

LXXII. ÉVFOLYAM 6. SZÁM
2022. DECEMBER

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN



Valamennyi Előfizetőnek,
Olvasónak, Támogatónak
Békés,
Boldog Karácsonyi Ünnepeket,
Vidám Új Évet Kíván

a Közlekedéstudományi Egyesület és
a Közlekedéstudományi Szemle
Szerkesztőbizottsága

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. Gilicze 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, Úteg 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
1089 Budapest Orczy tér 1., Telefon: 36-1-4776300

ELŐFIZETÉS:
Előfizethető a Közlekedéstudományi Egyesület
szerkesztőségében
Éves előfizetés (6 szám): 9000 Ft
KTE egyéni tagoknak: 4500 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

Dr. Lakatos András – Soltész Tamás – Lepsényi István

Akkumulátoros és hidrogén hajtás vizsgálatának szempontrendszere a városközi vasúti személyszállításban Magyarországon 4

Gressai Mánuel – Tóth Róbert Péter – Dr. Tettamanti Tamás

A HU-GO elektronikus útdíjrendszerből származó adatok felhasználási lehetősége automatikus incidensdetektáló algoritmushoz 17

Dr. Balogh Tamás – Kiss-Nagy Krisztián – Dr. Simongáti Győző – Dr. Hargitai L. Csaba

Az autonóm hajózás lehetőségei és szükségessége Magyarországon 26

Dr. Jóna László – Döbrentei Balázs – Dr. Henézi Diána – Gaál Bertalan

A Szigetköz közúti közlekedésének fejlesztése települési összekötő utakkal 41

Dr. Horváth Balázs – Dr. Török Ádám

Emlékeztető
az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről 59

Melléklet

Közlekedésbiztonság -

Közlekedési környezetvédelem

Krizsik Nóra – Dr. Pauer Gábor – Nagy Péter Dávid

A közúti balesetek alakulása a Covid-19 2020. évi tavaszi kijárási korlátozásának tekintetében 64

VÁLTOZÁS!

A digitális változat megrendelése csak egyéni előfizetőknek lehetséges a Közlekedéstudományi Szemle szerkesztőségénél (szemle@ktenet.hu).

A digitális változat előfizetési díja évente 6600 Ft, KTE egyéni tagnak 4500 Ft. Az aktuális lapszámokat már a nyomtatott változat megjelenése előtt elküldjük előfizetőink e-mail címére pdf formátumban.

Akkumulátoros és hidrogénhajtás vizsgálatának szempontrendszer a városközi vasúti személyszállításban Magyarországon

A nemzetközi és országos szinten megfogalmazott és kitűzött klímacélok megkövetelik a közlekedési eszközök károsanyag-kibocsátásának mérséklését, hosszú távon pedig a teljes karbonsemlegesség elérését. Ez elsősorban alternatív hajtású (tisztán elektromos vagy hidrogénüzemű) járművek forgalomba állításával érhető el, amely magába foglalja a kötöttpályás közlekedés felsővezetékkel nem rendelkező részét is. Éppen ezért a közúti közlekedés mellett a helyközi vasúti közlekedésben is elengedhetetlen a szerelvények fogalomba állítását megelőzően a kiszolgáló infrastruktúra elemzése, a szükséges átalakítások definiálása, valamint az alkalmazási célterületek meghatározása.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.6.1>

Dr. Lakatos András¹ – Soltész Tamás² – Lepsényi István³

¹tudományos munkatárs, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék, e-mail: lakatos.andras@kjk.bme.hu

²tudományos segédmunkatárs, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék, e-mail: soltesz.tamas@kjk.bme.hu

³elnök, Magyar Hidrogénteknológiai Szövetség, e-mail: lepsenyi.istvan@xiagency.hu

1. BEVEZETÉS

Magyarországon a vasúti hálózat jelentős része nem villamosított. Az ország CO₂ kibocsátásának és kőolajfüggőségének hosszú távú csökkentése érdekében célként fogalmazható meg a kibocsátásmentes vonalak kialakítása a nem villamosított szakaszokon alternatív tüzelőanyagok és energiaforrások bevonásával. Az új vasúti járművek hozzájárulnak a

csökkentett karbonlábnyomú és alacsonyabb zajterhelésű közlekedéshez, a vasúti járműállomány megújulásához. A vasúti dízelvonatás kiváltásának két fő iránya van: a kettős vagy hibrid üzem, illetve a kibocsátásmentes üzem. Hibrid üzemben a belső égésű motor mellett megjelenik a villamos energia is, ezáltal a jármű képes a felsővezeték használatára a villamosított szakaszokon közlekedve. A villamos üzem célja a dízelmotor mellett

az energiatárolás, energia-fogyasztás csökkentése, gyorsításkor a teljesítmény növelése. Kibocsátásmentes közlekedés megvalósítható akkumulátorok (tisztán elektromos) vagy tüzelőanyag-cella (hidrogén – FCH) alkalmazásával.

Jelen vizsgálat célja a nemzetközi példákat is figyelembe véve annak meghatározása, milyen infrastruktúra-oldali beavatkozások szükségesek a tisztán elektromos, illetve a hidrogénüzemű vasúti járművek alkalmazásához, illetve mely hazai vasútvonalak szolgálhatnak ezen innovatív hajtásrendszerek demonstrációs területeiként.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS, NEMZETKÖZI PÉLDÁK

Számos irodalom [1]-[3] foglalkozik a hidrogén-, illetve az akkumulátoros hajtásokkal. Ezekből az egyik tanulmány [2] a különböző stakeholderek feladatait taglalja. Azonosítja az állami, üzemeltetői, energiaszolgáltató oldali, a fejlesztői, valamint a hatósági feladatokat:

- **Állami feladatok:** Az FCH vonatok a tömegközlekedési stratégiába integrálásának megfontolása, illetve az FCH vonatok fejlesztésének és telepítésének támogatása, a szükséges jogszabályi módosítások kezdeményezése (pl. járművezetőképzés), szabványok, előírások kidolgozása (pl. telephely, töltési infrastruktúra kialakítása);
- **Üzemeltetői feladatok:** Az FCH vonatok telepítési lehetőségeinek megvizsgálása (pl. legmegfelelőbb vonalak, multimodális üzemanyag-töltő terminálok), illetve a meglévő állomások FCH technológiával való utólagos felszerelésének megfontolása (hosszú járműélettartam);
- **Energiaszolgáltató oldali feladatok:** A nagyméretű hidrogén-töltőállomások megvizsgálása a hidrogénellátás szempontjából, illetve megfontolandó a hidrogén-utánpótlás más közlekedési módokkal történő szállításának vizsgálata is;

- **Fejlesztői feladatok:** az FCH-technológia helyi igényekhez történő igazításának vizsgálata;
- **Kormányzati feladatok:** A technológia elterjedési lehetőségének vizsgálata a közlekedési stratégiába való bevonásával.

A [3] az FCH megoldások európai elterjedését vizsgálva arra jutott, hogy 2030-ra az új vasúti járművek piacán 20%-os részesedésük várható. Három piaci szegmenst elemeztek:

- A motorvonatoknál számítanak a legnagyobb, 30%-os részesedésre (a dízeljárművek jelenlegi piacára vetítve), mivel itt már most is léteznek kész megoldások. Az üzemeltetési költségek terén a dízelmotorvonatokhoz hasonló szintet jeleznek előre, ami kis forgalmú vonalak esetén a villamosításnál jelentősen kedvezőbb megoldást jelent a kibocsátáscsökkentésre.
- Tolatómozdonyok esetén a tanulmány egyelőre alacsony piaci igényeket tár fel, aminek elsődleges okaként a járműkínálat jelenlegi hiányát jelöli meg. (Ez természetesen a technológia további terjedésével változhat.)
- Fővonalai mozdonyok esetén hasonló megállapításra jutnak: a járműkínálat egyelőre hiányzik, így az FCH mozdonyok elterjedése még várat magára.

Emellett a [3] a hidrogén-üzemanyagcellás hajtás öt fő előnyét állapítja meg:

1. rugalmas hibridizálási lehetőségek (akkumulátorokkal való kombinálhatóság),
2. gyors feltöltés,
3. a tisztán akkumulátoros hajtás kötöttségeinek mellőzése (pl. hatótáv, töltési idő),
4. alacsonyabb teljes üzemköltség (a dízel-meghajtáshoz, de egyes esetekben akár a felsővezeték-üzemhez képest is),
5. kompromisszummentes teljesítmény.

A gyakorlati alkalmazást tekintve az akkumulátoros hajtásnak a vasúti közlekedésben

már évtizedekre visszanyúló előzményei vannak, számos külföldi példa létezik. Ennek egyik oka az elektromos meghajtás régóta és széles körben elterjedt alkalmazása, amely már a 19. század végétől jelen van a vasúti vontatásban; sőt, a belső égésű motorral hajtott járművek esetén is gyakori megoldás a villamos erőátvitel (pl. dízel-villamos mozdonyok). A másik fontos ok, hogy vasúti járműveken a közúti járművek-nél lényegesen egyszerűbben helyezhetők el a nagy méretű és tömegű akkumulátorok, ennek köszönhetően már hagyományos savas akkumulátorokkal is készültek ilyen járművek.

Ezek közül a legnagyobb darabszámú a Deutsche Bahn (DB) 515-ös (korábban ETA 150) sorozata (1. ábra) volt, amelyekből 232 motorkocsi készült 1954-1965 között, és az utolsó példányok 1995-ig üzemeltek. Az akkumulátoraikat négyévente kellett cserélni; az utolsó változatban 603 kWh energiát tudtak tárolni, ami kb. 400 km-es hatótávot tett lehetővé.

A hosszú üzemidőből látható, hogy a sorozat bevált, az utasok is kedvelték, ugyanakkor az akkumulátorok nagy tömege miatt a vázszerkezetük gyorsabban elhasználódott. A töltés és karbantartás bonyolultsága miatt e járműveket selejtezésük után már hagyományos, dízelhajtásúak váltották fel [4][5].

Az akkumulátoros hajtás vasúti alkalmazása terén napjaink egyik fő fejlesztési irányát szintén a motorvonatok jelentik. Ma már a legnagyobb európai gyártók (Siemens, Alstom-Bombardier, Stadler) mind kínálnak ilyen járművet; közülük több (pl. Alstom Talent 2., 3. ábra) már utasforgalomban is közlekedik. E járműveket jellemzően hagyományos, villamos motorvonatok vontatási akkumulátorokkal történő kiegészítésével fejlesztették ki, amelyeket fékezés energiával, menet közben felsővezetékről, ill. fix töltőpontról is képesek feltölteni (utóbbi esetben általában gyorsöltési opció is van). Akkumulátoros üzemben kisebb teljesít-

1. ábra: A DB 515-ös sorozatú akkumulátoros motorkocsija

[forrás: Wikimedia Commons]



2. ábra: Az Alstom Talent 3-asának akkus-villamos üzemű prototípusa [forrás: insideEVs.com]



ménnyel üzemelnek, de a végsebességük ekkor is eléri a 120-140 km/h-t. A hatótáv 80-150 km között változik, a gyártók pedig több mint tízéves akkumulátor-élettartamot garantálnak [6].

A másik fő vasúti alkalmazás a tolató mozgások lebonyolítása, mivel ezen a területen nem okoz lényeges problémát sem az alacsonyabb elérhető teljesítmény, sem a rövidebb hatótáv. Főleg kisebb járműgyártók kínálnak akkumulátoros tolatómozdonyokat (pl. [7]), de üzemeltetők is végeznek kísérleti átépítéseket (pl. az osztrák ÖBB [8]). Egy további, kapcsolódó fejlesztési irány – elsősorban a teherszállításban – a fővonal villamosmozdonyok felszerelése akkumulátorokkal, ilyen mozdonyt pl. a Rail Cargo Hungaria is rendelt már [9]. A megoldás előnye, hogy lehetővé teszi – a teljes útvonalnak álta-

3. ábra: A lengyelországi PESA járműgyár SM42-6Dn típusú, hidrogénhajtású tolatómozdonya [forrás: iho.hu]



lában igen rövid szakaszát kitevő – villamosítatlan vonalak, ill. iparvágányok kiszolgálását is külön tolatómozdony alkalmazása nélkül. Hátránya az akkumulátorok szállítása a teljes útvonalon, viszont itt meg kell jegyezni, hogy ezek tömege általában elhanyagolható a továbbított vonatok össztömegéhez képest.

A hidrogénhajtás lényegesen újabb technológia, az akkumulátoros hajtáshoz hasonló előzményekkel nem rendelkezik. Fő alkalmazási területei azonban – a technológiai kötöttségek hasonlósága (a tüzelőanyag-cella többlettömege, korlátozott hatótáv, töltési infrastruktúra szükségessége) okán – lényegében a fentiekkel azonosak, az új járműfejlesztések is szinte párhuzamosan folynak a két technológiát tekintve. Fontos különbség a hidrogén, mint energiaforrás beszerzésének, eljuttatásának és tárolásának megoldása, ezek azonban elsősorban logisztikai és infrastrukturális kérdéseket vetnek fel, járműoldalról az üzemeltetés a tisztán elektromos és a sűrített gáz alapú üzem közötti átmenetként értelmezhető. Így vannak példák nagyobb járműgyártók motorvonat-fejlesztésére (pl. Alstom [10], Siemens [11]) és kisebb gyártók tolatómozdonyaira (pl. PESA [12], 3. ábra) is, a fővonalai mozdonyok kiegészítő hajtásánál viszont nem terjedt még el ez a hajtási mód. A korábban idézett tanulmány [3] alapján megállapítható, hogy az FCH szegmensben – különösen a mozdonyoknál – a járműkínálat még korlátozott, egyelőre főleg kisebb gyártók prototípusai vannak jelen. Viszont a technológia rendkívül dinamikus fejlődik, folyamatosan kerülnek kereskedelmi forgalomba, válnak megrendelhetővé az új járműtípusok (a MÁV tenderelőkészítő anyaga 14 olyan céget sorol fel, amelyekről már lehet ajánlatot kérni).

3. ALTERNATÍV HAJTÁSÚ VASÚTI JÁRMŰVEK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

A tisztán elektromos, kizárólag akkumulátorral, valamint a hidrogénnel üzemelő vasúti járművek esetében mind a járműoldali, mind a humánerőforrás-oldali, mind pedig a kiszolgáló infrastruktúra oldali vizsgálatok szük-

ségesek. A közúti személyszállítást illetően az alternatív meghajtású járművek már valamivel elterjedtebbek (az áruszállításban még kevésbé), a fenti szempontok vizsgálata azonban még ott is folyamatosan zajlik. Jelen vizsgálat az infrastruktúra oldaláról közelíti meg a problémát.

Mindkét meghajtás esetében a kiszolgáló infrastruktúra terén egyrészt az üzemanyagtöltési technológia, illetve a telephelyi (karbantartási) műveleteket kiszolgáló létesítmények specifikációja fontos.

Tisztán elektromos üzem létesítése során, az üzemanyagtöltési technológiát (ez esetben üzemanyag alatt a tárolt elektromos töltés értendő) illetően az alábbi főbb kihívások kutatását szükséges a fókuszba helyezni:

- Az üzemanyagtöltők létesítése: a közúti közlekedésben az elektromos töltők telepítése dinamikusan növekszik, az egyre inkább terjedő elektromos üzemű személygépkocsik, illetve autóbuszok miatt. Ebből adódóan a közlekedési mód számára különböző paraméterekkel rendelkező (teljesítmény, áramerősség stb.) és különböző funkciójú (pl. éjszakai lassútöltés, gyorsöltés, villám-töltés) töltőberendezések állnak rendelkezésre a jelentkező igények függvényében, ráadásul az autóbusz-közlekedés terén egyre inkább bevett mód a végállomási töltés akár áramszedő segítségével. A fentiek értelmében a piacon már elérhető nagy teljesítményű töltőegység is, amelyek alkalmazhatók lehetnek a vasúti közlekedés terén is.
- Az üzemanyagtöltők méretezése és megfelelő mennyiségű üzemanyaggal történő ellátása: az üzemanyag-vételezési helyek funkciójából adódóan a csúcsidőszaki igényeket felmérve, illetve meghatározva megfelelő mennyiségű elektromos áramot kell biztosítani a hálózathoz. A legnagyobb kihívást a töltés során az elektromos hálózat esetleges bővítése jelenti, amelynek vizsgálatakor az alábbiakra kell tekintettel lenni:
 - o A hálózatbővítés fizikai kivitelezése időigényes, az engedélyezési, majd kiviteli műveletek akár éveket is igénybe vehetnek. A folyamatok időigényét

4. ábra: 200 bar nyomású hidrogéntartályok a Linde magyarországi töltőállomásán
[forrás: saját felvétel]



mérsékelheti a közlekedési szolgáltató, illetve az áramszolgáltató közötti szoros együttműködés megteremtése, amelyre magyarországi példaként a Volánbusz Zrt. és az MVM Next Zrt. közös cége, az MVM Mobiliti Kft. említhető.

- o Külön vizsgálendő a töltőrendszer gyártójának bevonásával, hogy a töltők táplálása megoldható-e a vasút saját vontatási energiaellátó rendszeréből (amely a legtöbb karbantartó helyen elérhető), ez ugyanis egyszerűsítheti a fenti folyamatokat. Emellett egy ilyen megoldás a villamos vontatási, ill. akkumulátortöltési funkciók közötti szinergia kiaknázását is lehetővé tenné, ugyanis ezen igények csúcsterhelése más-más időszakban várható, ezáltal pedig a hálózat bővítési szükséglete mérséklődhet vagy akár ki is váltható.
- o A napi vasútüzemeltetés során jelentkező energiaigények kiszolgálásához illeszkedő funkciójú és teljesítményű töltőegységek létesítése. Ehhez részletes vizsgálatok szükségesek a konkrét vasútüzem tekintetében (pl. járműfordulók, éjszakai töltési lehetőség, egyéb műveletekkel történő összehangolás). A töltő paramétereit minden esetben rész-

letesen specifikálni kell, amely teljesítmény- és funkcióoptimum meghatározásához további kutatások szükségesek.

- Üzemanyagtöltővel kapcsolatos biztonsági előírások meghatározása: a járművek töltési technológiája mellett kiemelt hangsúlyt kell fektetni a biztonságra is. Európában – sőt a világ szinte minden táján – jelenleg még nincsenek előírások, illetve (jog) szabályok a töltők kialakításával kapcsolatban. Kutatási potenciált jelent ezek meghatározása és Európai Unió vagy hazai jogszabályi környezetbe történő átültetése.

Hidrogénmeghajtású járművek üzemeltetése esetén az alábbi szempontok vizsgálata, kutatása elengedhetetlen:

- Az üzemanyagtöltők létesítése: jelenleg Magyarországon a Linde Gáz Magyarország Zrt. Budapesten található (4. ábra), Illatos úti telephelyén lehetséges a közúti járműveknek sűrített hidrogén üzemanyagot vételezni, a vasúti közlekedés számára a hidrogéntöltők hazánkban még nem érhetők el. Kutatási potenciál a töltőkutak elhelyezésének meghatározása, illetve az üzemanyag-vételezési pontok funkciójának meghatározása (pl. csak a közösségi közlekedés számára fenntartott vagy közforgalmú);

- Az üzemanyagtöltők méretezése és megfelelő mennyiségű üzemanyaggal történő ellátása: az üzemanyag-vételezési helyek funkciójából adódóan a csúcsidőszaki igényeket felmérve, illetve meghatározva megfelelő mennyiségű – kb. 200 bar nyomásra elősűrített – hidrogént kell biztosítani. Az optimális mennyiség meghatározása szintén komplex kutatást igényel, ugyanis számos paraméter befolyásolja, úgymint:
 - o A kiszolgálni kívánt járművek forgalomban betöltött szerepe, járműfordulója (fordája), ebből adódóan a töltési műveletre rendelkezésre álló időkeret és időkorlát;
 - o Az üzemanyagszállítás rendszeressége az üzemanyagkútra, amely kifejezetten fontos abban a tekintetben, hogy a hidrogéngáz csővezetékes szállítását Európában – sőt a világon – még nem alkalmazzák közlekedést kiszolgáló célokra, így az közúti szállítással történik. Ebből adódóan a telepített üzemanyagkutak logisztikai kiszolgálását előre meg kell tervezni.

A fentiek alapján tehát kritikus az üzemanyagkutakon rendelkezésre álló sűrített hidrogén mennyisége és utánpótlása. Jelenleg Hamburgban üzemel az ottani közúti igényeket közforgalmú funkcióban kielégítő kút, amelynek tárolókapacitása maximálisan 1 tonna, 200 bar nyomásra sűrített hidrogén. A személygépkocsik és autóbuszok által igénybevehető kút létesítési költsége közel 13 millió euró volt [13].

- Sűrített hidrogén előállításához szükséges kompresszor méretezése: mivel a személygépkocsik (és a targoncák) 700 bar (5. ábra), míg az autóbuszok 350 bar nyomású hidrogént használnak fel, ezért a tartályokban lévő 200 bar nyomású gázt fel kell sűríteni a kívánt szintre. Ennek analógiájára a vasúti közlekedésben használt motorvonatok, mozdonyok hidrogén-üzemanyaggal történő feltöltéséhez is tovább kell sűríteni a hidrogént, ami az üzemanyagkúton elhelyezett kompresszor segítségével történik. A töltési kapacitást döntően

befolyásolja az alkalmazott kompresszor teljesítménye, amelyet a jelentkező igények ismeretében optimalizálni szükséges. Ez szintén egy komplex kutatási potenciált jelent, amelynek kiváló alapot adhat a közúti közlekedésben már széles körben alkalmazott CNG (sűrített földgáz) vagy CBG (sűrített biogáz) technológia. Ugyanis a hidrogénüzemű járművek töltése is a nyomáskiegyenlítés módszerével történik, azaz a járműveken elhelyezett tartályok és az üzemanyagkúton található tartályokat összekötve nyomáskiegyenlítés jön létre. Fontos hangsúlyozni, hogy a töltési műveletet számítógépes algoritmus szabályozza a manuális, emberi vezérlés helyett. Magyarországon számos helyen alkalmaznak már CNG-kutakat a közúti közlekedésben:

- o Miskolcon a MVK Zrt. telephelyén közforgalmú kútként üzemel CNG-töltőbázis 2400 m³/h teljesítményű kompresszorral, amely egyszerre 6 autóbust, 1 tehergépkocsit és 1 személygépkocsit képes kiszolgálni. Ebből adódóan egyszerre körülbelül 50, járművön található gáztartály tölthető fel. A töltőállomás kiépítése 1 milliárd forintba kerül;

- o Budapesten a "FŐGÁZ-gázkút" rendelkezik 1000 m³/h teljesítményű kompresszorral, amely egyszerre 2 darab autóbusz feltöltését tudja végezni [14][15].

A fentiekből adódóan látható tehát, hogy a hidrogénnel üzemelő vasúti járművek kiszolgálását végző kutak töltési teljesítményét meghatározó kompresszorok megválasztásához alapot adhatnak a hazai CNG-kutak paramétereire, de annak pontos meghatározása további kutatásokat igényel.

Mindkét alternatív meghajtás alkalmazása esetén a telephelyi (karbantartási) műveleteket kiszolgáló létesítményekre is fókuszálni kell az alábbi kutatási témákkal:

- járművek karbantartási műveleteinek kidolgozása;
- járműkarbantartáshoz kapcsolódó telephely-átalakítások szükségessége: a

5. ábra: Kompresszor és töltőoszlop a Linde magyarországi töltőállomásán
[forrás: saját felvétel]



nagyfeszültséget vagy nagynyomású gázt felhasználó járművek karbantartására – elsősorban az akkumulátorpakkok tárolására, felhasználására, karbantartására – számos karbantartóeszközt, valamint karbantartási helyiséget át kell alakítani. Ezek paramétereinek meghatározására (pl. mely helyiségeket, hogyan kell átalakítani, illetve kialakítani) ugyan ajánlásokat megfogalmaz(hat) az adott jármű gyártója, azonban hazánkban előírások, (jog)szabályok még nincsenek (sőt, Európában is csak elvétve, helyi szinten). A (jog)szabályok, előírások megalapozásához szintén műszaki tanulmányok, kutatások szükségesek, amelyeknek előbb kell megvalósulniuk, mint a járművek megérkezésének.

4. HAZAI ESETVIZSGÁLATOK

Az alternatív üzemű vasúti járművek alkalmazhatósága három vasútvonalon kerül bemutatásra:

6. ábra: Magyarország vasúti térképe (pirossal jelölve a 5-ös számú vasútvonal)
[forrás: wikipedia.hu]



- 5-ös számú Székesfehérvár – Komárom vonal;
- 81-es számú Hatvan – Somosköőújfalú vonal;
- 10-es számú Győr – Celldömölk vonal.

A Székesfehérvár–Komárom reláció (6. ábra) a MÁV 5-ös számú nem villamosított, egyvágányú vasútvonala, amelynek hossza 82 kilométer. A vasúti pályán a megengedett legnagyobb sebesség 80 km/h.

A vonalon a jelentős áruszállítás mellett szimbolikus személyszállítási kínálat áll az utazóközönség rendelkezésére, amely napi szinten két vonatpárt jelent. Az egyik vonatpár Székesfehérvár felől Komárom érintésével Esztergomig közlekedik, illetve Esztergomból indul, míg a másik vonatpár Székesfehérvár és Komárom között szállítja az utasokat. A vonalon a személyszállítási szolgáltatás üzemideje 10:20 - 19:21 között értelmezhető, így az üzemszünet 15 óra. Ez az időérték elegendő lehet a vasúti járművek üzemanyag-töltésére, azonban hangsúlyozandó, hogy a járműveket – a vonal szolgáltatás nélküli időszakában – más vasútvonalakon is felhasználják (ez a hidrogénüzemben is megoldható), így azok töltésére rendelkezésre álló idejét a járművek fordája határozza meg. Ebből adódóan a rendelkezésre álló idő kevesebb is lehet, mint 15 óra. A vonalon jelenleg Bzmot típusú dízelüzemű motorvonatok közlekednek. A vonal kiszolgálása négy szerelvénnel valósítható meg, így a vonal (reláció) ideális demonstrációs környezetként szolgálhat az akkumulátoros hajtás számára.

A tisztán elektromos, kizárólag akkumulátorról üzemelő motorvonatok alkalmazása esetén a következő kritikus paraméterekre kell tekintettel lenni:

- A járművek fordájából adódóan azok töltésére korlátozott időkeret áll rendelkezésre. Ez döntően befolyásolhatja az alkalmazott töltőegység paramétereit és funkcióit (pl. villámtöltés, éjszakai gyorstöltés stb.);
- A járművek fordájuk szerint a honos állomásukhoz képest távolabbi területeken is

személyszállítási feladatokat láthatnak el, amelyből adódóan az akkumulátorpakk méretét, ennek eredményeképpen pedig a hatótávolságot előre kell definiálni, illetve meghatározni;

- A járművek tényleges hatótávolságából, illetve a forda szerinti napi futásteljesítményből adódóan elképzelhető az is, hogy a járműveket nem szükséges mindennap tölteni. Ezzel a töltési folyamatok és a töltési rendszeresség optimalizálható, amely részletes vizsgálatokat igényel (tervezett menetrend felállítás, fordatervek elkészítése stb.);
- A MÁV járműjavító és járműkarbantartó telephellyel rendelkezik a székesfehérvári vasútállomás közvetlen környezetében, így a járművekhez szükséges karbantartó-infrastruktúra, illetve töltési infrastruktúra kialakítása azon a helyen javasolt. Ezzel együtt részletesen fel kell mérni egy részletes tanulmány keretein belül:
 - o A járműjavító- illetve karbantartó létesítményben az akkumulátorpakkok balesetmentes karbantartásához szükséges átalakításokat;
 - o Meg kell határozni a töltési infrastruktúra pontos helyét a telephelyen belül.

A Hatvan–Somosköőújfalú vasútvonal (7. ábra) a MÁV 81-es számú nem villamosított vasúti fővonala a Zagyva völgyében. 65 kilométer hosszú, amelyből közel 11 kilométer kétvágányú (Hatvan–Selyp), ez az ország egyetlen nem villamosított kétvágányú vonalszakasza. A vonalon helyi jellegű személy- és teherforgalom zajlik, annak ellenére, hogy korábban nemzetközi vonatok is közlekedtek. 2006 óta az ütemes menetrend alapján egy-, illetve kétórás követéssel közlekednek a személyvonatok.

