyi kockázatok
Környezet	ÜHG-kibocsátás
	Zajszennyezés
Közlekedés	Szolgáltatás színvonala
	Biztonság
	Közlekedési rendszer
	UFT járművek
	Informatikai infrastruktúra
	Technológia
Társadalom	Kényelem
	Életszínvonal
	Társadalmi-politikai dimenzió
	Természeti katasztrófa
	Polgári zavarok
Politikai és intézkedési érettség	Tudatosság
	Vezetés
	Háttér
Társadalmi elfogadás	Társadalmi jóváhagyás
	Szabályozások elfogadása
Felhasználói elfogadottság	Rugalmasság
	Tudás
	Tapasztalatátadás
	Konszenzus
	Siker

különböző kritériumokhoz különböző mérhető mutatószámokat is rendel. Az LSI számításának következő lépése az egyes mutatók súlyozása. A súlyozás két vagy több elem összehasonlítása a döntéshozó preferenciája

szerint. Számos súlyozási módszer létezik, de mindenki ugyanazt a standardot követi: minél nagyobb a súly, annál fontosabb a megfelelő elem.

Az LSI eljárás utolsó lépése az adatok értelmezése és számítása. Az értékelés magában foglalja a többszörös súlyozási sémát, valamint a rangsorolási technikákat és modelleket a "megosztott" döntéshozatal elősegítése érdekében, figyelembe véve valamennyi érintett fél részvételét, nézeteit és hozzájárulását az intézkedésekről szóló végső döntéshez. Egy helyzetkép nem egy döntéshozatal, nem egy szabályozás várható eredményét, hanem egy város aktuális helyzetét mutatja be. Egy pillanatképet mutat az aktuális rendszerről. Az LSI egy pillanatnyi mutatószám a jelenlegi helyzet értékelésére.

A döntéshozatali folyamat bonyolultsága abban áll, hogy nehéz figyelembe venni a döntés által érintett valamennyi szempontot és területet (azaz a gazdaságot, a környezetet, a társadalmat, a közlekedési rendszert stb.) és a folyamatban részt vevő összes érdekeltet. A döntéshozatal feladata azon értékek és preferenciákon alapuló alternatívák azonosítása és kiválasztása, amelyek összhangban vannak az egyes tervek céljaival.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Az áruszállítás a települések számára létfontosságú gazdasági és társadalmi szempontból egyaránt. Ennek következtében fontos, hogy a logisztika fenntartható módon működjön a városok területén és a kapcsolódó regionális területen is. Ez a fenntarthatóság nem csak környezeti, de energetikai és gazdasági fenntarthatóságot is jelent, és nem csak az EU-s irányelvek, valamint előírások betartása miatt fontosak. A fenntarthatóság biztosítása a politikai döntéshozók feladata, amit a szakmai elemzésekkel és javaslatokkal kell alátámasztani.

A Sulp-módszertan egy újfajta elemzési eszköz a szakma kezében, amivel a vizsgált település és a hozzá kapcsolódó régió logisztikai áruszállítói rendszerét lehet elemezni több

szempont alapján, ezekben nagy hangsúlyt kap a fenntarthatóság. A módszertan egy átfogó stratégiai terv része, meghatározza a vizsgált terület gyengeségeit, erősségeit és hiányait is, rávilágít azokra a területekre, amelyeken beavatkozásokra van szükség, hogy a logisztikai hálózat hosszútávon működőképes legyen úgy, hogy kielégíti a gazdasági és társadalmi igényeket, miközben nem terheli túl a környezetet. A módszertan alapján készíthetők rövid távú projekt tervek és hosszú távú stratégiai terv.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Balog Zoltán Gábor: Egy városi SULP (Sustainable Urban Logistic Plan) elkészítése – MSc diplomamunka – Nyilván. sz.: MSc-SP-U-018-18/19/1 (2018)
- [2] SULPITER SOFTWARE TOOL DEVELOPMENT FOR UNDERSTANDING
- [3] FREIGHT BEHAVIOURS AND IMPACTS IN FUAS – Handbook for users (2017.09.08)
- [4] The Logistic Sustainability Index handbook (2017.04.28)
- [5] SULPITER projekt – Deplphi analysis (November 29th 2016)
- [6] Maria Lindholm, Michel Browne: Freight Quality Partnerships around the world (2014)
- [7] <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/SULPITER.html>



Urban logistics system analysis using the SULP methodology

The purpose of the SULPiTER project is to improve the mobility planning capacity of urban transport in the field of development and adoption of Sustainable Urban Logistics Plans (SULPs). The SULPiTER project, supported by the European Union, will be presented, with a particular focus on its development, and on the individual elements of the Sustainable Urban Logistic Plan (SULP) developed within the framework of the project. During the description of some elements of the SULP, the rules for creating Functional Urban Areas (FUA) and the methodology for calculating the Logistic Sustainability Index (LSI) are presented.



Untersuchung urbaner Logistiksysteme mit SULP-Methodik

Der Zweck des SULPiTER-Projekts ist die Verbesserung der Mobilitätsplanungskapazität des städtischen Verkehrs im Bereich der Entwicklung und Annahme nachhaltiger städtischer Logistikpläne (SULP). Das von der Europäischen Union geförderte Projekt SULPiTER wird mit besonderem Augenmerk auf seine Entwicklung und einzelne Elemente des im Rahmen des Projekts entwickelten Sustainable Urban Logistic Plan (SULP) – Nachhaltiger Städtischer Logistikplan) vorgestellt. Bei der Beschreibung einiger Elemente des SULP werden die Regeln zur Gestaltung funktionaler städtischer Gebiete (Functional Urban Area - FUA) und die Methodik zur Berechnung des logistischen Nachhaltigkeitsindex (Logistic Sustainability Index - LSI) vorgestellt.

Kamera-LiDAR rendszer automatizált kalibrációja speciális objektum segítségével

Egy részben automatizált kamera-LiDAR kalibrációs módszer bemutatása alkalmas arra, hogy betekintést kapjunk egy olyan rendszerbe, amely egyaránt képes online és offline kalibráció elvégzésére, egy kalibrációs objektum segítségével. Nyomon követhető egy lehetséges megoldás az objektum pontfelhőben történő beavatkozás nélküli detektálására is.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.5.4>

Csonthó Mihály – Rövid András

tudományos segédmunkatárs tudományos főmunkatárs
BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar Gépjárműtechnológia Tanszék
e-mail: csontho.mihaly@kjk.bme.hu, rovid.andras@kjk.bme.hu

1. BEVEZETŐ

Az önvezető járművek egyik legfontosabb feladata a megbízható és pontos környezetérzékelés. A járműveknek folyamatosan monitorozniuk kell a környezetet és reagálniuk a körülöttük zajló eseményekre. A környezet-érzékeléshez legelterjedtebben használt eszközök a kamera, LiDAR, radar és ultrahang szenzorok. Mindegyik érzékelőnek megvan az előnye és hátránya, azonban a szenzorok fúziójával képesek vagyunk ezek befolyásolására.

A kamerarendszerek előnye, hogy a képfeldolgozó algoritmusok és hardverek rohamosan fejlődnek. A kamerák és optikai rendszerek egyre kisebbek és egyre részletgazdagabb képet szolgáltatnak a környezetről. A kamerák hátrányait – gyenge teljesítmény sötétben, és rossz időjárási viszonyok mellett - rendkívül jól ellensúlyozza a LiDAR szenzor. A LiDAR szenzor egy lézer alapú távolságérzékelő eszköz, amely a kibocsátott és

visszavert fénysugár alapján képes a környezetről egy ritka pontfelhőt készíteni. A szenzor nagy előnye a pontos távolságérzékelés és a rossz fényviszonyok esetén is megbízható működés.

A szenzorok adatainak fuzionálásával előállíthatunk olyan adatokat, amelyekből az objektumok felismerése mellett, azok távolságát és nagyságát is meghatározhatjuk. Az adatok fuzionálása történhet alacsony szinten vagy akár objektum szinten is. Mindkét esetben ismernünk kell a két szenzor közötti transzformációs paramétereket (rotáció és eltolás).

A következőkben egy erre a célra készített kalibrációs algoritmust mutatunk be. A leggyakrabban használt implementáció egy nagyméretű sakktábla mintát használ a szenzorok közti eltolás és elforgatás értékének meghatározására [1]. A Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetének munkatársai be-

mutattak egy eljárást, amelyben a kalibráció elvégezhető egy hétköznapi kartondoboz segítségével [2]. Az általunk bemutatott algoritmus egy kalibrációs kockát használ.

2. KALIBRÁCIÓS ALGORITMUS

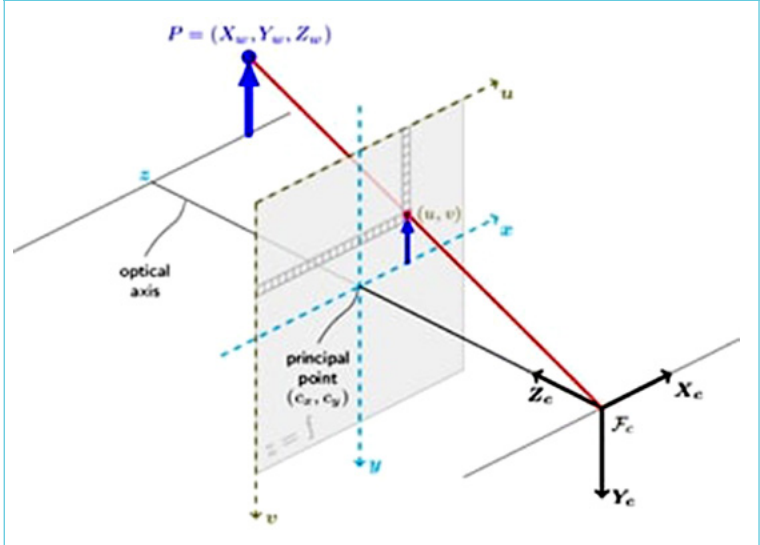
A szenzorrendszer kalibrációja a szenzorok belső paramétereinek és a szenzorok közötti eltolás, elforgatás értékének meghatározását jelenti. A kamerák esetében a belső paraméterek (fókusz-távolság, principális pont, torzítás) meghatározására az OpenCV könyvtár [3] kamera kalibrációs algoritmusát használtuk. A LiDAR GPS koordinátájának és a kamera-LiDAR külső paramétereinek meghatározásához használt algoritmusokat a következő fejezetek tartalmazzák. A felvázolt bővítési lehetőség a bemutatott programmal képes a kamera-radar rendszer kalibrációját is elvégezni.

