

LXXIV. ÉVFOLYAM 1. SZÁM
2024. FEBRUÁR

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



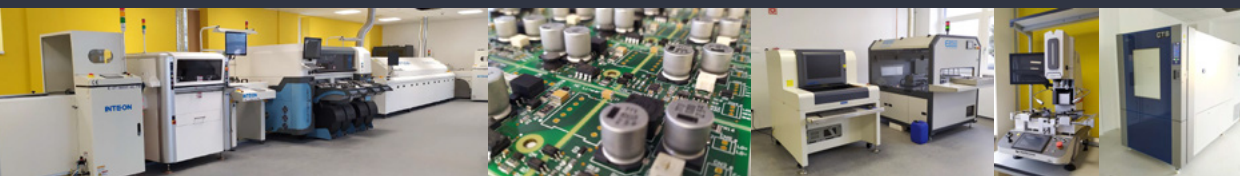
A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA
ALAPÍTVÁ 1951-BEN

KUTATÓ-FEJLESZTŐ-GYÁRTÓ KÖZPONT

HC Linear®
IT SOLUTIONS since 1990



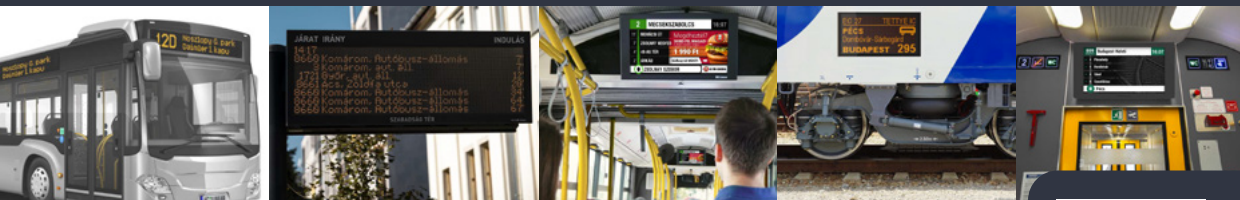
MODERN IGÉNYEK, FEJLETT MŰSZAKI MEGOLDÁSOK A HC Linear Kft ipari gyengeáramú elektronikai eszközök, valamint szoftverek és ezek kombinációjából előálló rendszerek kutatás-fejlesztésével, gyártásával, üzemeltetésével foglalkozik. Az Ügyfelek egyedi igényeinek megfelelően vállalja iparág függetlenül, komplex vagy részfeladatok ellátását az elektronikai, mechanikai és gépészeti fejlesztés, valamint a szoftvertervezés, adatbázis, beágyazott, alacsony és magas szintű programozás területén át egészen az üzemeltetésig.



PROTOTÍPUSTÓL A SZOROZATGYÁRTÁSIG Az ultramodern elektronikai SMT/THT gyártó, tesztelő, javító, valamint 3D szkennelő és nyomtató részleg biztosítja a gyártási folyamatok széles skáláját. Teljes a kontroll a végtermékek felett, ezzel garantálva a kiemelkedő minőséget. Az integrált tervezési és gyártási folyamatok nemcsak hatékonyabbá teszik a munkafolyamatokat, hanem időt és kockázatot is spórolnak a Megrendelőknek.



UTASTÁJÉKOZTATÁS A KÖZÖSSÉGI KÖZLEKEDÉSBEN Több évtizedes tapasztalat a közösségi közlekedés számára szükséges utastájékoztató eszközök, szoftverek, rendszerek tervezésében, gyártásában. Legyen szó forgalomirányítási, utastájékoztató, jegyértékesítési, érvényesítési megoldásokról, a HC Linear rendszerei 3 országban, több mint 8000 járműfedélzeten, sok száz pályaudvaron, megállóhelyen segítik az utasok, a közlekedési vállalatok és szakemberek mindennapjait.



ISO 9001:2015
ISO 27001:2013
ISO 14001:2015



KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

A közlekedési szakterület tudományos lapja
VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDschau
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
Dr. Békési István
Berta Tamás
Horváth Lajos
Huska Dávid
Dr. Prileszky István
Somogyi Marcell
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. Horváth Balázs,
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 – Dr. Török Ádám

A Közlekedéstudományi Szemle nemzetközi elérhetőségének erősítése informatikai rendszer segítségével 4

Turi József István

A vasúti stratégia 11

Soltész Tamás

Optimális gyorsjárat közlekedési rend kialakítási lehetősége
Budakeszi – Budapest között 27

Hegyi Patrik – Dr. Csonka Bálint

A repülőtéri állóhelyek kiosztásának optimalizálása többcélú lineáris programozással 41

Horváth Balázs – Török Ádám

Emlékeztető
az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről 53

Melléklet

Közlekedésbiztonság -

Közlekedési környezetvédelem

Tóthné Temesi Kinga

A Szombathely 86-87 főutak koncentrikus kétsávos körforgalmának közlekedésbiztonsági tapasztalatai 57

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.

A Közlekedéstudományi Szemle nemzetközi elérhetőségének erősítése informatikai rendszer segítségével

A Közlekedéstudományi Egyesület elnöksége folyamatosan napirenden tartja a tudományos lapkiadás fontosságát és működésének korszerűsítését, a nemzetközi tudományos életbe történő fokozott bekapcsolódását. Ezt segíti elő a széles körben elterjedt OJS (Open Journal System) rendszerhez való csatlakozási szándék, amely elengedhetetlen a nemzetközi platformon történő megjelenéshez. A rendszer informatikai támogatást nyújt a szerkesztési folyamatot illetően, amellyel a különböző feladatok és folyamatok (pl. bírálók felkérése, szerzők tájékoztatása, bírálati értékelések áttekintése stb.) átláthatóbbá és felhasználóbaráttá tehetők.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.1.1>

Dr. Lakatos András* – Dr. Török Ádám**

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

**tudományos dékánhelyettes, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar; KTE elnökségi tag
e-mail: torok.adam@kjk.bme.hu

1. BEVEZETÉS

A Közlekedéstudományi Egyesület (KTE) Alapszabálya szerinti egyik cél „a közlekedéstudomány eredményeinek közzététele, népszerűsítése”. Ennek érdekében a közlekedéstudomány területén nagy presztízsű, lektorált, nyomtatott, magyar nyelvű tudományos lap (Közlekedéstudományi Szemle) kiadását végzi 1951 óta. A szerkesztőség teljes létszáma 12 fő (ideértve az elnököt, főszerkesztőt és a szerkesztőségi asszisztent is), akik az egyes közlekedési szakterületek

képviselői. A folyóirat évi 6 alkalommal jelenik meg 500-600 nyomtatott példányban (számonként). Haladva a digitalizáció fejlődésével, az online megjelenés népszerűségével, a lap elérhető hazai digitális platformokon is (MTAK Könyvtár: <http://real-j.mtak.hu/21500/>). A megjelenő cikkek, publikációk egyedi azonosító számot (ún. DOI-t – Digital Object Identifier) kapnak az egyértelmű beazonosíthatóság miatt, valamint az absztrakt angol és német nyelven is ismertetésre kerül, segítve a nemzetközi tudományos életben történő részvételt. Jelenleg a szerkesztőségi

1. ábra: Közlekedéstudományi Szemle jelenlegi online platformja

Kérdőlap » Közlekedéstudományi Szemle

Közlekedéstudományi Szemle

Tudományos folyóirat

A Közlekedéstudományi Egyesület tudományos folyóirata

Megjelenik kéthavonta, 64 oldalon, B5 formában
Példányszáma: 600
Példányonkénti ára: 1500.- Ft

Éves előfizetési díjak:

- Nyomatott változat nem KTE tag és céges megrendelő: 9 000.- Ft/pld. Összesen 6 szám évente.
- Nyomatott változat egyéni KTE tagoknak: 4 500.- Ft/pld. Összesen 6 szám évente (tagdíj nélkül).

A kiadvány megrendelhető a lap ajánlatálható on-line rendelési felületen, e-mailben.

Digitális változat

- Digitális változat megrendelése **csak egyéni előfizetőknek** lehetséges a Közlekedéstudományi Szemle szerkesztőségénél (szemle@kitenet.hu).

Az előfizetés díja:

- **KTE tagoknak** 4 500.- Ft/év
- **nem KTE tagoknak** 6 000.- Ft/év

szakmai folyamatok megfelelően működnek, de informatikai szempontból nem kapnak széles körű támogatást (a szerkesztőség – bírálók – lektorok – szerzők munkavégzése közötti kommunikáció szabadszöveges elektronikus levelek formájában történik), amely hátrányt jelent a nemzetközi tudományos platformra való bekapcsolódás tekintetében, valamint a folyamatok hatékonyságában is (1. ábra).

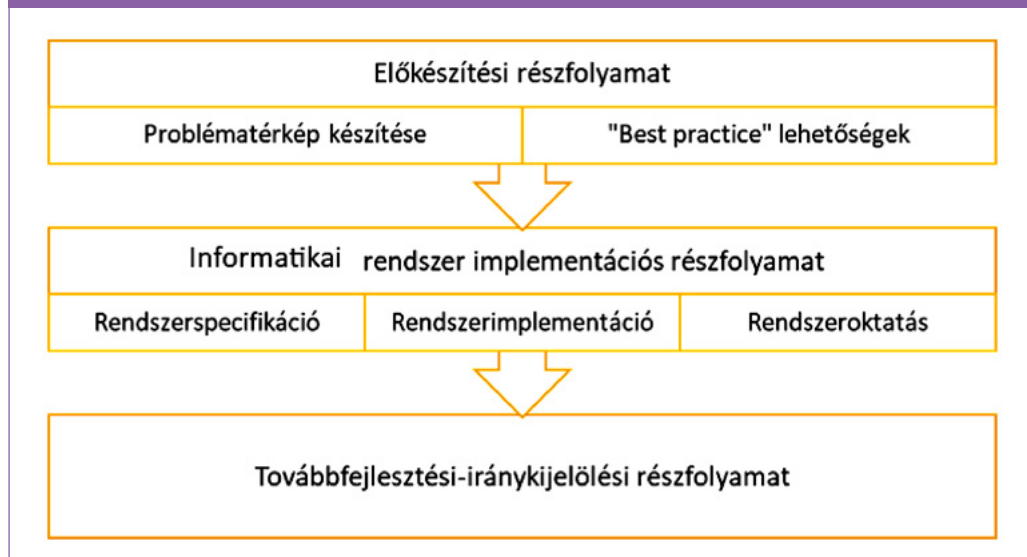
A folyóirat hazai ismertsége és elismertsége mellett állandó napirendi pont a KTE elnökségi, valamint szerkesztőségi ülésein a negy szintű célok kijelölése és megvalósítása [1].

Az első- és másodszintű célok teljesülnek, a harmadik szint elérésének részét képezi egy, a munkafolyamatokat és a nemzetközi adatbázishoz (SCOPUS) való csatlakozást támogató informatikai rendszer kiépítése. Ehhez kapcsolódóan kiemelendő, hogy az említett citációs adatbázis által támasztott 16 fő követelményből csupán 4, elsősorban internetes elérhetőséghez köthető, elvárás nem

teljesít a Közlekedéstudományi Szemle (*Pre-evaluation of Scopus submission*) [4]. Megjegyzendő, hogy a folyóirat az összes, szakmai és tartalmi előírást abszolválja (pl. folyóirat jegyzettsége, bírálói kör szakmai kompetenciája, megjelenő cikkek sokszínűsége és DOI-számmal történő ellátása), a nemzetközi elérhetőségben azonban hiány mutatkozik (pl. cikkek online beadása, angol nyelvű honlap, etikai és egyéb szabályok angol nyelven történő, online közlése stb.).

A harmadik szintű cél esetében a megjelenő cikkekhez különböző, nemzetközi minőségi mutatóértékek (pl. CiteScore, SJR, SNIP) társítása válik lehetővé elsősorban az online megjelenés mellett. Ez különösképp a kutatási eredmények publikálásának indikátorrendszerében (pl. kutatók cikkeinek idézettsége, nemzetközi jegyzettsége stb.) bír nagy jelentőséggel. A negyedik szintű cél – az előzőek teljesülése esetén – többéves folyamat eredményeképpen az impact factor minősítés megszerzésére, amely finanszírozási kérdéseket is felvet.

2. ábra: Közlekedéstudományi Szemle folyamatait támogató rendszer módszertani váza



Jelen publikáció a rövid távú célok eléréséhez szükséges módszertani folyamatot, valamint várható eredményeit mutatja be.

2. MÓDSZERTAN

Az informatikai támogatást biztosító rendszer felépítésére, paramétereire és működésére vonatkozóan egy folyamat-orientált módszertan került kidolgozásra, amelyet a 2. ábra mutat.

Az előkészítési részfolyamat a fejlesztés alaplépése, amelynek során a célkitűzésben foglaltakra koncentrálna megtörténik a jelenlegi munkavégzési folyamatokkal kapcsolatos fejlesztési lehetőségek, esetleges problémák feltérképezése (problématérkép), valamint a más szervezetek, szerkesztőségek által használt informatikai eszközökről a rendelkezésre álló tapasztalatok, műszaki paraméterek összegyűjtése.

A problématerkép készítése során a folyóirattal kapcsolatban minden felhasználótípusra (szerző, bíráló, szerkesztőségi munkatárs) külön-külön szükséges megvizsgálni az alábbi munkafolyamatokat:

1. Szerzői munkafolyamatok tekintetében a cikkekre vonatkozó formai követelmények, információk elérhetősége, cikkbeadás egyszerűsítése, kommunikációs csatorna rendelkezésre állása a szerkesztőséggel.
2. Bírálói munkafolyamatokat illetően az értékelési szempontrendszer elérhetősége, kitöltésének egyszerűsége, kommunikációs felület hatékonysága a szerkesztőséggel és a szerzővel egyaránt.
3. Szerkesztőségi munkafolyamatokat érintően az átfogó kommunikációs feladatok lebonyolításának hatékonysága az összes érintett féllel, a szerkesztési folyamat komplexitása.

Ezek mellett a „best practice”, azaz más tudományos folyóiratot kiadók által alkalmazott legjobb gyakorlat feltérképezése is fontos. Számos, hazai és külföldi folyóirat használ a publikációs folyamatait támogatásához informatikai rendszereket (pl. Periodica Polytechnica, PROMET Traffic and Transportation stb.), amelyekkel kapcsolatos felhasználói tapasztalatok megismerése nagyban hozzájárul a megfelelő megoldás kidolgozásához.

A lehetőségek és a fejlesztendő folyamatok megfelelő alapot adnak az informatikai rendszer specifikációjának elkészítéséhez, amelynek során a rendszer funkciói kerülnek meghatározásra. A legfontosabb, célokat szolgáló paraméterek a következők:

- a cikkek átlátható, nyomon követhető és online rendszerben történő beadása, elbírálása, publikálása;
- zárt rendszerben történő kommunikáció az egyes szereplők között (bírálok és szerkesztőség; szerzők és szerkesztőség);
- automatikus adatcsere indexelő adatbázisok, közös keresők (pl. SCOPUS) felé OAI-PMH protokollal;
- különböző szerepkörök definiálása és azokhoz jogosultságok társítása (pl. szerkesztői/adminisztrátori szerepkör széleskörű jogosultsággal; szerzői szerepkör cikkek feltöltésére);
- bírálati szempontrendszer adaptálása.

A fentiek bevezetésével lehetőség nyílik a jelenleg alkalmazott "manuális" munkafolyamat korszerű, modern eszközökkel történő „automatizált” felváltására, amely a rendszerimplementációs részfolyamatot foglalja magában. Ugyanakkor az informatikai rendszer hatékony, magabiztos használatának elsajátításához oktatás-támogatásra van szükség a szerkesztőségi munkatársak számára, a potenciális szerzői kört pedig tájékoztatni szükséges a publikációs folyamatok korszerűsítéséről (pl. ezentúl már nem e-mailen szükséges a cikktervezetet megküldenie).

A folyamatos fejlődéshez, a nemzetközi tudományos platformon való „fennmaradáshoz” a rendszer implementációját és használatát követően ki kell jelölni a továbbfejlesztési irányokat is, fókuszálva a nemzetközi keresőfelületek, adatbázisok elérhetőségére (pl. SCOPUS), amely hozzájárul a Közlekedéstudományi Szemlében megjelenő cikkek különböző, nemzetközileg jegyzett minőségi-mutatóértékekkel való ellátásához (pl.

SJR, SNIP, CiteScore stb.). Ahogyan az már hangsúlyozásra került, a folyóirat a SCOPUS citációs rendszer döntő többségét jelen formájában is kielégíti, így az informatikai rendszer megvalósításával az összes előírás teljesülne, a csatlakozási folyamat megkezdhető fázisba kerülne.

3. VÁRHATÓ EREDMÉNYEK

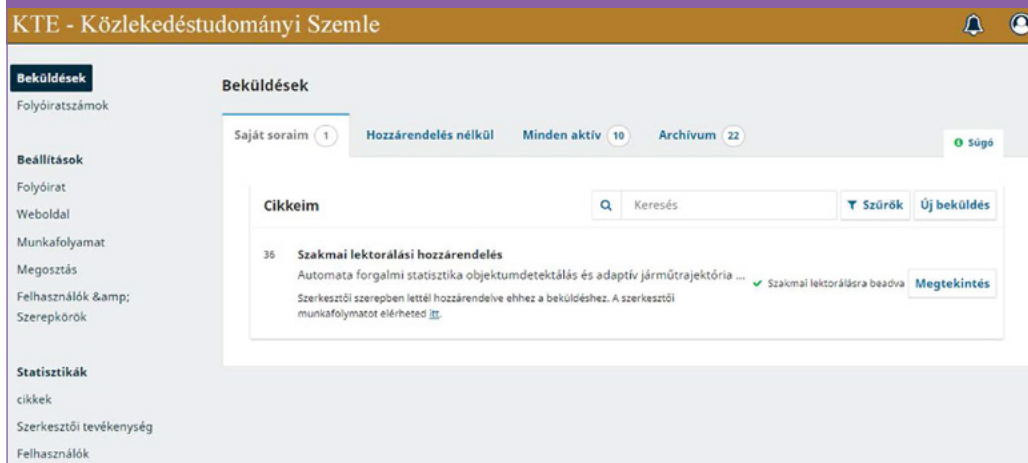
A Közlekedéstudományi Szemle munkafolyamataira vonatkozóan a módszertant alkalmazva az alábbi, várható eredmények adódtak.

A munkavégzési folyamatok az összes felhasználó tekintetében informatikai támogatásra szorulnak, ugyanis:

- a kéziratokat elektronikus levélen kell megküldeni a szerkesztőségnek, amely a nagyobb méretű fájlok (pl. jobb minőségű ábrák stb.) tekintetében problémába ütközhet;
- a szerzők számára bővebb információk (szerkesztőségi tagok listája, folyóirat „érdeklődési területe” és céljai stb.) a honlapon (<https://ktenet.hu/kozlekedestudomanyi-szemle/>) nem teljes körűen állnak rendelkezésre;
- a megküldött kéziratok fogadásáról rendszerüzenet nem érkezik a szerzők számára;
- mindennemű kommunikáció az érintett felek között folyószöveges e-mail formájában történik, amely jelentős időigénnyel bír;
- a bírálok munkavégzését nem támogatja online értékelő felület.

A problémátérkép összeállításával mellett a jelenleg alkalmazott „legjobb megoldások” áttekintéséből adódott, hogy a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (amely szervezettel az Egyesület szoros kapcsolatot ápol) több folyóirat kapcsán használja az OJS informatikai rendszert [2] (pl. Periodica Polytechnica folyóiratcsalád), a felhasználói tapasztalatok pozitívak.

3. ábra: Közlekedéstudományi Szemle elképzelt OJS rendszere



Az oktatás és üzemeltetés tekintetében az Egyetem részéről jelentős kompetencia is rendelkezésre áll a gyakorlati felhasználással, szoftver-beállításokkal kapcsolatban, amely elősegíti a szoftver működésének gördülékeny elsajátítását.

A fentiek alapján a támogatást nyújtó informatikai rendszernek az alábbi, alapvető funkciókkal kell rendelkeznie (rendszer-specifikáció) a SCOPUS irányelvekkel összhangban:

- átlátható, felhasználóbarát és könnyen kezelhető felület;
- külön aloldal a "Célok és tudományterület" (Aims & Scope) részletezésére;
- navigációs gomb a cikk beadását biztosító felületre;
- külön aloldal a "Szerkesztői irányelvek" (Editorial policy) részletezésére;
- a már befogadott és megjelent tudományos cikkek online, elektronikus (pdf) formában tartalmazó aloldal évfolyamonkénti és számonkénti bontásban;
- "Kapcsolat" aloldal a szerkesztőség elérhetőségével;

- keresési lehetőség szerzőkre, cikkekre;
- szerkesztési útmutatók szerzők számára, bírálói útmutatók lektorok számára;
- automatikus adatcsere nemzetközi adatbázisokkal.

A rendszer-implementációval lehetőség nyílik a jelenleg alkalmazott "manuális" munkafolyamat korszerű, modern eszközökkel történő felváltására, amely hozzájárul a hatékonyabb szerkesztői munkavégzés megteremtéséhez, a bírálói folyamat átláthatóságához (pl. határidők stb.), valamint a szerzőkkel való kommunikáció biztonságossá tételéhez és egyszerűsítéséhez (3. ábra).

Ezen felül a SCOPUS nemzetközi adatbázis-rendszerhez való csatlakozás lehetővé válik, amely megnövelheti a folyóirat presztízsét, megtekintési számát, javíthatja elérhetőségét (pl. internetes keresések), bővítheti a célcsoportot.

Az informatikai rendszer bevezetését követően szükséges a rendszer használatának elsajátítása a szerkesztőség számára oktatás keretein belül. Az oktatás az alábbi területeket foglalja magába:

- A rendszer funkcióinak alapvető használata (regisztráció, belépés, profilszerkesztés stb.);
- Különböző szerepkörök és azokhoz tartozó jogosultságok kiosztása az egyes felhasználók számára (pl. szerző, bíráló, főszerkesztő, adminisztrátor stb.);
- Benyújtott cikkekkel kapcsolatos munkafolyamatok elvégzése (pl. cikk bíráléhoz rendelése);
- Kommunikációs lehetőségek megismerése (pl. üzenetek küldése a bírálónak/szerzőnek stb.).

A támogatást szolgáló informatikai rendszer implementációját és gyakorlati elsajátítását követően a folyóirat fejlesztési lehetőségei között kiemelten fontos a nemzetközi adatbázis-hoz való csatlakozás mellett az áttérés az első sorban online megjelenésre. Előbbi a lapban megjelenő cikkek idegen nyelvű folyóiratokban való idézettségét segíti elő, míg utóbbi a nyomdai munkafolyamatokat egyszerűsítheti, ráadásul a környezetvédelmi lábnyom is mérhető.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A Közlekedéstudományi Egyesület végzi a Magyar Tudományos Akadémia által egyedülként jegyzett, közlekedésszakmai, magyar nyelvű, nyomtatott, tudományos folyóirat kiadását több mint hét évtizede. A Közlekedéstudományi Szemle a hazai kutatók, oktatók elsődleges publikációs platformja a közlekedés területén. Ebből adódóan kiemelten fontos a nagy hagyományokra visszatekintő laphoz kötődően a munkafolyamatok modernizálása, 21. századi környezetbe helyezése.

Ennek érdekében az Egyesület elnöksége és a folyóirat szerkesztősége célként tűzte ki a nemzetközi citációs rendszerhez történő csatlakozás előkészítését. Az egyik ilyen adatbázis (SCOPUS) által támasztott szakmai, megjelenési és információs követelmények döntő részét teljesíti a Közlekedéstudományi Szemle, azonban főként az informatiká-

hoz köthető előírások egy része nem teljesül. Éppen ezért szükséges egy olyan informatikai rendszer létrehozása, amely támogatja a szerkesztőségi munkafolyamatokat (pl. cikkek fogadása, online publikálása stb.), a bírálói munkavégzést (pl. online kitölthető bírálati szempontrendszer), illetve a szerzői feladatokat is (pl. cikkek beadása), valamint lehetővé teszi a zártrendszerű kommunikációt az érintett felek között. Fontos kiemelni, hogy a digitalizáció nem az összes eddigi folyamatot változtatja meg, a jól bevált „analóg” gyakorlatok informatikai leképezése, támogatása is megtörténik. Az eddig – más intézmények által – használt OJS rendszer tapasztalatai és díja is kedvező, így ennek implementálása célszerű.

Ez a folyamatok egyszerűsítését, átláthatóságát növeli, valamint az egyes folyamategységek időigényét csökkenti. Ezen felül lehetőség nyílik a strukturált adatküldésnek köszönhetően nemzetközi adatbázisokhoz csatlakozni, amely nagyban segíti a Közlekedéstudományi Szemle ismertségét és idézettségét, minőségi mutatóértékekkel (pl. CiteScore, SJR, SNIP) történő értékelését.

Az Egyesület e cél elérése érdekében pályázatot nyújtott be a Petőfi Kulturális Ügynökség által meghirdetett „Folyóirat-támogatási program 2023” kiírásra, amelyen sikeresen szerepelt, ami egyben az előzőekben vázoltak megjelenítését lehetővé teszi.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Katona András: Jelentős fejlesztés előtt a Közlekedéstudományi Szemle. Közlekedéstudományi Szemle. 2023. LXXIII. (6). pp. 4.
- [2] MTA Könyvtár és Információs Központ (2023): OJS felhasználói kézikönyv. URL: <https://openaccess.mtak.hu/ojs/> (Utolsó letöltés: 2023. 09. 25)
- [3] Pre-evaluation of Scopus submission. URL: <https://www.readyforscopus.com/> (Utolsó letöltés: 2023. 09. 25.)
- [4] Sasvári: A Scopus előzetes folyóiratértékelési folyamata és kiválasztási kritériumai. Preprint (megjelenés előtt). DOI: <https://doi.org/mbns>



Strengthening the international availability of the Scientific Review of Transport with the help of an IT system

The Presidium of the Hungarian Scientific Association for Transport considers the importance of issuing scientific publications and the modernization of their working methods as well as increased integration into international scientific life on the agenda. This is made possible by the intention to join the widely used OJS (Open Journal System), essential for publishing on an international platform. The system offers IT support for the editorial process, with which the various tasks and processes (e.g. inviting reviewers, information for authors, overview of review ratings, etc.) can be made more transparent and user-friendly.