A vonal kapcsolatot teremt Szlovákiával is, ugyanis Somosköőújfalú és Fülek között a szlovák vasúthálózaton 164-es számmal „folytatódik”. A nemzetközi hálózati elem hossza 14 kilométer, egyvágányú és villamosítatlan, ráadásul 2011 óta személyforgalma nincs.

A vonal magyarországi szakaszán a vonatokat Bzmoz típusú dízelüzemű motorvonatok továbbítják. A vonalon jelenleg ütemes menetrend alapján Somoskőújfalu és Hatvan között közlekednek a személyszállító vonatok 2 óránként. Az üzemidő 3:06 - 23:47 közötti, azaz az éjszakai üzemszünet kevesebb, mint 4 óra. A vonalat négy szerelvény szolgálja ki – alapul véve a jelenlegi fordákat – ezért a lokáció a hidrogénhajtás egyik ideális demonstrációs területeként is funkcionálhat.

A Kisalföldet a Marcal folyó jobb partja mentén átszelő Győr–Celldömölk (8. ábra) vasút-vonal a MÁV 10-es számú, egyvágányú, nem villamosított vasútvonala. A vonal 72 kilométer hosszú, amelyen a megengedett maximális sebesség 100 km/h.

A Győr és Celldömölk, valamint Pápa és Celldömölk között közlekedő személyvonatokat többnyire Bzmoz motorvonatok, valamint MÁV M41-es mozdonyok által vontatott vonatok továbbítják. 2019 nyarától a személyvonatokon két darab felújított, a GYSEV-től bérelt Jenbacher motorvonat is közlekedik. A Helikon InterRégióban (Győr - Kaposvár) Siemens Desiro motorvonatok közlekednek. A személyszállítás tekintetében a vonalon ütemes menetrend van érvényben, azaz a kora hajnali, illetve a késő esti időszakot leszámítva minden páros órában személyvonat, minden páratlan órában pedig a Helikon InterRégió vonat köti össze Győrt Celldömölkkel. Ezen felül heti egyszer (vasárnap) Szombathely irányából Budapest-Keleti pályaudvarra is közlekedik egy InterRégió vonat, amelyet M41-es mozdony továbbít. A vonalon az üzemidő 3:45-23:53 között értelmezendő. Ezekből adódóan ez a lokáció szintén funkcionálhat demonstrációs területként a hidrogénhajtás számára.

Amennyiben az említett vonalakon hidrogén üzemanyagú motorvonatok kerülnek alkalmazásra, úgy a következő kritikus paraméterekre kell tekintettel lenni:

- Az üzemszünet hosszából adódóan a járművek töltésére korlátozott időkeret áll rendelkezésre. Ez döntően befolyásolhatja az üzemanyagkúton alkalmazott kom-

resszió teljesítmény-paraméterértékének megválasztását;

- Az alkalmazott ütemes menetrend alapján a járművek napközbeni töltése nehezen oldható meg, így azok töltése elsősorban az éjszakai órákban történhet;
- A járművek tényleges hatótávolságából, illetve a forda szerinti napi futásteljesítményből adódóan elképzelhető az is, hogy a járműveket nem szükséges mindennap tölteni. Ezzel a töltési folyamatok és a töltési rendszeresség optimalizálható, amely részletes vizsgálatokat igényel (tervezett menetrend felállítása, fordatervek elkészítése stb.);
- A MÁV járműjavító és járműkarbantartó telephellyel rendelkezik a hatvani vasútállomás közvetlen környezetében, emellett a Keleti pályaudvarnál található központi járműjavító és járműkarbantartó bázis is tervezetten Hatvanba kerül át. Így a járművekhez szükséges karbantartó-infrastruktúra, illetve töltési infrastruktúra kialakítása másik telephelyen javasolt.
- A MÁV Győr állomáson kisebb karbantartási létesítménnyel rendelkezik, ezért a hidrogén meghajtású járművekhez szükséges karbantartó-infrastruktúra, illetve töltési infrastruktúra kialakítása javasolt azon a helyen. Ráadásul a létesítmény közvetlenül a TEN-T folyosó mellett helyezkedik el, így funkciója bővíthető, akár közforgalmú hidrogéntöltő állomásként is szolgálhat a különböző közlekedési módok számára (közúti személy- és teherszállítás, vasút kiszolgálása), az azonban további vizsgálatokat igényel, hogy az ehhez szükséges vasúti járműmozgások hogyan illeszthetők be az állomás üzemi tervébe.
- Ezzel együtt – az eddig említetteken felül – részletesen fel kell mérni mind az akkumulátoros, mind pedig a hidrogénhajtás esetében egy tanulmány keretein belül:
 - o A járműjavító, illetve -karbantartó létesítményben a hidrogénüzem balesetmentes karbantartásához szükséges átalakításokat;

- o Meg kell határozni a töltési infrastruktúra pontos helyét a telephelyen belül;
- o Tekintettel kell lenni a közforgalmú szerepre is, azaz közúti és egyéb vasúti járművek számára is elérhetővé kell tenni a hidrogén-üzemanyagkút használatát.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Az alternatív hajtású járművek nagyban hozzájárulhatnak a klímasemlegességhez, a (vasúti) közlekedés által kibocsátott károsanyagok mértékének csökkentéséhez. Azonban az említett járművek technológiája Európában új, illetve újszerű, ezért a biztonságos és megbízható üzemeltetéshez számos feltételnek szükséges teljesülnie a kiszolgáló létesítmények terén. A töltési infrastruktúra létrehozása mind a hidrogénüzemű, mind pedig az akkumulátoros üzemű járművek esetében kritikus pont. A hidrogénüzem tekintetében az üzemanyagkút jellegéből (közforgalmú vagy zárt használatú) és az egyszerre felhasználandó üzemanyag mennyiségéből adódóan megfelelő teljesítményű kompresszor és megfelelő kapacitású tárolókegységek telepítése szükséges. A jelenleg elterjedt és széles körű üzemeltetési tapasztalatokkal bíró – autóbuszos közforgalmú – CNG-üzemek alapján ajánlott a 2000 m³/h feletti teljesítményű kompresszor alkalmazása körülbelül 1 tonnányi, 200 barra sűrített hidrogén tárolásával;

Az akkumulátoros üzemelés esetén a megfelelő hálózati teljesítmény kulcsfontosságú. Azaz biztosítani szükséges, hogy a hálózatból a központi töltőegység minimum 800 A erősségű áramot fel tudjon venni, névleges teljesítményként a 600 kW érték tartós biztosítása mellett, ami azonban – tekintettel a MÁV saját, nagyfeszültségű hálózatára – a közúthoz képest viszonylag egyszerűen biztosíthatónak tűnik.

A töltési rendszeren túl a karbantartási egységek, létesítmények biztonsági felkészítése a magasnyomású gáz, illetve a nagyfeszültség biztonságos kezelésére is elengedhetetlen. Az átalakításokra jelenleg jogszabályi előírás, katasztrófavédelmi ajánlás nincs. Ennek orszá-

gos szintű vizsgálata és kidolgozása kulcsfontosságú.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Study on use of fuel cell hydrogen in railway environment (<https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/F01-Roland-Berger-Public.pdf&clen=2975671&chunk=true>, hozzáférés: 2022. március 11.)
- [2] Study On The Use Of Fuel Cells And Hydrogen In The Railway Environment (https://fshift2rail.org/wp-content/uploads/F019/05/Study-on-the-use-of-fuel-cells-and-hydrogen-in-the-railway-environment_final.pdf&clen=67158454&chunk=true, hozzáférés: 2022. március 11.)
- [3] Nicolas Pocard: Fuel Cell Trains Show Wide Market Potential (<https://blog.ballard.com/fuel-cell-trains>, hozzáférés: 2022. márc. 11.)
- [4] Nincs új a nap alatt: az akkumulátoros motorkocsi (https://vonattal-termeszetesen.blog.hu/2020/05/19/nincs_uj_a_nap_alatt_az_akkumulatos_motorkocsi; hozzáférés: 2022. február 17.)
- [5] DB-Baureihe ETA 150 (https://de.wikipedia.org/wiki/DB-Baureihe ETA_150; hozzáférés: 2022. február 17.)
- [6] Villamosítás vagy akkumulátor? (<https://iho.hu/hirek/villamositas-vagy-akkumulator-200511>, hozzáférés: 2022. február 17.)
- [7] Hibrid tolatómozdonyokat gyárthatnak az Egyesült Királyságban (<https://iho.hu/hirek/hibrid-tolatomozdonyokat-gyarthatnak-az-egyest-kiralysagban-200619>, hozzáférés: 2022. február 17.)
- [8] Akkumulátoros üzeműre épített át tolatómozdonyokat az ÖBB (<https://iho.hu/hirek/akkumulatos-uzemure-epített-at-tolatomozdonyokat-az-obb-190815>, hozzáférés: 2022. február 17.)
- [9] Elkészült az RCH első kínai akkus mozdonya (<https://iho.hu/hirek/elkeszult-az-rch-elso-kinai-akkus-mozdonya>, hozzáférés: 2022. február 17.)
- [10] Az Alstom szállíthatja az Egyesült Királyság első hidrogénhajtású vasúti flottáját (<https://iho.hu/hirek/az-alstom-szallithatja>

az-egyessult-kiraltsag-elso-hidrogenhajtasu-vasuti-flottajat, hozzáférés: 2022. február 17.)

- [11] Siemens Mobility and DB unveil hydrogen-driven train Mireo Plus H (<https://www.railway-technology.com/news/siemens-mobility-db-hydrogen-train/>, hozzáférés: 2022. augusztus 15.)
- [12] Hidrogénhajtású mozdonyt mutatott be a Pesa (<https://iho.hu/hirek/hidrogenhajtasu-mozdonyt-mutatott-be-a-pesa-210927>, hozzáférés: 2022. február 17.)

- [13] Wasserstoffstation HafenCity Hamburg – Schlussbericht. (<https://www.now-gmbh.de/en/projectfinder/wasserstofftankstelle-hafencity-hamburg/>, hozzáférés: 2022. február 17.).
- [14] Lakatos A., Mándoki P. Autóbusz-üzemtan. Akadémiai Kiadó, 2018. (elektronikus kiadás)
- [15] Lakatos, A., Mándoki, P. Autóbusz-üzemtan. BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar (nyomtatott jegyzet), 2018.



Criteria for the Assessment of Battery and Hydrogen Propulsion in Intercity Passenger Rail Transport in Hungary

The climate targets stated and set nationally and internationally require the reduction of emissions from transport vehicles and, in the long term, the achievement of total carbon neutrality. This can be achieved primarily through the introduction of alternative propulsion vehicles (pure electric or hydrogen), including the non-overhead lines areas of rail transport. For this reason, in addition to road transport, it is also essential in the case of interurban rail transport to analyse the service infrastructure, to define the necessary modifications and to define the target areas of application before the trainsets are placed in service.



Kriteriensystem zur Prüfung von Batterie- und Wasserstoffantrieb im Schienenpersonenfernverkehr in Ungarn

Die auf nationaler und internationaler Ebene formulierten und gesetzten Klimaziele fordern die Reduzierung der Schadstoffemissionen von Verkehrsmitteln und langfristig das Erreichen einer vollständigen CO₂-Neutralität. Dies kann vor allem durch die Einführung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb (rein elektrisch oder mit Wasserstoffbetrieb) erreicht werden, was auch den Teil des nicht oberleitungsgebundenen Schienenverkehrs umfasst. Genau aus diesem Grund ist es unerlässlich, neben dem Strassenverkehr auch im Schienenverkehr zwischen den Städten vor der Inbetriebnahme der Züge die bedienende Infrastruktur zu analysieren, sowie die notwendigen Anpassungen zu definieren und die Einsatzgebiete festzulegen.

A HU-GO elektronikus útdíjrendszerből származó adatok felhasználási lehetősége automatikus incidensdetektáló algoritmushoz

Az úthasználati jogosultság meglétének ellenőrzése során, amelyet a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. (NÚSZ) végez, nagy mennyiségű forgalmi adat keletkezik. Ezen adatok forgalmi menedzsmenthez, illetve automatikus incidensdetektáló (AID) algoritmusokhoz is felhasználhatók. Először egy ARIMA-modell alapú algoritmus kerül bemutatásra, majd ezt követi a hangolási módszertan ismertetése és a valós adatokkal tesztelt, különböző változatok hatékonyságának vizsgálata.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.6.2>

Gressai Mánuel – Tóth Róbert Péter – Dr. Tettamanti Tamás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

e-mail: tettamanti.tamas@kjk.bme.hu, gressai.manuel@kjk.bme.hu, tothrobertpeter@edu.bme.hu

1. BEVEZETÉS

2020-ban a Magyar Közlekedési Mérnökképzésért Alapítvány a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. (NÚSZ) támogatásával ösztöndíjpályázatot hirdetett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán. A NÚSZ a szakmai érdekkörébe tartozó, útdíjfizetéssel összefüggő kutatási tevékenységet és oktatói konzultációt kívánta támogatni általuk meghatározott, specializált tématerületekhez kapcsolódóan. Korábbi kutatásunk folytatásaként, a HU-GO útdíjrendszerből származó adatok automatikus incidensdetektáló algoritmus-hoz történő felhasználási lehetőségével és a megfelelő működéshez szükséges paraméterek hangolásának módszertanával foglalkoztunk.

Általános megfogalmazásban forgalmi incidensnek nevezünk minden olyan váratlan eseményt (legtöbbször baleseteket, műszaki hibás járművek megállását), amely a forgalom zavartalan áramlását akadályozza. Ezen esetek észlelésére automatikus incidensdetektáló (AID – Automatic Incident Detection) algoritmusok alkalmazhatók, amelyek az esemény hatására kialakuló forgalmi állapotok egyedi tulajdonságait használják ki.

Az incidensek detektálása eszközigényük alapján csoportosítható. A legtöbb algoritmus két, egymástól meghatározott távolságban elhelyezett detektáló eszköz adatainak felhasználásával érzékeli a forgalmi viszonyokat. Ezek előnye, hogy a több keresztmetszeten végzett mérésekből adódóan kevésbé hajlamosak ha-

mis riasztást adni, viszont telepítési és üzemeltetési költségük jelentős, valamint a meghibásodás valószínűsége is nagyobb. Bizonyos algoritmusok egy érzékelési pont adatai alapján is alkalmasak az incidensek felismerésére, azonban ezek pontatlanabb eredményt adnak. Az algoritmusok működési elvük alapján a következőképpen csoportosíthatók:

- összehasonlító vagy mintafelismerő,
- statisztikai vagy idősor alapú,
- forgalmi modell alapú,
- mesterséges intelligenciát alkalmazó,
- videófelismerő rendszerek.

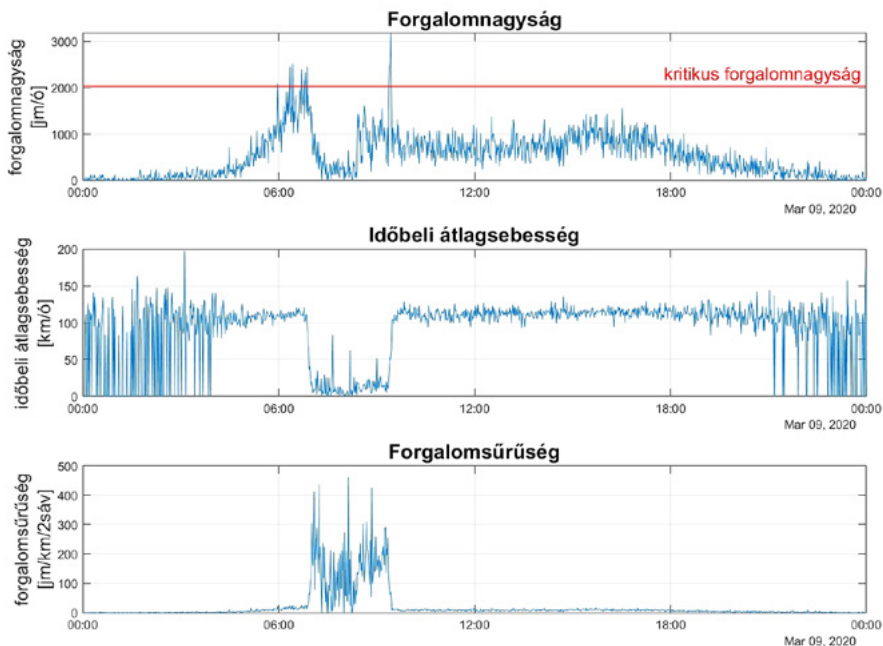
2. ARIMA-MODELL ALAPÚ ALGORITMUS

Az ARIMA-modell (Autoregressive Integrated Moving Average) egy statisztikai és idősor alapú incidensfelismerő módszer, amely egyetlen mérési pont - jelen esetben egy NÜSZ ellenőrző portál - adatai alapján is képes a váratlan események detektálására. Az eljárás megbízhatósága és pontossága a modellparaméterek hangolásával tovább nö-

velhető. A hangolás módszere az M6-s autópálya 22+300 km-szelvényében, a Budapest felé tartó oldalon elhelyezkedő portál által az úthasználati jogosultság ellenőrzése során rögzített adatsoron kerül bemutatásra. A helyszínen 2020. március 9-én a reggeli órákban utolérési baleset történt menetirány szerint a detektálási keresztmetszet után nagyjából 400 méterre, így vizsgálhatók a forgalmi áramlat jellemzőiben a baleset hatására bekövetkező változások.

Elsőként az elemzés szempontjából releváns forgalomtechnikai paraméterek (forgalomnagyság, időbeli és térbeli átlagsebesség, forgalomsűrűség) kerültek meghatározásra 1 perces időbeli felbontásban (1. ábra). A diagramokon egyértelműen megmutatkozik az incidens: a baleset ideje, az okozott torlódás időtartama, valamint a kapcsolódó, forgalmi állapotokra vonatkozó paraméterek alakulása is nyomon követhető. A baleset előtt az átlagsebesség változatlansága mellett növekedett a forgalomnagyság, amely a forgalomsűrűség növekedését eredményezte. Az incidens bekövetkezése

1. ábra: Az algoritmus hangolásához kiválasztott adatsor általános vizsgálata



után a forgalomnagyság és az átlagsebesség tekintetében egyaránt hirtelen csökkenés figyelhető meg. Később a járműfolyam némileg rendeződött, nőni kezdett a forgalomnagyság, ekkor kis sebességgel jelentős mennyiségű jármű haladt át a detektálási keresztmetszeten. A torlódott állapot megszűnésének idejében hirtelen ugrás figyelhető meg a forgalomnagyság értékében, az addig araszoló járművek ismét szabad utat kaptak, és feltartóztatás nélkül haladhattak tovább az útszakaszon. A forgalmi állapot rendeződése után ismét a helyszínré jellemző, általánosnak tekinthető paraméter-értékek jelennek meg.

2.1. Az ARIMA-modell alapú algoritmus működése

A módszer lényege, hogy egy adott t mérési időpontban a megelőző három mérés eredményei alapján becslést ad a $t+1$ -edik mérési időpontban várható értékre, amelyet az előzőleg mért és becsült értékek eltéréséből számít. Amennyiben a $t+1$ -edik mérési időpontban a ténylegesen mért értékek kiesnek a korábban becsült értékek 95%-os konfidenciaintervallumából, a rendszer incidensriasztást ad le. Az eredeti algoritmus hurokdetektoros mérések foglaltságadataiból dolgozik, amely – a két érték egyenes arányosságából adódóan – az időegységre vetített átlagsebességgel helyettesíthető. Ezen értékek a nyers adatsorokból kinyerhetők, így közvetlenül használhatók az algoritmus működtetéséhez. A logika alap-egyenletei a következők:

$$\begin{aligned}v_{\text{becsült}}(t+1) &= v_{\text{mért}}(t) - e_{t-1} \cdot \theta_1 - e_{t-2} \cdot \theta_2 - e_{t-3} \cdot \theta_3, \\v_{jh}(t+1) &= v_{\text{becsült}}(t+1) + n \cdot \sigma, \\v_{ah}(t+1) &= v_{\text{becsült}}(t+1) - n \cdot \sigma,\end{aligned}$$

ahol az alkalmazott jelölések az alábbiak:

- $v_{\text{becsült}}(t+1)$: a $t+1$ -edik időintervallumra becsült átlagsebesség;
- $v_{\text{mért}}(t)$: a t -edik időintervallumban mért átlagsebesség;
- e_{t-1} , e_{t-2} , e_{t-3} : a $t-1$ -edik, $t-2$ -edik, $t-3$ -adik időintervallumra vonatkozó becslési hiba;

- θ_1 , θ_2 , θ_3 : a becslő algoritmus mozgóátlag paraméterei;
- $v_{jh}(t+1)$, $v_{ah}(t+1)$: a $t+1$ -edik időintervallumra vonatkozó felső és alsó intervallumhatárok;
- n : segédparaméter az intervallumhatárok hangolásához;
- σ : a mérési zaj által okozott becsült hiba (a mérési helyszín egyedi jellemzője).

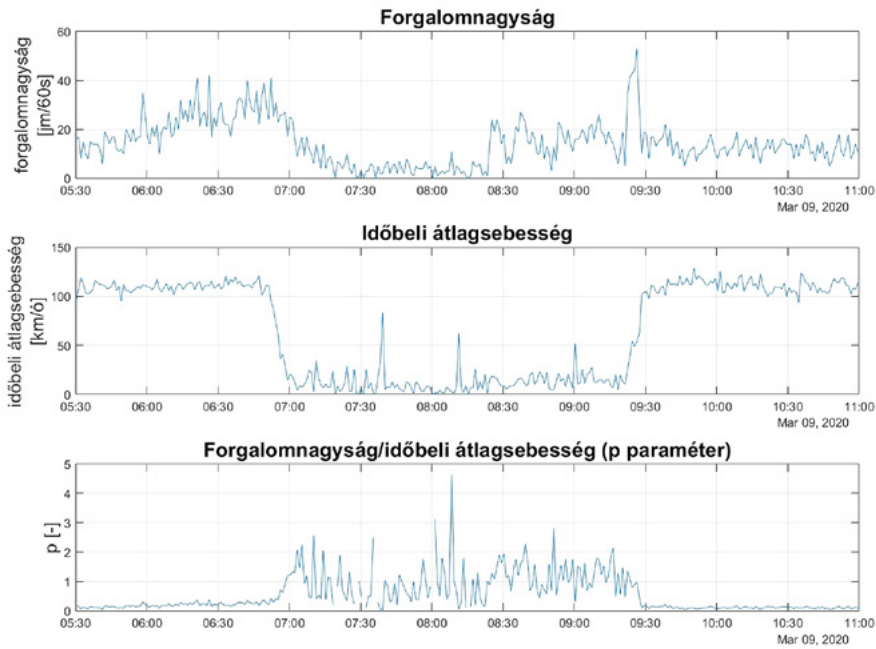
A mérést befolyásoló zaj (σ) értékének módosításával az intervallumhatárok, a hibák mozgóátlag-paramétereivel (θ_1 , θ_2 , θ_3) pedig az incidensdetektálás érzékenysége módosítható. Minél hangsúlyosabb az utolsó mérési pont ($t-1$) hibája, annál hamarabb detektál a rendszer incidenst, viszont ez növelheti a hamis riasztások számát. Ha a három méréssel ezelőtti pont ($t-3$) kapja a legnagyobb súlyt, az lassítja a detektálás sebességét, és kisebb eséllyel ad le hamis riasztást, viszont nagyobb valószínűséggel maradhat el egy valódi incidens detektálása.

Az intervallumhatárok hangolásához használt n paraméter az eredeti egyenletekben konstans értéket vesz fel, viszont ezt dinamikusan változóvá alakítottuk. Amikor egy adott időintervallumban nagyon kevés jármű halad el, ráadásul a sebességeik között is jelentős különbség, az torzulást és hibás incidensjelzést eredményezhet. Ennek megelőzése érdekében vezettük be a p paramétert, amely információt szolgáltat a hálózat terheltségéről a vizsgált időintervallumban:

$$p = \frac{N}{v_{\text{mért}}}$$

Az adott időintervallumon mért járműszám (N) és átlagsebesség ($v_{\text{mért}}$) hányadosa különböző forgalmi viszonyok mellett a következőként alakul:

- kis járműszámnál a sebességtől függetlenül alacsony, nullához közeli értéket ad;

2. ábra: Az ARIMA modellben használt p paraméter időbeli alakulása

- nagyobb járműszámnál és magasabb sebességértékeknél közepes értéket ad;
- nagy járműszám és alacsony sebességek esetén jelentősen nagy, kiugró értéket ad.

A paraméter várható értéke nem általánosítható, mivel az szoros összefüggésben áll az alkalmazott időbeli felosztással, az intervallumok hosszával. Célunk az, hogy kis járműszám esetén kiterjesszük, nagyobb járműszám esetén pedig szűkítsük az elfogadási intervallumot, így az egyenletekben a p paraméter reciprokát használjuk fel. A forgalmi áramlat jellemzőit és p értékének alakulását a 2. ábra szemlélteti. Néhány esetben a paraméter nem számítható a nulla értékű forgalomnagyság és átlagsebesség értékek miatt, viszont ez az algoritmus pontosságát és az incidensek felismerését nem befolyásolja.

A p paramétert egy olyan időbeli jelként értelmezhetjük, amely felerősíti a kritikus forgalmi állapotokat és az ebből származtatott n para-

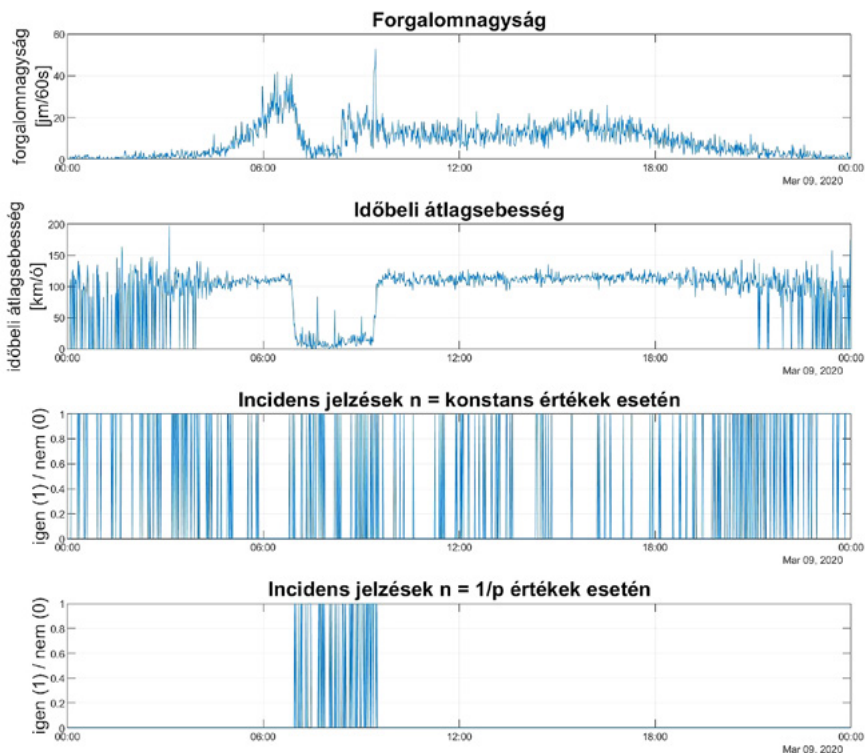
méter szűkebb elfogadási határokat eredményez ezen időintervallumokban, használatával pedig csökkenthető a téves riasztások száma (3. ábra). A modell paramétereinek ismertetésétől jelen pillanatban eltekintünk, kizárólag az n paraméter megválasztása és az incidensjelzések közötti összefüggést mutatjuk be.

Megfigyelhető, hogy az n paramétert dinamikus változóként használva az algoritmus csak a ténylegesen kritikus időszakban (ahol p értéke kiugró) ad le riasztást, ezen kívül nincsenek incidensjelzések. Az elfogadott átlagsebességhez tartozó intervallumhatárok alakulását a 4. ábra és az 5. ábra szemlélteti. Látható, hogy a kritikus forgalmi állapotokhoz a paraméter módosítása következtében jelentősen szűkebb elfogadási sáv tartozik.