A háromdimenziós pontok képre vetítését az 1. egyenlet írja le:

$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Az egyenlet bal oldalán egy szorzás található, ahol s egy méretezési tényező, és az $[u, v, 1]$ vektor tartalmazza a képpont koordinátáit. Az egyenlet jobb oldalán a kamera belső paramétereit tartalmazó mátrixot és a kamera és a LiDAR közötti transzformációt tartalmazó mátrixot szorozzuk meg a háromdimenziós koordinátákkal. Ez az egyenlet a túlyuk (pinhole) kameramodellt használja, és torzításmentes képekben értelmezhető, ezért a bemeneti kép már torzítatlan. A túlyuk kameramodell az 1. ábrán látható.

1. ábra: Túlyuk (pinhole) kameramodell [3]



2.1. A kamera belső paramétereinek meghatározása

A kamera belső paramétereit a Zhang féle módszer [4] segítségével határoztuk meg. A kalibrációhoz egy A3-as méretű nyomtatott sakktáblát alkalmaztunk. A kalibrációs tábla 8x5 darab fekete-fehér négyzetből áll. A tábláról különböző szögekből készített felvételekből a Zhang féle módszer segítségével a projekciós mátrix, és a torzítási paraméterek meghatározhatók.

A kalibráció során a kamera belső és külső paramétereit keressük egy optimalizációs feladat megoldásaként, ahol a reprojekciós hibát minimalizáljuk. A feladat egyenlete a következő:

$$sM = \begin{bmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \end{bmatrix} M \quad (2)$$

Ahol a kétdimenziós pontot $m=[u,v]^T$, a háromdimenziós pontot $M=[X,Y,Z]^T$ jelöli, s egy skálátényező, R és t az elforgatás és eltolási paraméterek, az A mátrix pedig a kamera belső paramétereit tartalmazza (2. egyenlet). A belső paraméterek tartalmazzák a principális pont koordinátáit (c_x és c_y), a fókusz-távolságot (f_x és f_y) és a disztorziós együtthatókat.

A kalibráció egy analitikus megoldással kezdődik. Ezt egy nemlineáris optimalizálási technika követi, amely a maximális valószínűség kritériumán alapszik. Ezután az algoritmus figyelembe veszi a lencse torzítását is. A kalibrációs eljárás a következő lépésekből áll:

- Síkfelületre nyomtatott sakktábla mintáról képet készítünk különböző pozíciókból.
- A minta sarokpontjait detektálja az algoritmus.
- Megbecsüli a kamera külső és belső paramétereit.
- Megbecsüli a torzítást a legkisebb négyzetek módszerével.
- Finomítja a paramétereket a reprojekciós hiba minimalizálásával.

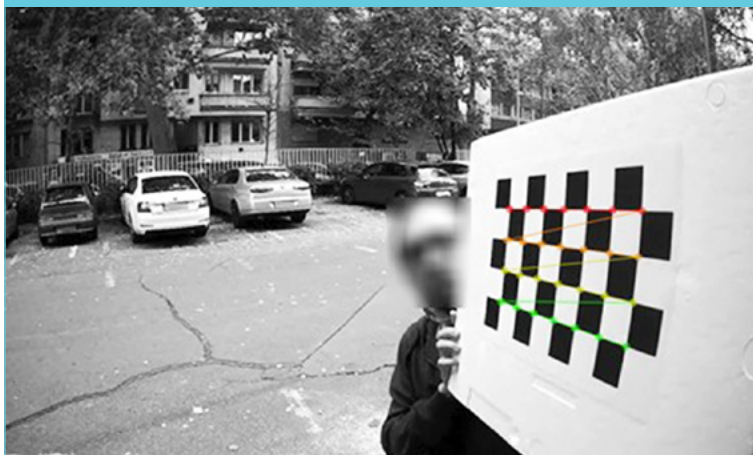
A kalibráció során fontos a jó megvilágítás, mivel az algoritmus a sakktábla csúcspontjait keresi, ahogy a 2. ábrán látható. A fényviszonyok romlásával a kép élessége is csökken, ezáltal a detektált csúcspontok pontossága sem lesz kielégítő. Törekedni kell arra, hogy a teljes látómezőt lefedjük a felvételekkel, és célszerű a kalibrációs táblát több tengely mentén is forgatni a felvételek készítése közben. A lencse torzításának kiküszöbölése az autópári alkalmazások esetén is rendkívül fontos feladat, ami speciális kamera modell segítségével elérhető [5].

A tesztek során normál látószögű lencsét alkalmaztunk, azonban léteznek szűk látószögű és széles látószögű, például úgynevezett halszem (fisheye) lencsék is. A halszem lencse előnye, hogy akár 180 fokos látószöget is képes biztosítani a képszenzornak, így akár egy kamera is elég lehet a LiDAR teljes látómezőjének lefedésére. A projekciós mátrix meghatározása azonban nehezebb feladat a széles látószögű és halszem lencsék esetében, mivel a hagyományos kamera modellt nem használhatjuk a paraméterek meghatározásakor [6].

2.2. Kamera-LiDAR külső kalibráció

Járműipari környezetérzékelés esetén, a külső paraméterek meghatározásához gyakran egy nagyobb méretű sakktáblát szoktak alkalmazni [1]. A bemutatott kalibrációs módszerben ettől eltérően, egy kalibrációs kockát készítettünk, aminek oldalain ArUco [7] jelölőket helyeztünk el. A kalibrációs algoritmus készítése során először egy kartondobozt használtunk objektumként – ahogyan a 3. ábrán látható –, azonban a kalibráció pontosságának javítása érdekében egy új kalibrációs eszköz készítése zajlik, amelynek tervét a 4. ábra mutatja. A kalibrációs objektum kerete alumínium profilból készül, erre rögzülnek majd a kémény faanyagra nyomtatott jelölők.

2. ábra: Kamera belső paramétereinek meghatározása [3]



A kísérletek során a kamerát és a LiDAR szenzort közös állványra rögzítettük, és az volt a feltételezés, hogy az egymáshoz viszonyított relatív helyzetük nem változik. A szenzorállvány az objektumhoz hasonlóan alumínium profilból készült.

A kalibrációs folyamat során a program először a kamerával készít pillanatképet, majd a LiDAR szenzor által felvett pontfelhőt

3. ábra: Kalibráció során készített pillanatkép



4. ábra: A kalibrációs objektum modellje



menti el. Az ArUco markerek segítségével a kalibrációs objektum sarokpontjai automatikusan meghatározhatók. Amennyiben ez nem sikerül, a felhasználónak kell a képen bejelölni a sarokpontot. A pontfelhő esetén egy felülnézeti kép generálódik, amin a felhasználónak be kell jelölnie a kalibrációs objektum környezetét. Ekkor a program egy síkillesztő algoritmust felhasználva meghatározza az objektum környezetében található három legjellemzőbb síkot, kiszámítja majd elmenti ezen síkok metszéspontját. Menti a kalibrációs elem sarokpontjainak pixelkoordinátáit és azok LiDAR koordináta-rendszerbeli ko-

ordinátáit a program, amelyből később újra kiszámítható a kalibráció. A detektált majd klaszterizált síkok és a sarokpontok az 5. ábrán láthatók.

A használt Point Cloud Library (PCL) [8] könyvtár a RANSAC [9] algoritmust használja a síkok detektálásához. A RANSAC egy iteratív módszer egy matematikai modell paramétereinek becslésére egy olyan megfigyelt adatkészletből, amely kiugró értékeket tartalmaz úgy, hogy ezen kiugró értékek nincsenek hatással a modell együttható becslés értékeire.

Ezután a feladat egy pozíció becslés, amit a rendszer a Levenberg-Marquardt [10][11] optimalizáción alapuló iteratív számításal old meg. A használt módszer miatt legalább négy különböző pozíciót kell rögzíteni. A program kiszámítja és elmenti a külső kalibrációs paramétereket. A módszer felfogható a legmeredekebb süllyedés (steepest descent) és a Gauss-Newton-módszer kombinációjaként. Amikor a megoldás távol esik a lokális minimumtól, az algoritmus úgy viselkedik, mint a legmeredekebb süllyedési módszer: lassú, de garantáltan konvergál. Amikor a megoldás közel esik a lokális minimumhoz, Gauss-Newton módszerként viselkedik és gyors konvergenciát mutat.

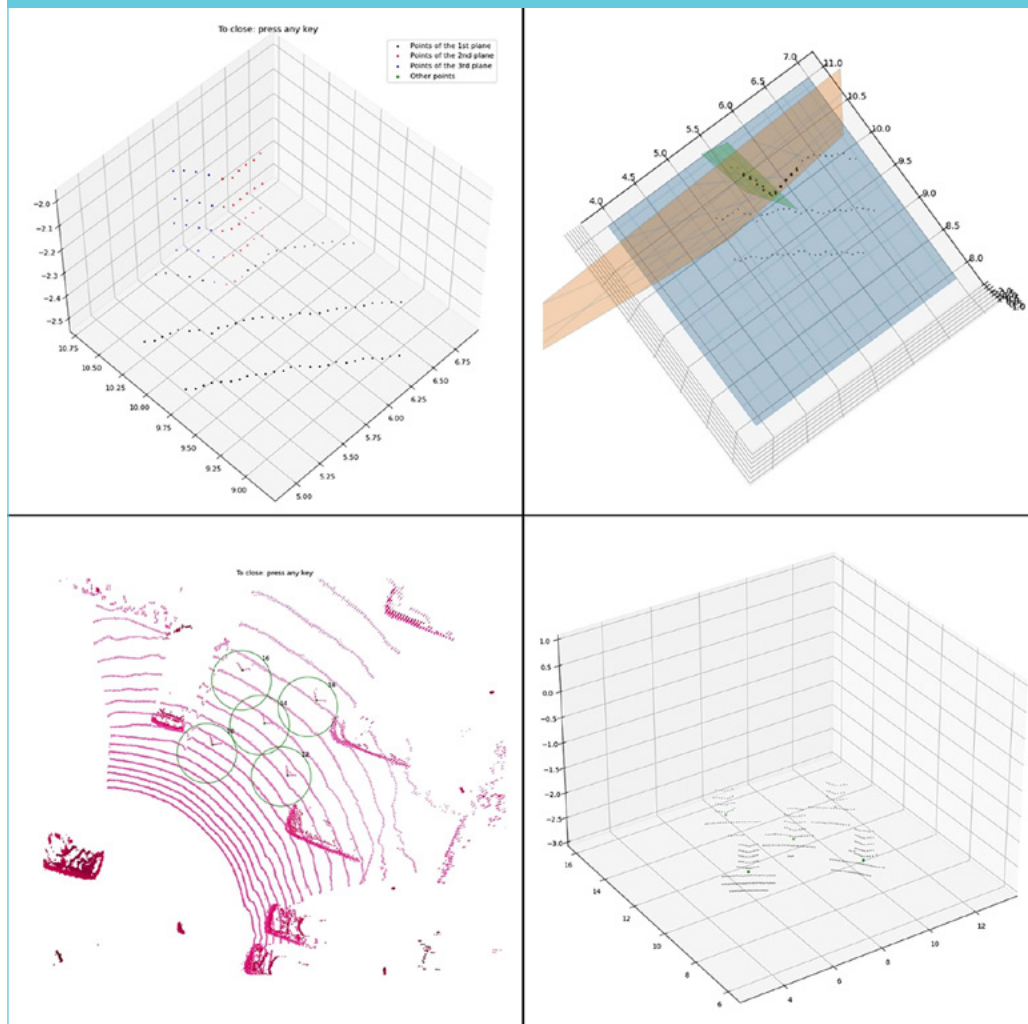
5. ábra:

Bal felül: A detektált kalibrációs kocka pontjai a térben;

Jobb felül: A detektált síkok;

Bal alul: A különböző felvételek során kiszámított sarokpontok a térben, felülnézetből;

Jobb alul: A sarokpontok a térben háromdimenzióban



2.2.1. Képalapú detekció automatizálása

A sarok detektálása a kameraképen – jó fényviszonyok mellett – automatikusan történik az ArUco jelölők segítségével. Ezeket a jelölőket leginkább a robotikában szokták alkalmazni lokalizációs célokra [7]. A jelölőket ArUco detektorral keressük a képen. A program megkeresi a két jelölő átlóját, majd kiszámítja

ezek metszéspontjait. A jelölők pontos felhelyezésének köszönhetően ez a metszéspont az objektum sarokpontjára esik, ahogy a 6. ábrán látható.

A pontos eredmény érdekében a fentebb részletezett műveletet a program nem egy, hanem 100 képkockán végzi el. Ezen értékek átlagát használja a rendszer a későbbiekben. Amenny-

6. ábra: A detektált jelölők átlóinak segítségével kiszámított sarokpont



nyiben a rendszer nem képes felismerni mindkét jelölőt, a sarokpontot sem tudja megtalálni automatikusan. Ez azon esetekben fordulhat elő, ha a kalibrációs objektum túlságosan távol helyezkedik el a szenzortól, az objektum mérete vagy a kamera felbontása túl kicsi, esetleg a jelölőkre nem lát rá a kamera. Ezekben az esetekben a rendszer a felhasználótól várja a sarokpont megjelölését a megjelenített képen. Ilyenkor a kameraképet az esetleges alacsony felbontás miatt úgynevezett „bicubic” interpolációval a tiszteresére nagyítja a rendszer. Az így kiválasztott képpont értékét skálázza az eredeti nagyságrendre, így a megjelölt pontot szubpixel pontossággal használja fel.

2.2.2. Pontfelhő alapú detekció automatizálása

A sarokpontok pontfelhőben való automatikus detektálása esetén az alábbiakból indulhatunk ki: a feladat nehézsége az általunk használt LiDAR forgó alkatrészeiből adódik. A javasolt megközelítés a kamera képek különbségének előállítását veszi alapul. Ha a mérési helyszínről két olyan felvételt készítünk, amelyek csak egyetlen objektumban különböznek, LiDAR pontfelhő esetében csupán az eltérés vizsgálata nem ad megoldást az objektum automatikus detektálására, mivel az egymást követő felvételeken a pontok csekély része marad változatlan helyen, részben a környezet dinamikus

változása, részben a szenzor működési elve miatt. Ebből kifolyólag nem tudjuk szimplán a két pontfelhő különbségértékét venni. Erre megoldást jelent a pontfelhő mintavételezése, úgynevezett voxelek készítése.

A voxelek méretét tapasztalati úton lehet meghatározni, a kalibrációs objektum méretének és a szenzortól való távolságának függvényében. Az átalakított pontfelhők esetében már alkalmazhatjuk a különbségképzést, amely segítségével megkapjuk a kocka környezetének pontjait. Ezeket a pontokon futtathatjuk a fentebb részletezett detektort, így megkaphatjuk a sarokpontok térbeli pozícióját.

2.3. LiDAR pozíciójának meghatározása

Az algoritmus képes a LiDAR szenzor UTM koordinátájának kiszámítására. Ehhez a kalibrációs objektum sarkát GPS vevő által kimért pozíciókba kell elhelyeznünk. Az algoritmus minden pozíció rögzítésekor bekéri az aktuálisan felvett pozíció azonosító számát, amihez tartozik egy korábban rögzített GPS koordináta. Minimum három térbeli pont szükséges ahhoz, hogy a rendszer kiszámítsa a pontok UTM koordináta rendszerben és LiDAR koordináta rendszerben megadott helyzete közötti eltolást és elforgatást. A kiszámolt eltolás értéket értelmezhetjük a szenzor UTM pozíciójaként, a forgatási értékeket pedig a szenzor koordináta rendszerének az UTM koordináta rendszerhez képesti elforgatási értékének. A transzformáció egyenlete a következő:

$$P_{UTM} = [Rt] P_{objektum} \quad (3)$$

A folyamat tovább fejleszthető, amennyiben a kalibrációs objektumra elhelyezünk egy GPS vevőkészüléket, és a pillanatképek készítésekor valamely kommunikációs protokollt alkalmazva lekérjük az eszköz helyzetét.

2.4. A kamera-radar kalibráció bővítési terve

A radar szenzor képes rossz időjárás viszonyok mellett is megbízhatóan működni. Előnye, hogy az észlelt objektumok távolságát és sebességét is meghatározza. A kamera által

felismert objektumokhoz társíthatjuk ezeket a tulajdonságokat amennyiben ismerjük a szenzorok koordináta rendszerei közötti transzformációs paramétereket. A legtöbb radar esetben viszont nem lehetséges a nyers pontfelhő kinyerése. Ezek a szenzorok egy objektumlistát adnak eredményül, emiatt a kalibrációs eljárás módosítása szükséges.

A rádióhullámok visszaveréséhez léteznek olyan speciális objektumok, amelyeket a radar képes detektálni, mi pedig könnyedén képesek vagyunk a pozíciójukat megváltoztatni. Hasonló objektumokat használnak a hajókon és a bójákon is. Speciális prizmat is készíthetünk, mint amelyet a Yeungnam-i egyetem kutatói használtak a cikkükben [12]. Amennyiben a kalibrációs objektumon elhelyeznénk egy ilyen prizmat, a rendszer könnyedén bővíthető lenne kamera-radar rendszerek kalibrációjára is.

3. EREDMÉNYEK

A kamera-LiDAR szenzorok kalibrációjának pontosságát kifejezhetjük a reprojekciós hiba segítségével. Ez a szám megmutatja, hogy hány pixel eltérés van az objektum valós és képre vetített helyzete között. A reprojekciós hiba csökkenésével a kalibráció pontossága növekszik. Ahhoz, hogy a kalibráció a kamera által lefedett teljes területen használható legyen, a kamera belső paramétereinek és a kamera-LiDAR koordináta rendszerei

közötti transzformációs paramétereknek is egyaránt precíznek kell lenniük. Ennek eléréséhez sok különböző pozícióban kell felvételeket készíteni, és azok alapján kiszámolni a paramétereket. A hibát a négyzetes középhiba képletével számíthatjuk ki (4. egyenlet):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \|P_i - \hat{P}_i\|^2}$$
 (4)

P_i jelzi az objektum sarokpontját a torzított képen, $\hat{P}_i$ pedig a 3 dimenziós pont képre vetítésével számított pixel értéket jelöli. Ezen értékek négyzetes középérték hibája mutatja a kalibrációs paraméterek pontosságát. A képpontokat a torzított képen választottuk ki, majd a torzítás paramétereit felhasználva számítottuk ki a kamera-LiDAR külső kalibrációs paramétereket. Ezért a kapott képpontokat torzítani kell a hiba kiszámolásához. A pontokat a torzítatlan képről kiválasztva a projekció után a képpontokat nem kell torzítani.

A kalibrációs eljárást kipróbáltuk többféle szenzorrendszerrel is. A használt szenzorok típusa, a kalibrációhoz használt pozíciók száma, a kamera belső paramétereinek pontossága és a teljes kalibrációra számított reprojekciós hiba a 7. ábrán látható.

A 8. ábrán látható a pontfelhő képre vetítése a kalibrációs eljárás során kiszámított pa-

7. ábra: A tesztek során elvégzett kalibrációk eszközei és pontossága					
Jelölés	Kamera típus	LiDAR típus	Felhasznált pozíciók száma	Kamera belső paramétereinek hibája (px)	Teljes projekciós hiba (px)
A	HIKVISION DS-2 CD 2063G0-I	Ouster OS-1 Uniform 64 channel LiDAR	5	0,1491	0,7809
B	HIKVISION DS-2 CD 2063G0-I	Ouster OS-1 Uniform 64 channel LiDAR	5	0,1369	0,6549
C	HIKVISION DS-2 CD 2063G0-I	Ouster OS-1 Uniform 64 channel LiDAR	5	0,1491	2,3088
D	BFS-PGE-19S4C-C 2.0 MP	Ouster OS-1 Below Horizon 64 channel LiDAR	6	0,0999	1,9145
S	BFS-PGE-19S4C-C 2.0 MP	Ouster OS-1 Below Horizon 64 channel LiDAR	4	0,0717	1,2839

8. ábra: A LiDAR pontfelhő pontjainak képre vetítése a kiszámított kalibrációs paraméterekkel, az 1. táblázat alapján



paraméterek felhasználásával. A képen a táblázatban feltüntetett szenzorok adatait és a hozzájuk tartozó kalibrációs együtthatókat használtuk.