Stärkung der internationalen Verfügbarkeit der Berlejrswissenschaftlichen Rundschau mit Hilfe eines IT-Systems

Das Präsidium des Ungarischen Verkehrswissenschaftlichen Vereins hält die Bedeutung der Ausgabe von wissenschaftlichen Veröffentlichungen und die Modernisierung ihrer Arbeitsweise sowie eine verstärkte Einbindung in das internationale wissenschaftliche Leben auf der Tagesordnung. Ermöglicht wird dies durch die Absicht, sich dem weit verbreiteten OJS (Open Journal System) anzuschließen, das für die Veröffentlichung auf einer internationalen Plattform unerlässlich ist. Das System bietet IT-Unterstützung für den Redaktionsprozess, mit dem die verschiedenen Aufgaben und Prozesse (z. B. Einladung von Rezensenten, Information für die Autoren, Übersicht von Rezensionsbewertungen etc.) transparenter und benutzerfreundlicher gestaltet werden können.



E számunk lektorai

Horváth Lajos ■ Dr. Miletics Dániel
Dr. Tóth János ■ Dr. Winkler Péter

A vasúti stratégia

Az olyan nagy hálózati rendszer esetében mint a vasúti közlekedés, csak hosszútávon várhatók megfelelő eredmények, így a vasutak által kidolgozandó üzleti és fejlesztési stratégiákra hárul a változtatás megvalósításának, az új környezeti feltételekhez, igényekhez való alkalmazkodás megvalósításának szerepe.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.1.2>

Turi József István

MÁV Zrt. Folyamat- és teljesítménymenedzsment
e-mail: turi.jozsef@mav.hu

1. A VASÚTI RENDSZER [1]

Európában a vasúti közlekedés a 20. század végére a korábbi személyszállítási és áru fuvarozási piacainak jelentős részét elveszítette. Ezzel a folyamattal párhuzamosan a közúti közlekedés jelentős térnyerése általánossá vált. A vasutak romló piaci helyzetét érzékelve az Európai Unió az elmúlt évtizedekben a vasúti közlekedést támogató közlekedési stratégiákat (ún. közlekedési fehér könyvek) és jogszabály-csomagokat (ún. vasúti csomagok) dolgozott ki. A közlekedési fehér könyvek és a vasúti csomagok a vasút működésének piaci alapokra való helyezését tűzték ki célul, többszereplős piac kialakítását a nagyobb piaci verseny érdekében (liberalizáció: az infrastruktúra-működtető és a személyszállító és az áru fuvarozó vasútvállalatok szétválasztása, magánvasúti társaságok engedélyezése stb.), valamint állami támogatási korlátot, ahol az állami támogatást a köz számára is átláthatóan használják fel a vasúttársaságok.

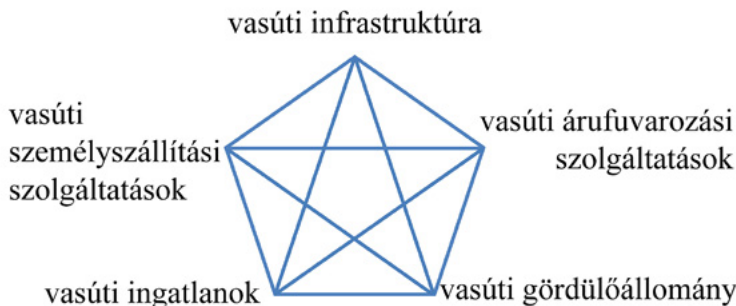
A versenypiacon való hatékony és hosszú távú működés megteremtéséhez a vasúttársaságoknak – ideértve mind az infrastruktúra-működtető, mind a személyszállító és az áru fuvarozó vasútvállalatokat is – a kereslet minőségi

és mennyiségi igényeinek minél jobb kiszolgálójává, a költségek és bevételek szempontjából pedig jövedelmező vállalkozássá kell válniuk. Az olyan nagy és összetett hálózati rendszer esetében mint a vasúti közlekedés, csak hosszútávon várhatók megfelelő eredmények. Így a vasutak által kidolgozandó üzleti és fejlesztési stratégiákra hárul a változtatás megvalósításának, az új környezeti feltételekhez, igényekhez való alkalmazkodás megvalósításának szerepe. Azonban nemcsak a vasúttársaságoknak, hanem magának a stratégia kidolgozásának is alkalmazkodnia kell a megváltozott feltételekhez, új stratégiai alapelveket, alapelemeket és módszertani eszközöket kell bevezetni, amelyhez új látásmódra, megközelítésre van szükség.

Az új alapelvek, módszertanok egyik fő összetevőjét képezi a rendszerelméleti megközelítés, amelyben a vasúti rendszer öt fő elemének, részrendszereinek összetett kapcsolati rendszere kerül figyelembevételre a hosszú távú stratégiai tervezés során.

A vasút közel 200 éves története során az 1. ábrán feltüntetett vasúti részrendszerek/tevékenységek a vasúttársaságok irányítási, szervezeti keretein belül helyezkedtek el. Az 1990-

1. ábra: A vasúti rendszer elemei



es években elindult új uniós vasútstratégiai irányvonal hatására és az ennek keretében megalkotott vasútiliberalizációs jogszabályok következtében, ez az egységes működési keret átalakult, az egyes részrendszerek szervezeti- leg is mindinkább elkülönültek, közös irányítá- sük decentralizálódott. Azaz a vasúti rész- rendszerek a legtöbb uniós tagállam esetében önálló vasúti társaságokká alakultak.

A vasúti tevékenységek szétválasztása ellené- re sem szűnt meg azonban a vasúti részrend- szerek/tevékenységek közötti funkcionális, bonyolult kapcsolatrendszer, amelyeknek a mélyebb feltárása, megértése elengedhetlen feltételévé vált a hosszú távú stratégiai terve- zésnek.

A vasúti részrendszerek bonyolultsága mellett fontos szempont a stratégiai tervezés során, hogy a vasúti eszközök élettartama rendkívül hosszú, megvalósításuk és üzemeltetésük pe- dig költséges.

1. táblázat: A vasúti eszközök létrehozása és élettartama [2]

Vasúti	A fejlesztéstervezés megkezdésétől az üzembe helyezésig eltelt idő	Élettartam
jármű	4-6 év	30-40 év
épület	6-10 év	50-100 év
pálya	6-15 év	50-60 év

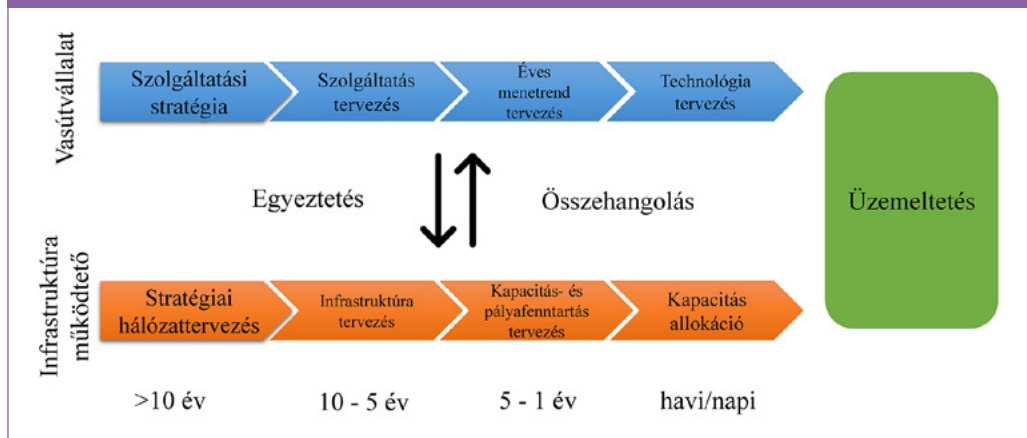
A bonyolult kapcsolat- rendszer, az eszközök hosszú élettartama, valamint a nagy beke- rülési és üzemeltetési költség mind-mind a hosszú távú stratégi- ai szemlélet és a tel- jes életciklus tervezés szükségességét helyezik előtérbe. A közlekedési infrastruktúra-fejles- tések során különösen nagy beruházási és kar- bantartási költségekkel és hosszú időtávra előre

meghatározott kinnálattal kell számolni, ezért a fejlesztési döntések meghozatalához hosz- szú előkészítő és az összes érdekeltet bevonó, egyeztető munka válik szükségessé a kockáza- tok csökkentése érdekében. Az üzemgazdasági szempontból alacsony vagy negatív pénzügyi megtérülési érték miatt az állam közreműkö- désének igénye általános a vasúti közlekedési fejlesztéseknél, ami felveti a társadalmi-gazda- sági megtérülés figyelembevételét, azaz az ún. költség-haszon elemzések végzését.

Az előbbiekre példa a digitális automa- ta kapcsolóberendezés (Digital Automatic Coupling, Egységes Digitális Központi Kap- csolóegység – továbbiakban: DAC), amelynek segítségével még hatékonyabbá tehető a vo- natok üzemeltetése. Bevezetésének előnyei az infrastruktúra üzemeltetőknél, a vasútvállala- toknál jelentkeznek, de a teherkocsi-üzemben- tartók viselik az átállás költségeinek jelentős részét, amelyek viselésében ez utóbbi társasá- gok jelentős uniós, illetve állami forrásokra számítanak annak érdekében, hogy a beru- házás megtérülését üzemgazdasági szinten biztosítani tudják. További hatás lehet, ameny- nyiben a mozdonyok nagyobb körére kerül felszerelésre az új kapcsolóberendezés, akkor a személykocsik esetében is szükséges lehet a DAC felszerelése vegyes üzemű vontatójármű használatra esetén.

A fentiek mellett a vasúti stratégiai tervezés során további szempont, hogy egyensúlyt kell találni a piac – üzemeltetés – eszközök, a piaci

2. ábra: Folyamatos tervezgetetés az infrastruktúraműködtető és a vasútvállalat között [3]



pozíció – jövedelmezőség – biztonság, valamint a gazdaságosság – minőség – biztonság célkitűzések hármasan belül is.

A változó környezeti feltételek miatt a legnehezebb feladata a személyszállító és áru fuvarozó társaságoktól az uniós előírások szerinti mértékben függetlenített vasúti infrastruktúra-működtető társaságnak van, amikor meg kell határozni a stratégiája keretében a jövőbeli céljait és a célok eléréséhez szükséges eszközöket. A vasúti infrastruktúra fejlesztésének sajátossága, hogy a pályaműködtető társaságok nem állnak közvetlen kapcsolatban a vasúti szolgáltatásokat igénybe vevő utasokkal és fuvarozatókkal, viszont kínálatuk és ehhez kapcsolódóan a fejlesztéseik megtervezése során nagymértékben a jövőbeni utazási és szállítási igényekre kell építeniük. Emiatt a tervezési – a hosszú távútól az operatív tervezésig – folyamatok során az infrastruktúra-működtetőknél folyamatos tervezgetetésre van szükségük, egyrészt a vasúti szolgáltatásokat nyújtó társaságokkal, vasútvállalatokkal, másrészt az állami és önkormányzati feladatfelelősökkel. (2. ábra)

Az összes vasúti részrendszerrel/tevékenységgel egyeztetett, egységesített, hosszútávon állandó, nem csak egy adott projektre érvényes tervezési szabványok, szabályok tudják megalapozni a technikai megfelelést a vasúti rendszeren belül, ezért ez mindenképpen alapelve

kell hogy legyen a hosszú távú stratégiai tervezésnek. Külön nehézséget okoz, hogy a vasúti technológia alapjai sok esetben a 19. század óta változatlanok, amelynek megújítása csak átfogó tervezéssel és hatásvizsgálattal érhető el, amellyel, hogy nemzetközi szintű egyeztetést és bevezetést is igényel a vasúti rendszerekre vonatkozóan.

A legnagyobb kihívás a stratégiai célokat megvalósító intézkedési terv összeállítása, mert a több szereplőt érintő projektek egymásra épülését meg kell tervezni, továbbá azt folyamatosan nyomon kell követni. Így a változások indukálta újratervezésnek a teljes projekttervezést és tartalmát is magában kell foglalnia.

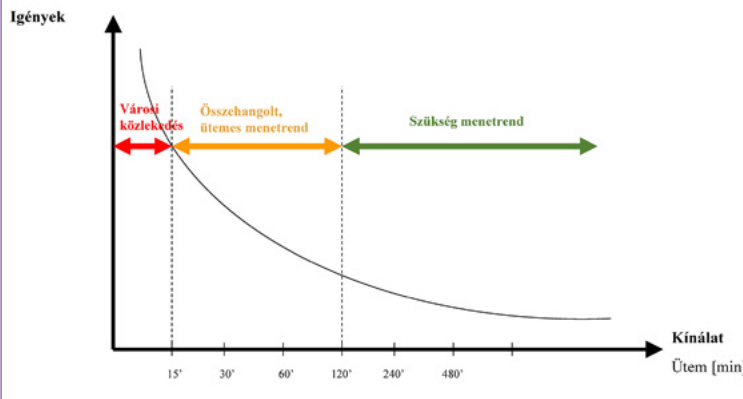
A megfelelően kialakított és megvalósított beruházási-fejlesztési stratégia feltétele a vasúti közlekedés versenyképesebbé válásának, míg a rosszul megválasztott vagy a gyakorlatban rosszul alkalmazott, megvalósított stratégia évekre konzerválhatja a rossz állapotokat.

2. NEMZETKÖZI KITEKINTÉS

2.1. Svájc

„Warum fährt der Schweizer mehr Bahn als jeder andere Europäer? Miért utaznak többen vonattal a svájciak, mint bármely más európai?” [4] Kezdi provokatív kérdésével előadását

3. ábra: Közlekedési igények és a járatgyakoriság kínálata [6]



egy svájci vasúti szakember. A válasz jórészt a svájci vasúti stratégiában, az ott alkalmazott stratégiai tervezési és fejlesztési módszertanban rejlik.

Svájcban az ütemes közlekedésről szerzett tapasztalatokat felhasználva 1985-re állították össze azt a vasúti személyszállítási piaci stratégiát és az azt megvalósító stratégiai fejlesztési tervet (továbbiakban: Bahn 2000 [5]), amely megalapozta a mai nagyarányú vasúthasználatot. A Bahn 2000 a piaci stratégiájában az egyéni motorizált közlekedési móddal versenyző személyszállítási szolgáltatást célozta meg. Az utasigényekre reagáló, a vasúti rendszer szempontjából hatékonyan és gazdaságosan kialakítható, működtethető szolgáltatást terveztek. A menetrend kialakításánál pedig figyelembe vették egyrészt azt, hogy milyen gyakoriságú vonatközlekedésre van igény az utasok részéről – negyedtől két órás gyakoriságig terjedő menetrendi ütemidő és a maximum 4 órás utazási idő – másrészt azt, hogy Svájcban többközpontos a települési struktúra. (3. ábra)

A tervezett vasúti személyszállítási szolgáltatás alapját egy olyan, az egész vasúti hálózatra – 17 normál és 35 keskeny nyomközű integrált vasúttársaság szolgáltatási kínálata – kiterjedő összehangolt ütemes menetrend (Integraler Taktfahrplan, továbbiakban ITF) képezte, amelyben az egymáshoz csatlakozó vona-

lak, viszonylatok menetrendi ütemeit úgy hangolták össze, hogy minden vonal, viszonylat között egyszerre lehessen egyik vonatról a másikra átszállni a kijelölt átszállási pontokon. A vonatok azonos időpontban érkeznek az átszállási pontra és ugyanabban az időpontban indulnak arról. A kijelölt átszállási pontok közötti ideális menetidő a menetrendi ütemidő felének többszöröse. Az ütemidő felére csökkentése megduplázza az ideális menetidők számát.

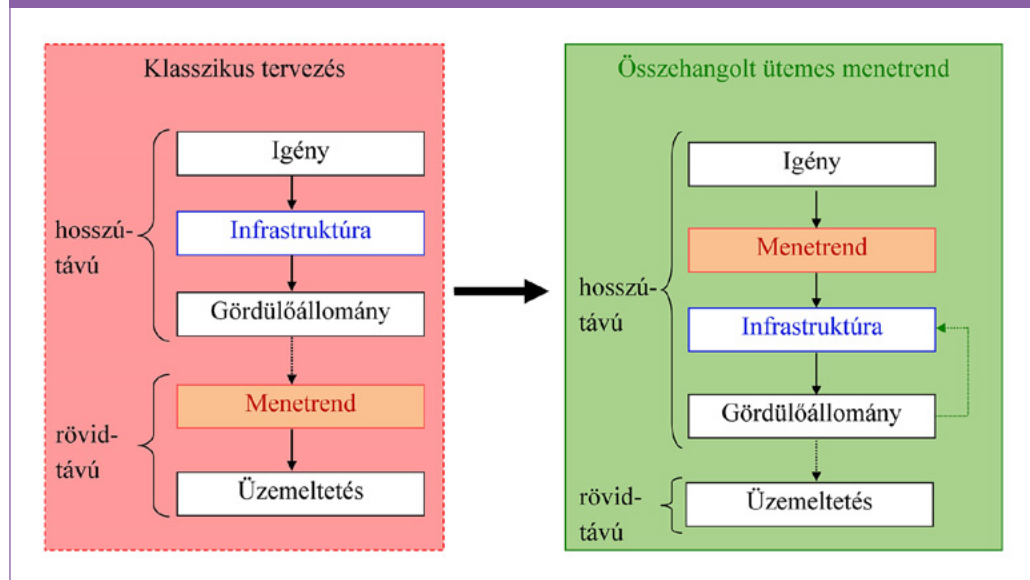
A menetrendi összehangolásba később a közösségi közlekedés többi szolgáltatását – busz és hajó – is bevonták. Így a versenyképes közösségi közlekedési szolgáltatás hálózata a svájciak 95%-ának otthonától maximum 5 perc gyaloglással elérhetővé vált, amihez kialakítottak egy olyan mobilitási rendszert, amelynek a vonzó díjszabása lefedte a végponttól-végpontig történő utazásokat.

A hosszú távra tervezett vasúti pálya- és a járműoldali fejlesztéseket nem a „klasszikus” tervezési folyamat szerint határozták meg, hanem az előre jelzett utazási igények alapján megtervezték a teljes hálózatra kiterjedő, összehangolt ütemes menetrendet, amiből levezették a pálya- és járműfejlesztési igényeket, így a fejlesztések a menetrend megvalósításához szükséges mértékre korlátozódtak. (4. ábra)

A versenyképes szolgáltatás – pályainfrastruktúra – gördülőállomány „mágikus háromszögére” vonatkozó különböző tervváltozatok közül a versenyképesség, gazdaságosság és időbeli megvalósíthatóság szempontjából optimális fejlesztési megoldást választották ki.

Az ITF gyakorlatba való átültetése a vasúti pályakapacitás jelentős bővítését igényelte, amit a célállapot ismeretében fokozatos fejlesztés-

4. ábra: A klasszikus és az összehangolt ütemes menetrend tervezésének eltérései [6]



sel terveztek elérni. A kezdő és köztes szakaszokat úgy kellett megtervezni, hogy azok a célállapot felé haladó szakaszt jelentsenek és felfelé kompatibilisek legyenek. Országszerte több mint 130 projektet valósítottak meg ütemterv alapján, amelyek főbb jellemzőit már közel 20 évre előre kiszámították. A lépcsőzetes megvalósításhoz folyamatos gördülő tervezést és ellenőrzést biztosító, „lapos” irányítási szervezetben működő, finanszírozási és projektkontrolling rendszert alakítottak ki. Már a tervezés legelején részletes költség-számítás állt rendelkezésre, amit folyamatosan aktualizáltak és gazdasági elemzésekkel (igény – idő – költség) értékelték. Az 1985-ben tervezett 7,4 milliárd svájci frankos összköltségből a 2004-es befejezésig ténylegesen 5,9 milliárd svájci frankot használtak fel a beruházásokra úgy, hogy a kitűzött szolgáltatási célok is teljesültek.

A sűrű ütemes vonatközlekedéshez elvárás volt a 2 perces vonatkövetési idő biztosítása a forgalmas szakaszokon, az ezt megvalósító beruházások költségének a csökkentése érdekében felhasználták a legújabb vasúttechnikai újításokat. Így a forgalomirányítási rendszerek automatizálása (ETCS) és a járműoldali fej-

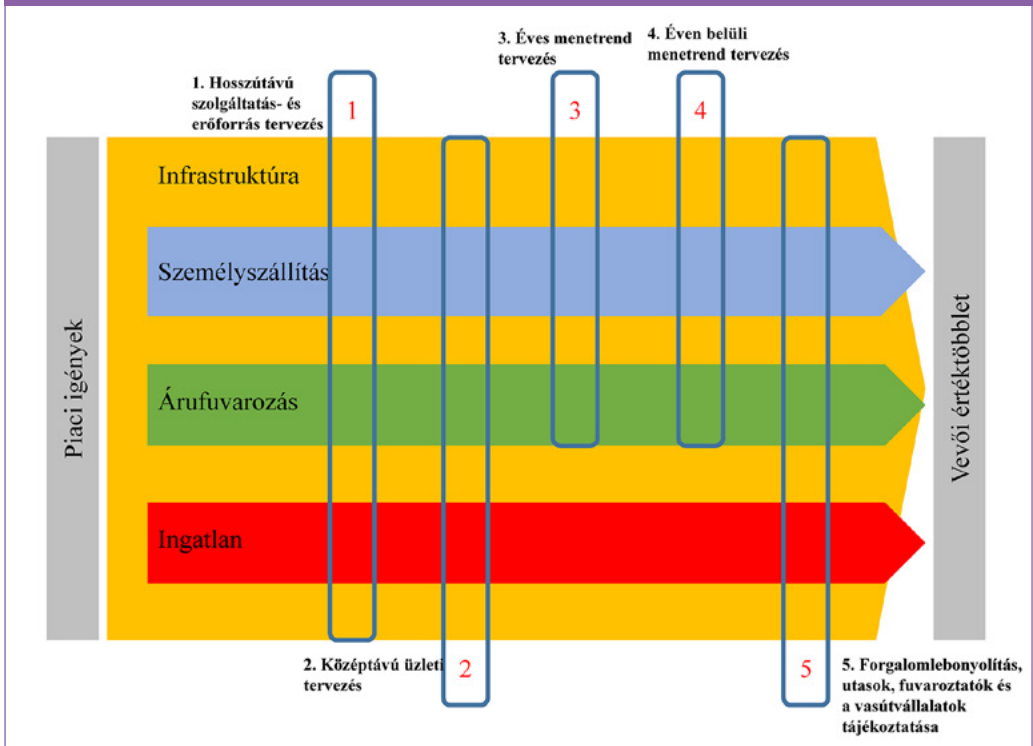
lesztések kerültek előtérbe a „betont igénylő” megoldások helyett.

A Bahn 2000-rel párhuzamosan megkezdődött a vasúti áruszállítási stratégia tervezése is, amelynek megvalósításához a menetrendekben óránként előre betervezett időablakokat képeztek az áruszállító vonatok számára.

Az 1985-ben elkészült és kormányzat részéről jóváhagyott Bahn 2000 vasúti stratégiát 1987-ben országos népszavazásra bocsátották, ezt a svájciak 57%-a támogatta. A projekt beruházási költségének finanszírozásához az üzemanyagadó, áfa és a közúthasználati díj biztosított forrást. Erről is népszavazás keretében döntöttek.

A versenyképesség eléréséhez nem volt elég a hosszú távú stratégiai tervezés szintjén kitűzni a célokat és megvalósítani a fejlesztéseket, hanem a napi üzemeltetési feladatok megvalósításáig terjedő folyamatokon – vasúti értékláncon – is végig kellett vezetni azokat. A Svájci Szövetségi Vasutak (SBB) „Ensemble” (együttes, zenekar) projektje [2] ennek, az egyes vasúti részrendszereket magába foglaló, teljes vasúti értékláncnak a feltérképezésével

5. ábra: A vasúti rendszer értékláncának 5 fő folyamateleme [2]



a vasúti szolgáltatások minőségének javítását, a teljesítmények növelését és a hatékonyabb pénzügyi forrásfelhasználást célozta meg. A projekt öt nagyobb koordinációs és tervezési-végrehajtási folyamatelemet azonosított a vasúti értékláncban belül (5. ábra).

A vasúti rendszer négy, – illetve a korábbi leírás szerint a vasúti járműveket az adott szolgáltatási területtől elkülönülten kezelve öt – az ábrán bemutatott részeleme között az egyes folyamatelemekben belül számos kapcsolódás áll fenn, amelyek a következők lehetnek:

Hosszú távú szolgáltatás- és erőforrástervezés:

- a szolgáltatási igények és üzemeltetési tervek alapján meghatározott vonatkapacitás és járműhossz hatással van az állomási peronok, karbantartó helyek és tárolóvágányok hosszára;
- költségsökkentés érhető el a kocsirakományú szolgáltatások és a rendező pá-

lyaudvari kapacitások együttes optimalizálásával;

- új járműtechnológiák (pl. dőléskompensáció) bevezetésével csökkenthető a menetidő és a pályafejlesztés költsége.