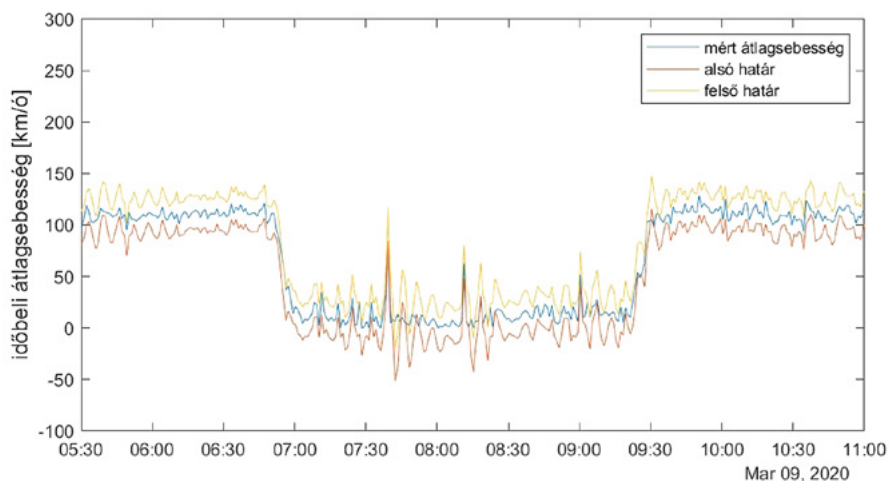
2.2. Különböző változatok hatékonyságának vizsgálata

Az ARIMA-modell alapú algoritmus változtatható paramétereit jelentősen befolyá-

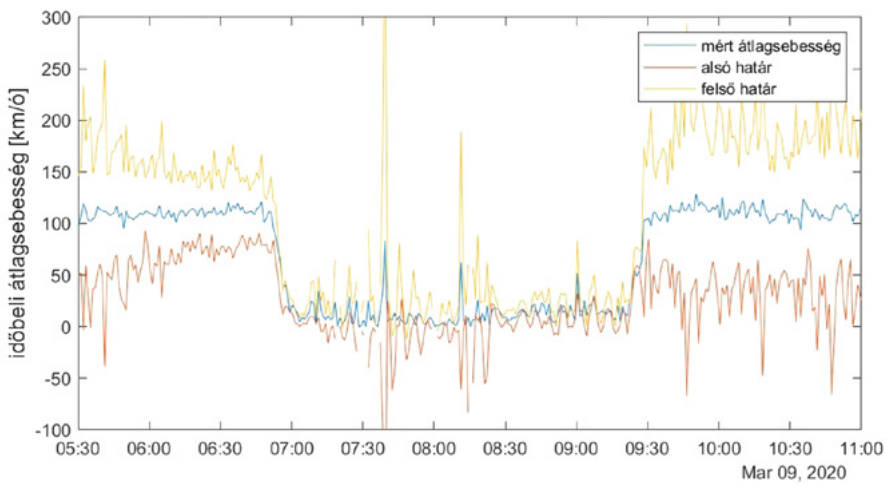
3. ábra: Incidensjelzések



4. ábra: Az $n = 2$ esethez tartozó elfogadási intervallumok



5. ábra: Az $n = 1/p$ esethez tartozó elfogadási intervallumok



solják a módszer hatékonyságát, ezért mindeképpen manuális hangolást igényelnek. A paraméterek értékeinek előzetes megválasztásával különböző változatokat (A, B, C, D) állítottunk össze (1. táblázat), a különböző változatokat pedig hatékonysági mutatók alapján vizsgáltuk. A teljesítmény értékelése három általánosan elterjedt mutató alapján történt.

1. táblázat: ARIMA-modell alapú algoritmus változataihoz tartozó paraméterértékek

A					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,57; 0,285; 0,145]				
σ	2	3	5	8	15
B					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,34; 0,33; 0,33]				
σ	2	3	5	8	15
C					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,5; 0,25; 0,25]				
σ	2	3	5	8	15
D					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,25; 0,5; 0,25]				
σ	2	3	5	8	15

2.2.1. Felismerési arány
(DR – Detection Rate)

A felismerési arány a vizsgált helyszínen felismert incidensek számát viszonyítja a szakszon valóban bekövetkezett incidensek számához. A tesztelés során az algoritmus különböző változatainak egyikénél sem fordult elő, hogy a bekövetkezett incidens detektálása elmaradt volna, így ez az érték minden vizsgálatnál 100%-nak tekinthető.

$$DR = \frac{\text{felismert incidensek száma}}{\text{megtörtént incidensek száma}} * 100 [\%].$$

2.2.2. Téves riasztási arány
(FAR – False Alarm Rate)

Téves riasztásnak tekintünk egy leadott incidensjelzést, ha az olyan időpontban jelentkezett, amikor a valóságban nem következett be a forgalom áramlását akadályozó esemény. Tekintve, hogy a modellben használt n paramétert dinamikussá alakítottuk, az incidens bekövetkezése és a forgalmi áramlat rendeződése között bekövetkező jelzéseket nem tekintjük téves riasztásnak, mivel a paraméter használatának célja a kritikus forgalmi állapotok ki-

emelése. Esetünkben manuálisan határoztuk meg az incidens bekövetkezésének és a forgalmi állapot rendeződésének időpontját, majd a riasztások számának alakulását vizsgáltuk ezen intervallumon belül és kívül.

$$FAR = \frac{\text{téves riasztások száma}}{\text{összes riasztás száma}} \cdot 100 [\%] .$$

A téves riasztásoknak a valóságban több oka is lehet. Amennyiben a mérőeszköz működése nem megfelelő, az hamis adatokat szolgáltathat az algoritmus számára. Problémát okozhatnak a lassan haladó járművek, amelyek a közlekedés többi résztvevőjét feltartják, és ezáltal a forgalmi áramlatban a balesetekhez hasonló változásokat hoznak létre. Nehézséget okozhat az útpálya vonalvezetésében valamilyen szokatlan elem is (éles kanyar, forgalmi sáv megszűnése), amely a járművek sebességének csökkenését eredményezi. Probléma jelentkezhet a nagy forgalmú autópálya-felhajtók környezetében is, amikor a főpálya forgalma jelentősen megnő, akár annak kapacitását is meghaladva. Ezen tényezők miatt javasolt az algoritmusok egyedi hangolása a különböző mérési helyszíneken.

2.2.3. Felismerési idő
(TTD – Time To Detect)

A felismerési idő az incidens bekövetkezésének pillanatától annak érzékeléséig eltelt időtartamot jelenti. A mutató számításához a baleset bekövetkezésétől számítva meghatároztuk az azt követő legkorábbi időpillanatot, amikor az algoritmus riasztást adott le. A különböző események detektálási ideje eltérhet, ezért a különböző incidensekre adott reakciók vizsgálata, valamint a paraméterek hangolása kiemelten fontos.

$TTD = \text{incidens detektálásának időpontja} - \text{incidens bekövetkezésének időpontja}.$

2.2.4. Mérőszámok közötti összefüggések

Az incidensfelismerő algoritmus hangolása során arra kell törekedni, hogy a felismerési arány minél nagyobb legyen, míg a téves riasztási arány és a felismerési idő a lehető

legalacsonyabb értéket vegye fel. Ideális esetben a hatékonyságot jellemző paraméterek: $DR=100\%$, $FAR=0\%$, $TTD=0$ s. A folyamat nehézsége abban rejlik, hogy a mutatók egymástól nem függetlenek. A felismerési ráta növekedésével a téves riasztási arány is nőni fog, hiszen a rendszer sokkal érzékenyebbé válik. Ennek következtében olyan jelenségekre is riasztást ad le, amelyek valójában nem minősülnek a forgalom lefolyását akadályozó eseménynek. Ha a téves riasztások számának minimalizálása az elsődleges szempont, akkor a nem detektált incidensek száma növekedhet. Hasonló probléma jelentkezik a felismerési idővel kapcsolatban is. Ha a logika gyorsan elemzi az adott szituációt, akkor nagyobb lesz a téves riasztási arány, miközben a felismerési arány egyre csökken. A lassabb elemzés viszont magasabb felismerési rátát és kisebb téves riasztási arányt eredményez: minél több ideje van a rendszernek „gondolkodni”, annál pontosabb lesz az eredmény.

2. táblázat: Különböző paraméterezésű változatok teljesítménymutatói					
A					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,57; 0,285; 0,145]				
σ	2	3	5	8	15
DR	100%	100%	100%	100%	100%
FAR	35,82%	13,48%	1,92%	0,00%	0,00%
TTD [min]	1	1	2	8	12
B					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,34; 0,33; 0,33]				
σ	2	3	5	8	15
DR	100%	100%	100%	100%	100%
FAR	29,35%	9,85%	0,00%	0,00%	0,00%
TTD [min]	1	2	2	6	8
C					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,5; 0,25; 0,25]				
σ	2	3	5	8	15
DR	100%	100%	100%	100%	100%
FAR	31,15%	9,77%	1,00%	0,00%	0,00%
TTD [min]	1	1	2	8	8
D					
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,25; 0,5; 0,25]				
σ	2	3	5	8	15
DR	100%	100%	100%	100%	100%
FAR	32,51%	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TTD [min]	1	2	2	2	20

3. táblázat: A leghatékonyabb változatok összefoglalása

	A	B	C	D	D
$\theta_1, \theta_2, \theta_3$	[0,57; 0,285; 0,145]	[0,34; 0,33; 0,33]	[0,5; 0,25; 0,25]	[0,25; 0,5; 0,25]	[0,25; 0,5; 0,25]
σ	5	5	5	5	8
DR	100%	100%	100%	100%	100%
FAR	1,92%	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%
TTD [min]	2	2	2	2	2

Az előzetesen paraméterezett algoritmus-változatok teljesítménymutatóit a 2. táblázat foglalja össze. A felismerési arány minden esetben 100%, mivel az algoritmus egyik esetben sem mulasztotta el jelezni a bekövetkezett incidenst. A téves riasztások arányának minimalizálása mellett a felismerési idő is kiemelt szempont, így a teljesítménymutatók egyidejű vizsgálata célszerű. Az A, B és C változat esetén σ értékét 5-nek választva érhető el a legjobb eredmények, a D változatban $\sigma = 8$ is hasonlóan jól teljesít. Az így megmaradt változatok teljesítménymutatói a 3. táblázatban láthatók.

A második körben elvégzett összehasonlításból látszik, hogy a paraméterértékek különböző kombinációja mellett azonos hatékonysággal teljesített az algoritmus. Tekintve, hogy az eltérő típusú zavarások különböző változásokat idéznek elő a forgalmi áramlat tulajdonságaiban, érdemes több incidenst is megvizsgálni, azokat egymással összehasonlítani és az eredmények alapján megválasztani az optimális hangolási értékeket.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünkben bemutattuk a NÚSZ portálkapuk detektálási adatainak felhasználási lehetőségét egy statisztikai elven működő incidensdetektáló algoritmushoz. Megerősítettük, hogy a NÚSZ detektálási keresztmetszetein előálló adatok megfelelő bemeneti adatként szolgálnak az ARIMA-modell alapú incidensdetektáló módszer teszteléséhez, működtetéséhez. Bemutattuk, hogy a gyakorlati alkalmazás és az éles üzem előtt miként lehetséges a különböző paraméterezésű változatok hatékonyságának vizsgálata és ezek alapján a legjobban teljesítő megoldás kiválasztása. Is-

mertettük az összehasonlításhoz használható teljesítménymutatókat, azok számításának elvét és módszerét. Egy kvalitatív megközelítésű módszertant mutattunk be a változatok összehasonlításához, amelyet egy kiválasztott útszakaszon bekövetkezett valós incidenshez tartozó adatsoron sikeresen alkalmaztunk.

A teljes folyamat egy mérési és értékelési utasításként kezelhető, amely az AID algoritmusok jövőbeli gyakorlati alkalmazásba helyezését támogatja.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk szerzői köszönetüket fejezik ki a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt.-nek a szolgáltatott adatokért és a kutatás támogatásáért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Horváth, M.T., 2012. Automatikus incidensfelismerő algoritmusok összehasonlítás autópályán, BSc szakdolgozat
- [2] Martin, P.T., Perrin, J., Hansen, B., Kump, R. and Moore, D., 2001. Incident detection algorithm evaluation. Prepared for Utah Department of Transportation.
- [3] Parkany, E. and Xie, C., 2005. A complete review of incident detection algorithms & their deployment: what works and what doesn't.
- [4] Mahmassain, H.S., Haas, C., Zhou, S. and Peterman, J., 1999. Evaluation of incident detection methodologies (No. FHWA/TX-00/1795-1). University of Texas at Austin. Center for Transportation Research.



Possible uses of data from the HU-GO electronic toll system for an automatic incident detection algorithm

The basic task of the National Toll Payment Services PLC (NÚSZ) is to sell road use authorization and to verify the existence of such authorizations and to provide related services. Traffic monitoring on the toll road network is carried out by means of nearly 130 fixed toll gates equipped with cameras and laser scanners, and video equipment mounted on vehicles. A large amount of detailed data is generated during the verification of the right to use the road, which can be used for traffic management and automatic incident detection (AID) algorithms. In this paper, the different AID methods are described, followed by the tuning methodology of the ARIMA model-based algorithm and the examination of the effectiveness of different versions tested with real data.



Die Möglichkeit der Nutzung von Daten aus dem elektronischen Mautsystem HU-GO für einen Algorithmus zur automatischen Erkennung von Vorfällen

Die Hauptaufgabe der Nationalen Mauterhebung Geschlossener Dienstleistungsgesellschaft (NÚSZ) ist der Verkauf von Strassenbenutzungsberechtigung, die Überprüfung des Bestehens dieses Rechts und die Erbringung der damit verbundenen Dienstleistungen. Die Verkehrsüberwachung auf dem mautpflichtigen Straßennetz erfolgt mit Hilfe von fast 130 fest installierten Portalschranken, die mit Kameras und Lasermessgeräten ausgestattet sind, sowie mit auf Fahrzeugen montierten Videogeräten. Bei der Überprüfung des Bestehens der Straßenbenutzungsberechtigung wird eine große Menge detaillierter Daten generiert, die auch für das Verkehrsmanagement und AID-Algorithmen (Automatic Incident Detection, automatische Vorfallerkennung) verwendet werden können. In dem Artikel werden zunächst die verschiedenen AID-Methoden beschrieben, gefolgt von der Abstimmungsmethodik des auf dem ARIMA-Modell basierenden Algorithmus und der Wirksamkeit der verschiedenen Versionen, die mit realen Daten getestet wurden.

E számunk lektorai

Dr. Gulyás András ■ Horváth Gábor

Dr. Katona András ■ Ötvös Viktória ■ Dr. Tóth János

Az autonóm hajózás lehetőségei és szükségessége Magyarországon

A közlekedésben az autonóm járművek fejlesztése vezető kutatási terület. Nincs ez máshogy a hajózásban sem. A tengeri hajózásban a dinamikus pozicionáló rendszerek ma már mindennaposnak számítanak, és már több prototípus robothajóhajó tesztüzeme is folyik. A belvízi hajózás ezen eredmények felhasználásával, illetve egyedi sajátosságok vizsgálatával még jórészt az elméleti és modellkísérleti kutatás szakaszban tart.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.6.3>

Dr. Balogh Tamás¹ – Kiss-Nagy Krisztián²
Dr. Simongáti Győző² – Dr. Hargitai L. Csaba²

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kancellária, Jogi és Nemzetközi Igazgatóság

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszék

e-mail: balogh.tamas@bme.hu, kiss-nagy.krisztian@edu.bme.hu,

hargitai.laszlo.csaba@kjk.bme.hu, simongati.gyozo@kjk.bme.hu

1. BEVEZETÉS

A hajózás technikai fejlődését fontolva haladónak vagy konzervatívnak lehet jellemezni. Ennek oka a műszaki újdonságokkal szemben támasztott nagyfokú megbízhatóság követelménye, amit a tervezési koncepciók „safety first” (elsődleges a biztonság) jelmondata fejez ki a legjobban. Azonban a hajózás mindig nyitott volt a technikai újítások felé, amelyekkel gazdaságosabb, biztonságosabb, kiszámíthatóbb és kisebb környezetterhelésű lehet ez az áruszállítási mód.

A műszaki újdonságok szükséges szintű megbízhatóságához az alapötlet prototípusát követően egy hosszú fejlesztési folyamatra van szükség. Nincs ez máshogy az autonóm, azaz emberi beavatkozás nélküli navigációval történő, vagy más néven önvezető hajózással sem. Ennek lehetőségéhez az évtizedek óta

fejlesztett és mára már megbízhatóan üzemelő vezetőtámogató rendszerek (autopilot kormányrendszerek, dinamikus pozicionáló rendszerek, felügyeletmentes gépüzem stb.) teremtik meg az alapokat. Azonban a biztonság, teljesen önvezető hajók megvalósításához még számos tudományterületen kutatásokra van szükség.

2. AZ AUTONÓM HAJÓKKAL KAPCSOLATOS KUTATÁSOK ÁLTALÁNOS SZÜKSÉGESSÉGE

Azt, hogy ilyen (az iparban alkalmazott megoldások felé mutató) kutatásokra szükség van, jól mutatják a közlekedési és szállítási módokat, s az autonóm hajózást is érintő alábbi körülmények:

- A 2011-es Fehér könyv célul tűzte ki, hogy 2030-ra a 300 km feletti közúti áruszállítás

30%-a, 2050-re pedig több mint 50%-a más közlekedési mód – leginkább vasút vagy vízi szállítás – révén történjen.

Az Európai Számvevőszék által *A sikeres közlekedési ágazat felé az Unióban: a megoldásra váró feladatok* címmel 2018-ban készített állapotfelmérés [1] ennek ellenére megállapította, hogy a közúti áruszállítás aránya nem csökkent, sőt nőtt, és „a teherforgalom közutakról a belvízi utakra való áttérelésére irányuló, uniós finanszírozású erőfeszítések az utóbbi 15 évben lassan haladtak előre [...] A belvízi szállítás nem nyert teret a közúti szállítás alternatívájaként, és a hajózhatóság sem javult”.

Az Európai Számvevőszék ezért azt a javaslatot tette az Európai Bizottságnak, hogy „a belvízi szállítás uniós finanszírozásának eredményességét javítandó, a tagállamok részesítsék előnyben az olyan belvízi projekteket, amelyek a legnagyobb és legközvetlenebb haszonnal kecsegtetnek, és a Bizottság leginkább olyan projekteket finanszírozzon, amelyeknél előrehaladott tervek léteznek a szűk keresztmetszetek felszámolására.”

- A foglalkoztatotti állomány változatlan-sága a vízi közlekedés fejlesztésében és üzemeltetésében belátható időn belül szűk keresztmetszetet jelenthet. Az emberi közreműködés nélküli autonóm megoldások jelentősége ezért a hajózásban is felértékelődik, különösen akkor, ha a képzőhelyek a kibocsátásukkal és az ágazati munkaadók versenyképes állásajánlatokkal nem tudnak lépést tartani a személyi állomány elöregedésével.

2019-2021 között – a COVID-19 pandémiával összefüggésben és a 2018-ig töretlen trendek kedvezőtlen jellegét némileg mérsékelve – a közúti áruforgalom egy része áttérőldött a vízi szállítási módra (a vízi áruszállítás volumene 2021-re 2,5%-kal nőtt Magyarországon 2019-hez képest) [2], a hajózási szolgáltatásokat nyújtó foglalkoztatotti létszám 12 év alatt keve-

sebb, mint 2%-kal nőtt hazánkban, vagyis a növekvő szállítási igényeket szinte változatlan létszám mellett kellene kielégíteni.

Az Európai Unió statisztikái szerint 2009-ben az EU 27 tagállamában összesen a közlekedési ágazatban foglalkoztatottak száma mintegy 10 millió fő volt, az EU összes foglalkoztatottjának 5%-a. Ezen belül a belvízi áru- és személyszállításban foglalkoztatottak aránya a 27 tagállamban az összes közlekedési ágazati foglalkoztatott 0,4%-át tette ki (vagyis az európai belvízi áru- és személyszállításban közel 40 000 főt foglalkoztattak). A KSH 2009. évi statisztikái szerint Magyarországon a belvízi szállításban ugyanakkor 751 főt foglalkoztattak (286 főt az áru- és 465 főt a személyszállításban).

A Rajnai Hajózás Központi Bizottsága által a belvízi hajózás helyzetéről az Európai Bizottsággal együttműködésben kiadott 2021. évi éves jelentésből [3] kiderül (a Magyar Statisztikai Hivatal nyilvánosan elérhető közléseivel ellentétben), hogy 2021. év végére ez a szám érdemben nem változott: Magyarországon 766 főt foglalkoztattak a belvízi hajózásban (103 főt az áru- és 663 főt a személyszállításban). A nemzetközi belvízi áruszállítást végző magyar vállalatok száma ugyanebben az évben 27, a nemzetközi személyszállítást végzőké 1 volt. (Az elérhető magyarországi közlekedési/hajózási statisztikák erősen hiányos volta miatt ennél teljesebb összehasonlításra nem volt módunk).

- A személyzet mellett a járműállomány állapota is a fejlesztést indokolja.

Az áruszállító járműállományt Magyarországon 2021-ben 311 db (folyékony- és száraz árut szállító) áruszállító-, 55 db toló- és vontatóhajó jelentette [3]. A személyszállításban működő járművek megoszlása ugyanakkor az alábbiak szerint alakult: folyami menetrendi és rendezvényhajózás: 21 budapesti vállalat, 79 db hajó. Balatoni rendezvény- és menetrendi hajózás: 5 vállalat, 28 db hajó. Nem balatoni, vidéki ren-

dezvényhajózás: 2 vállalat, 2 db hajó. Vidéki nyaralóhajózás: 1 vállalat 13 db hajó. A személyhajóknak alig 6%-a fiatalabb 20 évesnél [4]. Ebből és az előző pontból a szerzők úgy látják, hogy a hajózási tevékenységek a foglalkoztatottak tekintetében a személyszállítás, a területi megoszlás vonatkozásában pedig erősen Budapest és Balaton felé tolódnak el.

- A fejlesztést a hatályos uniós és nemzeti ágazati stratégiák is támogatják:

- Az 1/2014 (I. 3.). Országgyűlési határozattal elfogadott *Nemzeti Fejlesztés 2030 - Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Konceptió 1.2.11. Mobilitás és elérhetőség a gazdaság szolgálatában* c. fejezet 8. bekezdése: „A Duna hajózási tevékenységének kérdése meghatározza az áruszállítás volumenét, amely a **hazai hajózási járműpark korszerűsítésével, környezetkímélő eszközök alkalmazásával, valamint a hazai kikötőhálózat EU konformmá tételével jelentősen növelhető**”.
- Az Európai Parlamentnek az időtálló európai belvízi közlekedés felé vezető lépésekről szóló 2021.09.14-i állásfoglalása: „A Bizottság ragadja magához a zöld, hatékony és digitális vezető szerepet, és építsen a meglévő programokra, például a NAIADES-re, amelynek abban kell támogatnia és ösztönöznie a vízi közlekedési ágazat, valamint más közlekedési módok, különösen a vasúti ágazat valamennyi szereplőjét, hogy működjenek együtt a fenntartható és szociális jövő érdekében, miközben támogatják a vállalkozásokat, a munkavállalók védelmét és az ágazat egészének versenyképességét; hangsúlyozza, hogy **a belvízi utak kiváló szállítási módot kínálnak a körforgásos gazdaság új piacaiból származó áruk számára, és hogy a közlekedés-, a környezetvédelmi és az iparpolitika összehangolása kulcsfontosságú a lehetőségek megragadásához**”.

- Országos Kikötőfejlesztési Főterv 2021: „... **Cél innováció útján olyan digitális működési környezet kialakítása** [...], mely növeli a folyamatok hatékonyságát, csökkenti az adminisztratív terheket, szavatolja az áru és a személyzet biztonságát” További cél „**a vízi szállítás részarányának növelése, a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás**”.

- A Nemzeti Turizmusfejlesztési Stratégia 2030 – Turizmus 2.0: „...A vízi közlekedés jelentős turisztikai vonzerővel bír [...] **A balatoni hajózás a régió egy fontos vonzereje, a BAHART által üzemeltetett komppal, séta- és rendezvényhajókkal, valamint a vitorlásokkal és e-hajókkal együtt. A turisták szélesebb körének bevonása a hajószolgáltatásokba fontos turisztikai célkitűzés. [...] Konkrét termék a külföld felé történő kommunikációban [...] a dunai hajózás...**”

- A Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról szóló 11393/2021 (VI. 24) Korm.határozat: „A minden területen jelenlévő mesterséges intelligenciával rendelkező robotok, [...] a nagy pontosságú és autonóm csapásmérési képességekkel rendelkező haditechnikai eszközök alapjaiban változtatják meg a jelenlegi hadviselés szabályait és eljárásrendjét. [...] a Magyar Honvédségnek – a vállalt szolidaritás jegyében – készen kell állnia [...] szövetségi vagy európai uniós feladatok ellátására, **külföldön és belföldön egyaránt**.”

- Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderő-fejlesztési Program: „... kormány kiemelten fontos tényezőként számol a hazai védelmi ipar **minél szélesebb körű, átgondolt fejlesztésével, valamint lehetséges bővítésével, annak gazdaságélénkítő és munkahelyteremtő hatásaival együtt**”

- Az autonóm hajózási Magyarországnak gyakorlatilag nincs lemaradása (még).

A tengerészeti világszervezet (IMO) 2018 decemberében fogadta el az autonóm fel-

színi hajókra vonatkozó első szabályozást, a világ első autonóm hajózási vállalata pedig 2019-ben alakult. Autonóm hajókísérletekre a világon összesen csupán hét teszt-pálya van (négy norvég, egy finn, egy brit, egy amerikai), miközben több állam, tudományos szervezet fektet be a hajók autonómiájában rejlő lehetőségek kiaknázásába. Ugyanakkor csupán egyetlen olyan tesztterület van (a finn Eurajoki településen), amely globálisan nyitott mindenki számára, aki önjáró hajókat, azok forgalmát és az ezekhez kapcsolódó technológiákat szeretné tesztelni.

A kísérletek fókuszában a hajók nagyobb fokú autonómiájának kialakításához szükséges szenzortechnológiák és irányítási rendszerek tesztelése, fejlesztése áll. Erre tekintettel az autonóm járműkísérletekre a hajóiparban mindenütt természetes élővizet használnak a korábbi fedett teszt-medencék helyett, lehetőleg olyan víztesteken, ahol a tesztelésbe a valós időjárási és forgalmi viszonyok egyaránt bevonhatók (pl.: menetrend szerinti hajók, kompok útvonalai közelében, stb. ahol a fejlettebb koncepciók nagy forgalmú környezetben tesztelhetők).

A sekélyebb és a mélyebb vizekhez egyaránt gyors hozzáférést biztosító tesztterületek előnye, hogy felszereltségüktől függetlenül a több tartományú platformok teljes értékelési ciklusának lebonyolításához ideális környezetet biztosíthatnak. Könnyű, csökkenti a tranzitidőt, ezzel megnöveli a tényleges, hasznos tesztidőt. Ezen előnyöket akár Magyarországon is lehetséges volna biztosítani olyan tesztterülettel, amely alkalmassá tehető a progresszív élővízi kísérletek tervezésére különböző nyílt vízi körülmények között, a védett sekély vizektől a nyílt vizig.

A magyarországi lehetőségek kiaknázhatóságát erősíti, hogy a 10 méternél kisebb járművek (pl.: kutatóhajók, stb.) jelenleg az egész világon a legnagyobb rövid távú kereskedelmi potenciállal rendelkező hajókat képviselik, és lényegesen kisebb kockázatot

jelentenek, mint a nagyobb hajók. Az ilyen típusú hajókkal az ipar, a szabályozó hatóságok és a piaci partnerek egyaránt tesztelhetik a működést, a biztonságot a hajózható vizeken, ellenőrzött környezetben, úgy, hogy a tesztek során korlátozottan kölcsönhatásba léphetnek kereskedelmi és szabadidős hajókkal.