4. KONKLÚZIÓ

A bemutatott kalibrációs eljárás képes a kamera-LiDAR kalibrációt minimális emberi beavatkozás mellett elvégezni. A kalibráció online vagy akár előre felvett adatokon is elvégezhető. A kamera belső paramétereinek előzetes kalibrációjára azonban szükség van.

A bemutatott rendszert HikVision IP kamerával és Ouster OS-1 64 csatornás LiDAR szenzorral, majd Blackfly S GigE kamerával és Ouster OS-1 64 Below Horizon LiDAR szenzorral is teszteltük. A LiDAR által rögzített pontfelhő képre vetítésének eredménye a 8. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy a kalibráció pontossága változó, ami valószínűleg a választott kalibrációs pontokból (azok helyzetéből) ered.

Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy a RANSAC alapú sík detekciónak köszönhető-

en, a program kis felbontású lézerszenzorból és átlagos felbontású kamerából álló rendszer kalibrációjára is alkalmas.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] P. An et al., "Geometric calibration for LiDAR-camera system fusing 3D-2D and 3D-3D point correspondences," *Opt. Express*, vol. 28, no. 2, p. 2122, Jan. 2020, DOI: <https://doi.org/h3cm>
- [2] Z. Pusztai and L. Hajder, "Accurate Calibration of LiDAR-Camera Systems Using Ordinary Boxes," in 2017 IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW), Oct. 2017, vol. 2018-Janua, pp. 394–402, DOI: <https://doi.org/gg3qwr>
- [3] Bradski G, "The OpenCV library," *Dr. Dobb's J. Softw. Tools*, vol. 25, no. 120, pp. 122–125, 2000.
- [4] Z. Zhang, "A flexible new technique for camera calibration," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 22, no. 11, pp. 1330–1334, 2000, DOI: <https://doi.org/cp3bd6>

- [5] K. Lelowicz, "Camera model for lens with strong distortion in automotive application," in *2019 24th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics, MMAR 2019*, 2019, pp. 314–319, DOI: <https://doi.org/h3cn>
- [6] J. Kannala and S. S. Brandt, "A generic camera model and calibration method for conventional, wide-angle, and fish-eye lenses," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 28, no. 8, pp. 1335–1340, 2006, DOI: <https://doi.org/b6s2bb>
- [7] A. Babinec, L. Jurišica, P. Hubinský, and F. Duchoň, "Visual Localization of Mobile Robot Using Artificial Markers," *Procedia Eng.*, vol. 96, pp. 1–9, 2014, DOI: <https://doi.org/ghg8d2>
- [8] R. B. Rusu and S. Cousins, "3D is here: Point Cloud Library (PCL)," 2011, DOI: <https://doi.org/cd5qhk>
- [9] R. C. B. M. A. Fischler, "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography," *Comm. ACM*, vol. 24, pp. 381–395, 1981.
- [10] K. Levenberg, "A METHOD FOR THE SOLUTION OF CERTAIN NON@_LINEAR PROBLEMS IN LEAST SQUARES," *Q. Appl. Math.*, vol. 2, pp. 164–168, 1944.
- [11] D. W. Marquardt, "An Algorithm for Least-Squares Estimation of Nonlinear Parameters," *J. Soc. Ind. Appl. Math.*, vol. 11, no. 2, pp. 431–441, Jun. 1963.
- [12] D. Kim and S. Kim, "Extrinsic parameter calibration of 2D radar-camera using point matching and generative optimization," in *International Conference on Control, Automation and Systems*, 2019, vol. 2019-October, pp. 99–103, DOI: <https://doi.org/h3mp>



Automated calibration of a camera-LiDAR sensor system using a special object

This paper presents a semi-automated camera-LiDAR calibration method that can perform both online and offline calibration using a calibration object. A possible solution to detect the object in the point cloud without intervention is also presented.



Automatisierte Kalibrierung eines Kamera-LiDAR-Sensorsystems anhand eines speziellen Objekts

Dieser Beitrag beschreibt eine halbautomatische Kamera-LiDAR-Kalibrierungsmethode, die sowohl eine Online- als auch eine Offline-Kalibrierung unter Verwendung eines Kalibrierungsobjekts durchführen kann. Eine mögliche Lösung, um das Objekt ohne Eingriff in der Punktwolke zu erkennen, wird ebenfalls vorgestellt.

E számunk lektorai

Bősze Sándor ■ Horváth Lajos ■ Dr. Katona András
Rajna Botond ■ Dr. Tettamanti Tamás ■ Dr. Tóth László

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE MEGRENDELŐLAP

Alulírott
megrendelem a Közlekedéstudományi Szemlét a következő hónaptól az alábbiak szerint.

Megrendelő neve:

Címe (ahová a lapot kéri):
.....
.....

Telefonszám:

Fax:

E-mail:

Az előfizetési díjat az alábbiak szerint fizetheti be:*

☐ Banki átutalással (név és cím feltüntetésével) a következő bankszámlaszámra:
10200823-22212474

☐ Készpénzzel a KTE irodában: 1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. em. 235.

**A megfelelőt kérjük beikszelni!*

Előfizetés 1 évre: **

• Nyomtatott változat: 8280 Ft/pld. ☐ pld.

• Egyéni KTE tagoknak nyomtatott változat: 4140 Ft/pld.
(tagdíj nélkül) ☐ pld.

***A kért példányszámot kérjük kitölteni!*

Az előfizetési díjról számlát kérek: ☐ igen ☐ nem

Számlázási név:

Számlázási cím:

Az első lapszám kézbesítésére az előfizetési díj befizetését követően kerül sor. Az egyéves előfizetés 6 lapszámot tartalmaz.

Dátum:
aláírás

DIGITÁLIS VÁLTOZAT

Digitális változat megrendelése csak egyéni előfizetőknek lehetséges!

- Digitális változat ára egyéni KTE tagoknak 4140 Ft/év (tagdíj nélkül) ☐ pld.
- Digitális változat ára NEM KTE tagoknak 6000 Ft/év ☐ pld.

Megrendelő neve: E-mail címe:

Dátum:
aláírás

Kérjük, hogy a megrendelő lapot e-mailben a szemle@ktenet.hu e-mail címre, faxon a 06-1-353-2005 számra, vagy a 1066 Budapest Teréz krt. 38. II. em. 235. postacímre szíveskedjen elküldeni!

Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem

Nemzetgazdasági veszteségértékek szerepe a személysérüléses közúti közlekedési balesetekben

Cél a közlekedésbiztonság javítása érdekében annak megállapítása, hogy melyek azok a személysérüléses közúti közlekedési balesetek, kik azok a balesetet okozók, akik a legtöbb sérülést és sérülésekből adódó társadalmi veszteségértéket jelentették az elmúlt években.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.5.5>

Krizsik Nóra^{1,2} – Dr. Sipos Tibor^{1,2} – Dr. Kővári Botond¹

1: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

2: KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

e-mail.krizsik.nora@kti.hu, sipos.tibor@kjk.bme.hu, kovari.botond@kjk.bme.hu

1. BEVEZETÉS

A közlekedés életünk szerves része, mindennapjaink velejárója. Minden közlekedőnek célja, hogy utazását a lehető legrövidebb idő alatt balesetmentesen megtegye. Ennek megvalósítása közös társadalmi érdekünk, hiszen az utazások során nem egyedül, hanem társadalmi interakcióban közlekedünk. A közlekedésbiztonság fenntartása számos szakterület közös feladata, hiszen a balesetek sérültjeit az egészségügyi szektor látja el, a baleseti sérültek nemzetgazdasági veszteségértéket jelentenek [1], a balesetek károsan hatnak a környezetre, a balesetmentes közlekedési kultúra kialakítása közös társadalmi érdek [2].

Az Európai Unió felismerve a közlekedésbiztonság fontosságát 2010 óta számos olyan dokumentumot adott ki, amelyek a közlekedés feltételeinek javítását és a sérülések csökkentését irányozták elő. A jelenleg is érvényben lévő legfontosabb dokumentumok a Valletta Nyilatkozat [3] és az Európa mozgásban című

dokumentum [4]. A Valletta Nyilatkozatban az egyes tagállamok képviselői arról tettek nyilatkozatot, hogy 2030-ig a 2020. év adataihoz képest felére csökkentik a közúti balesetek következtében meghalt, illetve súlyosan sérültek számát. Az Európa mozgásban dokumentum, amely a jelenleg hatályos uniós közlekedésbiztonsági stratégia a közúti balesetben meghaltak, továbbá a súlyosan sérültek számának felére csökkentését tűzi ki célul 2020-2030 között. A „Vision Zero” szemlélet fenntartása annak érdekében, hogy 2050-re közel nullára csökkenjen a közúti halálozások száma és 2050-re a súlyos sérültek száma 0-ra csökkenjen.

Hasonlóan az uniós törekvésekhez Magyarország is fontos szerepet tulajdonít a közlekedésbiztonság javításának [5]. 1993 óta a Nemzeti Közlekedésbiztonsági Program rendszeresen szabályozza a közlekedésbiztonság javításához kapcsolódó irányelveket, célokat, prioritási területeket. 2008 óta hároméves stratégiai programok keretében a középtávon végrehajtandó

főbb közlekedésbiztonsági feladatokat a Közüti Közlekedésbiztonsági Akcióprogramok keretében határozza meg. Az aktuális Akcióprogramban tíz kiemelt célterület szerepel, amelyek között a gyermekek, az idősek és a védtelen közlekedők közlekedésbiztonságának fokozása prioritási pont [6].

Ahhoz, hogy hatékonyan lehessen beavatkozni a közlekedésbiztonság javítása érdekében, fontos ismerni, hogy melyek azok a baleset-típusok, amik a legtöbb sérülést okozzák, és melyek azok, amik a leginkább károsítják a nemzetgazdaságot. Publikációnk célja annak megállapítása volt, hogy az elmúlt időszakban (2016-2020 között) melyek voltak azok a balesetek, amelyek a legtöbb baleseti sérülést eredményezték, valamint annak megállapítása, hogy ezek mekkora nemzetgazdasági veszteségértéket jelentettek. Kutatásunk célja volt továbbá, hogy feltárjuk, mely járműtípushoz és milyen életkori korcsoporthoz köthető leginkább a balesetek okozása, és mely járműben, valamint életkori csoportban sérülnek meg leginkább a közlekedők.