Középtávú üzleti tervezés:

- a pályakapacitás hatékony kihasználása a járműoldali fejlesztésekkel lehetővé válik (pl. nagyobb gyorsulás → rövidebb menetidő; könnyebb járművek → kisebb mértékű sinkopás; nagyobb ajtók → gyorsabb utascsera és rövidebb megállási idő);
- az utasáramlás javítása a pályaudvarokon a pályavasúti és az ingatlankezelési egységek együttműködésével;
- a személyszállítási szolgáltatás és az ingatlanportfolió összehangolása az ingatlanhasznosítás (külső bérbeadás) hatékonyságának a növelése érdekében.

Az éves menetrend megtervezése:

- Több vasúti területet összefogó üzemeltetés-, fenntartás- és erőforrástervezés megvalósításával érvényre jutnak a hatékonyság és a minőségi színvonal emelését célzó intézkedések is, ilyenek a szolgáltatásminőség-orientált ütemtervek, amelyek minimálisra csökkentik a fővonalakon az építések miatti forgalomkorlátozási időszakokat a csúcsidőben.
- Forgalomlebonyolítás során a több vasúti tevékenységet/területet összefogó koordinációval és konfliktuskezeléssel biztosítható a rövid reakcióidő és a megfelelő rugalmasság az üzemzavarok elhárításánál.
- Az infrastruktúra-üzemeltetésből származó visszacsatolással javítható a szolgáltatás- és a fenntartástervezés. Ezek együttesen javíthatják a vasúti rendszer pontosságát, minőségi és biztonsági színvonalát.

A leírtak példát mutatnak arra, hogy egy jól működő vasúti rendszerhez a hosszú távú stratégia részletekbe menő kidolgozása szükséges, továbbá annak a napi gyakorlatba való átültetéséhez a folyamatok alapos ismerete elengedhetetlen.

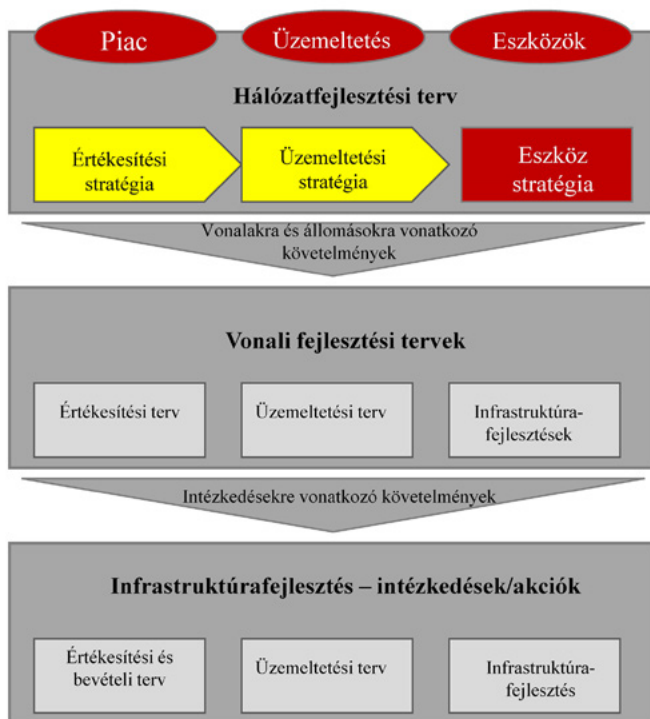
2.2. Ausztria

Magyarország elé sok területen példaként állított Ausztria az elmúlt évtizedekben jelentősen fokozta a vasúttal kapcsolatos fejlesztéseit annak érdekében, hogy fenntartható módon kiszolgálja a lakosság mobilitási és az osztrák gazdaság szállítási igényeit.

A vasúthálózat fejlesztésének megalapozásához az osztrák átfogó közlekedési terv részeként az Osztrák Szövetségi Vasutak (ÖBB) pályavasúti társasága (ÖBB Infrastruktur AG) elkészítette a Zielnetz 2025+ [7] (továbbiakban: Célhálózat) 2025/2032 időszakig szóló infrastruktúra stratégiáját.

A készítés során a vasúti közlekedési piac hosszú távú személyszállítási és áru fuvarozási igényeihez szabott vasúti szolgáltatási kínálatból kiindulva, a kitűzött minőségi és biztonsági szintet megvalósító üzemeltetés megtervezésén keresztül jutottak el a megfelelő mértékű és technológiai színvonalú eszközállomány meghatározásához, ami jelentheti a rendelkezésre álló eszközök felújítását, fejlesztését vagy akár megszüntetését is. Alapelv volt annak a vizsgálata, hogy a felújítások, fejlesztések, megszüntetések, valamint az eszközök üzemeltetése és fenntartása milyen nagyságú költségekkel jár majd együtt.

6. ábra: A Célhálózat tervezési rendszere



A Célhálózat egyrészt a teljes hálózatot bevonja a stratégiai tervezés körébe, másrészt a teljes hálózat szintjéről kiindulva az egyes vonalak (vonalcsoportok) fejlesztési terveit megvizsgálva, azokat értékelve jutott el a fejlesztési intézkedésekig (projektek), így biztosítva azt, hogy a teljes rendszer és az alsóbb szintek is együtt, a jövő kihívásaihoz alkalmazkodva, a párhuzamosságokat és a hiányokat kiiktatva fejlődjenek. (6. ábra)

A Célhálózat három fő stratégiai célja: a piaci pozíció erősítése, a jövedelmezőségi és a biztonsági szint növelése.

A vasúti közlekedés piaci pozíciójának alakulását a teljes közlekedésen belül leginkább a részesedése mutatja meg. A nagyobb piaci részesedés eléréséhez az infrastruktúrán felújításokat és fejlesztéseket kell végezni ott, ahol a személyszállítási és az áru fuvarozási előrejelzések alapján a piaci részesedés növekedése (vagy megtartásának lehetősége) várható.

A jövedelmezőség növelésének alapja a megcélzott vasúti teljesítménynövekedés, amelyhez viszont elengedhetetlen egy olyan infrastruktúra-kínálat biztosítása, ami az egyes viszonylatokon az igényeknek megfelelő forgalmi kapacitással, vonzó személyszállítási/áru fuvarozási lehetőséget kínál a vasút vállalatoknak. A mennyiségileg több, illetve a technológiailag összetettebb infrastruktúra azonban építési és üzemeltetési többletköltséget okoz,

- egyrészt azért, mert a bővítő beruházások a növekvő forgalom hatására növekvő pályahasználati bevételeket generálnak, de azzal egyidejűleg nagyobb fenntartási, értékcsökkenési és kamatköltségek is jelentkeznek,
- másrészt azért, mert a korszerűsítő beruházások az alkalmazásra kerülő komplexebb technológiák és a növekvő eszközmennyiség, valamint az ezzel egyidejűleg jelentkező rövidebb technológiai élettartamok miatt az eszközkiadások növekedését okozzák.

A magasabb biztonsági szint megvalósításához számos, különböző területet érintő intézkedés szükséges. A kitűzött cél eléréséhez jelentősen

hozzájárul az infrastruktúra korszerűsítése, ezért a korszerűsítést szolgáló minden intézkedést meg kell valósítani.

A vasúti rendszer működésének alapfeltétele a részrendszerek üzemeltetéséhez, fenntartásához és a fejlesztéséhez szükséges pénzügyi források megfelelő időben és mértékben való rendelkezésre állása. A vasút működésének finanszírozása a piaci szereplők mellett jelentős mértékben az állami és önkormányzati szereplőkre hárul, egyrészt az állami-önkormányzati közszolgáltatási feladatfelelősség, másrészt az üzemgazdaságosságon felüli ún. nemzetgazdasági-társadalmi érdekek miatti többletköltségek megtérítése következtében. Ezek alapján azon igények – üzemeltetési jellemzők – üzemi eszközök rendszere, amelyek az infrastruktúra-működtető számára megfelelően gondos és előírt gazdálkodás mellett és az előírt minőségi és biztonsági szinten üzemgazdaságos, az „rendszermegfelelő”, ami pedig nem, az „nem rendszermegfelelő”. A „nem rendszermegfelelő” szegmensekben visszafelújítás, szolgáltatás-szüneteltetés, megszüntetés a helyes stratégiai irány, míg a fenntartás és az esetleges fejlesztés csak a vonatkozó célirányos állami, illetve önkormányzati finanszírozás esetén vállalható fel.

A három célkitűzés közötti egyensúly megteremtése érdekében a stratégia kidolgozásához bevezetésre került a rendszermegfelelőség követelménye:

- Rendszermegfelelő piac: a vasúti közlekedésnek üzemeltetési sajátosságai vannak, ezért csak azokban a piaci szegmensekben lehet hatékony, ahol találkoznak ezek az üzemeltetési sajátosságok a kereslet igényeivel, sajátosságaival.
- Rendszermegfelelő üzemeltetés: a kereslet (forgalomnagyság, útvonalszerkezet) bizonyos üzemeltetési jellemzőket eredményez, amihez az üzemeltetett eszközök mennyisége is igazodik. Az üzemeltetéshez nem szükséges eszközmennyiséget le kell építeni. A cél a vonatforgalom fenntartásához szükséges eszközök (megelőző-, kitérővágányok, térközök, peronok stb.) mennyiségének az üzemeltetés által megkívánt szintű biztosítása.

- Rendszermegfelelő eszközök: az eszközök megkívánt funkcionális jellemzőit (paraméterek és követelmények) biztosítani kell, de el kell kerülni a követelmények túlteljesítését. Az eszközöknek a vasúti alapfunkciókat kell biztosítaniuk a méretezés, összetettség és specifikáció szempontjából, ezért szükséges:
 - o az eszközök működésközpontú méretezése, a túlméretezés elkerülése,
 - o az eszközök működésközpontú összetettsége, a túlzott – a nehezen megbecsülhető és magas költségekkel együtt járó – bonyolultság elkerülése,
 - o az eszközök működésközpontú specifikálása, az egyedi megoldások kerülése, szabványosított elemek alkalmazása.

A különböző vasúti szolgáltatási szegmenseket – a piaci igények és az erőforrás-szükségletek szempontjából – egyenként megvizsgálva kell meghatározni a rendszermegfelelőségi piaci szegmensjellemzők határértékeit. Például a kistávolságú és a regionális személyszállítás esetében általános követelmény, hogy a vasúti közlekedés szempontjából a vonali kapacitás kihasználtságának el kell érnie legalább az 50%-ot. Ez egy egyvágányú vonalon legalább 40 vonat/nap vonatforgalmat jelent, ami megfelel az óras ütemű menetrendnek, csúcsidőbeni sűrítéssel a nagyobb terhelésű irányban. Az ennél kisebb kínálat már erősen lecsökkenti a vasúti közlekedés attraktivitását, ami az igénybevétel visszaesését okozza, illetve meghiúsítja a megcélzott forgalomátterelődést a közútról a vasútra.

A stratégia tervezése során a következő tervekkel dolgozták ki:

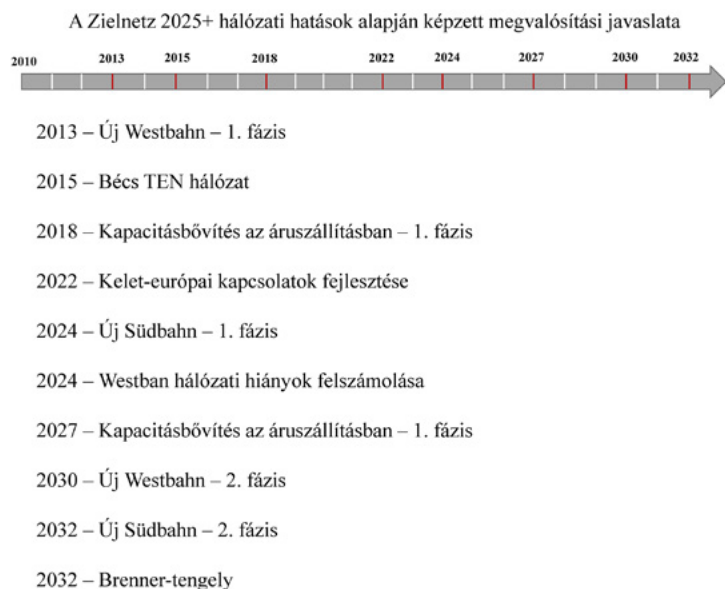
- a hálózatfejlesztési tervet a szolgáltatás-fejlesztésre,
- a vonali fejlesztési tervet az üzemeltetés hatékonyságának növelésére,
- az infrastuktúra-fejlesztési tervet (intézkedéseket, akciókat, projekteket) az optimális eszközmennyiség meghatározására.

Az intézkedéstípusok még tovább-bontásra kerültek: pl. új vonal építése, 2-3-4 vágányúsítás, vágányáthelyezés, vonaljavítás, állomásátépítés, alagútépítés, vonalvillamosítás stb.

A projektek hatásait az adott célkitűzések szerint elemezték és értékelték. Az egyes projektek prioritási rangsorának megállapításához a projektek egyedi hatásvizsgálata mellett figyelembe vették a hálózati hatásukat és a projektek időbeni rendelkezésre állását is.

A célkitűzések és a keretfeltételek alapján az egyes intézkedésekből, projektekből 10 hálózati hatású szakaszt képeztek, amelyek megvalósítási határidejét a 2013-2032-es időszakra vonatkozóan határozták meg. (7. ábra)

7. ábra: A Célhálózat fejlesztési terve



A holdingrendszerben működő ÖBB Konzern pályavasúti vállalatának hosszú távra szóló fejlesztési stratégiája kiemelt szempontként kezeli a személyszállító és áru fuvarozó vasúttársaságok piaci teljesítménynövelési céljainak támogatását. A stratégia egészét áthatja az ÖBB által működtetett vasúti rendszert átfogó hálózati szemlélet mind a tervezés, mind a hatások elemzése, értékelése során.

3. MAGYARORSZÁG

„Hogy a végrehajtandó beruházások átgon-
dolt, egységes terv szerint végeztessenek és így
az ötletszerű intézkedések hátrányai mellőz-
tessenek, szükséges több évre terjedőleg előre
megállapítani a beruházási szükségleteket és
azok okszerű egymásutánban történő végre-
hajtásának sorrendjét.

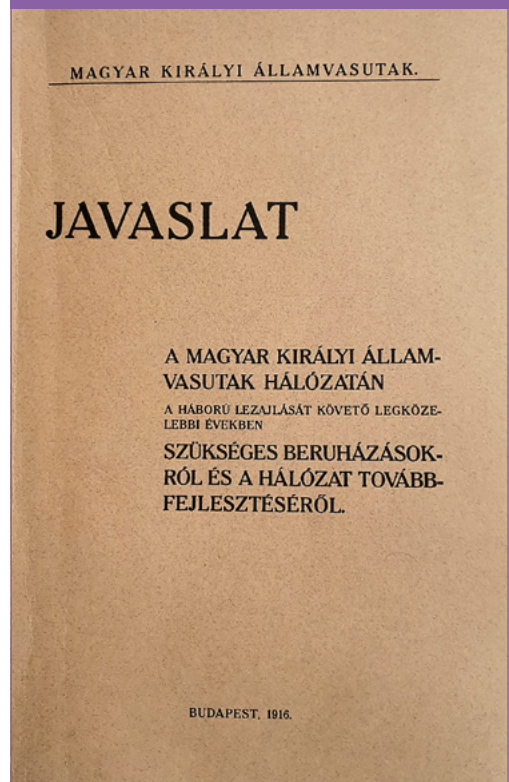
Behatóan foglalkoztunk tehát azzal a kérdé-
ssel, hogy melyek lesznek azok a beruházások,
amelyek hasznosságuk és sürgősségük sor-
rendjében első sorban lennének végrehajtha-
tók és amelyek leggyorsabban teremnék meg a
befektetés gyümölcsét, mind az általános gaz-
dasági élet, mind a vasut pénzügyi igazgatása
nézőpontjából.” [8] (8. ábra)

Ezen két bekezdés lényegretörően meghatá-
rozza azt, hogy milyennek kell lennie egy stra-
tégiához kapcsolódó akciótervnek és oly mó-
don teszi ezt meg, hogy az abban foglaltak a
jelenben is iránymutatóak.

A fejlesztési terv készítésének mikéntjére vo-
natkozó sommás gondolatok egy olyan korban
születtek meg Magyarországon, amikor az I.
világháború ellenére is a vasúti közlekedés vi-
rágkorát élte.

A háború utáni elcsatolt területek miatti hál-
lózatsökkenés és a gazdasági válság hatása
hozta magával azt a fordulópontot Magyar-
országon, ami elindította a vasutat a mai, fej-
lettségben a vezető vasutaktól való elmaradó
állapota felé. Jó példa erre az, hogy már az
1916-os tervjavaslatban is megjelenik, hogy az
előre jelzett forgalomnövekedés kiszolgálásá-
hoz meg kell építeni Kelenföld és Ferencváros
állomások között a 3. és 4. vágányokat. Ez még

8. ábra: Az I. világháború alatt készült át-
fogó vasútfejlesztési terv reprint kiadásá-
nak fedőlapja [8]



ma sem valósult meg, a jelenlegi stratégiák,
forgalmi vizsgálatok szerint pedig ma is szük-
ség lenne erre a hálózati elemre.

Az elmúlt évtizedek magyarországi vasúti
stratégiái – hasonlóan a svájci és az osztrák
stratégiákhoz – a vasút versenyképességének
és teljesítményének a növelését tűzték ki cé-
lul. A különbség azonban abban érhető tet-
ten, ahogy a magyarországi vasúti stratégiák
ezeket a célokat el kívánják érni. Fontos kü-
lönbség, hogy a magyar stratégiák bevallottan
azért jönnek létre, hogy a rendelkezésre álló
uniós forrásokat fel lehessen használni, míg a
nemzetközi példák a célok megvalósítását ke-
zelik prioritásként. („A stratégia készítésének
praktikus oka is van: az átfogó ágazati stra-
tégia meglepte a 2014-ben kezdődő hétéves uniós
tervezési időszakra szóló „Integrált Közleke-

désfejlesztési Operatív Program (IKOP)” uniós elfogadásának feltétele [9].) A stratégiákhoz kapcsolódó akciótervek és végrehajtásuk így elsősorban pénzügyi forrásvezérelt, amely nem a kezdő idézetben is megjelenő hasznosságnak (a cél eléréséhez való hozzájárulásnak és mikéntjének) és sürgősségnek (az időbeli szükségességnek) vizsgálatát helyezi előtérbe. További gondot jelent a forrásvezéreltség akkor, amikor ezen pénzügyi források változása, – általában csökkenése –, áll elő a megvalósítás során. Nincs meg, vagy amennyiben készült hasznossági-sürgősségi vizsgálat nem használják fel azokat az intézkedések módosításához. Ez azzal jár együtt, hogy nem tudható, hogy milyen változást jelent a módosítás a kitűzött célok elérésében: időben későbbre tolódik, vagy a későbbiekben más intézkedésekre lesz majd szükség annak eléréséhez?

Fontos, hogy már a stratégia készítése során figyelembe vegyék, hogy a több évtizedet felölelő megvalósítás során történhetnek olyan változások, amelyek újra és újra szükségessé teszik a stratégia céljainak és akciónak az átgondolását, újratervezését. Ez jelenti azt is, hogy a stratégiával való foglalkozás nem évtizedenként egyszeri alkalomra korlátozódik, hanem egy folyamatos stratégiai kontroll válik szükségessé. A kontroll kiépítése során számolni kell azzal, hogy milyen összetett rendszer működik a vasúton belül, továbbá azzal is, hogy a vasúti közlekedés része nagyobb rendszereknek, amelyek működésére szintén hatással van.

A pénzügyi források szűkössége nemcsak a stratégiai beruházások finanszírozásában jelent problémát, hanem a már elkészült beruházások működtetésében, megfelelő állapotban való fenntartásában is. Ez viszszahat magára a stratégiai akciótervre, mert ellehetetleníti a lépcsőről-lépésre történő építkezést, célélérést. Ennek kezelési módja az életartamköltségek számbavétele, elemzése, majd annak felhasználása a stratégiai és több éves üzleti tervezésben.

A stratégiai akciók egymásra épülésének biztosításához szükséges, hogy azzal már az akciók megtervezésének a kezdetén számoljanak, to-

vább a tervezés részletessége lehetővé tegye az akciók eredményeinek megfelelő összeillesztését. Ehhez elengedhetetlen, hogy a tervezési adatokat, információkat folyamatosan napra készen tartsák és tisztában legyenek a vasúti know-how változásával, fejlődésével, beépíthetőségével. A vasúttechnológiai migrációs lépéseket tartalmukban és időtávjukban úgy kell megtervezni, hogy azok a hálózat egészére kiterjedők legyenek, ne alakuljanak ki „technológiai szigetüzemek”. Magyarország vasúti rendszerének jelenlegi helyzete alapján első lépés az üzemvitel stabilizálásához szükséges feladatok elvégzése, amelyet a technológiai felzárkózás kell, hogy kövessen, helyt adva az innovációnak és standardizálásnak.

A szolgáltatásorientált vasúti stratégia segít növelni a vasút versenyképességét, ezért az fontos kiindulási pontja a tervezésnek, de ehhez azonosítani kell, hogy mely szolgáltatásokra van igény és ezek közül melyeket tudja a hazai vasúti rendszer hatékonyan kielégíteni, hasonlóan az osztrák vasutak rendszer-megfelelőségi vizsgálati folyamatához. Fontos ennél a vizsgálatnál, hogy alapvetően nem a mai viszonyokon alapul, hanem a jövőbeni piaci helyzetet és a belső működési állapotot veszi górcső alá, továbbá ki kell terjednie a szoros hatáskapcsolatok miatt a vasúti rendszer minden elemére – személyszállítási szolgáltatásra, áru fuvarozási szolgáltatásra, ingatlanokra, járművekre, vasúti pályára – és a hálózat egészére.

Az uniós forrásfelhasználási tervezési logika miatt nagyrészt csak azon hálózati elemek esetében van fejlesztés, amelyek uniós szintű fontossággal rendelkeznek. Ez a fő oka annak, hogy bár léteznek párhuzamos, elkerülő, a hálózat üzemviteli biztonságára szempontjából fontos elemek, azok fejlesztése nem kerül előtérbe. Ez azzal jár együtt, hogy jelentősen csökken a vasúti szolgáltatás területi lefedettsége tovább gyengítve ezzel a versenyképességét. A fejlesztési fókusz hiánya jelenti azt is, hogy ezen hálózati elemekre vonatkozó technológiai innovációs megoldások sem tudnak felszínre kerülni, különösen azért sem, mert az uniós előírásoknak való megfelelésnek van elsőbbsége, bár ezek túl drága megoldásokat eredményeznének ezeknél a részekenél.

Az előzőekben felsorolt feladatok elvégzésére vonatkozó javaslatként végül álljon itt egy újabb idézet:

„..... mai projekt-szemléletű fejlesztések összehangolása, egységes rendszerbe tereleése egyértelműen igényli a stratégiai gondolkodást és annak megalapozását szolgáló részletes elemzéseket és vizsgálatokat. Ezeket az előkészítő tanulmányokat természetesen ma is megrendelik a döntéshozók, azonban általában »kívülről«, igen jelentős többlet költségért és sokszor vitatható szakértői háttérű intézményektől.

A pályavasút és az operátorok szétválasztása még a korábbiaknál is jobban szükségessé teszi az összehangolt stratégiai irányítást. A mai vasúti »cégcsoportból« tehát még az eddiginél is jobban hiányzik egy olyan fejlesztő, kísérletező, előkészítő állandó szellemi bázis, amelyik a gyakran változó, a vasúti rendszer teljességéhez esetenként kevésbé értő vezetői garnitúrák döntéseit megalapozza.” [10]

4. A JÖVŐ

Az elmúlt évtizedek európai uniós közlekedéspolitikáinak és az egyes tagországok vasúti stratégiáinak meghatározó célkitűzése a vasút közlekedési munkamegosztáson belüli részarányának növelése. Az európai uniós közlekedéspolitikák alaptétele szerint a vasút versenyképességéhez a rendszeren belüli verseny megfelelő hajtóerőt biztosít, megteremtve az áttérőldést a vasútra. A verseny feltételei a vasúti áruszállításban több évtizede adottak, mégsem következett be részarány növekedés, sőt jellemző a stagnálás, rosszabb esetben a visszaesés. A vasúti személyszállítás, bár itt később jöttek létre a verseny feltételei, sem tudott a személyközlekedésen belül nagyobb részarányt elérni. Még a piaci liberalizációs eszközöket szintén alkalmazó Svájcban, ahol jelentős erőfeszítéseket tettek a vasúti személyszállítási szolgáltatás minőségi színvonalának a növelése érdekében sincs növekedés az elmúlt 15 évben, a Bahn 2000 program megvalósulása utáni időszakban.

A vasúti személyszállításnak a személyközlekedésen belüli és a vasúti áru fuvarozásnak a teljes áru fuvarozáson belüli részarány stagnálása kijózanító. A stratégiai célok elérése érdekében eddig megtett intézkedések és a megvalósult vasúti beruházások arra voltak csak elegendők, hogy a vasút részaránya a mobilitás és az áru forgalom erőteljes növekedése ellenére állandó maradjon.

Az éghajlatváltozás negatív hatásainak csökkentése érdekében az elkövetkező években jelentős vasúti részarány növekedést kell megvalósítani. Arra kell választ adnia a most készülő vasúti stratégiáknak, hogy ezt a célt milyen módon lehet elérni, esetleg a célokat át gondolni.

A jövőben a közlekedési mód választására ható olyan tényezőket kell hangsúlyosabban figyelembe venni mint a lakosság hajlandósága a közösségi közlekedés használatára (kereslet, preferenciák), az utazás célja, az időkerete, a közlekedési bérlet meglete, a költségek, a szokások vagy az életmód változása (home office), továbbá a régiók, települések térbeli viszonyai, belső szerkezete.