3. AZ AUTONÓM HAJÓZÁS HAJÓ-IPARI VONATKOZÁSÚ MOTIVÁCIÓJA

Az autonóm hajók iránti érdeklődés nagy részét valójában a teljesen személyzet nélküli hajók által kínált új lehetőségek vezérlik. Az autonóm hajókban rejlő néhány fontos lehetőséget többen vizsgálták már (pl. [5]), ezeket az alábbiak szerint foglalhatjuk össze:

- Munkakörülmények javítása: Mindegyik szállítási mód esetén tapasztalható, hogy a járművezetők munkakörülményeinek javítása fontos kutatási terület (pl. [6]). Közös pont az egyes szállítási módok között, hogy az autonómiát és az automatizálást elsősorban olyan feladatoknál alkalmazzák, amelyek "3D", azaz Dirty, Dangerous, or Dull, magyarul piszkosak, veszélyesek vagy unalmasak. Lehet vitatkozni, hogy mely fedélzeti munkák tartoznak a 3D kategóriába, de bebizonyosodott, hogy a hajón végzett munka gyakran sokkal veszélyesebb, mint a szárazföldön végzett hasonló feladatok. Ez főként a fedélzeten bekövetkező munkabaleseteknek köszönhető, beleértve a káros anyagoknak való kitettséget is. Mindazonáltal a fedélzeten bekövetkező balesetek a szállítási láncban résztvevők mindegyikét közvetlenül vagy közvetetten károsítják (pl. Ever Given balesete).
- Javítási költségek csökkentése: A tengeren bekövetkező havariák és balesetek többségéért az emberi tényező a felelős. Ezek nagy része nem súlyos, jellemzően a kikötői építményekkel való ütközést jelenti. A hajók kijavításának ideje azonban szállítás kiesést, így jelentős másodlagos költséget jelent, a sérülés mértékétől függő járműjavítási költségeken felül. Az, hogy az emberi

hibákat, a rosszul megtervezett vezérlő-rendszerek vagy a pihenés hiánya és az unalmas munka miatti fáradtság okozza-e, sokszor nehezen eldönthető. Azonban az valószínűsíthető, hogy a jobb és nagyobb fokú automatizálás sok baleset elkerülését segítheti elő.

- Alacsonyabb személyzeti költségek: A személyzet nélküli hajók egyik általánosan elfogadott előnye, hogy a hajó üzemeltetéséhez szükséges személyzet létszáma (beleértve a parti kiszolgáló és karbantartó személyzetet is) csökken, így a személyzeti költségek csökkennek. Ez igaz lehet, de nem szabad figyelmen kívül hagyni a speciális hajók nagyobb karbantartási igényét, illetve a parti irányítóközpont szükségességét. Így várhatóan a légénységgel kapcsolatos költségek csökkenése elsősorban a kisebb hajók esetében tud jelentős költségmegtakarítást eredményezni. A jelenlegi hajóépítési trendek – részben a relatív személyzeti költségek csökkentése érdekében – a nagyobb hajók építését mutatják a méretgazdaságosság miatt. Ezek a hajók azonban kevésbé rugalmasak az áruszállításban, így felértékelődhetnek az olyan kisebb hajók, amelyeknek relatív személyzeti költsége kisebb lehet.
- Üzemanyagtakarékos (lassú) haladás (slow steaming): Az üzemanyag költsége a fuvar költség jelentős részét adja. Így az üzemanyagköltségek csökkentése érdekében a hajó tervezett szolgálati sebességénél kisebb sebességgel történő üzemeltetés általánosan alkalmazott eljárás. A célszerű sebesség megválasztása mindig kompromisszum az időfüggő költségek (pl. a személyzet költségei), valamint a sebességtől függő üzemanyagköltségek között. A személyzet nélküli hajóknál – itt is a kisebb és olcsóbb hajók esetében – várható az autonóm hajók előnye, ahol a személyzethez köthető energiafogyasztás nagyobb arányú a teljes fogyasztásban.
- Alacsonyabb hajó szerkezeti költségek: egy személyzet nélküli hajónak nincs szüksége a személyzet igényeit kielégítő terekre, fe-

délzeti házra, úgymint konyhára, mosodára, fűtésre és szellőzésre, vízre, csatornára, mentőcsonakokra és sok más költséges alrendszerre. Azon túl, hogy ezen alrendszerek nélkül olcsóbb a hajó előállítás és karbantartása, kisebb lehet a hajó szerkezeti tömege (önsúlya) vagy nagyobb a hasznos hordképessége. Egy új hajó építésénél ebből kimutatható hasznot lehet realizálni.

- Új hajótervezési koncepciók: A fedélzeti ház és a légénységgel kapcsolatos egyéb funkciók nélkül új, innovatívabb hajótervezés lehetősége nyílik meg a hajómérnökök számára. Kisebb, rugalmasabb és hatékonyabb hajók tervezése válik lehetségessé, ami megdöntheti a hajózásban általánosan elterjedt méretgazdaságossági gondolkodást (“csak a nagy hajó a gazdaságos”).
- Kisebb környezetterhelés: A súlycsökkentés vagy a megnövekedett rakománykapacitás javítja az energiahatékonyságot, amit tovább növel a lakóterhez kapcsolódó energiaigény megszűnése is. A fedélzeti ház, felépítmény nélküli hajók légellenállása kisebb, és a hajótest általános, tágabb határok közötti optimalizálása is hozzájárulhat a nagyobb energiahatékonysághoz.

Nagy kérdés, hogy az említettek ténylegesen előnyként kiaknázhatók-e, különösen úgy, ha tekintetbe vesszük a személyzet hiánya miatt jelentkező (várhatóan) nagyobb beruházási és karbantartási költségeket (a karbantartást egy ilyen hajónál nem lehet az út alatt elvégezni, ehhez ki kell a hajót venni az üzemből, ami nem csak költségnövekedést, de bevétel kiesést is eredményez). Tengeri hajók esetében kérdés a nehézség, mint üzemanyag használhatósága, hiszen ez sokkal jelentősebb emberi odafigyelést igényel. Rendszerszintű többletköltség még a parti infrastruktúra növelése és annak üzemeltetésével együtt járó költségek.

4. AUTONÓM HAJÓK OSZTÁLYOZÁSA

Az önvezető hajók koncepciójában rejlő lehetőségeken túl fontos említést tenni a szabályozási környezet megváltoztatásának szükségességé-

ről. Ez a műszaki megvalósításon túlmutató, nyilvánvalóan nagy feladat, hiszen nemzetközi szinten és a nemzeti vagy regionális belvízi hajózás esetén is foglalkozni kell vele. Ezt már több intézmény és nemzetközi szervezet is felismerte, azonban jogszabályi szinten még nem ismert az autonóm hajózás fogalma.

Először az autonóm hajók kategóriáit kell megteremteni, azaz osztályozni kell azokat. A tengeri hajózásban a nemzetközi hajóosztályozó társaságok már megtették az első lépéseket. Például a legnagyobb hajóosztályozó társaság, a Det Norske Veritas (DNV) 2018-ban már közzétette az iránymutatását az autonóm és távolról irányított hajók osztályozására vonatkozóan [7]. A dokumentum kiterjed a hajók automatizáltsági foka szerinti:

- osztályozás folyamatára,
- a navigációs funkciókra, különös tekintettel az ember szerepére, az ütközés és zátonyra futás elkerülésére,
- rendszertervezési követelményekre, különös tekintettel az egyes meghibásodási esetekben elvárt rendszerváltozásokra és a redundanciára,
- távvezérlő és irányítóközpontokra,
- kommunikációra, különös tekintettel a hajó-hajó és hajó-part közötti információáramlásra és az információbiztonságra.

Az iránymutatás navigációs szempontból öt automatizálási szintet különböztet meg (1. táblázat).

Hasonló iránymutatást az amerikai osztályozó társaság, az American Bureau of Shipping (ABS) is kiadott 2021-ben [8], amelyben a DNV-hez hasonló eljárásrendet és követelményrendszert határoz meg, kiegészítve a rendszertesztekre és felülvizsgálatokra vonatkozó ajánlásaival.

A belvízi hajózásban az autonóm hajók kategorizálására a Rajnai Hajózási Központi Bi-

1. táblázat: A hajók irányításának automatizáltsági szintjei a DNV szerint	
Automatizáltsági szint osztály jele	Az automatizáltsági szint leírása
M	Kézi irányítás. Az irányítás teljes mértékben emberi beavatkozással történik
DS	A kézi irányítást döntéstámogató berendezés segíti
DSE	Az irányító rendszer önálló döntéshozatalra képes, azonban a végrehajtás emberi beavatkozáshoz kötött
SC	Önálló irányításra és döntéshozatalra képes rendszer, de mindez emberi felügyelet mellett történik
A	Teljesen autonóm irányítás önálló döntéshozattal, amely nem igényel emberi felügyeletet

zottság (Central Commission for Navigation on the Rhine – CCNR) 2018-ban fogadott el egy határozatot [9]. A határozatban egy belvízi hajó irányításának automatizáltsági fokát hat szintben határozta meg, amiket a hajót irányító berendezések (propulzió, kormányzás stb.), a navigációs környezet figyelését végző eszközök üzemeltetőjétől, illetve a hajózási eseményektől függő dinamikus navigációs feladatok végrehajtását végzőtől tesz függővé.

Az osztályozó társaságok és nemzetközi hajózási szervezetek ajánlásait a hajózást szabályozó szervezetek is figyelembe veszik (pl. az EU PLATINA 3 programja, vagy az ENSZ EGB Belvízi Hajózási Bizottsága), s ezek teremtenek alapot a jelenleg folyó kutatásoknak, prototípus teszteleseknek.

5. KEZDEMÉNYEZÉSEK ÉS MEGVALÓSULT PÉLDÁK

Számos olyan ipari fejlesztés valósult már meg, ami a hajózás egy szeletének automatizálásával segíti a hajót irányító és kiszolgáló személyzet munkáját. Ilyenek a már említett „vezetést támogató” rendszerek (pl. autopilot, útvonalkövető, dinamikus pozicionáló rendszer, trajektória előrejelzők, szenzorok és kamerák, automatizált gépek és rakodóberendezések stb.), amelyek növelik a hajózás biztonságát,

2. táblázat: A hajók irányításának automatizáltsági szintjei a CCNR szerint

Automatizáltsági szint jele és neve	Hajót irányító berendezések kezelése	Navigációs környezet figyelése	Dinamikus navigációs feladat végrehajtás	Példa:
0 – nem automatizált	ember	ember	ember	Radarberendezéssel segített irányítás
1 – kormányzást segítő rendszer	ember/gép	ember	ember	Fordulási szögsebességre vezérelt kormányrendszer
2 – részlegesen automatizált irányítás	ember/gép	ember/gép	ember	Előre meghatározott navigációs helyzetekre programozott, a hajó irányítását önállóan végző hajóirányító rendszer. Az előre programozott helyzeteken kívül emberi irányítás szükséges.
3 – feltételesen automatizált irányítás	gép	gép	ember/gép	A hajó irányító rendszere önállóan irányítja a hajót a dinamikus navigációs helyzetekben is (pl. ütközés elkerülés) azzal a feltétellel, hogy működését a hajóvezető ellenőrzi és jóváhagyja.
4 – nagy automatizáltágú irányítás	gép	gép	gép	A hajó irányító rendszere önállóan irányítja a hajót a dinamikus navigációs helyzetekben is, anélkül, hogy emberi felügyeletet igényelne. Azonban a speciális manőverezési helyzetekben (pl. zsilip meghajózás, kikötés) emberi beavatkozás szükséges.
5 – teljesen automatizált irányítás	gép	gép	gép	A hajó irányító rendszere önállóan irányítja a hajót a dinamikus navigációs helyzetekben is, anélkül, hogy emberi felügyeletet igényelne.

csökkentik a környezetszennyezést, és egyes esetekben gyorsabbá tehetik a rakomány célba juttatását, de nem nélkülözik az emberi beavatkozást és felügyeletet. Vannak nagy cégek (pl. Kongsberg, Rolls-Royce, Wärtsilä) amelyek már kínálnak kész megoldásokat és termékeket ilyen feladatokra, de nagyon kevés olyan megvalósult vagy előrehaladott projekt van, amely során teljesen autonóm hajót fejlesztettek és építettek volna. Az autonóm szó itt a mesterséges intelligencia valamely formájára utal, míg az automatizált vagy távvezérelt megoldást azt jelenti, hogy még mindig emberi felügyeletet igényel a rendszer olyan rendkívüli események megoldásához, ahol a programozás talán nem megfelelő, és ahol az emberi kreativitás még mindig sokkal jobb, mint bármely eddig kifejlesztett mesterséges intelligencia [10]. Teljesen autonóm hajó alatt esetünkben a következőkben azt értjük, hogy a hajó teljesen személyzetmentes (unmanned), nincs lakótere, nincsenek személyzethez kapcsolódó eszközei, és nincs olyan állandó tér a hajón, ami a hajó ember általi irányítására szolgál (pl. kormányállás). Ebből kifolyólag

nem számít teljesen autonóm hajónak, ha egy meglévő hajó vezérlését automatizáljuk, azaz pl., ha a kormányt és a töltésszabályzót beavatkozással segítségével szabályozzuk, jöhetnek erre is van megvalósult példa a világban. Ebben a pontban csak a teljesen autonóm hajókra összpontosítva mutatunk be példákat tengeri, majd belvízi viszonylatban.

5.1. Tengeri autonóm hajózás

Tengeri viszonylatban sok kutatás zajlik autonóm hajókkal kapcsolatban, de jelenleg világszerte csak néhány olyan projekt létezik, mely során teljesen autonóm hajót fejlesztenek vagy építenek. Ilyen projekt például a Rolls-Royce finnországi AAWA projektje, vagy a három Norvégiából indult projekt a MUNIN, a DNV GL ReVolt és a YARA Birkeland. A következőkben ezeket a kezdeményezéseket tekintjük át röviden.

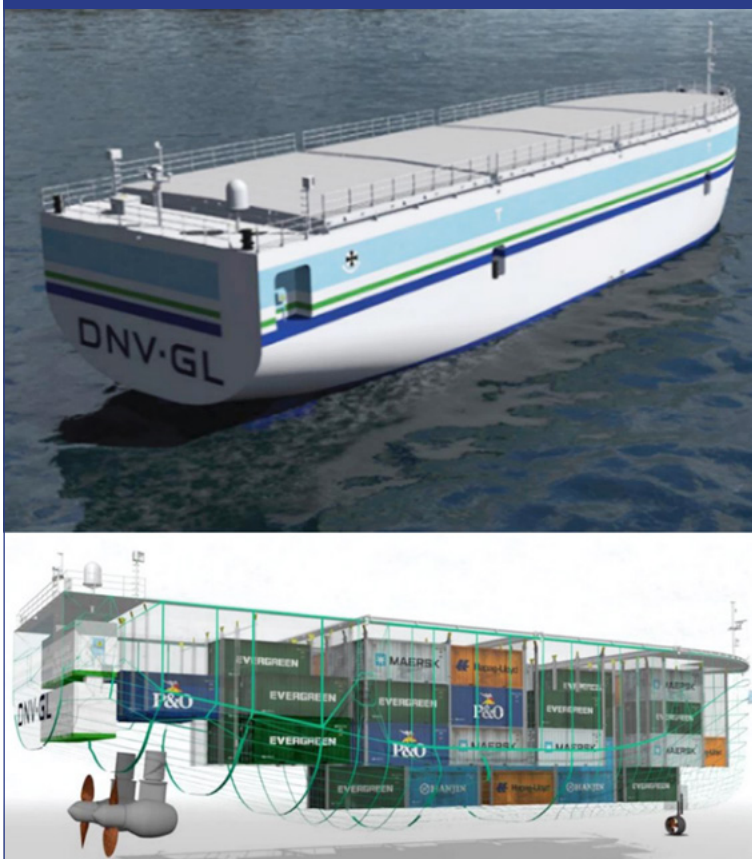
Az Európai Unió MUNIN elnevezésű (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) projektje egy együtt-

működésen alapuló kutatási projekt, amelyet Norvégiában indítottak el, hogy öt másik európai ország partnereivel együttműködve hozzájáruljon az európai hajóipar versenyképességéhez és fenntarthatóságához. A MUNIN célja egy olyan nyílt tengeri autonóm hajó koncepciójának kidolgozása, amelyet elsősorban a fedélzeti automatizált döntési rendszerek irányítanak, de szükség esetén egy távoli, parti irányítóállomáson lévő kezelő is tud vezérelni. A projekt arra a következtetésre jutott, hogy a teljesen autonóm hajó megvalósításának nincsenek komoly akadályai, de létezik néhány korlátozó tényező [11], amelyek közül a legfontosabb a rövid és középtávú megvalósítható üzleti modellek kidolgozása, valamint a jogi nehézségek.

Emellett a DNV GL nemzetközi hajóosztályozó társaság kutatói azt vizsgálják, hogy megvalósítható-e a személyzet nélküli, akkumulátorral működő áruszállító hajók alkalmazása a norvégiai partok közelében. A projekt során a DNV GL kifejlesztett egy rövid távú (hatótávolsága maximum 100 tengeri mérföld) tengeri szállításra szánt autonóm hajó prototípust, amely a ReVolt nevet kapta. A projekt célja a szárazföldi logisztikai hálózatokra nehezedő nyomás csökkentése, az üzemeltetési költségek csökkentése, valamint a tengeri műveletek biztonságának javítása [12]. A prototípus látványterve az 1. ábrán látható.

A MUNIN projekt eredményeire támaszkodva a YARA cég egy norvég tengertechnológiai céggel együttműködve kifejlesztette a YARA

1. ábra: ReVolt autonóm, elektromos konténerszállító prototípus látványterve ([13])



Birkeland prototípust. A Yara Birkeland várhatóan a világ első teljesen elektromos, nulla közvetlen károsanyag-kibocsátású, autonóm konténerhajója lesz. A hajóhoz a KONGSBERG cég nyújtja az összes kulcsfontosságú alaptéchnológiát, pl. a hajó táv- és autonóm vezérléséhez szükséges intelligens érzékelőket, az elektromos meghajtást, az akkumulátorokat és a meghajtásvezérlő rendszereket. A hajón jelenleg egy ideiglenes kormányállás van telepítve a tesztelési időszakra, de várhatóan a közeljövőben a hajó átáll teljesen autonóm üzemre, és ezzel értékes tapasztalatokkal járul hozzá az autonóm hajók fejlődéséhez. Jelenleg ez az egyetlen teljesen autonóm hajózásra tervezett, megépült hajó. A megépült prototípus a 2. ábrán látható.

2. ábra: Yara Birkeland autonóm, elektromos konténerszállító ([14])



A Rolls-Royce cég egy közös ipari projektet indított Finnországban Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA) néven. A résztvevők megpróbálták megalkotni a legmegfelelőbb megoldást egy olyan távvezérlésű vagy teljesen autonóm hajóhoz, amely várhatóan a közeli jövőben megvalósulhat. A projekt keretében egy szimulált autonóm hajóirányító rendszert hoztak létre, amelyet egy műholdas kommunikációs kapcsolat köt össze a szárazföldi rendszerekkel. A projekt a kiber- és tengeri biztonság (pl. kalózkodások) kérdéseit is vizsgálja a távvezérelt és autonóm hajók biztonságos és védett üzemeltetése érdekében.

3. táblázat: A Yara Birkeland és a ReVolt autonóm hajó prototípusok főméreteinek összehasonlítása

Főméretek	ReVolt	Yara Brikeland
Kapacitás	100 TEUs	120 TEUs
Teljes hossz	60 m	80 m
Szélesség	14,5m	15 m
Merülés	5 m	5 m
Szolgálati sebesség	6 kn	6kn
Akkumulátor kapacitás	3 MWh	6,7 MWh

A Rolls-Royce számos egyéb autonóm hajózással kapcsolatos projektben vesz részt (pl. Blue Ocsen), de egyelőre nem tudni megvalósult prototípusról.

A Yara Birkeland és a ReVolt autonóm hajó prototípusok legfontosabb adatait a 3. táblázat mutatja be.

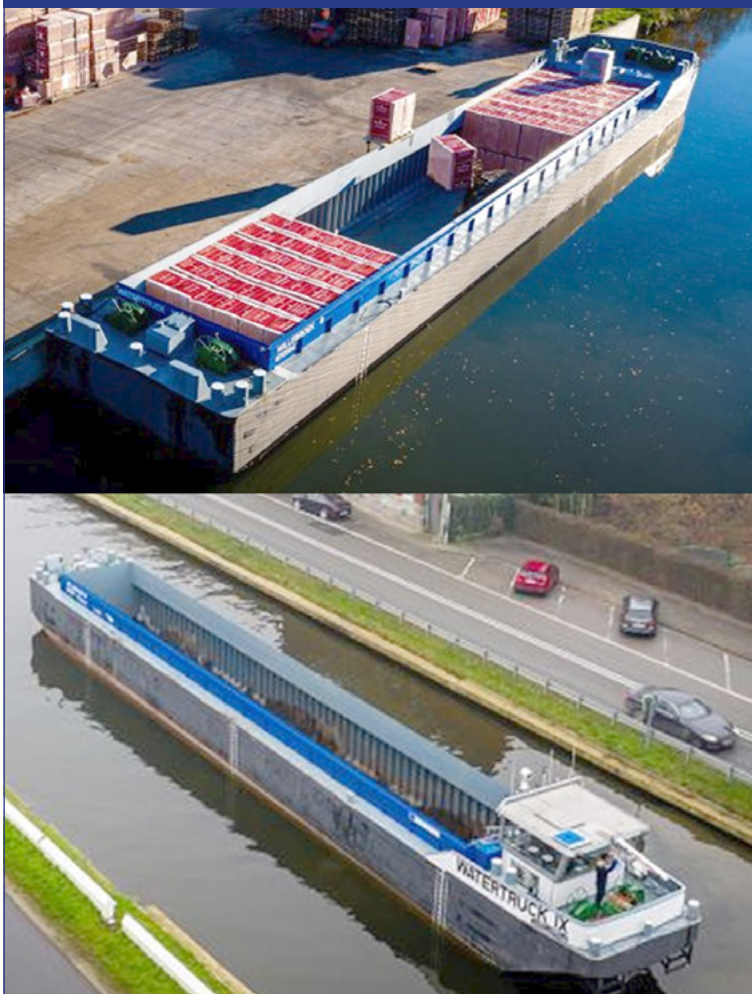
5.2. Belvízi autonóm hajózás

Tengeri hajók esetében bizonyos értelemben könnyebb megvalósítani az autonóm hajózást, mivel a hajó az útja során kb. 90%-ban a nyílt tengeren, főleg egyenes vonal(ak) mentén közlekedik, amelyet egy útvonalkövető autopilot is képes megvalósítani. Az ilyen berendezések már régebben is léteztek és évek óta használatban vannak. Belvízi környezetben jóval nehezebb teljesen autonóm hajót kivitelezni, mert jelentősen szűkebb a rendelkezésre álló vízi út, sok az épített (pl. zsilip, hídpillér) és nem épített akadály (pl. homokzátó, sziget, uszadék), valamint sok a zavaró körülmény a hajózás során. A hajónak szinte folyamatosan manővereznie kell, hiszen a folyókon ritka az egyenes szakasz, de sok helyen a hajóforgalom is jelentős, ami tovább nehezíti a hajó irányítását. Például a városokban rengeteg kisebb személyhajó vagy nehezen észrevehető kedvtelencélú hajó van,

nem is beszélve a nagy szállodahajókról, amelyek igencsak zsúfolt tá tudják tenni az amúgy sem túl széles hajóútat. Jóllehet a tengeren is vannak nehéz időjárási körülmények (pl. szél, eső, köd, vihar stb.), de a belvízen ezen felül ki kell küszöbölni a folyamatos sodrás, a csatornák és a sekélyvíz zavaró hatásait is. Ennek ellenére Európában számos kezdeményezés és kutatás zajlik, ami autonóm belvízi hajók fejlesztésével kapcsolatos.

A Watertruck+ egy innovatív európai projekt, amelynek célja, hogy megoldást kínáljon a kis vízi utakon történő áruszállításra, illetve nagyobb rugalmasságot biztosítson a vízi közlekedésben. A modulárisan összeállítható tolatmányokat kisebb-nagyobb környezetbarát tolohajók tolnák a nagyobb vízi utakon. Majd a tolt, autonóm hajókat könnyen össze- vagy szétkapcsolva a kisebb vízi utakon is használhatók lennének, akár hajózó legénység nélkül is. A tervezet maximális rugalmasságot biztosítana a rakodási és manőverezési műveletekben, valamint a belvízi közlekedés további integrációját segíthetné elő az intermodális ellátási láncba. A számunkra érdekes autonóm hajók (3. ábra) egy orr-, illetve egy farsugárkormánnyal vannak felszerelve, így biztosítva a lehető legnagyobb manőverképességet és a legjobb térkihasználást. A fejlesztések során egy modell teszt-hajó is készült, amellyel a hajó manőverképességét és irányíthatóságát vizsgálták [15].

3. ábra: CEMT I típusú autonóm hajók ([16], [17])



A Seafar egy hajóüzemeltetési vállalat, amely a hajótulajdonosok és hajózási társaságok számára kínál szolgáltatásokat a személyzet nélküli vagy csökkentett személyzetű hajók üzemeltetésére. Már vannak megvalósult példák, hogy egy irányítóközponton (4. ábra) keresztül irányítanak és üzemeltetnek személyzet nélküli és csökkentett személyzetű hajókat, hangsúlyt fektetve a hatékony és biztonságos működtetésre. A parti irányítóközpont hajóvezetőit, operátorait a mesterséges intelligencián és gépi tanuláson alapuló legújabb technológiák támogatják. A szervezet célja, hogy kombinálja az autonóm navigációt (pl.

4. ábra: Seafar irányítóközpont ([18])



haladás széles folyószakaszokon) és a távvezérlést (pl. manőverek támogatása) a hatékony és intelligens hajózás megvalósításának érdekében.

A NOVIMAR projekt elképzelése szerint a partközeli tengeri, tengeri-folyami és belvízi szállítási műveleteket „hajó-vonatokkal” lehetne kivitelezni. Egy ilyen hajó-vonat egy vezető hajóból és számos csökkentett legénységű vagy autonóm követő hajóból áll, amelyeket a vezető hajóról, távolról irányítanak. A követő hajók megtartják saját manőverezési képességeiket, de többnyire a legénységgel ellátott vezérhajó fogja őket irányítani. Az elképzelések szerint a munkaerőköltségek csökkentése a személyzet nélküli vagy alacsony létszámú hajózás révén hozzájárul majd az ágazat általános versenyképességéhez, és különösen a kisebb hajók gazdasági potenciálját fogja javítani [19].

6. AUTONÓM HAJÓK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON

Tekintetbe véve, hogy Magyarországon az elmúlt két évtizedben központi stratégián alapuló hajóipari és hajózási fejlesztés (sajnos) nem történt, ezért a következőkben leírt lehetőségek pusztán a szerzők elképzelései arról,

hogy a témában milyen irányokban lehetne továbblépni, figyelembe véve a magyarországi adottságokat és jellegzetességeket.

A 3. fejezetben bemutatott azokat a területeket, amelyeken az autonóm hajók többletet jelenthetnek az üzemeltetők vagy éppen a társadalom számára. Fontos azonban megjegyezni, hogy az itt feltüntetett jellemzők nem minden esetben válnak egyértelmű előnnyé. Ezért az auto-

nóm hajókat bevezetni pusztán azért, mert a technológia rendelkezésre áll, nem csak azért nem érdemes, mert az ilyen hajók kialakítása a hagyományos változatokhoz képest nagyobb beruházási költséggel jár, de azért sem, mert az üzemeltetés során közel sem biztos, hogy általuk minden esetben hasznot lehet realizálni.