A nemzetközi európai uniós és a magyar Közlekedésbiztonsági Akcióprogramban meghatározott irányelvek alapján kutatási hipotéziseink.

- A baleseteket előidéző elsődleges ok-csoportok közül a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a sebesség nem megfelelő megválasztásából adódó balesetek eredményezték.
- A balesetekben részt vett járművek közül a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a védtelen közlekedési módokat használók sérülései eredményezték.
- A baleseteket okozó járművek közül a személygépjárművel okozott balesetekhez köthető a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségérték.
- A balesetekben sérült személyek közül a 65 év feletti korcsoportjának sérültjei eredményezik a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket.
- A baleseteket okozó személyek közül a 30-44 évesek korcsoportja által okozott balesetek nemzetgazdasági veszteségértéke a legnagyobb.

2. MÓDSZERTAN

Kutatásunk során a 2016-2020 között bekövetkezett magyarországi közúti személysérüléses közlekedési balesetek adatait elemeztük, mivel jelenleg még nem állnak rendelkezésre a 2021-es évre vonatkozó adatok. A KSH ([7]) adatai szerint a vizsgált 5 évben 80 472 baleset következett be, amelyek közül 2660 baleset halálos, 23 642 súlyos sérüléssel, 54 170 könnyű sérüléssel végződő volt. A balesetek során 107 018 fő sérült meg. A sérültek közül 2927 fő életét veszítette, 26 862 fő súlyos sérülést és 77 229 fő könnyű sérülést szenvedett. Kutatásunkban ezen balesetek rendőrség által rögzített és a KSH által kezelt, anonimizált adatait használtuk fel.

A balesetek elemzése során vizsgáltuk a baleseteket előidéző elsődleges ok-csoportokkal, a balesetekben részt vett járművekkel, a baleseteket okozó járművekkel, a baleseti sérültekkel, valamint a baleseteket okozó személyekkel összefüggésben a baleseteket szenvedett személyek számát, a sérülések megoszlását, a sérülésekhez kapcsolódó baleseti veszteségértéket (VSL: veszteségérték az angol Value of Statistical Life kifejezésből származik), a veszteségértékek megoszlási arányát, valamint az 1000 főre jutó veszteségérték értékét.

A baleseti sérültekből származó nemzetgazdasági veszteségértékként a KTI 2019-ben készített [8] és publikált [1] kutatásában meghatározott adatokat használtuk. A 2019-2020-as évekre a módszertanuk alapján meghatározott módon frissítettük fel az értékeket. A nemzetgazdasági veszteségértékek frissítése során figyelembe vettük az 1 főre jutó GDP-t és a vásárlóerő paritás konvertáló faktorát.

Az adatelemzés során elsődleges ok-csoportnak a baleseteket előidéző elsődleges ok-csoportosítást alkalmaztuk. Ezeket a baleset helyszínén a balesetet vizsgáló rendőr azonosítja, attól függően, hogy a járművezető, gyalogos, utas, járműhibából, pályahibából, a forgalomirányítás hibájából vagy egyéb hibából történt-e a baleset. A balesetek egyes elsődleges ok-csoportjához tartozó sérülésekből adódó veszteségértéket 1. képlet alapján határoztuk meg.

$$VSL_{okcsi} = \sum_{j=2016}^{2020} h_{ji} * VSL_j^h + s_{ji} * VSL_j^s + k_{ji} * VSL_j^k \quad (1)$$

Ahol az egyes egységek a következőket jelentik:

- VSL_{okcsi} : i. ok-csoporthoz tartozó 2016-2020 között történt balesetekhez kapcsolódó sérülésekből adódó veszteségérték [milliárd HUF]
- h_{ji} : j évben az i. ok-csoporthoz kapcsolódóan halálos sérültek száma [fő]
- VSL_j^h : j évben a halálos sérülés veszteségértéke [milliárd HUF]
- s_{ji} : j évben az i. ok-csoporthoz kapcsolódóan súlyos sérültek száma [fő]
- VSL_j^s : j évben a súlyos sérülés veszteségértéke [milliárd HUF]
- k_{ji} : j évben az i. ok-csoporthoz kapcsolódóan könnyű sérültek száma [fő]
- VSL_j^k : j évben a könnyű sérülés veszteségértéke [milliárd HUF]

A baleseteket okozó és a balesetekben részt vett járműveket az adatrögzítés során alkalmazott járműkategóriák alapján értékeltük. Létrehoztunk ezek mellett egy „védtelen közlekedési módok” csoportot is. Ebbe a csoportba a közlekedésük során védtelen közlekedési módokat soroltuk: gyalogosok, motorkerékpárosok, segédmotoros-kerékpárosok és kerékpárosok. A balesetekben részt vett járművekhez tartozó veszteségértékek meghatározása során a 2. képletben részletezett összefüggést használtuk.

$$VSL_{ja} = \sum_{j=2016}^{2020} h_{ja} * VSL_j^h + s_{ja} * VSL_j^s + k_{ja} * VSL_j^k \quad (2)$$

Ahol az egyes egységek a következőket jelentik:

- VSL_{ja} : a. járműben 2016-2020 között megsérültek veszteségértéke [milliárd HUF]
- h_{ja} : j évben az a. járműben meghaltak száma [fő]
- s_{ja} : j évben az a. járműben súlyos sérültek száma [fő]
- k_{ja} : j évben az a. járműben könnyű sérültek száma [fő]

A baleseteket okozó járművekhez tartozó veszteségértékek meghatározása során a 3. képletben részletezett összefüggést használtuk.

$$VSL_{jb} = \sum_{j=2016}^{2020} h_{jb} * VSL_j^h + s_{jb} * VSL_j^s + k_{jb} * VSL_j^k \quad (3)$$

Ahol az egyes egységek a következőket jelentik:

- VSL_{jb} : b. jármű okozta balesethez kapcsolódó 2016-2020 között megsérültek veszteségértéke [milliárd HUF]
- h_{jb} : j évben a b. jármű okozta balesetek következtében meghaltak száma [fő]
- s_{jb} : j évben a b. jármű okozta balesetek következtében súlyos sérültek száma [fő]
- k_{jb} : j évben a b. jármű okozta balesetek következtében könnyű sérültek száma [fő]

A balesetekben megsérült személyek és a baleseteket okozó személyek jellemzőinek elemzése során korcsoportos adatelemzést használtunk. Az életkorcsoportok kialakítása során figyelembe vettük a különböző korcsoportok közlekedéshez kapcsolható fizikai és mentális képességeit, valamint az Élet Úton program javasolt korcsoport felosztásait [9]. Öt korcsoportot alakítottunk ki:

- 0-14 évesek: gyermekek: jellemzően még nem önállóan közlekednek, jogosítvány megszerzése ebben a korcsoportban még nem lehetséges,
- 15-29 évesek: fiatal közlekedők: önálló közlekedők, jogosítvány megszerzése lehetséges minden járműkategóriára,
- 30-44 évesek: középkorú közlekedők: családalapítás, fiatal családosok, önálló keresettel való rendelkezés, felelős, szabálykövető magatartás átadása,
- 45-64 évesek: középkorú közlekedők: közlekedéshez kapcsolható képességek leépülése,
- 65 évesek és felettiek: a közlekedéshez és egyéb életterületen fizikai korlátok megjelenése, testi és mentális képességek romlása.

A balesetekben részt vett sérültekhez tartozó veszteségértékek meghatározása során a 4. képletben részletezett összefüggést használtuk.

$$VSL_{j_c} = \sum_{j=2016}^{2020} h_{j_c} * VSL_j^h + s_{j_c} * VSL_j^s + k_{j_c} * VSL_j^k \quad (4)$$

Ahol az egyes egységek a következőket jelentik:

- VSL_{j_c} : c. életkori csoportba tartozó sérültek 2016-2020 közötti veszteségértéke [milliárd HUF]
- h_{j_c} : j évben a c. életkori csoportba tartozó meghaltak száma [fő]
- s_{j_c} : j évben a c. életkori csoportba tartozó súlyos sérültek száma [fő]
- k_{j_c} : j évben a c. életkori csoportba tartozó könnyű sérültek száma [fő]

A baleseteket okozó sérültekhez tartozó veszteségértékek meghatározása során az 5. képletben részletezett összefüggést használtuk.

$$VSL_{j_d} = \sum_{j=2016}^{2020} h_{j_d} * VSL_j^h + s_{j_d} * VSL_j^s + k_{j_d} * VSL_j^k \quad (5)$$

Ahol az egyes egységek a következőket jelentik:

- VSL_{j_d} : d. életkori csoport által okozott balesetekben 2016-2020 között sérültek veszteségértéke [milliárd HUF]
- h_{j_d} : j évben a c. életkori csoport által okozott balesetekben meghaltak száma [fő]
- s_{j_d} : j évben a c. életkori csoport által okozott balesetekben súlyos sérültek száma [fő]
- k_{j_d} : j évben a c. életkori csoport által okozott balesetekben könnyű sérültek száma [fő]

3. EREDMÉNYEK

A balesetekben sérültek adatainak elemzését, valamint az adott baleseti csoporthoz tartozó veszteségértékeket különböző szempontok (sérültek száma, sérültek megoszlása, veszteségérték értéke, megoszlási aránya) szerint értékeltük. Az 1. táblázat tartalmazza

a 2016-2020 között történt balesetekben sérültek és a sérülésekből adódó veszteségértékeket a balesetek elsődleges ok-csoportja alapján csoportosítva. A táblázatban azokat az ok csoportokat tüntettük fel, ahol az ok-csoporthoz tartozó balesetekben megsérült sérültek aránya meghaladta az 1% ot. Ezek alapján a baleseti sérültek 98,1%-a hét elsődleges baleseti ok-csoportra visszavezethető balesetben sérül meg. Az összesített sorban a táblázatban feltüntetett elsődleges ok-csoportból eredő baleseti sérültek összes számát és az abból adódó veszteségértéket tüntettük fel. A legtöbb sérült a sebesség nem megfelelő alkalmazásából eredő balesetek következtében sérül meg. A vizsgált 5 év alatt 35 135 fő sérült meg ezen ok csoportra visszavezethetően, ami a baleseti sérültek 32,8%-át jelentette. Ehhez az ok-csoporthoz tartozik a legmagasabb veszteségérték is. 2016-2020 között 1214,9 milliárd HUF-ot jelentett a sérülések veszteségértéke, ami a baleseti veszteségértékek 36,1%-a. A táblázat értékei közül kiemelhető a gyalogosok hibájára visszavezethető baleseti sérültek aránya és veszteségértéke. A baleseti sérülések alapján ez az ok-csoport rangsorban a 6. legtöbb sérültet jelentette, ugyanakkor a sérülésekből adódó veszteségértékek alapján a 4. legmagasabb érték arányú. Az 1000 sérülésre jutó veszteségértékek értéke alapján a legmagasabb értékkel a gyalogosok hibájára visszavezethető baleseti sérültek rendelkeztek (51,6 milliárd HUF).