Górcső alá kell venni azt is, hogy a vasúti rendszeren belüli piaci verseny vagy a szereplők jobb együttműködése erősíti-e a vasút szerepét? Fel kell ismerni, hogy a vasúthálózat és a vasúti szolgáltatók egyre nagyobb mértékű szétválasztására irányuló további törekvések negatívan hatnak a vasúti rendszer technológiai továbbfejlesztésére, mert számos műszakilag szükséges optimalizálás és újítás csak akkor lehetséges, ha a jármű és a pályainfrastruktúra együttesen kerül figyelembevételre (pl. ilyen a DAC, de ilyen elem lehet egy pályaszakaszz villamosítása is).

Az egységes rendszer alapokra épülő, korszerű és hatékony vasúti rendszer megvalósítását szolgálják az uniós hatókörű Átjárhatósági Műszaki Előírások (továbbiakban: ÁEM-k). Az ÁEM-ek célja az, hogy a teljes uniós vasúti törzshálózatot biztosított legyen az egyes vasúti szolgáltatók működése. Az ÁEM-ek bevezetésekor a teljesítésre vonatkozó időleges felmentést lehetett kérni, számos tagállam élt (Magyarország szinte kivételként nem) ez-

9. ábra: SNCF TGV és DB ICE fizikai összekapcsolása lehetséges, viszont a két szerelvény vezérlése nem egységesített. [11]



zel a lehetőséggel, abból a megfontolásból is, hogy ezzel védjék a hazai szolgáltatókat. Ez jól mutatja, hogy hogyan képes csökkenteni az egységesítési törekvéseket és ezzel az újítások terjedését a verseny fokozása. A jövőben megfontolandó, hogy a vasút számára nagyobb versenyelőny származna-e abból, amennyiben (a jellemzően állami tulajdonú) nemzeti vasúttársaságok közötti együttműködés növekedne.

A szolgáltatások területén két látványos viszszafejlődést hozott a rendszeren belüli verseny kialakítása, az egyik a személyszállításban a nemzetközi vonatforgalom/kocsiforgalom leépülése, a másik az áruszállításban az egyes kocsis forgalom jelentős csökkenése. Most uniós és tagállami támogatással próbálják mindkettőt fejleszteni, növelni.

A technológiai fejlesztések is vizsgálandók, mert fontos megtartani a vasút jelenlegi biztonsági színvonalát, viszont annak további növelése már jelentősen drágítaná a beruházásokat. A csak vasúti használatra fejlesztett GSM-R rendszer 2030-as évekbeli leváltása során ezért vizsgálják a publikus rádiós távközlési rendszerekre való áttérés lehetőségét is.

Jelenleg hangsúlyosan az áru fuvarozásra korlátozódik az DAC bevezetése, azonban személyszállításban is jelentősen előny származna

abból, amennyiben uniós szinten egységesítenék az ilyen rendszerekkel régóta felszerelt vonategységek összekapcsolását. (9. ábra)

4.1. Vasúti személyszállítás [11]

Az elektromos autók növekvő arányával a vasút környezetvédelmi előnye egyre csökken. Ezt csak úgy lehet ellensúlyozni, ha a vasút teljes mértékben kihasználja a közúti járművekkel szembeni előnyeit. A vasút a gépjárművekhez képest biztonságosabb és lényegesen nagyobb sebességgel üzemelhet, energiahatékony, helytakarékos és magas szintű szállítási szolgáltatásokat nyújt.

A közlekedési módok közötti váltási potenciál kiaknázásának előfeltétele a teljes közösségi közlekedési rendszer vonzó és működési szempontból hatékony összekapcsolása. A vasúti, az autóbusz- és villamos-, a kerékpáros- és gyalogosforgalom, valamint a közlekedési csomópontokban található új mobilitási ajánlatok közötti hálózatépítés már ma is nagyon fontos, és jelentősége tovább nő. A klasszikus P+R rendszer városokon belüli további bővítése helyszűke miatt előbb-utóbb korlátokba ütközik, ezért a lehető legközelebb kell létrehozni az utazás kiindulási helyéhez a közösségi közlekedés megállóit, ami a településfejlesztéssel való nagyobb összhang kialakítását igényli.

A kínálat javítása továbbra is meghatározó. Ehhez szükséges a járatok frekvenciájának növelése, az elérhetőség javítása és a megfelelő prioritás biztosítása. Egyre fontosabbá válik a járatsűrűség és a gördülőállomány szezonális vagy egyedi eseményhez kapcsolódó igazodása. Emellett a közvetlen összeköttetéseknek és a megállási politikáknak a lehető legjobban a kereslethez kell igazodnia.

Az üzemeltetés egyre inkább automatizálható. A magasabb fokú automatizálás és a bevált új technológiák alkalmazása növeli a vasúti rendszer robusztusságát és növeli a kapacitás kihasználtságát. A digitalizált forgalomirányítási rendszerek dinamikus információkat nyújtanak a vasúti műveletekről, az integrált tervezés egyszerűsíti, rugalmasabbá teszi, felgyorsítja és egyesíti a személyzet- és a gördülőállomány üzemeltetésének tervezését. A személyszállításban előtérbe kerülnek a vezetéstámogató rendszerek.

4.2. Vasúti árufuvarozás [11]

A vasúti áruszállítás technológiája több mint 50 éve változatlan. Az innováció ütemét jelentősen fékezi, hogy a teherszállításnak nincsenek meg a pénzügyi eszközei az olyan optimalizációkhoz, amelyek a kapacitás jobb kihasználását eredményeznék.

Az áruszerkezet változása – az ömlesztett áru-ról a minőségi, időérzékeny darabáru felé – megváltoztatja a szállítás és a logisztika világát, ami viszont a szállítási feladatok kezelésével szemben támasztott követelményekre is hat. A tételek és a szállítmányok mérete egyre kisebbé, a szállítási útvonalak egyre szövevényesebbé válnak, miközben a szállítóeszközökkel szemben támasztott minőségi, megbízhatósági és rugalmassági követelmények jelentősen

10. ábra: Az amerikai Parallel Systems fejlesztése: távvezérléssel, beépített meghajtórendszerrel és akkumulátoros áramforrással rendelkező „forgóvázak” alapján képzett vonatok. [12]



megnövekednek. Ezek a tendenciák az áruszállító vasutakat egyre inkább az integrált hálózati szolgáltatóvá való fejlődés irányába terelik. A kombinált fuvarozásban bevált kínálat mellett idetartoznak az olyan új típusú ajánlatok is, amelyek elszakadnak a klasszikus üzemeltetési koncepcióktól (egyes kocsi, kombinált fuvarozás), és továbbfejlesztik az áruszállító vasút hálózatszolgáltatóvá válását. Így lesznek egyre hangsúlyosabbak a térbeli és strukturális helyzettől függő ajánlatok és az intermodális vagy multifunkcionális átrakodási platformok.

Az áruszállításban az olyan technológiai lehetőségekkel kell számolni mint az automatikus kapcsolás (DAC), az automatikus fékellenőrzés, a rövid távú szállítás távvezérlése, az elektropneumatikus fékek és az intermodális átrakodó platformok automatizált folyamatai. (10. ábra)

A vasút jövőjét meghatározó stratégiák feladata, hogy tudományos alapokon nyugvó programot állítsanak össze a kitűzött célok elérésére. Ezen stratégiák készítése felfogható úgy is, mint a jövőbe tett utazás, annak minden nehézségével és lehetőségével, és ami együtt jár a felfedezés izgalmával és az alkotás örömeivel.

Készült a HUNRAIL által kiadott Magyar Vasút folyóiratban megjelent cikksorozat alapján.

(A Szerkesztőség, valamint a lektorok véleménye szerint a cikk tudományos jellegű, de egyben a nem vasúti szakemberek számára is közérthető. Tartalmazza Svájc, Ausztria és Magyarország vasúti stratégiáját. Ezen belül azonban nem mutatja be az utóbbi évek jelentős szervezeti változásait – az egyes vasúti tevékenységek „tömeges” kiszervezését, a MÁV-VOLÁN-HÉV tulajdonosi és irányítási rendszerének központosítását, illetve ezek hatásait. Nem vizsgálja a GYSEV-Állam általi külön kezelésének indokát, gyakorlatát és eredményét. Fontos lenne, ha az érintett szervezetek, illetve illetékes vezetői és szakemberei cikkek, vélemények formájában reagálnának a felvázolt célokra, gondolatokra, amelyeknek készséggel adnánk helyet.)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Rixer Attila, Turi József István: A korszerű vasúti stratégiai tervezés módszertani alapelemei – a legjobb gyakorlatok Európában, Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2016. ISBN 978-615-5298-82-0 189-204. o.
- [2] Andreas Meyer, Christoph Tyssen: Ein Konzert für unsere Kunden – Komplexitätsmanagement in der SBB AG – Unternehmerisches Management Herausforderungen und Perspektiven ISBN 978-3-258-07770-3
- [3] Dr. Thomas Bickel, Eric Cosandey, Hansruedi Akermann: Deciding for the right timetable production system – EURAILmag Business & Technology 2010/22 (https://sma-partner.com/storage/app/media/Dokumente/Veranstaltungen%20und%20Publikationen/Richtige-Fahrplankonstruktionssystem_de.pdf)
- [4] Hauke Fehlberg: Warum fährt der Schweizer mehr Bahn als jeder andere Europäer? – Berlin, 2008. 06. 25.
- [5] Christian Kräuchi, Ueli Stöckli: Mehr Zug für die Schweiz: Die Bahn-2000-Story ISBN: 978-3909111060 AS Verlag 2004
- [6] Georges Rey: Entwicklung des ITF von den Anfängen bis zur Gegenwart – SMA und Partner AG; EISENBAHNTECHNISCHES KOLLOQUIUM 2007.
- [7] <https://infrastruktur.oebb.at/de/unternehmen/fuer-oesterreich/zukunftsbahn-zielnetz/dokument?datei=Zielnetz+2025+Ergebnisbericht.pdf>
- [8] Magyar Királyi Államvasutak: Javaslat a Magyar Királyi Államvasutak hálózatán a háború lezajlását követő legközelebbi években szükséges beruházásokról és a hálózat továbbfejlesztéséről, Budapest, 1916.
- [9] Stratégia Konzorcium: Nemzeti Közlekedési Infrastruktúra-Fejlesztési Stratégia 2014. augusztus (<https://2015-2019.kormany.hu/download/3/a8/10000/Nemzeti%20K%C3%B6zleked%C3%A9si%20Infrastruktur%C3%BAra-fejleszt%C3%A9si%20Strat%C3%A9gia.pdf>)
- [10] Kisteleki Mihály: Volt egyszer egy VATUKI, Vasútgépészet 2018/1.
- [11] M. Nold, B. Büchel, F. Leutwiler, S. Lotz, A. Marra, F. Corman: Studie – Technologische Weiterentwicklung des Bahnsystems 2050 (IVT, ETH Zurich im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr)
- [12] https://www.reddit.com/r/trains/comments/820c7f/rare_moment_of_a_french_tgv_coupled_with_a_german/
- [13] <https://moveparallel.com/>



The railway strategy

Rail transport is a large and complex network system, so adequate results from a strategy can only be expected in the long term. Therefore, the task of the business and development strategies to be developed by the railways is to lay the foundations for change and to adapt to new environmental conditions and needs. The Swiss and Austrian railway strategies of the last decades serve as a good model for other European countries because they have used instruments that have effectively ensured the achievement of their set goals. The recently developed and implemented Hungarian railway strategies typically derive their strategic action plans from the availability of financial resources, thereby limiting the possibility of adaptation to environmental conditions and development. Strategies for the future of the European railway system should strengthen cooperation between individual railway companies and technological development in order to increase the share of rail in transport.



Die Eisenbahn-Strategie

Der Schienenverkehr ist ein großes und komplexes Netzwerksystem, deshalb können angemessene Ergebnisse von einer Strategie erst auf lange Sicht erwartet werden. Daher ist es die Aufgabe der von den Eisenbahnen zu entwickelnden Geschäfts- und Entwicklungsstrategien, die Grundlagen für Veränderungen zu schaffen und sich an neue Umweltbedingungen und Bedürfnisse anzupassen. Die schweizerischen und österreichischen Eisenbahnstrategien der letzten Jahrzehnte dienen als gutes Vorbild für andere europäische Länder, weil sie solche Instrumente benutzt haben, die die Erreichung ihrer gesetzten Ziele effektiv sichergestellt haben. Die kürzlich ausgearbeiteten und umgesetzten ungarischen Eisenbahnstrategien leiten ihre strategischen Aktionspläne typischerweise von der Verfügbarkeit finanzieller Ressourcen ab, wodurch die Möglichkeit einer Anpassung an Umweltbedingungen und -entwicklung eingeschränkt wird. Die Strategien für die Zukunft des europäischen Eisenbahnsystems sollten die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Eisenbahnunternehmen und die technologische Entwicklung stärken, um den Anteil der Schiene am Verkehr zu erhöhen.



Optimális gyorsjárat közlekedési rend kialakítási lehetősége Budakeszi – Budapest között

A közforgalmú közlekedés vonzerejének növelésére az egyik legjobb lehetőség az utasok eljutási idejének mérséklése, amelynek hatékony módja lehet a járatok gyorsítása bizonyos megállóhelyek kihagyása által. Mivel azonban az így kihagyott megállóhelyek utasai számára hátrányos a szolgáltatás gyakoriságának csökkenése, a közlekedési rend módosítását részletes, számszerű vizsgálatoknak kell megelőzni.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.1.3>

Soltész Tamás

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

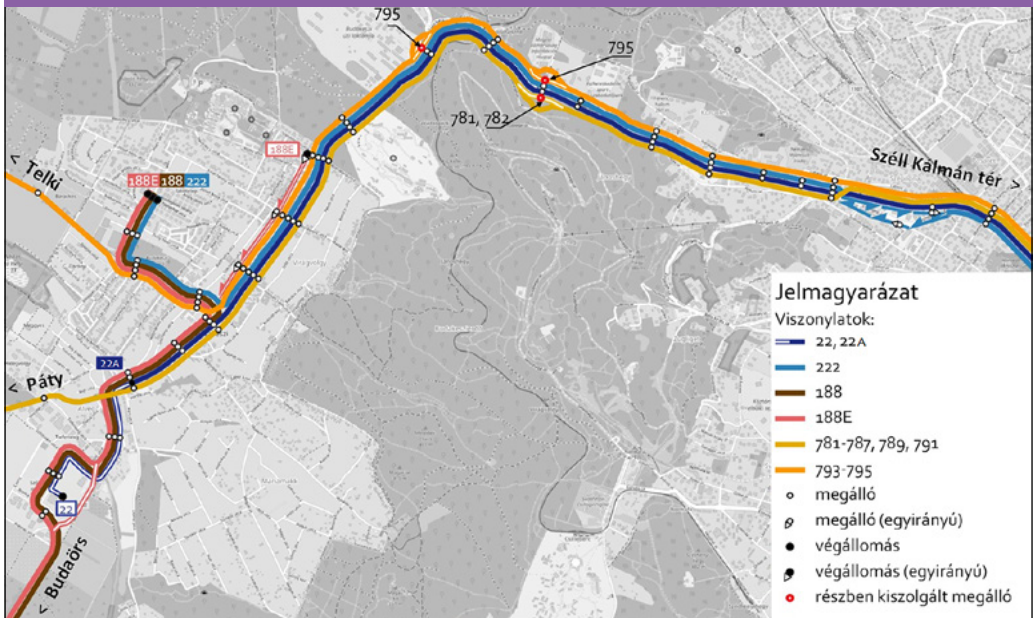
1. BEVEZETÉS

A fenntartható városi közlekedés egyik legfontosabb aktuális kérdése a közforgalmú közlekedés vonzerejének növelése a közlekedési munkamegosztáson belüli minél nagyobb részesedés érdekében. E vonzerő szempontjából – többek közt az elérhetőség, megbízhatóság, kényelem mellett – az egyik legfontosabb tényező az eljutási idő. Ennek csökkentésére számos lehetőség létezik. Az egyik leghatékonyabb eszköz a járatok gyorsítása, azaz a megállási rend és a menetrend felülvizsgálata, és ennek eredményeként egyes járatok egyes megállásainak elhagyása. Mivel ez alapvetően forgalomszervezési intézkedés, a bevezetés költségigénye minimális, sőt üzemeltetői költségmegtakarítás is lehetséges (pl. az energiafogyasztás, ill. a fordulóidő csökkenése által). Ugyanakkor egy ilyen módosítás az utazási időt olyan áron teszi rövidebbé, hogy a kihagyott megállóhelyek

szolgáltatási színvonala csökken, azok időbeli elérhetősége romlik. Ezért rendkívül fontos egy ilyen jellegű módosítást megelőzően a várható hatások körütekintő elemzése és ezek alapján az optimális közlekedési rend – azaz a viszonylatok és megállási rendjük, ill. a menetrendi struktúra és összehangolás – kidolgozása. Gyorsított közlekedési rendet csak akkor érdemes bevezetni, ha az időmegtakarítások felülmúlják az időveszteségeket.

A várhatóan a közeli jövőben megvalósuló, Zsámbéki-medence autóbuszos közlekedésének fejlesztése c. projekt [1] tervezési folyamata során – a többi tervezett intézkedésen túl – célszerű volt megvizsgálni a járatok gyorsításának lehetőségeit is a Budakeszi és Budapest közötti szakaszon. Az említettek mellett az itt közlekedő 22-es autóbuszcsaládnak (ld. 1. ábra) számos olyan utasforgalmi jellemzője van, amelyek ezt indokolják:

1. ábra: A Budakeszi jelenlegi közforgalmú közlekedési hálózata [1]. A 22-es autóbusszcsalád viszonylatai a kék különböző árnyalataival vannak ábrázolva



- az utasok jelentős része a külső szakasról (Budakeszi) végigutazik a belső végpontig (Budapest, Széll Kálmán tér);
- a középső szakaszon (Budakeszi út) számos kis forgalmú megállóhely található;
- a vonalcsoport utasforgalma jelentős (napi mintegy 24 ezer felszálló, ill. a csúcskeresztszámokban kb. 16,5 ezer utas/nap), lehetővé teszi a járatok specializációját anélkül, hogy a követési idő a kihagyott megállóhelyeken kényelmetlenül hosszúvá válna.

Ezen indokokra tekintettel korábban évtizedeken keresztül üzemelt is gyorsított viszonylat a vonalon, egészen 2012-ig. Akkor azonban a 22E viszonylatot megszüntették, teljesítményét a 22-essel összevonták. Ennek – utólag valószínűsíthető – fő indokai a következők voltak:

- az alap- és gyorsjáratokat nem hangozták, ezért rendszertelenül, megbízhatatlanul közlekedtek (az akkori hivatalos kommunikáció elsősorban ezt emeli ki [2]);

- a Budakeszi úton jellemző torlódások mellett a gyorsjáratok menetidő-csökkenése nem, vagy csak kis részben volt realizálható, nem tűnt relevánsnak a fellépő késésekhez képest.

Az említett projekt elsődleges célja az autóbussz-közlekedés előnyben részesítése, függetlenítése a közúti forgalomtól, így az utóbbi problémát várhatóan kezelni fogja. Az előbbi pedig – az előnyben részesítés mellett – összehangolt menetrend bevezetésével lehet elkerülni. Ezért a fejlesztések várható megvalósításával egy időben indokolt ismét megvizsgálni a kérdéskört.

Elméletben felmerül a lehetőség, hogy a vonalcsoponton belül a gyorsjáratok kínálatát a párhuzamosan közlekedő helyközi számozású viszonylatokkal lehetne biztosítani, ami azonban a gyakorlatban több szempont miatt nem célszerű. A 781-795 számú viszonylatok elsődleges célja a Zsámbéki-medence távolabbi települései és Budapest összekötése, a járművek ennek megfelelően helyközi kialakításúak. Napi járatszámuk 43%-a a 22-es családnak,

keresztmetszeti kapacitásuk pedig mindössze 27%-a, így kijelenthető, hogy a Budakeszi-Budapest közötti, gyorsjáratokkal lebonyolítható utazások száma önmagában is lényegesen nagyobb, mint a helyközi számozású viszonylatok kapacitása. Ráadásul csúcsidőben a Budapest-Budakeszi szakaszon ez utóbbi már nagyrészt kimerül.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Általánosságban a közforgalmú járatok gyorsításának három fő, koncepcionális típusa létezik:

- Alap- és gyorsjáratok: a meglévő, minden megállóhelyet kiszolgáló alapjáratokkal párhuzamosan közlekednek a megállóhelyek egy részét kihagyó gyorsjáratok. Ezzel a – gyakran alkalmazott – koncepcióval a forgalmasabb megállóhelyek között csökkenthető a várható utazási idő, viszont továbbra is minden utas el tud jutni a céljához átszállás nélkül. Ugyanakkor az utazási időktől és a menetrendtől függően szükséges lehet, hogy a gyorsjáratok megelőzzék az alapjáratokat, aminek infrastruktúra-oldali feltételei is vannak – ez különösen kötőtpályán jelent korlátot.
- Váltakozó megállási rend (ún. skip-stop rendszer) [3]: a mindenütt megálló alapjáratok helyett két (vagy akár több) különböző, gyorsított viszonylat közlekedik, amelyek más-más megállóhelyeket hagynak ki (de minden megállót kiszolgál legalább az egyik, ill. a megállók egy részét mindegyikük). Így az összes járat utazási ideje csökken, de egyes megállóhelyek között átszállási kényszer jön létre. Előzésre viszont általában nincs szükség, ezért főleg kötőtpályán találhatók valós példák ilyen struktúrára.
- Zónázó közlekedési rend [4][5]: az útvonal két (vagy akár több) szakaszra, zónára van felosztva, amelyeket külön-külön viszonylat szolgál ki (a határokon mindkét szomszédos zóna viszonylata megáll; ill. a vonal belső végpontján és egyes

kiemelt megállóhelyein mindegyik). Az utazási időt csak a külső zóna (zónák) felől a belső végpontba utazók számára csökkenti (ott viszont jelentősen); a belső zóna viszonylata pedig egyben betétjáratként is szolgál. Az egyes zónák közötti átszállási kényszer miatt főleg elővárosi közlekedésben alkalmazzák, ahol az utasok nagy többsége a vonal belső, minden viszonylat által kiszolgált végpontjára / szakaszára utazik.

A nemzetközi szakirodalomban a 2010-es évek eleje óta került fókuszba a járatok gyorsításának optimalizálása. A legtöbb tanulmányban olyan módszereket közölnek, amelyek a megállási rend és a követési idők egyidejű optimalizálására törekkenek. A [6]-ban különböző, előre definiált megállási rendű viszonylatok követési időit optimalizálták két lépcsőben, nemlineáris programozást és heurisztikus módszereket alkalmazva. A célfüggvény a társadalmi költség (várakozási és utazási idők, ill. üzemeltetési költségek) minimalizálása volt a kapacitáskorlátok betartása mellett. A [7]-ben hasonló optimalizációs módszert dolgoztak ki, viszont a legjobb megoldást az összes lehetőség végigpróbálásával választották ki. A [8] szerint a lehetséges követési idők összes lehetséges kombinációját vizsgálták (a járatok számának változatlanul hagyása mellett). Ezeken belül viszont heurisztikus módszerrel optimalizálták a gyorsviszonylat megállási rendjét; a célfüggvény az utasok időráfordításainak minimalizálása volt (kapacitáskorlát mellett). A kidolgozott módszert 178 valós útvonal adataira alkalmazták, végül az eredményeken alapos statisztikai elemzést végeztek. A [9]-ben kétlépcsős heurisztikus optimalizálást dolgoztak ki a társadalmi költség minimalizálására. A [10] gyorsjárat és váltakozó megállási rendű kiszolgálásra alkalmazható módszerek után egy általános optimalizációs módszert is kidolgozott, ami a megállók vonalmenti elhelyezésére is javaslatot adott; a célérték szintén a lehető legkisebb társadalmi költség volt. A [11]-ben többcélú optimalizációs módszerrel kerestek Pareto-optimális megoldásokat egyrészt az utasok költségének, másik részről a járműflotta méretének minimalizálására.

Összefoglalva elmondható, hogy alaposan kutatott területről van szó. A szolgáltatási paraméterek (elsősorban a megállási rend és a követési idők) optimalizálására számos módszert dolgoztak ki. Azonban a nemzetközi szakirodalomban olyan módszer alig lelhető fel, amely összehangolt járatokra épülő menetrendi struktúrát vizsgált volna (egyedül váltakozó megállási rendű közlekedésre található egy hangolt esetet vizsgáló példa [12]). Továbbá az ismert módszerek a hangolatlan rendszerek egyik fő hátrányát, a hosszabb várakozási időt sem veszik figyelembe: ugyanis amíg egyenletes (ill. 10 percnél rövidebb) követési idő esetén az utasok megállóhelyi várakozási ideje jó közelítéssel az átlagos követési idő fele [13][14] – jellemzően még akkor is, ha dinamikus utastájékoztatót használnak –, addig egyenetlen követési időnél ez – a szórás mértékétől függően – jelentősen megnő [15]; de ezzel a fent említett módszerek egyike sem számol.

3. A GYORSJÁRATI KÖZLEKEDÉSI REND VÁRHATÓ HATÁSAINAK ELŐREBECSLÉSE

Ahogy a bevezetőben is említésre került, bármilyen típusú gyorsított viszonylat közlekedetésének nyilvánvaló előnye az utazási idő csökkenése, ami időmegtakarítást jelent az utasoknak és az üzemeltetőnek is. Azonban egy egységes, sűrűn közlekedő alapviszonylat teljesítményének megosztása és több, specializált viszonylat közlekedtetése mindenképp többletet okoz a megállóhelyi várakozási időben (a fent említettek miatt még a gyors viszonylat utasai számára is). A hatások értékeléséhez az egyik legfontosabb szempont ezeknek az időértékeknek a minél pontosabb számszerűsítése.