A magyar hajózás jellemzői:

- évtizedek óta nincs olyan hajózási és hajóipari fejlesztési stratégia, amely általánosan elfogadást nyert volna és amelynek megvalósítását el is indítottuk;
- áruszállítás: néhány magánvállalat egyéni tevékenysége révén van, ezek központi támogatást a tevékenység végzéséhez semmilyen formában nem kapnak;
- személyszállítás: ez tekinthető a legjelentősebb szektornak. Mind a Dunán, mind a Balatonon megtalálható állami és magántársaságok részvételével, mindkét területen túlnyomórészt turisztikai céllal. A balatoni hajózás turisztikai célú fejlesztése megkezdődött, amely elvben magában foglalja a

hajópark nagymértékű megújítását is. Ugyanakkor a Bahart évek óta küzd a meglévő szakképzett legénység kiöregedésével és a fiatal szakemberek hiányával (amelynek alkalmazása ráadásul nagyon szezonális) [20]. A dunai belföldi személyhajózás Budapesti központú, de a BKV menetrendszerinti hajójáratái még névleg sem szolgálják a hivatásforgalmat (amely igényre több tanulmány is rámutatott, pl. [21]). (A cikk írásának időpontjában a menetrendszerinti járatok közül mindössze csak egy üzemel, de a korábban működő (észak-dél irányú) járatokról elmondható, hogy lassúak voltak, és sok idő ment el a kikötéssel.);

- szolgálati célú hajózás megvalósul, ezen a területen láthatók kismértékű fejlesztések is (ld. új kitzűző hajók);
- a honvédség mára kialakult, korábbiánál kisebb hajóállományának színvonalát fenntartott, de bővítés, számbeli fejlesztés vagy komolyabb korszerűsítés egyelőre nem történt;
- kishajózás – egyre több hajó kerül vízre, a kikötőkben helyhiány van, a Balatonon és egyéb tavakon terjednek az elektromos meghajtású hajók.

Ezeket és a 3. fejezetben elmondottakat összevetve a szerzők Magyarországon az autonóm rendszerek, de legalábbis a távvezérlés, illetve a különböző, fejlett vezetéstámogató rendszerek vízi közlekedési bevezetésének lehetőségét a következő területeken látják:

- balatoni kompközlekedés - A Tihanyi-Szántód közötti kompok relatív partközelsége (a szélessávú, fejlett infokommunikációs lefedettség - pl. 5G - könnyebben megvalósítható), a hajók jó manőverképessége (az új kompok ráadásul elektronikusan könnyen vezérelhetővé tehető a dízel-elektromos hajtás miatt), állandó útjoga (minden más hajóval szemben elsőbbsége van) és a Bahart szakemberhiánya mind afelé mutatnak,

hogy a kompok bizonyos mértékű, később akár teljes autonómítása relatíve könnyen megvalósítható és célszerű lehet. Ezzel szemben hat, hogy a kompok útvonalára kereszttírányban, az ún. "tihanyi csőben" a nyári szezonban nagy vitorláshajó forgalom van. Autonóm kompok üzembe állításával a vitorlás társadalom szemléletformálása és a két útvonal (oda-vissza) közötti nagyobb biztonsági zóna kijelölése szükségesnek látszik. További megoldandó feladat lenne az autonómizálással párhuzamosan a járművek komponáló elhelyezési rendjének automatizálása, ezt a feladatot jelenleg a személyzet látja el. A gépi látás és az ehhez tartozó szenzortechnológia, ill. a mesterséges intelligencia alkalmazása magas technológiai szinten képes e feladat megoldására, de feltehetően egy lényegesen egyszerűbb és olcsóbb megoldással is kielégítő biztonsággal lehet a járműveket a fedélzeten elrendezni.

- balatoni átkelőhajók - Az említett tihanyi szűkületen kívül a Balaton hajózása nem nevezhető különösebben forgalmasnak, a vízfelület még a nagyobb számú nyári vitorláshajó jelenlétében sem zsúfolt. Így az átkelő hajózás autonóm kialakításának forgalmi rizikója is lényegesen kisebb. A jövőben esetleg kisebb tapasztalattal rendelkező hajóvezetők számára egyébként is célszerű lenne – különösen a kikötési manőverek támogatását segítő – fedélzeti alkalmazások telepítése, amelyek működését fejlett szenzortechnológia és szoftverrendszer biztosítaná. Ezek még a jelenlegi, elég nagy átlagéletkorral rendelkező átkelőhajókra is telepíthetők lennének, de amennyiben a flottafejlesztés ténylegesen megvalósul, az új hajók tervezésénél már nem csak ezt a szintet, hanem az önálló kikötést és a kikötők közötti haladást is biztosítani képes rendszerek kialakítását is elő lehetne írni. További szervezeti szintű sajátossága a Bahartnak, hogy az átkelőhajókon szolgáló legénységnek – mivel a kikötőkben erre más lehetőség nem adott – a hajón biztosítanak szállást. Az új – legénység nélküli vagy kisebb számú legénységgel üzemeltethető – hajóknál a

lakótér felszabadításával a befogadóképesség növelhető, vagy ha erre nincs szükség, a főméretek csökkenthetők. Az ebben a két pontban megemlített fejlesztések nem érintenek nemzetközi vizeket, így a szabályozás szükséges átalakítása is egyszerűbben elvégezhető.

- áruszállító hajók - Mivel a vízi áruszállítás Magyarországon alapvetően nemzetközi szintű, így ezen a téren biztosan igazodni kell a nemzetközi szabályozás adta (vagy jelenleg még nem adta) lehetőségekhez. Ettől függetlenül, hazai fejlesztésekkel részt lehet venni a nemzetközi kutatás-fejlesztési munkákban.
- szolgálati hajók - Az egyes szakterületeken, úgymint vízűgy, katasztrófavédelem, honvédelem, vízépítés, vízi mentés, elsősorban a tevékenységi körhöz tartozó, de jelenleg eszközökkel le nem fedett képességek fejlesztése esetén jöhetnek számításba új és célszerű építésű, kisebb-nagyobb hajók. Ezek akár az 1-2 m-es nagyságtól egészen a nagyobb méretekig készíthetők, és fegyverekkel vagy speciális mérőeszközökkel elláthatók a szükséges funkciók biztosítása érdekében. Ilyen célokra akár univerzális, moduláris, de akár felszín felett (USV/ASV - Unmanned/Autonomous Surface Vehicle) vagy alatt (AUV - Autonomous Underwater Vehicle) üzemelni képes egységek is készíthetők. A szolgálati hajózás nevesített szakterületeinek ilyen irányú fejlesztése szükséges lehet, különösen, ha pl. a Hableány katasztrófájára, a jelenleg is dúló szomszédos háborúra vagy akár a vízminőség és egyéb vízügyi mérések folyamatos szükségességére gondolunk.
- kishajók - Tekintetbe véve, hogy az autonómítás kialakítása költséges, és ezekenél a hajóknál a beruházás megtérüléséről nem nagyon lehet beszélni, csak a tehetősebb rétegeknek szánt hajókban várható, és elsősorban inkább olyan fejlesztések, amelyek a biztonságos kikötői manőverezést támogatják. Autonóm funkció kiépítésének azért sincs értelme, mert itt a hajón való jelenlét a lényeg.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszékén jelenleg is folynak olyan kutatások, amelyek elsősorban USV-k tervezését és gyártását célozzák. Az Egyetem más tanszékein pedig az autonóm járművek irányításához kapcsolódó intenzív kutatások és fejlesztések zajlanak.

7. KONKLÚZIÓ

Összegezve elmondhatjuk, hogy jelenleg a világban és Magyarországon lenne igény teljesen autonóm hajók fejlesztésére és üzemeltetésére. Ennek oka elsősorban a légénység-hiány és a személyzethez köthető költségek, illetve a biztonság és a környezetvédelem növelésének szándéka. Ahhoz, hogy a biztonságos és fenntartható, teljesen autonóm hajózás megvalósulhasson, még számos területen kell kutatásokat végezni. Ilyen területek pl. a jogi környezet, közlekedési infrastruktúra (pl. autonóm rakodás), hajómozgások leírása és irányítása, intelligens autonóm hajóirányítás, hajó-hajó kommunikáció, hajó-infrastruktúra kommunikáció stb.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <https://op.europa.eu/webpub/eca/landscape-review-transport/hu/#chapter5>, ISBN 978-92-847-1384-4
- [2] Nyert a járványon a vasúti és vízi fuvarozás. Sz.n. In.: Mozdonyvezetők lapja, 2021. április 9. <https://mosz.co.hu/3409-nyert-a-jarvanyon-a-vasuti-es-vizi-fuvarozas.html>
- [3] www.inland-navigation-market.org; ISSN 2070-6715
- [4] Dr. Balogh Tamás et al.: Zászlóshajó sodrásban – a hajós turizmus helyzete és kilátásai Magyarországon, in.: Vállalkozói Értesítő 2022/3., Menedzser Praxis Szakkiadó és Gazdasági Tanácsadó Kft.
- [5] Rødseth, Ø. J.: Assessing Business Cases for Autonomous and, Unmanned Ships, Technology and Science for the Ships of the Future, Proceedings of NAV 2018, 19th International Conference on Ship & Maritime Research, IOS Press 2018, ISBN 978-1-61499-870-9

- [6] Jankovics, I. and Kale, U. : Developing the pilots' load measuring system, Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 2018, Vol. 91 No. 2, pp. 281-288, DOI: <https://doi.org/gqv77t>
- [7] DNV: Class Guideline for Autonomous and Remotely operated ships, DNV GL Guidelines, 2018
- [8] ABS: Guide for Autonomous and Remote Control Functions, ABS Guidelines, 2021
- [9] CCNR: Herbstsitzung 2018 Angenommene Beschlüsse CC/R (18) 2, CCNR Resolutions CC/R 2018 II, 2018
- [10] Verbergh, E., van Hassel, E. : The automated and unmanned inland vessel. Journal of Physics, Conference Series, 2019, DOI: <https://doi.org/jj2z>
- [11] Rødseth, Ø. J. : From concept to reality: Unmanned merchant ship research in Norway, 2017 IEEE Underwater Technology (UT), 2017, pp. 1-10, DOI: <https://doi.org/jj22>
- [12] Ziaul Haque Munim: Autonomous ships: a review, innovative applications and future maritime business models, Supply Chain Forum: An International Journal, 2019, Vol. 20 No. 4, pp. 266-279, doi: 10.1080/16258312.2019.1631714, DOI: <https://doi.org/ggbhcx>
- [13] Engelhardt, Ø.: Revolt og klassegodkjenning av autonome skip, Norsk Forum for Autonome Skip, Oslo, 2016 (https://nfas.autonomous-ship.org/wp-content/uploads/2020/09/09_dnv_pres.pdf) (2022.04.14)
- [14] <https://www.marinelink.com/news/yara-birkeland-project-paused-due-covid-478386> (2022.04.14)
- [15] Gerben P., Marcus K., Muhammad R. A.: An unmanned inland cargo vessel: Design, build, and experiments, Ocean Engineering, 2020, Vol. 201, ISSN 0029-8018,
- [16] <https://watertruckplus.eu/> (2022.04.14)
- [17] https://northsearegion.eu/media/18331/opmaak-nieuwsbrief6_versie-b.pdf (2022.04.14)
- [18] <https://smartmaritimenetwork.com/tag/seafar/> (2022.04.14)
- [19] Meersman, H., Moschouli, E., NanwayBoukani, L.: Evaluating the performance of the vessel train concept. Eur. Transp. Res. Rev. 12, 23, 2020, DOI: <https://doi.org/jj23>
- [20] Simongáti, Gy.: A balatoni közforgalmú hajók közlekedés stratégiai koncepciója, Helyzetelemzés és javaslat, 2018
- [21] Közlekedés Fővárosi Tervező Iroda Kft.: A városi és elővárosi személyszállító hajók és kiszolgáló létesítmények fejlesztésére Megvalósíthatósági Tanulmány II. kötet, 2014.



The potential of and need for autonomous shipping in Hungary

The development of autonomous vehicles in transport is a leading research area. This is no different in the field of shipping. In maritime navigation, dynamic positioning systems are now commonplace, and several prototype robotic vessels are already in test operation. Inland water navigation is still largely at the theoretical and experimental modelling stage, using these results and investigating specificities. This paper gives a brief overview of the current state of the art in autonomous navigation at sea and inland waterways and analyses the opportunities in Hungary. It can be said that there is currently a demand for the development and operation of fully autonomous vessels in Hungary and worldwide. The main reasons for this are crew shortage and crew-related costs, as well as the desire to increase safety and environmental protection. In order to achieve safe and sustainable fully autonomous shipping, research is still needed in a number of areas.



Möglichkeiten und Notwendigkeit der autonomen Schifffahrt in Ungarn

Die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen ist ein führender Forschungsbereich im Transportwesen. Dynamische Positionierungssysteme sind heute in der Seeschifffahrt alltäglich, und viele Prototypen von Roboterschiffen werden bereits getestet. Die Binnenschifffahrt befindet sich mit der Verwendung dieser Ergebnisse sowie mit der Untersuchung von den einzigartigen Merkmalen noch weitgehend in der theoretischen und experimentellen Modellforschungsphase. Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Technik der autonomen Navigation auf See und Binnenwasserstraßen und analysiert die Möglichkeiten in Ungarn. Es kann gesagt werden, dass es derzeit in Ungarn und weltweit eine Nachfrage nach der Entwicklung und dem Betrieb von völlig autonomen Schiffen gibt. Grund dafür sind in erster Linie der Personalmangel und die damit verbundenen Kosten sowie die Absicht, die Sicherheit und den Umweltschutz zu erhöhen. Um eine sichere und nachhaltige vollautonome Schifffahrt zu erreichen, ist noch Forschung in einer Reihe von Bereichen erforderlich.



A Szigetköz közúti közlekedésének fejlesztése települési összekötő utakkal

Az aktuális és gyakorlati felhasználási lehetőségeket bemutató témák jól érzékeltetik, hogy milyen közlekedési kihívásokkal küzd egy jól lehatárolt területi egység – a Szigetköz –, és milyen megoldást jelenthet a települési összekötő utak kialakítása. A bemutatás során javasolt közút- és kerékpárút-hálózati fejlesztések megvalósulása biztosíthatja, hogy a Szigetköz térsége lakossági és közlekedési szempontból egyaránt a jövőben is élhető és fenntartható legyen.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.6.4>

Dr. Jóna László – Döbrentei Balázs – Dr. Henézi Diána – Gaál Bertalan

Széchenyi István Egyetem

Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar

e-mail: jona.laszlo@sze.hu, dobrentei.balazs@sze.hu, kdiana@sze.hu, gaalb@sze.hu

1. BEVEZETÉS

A Kisalföld egyik meghatározó mikrotérsége a Szigetköz, amelynek története abban az időszakban kezdődött, mikor a kiszáradt Pannon-tenger helyét elkezdték feltölteni hordalékukkal a Duna, a Morva, a Nyitra, és a Vág folyók ősei. Az évmilliók során lerakódott hordalék azon részéből, amelyet nem tudott tovább görgetni a folyó kisebb zátonyok „szigetek” jöttek létre, amik így rengeteg ágra szakadva létrehoztak egy szárazföldi deltát. Kezdetben ez a terület egy nagy sziget volt, amit a régi térképeken is így jelöltek („Insula Magna”). A 16. században azonban megváltozott a fő Duna-ág folyása és kettévágta ezt a nagy szigetet, ekkortól hívták a déli részét Szigetköznek, az északit pedig Csallóköznek. A Szigetköz, amely a Mosoni-Duna, és a Nagy-Duna között terült el, kiterjedését tekintve északnyugat-délkeleti tengelye nagyjából 52,5 km, szélessége pedig 6-8 km [1].

Hazánkban a szuburbanizáció a 80-as évek második felében indult meg, de a 2000-es évektől gyorsult fel a folyamata. Győr városának esetében is. A legtöbben az elmúlt években költöztek ki az agglomerációba, valamint nagy arányban az olyan távolabbi településekre, amelyek a Szigetközben találhatók. Ennek oka elsősorban annak köszönhető, hogy Győr erősödő ipara és gazdasága jelentős mértékben hatott az ingatlanárak növekedésére. Így a tehetősebb rétegen kívül jelentős számban kötöznek ki azok, akik a városban nem tudták a családi házat megfizetni [2].

A szuburbanizáció egyik negatív hatása, ami a Szigetközben élők esetében is megfigyelhető Győrben, a közlekedési igények megváltozása, és a személygépkocsi forgalom jelentős növekedése. Különösen a reggeli és a délutáni csúcsidezőszakokban alakulnak ki jelenetős torlódások a Győrbe vezető főutak mentén (1.,14.,81., 82., 83.sz. főutak). Mindez igaz

az 1401-es számú „szigetközi” összekötő útra is, amelyen keresztül az 14. sz főúton elsősorban az ipari parkba és a belvárosba szeretnének eljutni a Szigetközből érkezők. A személygépkocsi forgalom ilyen nagyarányú növekedése pedig egyértelműen a szuburbanizáció egyik negatív következménye, ami több tényezőnek köszönhető. Ezek közül a legfontosabbak, hogy a kiköltözők többnyire jövedelemmel, így általában több személygépkocsival is rendelkeznek. A többség olyan munkakörben vagy munkahelyen dolgozik, ami nem teszi lehetővé a közösségi közlekedés menetrendjéhez az alkalmazkodást ezért napi szinten autóval ingáznak. A szolgáltatások jelentős része (pl. bevásárlóközpontok, posta, különböző ügyfélszolgálati irodák, rendelők, stb.) továbbra is a városban található, amelyek közösségi közlekedéssel való elérése sokkal több időbe kerülne, illetve az olyan esetekben mint a bevásárlás nehézséget okozna a parkolás és a szállítás. Végül pedig a kiköltözők gyerekei továbbra is a városban járnak iskolába, óvodába, így a munkahelyek elérése előtt sok esetben ezeket az intézményeket is útba kell ejteni, ami szintén hozzájárul a reggeli torlódások kialakulásához [2].

A megnövekedett forgalom ugyanakkor már nemcsak a városban okoz problémát, hanem az 1401-es számú összekötő út mentén található településeken is, amiben jelentős szerepe van annak, hogy Győr agglomerációja gyakorlatilag a teljes Szigetközt lefedi, ugyanis vannak, akik egészen Rajkáról járnak be a városba dolgozni, tanulni [3].

A tanulmányunkban ezért egyrészt arra keressük a választ, hogy 2010 és 2019 között milyen mértékben változott a forgalom nagy-

sága a Szigetközből. Másrészt, hogy milyen közlekedési problémák vannak, és hogyan lehetne helyben javítani a közlekedést, és csökkenteni a város felé irányuló gépjárműforgalmat. A jelenlegi tanulmányban a vizsgálataink az alábbi 32 szigetközi települést érintik: Ásványráró, Bezenye, Darnózsali, Dunakiliti, Dunaremete, Dunaszeg, Dunaszentpál, Dunasziget, Feketeerdő, Győr, Győrladamér, Győrújfalú, Győrzámoly, Halászi, Hegyeshalom, Hédervár, Kimle, Kisbajcs, Kisbodak, Kunsziget, Lébény, Levél, Lipót, Máriakálnok, Mecser, Mosonmagyaróvár, Nagybajcs, Ótveny, Püski, Rajka, Vámoszabadi, Vének.

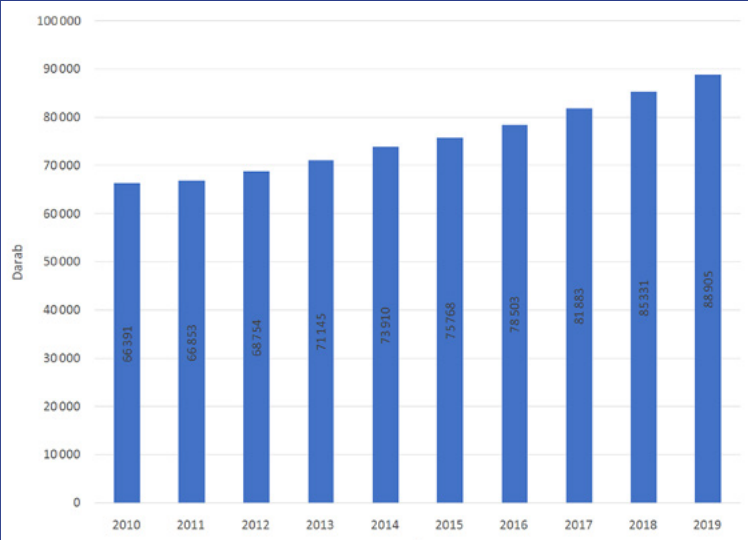
2. SZIGETKÖZ JELLENLEGI KÖZLEKEDÉSI HELYZETE

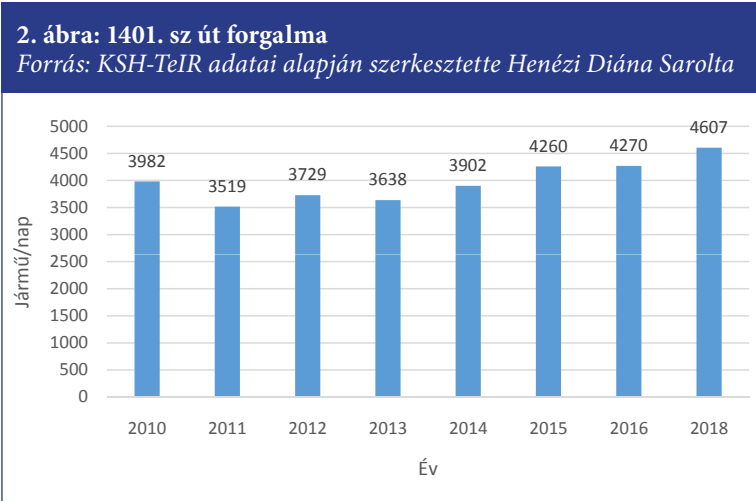
A térség jelenlegi közlekedési helyzetét több oldalról is megközelíthetjük. A szigetközi településeken élők leggyakoribb közlekedési eszköze a személygépkocsi, ami az agglomerációba való kiköltözéssel, a mobilitási igények növekedésével párhuzamosan a forgalmi torlódások számát értelemszerűen növeli.

Az 1. ábrán látható a Szigetközből (mint lakóhely szerint) a személygépkocsik számának

1. ábra: Személygépjárművek számának emelkedése a szigetközi településeken

Forrás: KSH-TeIR adatai alapján szerkesztette Henézi Diána Sarolta





Magyarország 31 500 km hosszú úthálózatának egy része a Szigetközben található úthálózat. A forgalmi adatok az Országos Közúti Adatbankból (OKA) származnak (2. ábra).

1401. sz. út a Szigetközön keresztül Győrt köti össze Mosonmagyaróvárral. Ez a fő közlekedési tengely a téjegységben. A járműforgalom növekedése ezen út esetében 2011. évtől megfigyelhető, amely évhez

növekedése. A kezdeti 2010-es 66.391 szgk érték 2018-ra 88.905-ra növekedett. Ez az emelkedés nem csak az agglomerációba való kiköltözésnek köszönhető, hanem annak is, hogy az 1000 lakosra jutó személygépjárművek száma (motorizációs szint) emelkedett.

Magyarországon 2010-ben 299 szgk/1000 lakos, míg 2018-ban 373 szgk/1000 lakos értéket ért el [4].

A motorizációs szint növekedése tükrözheti a gazdasági növekedést, de bizonyos szint felett az utak telítettsége problémát okozhat a kialakult forgalmi torlódásokkal.

képest 2018-ban 29,44%-kal volt nagyobb a forgalom. Az út kapacitása 2000 E/ó, a kihasznált-sága a 17-62% között mozog.

2.1. Autóbuszos közlekedés

A közúti forgalomhoz hozzátartozik az autóbuszos közösségi közlekedés is, amelynek változása az 1. táblázatban látható. Az 1401, 1405, 1406, 1407, 1408, 1501, valamint az 1. útnál vehető észre a növekedés. Ebből kiemelkedik az 1406-os és 15-ös út, amely utakon közlekedtetett járatok több, mint megduplázódtak. A táblázatban az egyes (szóló) autóbuszok szerepelnek.

1. táblázat: Az autóbusz-forgalom változásának aránya 2010 és 2018 között (%)
Forrás: Magyar Közút Nonprofit Zrt. adatai alapján szerkesztette Henézi Diána Sarolta

		Út száma									
		1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1501	1
Év	2010	41	30	27	2	31	7	22	33	9	105
	2011	34	25	23	1	27	6	19	28	7	104
	2012	35	26	23	1	27	6	19	28	7	103
	2013	51	32	29	2	33	20	23	23	9	106
	2014	60	23	36	2	41	25	29	46	11	113
	2015	61	23	21	2	41	25	29	47	13	111
	2016	52	19	17	2	33	20	23	38	11	121
	2017	63	23	21	2	41	25	29	47	13	115
	2018	65	23	21	2	42	25	29	47	14	124
Változás		58,54	-23,33	-22,22	0,00	35,48	257,14	31,82	42,42	55,56	18,10

Az 1402, és 1403 utak esetében 22-23%-os csökkenés figyelhető meg, míg az 1404 sz. útnál nem történt változás.

Az emelkedést zöld színnel, míg a csökkenést piros színnel jelöltük.

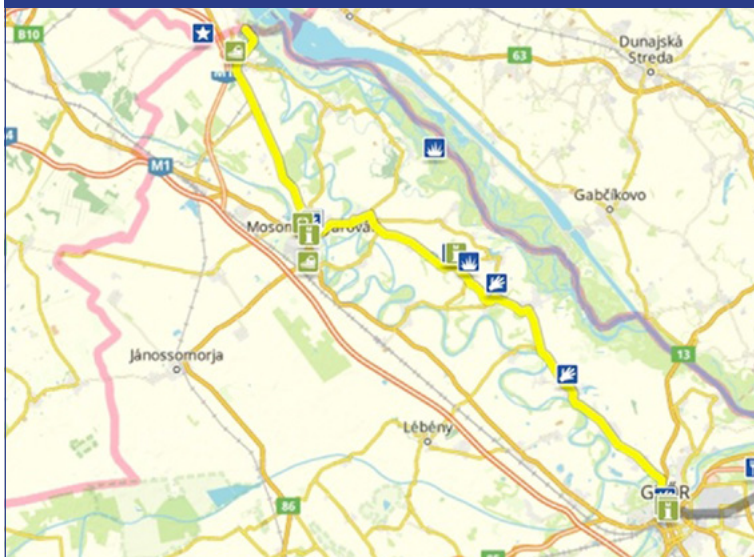
Összességében elmondható az autóbusz-forgalomról, hogy a bázis évhez képest (2010), három út kivételével (1402., 1403., 1404.) növekedés figyelhető meg. Több adatsoron is látható egy kezdeti csökkenés 2013. évig, amit szignifikáns emelkedés követ. A közösségi közlekedésre is jellemző a gazdasági válság lecsengését követő fellendülés.

2.2. Kerékpáros közlekedés

A hihetetlen természeti szépséggel rendelkező Szigetköz, mint turisztikai célpont Nyugat-Magyarország egyik közkedvelt helyszíne. Az Eurovelo 6, amelyet a Folyók útvonalának is nevezünk, az egyik legnépszerűbb kerékpáros útvonal. Teljes hossza 4450 km és az Atlanti-óceánt köti össze a Fekete-tengerrel. Magyarországra Rajkánál lép be, és Mosonmagyaróváron keresztül vezet Győr felé (3. ábra).

A Magyar Közút által üzemeltetett VeloClass kerékpárforgalom-számláló berendezés és rendszer ultrahang-technológiát alkalmazva számlálja a mérési keresztmetszeten áthaladó forgalmat. „Az útburko-

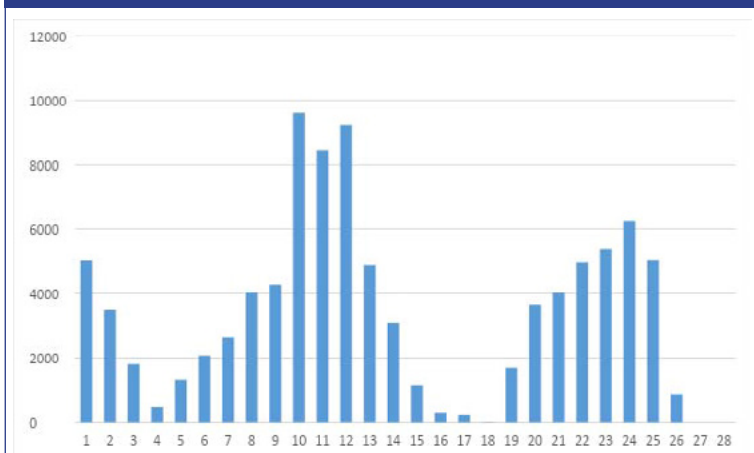
3. ábra: Eurovelo6 Rajka-Győr szakasza [5]



lat egyik oldalán elhelyezett ultrahang-jeladó által kibocsátott jel az előtte áthaladó „tárgyakról” vagy személyekről, illetve az út szemközti oldalán található visszaverő felületről a jeladó alatt lévő vevőegységbe jut vissza. A detektált jelek tulajdonságai alapján a mérőműszer elvégzi a mérés kiértékelését és tárolja a forgalmi adatokat”. Magyarországon 53 db mérési pont található, amelyek közül egy Héderváron [6].