A 2. táblázat értékei tartalmazzák az egyes járművekben a sérültek számát, valamint a hozzájuk tartozó veszteségértékeket és arányokat a 2016-2020 között történt balesetekre vonatkozóan. A táblázatban azokat a járműveket tüntettük fel, ahol a járművekben megsérültek aránya az összes sérülthöz viszonyítva meghaladta az 1%-ot. Ezek alapján a baleseti sérültek 97,7%-a hét közlekedési módra vezethető vissza. Az összesített sorban a táblázatban feltüntetett járművekben sérültek összes számát és a belőlük származó veszteségértéket tüntettük fel. Az értékek alapján a legtöbb sérült személygépjárműben sérült meg a vizsgált időtartamban (57 676 fő), azonban a védtelen közlekedési

1. táblázat: Balesetekben sérültek és a sérülésekből adódó veszteségértékek a balesetek elsődleges ok-csoportja alapján csoportosítva (2016-2020)

balesetek elsődleges ok-csoportja	balesetekben sérültek		sérülésekből adódó veszteségérték VSL_{okc_j}		1000 sérülésre jutó veszteségérték
	száma [fő]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]
sebesség nem megfelelő alkalmazása	35 135	32,8%	1 214,9	36,1%	34,6
irányváltoztatási, haladási, bekanyarodási hiba	27 992	26,2%	756,5	22,5%	27,0
elsőbbség meg nem adása	24 660	23,0%	662,8	19,7%	26,9
előzés szabályainak meg nem tartása	4 982	4,7%	186,1	5,5%	37,4
járművezető egyéb hibája	5 043	4,7%	166,2	4,9%	32,9
gyalogosok hibája	4 584	4,3%	236,3	7,0%	51,6
megállási kötelezettség elmulasztása	2 556	2,4%	77,6	2,3%	30,4
összesen	104 952	98,1%	3 300,4	98,0%	-

módokösszesített veszteségértéke (1675,6 milliárd HUF) meghaladta a személygépjárműben megsérültek veszteségértékét. A védtelen közlekedői módok közül a kerékpáron megsérültek száma volt a legnagyobb, azonban a

gyalogos sérültek veszteségértéke meghaladta a kerékpáros sérültek veszteségértékét. Az 1000 sérülésre jutó veszteségértékek értéke alapján a legnagyobb a gyalogos sérültekből származó veszteség (47,9 milliárd HUF).

2. táblázat: Balesetekben sérültek és a sérülésekből adódó veszteségértékek a balesetekben részt vett járművek alapján csoportosítva (2016-2020)

balesetekben részt vett járművek	járművekben sérültek		sérülésekből adódó veszteségérték VSL_{ja}		1000 sérülésre jutó veszteségérték
	száma [fő]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]
személygépkocsi	57 676	53,9%	1 449,9	43,1%	25,1
tehergépkocsi (össztömege 3.5t alatt)	3 535	3,3%	106,9	3,2%	30,3
autóbusz	2 985	2,8%	53,9	1,6%	18,1
védtelen közlekedési módok:	40 409	37,8%	1 675,6	49,8%	41,5
gyalogos	12 471	11,7%	597,9	17,8%	47,9
kerékpár	15 651	14,6%	546,5	16,2%	34,9
motorkerékpár	6 974	6,5%	338,3	10,0%	48,5
segédmotoros-kerékpár	5 313	5,0%	192,9	5,7%	36,3
összesen	104 605	97,7%	3 286,3	97,6%	-

3. táblázat: Balesetekben sérültek és a sérülésekből adódó veszteségértékek a baleseteket okozó járművek alapján csoportosítva (2016-2020)

balesetet okozó járművek	balesetekben sérültek		sérülésekből adódó veszteségérték VSL _{j_b}		1000 sérülésre jutó veszteségérték
	száma [fő]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]
személygépkocsi	73 418	68,6%	2 052,1	60,9%	28,0
tehergépkocsi (össztömege 3,5t alatt)	6 914	6,5%	222,2	6,6%	32,1
tehergépkocsi (össztömege 3,5t felett)	2 342	2,2%	83,2	2,5%	35,5
autóbusz	1 758	1,6%	46,3	1,4%	26,3
védtelen közlekedési módok:	20 178	18,9%	870,5	25,9%	43,1
gyalogos	8 761	8,2%	319,1	9,5%	36,4
kerékpár	4 598	4,3%	237,0	7,0%	51,5
motorkerékpár	3 702	3,5%	192,5	5,7%	52,0
segédmotoros- kerékpár	3 117	2,9%	122,0	3,6%	39,1
összesen	104 610	97,7%	3 274,4	97,2%	-

A 3. táblázatban a baleseti sérülteket és a sérülésekből adódó veszteségértékeket a baleseteket okozó járművek alapján csoportosítottuk. A táblázatban azokat a járműveket tüntettük fel, ahol a járművekben megsérültek aránya az összes sérülthöz viszonyítva meghaladta az 1%-ot. Ezek alapján a baleseti sérültek 97,7%-a nyolc közlekedési módra vezethető vissza. A balesetet okozó járművek esetében már a 3,5t feletti össztömegű tehergépjárművek is több mint 1%-os sérülés arányt okoznak. Az összesített sorban a táblázatban feltüntetett járművek által okozott balesetekben sérültek összes számát és a belőlük származó veszteségértéket tüntettük fel. Az értékek alapján a legtöbb sérülést személygépjárművel okozzák (68,6%), ezt követi a védtelen közlekedési módok csoportja (18,9%). A személygépjárművel okozott sérülések 2052,1 milliárd HUF veszteségértéket jelentettek 2016-2020 között. Ez a baleseti sérülések veszteségértékének a 60,9%-a volt. Az 1000 sérülésre jutó veszteségértékek értéke alapján a legmagasabb értékkel a motorkerékpárral okozott balesetek sérültjei rendelkeztek (52 milliárd HUF).

A 4. táblázatban a baleseti sérülteket és a sérülésekből adódó veszteségértékeket a baleseti sérültek életkori csoportja alapján csoportosítottuk. Az összesített sorban a táblázatban feltüntetett baleseti sérültek összes számát és a belőlük származó veszteségértéket tüntettük fel. A baleseti sérültek 99,8%-ánál találtunk életkori adatot. Azokat a sérülteket, aki esetében nem volt életkorra vonatkoztatott adat, ennél az elemzésnél nem vettük figyelembe. Az elemzett adatok alapján a legtöbb sérült a 45-64 évesek korcsoportjából kerül ki (baleseti sérültek 26,8%-a), valamint ennek a korcsoportnak a sérülései rendelkeznek a legnagyobb veszteségértékekkel is. A legkevesebb baleseti sérülés a 14 évnél fiatalabbak korcsoportjában történik. Ők a baleseti sérültek csupán 7,3%-át jelentik. Az 1000 sérülésre jutó veszteségértékek értéke alapján a legmagasabb értékkel a 65 év és feletti korcsoportjának sérültjei rendelkeztek (44,7 milliárd HUF).

4. táblázat: Balesetekben sérültek és a sérülésekből adódó veszteségértékek a balesetek sérültjeinek életkora alapján csoportosítva (2016-2020)

sérültek életkora	balesetekben sérültek		sérülésekből adódó veszteségérték VSL_{L_e}		1000 sérülésre jutó veszteségérték
	száma [fő]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]
0-14 évesek	7 763	7,3%	123,6	3,7%	15,9
15-29 évesek	28 464	26,6%	695,0	20,6%	24,4
30-44 évesek	26 747	25,0%	789,3	23,4%	29,5
45-64 évesek	28 691	26,8%	1 078,0	32,0%	37,6
65 év és feletti	15 133	14,1%	675,9	20,1%	44,7
összesen	106 798	99,8%	3 361,9	99,8%	-

Az 5. táblázatban a baleseteket okozók életkora alapján csoportosítottuk a baleseteket. A táblázatban az értékek azt mutatják, hogy amennyiben az adott baleset okozója az adott korcsoportba tartozott, akkor a balesetek során kortól függetlenül hogyan alakultak a baleseti sérülések és veszteségértékek. Az összesített sorban a táblázatban feltüntetett baleseti sérültek összes számát és a belőlük származó veszteségértéket tüntettük fel. A baleseti sérültek 96,3%-ánál találtunk megfelelő életkori adatot az okozó személyére vonatkozóan, valamint megfelelő adatot az okozó személy helyes kódolására. Azokat a sérülteket, akik esetében

a balesetre vonatkozóan nem volt az okozó életkorára adat, valamint az okozó személye azonosíthatatlan volt, az elemzésnél nem vettük figyelembe. A baleseteket okozó személyek életkori csoportja közül a 30-44 évesek okozták a legtöbb baleseti sérülést (arányaiban a sérülések 29,1%-a), azonban a legmagasabb veszteségértékkel a 45-64 évesek által okozott balesetekben megsérültek rendelkeznek (arányaiban 30,3%). Az 1000 sérülésre jutó veszteségértékek értéke alapján a legmagasabb értékkel a 65 év és feletti korcsoportja által okozott balesetekben megsérültek rendelkeztek (37,8 milliárd HUF).