A 2. fejezetben bemutatott lehetőségek közül Budakeszi – Budapest között a zónázó közlekedési rend alkalmazása azért nem célszerű, mert a vonal Budakeszi szakaszán is sokan utaznak, nincs olyan jelentős „utaslépcső”, amelyet zónahatárként lehetne alkalmazni, ill. ahol járatokat lenne célszerű visszafordítani. A váltakozó megállási rendet pedig – amellett, hogy egy Közép-Európában szokatlan, az uta-

sok számára nehezen kommunikálható módszer – a létrejövő átszállási kényszer miatt nem érdemes alkalmazni. Így a számszerű elemzés csak a hagyományos, alap- és gyorsjáratokra épülő közlekedési rendet veszi figyelembe.

A cél egy olyan modell kidolgozása volt, amely alapján egy gyorsított viszonylat bevezetése esetén becsülhetők és a jelenlegi helyzettel összevethetők az alábbi értékek:

- az utasok megosztása az alap- és gyorsjáratok között (az összes felszállószám, ill. csúcskeresztmetszet tekintetében is);
- a gyorsjáratok utasai által realizált menetidő-nyereség;
- az utasok által érzékelt megállóhelyi várakozásiidő-növekedés.

3.1. Modellparaméterek, peremfeltételek

A modell két alapfeltevésből indul ki. Az első, hogy a vonalcsoport kapacitása, ill. járatszáma nem változik, azaz a gyorsjáratok meglévő alapjáratokat váltanak ki. Ez egyrészt azért fontos, mert így a gyorsítás hatásai önállóan, bármilyen más módosítástól függetlenül számszerűsíthetők; másrészt az üzemeltetői költségek elhagyhatók az optimalizálás cél-függvényéből, ugyanis azok változása nem jelentős (pontosabban kis mértékű, a modellben nem számszerűsített csökkenésük várható, de az egyes változatok között ebben nem várható érdemi különbség).

A másik alapfeltevés, hogy a kétféle járat egymással összehangoltan közlekedik. Ez ugyanis az utasok megállóhelyi várakozási időinek mind a várható értékét, mind a szórását csökkenti a hangolatlan rendszerhez képest, így annál lényegesen megbízhatóbb szolgáltatást jelent. (Ezzel a gyakorlati tapasztalatok is összhangban vannak: a korábbi 22E viszonylat fent említett sikertelenségének fő oka is a hangolás nélküli, megbízhatatlan közlekedés volt.) Továbbá a hangolt rendszer hatásai jobban is modellezhetők: egyrészt a modellparaméterek száma csökken, mivel a követési időknek csak néhány lehetséges kombinációja hangol-

ható össze egymással; másrészt a megállóhelyi várakozási idők, ill. az utasok járatválasztása (amely relációkban lehetséges) is sokkal pontosabban becsülhető, mivel a járatok közötti (menetrend szerinti) követési idők ütemesen ismétlődnek.

Ezen kívül a modell két fő bemenő adatcsoportra támaszkodik:

- A vonal megállóhelyi le- és felszálló utasszámjai: a Volánbusz adatszolgáltatása alapján, egy pandémia előtti hétköznap egész napi adatsora 15 perces bontásban.
- Egy megállás időigénye, másként az egy megállóhely kihagyásával elérhető időnyereség; azaz a tényleges állásidő, valamint a gyorsítás és lassítás időigénye. Több budapesti gyors viszonylat (7E, 20E ill. 224E) és velük párhuzamos alapviszonylatok megállási rendjét, ill. menetidőit vizsgálva ez az érték jelentős szórást mutat (általában még egy viszonylat két irányára is), azonban a több mint 50 kihagyott megállóhely alapján átlagként kapott 28 s-os érték jó közelítésnek tekinthető. (Ez a szakirodalomban – pl. [8],[10] – általában feltételezett 30 s-mal is összhangban van.)

A szolgáltatási jellemzőket a következő három paraméter írja le:

- Közös követési idő: az alap- és gyorsjáratok együttes, átlagos követési ideje (megegyezik az eredeti, csak alapjáratos közlekedés követési idejével) a közös megállóban. A jelenlegi menetrend szerint csúcsidőben 18 járat/óra/irány közlekedik. Ez alapján e paraméter értéke a modellben 200 s volt. (Az optimalizálás első lépése a csúcsidei szolgáltatás megtervezése volt, de később a ritkább követési idők melletti működés is az elemzés része lett.)
- Megállási rend (a gyorsjáratok által kihagyott megállóhelyek): a vonal összesen 24 megállóhelye közül 8-14 közötti számú, a le-/felszálló, ill. áthaladó utas-

forgalmuk alapján manuálisan kiválasztott megálló kihagyására készültek változatok (adott számú kihagyott megállás mellett általában többféle megállóhely-kombinációra is).

- A járatok hangolása: ezt a gyors- és alapjáratok számának aránya, ill. az egyes járatok közötti követési idők írják le; erre is számos változat került vizsgálatra.

Megemlítendő, hogy a vonalcsoponton jelenleg három viszonylat (22, 22A, ill. 222) közlekedik, amit a modellben is kezelni kellett. Ezek közül a 22-t és 22A-t a jövőben tervezetten összevonják (minden járat a külső végpontig fog közlekedni). A számítás már ezt az állapot tekinteti „jelenlegi” helyzetnek. A 222-es viszonylat, – amely a 22-esből Budakeszi területén ágazik ki – indulásai pedig mind alapjáratként jelennek meg a modellben (tehát a kapott alapjárat menetrend egyes indulásai erre közlekednek, a fő ággal összehangoltan). Mivel e viszonylat megállási rendje és indításszáma is változatlan marad, az önálló szakasza felől érkező, ill. oda tartó utasoknak érdemben nem változnak az eljutási lehetőségei, őket a számításnál nem kell külön figyelembe venni, míg a közös szakaszon az utasok az alapjáratokkal összevonva kezelhetők.

3.2. A célértékek számítási módja

A modell létrehozásának kiinduló lépése a vonalcsoport megállóhelyei közötti célforgalmi (honnan-hová) mátrix létrehozása. Ez a napi le- és felszálló utasszámokból az analitikus forgalom-előrebecslésben gyakran alkalmazott gravitációs modell [16] segítségével történt. A gravitációs modell külön-külön lett lefuttatva a vonalcsoport két irányára (azaz a mátrix főátló feletti, ill. alatti háromszögére), 8-8 iterációval; az ellenállásfüggvény pedig a megállóhelyek közötti távolság 0,6-odik hatványa volt, vagyis degresszív módon függött a távolságtól. (Ez a kitevő oly módon lett kalibrálva, hogy a modell az iteráció során minél kevesebb lépésben, minél pontosabban közelítse a tényleges érkező forgalmakat, azaz leszállószámokat. Az 1-nél kisebb értéket az indokolja, hogy a nagyon rövid utazások ese-

tén sokan más módot – pl. gyaloglás – választanak, így akik ténylegesen igénybe veszik a járatokat, jellemzően hosszabb szakaszon utaznak.) A gravitációs modell minden olyan megállópárra is kiszámol értéket, amelynek a valóságban nincs relevanciája. Azon megállóhelyek között, amelyek közelében nem található jelentős forgalomvonzó létesítmény (pl. nagyobb üzlet, közintézmény stb.), csak lakóhelyek, ezért nem reális célforgalommal számolni, ezeket érdemes lehet valamilyen korrekcióval nullává tenni. Azonban közvetlenül a gravitációs modellből kapott mátrixban az ilyen megállóhelyek egymás közötti forgalma mindössze napi 62 utazásra adódott, ami nem éri el a sarokösszeg 0,3%-át. Az ez által okozott esetleges torzítás elhanyagolhatónak tekinthető, így a mátrixon további korrekció ezek kiszűrésére nem történt.

Ebből a mátrixból már önmagában kiszámítható, hogy egy-egy megállási rend esetén az utasok mekkora része számára lehet megfelelő a gyorsított viszonylat. (Egy kilenc megálló kihagyásával számoló változat esetén pl. ez a két irányban 71-74%, tizenkét megálló kihagyásánál 51-57%.) Ezek az arányok azonban önmagukban nem adják meg a gyorsjáratokat igénybe vevő utasok számát, számukra ugyanis az alapjárat is megfelel, és a menetrendtől (ill. az utas megállóba érkezésének idejétől) függően gyorsabb eljutást is biztosíthat. Így az utasok járatválasztásának modellezéséhez a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- Kiszolgálja-e a kiinduló- és a célpontot is a gyorsjárat: valódi választási lehetőség csak ebben az esetben van, különben csak az alapjárat biztosít eljutást (a vonalcsoporton belüli átszállással nem számol a modell);
- A kiinduló- és célpont között várhatóan megelőzi-e a gyorsjárat az előtte haladó alapjáratot: ettől függ, hogy érdemes-e egy utasnak megvárnia a gyorsjáratot, vagy az elsőként érkezőre érdemes felszállnia;
- Milyen követési idők vannak a járatok között az egyes megállóhelyeken (ez a

gyorsjárat rövidebb menetideje miatt a vonal mentén is változik a közös megállóhelyeken): ettől függ, hogy az utasok mekkora része melyik járatra tud felszállni hamarabb.

A járatválasztási modell azt feltételezi, hogy minden utas ismeri – akár online információs rendszer segítségével – a számára leggyorsabb eljutási lehetőséget, és azt is választja. A valóságban ez valószínűleg nem történne teljes mértékben így, az azonban feltételezhető, hogy mindkét típusú viszonylatra esne valamennyi hibás (nem optimális) választás. Ezért összességében mégis az tűnik a legjobb közelítésnek, hogy az utasok az eljutási idők alapján racionálisan választanak járatot. A bemutatott szempontokat a modell a honnan-hová mátrix minden elemére külön-külön megvizsgálja, és ennek megfelelően osztja szét az utasokat:

- Ha a kiinduló- vagy a célpont bármelyikénél nem áll meg a gyorsjárat, a részesedése 0% lesz az utasszámból;
- Ha megáll,
 - de a két pont között nem előzi meg az alapjáratot, akkor – egyenletes eloszlás szerinti utasérkezést feltételezve – a követési idők arányában osztja meg az utasokat a járatok között;
 - és előz is, akkor az előtte haladó alapjáratra eső utasok is a gyorsat választják (ha járatok aránya 1:1, azaz minden alapjáratot gyors követ, akkor utóbbiak részesedése 100% lesz).

A járatválasztásból adódik a gyorsjáratok utasszáma, ebből pedig – a kezdő- és célpont figyelembevételével – számítható az általuk realizált időmegtakarítás is.

A megállóhelyi várakozási időt a modell a járatválasztásnak megfelelően többféle módon számítja. A kimondottan az egyik viszonylatra várakozók számára ez az adott viszonylat saját követési idejének 50%-a (szintén az egyenletes utasérkezés miatt, ill. mivel 10 percnél nagyobb követési idő a vizsgált esetekben nem adódott [13]). Akiknek bármelyik

járat megfelel, azok elvben a közös követési időt érzékelnék, azonban mivel a különböző járatok nem egyenletesen követik egymást, a várakozási idő számítása bonyolultabb. Ugyanis figyelembe kell venni, hogy a két járat közötti hosszabb követési idő alatt több utas is érkezik a megállóba, vagyis többen fogják a hosszabb követési időt érzékelni, mint a rövidebbet. Ezt a modellt kezeli, a számításnál a várakozási időket súlyozza az adott időközben érkezők számával. Végül a kapott várakozási időknak a jelenlegi helyzethez (sűrű alapjárat) viszonyított növekedése van figyelembe véve idővesztésként.

4. A SZOLGÁLTATÁSI PARAMÉTEREK OPTIMALIZÁLÁSA

A gyorsjáratok közlekedtetésének számos, különböző változata került elemzésre, hogy kiválasztható legyen a 22-es vonalcsoporton megvalósítható legmegfelelőbb szolgáltatás. Az optimalizáció egyik célja értelemszerűen a legkedvezőbb időmérleg elérése (amely alatt a menetidőnyereség és a várakozásiidő-vesztés előjeles összegét értjük, a megtakarítást pozitív előjelűnek tekintve). Emellett azonban fontos az utasok minél egyenletesebb eloszlása is a járatok között, különben akár utaslemaradás is előfordulhatna, ill. a járatválasztási modell sem lenne érvényes.

Elsőként a viszonylatok járatszámai közötti megoszlást kell meghatározni. A két viszonylat követési idői a hangolhatóság érdekében csak egymás egész számú többszörösei lehetnek (beleértve természetesen az egyszerű szorzót is). Azonban minél nagyobb ez a szorzószám, annál hosszabb lesz a ritkábban közlekedő viszonylat követési ideje, ami egyrészt rontja a szolgáltatás vonzerejét (különösen csúcsidőszakon kívül), másrészt az utasok egyenletes eloszlása is nehezen lesz megvalósítható. Ezek a problémák bizonyos mértékben már kétszeres szorzónál is jelentkeznek, de ekkor még kezelhető mértékűek, ennél nagyobb különbség alkalmazása viszont nem célszerű. Ugyanakkor az alap- és gyorsjáratok száma közötti 1:2 és 2:1 arányok esetén is van egy fontos eltérés

a két eset között: míg ritkább alapjáratnál (1:2 arány) a kisebb forgalmú megállóknál a követési idő a jelenlegi 3-szorosára nőne, ami nehezen felvállalható, addig sűrűbb alapjáratnál (2:1 arány) csak átlagosan másfélszeresére, ami ebből a szempontból még az azonos követési idejű esetenél (1:1 arány) is kedvezőbb. Mindezekre tekintettel az 1:2 arány már modellezés előtt elvetésre került, a számszerű elemzésbe a 2:1 és 1:1 arányú változatok lettek bevonva.

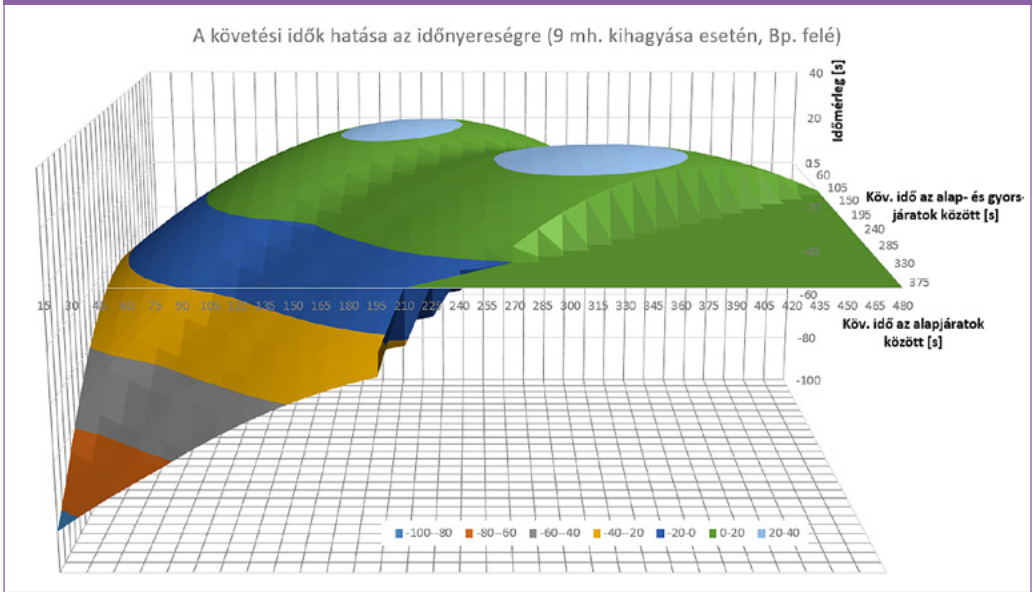
A 2:1 arányú, |; alap – gyors – alap :| ütem esetén annak hossza a három járatonkénti ismétlődés miatt $3 * 200 = 600$ s (csúcsidőben). Ekkor a hangolás két követési idő-értékkel írható le (a harmadik idő az ütem hosszából adódik). Így ennek optimalizálása több dimenzióban szükséges. A modell számos változatra le lett futtatva, az előre definiált megállási rendek mellett mindkét időértékeket 15 s-onként léptetve. Ezek eredményét szemlélteti kilenc kihagyott megállóhely esetén a 2. ábra.

Az ábrán a legszembevetőbb, hogy az időmérlegnek két lokális maximuma van, amelyeket egy mélyebb „völgy” választ el. Ennek magyarázata a modell működésénél leírt előzési kérdéskör, az utasok ugyanis egészen másképp választanak járatot, ha van, ill. ha nincs előzés a járatok között. A „völgy” azon a határon húzódik, ahol éppen utol tudja érni a gyorsjárat az alapjáratot; e fölött, ill. alatt két különböző optimum adódik. (Ezen kívül a diagram azon része, ahol a két időérték összege meghaladja a teljes ütem hosszát, nem értelmezhető, az ábrán 0 értéket vesz fel.)

Többféle megállási rendnél is megvizsgálva a követési idők lehetséges kombinációit, nem adódott az 1:1 arányú változatoknál kedvezőbb időmérlegű megoldás. Így – a már korábban is említett üzemeltetési nehézségeket (csúcson kívüli ritka követés, utasok eloszlása) is tekintve – a 2:1 járatszámarány is elvetésre került.

Ebből következően minden második buszjáratot célszerű gyorsjáratként közlekedtetni, az ütem így |; alap – gyors :|; hossza $2 * 200 = 400$ s. Ekkor a modellben adott megállási rend mellett egyetlen követési idő marad pa-

2. ábra: A modell alapján becsült időmérték 2:1 (alap:gyors) járatszámarány és kilenc kihagyott megállóhely esetén a követési idők lehetséges kombinációira, Budapest felé



raméterként. Ebben az esetben is kiszámításra kerültek a célértékek többféle megállási rend mellett a lehetséges követési időkre (5 s-os lépésközzel), ennek néhány eredményét a 3. és 4. ábra mutatja be. Az ábrákon az időmértéken (folytonos vonalak, bal függőleges tengely) kívül fel van tüntetve a gyorsjáratok becsült részesedése is a teljes utasszámból (szaggatott, ill. pontozott vonalak, jobb tengely), mind a vonal csúcskeresztmetszete – amely a kihasználtság miatt fontos –, mind pedig a teljes felszállószám tekintetében.

Az előző ábrához hasonlóan az időmérték-függvényekben itt is található egy ugrás, ill. annak mindkét oldalán egy-egy lokális optimum, aminek magyarázata ez esetben is az előzés hatása. Megfigyelhető emellett az is, hogy a függvények meredeksége a maximumhelyek közelében igen kicsi, vagyis a követési idők ezek körüli változásával az időmérték csak kis mértékben romlik.

Számos eset vizsgálata után két olyan változat adódott, amelyek csúcsidőben kiemelkedően jó eredményeket adtak, ugyanakkor egymástól lényegesen különböztek:

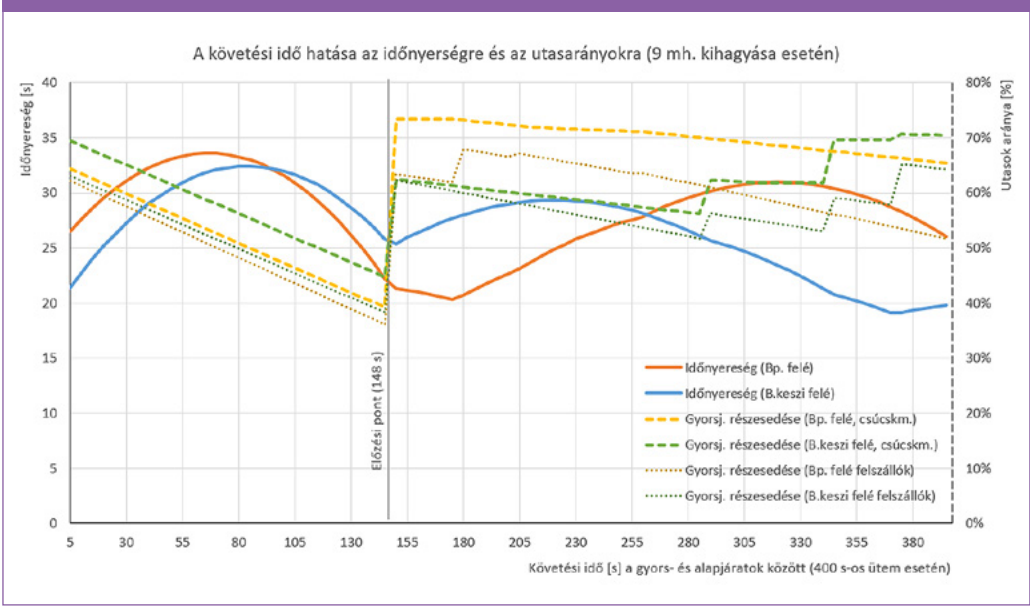
A. kilenc kihagyott megállóhely, előzés nélkül (egy ütemen belül a gyors kb. 1 perccel az alapjárat előtt indul a végállomásról, így az előtte haladó alapjáratot nem éri utol, mivel a menetideje 4,2 perccel rövidebb);

B. tizenkét kihagyott megállóhely, előzéssel (ütemen belül a gyors kb. 3 perccel az alapjárat után indul a végállomásról, menetideje pedig 5,6 perccel rövidebb).

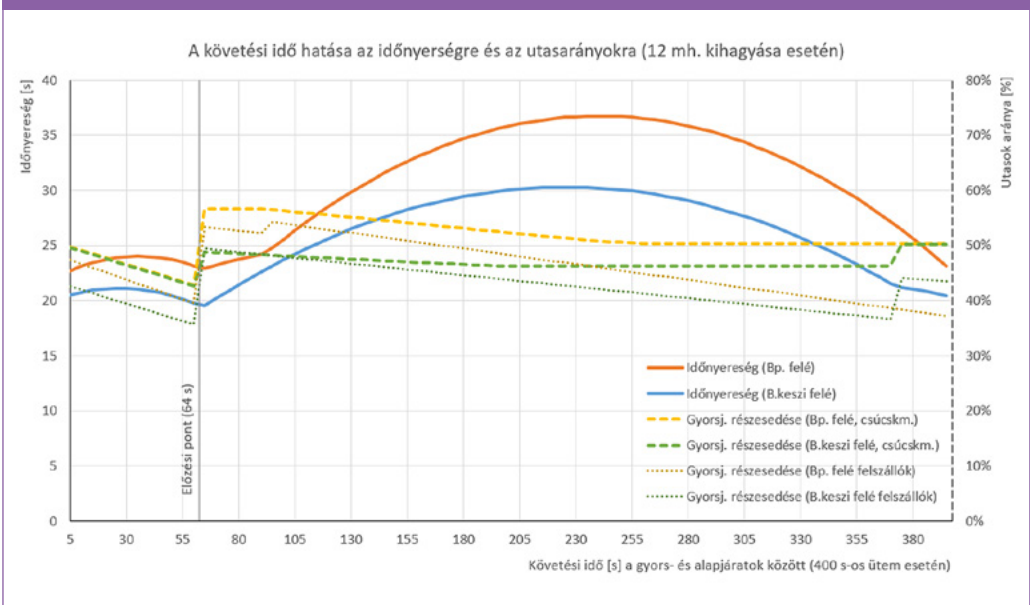
A fenti két változatban egyaránt kb. 50-50%-ban oszlanak meg az utasok a két viszonylat között a vonal csúcskeresztmetszetében, így megvalósításra alkalmasak, időmértékük pedig utasonként (az vonal összes utasára átlagolva) 30 s felett van. (A B változat mindkét szempontból néhány százalékkal kedvezőbb eredményeket ad.)

Mivel az elért eredmények nagyon hasonlóak, a vizsgálatot érdemes volt kiterjeszteni nagyobb követési időkre is, a csúcsidőn kívüli időszakokat modellezve. Ezekben az esetekben mindkét változat időmértéke romlott, hiszen így – a menetidők változatlansága mellett – a várakozási idők megnöttek. Viszont ez a

3. ábra: A modell eredménye 1:1 alap:gyors járatszámarány és kilenc kihagyott megállóhely esetén a lehetséges követési időkre



4. ábra: A modell eredménye 1:1 alap:gyors járatszámarány és tizenkét kihagyott megállóhely esetén a lehetséges követési időkre



hatás a két változatnál különböző mértékű, az A változat időmérlege jóval kevésbé csökkent: még 5 perces közös követési időnél is 10 s feletti időmérleget adott, míg a B változat ekkor már határozottan negatívát.

Az előzést tartalmazó, ill. anélküli változatokat összehasonlítva néhány általános megállapítást is meg lehet fogalmazni:

- Míg előzés nélküli esetben az utasszám érzékeny a hangolásra, előzéses esetben ez alig jelentkezik (hiszen ekkor az utasok jelentős része ettől függetlenül választ járatot). Ez mindkét esetben lehet előny és hátrány is: pl. az előzéses esetben késés esetén sem változik jelentősen az utasok aránya, ugyanakkor ezt szándékosan, a menetrend módosításával sem lehet jelentősen befolyásolni.
- Az előzéses változat nagyon érzékeny a közös követési időre (ennek egyik oka, hogy ha ütemen belül arányosan nőnek a járatok közötti követési idők, akkor egy érték felett már nem történne meg az előzés, amire a többi paraméter, pl. a megállási rend optimalizálva volt).
- A modell eredményeitől függetlenül, üzemeltetési szempontból az előzés lebonyolítása jelenthet nehézséget, hiszen az autóbuszoknak ki kell kerülniük egymást, így pl. buszsáv esetén is szükség van autóbuszöblökre, vagy ki kell sorolni a normál közúti sávba.