4. ábra: VeloClass által a hédervári főúton gyűjtött adatok

Forrás: Magyar Közút Nonprofit Zrt. adatai alapján szerkesztette Henézi Diána Sarolta



A 4. ábrán láthatók a VeloClass által gyűjtött Hédervár, Fő út (1401. sz. út) forgalmi adatai, amelyeket 2018. szeptemberétől 2020. októberéig bocsátották rendelkezésünkre a Magyar Közút munkatársai.

2.3. Vasúti közlekedés

Bár a Szigetköz szívében napjainkban már nem jelenik meg a vasút, mint közlekedési mód, érdemes megemlíteni, mivel szárazföldön tulajdonképpen körbe határolja Szigetköz területét. Délről, délnyugatról és nyugatról az 1-es számú Budapest-Hegyeshalom vasútvonal Győr-Hegyeshalom szakasza, míg északnyugatról az 1d jelölésű Hegyeshalom (kizár)-Rajka vasútvonal helyezkedik el (5. ábra).

5. ábra: A Szigetközt körbe ölelő vasútvonalak Forrás: Magyarország vasúti térképe alapján saját szerkesztés



Az 1-es számú Budapest-Hegyeshalom vonal Győr-Hegyeshalom szakasza érinti a vizsgált területet. Kétvágányú, villamosított nemzetközi fővonal, a pályára engedélyezett maximális sebesség 160 km/h. Az érintett szakasz szolgálati helyei:

- Győr
- Abda
- Öttevény
- Lébény-Mosonszentmiklós
- Kimle-Károlyháza
- Mosonmagyaróvár
- Levél
- Hegyeshalom

A IV. Helsinki folyosó része, a kiemelkedő jelentőségű teher-, és nemzetközi személyfor-

galom mellett fontos szerepet tölt be a napi ingázók utazásában is. A legutóbbi jelentős pályarekonstrukció 1993-1997 között zajlott [7].

Az utasszámokat vizsgálva 2015-ben történt negatív változás. Az addig növekedő-stagnáló folyamat megtorpant, majd kis mértékben, de csökkent. Ennek a pontos okai nem ismertek, csak feltételezéseink lehetnek. Az egyik lehetséges ok a 2015-ös menekülthullám lehet, ami az 1-es vonalon is jelentős problémát okozott.

A másik feltételezett okot járműproblémákra vezethetjük vissza. 2018-tól kezdve látványosan romlottak a MÁV-START Zrt. TALENT motorvonatainak rendelkezésre állási mutatói. A vasútvállalat többnyire a nemzetközi EUREGIO forgalomban használja ez a szerelvényeket. Meghibásodás esetén gyakran olyan járművel tudta csak pótolni a kieső motorvonatokat, amelyek nem rendelkeztek ausztriai futásengedéllyel, így az utasok Hegyeshalom-ban átszállni kényszerültek. 2019-ben megkezdte a MÁV-START Zrt. a motorvonatok felújítását és végül öt jármű revíziója történt meg [8]. Az utasszámok alakulását nem lehet egyértelműen vizsgálni, mivel a Covid járváynak köszönhetően megváltoztak a munkába járási szokások, sokkal kevesebb lett az ingázók száma az elmúlt években.

Az 1d jelölésű Hegyeshalom (kizár) – Rajka vasútvonalat 2011. október 1. óta a Győr-Sopron-Ebenfurti Vasút Zrt. üzemelteti. A vonalon mindössze Bezenye megállóhely és Rajka vasútállomás található. Egyvágányú, villamosított vasútvonal, a maximális pályasebesség 100 km/h. A vonalon inkább a teherforgalom a jelentősebb, mivel részét képezi a TEN-T törzshálózatnak, továbbá az RFC7-es és RFC 11-es folyosónak. A teherszállítás miatt a GYSEV Zrt. az elmúlt években megnövelte a vonal tengelyterhelését 210 kN-ról 225 kN-ra. A vonal szűk keresztmetszetét korábban a Lajta bal parti csatorna feletti híd jelentette, amelyen 300 méter hosszban volt 10 km/h-s lassújel. A vasútvállalat 2018-ban végezte el a hídszerkezet átépítését és cseréjét [9].

2009-ig volt közvetlen személyvonati kapcsolat Rajka és Pozsony-Ligetfalu (Bratislava-

Petržalka) között. 2010-ben felmerült a belföldi szakaszon a személyszállítás megszüntetése, de végül maradt napi 4 pár személyvonat. 2017. decemberétől bővült a menetrend napi 11 pár személyvonatra, és ismét lett 4 pár közvetlen vonat Pozsony-Ligetfalug [10].

3. A TELEPÜLÉSI ÖSSZEKÖTŐ UTAK

A közösségi és egyéni közlekedésen kívül vizsgáltuk a 32 szigeteközi település rendezési tervét, ahol elsősorban arra kerestük a választ, hogy milyen közlekedésfejlesztési javaslatokat tartalmaznak az egyes dokumentumok. Így elsősorban az egyes települések rendezési tevéin belül azok szerkezeti tervét, a közlekedési alátámasztó dokumentumot, illetve a rendezési terv műszaki leírását tekintettük át. A vizsgált települések közül mindössze 15 esetben nem került vizsgálatra a közlekedési alátámasztó dokumentum, amelynek oka elsősorban az, hogy nem volt elérhető sem a település honlapján, sem pedig a rendezési tervet készítő irodánál. A hiányzó adatokat a Magyar Közúttól kértük be, valamint az összes vizsgált településre kértük, hogy adjanak információt a tervezett jövőbeli fejlesztésekkel kapcsolatban. A kapott adatokból, valamint a rendezési tervek és a műszaki leírások részletes vizsgálatát követően kiderült, hogy a Szigetközben az alábbi három tervezett fejlesztés érinti a legtöbb települést:

- az 1401.-es elkerülő útjának kiépítése,
- kerékpárút építése az Öreg-Duna töltése mentén,
- összekötő út/utak kiépítése a szomszédos településsel/településekkel.

Az említett fejlesztéseken kívül ki kell emelni még az M14-es gyorsforgalmi utat, ami közvetlenül ugyan nem érinti a Szigetköz térségét, de megépülését követően jelentős hatással lesz annak jövőbeli forgalmára. A Szigetköz vizsgált településeinek tervezett közlekedésfejlesztéseit részletesen a 2. táblázat mutatja be.

A táblázatból jól látható, hogy a települési összekötő utakat elsősorban a szomszédos települések közötti gyors összeköttetést biz-

tosítanák, így a kerékpározás jó közlekedési alternatívát jelentene rajtuk. Ezért a fenntarthatóságot és a környezetvédelmet szem előtt tartva, javasolt ezeken az utakon a személygépjármű forgalmat korlátozni oly módon, hogy tavasztól őszig, elsősorban a kerékpáros, és a közösségi közlekedés lenne megengedett. Személygépjárművel így csak az őszi, illetve a téli időszakban lehetne használatba venni ezeket az utakat, amelyek kialakításukat tekintve egysávosak lennének.

4. A SZIGETKÖZI TELEPÜLÉSEK FORGALOMVONZÓ LÉTESÍTMÉNYEI

Amikor egy család új lakóhelyet keres, a helyszín kiválasztásában nagy mértékben befolyásolhatja döntésüket, hogy az adott településen milyen alapvető szolgáltatásokat lehet találni. A tősgyökeres helyi lakoságnak viszont nem nagyon van választási lehetősége, nekik alkalmazkodniuk kell a körülményekhez. Amennyiben a környék településein eltérő az elérhető szolgáltatások száma, azok színvonala, a magasabb színvonalú települések irányában a forgalom generálódhat.

Az alábbi szolgáltatásokat tekinthetjük alapvetőknek:

- élelmiszerbolt,
- gyógyszertár,
- orvosi ellátás,
- bölcsőde, óvoda,
- iskola,
- posta.

Miután meghatároztuk, hogy mely szolgáltatásokat tekintünk alapvetőknek, vizsgáljuk meg, hogy a szigeteközi települések milyen részarányban rendelkeznek ezekkel.

4.1. Élelmiszerbolt

Élelmiszerbolt kivétel nélkül minden egyes településen elérhető, így ez a szolgáltatás megfélelőnek mondható a Szigetközben.

2. táblázat: A szigetközi települések rendezési tervét érintő tervezett fejlesztések

Sorszám	Település	Tervezett fejlesztés
1	Ásványráró	Települési összekötő út Hédervárra és Lipótra. Kerékpárút a Duna mentén. Az 1401-es elkerülő út.
2	Bezenye	Kerékpárút a településre déli irányból becsatlakozó 1401.-es számú összekötő út mentén
3	Darnózseli	Az 1401.-es elkerülő szakasza két változatban. Országos mellékút Dunaremete, és Lipót irányába. Településközi út Püski irányába.
4	Dunakiliti	Kerékpárút az 1407, 1408-as összekötő utak, és a Mosoni-Duna irányába vezető utak mentén. A település déli területén, településközi utak kerültek kijelölésre.
5	Dunaremete	Az 1405-ös számú összekötő úton a Fő utca és az Arany János utca szintbeli csomópontjának fejlesztése. Összekötő út Kisbodak, és Darnózseli irányába
6	Dunaszeg	Az 1401-es elkerülő út.
7	Dunaszentpál	Kerékpárút a település közepén keresztül.
8	Dunasziget	Kerékpárút az 1407-es sz. út, valamint a Szent István, Cikola, Dózsa György út mentén kerékpárút került kijelölésre. A Nagysziget utca meghosszabbítása került kijelölésre Püski irányába.
9	Feketeerdő	A település szerkezeti terve nincs fent a honlapon, a Magyar Közút nem tájékoztatott jövőbeli fejlesztésről a településen.
10	Győr	M14 gyorsforgalmi út. Ipar út folytatása. 82. sz. főút új bevezető szakasz megépítése. Nyugati elkerülő út építése.
11	Győrladamér	Az 1401-es elkerülő út.
12	Győrújfalú	Nyugati elkerülő a 813 és az 1.-85. sz. főutak csomópontja között.
13	Győrzámoly	1401-es elkerülő. 1401. út felújítása.
14	Halászi	A település szerkezeti terve nincs fent a honlapon, a Magyar Közút nem tájékoztatott jövőbeli fejlesztésről a településen.
15	Hédervár	Településközi összekötő út az 1401. útból kiindulva Ásványráró, és Mecsér irányába.
16	Hegyeshalom	A település honlapja alapján a rendezési terv módosítása 2020.-ben kezdődött el. A Magyar Közút tájékoztatása alapján nincs tervezett fejlesztés a jövőben Hegyeshalomban.
17	Kimle	Településközi összekötő út került kijelölésre 1403. sz útból Arak, és Máriakálnok irányába.
18	Kisbajcs	Kerékpárút a Duna mentén.
19	Kisbodak	Nincs tervezett közlekedésfejlesztés Kisbodakon.
20	Kunsziget	Kunsziget-Dunaszeg összekötő út. Börcs-Kunsziget összekötő út.
21	Lébény	Kerékpárút a főbb utak mellett (Ottómajortól Mosonszentmiklósig). Települési összekötő út Mosonszentmiklós irányába. Lébény-Károlyháza összekötő út.
22	Levél	Településközi összekötő út került kijelölésre az Alsó Fő utca folytatásában Mosonmagyaróvár irányába.
23	Lipót	Településközi összekötő út került kijelölésre Ásványráró, valamint a tervezett Lipót/Bósi kikötőn, és Dunaremetén keresztül Darnózseli irányába.
24	Máriakálnok	A település szerkezeti terve nincs fent a honlapon, a Magyar Közút nem tájékoztatott jövőbeli fejlesztésről a településen.

Sorszám	Település	Tervezett fejlesztés
25	Mecsér	Települési összekötő út Dunaszentpál irányába. Kerékpáros nyomvonal Lébény felé. 1402. út felújítása
26	Mosonmagyaróvár	Körgyűrű került kijelölésre az 1. és a 86.-os számú főutak érintésével. A Mátyás király utcától déli irányban kerékpárút került kijelölésre a 86.-os számú főút, és a Soproni út mentén, valamint Mosonudvar irányában a Mosonszentjános út érintésével. Móvár déli tehermentesítő út, valamint az M1 Moson-pihenő - 8505.j. út összekötése (csomópont kialakítás)
27	Nagybajcs	Kerékpárút a Duna mentén.
28	Öttevény	Nincs tervezett közlekedésfejlesztés Öttevényen.
29	Püski	A település szerkezeti terve nincs fent a honlapon, a Magyar Közút nem tájékoztatott jövőbeli fejlesztésről a településen.
30	Rajka	A település szerkezeti terve nincs fent a honlapon, a Magyar Közút nem tájékoztatott jövőbeli fejlesztésről a településen.
31	Vámosszabadi	M14 gyorsforgalmi út és az ahhoz kapcsolódó utak (Győrzámoly településközi út), a határig. Kerékpárút a 14 és 1303.sz utak között a belterületől északra.
32	Vének	Településközi út Gönyű (és Szlovákia) felé. Új út a Víziműtárgy irányábaw

4.2. Gyógyszertár

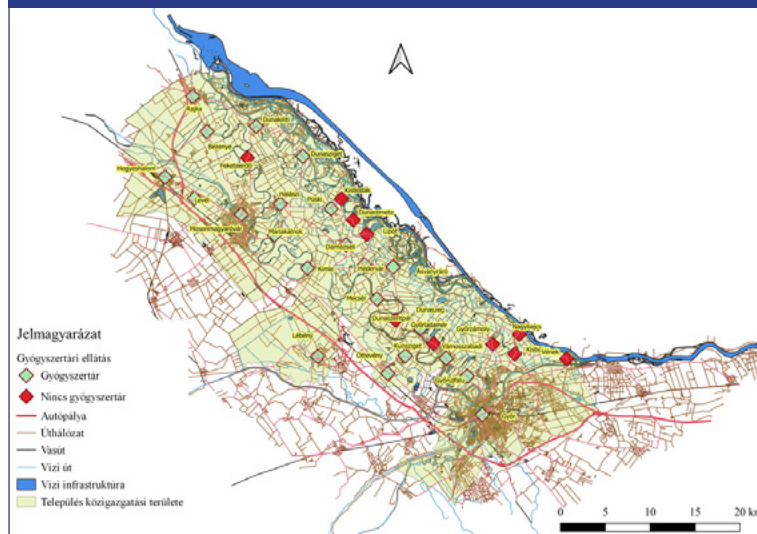
A szigetközi települések közül tíz nem rendelkezik gyógyszertárral (6. ábra). Ennek a szolgáltatásnak a településenkénti eléréséhez nincsen országos szabályozás, ugyanakkor a gyógyszertárak létesítésével kapcsolatban a 2006. évi XCVIII. törvény két csoportot különböztet meg:

Az első csoportba azok a községek tartoznak, ahol jelenleg még egyáltalán nincsen gyógyszertár. Itt bármilyen megkötés nélkül lehet kiírni országos pályázatot közforgalmú gyógyszertár létesítésére.

A második csoportba olyan településeket lehet besorolni, ahol már legalább egy közforgalmú gyógyszertár működik. Ebben az esetben csak akkor lehet pályázatot kiírni, ha a törvényben előírt demográfiai korlát ezt megengedi. 50.000 fő feletti lakosságszámnál minden gyógyszertárra legalább 4000 lakosnak kell jutnia, 50.000 fő alatt pedig 4500 lakosnak [11].

6. ábra: Gyógyszertárak eloszlása a Szigetközben

Forrás: Az openstreetmap.org adatai alapján szerkesztette Hegyiné Bolla Katalin



4.3. Orvosi ellátás

Felnőtt háziorvosi rendelés minden településen elérhető, eltérő rendelési időkkel. A gyermekorvosi ellátás már nem ennyire hibátlan, mivel 14 településen hiányzik ez a

szolgáltatás (7. ábra). Az egészségügyi ellátással kapcsolatban az alábbi alapelv érvényes:

„Annak érdekében, hogy a háziorvosi ellátás speciális jellemzői megfelelően érvényesülhessenek, a háziorvosi körzetet célszerű úgy kialakítani, hogy a háziorvosi rendelő a körzet legtávolabb eső pontjától is – tömegközlekedéssel vagy gyalogosan – 15 percen belül elérhető legyen. Amennyiben a település adottságai (pl. csatolt községek, tanyás település) ezt nem teszik lehetővé, ott az illetékes hatóság javasolja megvizsgálni annak lehetőségét, hogy a település(rész) távolabbi pontján egy másik rendelőhelyiség kialakítható-e, illetve az önkormányzat szervezésében (pl. falugondnok segítségével) a távolabb élő lakosok rendelőbe történő szervezett szállítása megoldható-e.” [12]

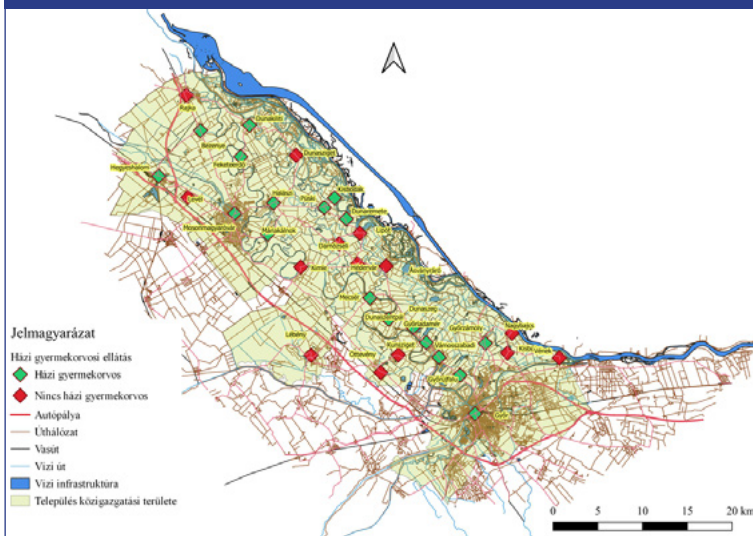
4.4. Bölcsőde, óvoda

A szigetközi települések közül kilencnél nem található bölcsődei szolgáltatás, öt helyszínen pedig jelenleg építés alatt áll.

Óvodák szempontjából jobb a helyzet, ez mindössze 4 községnél hiányzik: Dunaremetén, Feketeerdőn, Kisbodaikon, Véneken.

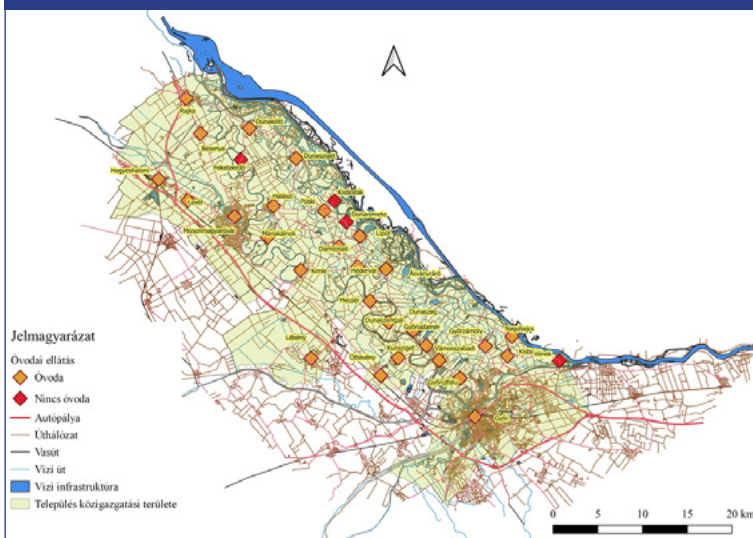
Dunaremete, Feketeerdő, Kisbodaik esetében található a község kö-

7. ábra: Gyermek háziorvossal rendelkező települések a Szigetközben
Forrás: Az openstreetmap.org adatai alapján szerkesztette Hegyiné Bolla Katalin



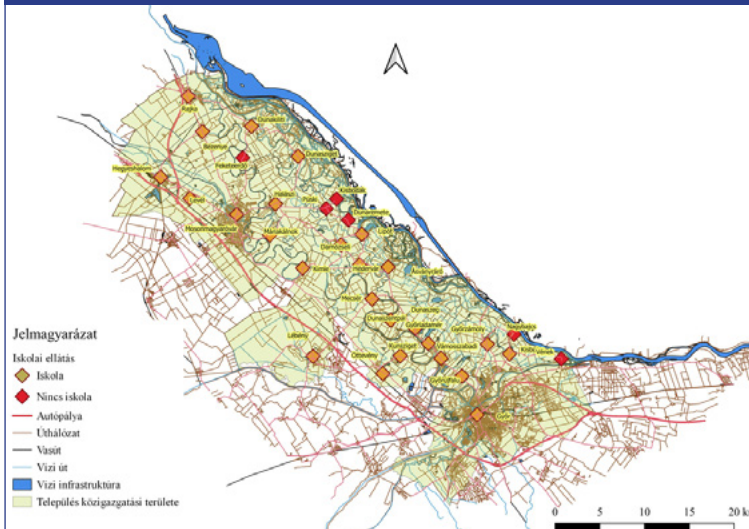
vetlen közelében olyan szomszédos település, ahol van óvoda, Vének esetében ez a távolság nagyobb, ahol a 8. ábrán is látható.

8. ábra: Óvodák elhelyezkedése a Szigetköz területén
Forrás: Az openstreetmap.org adatai alapján szerkesztette Hegyiné Bolla Katalin



9. ábra: Általános iskolák elhelyezkedése a térségben

Forrás: Az [openstreetmap.org](https://www.openstreetmap.org) adatai alapján szerkesztette Hegyiné Bolla Katalin



vagy kialakítás alatt állók, piros színnel pedig a hiányzók.

Három osztályba válogattuk szét a településeket. Az I. osztályba azok a települések kerültek, ahol kivétel nélkül minden szolgáltatás elérhető:

- Dunakiliti,
- Dunaszeg,
- Győr,
- Győrújfal,
- Győrzámoly,
- Halászi,
- Hegyeshalom,
- Mosonmagyaróvár.

A II. osztályba azon községeket soroltuk, ahol maximum két

4.5. Iskola

Az általános iskolák meglétét vizsgáltuk. Az alábbi hét településen nem található általános iskola (9. ábra):

- Dunaremete,
- Feketeerdő,
- Kisbodak,
- Nagybajcs,
- Püski,
- Vének.

4.6. Posta

Különbéle szolgáltatási szinten, de minden településen elérhető postai szolgáltatás. Mobilpostát találunk Véneken, Dunaremetén, Kisbodakon és Feketeerdőn, a többi községnél pedig hagyományos postahivatal van.

4.7. Települések kategorizálása

A szolgáltatások egyenkénti elemzése után összegeztük a tapasztaltakat.

A 3. táblázatban látható a szolgáltatások összesítése. Zöld színnel szerepelnek a meglévő szolgáltatások, kék színnel a nem teljes körű

szolgáltatás hiányzik:

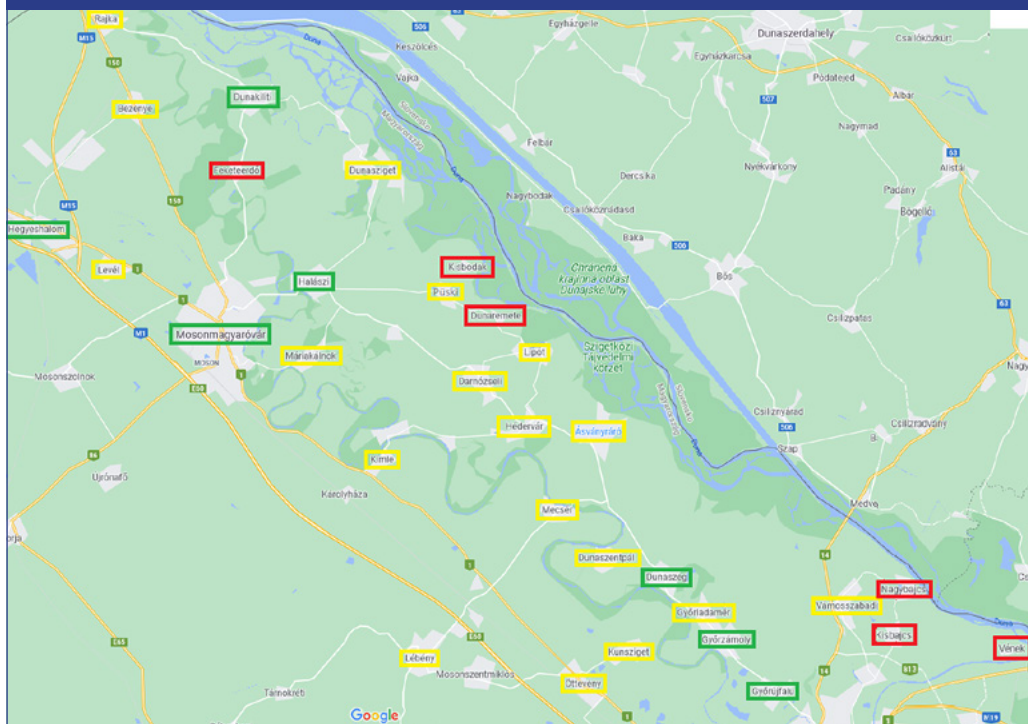
- Ásványráró,
- Bezenye,
- Darnózseli,
- Dunaszentpál,
- Dunasziget,
- Győrladamér,
- Hédervár,
- Kimle,
- Kunsziget,
- Lébény,
- Levél,
- Lipót,
- Máriakálnok,
- Mecsér,
- Öttevény,
- Püski,
- Rajka,
- Vámosszabadi.

Végül a III. osztályba a kettőnél több hiányos szolgáltatással rendelkező települések kerültek:

- Dunaremete,
- Feketeerdő,
- Kisbajcs,
- Kisbodak,
- Nagybajcs,
- Vének.

3. táblázat: A Szigetközben vizsgált szolgáltatások összesítő táblázata Forrás: Szerkesztette Döbrentei Balázs											
Szigetköz települések	Élelmiszerüzlet	Posta	Bölcsőde	Óvoda	Iskola	Gyógyszerház	Háziorvos	Gyermek háziorvos	Osszes igénybevehető szolgáltatás	Lakosságszám	
Vének	Van	Mobilposta					Van		2,5	163	
Dunaremete	Van	Mobilposta					Van	Van	3,5	250	
Kisbodak	Van	Mobilposta					Van	Van	3,5	346	
Feketeerdő	Van	Mobilposta					Van	Van	3,5	608	
Nagybajcs	Van	Van	Van	Van			Van		5	1 011	
Kisbajcs	Van	Van	projekt	Van	Van		Van		5,5	921	
Püski	Van	Van		Van		Van	Van	Van	6	665	
Dunaszentpál	Van	Van		Van	Van		Van	Van	6	716	
Lipót	Van	Van	Van	Van	Van		Van		6	776	
Hédervár	Van	Van	projekt	Van	Van	Van	Van		6,5	1 282	
Kunsziget	Van	Van	projekt	Van	Van	Van	Van		6,5	1 310	
Levél	Van	Van	projekt	Van	Van	Van	Van		6,5	2 071	
Vámosszabadi	Van	Van	projekt	Van	Van		Van	Van	6,5	3 545	
Mecsér	Van	Van		Van	Van	Van	Van	Van	7	653	
Bezenye	Van	Van		Van	Van	Van	Van	Van	7	1 278	
Darnószeli	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van		7	1 592	
Dunasziget	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van		7	1 745	
Győrladamér	Van	Van	Van	Van	Van		Van	Van	7	1 799	
Máriakálnok	Van	Van		Van	Van	Van	Van	Van	7	1 977	
Ásványráró	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van		7	2 033	
Kimle	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van		7	2 205	
Öttevény	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van		7	3 078	
Rajka	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van		7	3 335	
Lébény	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van		7	3 395	
Dunakiliti	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	1 897	
Dunaszeg	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	2 228	
Győrújfalú	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	2 378	
Halászi	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	3 309	
Győrzámoly	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	3 366	
Hegyeshalom	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	3 610	
Mosonmagyaróvár	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	34 635	
Győr	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	Van	8	133 946	

10. ábra: A szolgáltatások mennyisége alapján csoportosított települések elhelyezkedése
 Forrás: maps.google.hu alapján szerkesztette Döbrentei Balázs



A községek osztály szerinti földrajzi fekvése a 10. ábrán látható. Zöld kerettel az I. osztályú, sárga kerettel a II. osztályú, piros kerettel a III. osztályú települések.