5. táblázat: Balesetekben sérültek és a sérülésekből adódó veszteségértékek a baleseteket okozók életkora alapján csoportosítva (2016-2020)

balesetet okozó életkora	balesetekben sérültek		sérülésekből adódó veszteségérték VSL_{L_d}		1000 sérülésre jutó veszteségérték
	száma [fő]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]	megoszlási aránya [%]	értéke [milliárd HUF]
0-14 évesek	1 430	1,3%	31,8	0,9%	22,2
15-29 évesek	27 578	25,8%	774,8	23,0%	28,1
30-44 évesek	31 134	29,1%	939,1	27,9%	30,2
45-64 évesek	29 779	27,8%	1 018,9	30,3%	34,2
65 év és feletti	13 094	12,2%	495,6	14,7%	37,8
összesen	103 015	96,3%	3 260,1	96,8%	

4. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Kutatásunk célja annak megállapítása volt, hogy melyek azok a balesetek, amelyek a legtöbb sérülést és sérülésekből adódó veszteségértéket jelentették 2016-2020 között. Kezdeti feltételezéseink között szerepelt, hogy a baleseteket előidéző elsődleges ok-csoportok közül a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a sebesség nem megfelelő megválasztásából adódó balesetek eredményezték. Feltételeztük továbbá, hogy a balesetekben részt vett járművek közül a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a védtelen közlekedési módot használók sérülései eredményezték. Feltételeztük, hogy a baleseteket okozó járművek közül a személygépjárművel okozott balesetekhez köthető a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségérték. Feltételeztük, hogy a balesetekben sérült személyek közül a 65 év felettiek korcsoportjának sérültjei eredményezik a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket. Feltételeztük, hogy a baleseteket okozó személyek közül a 30-44 évesek korcsoportja által okozott balesetek nemzetgazdasági veszteségértéke a legnagyobb. A kezdeti feltételezések vizsgálatához a balesetek elemzése során vizsgáltuk a baleseteket előidéző elsődleges ok-csoportokkal, a balesetekben részt vett járművekkel, a baleseteket okozó járművekkel, a baleseti sérültekkel, valamint a baleseteket okozó személyekkel összefüggésben a baleseteket szenvedett személyek számát, a sérülések megoszlását, a sérülésekhez kapcsolódó baleseti veszteségértéket, a veszteségértékek megoszlási arányát, valamint az 1000 főre jutó veszteségérték nagyságát.

Az elmúlt években (2016-2020 között) a legtöbb sérült a sebesség nem megfelelő megválasztásából eredő balesetekben sérült meg. A baleseti sérültek nagy számából következően ehhez a csoporthoz tartozik a legnagyobb baleseti veszteségérték is. Azonban az 1000 sérülésre jutó veszteségérték már a gyalogosok hibájára visszavezethető balesetekhez volt köthető. Ez azt jelenti, hogy bár sokan sérülnek meg a sebesség rossz megválasztásából adódó balesetekben, azonban ezek a sérülések vélhetően enyhébb kimenetelűek, mint a gyalogos balesetek sérültjeinél. Ez azt jelenti, hogy a gyalogosok hibájából adódó

balesetek súlyossága jelentős. A többi baleseti ok-csoport vizsgálata is érdekes eredményekre hívja fel a figyelmet. Az előzés szabályainak megszegéséből származó sérülések mindössze 4,7%-ot tettek ki az összes sérülésen belül, azonban az 1000 sérülésre jutó veszteségérték a gyalogos hibára visszavezethető balesetek kivételével meghaladta a többi ok-csoport értékeit. Ez szintén azt jelenti, hogy ebben az ok-csoportban arányaiban kevesen sérülnek meg, ugyanakkor ezek a sérülések súlyos kimenetelűek. A járművezető hibájára és a megállási kötelezettség elmulasztására visszavezethető balesetek sérültjei is hasonlóan magas fajlagos értékkel rendelkeztek, mint a sebesség nem megfelelő megválasztásából adódó balesetek sérültjei. Az adatokat a vizsgált évek 1000 főre jutó GDP értékével összehasonlítva is meglepő eredményekre jutottunk. (2016-2020 között az 1000 főre jutó átlagos GDP értéke 4,38 milliárd HUF volt.) A balesetek során megsérült személyekből származó fajlagos veszteségérték a gyalogos hibájából adódó balesetek esetében 11,77-szerese volt az 1000 főre vetített GDP értékének. A sebesség nem megfelelő alkalmazásából adódó balesetek sérültjeinek esetében ez az arányszám 7,89 volt. Kezdeti feltételezésünk, miszerint a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a sebesség nem megfelelő megválasztására visszavezethető balesetek sérültjei jelentik, bebizonyítottuk. Az adatok elemzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a sebesség nem megfelelő megválasztásából adódó balesetek esetében valószínűleg további javíthatósági lehetőség nincs a sérültszámok csökkentésén túl, azonban a többi baleseti ok-csoport esetében a sérülések mérséklése kiemelt szempont a közlekedésbiztonság javítása érdekében.

A balesetek során a legtöbb sérült a személygépkocsikban sérült meg, azonban mind a sérülésekből adódó veszteségértékek aránya, mind pedig az 1000 sérültekre jutó veszteségérték nagysága nem a személygépjárművek esetén volt a legnagyobb. A védtelen közlekedési módok összesített veszteségérték aránya a teljes veszteségérték közel fele, miközben a sérültek száma 37,8%-a volt az összes baleseti sérülteknek. Figyelembe véve az 1000 főre jutó

veszteségértékeket is a védtelenek sérülései nagyobbak a többi közlekedési módnál, ami a védtelenségüket erősíti meg. Feltehetően azokban az esetekben, ahol egy védtelen közlekedő is megsérült, a sérülések kimenetele is súlyosabb volt. A védtelen közlekedési módok közül a motorkerékpáros és gyalogos sérültek 1000 főre jutó veszteségértéke volt a legnagyobb, ami szintén ezt mutatja. Motorkerékpárosok esetében vélhetően a sebesség nem megfelelő alkalmazása és a védőfelszerelések használatának elmulasztása is befolyásolhatta a sérülés mértékét a védtelenségből adódó közlekedés mellett. Gyalogosok esetében ez a nagy szám azt jelenti, hogy egy gyalogos elütése általában súlyos vagy halálos sérüléssel végződik. Amennyiben a veszteségérték adatokat a jobb értelmezhetőség érdekében a GDP adatokkal is össze kívánjuk hasonlítani, az látható, hogy a gyalogosok esetében a fajlagos veszteségérték 10,94-szerese a lakos számra vetített GDP értékének, míg motorkerékpárosok esetében 11,07-szerese ez az érték. Kezdeti feltételezésünk, miszerint a balesetekben részt vett járművek közül a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a védtelen közlekedési módot használók sérülései eredményezték, bebizonyítottuk. Az adatok elemzése alapján ezek mellett arra a következtetésre jutottunk, hogy a közlekedésbiztonság javítása érdekében a védtelen közlekedők, különösképpen a motorkerékpárosok és gyalogos közlekedők sérüléseinek enyhítésében van a legnagyobb javíthatósági potenciál.

A balesetet okozó járművek baleseti sérülés vizsgálatai alapján a személygépjárművel okozott balesetekben sérültek meg a legtöbben. Arányaiban több, mint kétharmadát a baleseti sérülteknek a személygépkocsik okozták. Ugyanakkor a sérültek 1000 sérülésre jutó veszteségértéke az egyik legalacsonyabb volt. Ez azt jelenti, hogy bár sok balesetet és sérülést okoznak személygépkocsival, a balesetek kimenetele enyhe. Védtelen közlekedői módokkal okozott balesetek esetében hasonló összefüggést kaptunk, mint a járművekben sérültek vizsgálatánál. A gyalogosok és motorkerékpárosok által okozott balesetekben a fajlagos veszteségérték majdnem duplája volt a személygépkocsival okozott balesetek sé-

rültjeinek. Ez azt jelenti, hogy ha egy motorkerékpáros vagy egy gyalogos balesetet okoz, feltehetően saját maga is megsérül, valamint a sérülés súlyos vagy halálos kimenetelű lesz. Amennyiben a veszteségérték adatokat a jobb értelmezhetőség érdekében a GDP adatokkal is össze kívánjuk hasonlítani, az látható, hogy a gyalogosok esetében a fajlagos veszteségérték 11,76-szorosa a lakos számra vetített GDP értékének, míg motorkerékpárosok esetében 11,87-szerese ez az érték. Kezdeti feltételezésünk, miszerint a baleseteket okozó járművek közül a személygépjárművel okozott balesetekhez köthető a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségérték, bebizonyítottuk. Az adatok elemzése alapján arra a következtetésre jutottunk ugyanakkor, hogy a közlekedésbiztonság javítása érdekében a védtelen közlekedők, különösképpen a motorkerékpárosok és gyalogos közlekedők által okozott balesetek sérüléseinek mérséklésének esetében van a legnagyobb javíthatósági potenciál.

A baleseti sérültek életkori csoportját tekintve a legtöbb sérült a 45-64 évesek korcsoportjából került ki, és a veszteségértékük is a legmagasabb volt a vizsgált életkori csoportok közül. A fajlagos értékek elemzése ugyanakkor azt mutatta meg, hogy az idősök (65 év és felettiek) veszteségértéke a legmagasabb. Ez valószínűleg a védtelenségükből és sérülékenysükből származik. Azokban a balesetekben, amelyben idős személy sérül, valószínűleg a sérülésének mértéke súlyos sérüléssel vagy baleseti halállal jár. A 45-64 évesek korosztályának fajlagos értéke is kiemelkedően magas volt a többi korcsoporthoz képest. A veszteségérték adatokat a GDP adatokkal összehasonlítva, az látható, hogy a 65 év felettiek sérülései a fajlagos GDP érték 10,19-szerese, míg a 45-64 évesek esetében 8,58-szorosa. Kezdeti feltételezésünk, miszerint a balesetekben sérült személyek közül a 65 év felettiek korcsoportjának sérültjei eredményezik a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket, cáfoltuk. Az adatok elemzése alapján ugyanakkor arra a következtetésre jutottunk, hogy a közlekedésbiztonság javítása érdekében a 65 év és felettiek, valamint a 45-64 évesek korcsoportjának sérüléseinek enyhítésében van a legnagyobb javíthatósági potenciál.