5. EREDMÉNYEK

Az összes szempontot figyelembe véve az A változatot célszerű megvalósítani. Ennek javasolt szolgáltatási jellemzői a következők szerint foglalhatók össze:

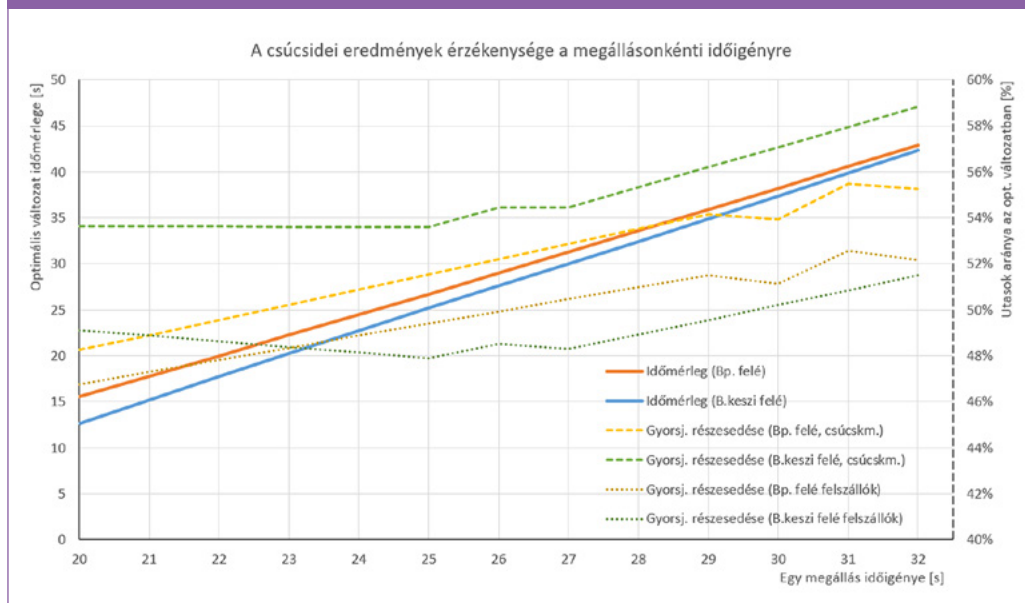
- A gyors viszonylat üzemideje hétköznap 6-tól 20 óráig tart, amikor a közös követési idő maximum 5 perc. (A hétfélig közlekedés ennél ritkább, ekkor gyorsjáratok közlekedése nem javasolt).
- A vonalcsoponton minden második autóbusz gyorsjárat. A gyorsjáratok az alapjárat előtt napszaktól függően 1-3 perccel indulnak a végállomásról, így nem érik utol az előző alapjáratot.
- Megállási rend: a gyorsjáratok a budakeszi végállomástól a városhatáráig (Szanatórium u.) minden megállóhelyen megállnak, onnan tovább csak az alábbiakban: Országos Korányi Intézet (OKI), Vízművek, Kuruclesi út, Budagyöngye, Szent János kórház, Széll Kálmán tér; így 9 budapesti megállóhelyen haladnak át megállás nélkül (5. ábra).

Az optimális paraméterek mellett az utasszámok becsült megoszlása a modell szerint minden napszakban és mindkét irány csúcskeresztmetszetében legfeljebb $\pm 2,5\%$ -kal tér el az ideális 50-50%-os értéktől, így egyik viszonylat sem lesz túlterhelt. Az elérhető időmegtakarítás (a vonalcsoport összes utasára, így az alapjáratokkal utazókra is átlagolva) utasonként kb. 23,5 másodperc, ami összesítve naponta kb. 144 utasóra időmegtakarítást jelent; ez a vonal utasai teljes időráfordításának (az utazási és várakozási idő összegének) 2,78%-a. Ez az érték a szakirodalomban közölt eredményekhez (pl. [8]) képest jónak mondható, 2%-nál jobb várható eredményt csak kevés útvonalon sikerült kimutatni (ráadásul utóbbi érték csúcsidőszakra vonatkozik, amelyet önmagában tekintve a 22-es vonalcsoponton még nagyobb, 3,92%-os az időnyereség).

5. ábra: A gyors viszonylat megállási rendje a javasolt A változatban (a fontosabb megállóhelyek elnevezéseivel)



6. ábra: Érzékenységvizsgálat a megállásonkénti időigény változására



A modellből kapott elméleti eredményekkel kapcsolatban azonban szükséges néhány dolgot megjegyezni. Az első, hogy a gyakorlatban elérhető eredmények a fentieknél valamivel kedvezőtlenebbek lehetnek, ugyanis a hazai gyakorlatban a menetrendek egyperces pontosságúak. Ezzel az elméleti optimumok nem érhetők el pontosan, a gyakorlatban is elérhető időnyereség így napi 100 utasóra (2%) körüli értékre becsülhető.

Emellett kiemelendő, hogy a modell érzékeny a bemenő időértékekre. A közös követési idő hatása már a csúcsidőn kívüli időszakokban is látható volt, de ehhez hasonlóan, nagyobb befogadóképességű (pl. csuklós) autóbuszok esetleges üzembe állítása is ritkább követési időket jelentene. Ezért utóbbi esetben szintén jelentősen változhatnak az eredmények, az időmegtakarítások csökkenhetnek, ill. a gyorsjáratok közlekedtetése is rövidebb üzemidőben lehet célszerű.

A modell megállásonkénti időigényre való érzékenységét érdemes volt részletesebben is megvizsgálni. Ennek során a paraméter kü-

lönböző értékei (ill. a fent javasolt megállási rend) mellett adódó optimális, előzés nélküli változatok időmérlege, ill. utasarányai álltak elő.

A csúcsidei eredményeket bemutató diagramon (6. ábra) látható, hogy a megállásonkénti időigény változásával az időmérleg közel lineárisan változik. Ha pl. a számításnál figyelembe vett 28 s helyett a gyakorlatban csak 24 s adódna, azzal az időmérleg kb. 25-30%-kal romlana, az optimális követési idő 10-20 s-os változása mellett. (Ugyanezt az összehasonlítást csúcsidőn kívül, 5 perces közös követési időre elvégezve az időmérleg még nagyobb arányban, 50-60%-kal csökken, viszont még így is pozitív marad.) Vagyis, ha a gyakorlatban a gyorsjáratok menetideje a becsülttől jelentősen eltérne, annak érdemi hatása lenne a menetidő-nyereségre, amit ez esetben célszerű lenne újra vizsgálni. Ugyanakkor ez a járatok tényleges hangolását valószínűleg nem befolyásolná, mivel a menetrend egyperces felbontásánál kisebb mértékben változna az optimális követési idő, tehát a szolgáltató részéről nem feltétlenül volna szükség menetrendi módosításra.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

Bár a fent bemutatott időmegtakarítások nem kiemelkedők a vonalcsoporra jellemző teljes eljutási időkhöz képest, a bemutatott számítási modell azt egyértelműen igazolta, hogy az utasok számára időben kedvezőbb a gyorsjáratú szolgáltatás bevezetése a jelenlegi állapothoz képest (kb. 2-3%-os időnyereség érhető el). Ez ráadásul további, a modellben nem számszerűsített előnyökkel is járna, például:

- Gyorsjárat attraktivitása, utasvonzó hatása: a rövidebb menetidő jól kommunikálható, általában jobban felkelti a figyelmet, mint az emiatt növekvő követési idők. Mindez egy esetleges jövőbeni P+R rendszer sikeressége szempontjából is kiemelten előnyös lehet. A szakirodalomban is alkalmazott érzékelt eljutási idő gyorsjáratok esetében valószínűleg kisebb lesz, mint a valós eljutási idő, mivel az utas a gyors haladást kedvezőbbnek érzékeli.
- A modell az utasok véletlenszerű, egyenletes megállóba érkezésével számol, azonban a gyakorlatban ez várhatóan kedvezőbb lesz, ha az utasok egy része figyelni a dinamikus utastájékoztatót, ill. jobban alkalmazkodik a menetrendhez. Ezáltal az ő várakozási idejük csökken, míg gyorsjáratokkal utazók aránya és időnyeresége nőhet. (Igaz, utóbbi esetben a gyorsjáratok zsúfoltsága is nagyobb lehet, de ez bizonyos mértékig önmagát szabályozó folyamat.)
- Üzemeltetői előnyök: bár a vonalcsoporthoz járműkilométer teljesítménye nem változna, a rövidebb fordulódő az üzemeltető számára is előnyös, akár járműmegtakarítást is lehetővé tesz. (A javasolt változatban a gyors viszonylat menetideje a két irányban összesen kb. 8,4 perccel rövidebb lenne; ami az üzemidő jelentős részében a saját követési idejénél nagyobb, így elméletileg egy jármű megtakarítható ezekben az időszakokban.) Emellett a csökkenő megállásszám várhatóan mérsékli az energiafelhasználást is.

A gyorsított viszonylattal kapcsolatban – mivel a javasolt változat menet közbeni előzéssel nem számol – többlet infrastruktúra-igény csak a végállomáson merül fel, ahol vizsgálandó külön álláshely biztosítása. Ugyan a jelenlegi, gyorsjárat nélkül közlekedési rend megbonthatása hátrányokkal is jár (többféle viszonylat, melyek érzékenyek a hangolásra; bonyolultabb utastájékoztatás), a bemutatott előnyökre tekintettel a gyorsjáratú szolgáltatás bevezetése Budakeszi – Budapest között egyértelműen javasolható.

A 22-es autóbuszcsalád példáján bemutatott módszert a jövőben célszerű más, sűrű követési idejű közforgalmú útvonalakra is alkalmazni; ennek segítségével további helyszínek azonosíthatók, ahol érdemes lehet a járatok gyorsításával vonzóbbá tenni a szolgáltatást. Mivel a modell figyelembe veszi a járatok hangolását, ezért egyrészt az eddig ismert módszereknél pontosabb becslést ad az utasok időmértékére, másrészt képes azonosítani az előzés nélküli menetrendi struktúrákat, amelyek akár kötőpályás vonalak esetében is alkalmazhatók, ezzel a módszer alkalmazási területe tovább bővíthető.

A számítási modell a jövőben három fő irányba fejleszthető tovább:

- Ha nem csak az egyik, hanem mindkét viszonylat megállási rendje módosítható (a mostani változatban az alapviszonylat minden megállót kiszolgál), akkor modellezhetővé válnak egyéb gyorsítási koncepciók is, mint a zónázó közlekedés vagy a váltakozó megállási rend.
- A előzőekkel összefüggésben figyelembe veendő az egyes viszonylatok közötti átszállások lehetősége is. (Zónázó, ill. váltakozó megállási rendeknél ez bizonyos relációkban szükséges is, de előzéses gyorsjáratú közlekedésnél is jelenthet gyorsabb eljutási lehetőséget.)
- A módszer jelenleg előre definiált megállási rendeket vizsgál, amelyek az elhagyandó megállóhelyek utasforgalmai alapján számos változatban, de ma-

nuálisan lettek kiválasztva elemzésre. A jövőben célszerű ezek optimalizálását is bevonni a modellbe; a nagyszámú lehetséges kombináció miatt valamilyen heurisztikus módszer (pl. evolúciós algoritmusok) alkalmazásával.

E fejlesztések eredményeként a modell alkalmassá válna valamennyi gyorsítási módszer egységes vizsgálatára és optimalizálására; ill. ezek hatásai még pontosabban előre jelezhetők lennének.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Zsámbéki-medence autóbuszos közlekedésének fejlesztése. Javaslati dokumentáció – Bírálati terv, 2022. (megrendelő: BFK Zrt., generál tervező: UVATERV Zrt.); Községi közlekedési javaslatok fejezet (BME Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék)
- [2] Változások Budakeszi közlekedésében. BKK, 2012. május 9. (<https://budapest.hu/Lapok/Változások-Budakeszi-közlekedésében.aspx>; 2023. szept. 28.)
- [3] Vuchic, V.R.: Urban Transit System and Technology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2007. ISBN: 978-0-471-75823-5
- [4] Borza V.: Lehet nyereséges a vasúti közszolgáltatás – az integrált ütemes menetrend gazdasági alapjai. Közlekedéstudományi Szemle 2007/10. p. 362-372.
- [5] Földiák J. – Kormányos L.: Zónázó struktúrájú menetrendek a Budapest–Esztergom vasútvonalon, a villamosítást követően. VII. Közlekedéstudományi Konferencia, Győr, 2017. ISBN: 978-615-5298-95-0, p. 177-189.
- [6] Leiva, C. – Muñoz, J. – Giesen, R. – Larrain, H.: Design of limited-stop services for an urban bus corridor with capacity constraints. Transportation Research, Part B, Methodology 44 (10), 2010.: p. 1186–1201., DOI: <https://doi.org/d7dzdn>
- [7] Ulusoy, Y. Y. – Chien, S. I.-J. – Wei, C.-H.: Optimal All-Stop, Short-Turn, and Express Transit Services under Heterogeneous Demand. Transportation Research Record, 2197 (1), 2010.: p. 8–18., DOI: <https://doi.org/dhhmk5>
- [8] Chiraphadhanakul, V. – Barnhart, C.: Incremental bus service design: combining limited-stop and local bus services. Public Transport 5, 2013.: p. 53–78. DOI: <https://doi.org/mbnm>
- [9] Larrain, H. – Muñoz, J.C. – Giesen, R.: Generation and design heuristics for zonal express services. Transportation Research, Part E: Logistics and Transportation Rev. 79, 2015.: p. 201-212 DOI: <https://doi.org/f7gwzw>
- [10] Mei, Y.: Optimal design of skip-stop transit service in a corridor under heterogeneous demand. PhD thesis, The Hong Kong Polytechnic University Department of Electrical Engineering 2019.
- [11] Liang, M. – Zhang H. M. – Rui M. – Wang, W. – Dong, C.: Cooperatively coevolutionary optimization design of limited-stop services and operating frequencies for transit networks. Transportation Research, Part C: Emerging Technologies 125, 2021.: p. 103038 DOI: <https://doi.org/gn3srq>
- [12] Fan, W. Ran, Y.: Planning skip-stop services with schedule coordination. Transportation Research, Part E: Logistics and Transportation Rev. 145, 2021.: p. 102119 DOI: <https://doi.org/gn3sr2>
- [13] Nagy E. – Szabó D. (szerk.): Városi közlekedési kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, 1984. ISBN: 963 10 4921 3, p. 107.
- [14] Kózel M. – Soltész T.: A menetidő törvényszerűségei eloszlásminták alapján a közösségi közlekedésben. Nemzeti Közlekedési Napok konferencia, 2013. nov. 7.
- [15] Hertel, G.; Lehmann, G.; Mittag, M.; Woda, A. (Hrsg.): Verkehrsentwicklung und Verkehrssystemtechnik, EIPOS - Nachschlagewerk, Europäisches Institut für postgraduale Bildung (EIPOS e.V.), Dresden, 1994.
- [16] Horváth Balázs: Tömegközlekedési ráterhelési modellek értékelő elemzése és fejlesztése. PhD doktori értekezés. BME Közlekedésüzemi Tanszék 2005.



A possible establishment of the optimal express bus service between Budakeszi and Budapest

One of the best ways to increase the attractiveness of public transport is to reduce travel time for passengers, which can be achieved by speeding up vehicle trips by skipping certain stops. However, since reducing traffic frequency is detrimental to passengers of missed stops, any change to the service must be preceded by detailed, quantitative research. In contrast to other methods known from the literature, the model considers the coordination of trips and the effects of uneven headways.



Eine Möglichkeit für die Gestaltung des optimal Schnellbus-Verkehrsplans zwischen Budakeszi und Budapest

Eine der besten Möglichkeiten, die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs zu steigern, besteht darin, die Reisezeit für Passagiere zu verkürzen, was durch die Beschleunigung von Fahrten durch das Überspringen bestimmter Haltestellen erreicht werden kann. Da die Reduzierung der Verkehrsfrequenz jedoch für die Fahrgäste der verpassten Haltestellen nachteilig ist, es müssen jeder Änderung des Verkehrsplans detaillierte, quantitative Untersuchungen vorausgehen. Im Gegensatz zu anderen aus der Literatur bekannten Methoden berücksichtigt das Modell die Koordination von Fahrten, bzw. auch die Auswirkungen ungleichmäßiger Folgezeiten.



A repülőtéri állóhelyek kiosztásának optimalizálása többcélú lineáris programozással

A repülőtéri állóhelyek kiosztása többcélú optimalizálási folyamat, amely hatással van az üzemeltetés hatékonyságára, és gyors beavatkozást igényel változó körülményeknél (pl. késések kezelése kedvezőtlen időjárási körülmények esetén), különösen a forgalmas repülőtereken. A repülőtéri állóhelyek kiosztásának modellezése és optimalizálása jelentős tudományos alapú gazdasági eredmény.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.1.4>

Hegyi Patrik – Dr. Csonka Bálint

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
e-mail: hegyip@edu.bme.hu, csotka.balint@kjk.bme.hu

1. BEVEZETÉS

Az állóhelyek kiosztása a légiforgalmi menedzsment feladata, amely során a járatokat a menetrend és a földi kiszolgálási igények alapján rendelik hozzá állóhelyhez és utasforgalmi kapuhoz.

A repülőtéri állóhelyek kiosztása jelentős kihívást jelent a repülőtér-üzemeltetők számára, mivel az hatással van a földi kiszolgálás hatékonyságára, az utasok kényelmére és a légitársaságok elégedettségére, általánosabban a repülőterek infrastruktúrájához és erőforrásaihoz való hatékony hozzáférésre. Ezen túlmenően a változó körülmények (pl. késések) esetén gyors beavatkozást igényel, különösen zsúfolt repülőtereken. A kapacitást úgy kell elosztani, hogy a repülőtér magas színvonalon ki tudja elégíteni a keresletet, és minimálisra csökkentse a zavarok és a keresletcsúcsok negatív hatásait. A napi járatok nagy száma és a kiosztás összetettsége (pl. a repülőgépek mére-

te és a légitársaságok preferenciái) miatt a kézi kiosztás nem hatékony. Ezért felmerül az igény az állóhelykiosztó eljárásokra.

Az optimalizálási módszereket széles körben használják kapacitáskorlátozott környezetben [1], [2]. Ebben a cikkben egy egészértékű lineáris programozási modellt és optimalizáló módszert mutatunk be a repülőtéri állóhelyek kiosztására, ami a cikk tudományos értéke. Azonosítjuk a repülőterek infrastruktúrájához való hozzáférést, a költségeket és a szolgáltatás minőségét befolyásoló főbb tényezőket. Többek között figyelembe vesszük a zavarokkal szembeni ellenálló képességet kiegészítő puffertidők meghatározásával, az utasok gyaloglási távolságát és a légitársaságok preferenciáit, ami a fő újdonságot jelenti.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az elmúlt két évtizedben a légi közlekedésben jelentősen megnőtt a kereslet, ami a nagy repü-

lőterek fejletlen infrastruktúrája miatt korlátozott kínálattal párosult. Ez világszerte torlódásokhoz és késésekhez vezetett a nagy forgalmú repülőtereken. A repülőtéri kapacitásgazdálkodás témája ezért jelentős tudományos figyelmet kapott [3]. A hatékony repülőtéri üzemeltetés meghatározása fontos és kritikus probléma a repülőterek, a légitársaságok, az utasok és más érdekelt felek számára. Sőt, a következő években várható forgalomnövekedés miatt valószínűleg még inkább azzá válik [4].

A repülőtereken felmerülő egyéb elosztási problémák közé tartozhat az utasbiztonsági ellenőrzés során alkalmazott átvilágító kapuk optimális számának meghatározása [5]; az utasfelvételi (check-in) pultok elosztása [6], [7], a hátratólási idő tervezése [8], a gurulási mód kiválasztása [9], valamint a résidőkiosztás [10]. A növekvő légi forgalom, az emelkedő üzemanyagköltségek és a szigorúbb környezetvédelmi célok miatt a földi mozgások hatékony működtetése az idő és az üzemanyag-fogyasztás szempontjából egyre sürgetőbb kérdéssé válik. A probléma lehetséges megoldásait több tudományos cikk is tárgyalja.

A gurulási idő pontos meghatározása és a megfelelő indulás előtti irányítási stratégiák kiemelkedő fontosságúak az együttműködő repülőtéri döntéshozatal (ACDM) keretében [11]. Például a guruló repülőgépek indulási ütemtervének és sebességprofiljának egyidejű meghatározása, többcélú optimalizálási problémaként fogalmazható meg [12].

Mivel a repülőtéri állóhelykiosztási probléma az általános hozzárendelési probléma speciális esete (a sor- és oszlopösszegnek nem kell 1-et adnia), ezért a komplexitása is hasonló. Emiatt a probléma matematikai modellezése általában a hozzárendelési probléma modellezési technikáin alapul [13].

A leggyakrabban használt modellek a következők [14]: lineáris programozás, kvadratikus programozás, dinamikus programozás, vegyes egészértékű lineáris és nemlineáris programozás, sztochasztikus programozás, robusztus optimalizálás, heurisztikus optimalizálás [15] és modell prediktív szabályozás.

A módszerek egyesíthetők a Bayes-modellezés és a metaheurisztika előnyeivel, hogy robusztusabb megoldásokat hozzanak létre a repülőtéri járatkimaradásokra [16]. Például Bagamanova és Mota által javasolt módszer jól működik vészhelyzetekben és fennakadások, zavarok esetén [16].

Amennyiben az egyes repülőtereken található szervezetek, valamint utasok számára fontos szempontokat is figyelembe kell venni, akkor a multikritériumos állóhelykiosztási modellek nyújthatnak segítséget.

A preferenciák jellemzésére fuzzy logika [17] vagy sztochasztikus megközelítések [16] alkalmazhatók. Ezen módszerek érzékenyek a különböző repülőter-használók szempontjainak figyelembevételére.

A modellek összehasonlítása [18] segít a megfelelő modell kiválasztásában, azok előnyei és hátrányai alapján. A vegyes egészértékű programozáson (MIP) alapuló megközelítések lényegesen jobb megoldásokat adnak, mint például a mohó algoritmus. A MIP modellek megoldásának számítási időszükséglete alacsony néhány ezer változó esetén is. A térbeli dekompozíciós heurisztika a legtöbb esetben optimális, az időbeli dekompozíciós heurisztika pedig nagyon jó megoldásokat ad.

A modellezés fontos eleme a célfüggvények meghatározása és a kívánt célok elérése. Az állóhely-kiosztás esetében a leggyakoribb célok a következők:

- gyaloglási idő minimalizálása: [15], [19], [20]
- autóbuszos beszállítás számának minimalizálása: [18]
- vontatási, illetve hátratólási műveletek számának minimalizálása: [20]
- költségek minimalizálása: [15]
- terminál közeli állóhelyekre kiosztott járatok számának maximalizálása: [18], [20]
- a bevételek maximalizálása: [20].

Általában ezeket a célokat többcélú optimalizálási problémává alakítják át. Egy köze-

pes (≈ 10 millió utas évente) kínai repülőtér többszempontú optimalizálása után az utasok által megtett teljes távolság 4512 lépéssel csökken, miközben egy állóhely megtakarítható, és a többi állóhely használatának hatékonysága 31%-kal nő [15].

Az állóhelykiosztási terv elkészítése összetett, többszereplős művelet, ugyanakkor nincs rá olyan iránymutatás, mint a résidőkiosztásra [21]. A különböző üzemeltetők másképp is végezhetik, például az amszterdami Schiphol repülőtéren a végleges tervet három, különböző információkon alapuló terv kidolgozása előzi meg [22]. Ezen a repülőtéren a járatok állóhelyekre történő kiosztása egy kvadratikuss, több szempontú programozási probléma, ami nem korlátozódhat a járatokra és a kapukra, hanem a repülőgépek elhelyezését a repülőtér egyéb helyein is magában kell foglalnia [23].

Ilyen egyéb hely lehet például a repülőgépeket karbantartó vállalat hangárja. Qin és szerzőtársai által javasolt probléma célja a karbantartási megbízások olyan részhalmazának azonosítása, amely maximális nyereséget és megvalósítható parkolási ütemtervet biztosít egy csúcsonapon [24]. A feltételezés szerint a repülőgépek mozgása között nem lehet átfedés, és az ütközés kockázatát az egyes repülőgéppárok közötti legrövidebb távolság alapján minimalizálni kell. A repülőgéppárok közötti átfedés megakadályozására No-Fit Polygon (NFP) mechanizmust használták. Kétlépcsős MIP-megközelítést alkalmaztak, amelyben az első modell a karbantartási megbízások azon részhalmazának megtalálására szolgált, amely a legnagyobb tartalékkal rendelkezik, míg a második modell a felülvizsgált NFP-k alapján maximalizálja a teljes biztonsági tartalékot.

Az állóhelyek beszélő kapukon keresztül érhetők el, ezért ezeket az állóhelyek

mellett járatokhoz is kell rendelni. A járatok kapukhoz való hozzárendelésének feladatát kapuhozzárendelési problémának (GAP) nevezik. Alapvető formájában a GAP olyan minimális költségű hozzárendelést talál, hogy egyszerre csak egy repülőgép foglalhasson el egy kaput. A modellek lehetnek egy- [25] vagy többcélúak [26], [27]. Különböző matematikai módszerek is alkalmazhatók, például többkritériumos elemzés [28], statikus megoldás [29], sztochasztikus [30] vagy akár metaheurisztikus megközelítés [31].