Az átnézeti képen jól látható, hogy két problémás gócponttal kell részletesen foglalkozni:

- Kisbodak – Dunaremete,
- Nagybecskerek – Kisbajcs – Vén.

A két gócponton kívül még Feketeerdő kapott piros keretet, de a szomszédos községek mind zöld besorolásúak közvetlen közlekedési eljutással, így külön közlekedési fejlesztéssel itt nem kell foglalkozni.

4.8. Ingázási viszonyok

A Szigetköz területe Győr és Mosonmagyaróvár vonzaskörzetébe tartozik, emellett a nyugati felén kisebb mértékben érvényesül még Pozsony vonzása is. A két város

nyújt a térség számára olyan közép- és elsőfokú szolgáltatásokat, mint a középfokú és elsőfokú oktatás vagy a magasabb szintű egészségügyi és közigazgatási szolgáltatások. Ezek mellett jelentős vonzerejük van ezen városoknak a foglalkoztatás területén is [3].

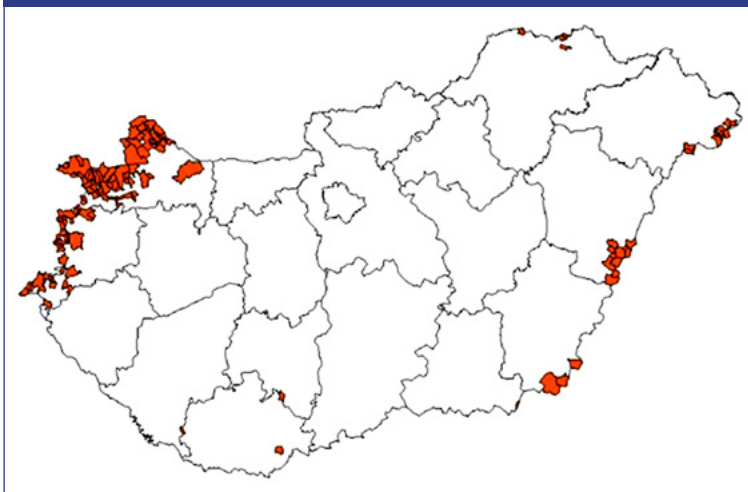
Ebből következően a Szigetköz forgalmának meghatározó eleme a két város felé irányuló hivatásforgalom (ingázás), valamint az egyéb motivációjú (szabadidő, ügyintézés, bevásárlás stb.) forgalom. A hivatásforgalomban a vonzaskörzetek jól elhatárolhatók. A két település vonzaskörzetének határa Hédervár és Ásványráró között húzódik. Hédervárról az ingázó foglalkoztatottak negyede Mosonmagyaróvárra jár be, míg Győrbe egyötödük. Ásványráró esetében fordul a helyzet. Győr vonzása dominál, az ingázó munkavállalók 40% utazik oda, míg Mosonmagyaróvár nagyjából 15%-uk célja a

2011-es népszámlálási adatok alapján. Sajnos a népszámlálási adatok csak a járási központokba történő ingázást mutatják be, így a térség belső ingázási adatai nem ismertek. Ezen felül jelentős a külföldi ingázás mértéke is. A 2011-es adatok alapján a külföldre ingázó munkavállalók aránya elérte Győr-Moson-Sopron megyében az összes munkavállaló esetében a 6,8%-ot, az összes ingázó munkavállalónál pedig a 16,3%-ot, ami akkor 13 464 főt jelentett.

A vizsgált térségben a külföldi ingázásban érintett települések nagyjából Mosonmagyaróvár vonzáskörzetét érintik.

Összességében a szigetközi települések munkavállalóinak nagy része ingázásra kényszerül. Az egyes települések esetében az értékek eltérők, 60% (Lipót) és 85% (Dunaszentpál) között mozognak. Egyedül Dunakiliti nem illik bele ebbe a sorba, ahol a településen az ingázók aránya nem éri el az 50%-ot. Ez viszonylagosan periférikus helyzetének és a településen jelen lévő nagyobb foglalkoztatóknak köszönhető. Dunakiliti ugyanis Győrladamér mellett az egyetlen szigetközi település, ahol 500 főnél több munkavállalót alkalmazó munkahely található, emellett az 50-250 foglalkoztatott közötti kategóriában is található két foglalkoztató. A többi településen jellemzően a 10 főnél kevesebb munkavállalót

11. ábra: A határ menti ingázásban érintett települések, 2011
Forrás: KSH, Ingázás a határ mentén, 2015



lót foglalkoztató kisvállalkozások és egyéni vállalkozások dominálnak, a foglalkoztatottak többsége így ingázásra kényszerül.

A vonzáskörzetek alakulását a helyközi utazási kínálat is leköveti. Mosonmagyaróvárról Ásványráró településig járnak az autóbuszok, Győr felől pedig Lipót, Darnózseli térségéig van közvetlen kiszolgálás, valamint Darnózselen és

12. ábra: A Szigetköz és környékének helyközi autóbuszviszonylatai
Forrás: Volánbusz Zrt.



4. táblázat: A Szigetköz településein regisztrált vállalkozások az alkalmazottak száma szerint, 2019 *Forrás: TEIR/KSH*

	1-9 fős regisztrált társas vál- lalkozások (GFO14, dec. 31.), 2019	10-19 fős regisztrált társas vál- lalkozások (GFO14, dec. 31.), 2019	20-49 fős regisztrált társas vál- lalkozások (GFO14, dec. 31.), 2019	50-249 fős regisztrált társas vál- lalkozások (GFO14, dec. 31.), 2019	250-499 fős regisztrált társas vál- lalkozások (GFO14, dec. 31.), 2019	500 és több fős regisz- trált társas vállalkozá- sok (GFO14, dec. 31.), 2019	Regisztrált főfoglalko- zású egyéni vállalkozók (dec. 31.), 2019
Dunakiliti	36	3	1	2	-	1	73
Dunasziget	26	3	-	-	-	-	53
Feketeerdő	13	-	1	-	-	-	21
Halászi	53	5	2	3	-	-	107
Máriakálnok	29	3	-	-	-	-	74
Darnózseli	20	3	4	-	-	-	45
Dunaremete	5	-	-	-	-	-	5
Kisbodak	5	1	-	-	-	-	14
Lipót	18	1	4	1	-	-	27
Püski	6	1	2	-	-	-	17
Ásványráró	41	3	1	-	-	-	65
Hédervár	30	4	-	-	-	-	41
Kimle	31	5	2	3	-	-	81
Kunsziget	20	-	1	-	1	1	37
Mecsér	15	1	1	-	-	-	15
Dunaszeg	59	2	-	-	-	-	76
Dunaszentpál	13	1	-	-	-	-	23
Győrladamér	36	2	3	-	-	1	57
Győrújfalú	80	5	-	-	-	-	90
Győrzámoly	87	2	-	-	-	-	129
Kisbajcs	26	-	2	-	-	-	40
Nagybajcs	20	-	1	-	-	-	42
Vámossza- badi	67	2	1	-	-	-	66
Vének	3	-	-	-	-	-	7
Győr	4543	334	170	100	16	16	4818
Moson- magyaróvár	971	86	65	28	2	1	1173

Halászin keresztül Mosonmagyaróvárral is van összeköttetés. Ennek következtében az említett településeken magas a nem domináns vonzás-központba ingázók aránya is.

Bár az ingázás túlnyomó többsége gépjárművel és közforgalmú közlekedés igénybevételével történik, egyre népszerűbb és tömegesebb a kerékpár használata. Erre elsősorban tavasztól-őszig (de egyre dominánsabb az egész éves) van nagyobb igény, közepes távolságokra (10-15 km), amennyiben megfelelő útviszonyok állnak rendelkezésre (önálló kerékpárút vagy kisebb forgalmú mellékút). A Szigetköz területe ilyen szempontból ideális, a fő közlekedési tengelyen húzódik a 6-os számú EuroVelo útvonal, a települési összekötő utak pedig viszonylag kis forgalmúak.

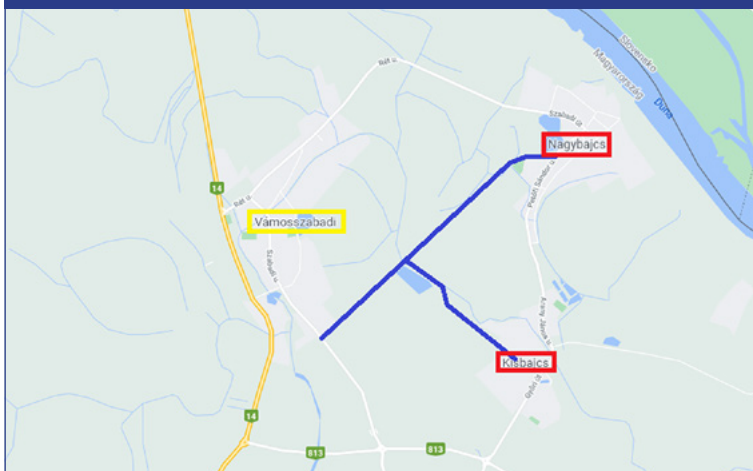
5. JAVASLAT A TELEPÜLÉSKÖZI ÖSSZEKÖTŐ UTAK NYOMVONALÁRA

Ahogy a 4. fejezetben olvashattuk, nem érhető el minden szigetközi település számára valamilyeni szolgáltatás. Ezen javítani lehet a közlekedési lehetőségek bővítésével, újabb közlekedési kapcsolatok létesítésével a 3. fejezetben bemutatott települési összekötő utakkal, ahol elsősorban a kerékpáros közlekedést preferálják. Megvizsgáltuk a települések környékének földrajzi kialakítását és több olyan jelenlegi földutat találtunk, amelyek átalakíthatók lehetnek egy sávos utakra, szilárd útburkolattal. Az új utakon az alábbi forgalmi korlátozásokat helyeznénk előtérbe:

- személygépjárművek számára csak az őszi, és a téli időszakban lenne engedélyezett a közlekedés,
- kéklámpás járművek, shuttle buszok, kerékpárosok az év minden napján használatba vehetik.

13. ábra: Lehetséges új összekötő utak (kék színnel jelölve) Vámosszabadi – Kisbajcs – Nagybajcs között

Forrás: maps.google.hu alapján Döbrentei Balázs szerkesztette



5.1. Kisbajcs, Nagybajcs, Vámosszabadi

A 4. fejezet értékelése szerint piros kategóriába soroltuk Kisbajcsot és Nagybajcsot, míg egyet jobb, sárga kategóriába a szomszédos Vámosszabadit. A három település között körös eljutási lehetőség van jelenleg. A települések között viszont található egy sávos utak létrehozására alkalmas földutak. (13. ábra). A fejlesztéssel Nagybajcs fél kilométerrel, míg Kisbajcs egy kilométerrel kerülhetne közelebb Vámosszabadihoz.

5.2. Kisbodak, Dunaremete

Mind Kisbodak, mind Dunaremete piros kategóriába került besorolásra, de a környékükön található több sárga kategóriás települést, mint például Püskit, Lipótot, és Darnózselit.

Ugyan jelenleg is van közvetlen eljutási lehetőség az említett településekről egy-egy sárga kategóriás településre, viszont a lehetőségeket bővíteni lehet két jelenlegi földút fejlesztésével.

Az első új kapcsolatot Püski és Darnózseli között érdemes kialakítani 3,1 km hosszban. Ezzel az új kapcsolattal Kisbodakról Darnózselit 4 kilométerrel rövidebb úton el lehetne érni.

14. ábra: Lehetséges új összekötő utak (kék színnel jelölve) Püski – Dunaremete – Darnó-zseli között Forrás: *maps.google.hu* alapján Döbrentei Balázs szerkesztette



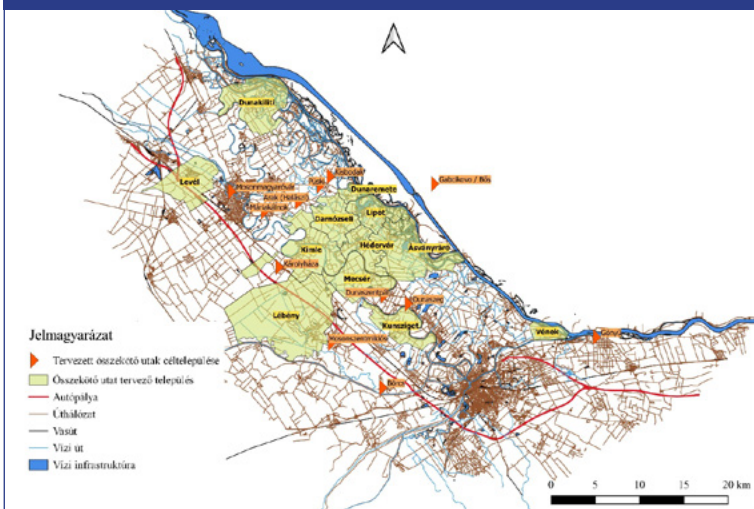
Ez az összeköttetés szerepel Darnózseli településrendezési tervében is, ami alapján az út céltelepülései Börcs, Bős és Dunaszeg.

A másik új útszakaszt Darnózseli és Dunaremete között célszerű megépíteni, amely Dunaremete számára adna újabb lehetőségeket. Ezzel a két település közötti távolság több mint 4 kilométerrel rövidülne.

azok a falvak, amelyek elérése, jobb megközelíthetősége volt a rendezési tervek célja.

A térkép jól mutatja, hogy elsősorban a Szigetköz középső részén elhelyezkedő települések szeretnék jobb kapcsolatokkal rendelkezni

15. ábra: A rendezési tervek alapján új összekötő utat tervező települések, és az új utak célpontjai *Forrás: Az openstreetmap.org adatai alapján szerkesztette Hegyiné Bolla Katalin*



a térség fő közlekedési irányainak megfelelően nyugati és keleti irányban. Ez jelzi, hogy a térségben igény mutatkozik nemcsak egy új fő közlekedési tengely kialakítására (1401-es elkerülő út), hanem a települések közötti összeköttetések erősítésére is.

6. ÖSSZEGZÉS

A tanulmányunkban igyekeztünk részletesen bemutatni milyen közlekedési kihívásokkal küzd a Szigetköz, és milyen megoldást jelenthet a települési összekötő utak kialakítása. Ahogyan ugyanis látható volt, az elmúlt években a nagyarányú kiköltözéseknek köszönhetően az 1401-es összekötő út forgalma 2011 és 2018 között 29%-kal nőtt, valamint az autóbusz-forgalom is jelentős megnövekedett. Kivételt csak az 1402-es, 1403-as, és az 1404-es sz. összekötő utak jelentették, ahol az első két út esetében volt tapasztalható az autóbuszok számának csökkenése.

A szigetközi települések rendezési terveinek áttekintését követően kiderült, hogy a legtöbb tervez összekötő utat a szomszédos településével az 1401-es elkerülő út kiépítése mellett. Ennek oka egyrészt a megnövekedett forgalomnak köszönhető, másrészt pedig ahogyan látható volt, több helyen is hiányzik kettő vagy annál több olyan alapvető szolgáltatás (pl. posta, óvoda, bölcsőde, iskola, gyógyszertár, stb.), ami a szomszédos településen elérhető. A vizsgálataink során kiderült, hogy hat olyan szigetközi falu van jelenleg, amely az alapvető szolgáltatásokat tekintve, a legnagyobb hiányosságokkal rendelkezik: Dunaremete, Feketeerdő, Kisbajcs, Kisbodak, Nagyabjcs, Vének. Így ezekre a településekre készítettünk javaslatot az összekötő utak nyomvonalára a szomszédos településsel/településekkel. Ezen kívül pedig javaslatot tettünk arra, hogy ezeken az utakon személygépjárműveknek csak ősszel és télen legyen engedélyezett a közlekedés, a többi évszakban pedig elsősorban a kerékpárosok használják.

Megvizsgálva a térségben való ingázást, és látva a jelenlegi forgalmi trendeket, egyértelműen látható, hogy ha nem történik beavatkozás

a Szigetköz közlekedésében, a jövőben komoly problémákkal és kihívásokkal fog a térség szembenézni. Éppen ezért mindenképpen javasolt az általunk is bemutatott települési összekötő utak kiépítése, az 1401-es elkerülő út megépítése mellett. Ezen kívül vizsgálandó, hogy milyen további fejlesztésekkel lehetne még környezetbarátabbá és élhetőbbé tenni a közlekedést a Szigetközben. Erre jelenthetnek megoldást az alternatív meghajtású közlekedési eszközök (pl. kerékpár, autó, roller), valamint a különböző sharing és bérleti szolgáltatások, illetve az infrastruktúra (pl. kerékpárutak) fejlesztése. Ezeknek a fejlesztéseknek a megvalósulása ugyanis biztosítaná, hogy a Szigetköz térsége a jövőben is fenntartható és élhető legyen.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Alexay Z.: A Szigetköz múltja és jelene, Honismeret, 46.évf. 2018/3 50-61
- [2] Hardi T. – Nárai M.: Szuburbanizációs és közlekedés a győri agglomerációban, Tér és Társadalom, 19.évf. 2005/1 81-101
- [3] Hardi T.: A határtérség térszerkezeti jellemzői, Tér és Társadalom, 22.évf. 2008/3 3-25
- [4] <https://www.kavosz.hu/uzleti-bulvar/motorizacio-europaban-magyarorszag-a-sereghajtok-kozott/>
- [5] <https://en.eurovelo.com/ev6/hungary>
- [6] <https://veloclass.kozut.hu/hu/about>
- [7] Ernszt József: Vonalrekonstrukció, MTM Magazin, 2005/2
- [8] <https://www.mavcsoport.hu/mav-start/forgalomba-allt-otodik-felujitott-talent-motorvonat>
- [9] Czap Zsigmond: A Lajta bal parti csatorna-híd átépítésének kivitelezése, Sínek Világa, 2018/Különszám
- [10] <https://iho.hu/hirek/vasarnaptol-ujra-lehet-vonatozni-rajka-es-pozsony-kozott-171207>
- [11] <https://hgysz.hu/blog/gyogyszertar-letesites-lehetoseg-vagy-csak-alom/>
- [12] <https://alapellatas.okfo.gov.hu/az-okfo-szemponrendszer-a-haziorvosi-fogorvosi-korzetek-kialakitasahoz/>



Improvement of road transport in the Szigetköz by means of inter-municipal roads

The topics, which present current and practical application opportunities, give a good sense of the transport challenges faced by a well-defined territorial unit – the Szigetköz, an island on the Danube in Western Hungary – and the solutions that can be found in the development of inter-municipal roads. The implementation of the road and cycle path network improvements proposed in this presentation can ensure that the Szigetköz region remains a liveable and sustainable area in the future, from the point of view of the population and transport alike.



Verbesserung des Straßenverkehrs von Szigetköz mit Zufahrtsstraßen zu den Gemeinden.

Die aktuellen und praktischen Themen veranschaulichen die verkehrstechnischen Herausforderungen, denen sich eine klar definierte territoriale Einheit – die Szigetköz (der kleine Schüttinsel in der Donau) – gegenübersteht, und die Lösungen, die im Ausbau der Verbindungsstraßen zwischen den Siedlungen gefunden werden können. Die Umsetzung der in diesem Bericht vorgeschlagenen Verbesserungen des Straßen- und Radwegenetzes kann sicherstellen, dass die Szigetköz auch in der Zukunft ein lebenswertes und nachhaltiges Gebiet bleibt, sowohl aus der Sicht der Bevölkerung als auch des Verkehrs.





Emlékeztető: az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.6.5>

Dr. Horváth Balázs - Dr. Török Ádám

A 2022. május 25-én, szerdán, 14⁰⁰ – 16¹⁵ között tartott ülést **Dr. Török Ádám** elnök nyitotta meg az MTA székház Kistermében. Bevezetőjében köszöntötte a megjelenteket a 2022. évi második tudományos ülésen. A második ülés hagyományosan A Közlekedési Kultúra Napjához kapcsolódva a közlekedésbiztonság témakörét járta körül.

Az első előadó **Bíró József (KTE)** volt. Előadásában kifejtette, hogy 2015 óta – díjnyertes közlekedésbiztonsági ötletpályázat alapján – Magyarországon május 11-én országos eseményként kerül megszervezésre A Közlekedési Kultúra Napja, amihez az MTA KJTb is minden évben csatlakozik. A Közlekedési Kultúra Napja mára a biztonságtudatosan, környezettudatosan, udvariasan közlekedő emberek és a közlekedésben dolgozók ünnepnapjává, a szakma egyik legszélesebb körű összefogásává vált. A Közlekedési Kultúra Napja méltó alkalom arra is, hogy megköszönjük mindazok munkáját, helytállását, akik mozgásban tartják az országot, akik a közlekedésben, a közlekedésért dolgoznak. Előadásában emlékeztetett, hogy a közlekedési kultúra és A Közlekedési Kultúra Napjának definiálására a Közlekedéstudományi Szemle 2018. augusztusi számában javaslatot tett (Bíró, 2018). Ismertette, hogy míg 2015-ben 15, addig az idei évben már 85 partnerszervezet fogott össze, amelynek eredményeként 161 aktivitásra került, illetve kerül sor a Naphoz kapcsolódóan. Az esemény nyitórendezvényére és a pályázati díjátadó ünnepségre

május 11-én délelőtt a Művészetek Palotája üvegtermében került sor, majd módunk volt A Közlekedési Kultúra Napját köszönteni este a MÜPA Bartók Béla Nemzeti Hangversenytermében a MÁV Szimfonikus Zenekar koncertjén is. Az eseménykoordinációs feladatokat – az ITM támogatásával – az idei évben (2022) is a Közlekedéstudományi Egyesület látja el. Az elmúlt nyolc év tapasztalatai alapján egyértelműen megállapítható, hogy A Közlekedési Kultúra Napjának van létjogosultsága, és van a szakma, a sajtó és a közlekedők részéről is széles körű támogatottsága. Előadásában megköszönte, hogy a Magyar Tudományos Akadémia Közlekedés- és Járműtudományi Bizottsága a közlekedésbiztonság, közlekedési kultúra témakörének napirendre tűzésével az idei évben is csatlakozott.

Henézi Diána (SZE) előadásában az idősök közlekedésével, közlekedésbiztonsági kérdéseivel foglalkozott, és bemutatta kutatási eredményeit (Henézi, Horváth, Szegedi, 2017). Ismertette az idősök szerepét a közlekedésben, és ez alapján azonosította a kockázati tényezőket (Holló, Kiss, 2015). Ismertette a mortalitási ráta életkori sajátosságait. Előadásában kitért a jellemző magatartásformákra, amelyek az idős gépjárművezetőket jellemzik, úgy mint:

- legtöbb baleset: útkereszteződésben, balra kanyarodásnál történik,
- száraz időben, napközben szívesebben vezetnek,
- a nyugodtság az életkor előre haladtával nő.

Ismertette továbbá a jellemző magatartásformákat időkészségéről, kerékpárosként:

- egyensúlyvesztés (különösen járműre történő fel- és leszálláskor),
- passzív biztonsági eszközök viselése,
- láthatóság.

Előadásában külön kitért az időkészség gyalogoskénti magatartására:

- vigyázatlan, hirtelen lelépés az útestre,
- tiltott helyen való áthaladás,
- álló jármű vagy tárgy előtt való áthaladás,
- tilos jelzésen való áthaladás,
- zavaró magatartás (útesten való áthaladás közben).

A fentiek alapján előadásában javasolta a jelzőlámpák fázisidejének felülvizsgálatát, valamint akusztikus jelzések bevezetését. Megfontolásra javasolta a szintbeli forgalomszétválasztás, illetve az úttest szélességének megnövelését, amennyiben ez lehetséges (Mekonnen, Sipos, 2022.).

Dull Andrea (ELTE) előadásában ismertette a közlekedési kultúra társadalmi oldalát, különös tekintettel a kognitív és pszichológiai folyamatokra. Elmondta, hogy a kognitív minták és sémák nagyon befolyásolják viselkedésünket, így kihatnak a közlekedésre is. Minden közlekedő a pillanatnyi lelki állapotát is beviszi a közlekedésbe, akár gépjárművezető, akár gyalogos, akár kerékpáros, vagy rolleres, vagy utas.

Miletics Dániel (SZE) előadásában a győri Széchenyi István Egyetem Közlekedéscsökkentési és Vízmérnöki Tanszéken folyó autonóm járművekkel és közúti biztonsággal kapcsolatos kutatásokról számolt be (Henézi, Horváth, 2021). Ismertette az automatizálás szintjeit, a közúti gépjárműveken ma használt szenzorokat (kamera, RADAR, LIDAR, ultrahang, GNSS), és azok működési elvét, valamint vezetéstámogató szerepüket. Előadásában kitért a hagyományos és autonóm közúti gépjárművek közlekedésbiztonsági kockázatának elemzésére, ami alapján megállapította, hogy az autonóm közúti gépjárművek egyelőre az alacsony futásteljesítmény miatt kockázatosabbak (Hol-

ló, Henézi, Berta, 2018). Azonban megemlíttette, hogy a legtöbb balesetnél nem az autonóm gépjármű hibájára vezethető vissza a baleset. Előadásában kitért a közlekedési infrastruktúra kialakításában rejlő nehézségekre, amelyek negatívan befolyásolják az autonóm közúti gépjárművek mozgását (Khaska, Miletics, 2021). Az autonóm járművek és gyalogosok közötti interakció vizsgálatát is kiemelte az előadásában. A gyalogosok viselkedésadaptációja és az utak kapacitásának viszonya nagyon fontos témakör (Jima, Sipos, 2022).

Az autonóm járművek a gyalogosok biztonságát mindig előbbre helyezik a folyamatos haladásnál.

HOZZÁSZÓLÁSOK:

Orosz Csaba: Henézi Diána munkáját méltatta, ismertette hogy ennek előzménye van az angol, német, francia irodalomban. Felhívta a figyelmet, hogy a társadalmi környezet nagyon eltérő. Düll Andrea előadásával kapcsolatban megjegyezte, hogy a társadalmi különbségek értékrendbeli különbségek miatt lehetnek. Felhívta a figyelmet rá, hogy a közlekedésbiztonság néha nem prioritás.

Fleischer Tamás: méltatta az előadásokat. Felhívta a figyelmet, hogy a közlekedésbiztonsági akciók eredményindikátorai gyakran nem tükröződnek a közlekedésbiztonsági mutatók alakulásában.

Török Ádám megjegyzésében megemlíttette, hogy az akciók hatása még nem kimutatható, nagy tranziensű, hosszú folyamatokról van szó.

Bíró József kiemelte, hogy közlekedésbiztonsági akciók folynak, de intenzívebben kellene reklámozni, hogy jobban tudatosuljanak. Bíró József további EU-s és magyar statisztikai adatot sorolt fel.

Juhász János: méltatta Henézi Diána előadását, de jobb lett volna a relatív baleseti mutatókat vizsgálni. A sérülékenységgel kapcsolatban teljesen egyetértett Henézi Diána megállapításaival. Üdvözölte Miletics D. gyalogos mérés-

sét. Javasolta a közlekedéssz pszichológia bevezetését, egyetemi oktatásának visszaállítását. Düll Andrea köszönte a felvetést.