A balesetet okozó személyek életkori csoportosításának szempontjából a legtöbb sérült a 30-44 évesek által okozott balesetekhez volt köthető, azonban a sérülésekből adódó veszteségérték a 45-64 évesek által okozott balesetekben megsérültek esetében volt a legmagasabb. A fajlagos veszteségértékeket vizsgálva pedig a 60 év és felettiek által okozott balesetek veszteségértéke volt a legmagasabb. Ez azt jelenti, hogy bár a 30-44 évesek okozzák a legtöbb baleseti sérülést, ezeknek a baleseteknek enyhe a kimenetele. Ezzel ellentétben a 65 év felettiek által okozott balesetekben kevesebben sérülnek meg, ugyanakkor a sérülések jóval súlyosabbak, mint a többi korosztály által okozott balesetekben. A veszteségérték adatokat a GDP adatokkal összehasonlítva, az látható, hogy 65 év felettiek okozta balesetek sérültjeinek veszteségértéke a fajlagos GDP érték 8,64-szerese, míg a 45-64 évesek esetében 7,81-szerese. Kezdeti feltételezésünk, miszerint a baleseteket okozó személyek közül a 30-44 évesek korcsoportja által okozott balesetek nemzetgazdasági veszteségértéke a legnagyobb, cáfoltuk. Az eredmények alapján ezek mellett kijelenthető, hogy a közlekedésbiztonság javítása érdekében a 65 évnél idősebb okozókhoz köthető balesetek sérültjeinek mérséklésében van a legnagyobb javíthatósági potenciál.

5. KONKLÚZIÓ

Számos nemzetközi és nemzeti szabályozás lépett hatályba annak érdekében, hogy növeljék az országok közötti közlekedésbiztonsági szintjét. A hatályos iránymutatások prioritási területei között kiemelkedik a baleseti sérültek és halottak számának csökkentése, a védtelen közlekedők közlekedésbiztonságának növelése, valamint a gyermekek és időskorúak védelme. Kutatásunk célja a közlekedésbiztonság javítása érdekében annak megállapítása volt, hogy melyek azok a balesetek, kik azok az okozók, akik a legtöbb sérülést és sérülésekből adódó veszteségértéket jelentették 2016-2020 között.

Kutatásunk során a 2016-2020 között bekövetkezett magyarországi közúti személysérüléses közlekedési balesetek adatait elemeztük. Az elemzések során 80 472 baleset 107 018 fő sérültjének adatát vizsgáltuk. A balesetek elemzése során vizsgáltuk a baleseteket előidéző el-

sődleges ok-csoportokkal, a balesetekben részt vett járművekkel, a baleseteket okozó járművekkel, a baleseti sérültekkel, valamint a baleseteket okozó személyekkel összefüggésben a baleseteket szenvedett személyek számát, a sérülések megoszlását, a sérülésekhez kapcsolódó baleseti veszteségértéket, a veszteségértékek megoszlási arányát, valamint az 1000 főre jutó veszteségérték értékét.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a sebesség nem megfelelő megválasztására visszavezethető balesetek sérültjei jelentik. Megállapítottuk, hogy a balesetekben részt vett járművek közül a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a védtelen közlekedési módot használók sérülései eredményezték. További megállapítások:

- a balesetekben részt vett járművek közül a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket a védtelen közlekedési módot használók sérülései eredményezték,
- a baleseteket okozó járművek közül a személygépjárművel okozott balesetekhez köthető a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségérték,
- a balesetekben sérült személyek közül a 45-64 évesek korcsoportjának sérültjei eredményezik a legnagyobb nemzetgazdasági veszteségértéket,
- a baleseteket okozó személyek közül a 45-64 évesek korcsoportja által okozott balesetek nemzetgazdasági veszteségértéke a legnagyobb.

Az adatok elemzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a sebesség nem megfelelő megválasztásából adódó balesetek esetében valószínűleg további javíthatósági lehetőség nincs a sérültszámok csökkentésén túl, azonban a többi baleseti ok-csoport esetében a sérülések mérséklése egy kiemelt szempont a közlekedésbiztonság javítása érdekében. A védtelen közlekedők, különösképpen a motorkerékpárosok és gyalogos közlekedők sérüléseinek, valamint az általuk okozott balesetek sérüléseinek enyhítésében van a legnagyobb javíthatósági potenciál. Fontos, hogy a közlekedésbiztonság javítása érdekében a 65 év és felettiek, valamint a 45-64 évesek korcsoportjának sérüléseinek enyhíté-

sében és a 65 évnél idősebb okozókhoz köthető balesetek sérültjeinek mérséklésében van a legnagyobb javíthatósági potenciál a sérültek életkora szempontjából.

A GDP értékekkel történt összehasonlítás adatai azt mutatták, hogy a balesetek sérültjei jelentős veszteségértéket, nemzetgazdasági kiesését jelentenek a társadalomnak. Ez a vizsgálat is azt támasztotta alá, hogy a balesetek, valamint a sérülések csökkentése témakörnek vizsgálata nemcsak közlekedésbiztonság szempontjából, hanem nemzetgazdaság szempontjából is kiemelt tématerület.

Az adatelemzések rávilágítanak a leginkább kritikus balesettípusokra nemzetgazdasági veszteségérték szempontjából. Érdemes lenne további kutatásokat végezni a nagy veszteségértékekkel rendelkező balesettípusok esetében. A további adatelemzések, baleseti mélyelemzések pontosan meghatározhatóvá tehetik a leginkább kritikus baleseti jellemzőket. Mivel cikkünkben a baleseti adatbázis adatait használtuk fel, így az egyes balesetek, balesettípusok mélyelemzéseit más eredményekre is felhívhatják a figyelmet. A tudományos eredmények felhasználásával lehetőség van a közlekedésbiztonság javítását szolgáló fő intézkedési irányvonalak kijelölésére a közúti balesetek és sérültek célirányos csökkentése érdekében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium KDP-2021 kódszámú Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Holló, P., Sipos T. "Közúti baleseti veszteségek aktualizálása", Közlekedéstudományi Szemle, 70(4), o. 47-52, 2020. DOI: <https://doi.org/h9q5>

- [2] Lévai, Z. "Közlekedésbiztonság", Budapest, Dialóg Campus Kiadó, 2019.
- [3] Európai Unió Tanácsa. "Valletta Declaration on Road Safety", Brüsszel, 2017 [online] URL: <https://eumos.eu/valletta-declaration-improving-road-safety/> (elérés 2022. augusztus 22.).
- [4] Európai Bizottság, "A bizottság közleménye az európai parlamentnek, a tanácsnak, az európai gazdasági és szociális bizottságnak és a régiók bizottságának, Európa mozgásban, Fenntartható mobilitás Európában: biztonságos, összekapcsolt és tiszta közlekedés", Brüsszel, 2018
- [5] Jankó, D. "A 2021-2030 közötti évekre tervezett EU közlekedésbiztonsági akcióprogram irányelvei, célkitűzései és ezek hazai elfogadhatósága", Közlekedéstudományi szemle, 69(6), o. 56-65, 2019. DOI: <https://doi.org/hrhz>
- [6] Innovációs és Technológiai Minisztérium, Belügyminisztérium, "Közúti Közlekedésbiztonsági Akcióprogram 2020-2022", Bp. 2020.
- [7] Központi Statisztikai Hivatal. "24.1.1.33. Személysérüléses közúti közlekedési balesetek", [online] URL: https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0033.html (elérés 2022. augusztus 22.)
- [8] Közlekedéstudományi Intézet. "Baleseti veszteségértékek aktualizálása", Budapest, 2019.
- [9] Holló, P., Hermann, I. "A közúti közlekedési balesetek által okozott társadalmi-gazdasági veszteségek aktualizálása", Közlekedéstudományi Szemle, 63(3), o. 22-27, 2013.
- [10] Bhalla, K., Diez-Roux, E., Taddia, A. P., De la Peña Mendoza, S. M., Pereyra, A. "The Cost of Road Injuries in Latin America", Inter-American Development Bank, 2013.
- [11] B. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, "Együttműködési stratégia az ÉLET ÚTON programhoz" [online] URL: <https://adoc.pub/egyttmkdesi-strategia-az-elet-uton-programhoz.html> (elérés 2022. augusztus 22.)

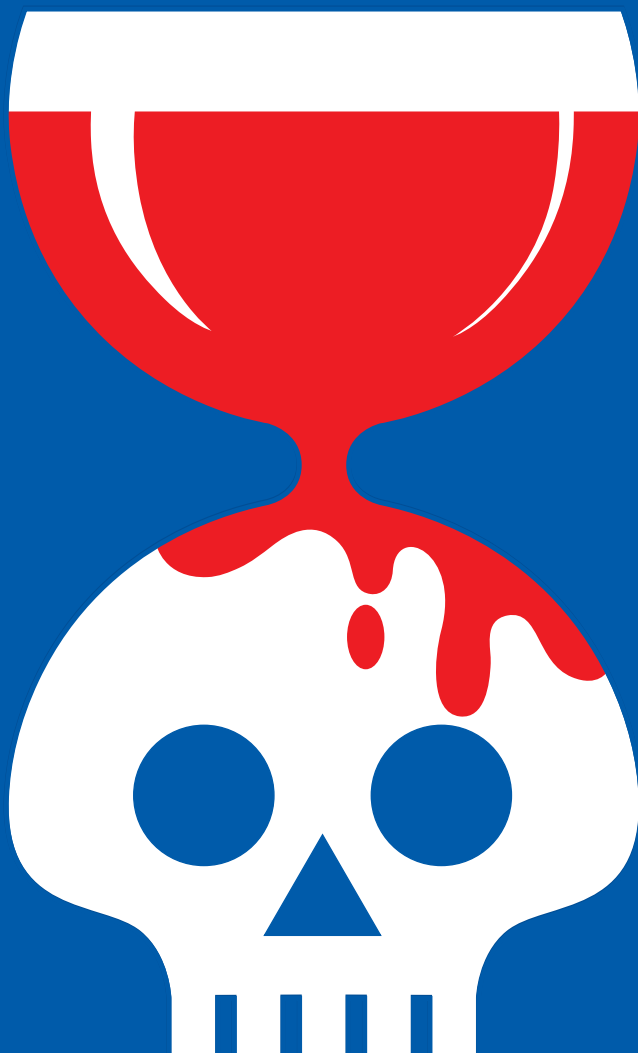


The role of economic loss rates in road traffic accidents involving personal injury



Die Rolle volkswirtschaftlicher Schadenswerte bei Verkehrsunfällen mit Personenschaden

EZ MIRE VEZET?



facebook.com/balesetmegelozes



Támogatóink



TECHNOLÓGIAI ÉS
IPARI MINISZTERIUM

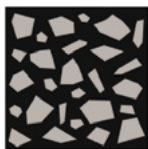


FÜMTERV



STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



EUROASZFALT
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

 **HungaroControl**

Magyar Légiforgalmi Szolgálat