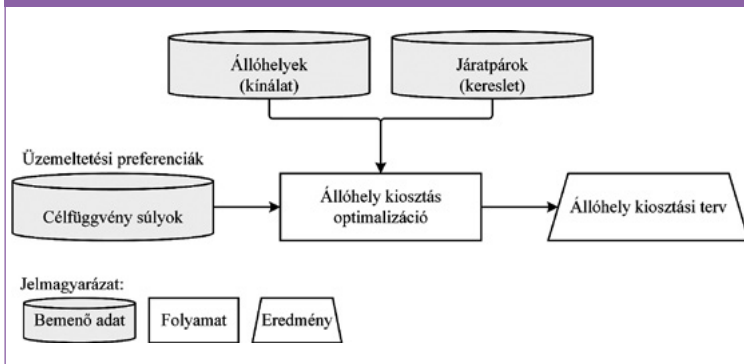
A szakirodalmi áttekintés alapján megállapítottuk, hogy a korábbi tanulmányok leggyakrabban viszonylag kevés célfüggvényt határoztak meg. Kutatási hiányosságként azonosítottuk az átfogó, minden egyes érdekelt fél szempontjait figyelembe vevő többcélú függvény alkalmazását.

3. FIZIKAI MODELL

Az állóhelykiosztás folyamatát az 1. ábrán foglaltuk össze.

Járatpárokat alakítottunk ki, azaz azokat az érkező és induló járatokat párosítottuk, amelyeket ugyanaz a repülőgép szolgál ki. A járatpárokat állóhelyekhez rendeljük, ahol a repülőgép az érkezés és az indulás között parkol. A kiosztást a keresletre, a kínálatra és a működésre vonatkozó adatok, nevezetesen a járatpárok, az állóhelyek és az optimalizálási célok súlyai alapján végezzük.

1. ábra: Az állóhelykiosztás fizikai modellje



A járatpárokat a következő adatokkal jellemeztük: az érkezési és indulási idő, az érkezési és indulási pufferidő, a kiindulási és a célország a határellenőrzés típusára vonatkozóan, a repülőgép mérete és a légitársaságok preferenciái az állóhelyek tekintetében. A pufferidőket a repülőtér üzemeltetője határozza meg, hogy növelje az állóhelykiosztási terv ellenállóképességét a változó körülményekkel szemben.

Az állóhelyek adatai közé tartozik a méret, a parkolási költség, az állóhely zónája, a be- és kiszállás módja, az utasok gyaloglási ideje, a gurulási idő és az állóhely elhagyásának módja. A gyaloglási idő a terminál főbejárata és az állóhelyhez rendelt beszállító kapu közötti átlagos gyaloglási idő. A modellben minden autóbusszal kiszolgált terminál-távoli állóhelyhez a terminálon belül egy külön, közös kaput rendelünk.

Léteznek olyan állóhelyek, amelyek átfedik egymást. Ezen állóhelyek egyszerre két kisebb repülőgép vagy egy nagy repülőgép elhelyezését teszik lehetővé. A modellben ezt az átfedést 3 állóhellyel modellezzük: 2 kis és 1 nagy állóhellyel.

A követelmények a kiosztásra vonatkozó kemény korlátozások, mint például a menetrend, az állóhely, valamint a repülőgép mérete. A preferenciák puha korlátozások, ilyen például az, hogy a fapados légitársaságok előnyben részesítik az olcsóbb állóhelyeket.

4. MATEMATIKAI MODELL

4.1. Lineáris programozási modell

Ha a lineáris programozási modellt x -re kell megoldani, akkor a célfüggvényt az (1), a korlátozásokat a (2) egyenlet írja le.

$$\begin{aligned} f(x) &= cx^T & (1) \\ Ax &\leq b \text{ és } x \geq 0 & (2) \end{aligned}$$

4.1.1. Paraméterek

A járatpárokat a következő attribútumokkal írtuk le:

- f_{ID} : járatpár azonosító $\{1 \dots m\}$
- t_A : érkezési idő
- t_D : indulási idő
- t_{BA} : pufferidő érkezéskor
- t_{BD} : pufferidő induláskor
- f_C : légi jármű méretkategória

A járatpárok száma m . A légi járművek méretkategóriáit 0-nál nagyobb szám jelzi. A nagyobb szám nagyobb méretkategóriát jelent.

Az állóhelyeket a következő attribútumokkal jellemeztük:

- s_{ID} : állóhely azonosító $\{1 \dots n\}$
- s_C : állóhelyen kiszolgálható legnagyobb légi jármű kategóriája
- s_Z : határellenőrzési zóna
- s_{BD} : be- és kiszállás módja
- s_{WL} : állóhely elhagyásának módja
- c_s : állóhelyen (parkolási) költség
- c_h : kiszolgálás költsége
- c_i : elhagyás költsége
- t_{wi} : gyaloglási idő (a terminál bejárata és az állóhelyhez tartozó beszállítókapu között)
- t_{st} : gurulási idő
- c_{si} : állóhely elhelyezkedésének költsége (terminálhoz közeli vagy távoli)

Az állóhelyek száma n . Az egyetlen járatpár- és állóhelyfüggő bemenő adat az állóhelyek légitársasági preferenciája (c_{pr}). A magas preferenciájú állóhelyhez rendelt járatpárok nagyobb légitársasági elégedettséget jelentenek.

4.1.2. Változók

Az állóhelyek foglaltsága (x_i) egy bináris változó. Az x_i változó 0, ha a f_{ID} járatpár nem lett kiosztva az s_{ID} állóhelyre, egyébként 1. Az i , n , f_{ID} és s_{ID} indexek közötti kapcsolatot a (3) mutatja.

$$i = n(f_{ID} - 1) + s_{ID} \quad (3)$$

A járatpárok és az állóhelyek közötti kapcsolatot az 1. táblázatban szemléltettük.

1. táblázat: A járatpárok, az állóhelyek és a változók közötti kapcsolat

Járatpárok		Állóhelyek				
f_{ID}	útíccél	1	2	3	4	5
1	New York	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
2	Frankfurt	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
3	London	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}
4	Párizs	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}

Az azonos sorban lévő változók ugyanahhoz a járatpárhoz, az azonos oszlopban lévő változók pedig ugyanahhoz az állóhelyhez tartoznak. A példában 5 állóhely és 4 járatpár található. Ennek megfelelően 20 ($i: 1...20$) bináris változó van.

4.1.3. Korlátozások

A modell létrehozása során 5 korlátozó feltételt azonosítottunk. Ezek az alábbiak:

- 1. Egy járat csak egy állóhelyre lehet beosztva és minden járatához tartozzon állóhely (4).
- 2. A légitársaságokat csak megfelelő méretű állóhelyhez lehet hozzárendelni (5).
- 3. Az egymást átfedő állóhelyeknél kerülni kell a blokkolást (6).
- 4. Egy időben egy állóhelyen egy repülőgép lehet, illetve a vizsgált időtartamon belül egymás után több járat is beosztható kell, hogy legyen (7).

$$\sum_{s_{ID}} x_{n(f-1)+s_{ID}} = 1 \quad \forall f \in \{1 \dots m\} \tag{4}$$

$$x_i \cdot f_i \leq s_c \tag{5}$$

$$x_\alpha + x_\beta \leq 1 \text{ ahol } x_\alpha \text{ és } x_\beta \text{ blokkolja egymás} \tag{6}$$

$$\begin{cases} \sum_f x_{n(f-1)+s} \leq 1, & \text{az adott járatpárok egyszerre vannak a repülőtéren} \\ \sum_f x_{n(f-1)+s} \geq 0, & \text{az adott járatpárok nincsenek egyszerre a repülőtéren} \end{cases} \tag{7}$$

4.2. Célfüggvények

Hat célfüggvényt határoztunk meg, figyelembe véve a repülőter, a légitársaságok és az utasok szempontjait.

Minimalizáljuk az állóhely költségeket (8), az üzemeltetési költségeket (9), a gyaloglási időt (10) és a gurulási időt (11).

$$\min f_1(x_i) = \sum_{i=1}^{nm} c_{s,i} \cdot x_i \tag{8}$$

$$\min f_2(x_i) = \sum_{i=1}^n c_{o,i} \cdot x_i = \sum_{i=1}^{nm} (c_{h,i} + c_{l,i}) \cdot x_i \tag{9}$$

$$\min f_3(x_i) = \sum_{i=1}^{nm} t_{wt,i} \cdot x_i \tag{10}$$

$$\min f_4(x_i) = \sum_{i=1}^{nm} t_{st,i} \cdot x_i \tag{11}$$

Maximalizáljuk a preferált állóhelyekhez rendelt járatok számát (12) és a terminálhoz közel lévő állóhelyekre kiosztott járatok számát (13).

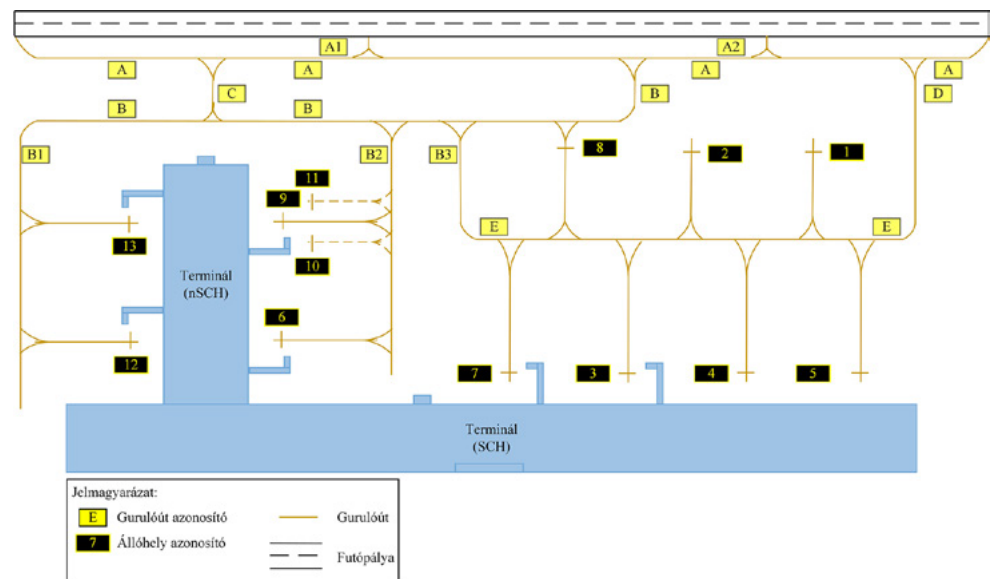
$$\max f_5(x_i) = \sum_{i=1}^{nm} c_{pr,i} \cdot x_i \tag{12}$$

$$\max f_6(x_i) = \sum_{i=1}^{nm} c_{st,i} \cdot x_i \tag{13}$$

4.3. Többcélú optimalizálás

Az optimális megoldást minden cél szerint külön-külön meghatároztuk, majd a célokhoz súlyokat rendeltünk ($w_1...w_6$). Ezután a súlyo-

2. ábra: Modellezett repülőtér (nem mérettartó)



zott célfüggvényeket azonos skálára transzformáltuk, és a következők szerint összegeztük. (14).

$$\min: w_1 \left(\frac{Z'_1 - Z_1}{Z_1} \right) + w_2 \left(\frac{Z'_2 - Z_2}{Z_2} \right) + \dots + w_6 \left(\frac{Z'_6 - Z_6}{Z_6} \right) \quad (14)$$

ahol: Z'_i a többcélú optimalizálás során kapott célfüggvény értéke, Z_i az egycélú optimalizálás esetén meghatározott célfüggvény értéke, és w_i : az alkalmazott súly.

5. ESETTANULMÁNY

Az állóhelykiosztás optimalizálását egy fiktív repülőtérre alkalmaztuk. Több repülőtér elemzése után egy olyan repülőtérre határoztunk meg, amely integrálja a repülőtér jellemzőit, és lehetővé teszi minden egyes jellemző és korlátozó tényező figyelembevételét.

5.1. A minta repülőtér

A modellezett repülőtér elrendezését a 2. ábrán szemléltetjük.

A repülőtér tizenhárom állóhellyel rendelkezik (2. táblázat). A táblázatban szereplő rövidítések jelentései a következők:

- C, D: ICAO légi jármű-kategóriák
- PB: hátrátolás szükséges
- PO: önjáró (nem szükséges hátrátolás)
- B: autóbuszos beszállítás
- AB: utashidas beszállítás
- W: gyalogos beszállítás
- SCH: schengeni zóna
- nSCH: nem schengeni zóna
- - : mindkét zóna

Az állóhelyek közül tíz (3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12 és 13) a terminálhoz közel, három (1, 2 és 8) pedig távol helyezkedik el. A terminálhoz közeli állóhelyek közül hat (3, 6, 7, 9, 12 és 13) utashíddal rendelkezik, a maradék négyből kettőnél gyalogos beszállítás szükséges (4 és 5), a másik kettő (10 és 11) pedig busszal és gyalogosan is megközelíthető. A 9-es, 10-es és 11-es állóhelyek kettős felhasználású (MARS) állóhelyek, a 9-es a fő állóhely, amelyre csak széles törzsű repülőgépek, a másik kettőre pedig csak keskeny törzsűek kerülhetnek. A 9-es

2. táblázat: A modellezett repülőtér állóhelyei				
s_{ID}	s_C	s_Z	s_{BD}	s_{WL}
1	C	-	B	PB
2	C	-	B	PB
3	C	SCH	AB	PB
4	C	SCH	W	PB
5	C	SCH	W	PB
6	D	nSCH	AB	PB
7	C	SCH	AB	PB
8	C	-	B	PO
9	D	nSCH	AB	PB
10	C	nSCH	W/B	PB
11	C	nSCH	W/B	PB
12	C	nSCH	AB	PB
13	C	nSCH	AB	PB

állóhely blokkolja a 10-es és 11-es állóhelyet, így, ha a 9-es állóhelyről járatot indítanak, a másik kettőhöz nem lehet repülőgépet rendelni. A 8-as állóhely önjáró. A többi állóhelynél az elhagyásához segítségre van szükség. A zónák tekintetében négy állóhely csak a schengeni forgalmat, hat pedig csak a nem schengeni forgalmat tudja kiszolgálni.

A másik három mindkettőre alkalmas. A 12. állóhelyen csak Airbus A220 (BCS3) típusú repülőgép fogadható, mivel az itt található csak ezt a típust tudja kezelni.

Példaként a 3. táblázatban négy, különböző jellemzővel rendelkező állóhely (1, 3, 9 és 13) költségeit mutatjuk be.

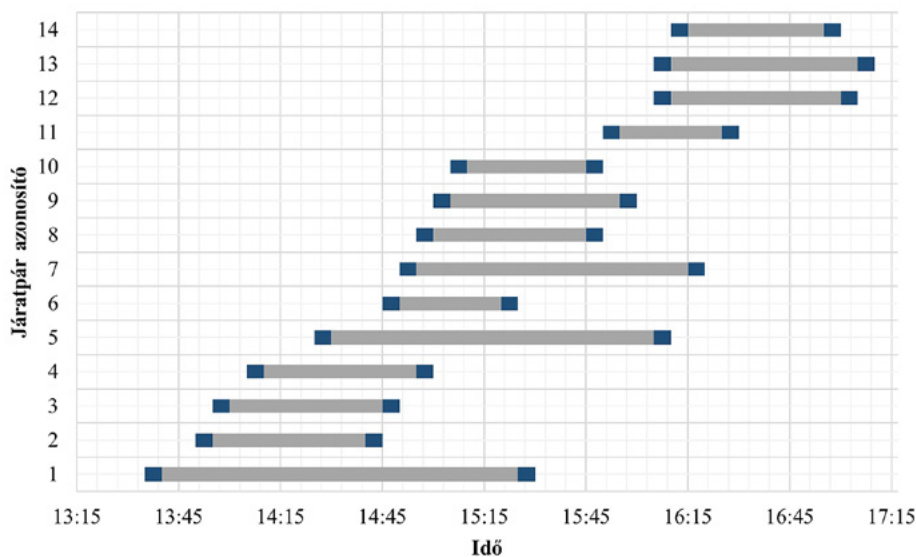
5.2. Menetrend

A 3. ábra a pufferidővel rendelkező járatpárok érkezési és indulási idejét mutatja. A járatpárok azonosítója az érkezési sorrend alapján került meghatározásra.

A modellezett időszak menetrendjét úgy határoztuk meg, hogy ezek minél változatosabb képet adjanak (többféle üzemeltetési modell, preferencia, flottaösszetétel jelenik meg), illetve minél jobban reprezentálják az előforduló forgalmat. Összesen 14 járatpárt hoztunk létre.

3. táblázat: Az 1; 3; 9; 13 állóhelyek költségei					
s_{ID}	c_s	c_h+c_l	t_{wt}	t_{st}	c_{st}
1	25	80	67	50	0
3	100	130	200	80	10
9	100	130	333	40	10
13	100	130	400	40	10

3. ábra: A járatpárok érkezési és indulási időpontjai



5.3. Megvalósítás

A lineáris programozási modell megoldásához az Andrew J. Mason és Iain Dunning által kifejlesztett OpenSolver [32] Excel-bővítményt használtuk.

Az egycélú optimalizálás célértékei a 4. táblázatban láthatóak. Ezután elvégeztük a többcélú optimalizálást az összes költség-célfüggvénypár egyidejű figyelembevételével.

4. táblázat: Optimális célfüggvény értékek (célértékek)

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
425	870	1670	680	540	110

5. táblázat: Alkalmazott súlyok

Költségek	Esetek			
	1	2	3	4
állóhely	0,167	0,300	0,125	0,125
üzemeltetés	0,167	0,300	0,125	0,125
gyaloglási idő	0,167	0,100	0,125	0,375
gurulási idő	0,167	0,100	0,125	0,125
preferencia	0,167	0,100	0,375	0,125
elhelyezkedés	0,167	0,100	0,125	0,125

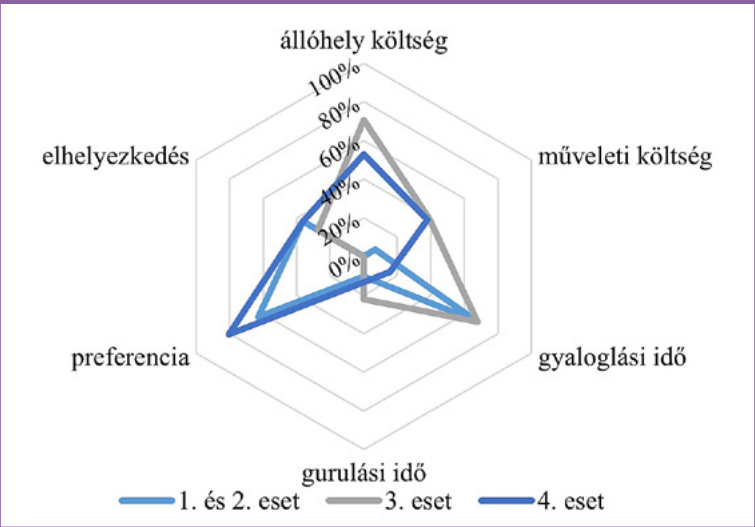
Összesen 4 súlyozási esetet elemeztünk:

- 1. Egyenlő súly (súly nélkül)
- 2. Az állóhely és az üzemeltetési költségek súlyozása
- 3. A légitársasági preferenciák súlyozása
- 4. Gyaloglási idő súlyozása

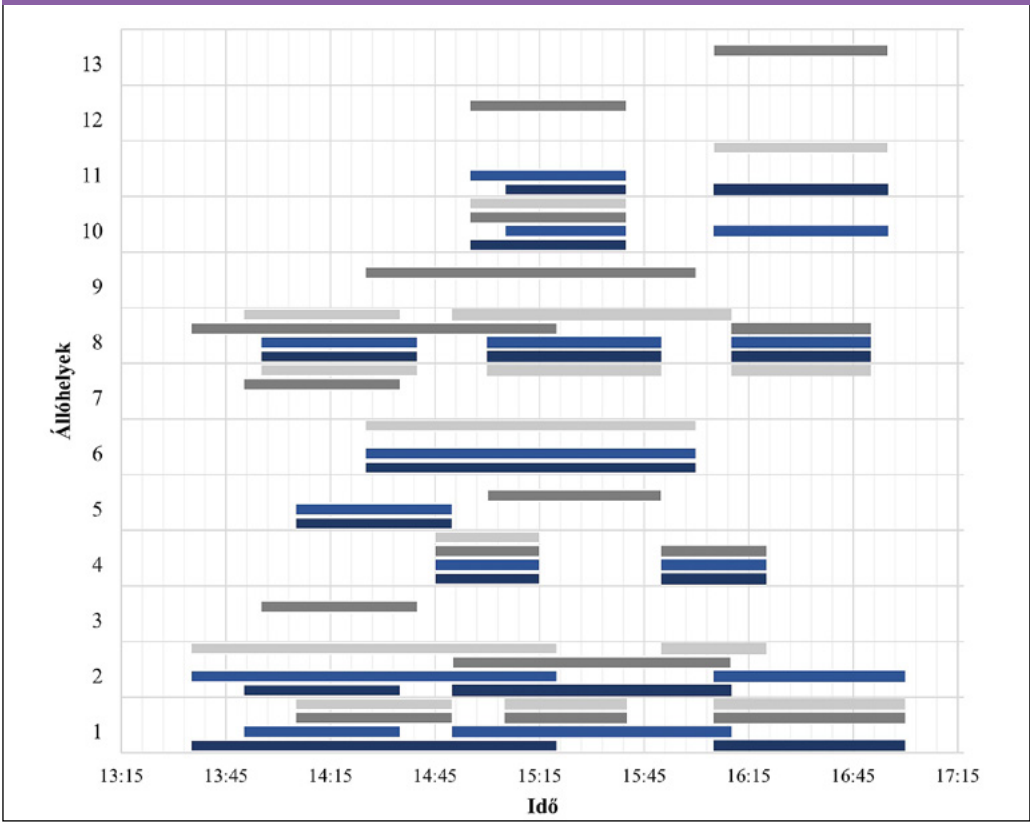
Az alkalmazott súlyokat az 5. táblázatban mutatjuk be.

Minden egyes súlyozási esethez egy-egy hozzárendelést végeztünk el.

4. ábra: Az optimális értékektől való eltérések



5. ábra: Állóhelykiosztási terv



Az optimális értékekhez (Z_i) képesti eltéréseket a 4. ábrán illusztráljuk.

Az első két esetben a legjelentősebb eltérések az optimális megoldástól a preferált állóhelyek és a gyaloglási idő esetében mutatkoztak, míg a harmadik esetben az állóhely költségénél és a gyaloglási időnél. Az utolsó esetben a legnagyobb eltérést a preferált állóhelyek esetében tapasztaltuk. Mivel mind a négy esetben az összes alkalmazott súly pozitív volt, a kapott megoldások egyben a többcélú optimalizálási probléma Pareto-optimális megoldásai is.

A négy esetben kapott állóhely terheléseket az 5. ábrán mutatjuk be.

A leginkább terhelt állóhely a 8-as azonosítóval rendelkező, összesen három járat lett rá kiosztva. A foglaltsági idő tekintetében a legmagasabb átlagérték az 1-es állóhelyen volt tapasztalható (átlagosan 2 óra 18 percig volt foglalt). Az állóhelyek kihasználtságát vizsgálva látható, hogy az első, a második és a negyedik esetben összesen öt állóhelyre nem lett kiosztva repülőgép. Ezzel szemben a harmadik esetben csak két állóhely maradt üresen.