A vitát lezárva **Dr. Török Ádám** elnök, megköszönte az előadónak a magas színvonalú, érdekes előadásokat, valamint a hozzászólók aktivitását. Egyebek pontban Dr. Török Ádám elnök köszöntötte az új köztestületi tagjainkat: Dr. Balogh Edina (KTI), Dr. Szander Norina (KTI), Dr. Hörcher Dániel (BME), Dr. Fényes Dániel (BME).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bíró József (2018): Az emberiség közlekedési (helyváltoztatási) evolúciójának „összejtje”. Javaslat a „közlekedési kultúra” és „A Közlekedési Kultúra Napja” fogalmának definiálására, „A Közlekedési Kultúra Világnapjának” kezdeményezésére Közlekedéstudományi Szemle, 68(4) DOI: <https://doi.org/jdqk>
- [2] Henézi, D., & Horváth, B. (2021). Önvezető járművek közlekedésbiztonsági hatásai. Közlekedéstudományi Szemle, 71(2), 64-69. DOI: <https://doi.org/jdqm>
- [3] Holló, P., Henézi, D., & Berta, T. (2018). Comparison of self-reported and observed road safety performance indicators. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 46(3), 117-121. DOI: <https://doi.org/ff5z>
- [4] Henézi, D., Horváth, B., & Szegedi, A. (2017). Idősek közlekedésbiztonsága. Közlekedéstudományi Szemle, 67(2), 72-78.
- [5] Holló, P., & Kiss, D. S. (2015). How to deliver the necessary data about serious injuries to the European Union. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 3, 247-253.
- [6] Khaska, K., & Miletics, D. (2021). Sight distance analyses for autonomous vehicles in Civil 3D. Pollack Periodica, 16(3), 33-38. DOI: <https://doi.org/jdqp>
- [7] Mekonnen, A. A., & Sipos, T. (2022). Crash Prediction Models and Methodological Issues. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 50(3), 267-272. DOI: <https://doi.org/jdqn>
- [8] Jima, D., & Sipos, T. (2022). The Impact of Road Geometric Formation on Traffic Crash and Its Severity Level. Sustainability, 14(14), 8475. DOI: <https://doi.org/h8zd>

Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem

A közúti balesetek alakulása a Covid-19 2020. évi tavaszi kijárási korlátozásának tekintetében

A hazánkban 2020 márciusa óta tartó Covid-19 járvány több területen is befolyásolta a közlekedők életét. A fertőzések számának csökkentése érdekében országos és helyi intézkedéseket is bevezettek. Ezek között számos olyan rendelet kapott helyet, amelyekhez hasonlóval korábban nem találkoztak a közlekedők. Ezek közül kiemelkedőek voltak a kijárási korlátozások. A kutatás célja a rendelettel összhangban az volt, hogy feltárja a kijárási korlátozások bevezetését követő 30 nap közúti közlekedési baleseteinek jellemzőit és karakterisztikáit.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.6.6>

Krizsik Nóra¹ – Dr. Pauer Gábor² – Nagy Péter Dávid²

¹KTI Közlekedéstudományi Intézet, Stratégiai Kutatási és Fejlesztési Igazgatóság;
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

²KTI Közlekedéstudományi Intézet, Stratégiai Kutatási és Fejlesztési Igazgatóság
e-mail: krizsik.nora@kti.hu, pauer.gabor@kti.hu, nagy.peter@kti.hu

1. A KORONAVÍRUS MIATTI KÖZLEKEDÉSI KORLÁTOZÁSOK HATÁSA A NEMZETKÖZI BALESETEKRE

A Covid-19 pandémia féken tartása érdekében hozott intézkedések nemcsak Magyarországon, hanem nemzetközi szinten is befolyásolták a közlekedők magatartását, a közúti balesetek alakulását [1]. A járvány miatt bevezetett korlátozó intézkedések hatásaival számos országban foglalkoztak a kutatók. Egy Görögországban végzett leíró elemzés [2] megmutatta, hogy az egyre szigorúbb lezárások hatására 2020-ban megváltozott a vezetési magatartás, csökkent az utazások száma. Ez a változás főleg az éjszakai órákban volt jellemző.

A 2020-as februári és márciusi baleseti adatokat összehasonlítva, 41%-kal csökkent a halálos és az összes balesetek száma is. Szintén Görögországban egy baleset-előrejelző modellel bizonyították, hogy a lezárások miatti forgalomcsökkenés hatására 42%-kal kevesebb baleset következett be ahhoz képest, ami feltehetően bekövetkezett volna járvány nélkül [3]. A szigorodó lezárások miatti forgalomcsökkenés balesetcsökkentő hatása Katarban [4] és Fokvárosban [5] is kimutatható volt. Fokvárosban a szigorú zárások hatására 74%-kal esett vissza a sérültek száma a lezárások előtti adatokhoz képest.

Az intézkedések hatását a korábbi évek baleseti adatainak összehasonlításában is vizs-

gálták. A 2018-2019-es évek adataihoz képest Spanyolországban a korlátozások időtartama alatt a balesetek száma 76%-kal csökkent [6]. Az USA államaiban végzett kutatások is a balesetek és sérültek számának csökkenését mutatták ki [7]. Louisiana államban az előző évekhez képest 47%-kal esett vissza a balesetek és 46%-kal a személyi sérülések száma [8].

A járványügyi korlátozások egyik legszigorúbb intézkedése a kijárási korlátozások bevezetése volt. A kutatások azt bizonyították, hogy a járványügyi intézkedések közül ennek a döntésnek volt a legnagyobb közúti balesetcsökkentő hatása, hiszen az intézkedés közvetlenül a forgalom csökkenéséhez vezetett. Ohio államban 2020-ban a kijárási korlátozások bevezetésének hatására 2019-hez képest 55%-kal kevesebben voltak érintettek balesetekben [9]. Moszkvában a kijárási korlátozások hatására 2019-hez képest 58%-kal csökkent a balesetek száma, amelyek során 59%-kal kevesebben sérültek meg [10].

A járványügyi és kijárási korlátozások idején történt közúti balesetek főbb jellemzőit is vizsgálták nemzetközi szinten. Egy Connecticut államban végzett kutatás bebizonyította, hogy a magános balesetek aránya emelkedett a kijárási korlátozások idejében az előző évek hasonló időszakaihoz képest [11]. New York államban a kerékpáros balesetek átlagos súlyossága háromszorosára nőtt a korlátozások alatt az előző évek átlagához viszonyítva [12]. Japánban a gyorsajtás okozta halálos balesetek arányának alakulását vizsgálták, azonban nem sikerült kimutatni az arány növekedését az előrejelző modellel [13]. A balesetek résztvevőinek vizsgálata során Ontario államban azt mutatták ki, hogy a 80 évnél idősebb emberek baleseti részaránya 64,7%-kal esett vissza a korlátozások időtartama alatt [14]. Egy Peruban végzett kutatás pedig azt bizonyította, hogy a lezárások hatására a balesetekben megsérült férfiak száma nagyobb mértékben csökkent (csökkenés mértéke 12,22 haláleset 1 millió főre vetítve havonta), mint a balesetekben megsérült nők száma (csökkenés mértéke 3,55 haláleset 1 millió főre vetítve havonta) [15].

A nemzetközi szakirodalmi áttekintés tehát azt mutatja, hogy a járványügyi korlátozások a balesetek számára, súlyosságának megoszlására, a balesetekben sérült személyek jellemzőire is hatással voltak. Az egyes országokban ez a változás eltérő mértékű. Az kijelenthető, hogy a balesetek és sérültek száma mindenhol csökkent a bevezetett korlátozó intézkedések hatására.

2. A 2020. MÁRCIUS 28-ÁN BEVEZETETT KIJÁRÁSI KORLÁTOZÁS HATÁSA A HAZAI BALESETI JELLEMZŐKRE

A 2020. március 28-án bevezetett kijárási korlátozás ideje alatt, a nap huszonnégy órájában csak megfelelő indokkal lehetett elhagyni a lakóhelyet. Az intézkedés közlekedési balesetekre gyakorolt hatását a rendelet bevezetését követő időszak (2020. március 28.- 2020. április 28.) valamint az azt megelőző 5 év (2015-2019), a 2021. és 2022. év hasonló időszakának baleseteinek elemzésével vizsgáltuk.

2.1. A balesetek jellemzői

A 2015-2022. évek március 28.- április 28. közötti időszakában történt személysérüléssel balesetek számát és súlyosságuknak megoszlását mutatja az 1. táblázat. Látható, hogy 2020-ban a járványügyi korlátozások hatására csökkent a balesetek száma. A csökkenés mértéke a 2019-es évhez képest 40,5%. A 2021-es évben a korábbi évekhez képest szintén alacsonyabb volt a bekövetkezett balesetek száma. Valószínűleg ezt is a pandémia következtében bevezetett intézkedések és a lecsökkent közlekedési teljesítmény okozhatta.

A balesetek súlyosságát illetően 2019-től megfigyelhető a súlyos sérüléssel esetek arányának megugrása a könnyű sérüléssel esetekhez képest, és ez a pandémia által érintett években is fennállt. A baleseti számok csökkenésének elsődleges oka a forgalom csökkenése volt. A balesetek és a forgalom alakulásának összefüggéseivel számos tanulmány foglalkozott, azonban a forgalmi adatok hiányában ezen összefüggés feltárása nem képezte kutatásunk célját. Kutatásunk kifejezetten a baleseti jellemzők alakulásának értékelésére fókuszált.

1. táblázat: A balesetek száma és súlyosságának aránya (2015-2022 tavasz)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
balesetek száma [esetszám]	1267	1315	1327	1517	1412	840	987	1147
halálos balesetek aránya [%]	2,8%	2,1%	2,7%	3,4%	2,8%	2,6%	2,6%	2,2%
súlyos sérülések balesetek aránya [%]	28,7%	29,9%	29,2%	28,3%	31,7%	33,2%	31,4%	26,2%
könnyű sérülések balesetek aránya [%]	68,6%	68,1%	68,1%	68,3%	65,5%	64,2%	66,0%	71,7%

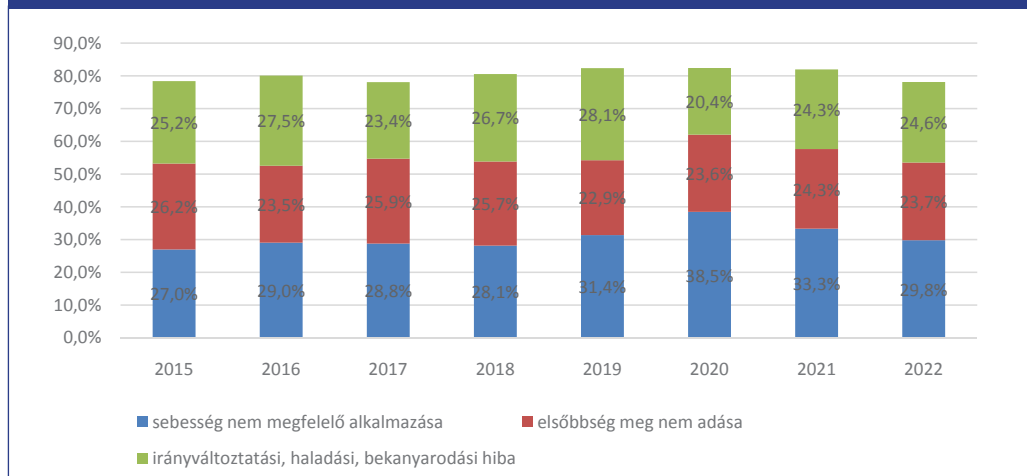
2022-ben a balesetek száma már a korábbi években tapasztaltakhoz hasonlóan alakult, de ugyanakkor jóval enyhébb kimenetelűek voltak a balesetek.

A balesetek elsődleges okcsoportjainak vizsgálata (1. ábra) alapján elmondható, hogy a balesetek több, mint 80%-a évek óta három okcsoportra vezethető vissza: sebesség nem megfelelő alkalmazása; elsőbbség meg nem adása; irányváltoztatási, haladási, bekanyarodási hiba. Minden vizsgált időszakban a sebesség nem megfelelő alkalmazása volt az első helyen. 2020-ban azonban ezen baleseti ok részaránya a többi évhez képest megemelkedett. Míg 2015-2019 között átlagosan a balesetek 28,9%-a, addig 2020-ban a balesetek 38,5%-a volt visszavezethető erre az okcsoportra. Ez 9,6%-os növekedést jelentett.

2021-ben is magasabb volt az okcsoport részaránya a 2015-2019 évek átlagánál, azonban ez az érték (33,3%) jelentősen alacsonyabb volt, mint 2020-ban. Az okcsoportok vizsgálata során kiemelhető még, hogy 2020-ban az említett átrendeződés miatt főként az irányváltoztatási hibákból származó balesetek aránya csökkent. 2022-ben a három vezető baleseti okcsoport összesített értéke alacsonyabb, mint a korábbi években. A legnagyobb csökkenés a sebesség nem megfelelő alkalmazásából adódó balesetek esetében volt. Ezen balesetek aránya a 2021-es évhez képest 3,5% kal volt alacsonyabb.

A balesetek helyeinek jellemzői (2. táblázat) 2020-ban nem mutattak lényegesebb eltérést a 2019. és 2021. évi értékektől. A balesetek 69,6%-a lakott területen belül, míg 30,4%-a

1. ábra: A balesetek elsődleges okcsoportjai (2015-2022 tavasz)



2. táblázat: A balesetek helye (2015-2022 tavasz)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
lakott területen	73,7%	74,3%	72,9%	73,2%	68,8%	69,6%	68,5%	65,6%
lakott területen kívül	26,3%	25,7%	27,1%	26,8%	31,2%	30,4%	31,5%	34,4%

lakott területen kívül történt. A táblázat adataiból megfigyelhető ugyanakkor, hogy 2015-2018 átlagos értékéhez (73,5%) képest 2019-2021-ben (69%) kevesebb baleset történt lakott területen belül. Hasonló a csökkenés 2022-ben is. 2022-ben tovább csökkent a lakott területen történt balesetek aránya.

2.2. A balesetekben részt vett járművek jellemzői

A 2015-2022. évek március 28.- április 28. időszakában történt személysérüléses balesetek elsődleges okozói a 3. táblázat tartalmazza. A táblázat értékei alapján látható, hogy a balesetek több mint 95%-át öt járműtípus és a gyalogosok okozzák (3. táblázat). A 2020. márciusi intézkedések hatására az elsődleges okozó járművek típusa nem változott. Ebben az időszakban is a legtöbb balesetet személygépjárművek (60,3%) okozták, arányaiban azonban a többi évhez képest kevesebb balesetet idéztek elő. 2020-ban ezek mellett a tehergépjárművel okozott balesetek száma is csökkent. 2021-ben mindkét közlekedési esz-

közzel több balesetet okoztak, mint a korábbi évek azonos időszakában.

A gyalogosokat kivéve a védtelen közlekedők csoportjai által okozott balesetek arányai nőttek. Ezek közül is kiemelkedik a kerékpáros okozók részaránya, amely balesetek száma 2020-ban 4,2%-kal nőtt. A gyalogosok által okozott balesetek ugyanakkor csökkentek 2020-ban (3%). Ez a csökkenés 2021-ben is folytatódott (2,4%). A baleset változásának oka az lehetett, hogy az intézkedéseket betartva a legtöbb ember inkább otthon maradt, vagy ha elhagyta otthonát, inkább az egyéni, kerékpáros közlekedést részesítette előnyben, amit a települések vezetése is igyekezett különböző módokon (pl. ideiglenes kerékpársávok létesítése) ösztönözni.

2022-ben a korábbi évekhez képest megemelkedett a személygépjárművekkel okozott balesetek aránya. Ez valószínűleg annak tudható be, hogy a járványügyi korlátozások ekkorra már nem voltak életben, így a közlekedők szabadabban kezelhették a helyzetet, úgymond „fellélegeztek”.

3. táblázat: A balesetek elsődleges okozói (2015-2022 tavasz)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
motorkerékpár	4,9%	4,7%	4,6%	5,3%	6,0%	6,4%	5,3%	3,5%
személygépkocsi	61,5%	58,4%	64,4%	62,7%	63,2%	60,3%	66,2%	71,1%
tehergépkocsi (3,5t alatt)	7,7%	6,7%	6,9%	6,3%	6,6%	5,0%	7,6%	5,6%
kerékpár	10,7%	12,9%	11,2%	11,0%	10,7%	14,9%	10,3%	6,5%
segédmotoros-kerékpár	4,3%	7,0%	3,4%	4,7%	4,7%	6,4%	3,8%	3,4%
gyalogos	5,8%	6,3%	5,5%	5,8%	4,9%	3,0%	2,4%	4,6%
összesen	94,9%	96,0%	95,9%	95,7%	96,0%	96,0%	95,6%	94,7%

4. táblázat: A balesetekben megsérültek száma és a sérülések aránya (2015-2022 tavasz)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
sérültek száma [fő]	1595	1669	1712	1941	1861	1096	1302	1554
halálos sérültek aránya [%]	2,2%	1,6%	2,2%	2,9%	2,2%	2,1%	2,1%	2,1%
súlyosan sérültek aránya [%]	25,3%	26,0%	24,9%	24,7%	27,5%	29,9%	27,0%	22,4%
könnyű sérültek arány [%]	72,5%	72,4%	72,9%	72,3%	70,3%	68,0%	70,9%	75,5%

2.3. A balesetekben részt vett sérültek jellemzői

2020-ban a járványügyi korlátozások hatására a balesetszámokhoz hasonlóan a balesetekben sérültek száma is csökkent (4. táblázat). A csökkenés mértéke a 2019-es évhez képest 41,1% volt. A 2021-es évben a korábbi évekhez viszonyítva szintén kevesebben sérültek meg a balesetek során, azonban ez a szám már elmarad a 2020-as értéktől. A baleseti sérüléseket tekintve arányaiban a balesetek során ugyanannyian veszítették életüket a vizsgált évek időszakai-ban. Tehát a halálozási valószínűséget illetően nem mutatható ki változás a járványügyi korlátozások hatására. A baleseti súlyosságok tekintetében a 2020-as év tavaszi időszakában a balesetek során arányaiban többen szenvedtek súlyos sérülést és kevesebben könnyű sérülést, mint a többi év azonos időszakai-ban. 2022-ben sajnos a balesetek során megsérültek száma nőtt, 2021-hez képest 252 fővel többen sérültek meg közlekedési balesetekben.

A balesetek során megsérült személyek számát életkori csoportosítás alapján is megvizsgáltuk (2. ábra). Az életkor-csoportok kialakítása során figyelembe vettük a különböző korcsoportok közlekedéshez kapcsolható fizikai és mentális képességeit, valamint az Élet Úton program javasolt korcsoport felosztását, ami alapján az alábbi öt korcsoportot alakítottuk ki: 0-14 évesek; 15-29 évesek; 30-44 évesek; 45-64 évesek; 65 évesek és feletti.

A 2. ábra adatai alapján látható, hogy a 14 éves gyermekek, valamint a 65 évnél idősebbek baleseti sérülésének aránya 2020-ban lecsökkent. A 0-14 éves korosztály esetében a korábbi évek 7-8% közötti arányaihoz képest 2020 tavaszán

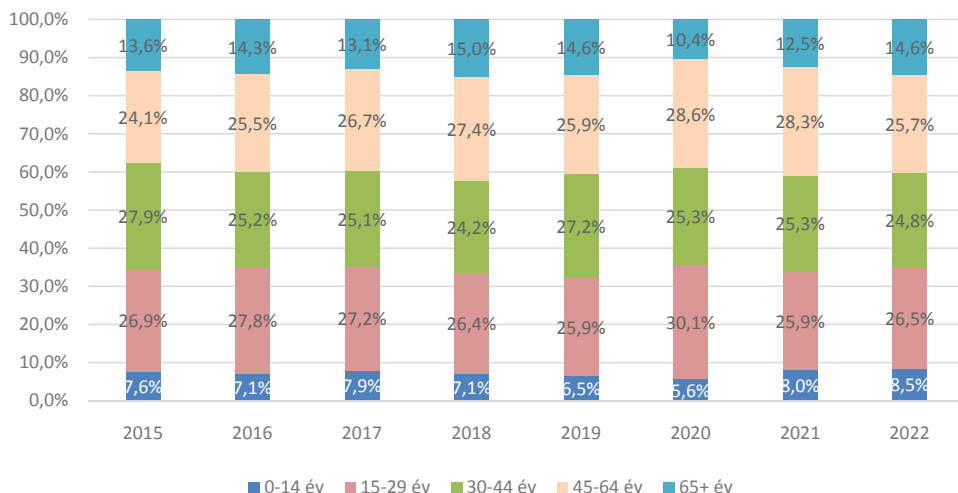
a gyermek sérültek aránya 5,6% volt. Ez az arány 2021-ben a korábbi éveknél magasabb értéket képviselt a sérültek körében. Az idők esetében a korábbi évek 14%-os átlagához képest 2020-ban szintén csökkenés volt tapasztalható (10,4%), 2021-ben is alacsonyabb baleseti részarány volt megfigyelhető. Azonban ez az arány a 2020-as értéknél nagyobb volt. A 15-29 éves sérültek részarányában viszont növekedés volt 2020-ban. A korábbi évek átlagos 26,8%-ával szemben a baleseti sérültek 30,1%-át jelentették. A korcsoport esetében 2021-ben a korábbi évekhez hasonló baleseti részarány figyelhető meg. Ezen változásokat az okozhatta, hogy a járványügyi korlátozások hatására a gyermekek esetében otthoni iskolai munkarend volt érvényben. Az idők esetében pedig a járványügyi kommunikáció szintén az otthon maradást javasolta. A fiatalabb munkavállalók nem minden esetben tudták megoldani az otthoni munkavégzést, így valószínűleg a közlekedésben való részarányuk is növekedett.

3. KONKLÚZIÓ

A Covid-19 járvány és a pandémia terjedésének megakadályozására hozott intézkedések befolyásolták a közlekedők életét és közlekedési magatartását. Az intézkedések között számos olyan kapott helyet, amelyekkel nem találkoztak korábban az emberek. Ezek között is kiemelkedők voltak a kijárási korlátozások, amelyek a lakóhely elhagyását korlátozták.

A nemzetközi irodalomkutatás során feltárt adatok azt jelzik, hogy az egyes országokban más-más arányban, de a járványügyi intézkedések hatására visszaesett a közúti balesetek és a balesetek következtében megsérült személyek száma. A nemzetközi eredmények azt

2. ábra: A balesetekben megsérültek korcsoportos aránya (2015-2022 tavasz)



mutatták, hogy a kijárási korlátozások hatására jobban csökkentek a baleset- és sérültszámok, mint a többi intézkedés hatására, amely elsősorban a forgalom csökkenésének köszönhető.

A magyarországi adatok azt mutatták, hogy a 2020-as év márciusi kijárási korlátozása során a közúti személysérüléses balesetek száma 40,5%-kal, a balesetekben sérültek száma 41,1%-kal csökkent 2019-hez képest. A balesetek súlyosságának tekintetében lényeges változás nem volt, azonban a sérültek esetében a súlyos sérülések aránya 4%-kal nőtt a 2015-2019 közöttihez képest, míg a könnyű sérültek aránya 4%-kal csökkent. A halálos áldozatok száma arányaiban nem változott. A balesetek elsődleges oka a sebesség nem megfelelő megválasztása volt, mely arány 9,6%-kal volt magasabb, mint 2015-2019 között átlagosan. A baleseteket okozók esetében a tavaszi időszakban 4,2%-kal nőtt a kerékpárosok által okozott balesetek száma, ugyanakkor a gyalogosok által okozott balesetek csökkentek. A baleseti sérültek közül a 14 évnél fiatalabb, valamint a 65 évnél idősebb sérültek aránya kevesebb volt, mint a korábbi években.

A Covid-19 miatt hozott intézkedések hozzájárultak a közúti balesetek és sérültek számának csökkenéséhez, ugyanakkor kutatásunk során

rámutatunk arra, hogy ez csupán egy időszakos csökkenés volt. A 2022-es baleseti adatok már a korábbi évek adataihoz hasonlóak. A balesetek száma és a balesetekben sérültek száma a vizsgált 1 hónapos intervallumban is arányaiban magasabb volt, mint a pandémia időszakában.

A kutatás eredményei a friss baleseti adatok alapján egy kezdeti betekintést nyújtanak a járványügyi intézkedések hatásaiba. A későbbi évek (2022-2025) baleseti adataival való összevetés rávilágíthat arra, hogy a 2020-2021-ben bekövetkezett jelentős baleseti javulás a járványügyi intézkedések mellett milyen egyéb közlekedésbiztonsági intézkedésekhez volt köthető.

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] Magyarország Kormánya: A Kormány 71/2020. (III.27.) Korm. rendelete a kijárási korlátozásról, Magyar Közlöny 2020/56 1626–1628

- [2] Katrakazas C. – Michelaraki E. – Sekadakis M. –Yannis G.: A descriptive analysis of the effect of the COVID-19 pandemic on driving behavior and road safety, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 2020/7 100186 DOI: <https://doi.org/jj2k>
- [3] Sekadakis M. – Katrakazas C. Michelaraki E. – Kehagia F. – Yannis G.: Analysis of the impact of COVID-19 on collisions, fatalities and injuries using time series forecasting: The case of Greece, Accident Analysis & Prevention, 2021/162 106391 DOI: <https://doi.org/jj2m>
- [4] Muley D. – Ghanim M. S. – Mohammad A. – Kharbeche M.: Quantifying the impact of COVID-19 preventive measures on traffic in the State of Qatar, Transport Policy 2021/103 45–59 DOI: <https://doi.org/jj2n>
- [5] Navsaria P. H. – Nicol A. J. – Parry C. D. H. – Matzopoulos R. Maqungo S. – Gaudin R.: The effect of lockdown on intentional and nonintentional injury during the COVID-19 pandemic in Cape Town, South Africa: A preliminary report, South African Medical Journal 2020/111(2) 110-113 DOI: <https://doi.org/gk7ptj>
- [6] Saladié Ó. – Bustamante E. – Gutiérrez A.: COVID-19lockdown and reduction of traffic accidents in Tarragona province, Spain, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives 2020/8 100218 DOI: <https://doi.org/gjg84w>
- [7] Adanu E. K. – Brown D. – Jones S. – Parrish A.: How did the COVID-19 pandemic affect road crashes and crash outcomes in Alabama?, Accident Analysis & Prevention 2021/163 106428 DOI: <https://doi.org/jj2p>
- [8] Barnes S. R. – Beland L-P. – Huh J. – Kim D.: COVID-19 lockdown and traffic accidents: Lessons from the pandemic, Contemporary Economic Policy 2022/40(2) 349-368 DOI: <https://doi.org/jj2q>
- [9] Li L. – Neuroth L. M. – Valachovic E. – Schwebel D. C. – Zhu M.: Association Between Changes in Social Distancing Policies in Ohio and Traffic Volume and Injuries, January Through July 2020, JAMA 2021/325(10) 1003-1006 DOI: <https://doi.org/jj2r>
- [10] Kirilina N. A.: Changes in Transport Behaviour and Road Traffic Injuries in Moscow During the Covid-19 Crisis, Transportation Research Procedia 2022/60 520–527 DOI: <https://doi.org/jj2s>
- [11] Doucette M. L. – Tucker A. – Auguste M. E. – Gates J. D. – Shapiro D. – Ehsani J. P. – Borrup K. T.: Evaluation of motor vehicle crash rates during and after the COVID-19-associated stay-at-home order in Connecticut, Accident Analysis & Prevention 2021/162 106399 DOI: <https://doi.org/jj2v>
- [12] Li J. – Zhao Z.: Impact of COVID-19 travel-restriction policies on road traffic accident patterns with emphasis on cyclists: A case study of New York City, Accident Analysis & Prevention 2022/167 106586 DOI: <https://doi.org/jj2w>
- [13] Inada H. – Ashraf L. – Campbell S.: COVID-19 lockdown and fatal motor vehicle collisions due to speed-related traffic violations in Japan: a time-series study, Injury Prevention 2021/27(1) DOI: <https://doi.org/gk7j5j>
- [14] Rapoport M. J. – Chee J. N. – Aljenabi N. – Byrne P. A. – Naglie G. – Ilari F. – Elzohairy Y. – Vingilis E. – Mulsant B. H.: Impact of COVID-19 on motor vehicle injuries and fatalities in older adults in Ontario, Canada, Accident Analysis & Prevention 2021/157 106195 DOI: <https://doi.org/gk6vps>
- [15] Calderon-Anyosa R. J. C. – Kaufman J. S.: Impact of COVID-19 lockdown policy on homicide, suicide, and motor vehicle deaths in Peru, Preventive Medicine 2021/143 DOI: <https://doi.org/gdq7>



The development of traffic accidents with regard to the exit restrictions for Covid-19 in spring 2020



Die Entwicklung der Verkehrsunfälle im Hinblick auf die Ausgabesbeschränkungen wegen Covid-19 im Frühjahr 2020

Támogatóink



TECHNOLÓGIAI ÉS
IPARI MINISZTERIUM

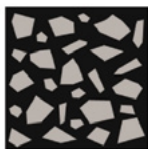


FÜMTERV



STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



EUROASZFALT
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

 **HungaroControl**

Magyar Légiforgalmi Szolgálat