6. KONKLÚZIÓ

Összefoglalva, kidolgoztunk egy egészértékű lineáris programozási modellt a repülőtéri állóhelyek kiosztására. A kifejlesztett modell egyszerre több szempontot, köztük a légitársaságok preferenciáit is képes kezelni kézi vezérlés nélkül. Az optimalizálás segíthet az üzemeltetés hatékonyságának növelésében, a késések csökkentésében és az utasok kényelmének növelésében. További fejlesztési irányként célunk a változásokkal szembeni rugalmasságot befolyásoló tényezők figyelembevétele. Ezen felül további repülőtéri elemek bevonását és vizsgálatát is tervezzük jövőbeni kutatásaink során.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Földes D. – Csiszár Cs.: Assessment Method for Individual Value of a Location, *Transportation Research Procedia* 2017/27 814-848 DOI: <https://doi.org/k2rj>
- [2] Kulcsár M. – Földes D. – Nagy S.: Determining the number of collection points for autonomous vehicle-based service using gravity model, *Smart Cities Symposium Prague, Prága* 2021. május 27-28. DOI: <https://doi.org/k2rk>
- [3] Dixit A – Jakhar S. K.: Airport capacity management: A review and bibliometric analysis, *Journal of Air Transport Management*, 2021/91 102010 DOI: <https://doi.org/gpinq6>
- [4] Atkin J. A. D. – Burke E. K. – Ravizza S.: The Airport Ground Movement Problem: Past and Current Research and Future Directions, *4th International Conference on Research in Air Transportation*, Budapest 2010. június 1-4.
- [5] Hanumantha G. J. – Arici B. T. – Sefair J. A. – Askin R.: Demand prediction and dynamic workforce allocation to improve airport screening operations, *IIE Transactions*, 2020/52 1324-1342 DOI: <https://doi.org/k2rm>
- [6] Mujica Mota M. – Zuniga C.: A simulation-evolutionary approach for the allocation of check-in desks in airport terminals, *4th International Air Transport and Operations Symposium*, Toulouse 2013. július.
- [7] Araujo E. G. – Repolho M. H.: Optimizing the Airport Check-In Counter Allocation Problem, *Journal of Transport Literature*, 2015/9 DOI: <https://doi.org/k2rn>
- [8] Atkin J. A. D. – De Maere G. – Burke E. K. – Greenwood J. S.: Addressing the Pushback Time Allocation Problem at Heathrow Airport, *Transportation Science*, 2013/47 584-602 DOI: <https://doi.org/k2rp>
- [9] Zhang M. – Huang Q. – Liu S. – Li H.: Multi-Objective Optimization of Aircraft Taxiing on the Airport Surface with Consideration to Taxiing Conflicts and the Airport Environment, *Sustainability*, 2019/11 6728 DOI: <https://doi.org/gm88nj>
- [10] Katsigiannis F. A. – Zografos K. G. – Fairbrother J.: Modelling and solving

- the airport slot-scheduling problem with multi-objective, multi-level considerations, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2021/124 102914 DOI: <https://doi.org/k2rq>
- [11] Günther T. – Hildebrandt M. – Fricke H. – Strasser M.: Contributions of advanced taxi time calculation to airport operations efficiency, *Journal of Aerospace Operations*, 2011/1 95-106 DOI: <https://doi.org/k2rr>
 - [12] Weiszer M. – Chen J. – Stewart P.: A multi-objective genetic algorithm for solving the airport ground movement problem, 4th Carpathian logistics congress, Podbanske 2014. szeptember 24-26.
 - [13] Kumar V. P. – Bierlaire M.: Multi-objective airport gate assignment problem in planning and operations, *Journal of Advanced Transportation*, 2014/48 902-926 DOI: <https://doi.org/k2rs>
 - [14] Hu J. – Morais H. – Sousa T. – Lind M.: Electric vehicle fleet management in smart grids: A review of services, optimization and control aspects, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016/59 1207-1226 DOI: <https://doi.org/f79wqk>
 - [15] Zhao N. – Duan M.: Research on airport multi-objective optimization of stand allocation based on simulated annealing algorithm, *Mathematical Biosciences and Engineering*, 2021/18 8314-8330 DOI: <https://doi.org/k2rt>
 - [16] Bagamanova M. – Mota M. M.: A multi-objective optimization with a delay-aware component for airport stand allocation, *Journal of Air Transport Management*, 2020/83 101757 DOI: <https://doi.org/k2rv>
 - [17] Skorupski J. – Żarów P.: Dynamic management of aircraft stand allocation, *Journal of Air Transport Management*, 2021/90 101964 DOI: <https://doi.org/gmqvvn>
 - [18] Guépet J. – Acuna-Agost R. – Briant O. – Gayon J. P.: Exact and heuristic approaches to the airport stand allocation problem, *European Journal of Operational Research*, 2015/246 597-608 DOI: <https://doi.org/k2rw>
 - [19] Babić O. – Teodorović D. – Tošić V.: Aircraft Stand Assignment to Minimize Walking, *Journal of Transportation Engineering*, 1984/110 55-66 DOI: <https://doi.org/fsddcf>
 - [20] Dijk B. – Santos B. – Pita J.: The recoverable robust stand allocation problem: a GRU airport case study, *OR Spectrum*, 2019/41 615-639 DOI: <https://doi.org/k2rx>
 - [21] IATA - International Air Transport Association (2022): Worldwide Airport Slot Guidelines (WASG), URL: <https://www.iata.org/en/policy/slots/slot-guidelines/> (2022. 01. 15.)
 - [22] Anthonisse K. – Lageweg B.: Aircraft-stand allocation at Schiphol Airport: a decision support system, *DGOR/NSOR. Operations Research Proceedings*, 1987 257 DOI: <https://doi.org/k2rz>
 - [23] Anthonisse K. – Lageweg B.: Aircraft-stand allocation at Schiphol Airport: an optimization procedure, *DGOR/NSOR. Operations Research Proceedings*, 1987 258 DOI: <https://doi.org/k2r2>
 - [24] Qin Y. – Chan F. T. S. – Chung S. H. – Qu T. – Niu B.: Aircraft parking stand allocation problem with safety consideration for independent hangar maintenance service providers, *Computers & Operations Research*, 2018/91 225-236 DOI: <https://doi.org/gcxswx>
 - [25] Daş G. S. – Gzara F. – Stütze T.: A review on airport gate assignment problems: Single versus multi objective approaches, *Omega*, 2020/92 102146 DOI: <https://doi.org/k2r3>
 - [26] Benlic U. – Burke E. K. – Woodward J. R.: Breakout local search for the multi-objective gate allocation problem, *Computers & Operations Research*, 2017/78 80-93 DOI: <https://doi.org/f9g6j9>
 - [27] Du J. – Hu M. – Yin J. – Zhang W.: Multi-Objective Gate Allocation Problem Based on Multi-Commodity Network Flow Model, *Applied Sciences*, 2022/12 9849 DOI: <https://doi.org/k2r4>
 - [28] Drexler A. – Nikulin Y.: Multicriteria airport gate assignment and Pareto simulated annealing, *IIE Transactions*, 2008/40 385-397 DOI: <https://doi.org/fvb5gh>
 - [29] Bolat A.: Models and a genetic algorithm for static aircraft-gate assignment problem, *Journal of the Operational Research Society*, 2001/52 1107-1120 DOI: <https://doi.org/df4t5g>

- [30] Yang Y. – Gao Z.: Stochastic scheduling of ground movement problem integrated with taxiway routing and gate/stand allocation, IET Intelligent Transport Systems, 2022/16 1143-1163 DOI: <https://doi.org/k2r5>
- [31] Aktel A. – Yagmahan B. – Özcan T. – Yenisey M. M., Sansarccı E.: The comparison of the metaheuristic algorithms performances on airport gate assignment problem, Transportation Research Procedia, 2017/22 469-478 DOI: <https://doi.org/k2r6>
- [32] <https://opensolver.org/> (2023.03.04)



Optimizing airport stand allocation using multi objective linear programming

Airport stand allocation is a multi-purpose optimization process that has an impact on operational efficiency and requires rapid intervention in case of changing conditions (e.g., managing delays in case of severe weather conditions), especially at busy airports. In our article, we model and optimize airport stand allocation, which is the scientific value. We present the process and the problem of airport stand allocation, with a special focus on factors influencing the allocation. We develop a linear programming model of stand allocation, define constraints and objective functions considering parking (stand usage) cost and passenger walking time among others. A fictitious airport was modelled, and the stand allocation was optimized. Four weighting cases were examined. As a result of weighting, the allocation of stands can be optimized in several ways.



Optimierung der Standplatzzuteilung am Flughafen mittels multiobjektiver linearer Programmierung

Die Zuweisung von Flughafenstandplätzen ist ein Optimierungsprozess mit mehreren Zielen, der sich auf die betriebliche Effizienz auswirkt und ein schnelles Eingreifen bei sich ändernden Umständen erfordert (z.B. Bewältigung von Verspätungen bei ungünstigen Wetterbedingungen), insbesondere an stark frequentierten Flughäfen. In unserem Artikel modellieren und optimieren wir die Zuweisung von Flughafenstandplätzen, was dem Artikel seinen wissenschaftlichen Wert verleiht. Wir stellen den Prozess und das Problem der Zuteilung von Flughafenstandplätzen vor, wobei wir uns besonders auf die Faktoren konzentrieren, die die Zuteilung beeinflussen. Wir entwickeln ein lineares Programmiermodell für die Zuteilung von Standplätzen, definieren die Randbedingungen und die Zielfunktionen und berücksichtigen dabei unter anderem die Kosten für die Nutzung der Standplätze und die Gehzeit der Passagiere. An einem fiktiven Flughafen haben wir die unterschiedlichen Standplatztypen modelliert und die Zuteilung der Standplätze optimiert. Durch Änderung der Gewichte der Zielfunktionen der Mehrzieloptimierung haben wir vier Fälle untersucht. Durch das Ergebnis der Gewichtung kann die Verteilung der Standplätze auf verschiedene Weise optimiert werden.



Emlékeztető: az MTA Közlekedés- és Járműtudományi Bizottságának üléséről

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.1.5>

Horváth Balázs – Török Ádám

Időpont:

2023. szeptember 27. szerda, 14:00 óra

Helyszín:

MTA Nádor utcai földszinti előadó

Török Ádám megnyitotta a Magyar Tudományos Akadémia Közlekedés és Járműtudományi Tudományos Bizottságának harmadik tudományos ülését. Röviden ismertette a napirendi pontokat, majd felkérte **Dr. Csizsár Csaba** (BME KJK KTKG) professzor urat és kutatócsoportját, röviden ismertessék legfrissebb kutatási eredményeiket.

Az előadás a kutatócsoport tevékenységét, eredményeit és terveit foglalta össze; bemutattva, hogy a részterületeken felhalmozódó ismeretanyag hogyan illeszthető össze mozaikszerűen, egyre teljesebb körűen leképezve az elektromobilitási rendszert. A kutatási irányok összefoglalása egyúttal előrevetíti az elektromobilitási rendszer fejlődési irányait is, kitérve a megváltozó energia-, tér- és időgazdálkodási összefüggésekre.

A villamos energia és a kapcsolódó infokommunikációs rendszer, továbbá a járművek és a hajtástechnológia fejlődése, valamint a fenntarthatósági elvárások fokozódása a társadalmi és gazdasági változásokkal együttesen alakítják az elektromobilitást, miközben a hatékonyságot és a rugalmasságot célozzák

az intézkedések [1]. A közúti közlekedés CO₂ kibocsátásának csökkentése Európai Unió cél. Az alternatív meghajtású – elsősorban a tisztán akkumulátoros elektromos – járművek további térnyerése várható az elkövetkezendő években [2]. A döntéstámogatási, tervezési és üzemeltetési kérdések megválaszolása és a gyakorlatban alkalmazható innovatív megoldások fejlesztése céltudatos, jól szervezett kutató-fejlesztő munkát igényel, amelynek során a csoport tagjai rendszeres folyamatszemléletben kapcsolják össze a technológiai, informatikai, gazdasági, környezeti ismereteket, fókuszálva az utazói viselkedésre és az információkezelési műveletekre [3].

A kutatások alapkérdése, hogy hogyan lehet az elektromos meghajtású járművet integrálni a közlekedési rendszerbe és a mobilitási szolgáltatásokba a felhasználói szempontokat szem előtt tartva. Az elektromobilitási rendszerben a kutatások az utazók, a járművek, az energia, az információ és az értékláncok kezelését, optimalizálását célozzák. A közlekedéstervezési és -üzemeltetési kérdések az áramló elemeknek a térbeli-időbeli összerendezésére terjednek ki, figyelembe véve a közlekedési, energetikai és informatikai hálózatok jellemzőit és időbeli változását. A feladatok összetettségét fokozza, hogy az egyes hálózattípusok általában nem egységesek, hanem több alhálózathoz tartoznak.

nek össze, amelyeket eltérő érdekeltségű szervezetek működtetnek. Mindemellett az utazók sem tekinthetők homogén csoportnak [4].

A kutatócsoport számos eredményt ért el a következő részterületeken:

- töltőinfrastruktúra telepítése, üzemeltetése [5],
- töltésmenedzsment,
- személygépjármű-vásárlás támogatása teljes élettartam költség alapján,
- városi autóbushálózat elektrifikációja,
- hibrid vasúti járművek üzemeltetése.

Az elért eredményekre épül az autonóm járművek üzemeltetési módszereinek kutatása is. A kutatócsoport célja a további kutatások során a területhez tartozóan minél teljesebb körű, a gyakorlatban alkalmazható, rendszerezett ismeretanyag összeállítása, ami a kutatási pályázatoknál, a megbízási munkáknál és az oktatás területén hasznosul, miközben a csoport tagjainak tudományos előre menetele is megvalósul.

Csiszár professzor úr előadását követően, **Dr. Restás Ágoston** (NKE) professzor úr adott elő a drónok használatáról. Előadását bemutatkozással kezdte, ismertette röviden az életútját, illetve kitért az elméleti képzésen túlmutató gyakorlati tapasztalataira is. Előadásában ismertette, hogy a pilóta nélküli légi járművek alkalmazási területe széles körű, és a technológia fejlődésével egyre több helyen lehet(ne) alkalmazni, ehhez persze indokolt lenne a jogszabályi háttér megfelelő kialakítása. Előadásában kiemelte a tűzelhárítási [7], árvízvédekezési, katasztrófaelhárítási speciális feladatokat, mellette persze a nemzetvédelmi és lakosságvédelmi funkciókra is kitért. Külön szólt a drónok mezőgazdaságban és kereskedelemben – várhatóan – növekvő szerepéről [8]. Röviden ismertette a tűzoltás optimális startégiája kiválasztásának kárérték-idő alapú gazdasági elemzését, amelyből általánosítható más feladatokkal kapcsolatos stratégiai döntésmóddal. Előadásában elemezte a drónok és emberek közötti interakció nehézségét, pszichológiai problémáit. Előadása második felében részletesen ismertette a drónok tűzfeltárásában, tűzoltásban nyújtott segítségét,

a tűzoltás hatékony és optimális végrehajtásának menetét [6].

Ezt követően **Dr. Böröcz Péter** (SZE) professzor úr adott elő a szállítási csomagolás környezetvédelmi kérdéseivel kapcsolatban. Bemutatta kutatócsoportját és kutatólaboratóriumát, az optimális csomagolás gazdasági fogalmát, amelyet a csomagolási költség és a kárköltség egyensúlyából vezetett le. Ismertette a világ csomagolóanyagainak fajta szerinti eloszlását, és megmutatta, hogy a papír csomagolás jelentős részaránya (33,2%) 2019 óta napjainkra tovább fokozódott [10]. Előadásában kiemelte, hogy a kérdéskör igen komplex. A szállítási láncok komplexitásának növekedése (B2C), a szállítási láncok és szállítási távolságok növekedése a torz fogyasztói attitűdre vezethető vissza [9]. Komplex, kiterjedt vizsgálatok hiányoznak (életciklus elemzés, CO₂ elemzés, fogyasztói és szállítói magatartás vizsgálat, tömegcsökkentés hatása). Kitért az állami szerepvállalás kérdésére.

Az előadásokat követően Török Ádám megnyitotta a vitát.

Dr. Fleischer Tamás (HunRen): méltatta az előadókat. Az elmúlt években megváltozott a gondolkodásunk. Jó lenne a közlekedés nélküli mobilitás, ahogy a csomagolás nélküli szállítás.

Prof. Restás Ágoston: a felmerült kérdésre összefoglalva elmondta, hogy erdőtűz CO₂ kibocsátása jelentős, a repülőgépes légi tűzoltás nem hatékony sem gazdaságilag sem a tűzoltás szempontjából.

Prof. Böröcz Péter: reagálva **Dr. Fleischer Tamás** felvetésére kifejtette, hogy a csomagolás nélküli csomagolás esetében végig kell gondolnunk, hogy miért kell nekünk elektromos autó? Mert véleménye szerint a közgazdászok és a marketingesek meggyőzték a társadalmat és a mérnökök végrehajtják. Vannak országok, ahol teljesen mások, sokkal szerényebbek a csomagolási szabványok.

Prof. Tanczos Lászlóné (BME KJK KTKG): ITF, nagyon ismerni kell a kereslet és kínálat

minden szegmensét. A közlekedés komplex rendszer. Diverzifikálható a kereslet és kínálat, így elektromos technológián alapuló szolgáltatásoknak is megvan a megfelelő piaci helyük. Megfelelő árképzés mentén, a piaci torzulások kiszűrésével és kiküszöbölésével minden szolgáltatásnak illeszkednie kell a helyi társadalom sajátosságaihoz.

Dr. Legeza Enikő (BME KJK KTKG): Restás professzor úr figyelmét hívta fel, hogy a katasztrófavédelem és a katasztrófaelhárítás nem ugyanaz, szerinte ildomosabb lenne a katasztrófa elhárítást alkalmazni.

Török Ádám az ülést lezárta, az egyebek napi-rendi pontban ismertette a folyó ügyeket és a 2023. november 22-ei ülés előzetes programját.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Csiszár, C., & Pauer, G. (2019). Concept of an integrated mobile application aiding electromobility. *Transport*, 34(2), 187-194. DOI: <https://doi.org/mbnn>
- [2] Qasim, M., & Csaba, C. (2021). Major barriers in adoption of electric trucks in logistics system. *Promet-Traffic & Transportation*, 33(6), 833-846. DOI: <https://doi.org/mbnp>
- [3] He, Y., & Csiszár, C. (2021). Model for crowdsourced parcel delivery embedded into mobility as a service based on autonomous electric vehicles. *Energies*, 14(11), 3042. DOI: <https://doi.org/gqcg6h>
- [4] Földes, D., Csiszár, C., & Tettamanti, T. (2021). Automation levels of mobility services. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 147(5), 04021021. DOI: <https://doi.org/gh8csn>
- [5] Csiszár, C., Csonka, B., Földes, D., Wirth, E., & Lovas, T. (2020). Location optimisation method for fast-charging stations along national roads. *Journal of Transport Geography*, 88, 102833. DOI: <https://doi.org/hhtd>
- [6] Madondo, R., Tandlich, R., Stoch, E. T., Restás, Á., & Shwababa, S. (2023). Quantitative And Qualitative Data In Disaster Risk Management Of Fires: A Case Study From South Africa At Various Geographical Levels. *Geographia Technica*, 18(2). DOI: <https://doi.org/mbnq>
- [7] Hybská, H., Osvaldová, L. M., Horvathová, M., Hýrošová, T., & Restás, Á. (2022). Firewater Toxicity after Extinguishing Natural-Based Insulation Materials. *BioResources*, 17(2). DOI: <https://doi.org/gsgrxz>
- [8] Sykam, K., Försth, M., Sas, G., Restas, A., & Das, O. (2021). Phytic acid: A bio-based flame retardant for cotton and wool fabrics. *Industrial Crops and Products*, 164, 113349. DOI: <https://doi.org/gjgspq>
- [9] Böröcz, P. (2023). Decision on single-use and reusable food packaging: searching for the optimal solution using a fuzzy mathematical approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(3), 1042-1048. DOI: <https://doi.org/jp6j>
- [10] Fehér, L., Pidl, R., & Böröcz, P. (2023). Creep behaviour of day-old chicken corrugated paperboard packaging under different uniaxial compression loads—An experimental study. *Packaging Technology and Science*. DOI: <https://doi.org/mbnr>



Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem

A Szombathely 86-87 főutak koncentrikus kétsávos körforgalmának közlekedésbiztonsági tapasztalatai

Magyarországon a 90-es évek kezdetén épültek az első új típusú külterületi – kezdetben csak egysávos – körforgalmak, de az ezredfordulóra már hazánkban is megjelent néhány koncentrikus kétsávos körforgalom. A kedvezőtlen hazai és nemzetközi tapasztalatok miatt később a koncentrikus körforgalmak többsége átépült spirális, vagy turbó körforgalommá, de még van néhány, amelynek átalakítása forrás hiányában nem történt meg.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2024.1.6>

Tóthné Temesi Kinga

KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Kft.
e-mail: temesi.kinga@kti.hu

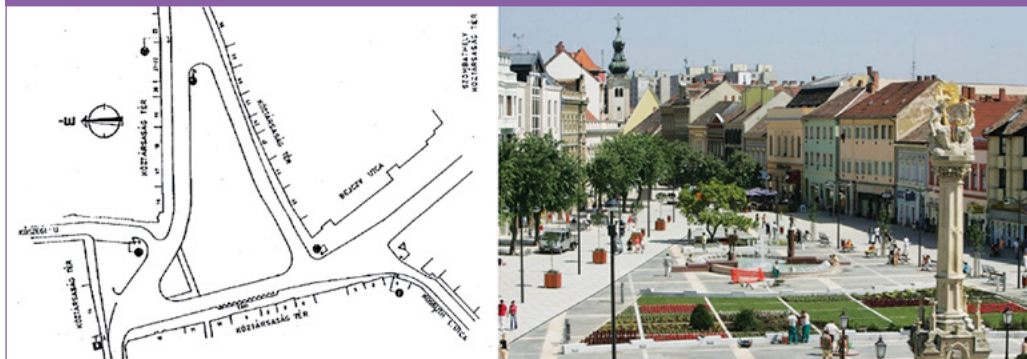
1. BEVEZETÉS

Megépülése óta sokakat foglalkoztat a szombathelyi Zanati úti körforgalomban való közlekedés, de ezekről szakmai körökben máig sincs egyetértés. A körforgalom nem tekinthető góchelynek vagy különösen balesetveszélyes csomópontnak, hiszen szerencsére kevés a csomópont területén bekövetkezett személyi sérüléssel járó baleset, de az országos közúthálózati és városi forgalomban betöltött szerepe miatt egy-egy anyagi kárral végződő baleset is azonnal a közérdeklődés középpontjába kerül. Az egyik leggyakrabban felvetett kérdés, hogy kétsávos-e, amikor a körpályán nincs (lekopott) felfestés? A párhuzamos közlekedés szabályai érvényesülnek-e, egyáltalán a közlekedők ismerik-e a párhuzamos közlekedés szabályait?

2. AZ ÚJ TÍPUSÚ KÖRFORGALMAK MEGHONOSÍTÁSA MAGYARORSZÁGON

A szombathelyi lakosság hamar megismerkedhetett a körforgalomban való közlekedéssel. Sokak még emlékeztek arra, hogy a 70-es évekig Szombathely Fő terén is körforgalmi rend szerint közlekedtünk – amelyben 1974-ig még villamos is közlekedett –, bár az még a régi típusú, városi tereken szokásos forgalomszabályozással működött. Az elsőbbséget élvező körpályára belépő forgalom egy bizonyos forgalomnagyság felett blokkolta a körpálya forgalmát, ezért mint a budapesti nagy körforgalmak (pl. Kálvin tér) a szombathelyi is megszűnt, majd az egész tér átépült gyalogos övezetté (1. ábra).

1. ábra: Szombathely Fő tere régem és most



A városban azonban a 90-es évek elején ismét megjelent a körforgalom, de már az új szabályozással, sokkal kisebb paraméterekkel. Nem különösebben került publikálásra, de az országban szinte az első között létesült Szombathelyen városi környezetben ilyen kis sugarú, a korábbi járműosztályozós csomópont

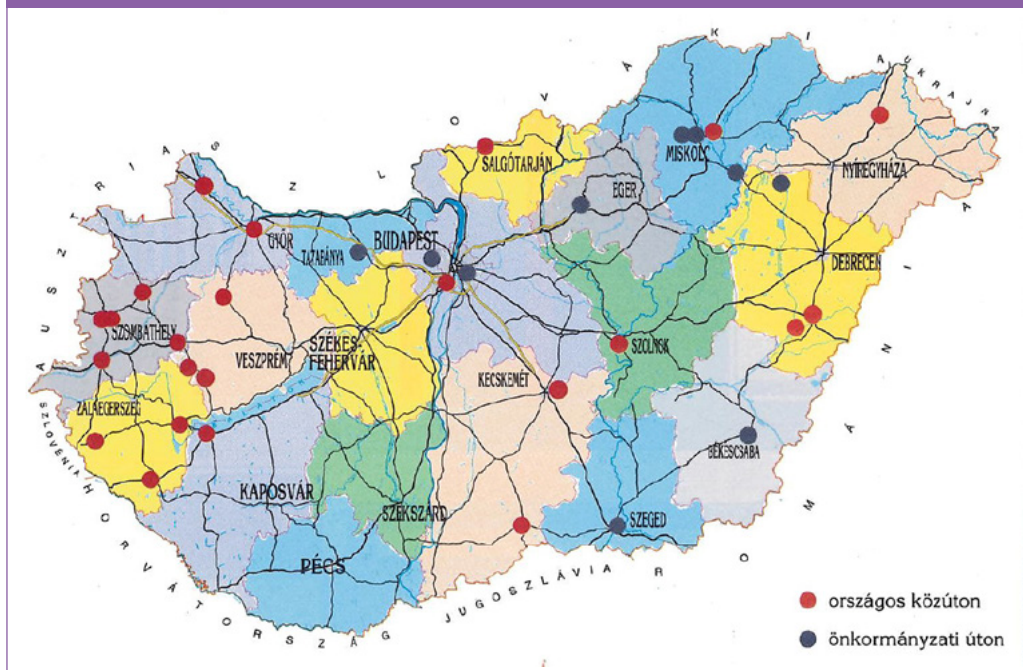
helyén elférő, minimális burkolati korrekcióval kialakított kissugarú körforgalom a Hunyadi János – Szent Gellért utca – Szőlős utca – Csaba utca csomópontjában (2. ábra).

Magyarországon a 90-es évek kezdetén épültek az első új típusú körforgalmak, amelyek

2. ábra: Szombathely, Hunyadi J. – Szent Gellért u. – Szőlős u. – Csaba u. körforgalmú csomópont



3. ábra: 1996-ig megépült körforgalmú csomópontok Magyarországon [2]



elsősorban baleseti gócpontok megszüntetését, az új bevásárló központok egyenetlen, kiszámíthatatlanul ingadozó forgalmi terhelésű parkoló-területeinek megközelítését, a települések határában az elkerülő utak elágazásainak biztonságos kialakítását szolgálták [1]. Kezdetben csak egysávos körforgalmak épültek, 1996-ig szám szerint 33 db, amelyből 23 db az országos közúthálózaton, 10 db pedig önkormányzati úton létesült. A körforgalomban való közlekedést a közvélemény ekkor még fenntartásokkal fogadta, sőt a szakma megítélése sem volt egyöntetű. Voltak kezdeményezők az új típusú körforgalmak népszerűsítésében, ennek eredményét szemléletesen mutatja az 1996-ig megépült körforgalmak területi eloszlása (3. ábra).

Kialakításukban meglehetősen sokfélék, sokszor egyediek voltak ezek a kezdeti körforgalmak, mivel az első hazai tervezési útmutató csak 1996-ban jelent meg. Az útmutató megjelenése és a megépült körforgalmak kedvező tapasztalatai azután hazánkban is sokak által korábban nem remélt sikert eredményezett, így 2003-ra a hazai körforgalmak száma már elérte a 200-at, 2020-ban pedig csak az országos közúthálózaton megközelítette a 800-at.

2.1. A kétsávos körforgalmak kialakulása

2.1. A kétsávos körforgalmak kialakulása

A forgalom növekedésével, a bevásárlóközpontok elterjedésével és a külföldi tervezési gyakorlat fejlődésével hazánkban is megjelent az igény a többsávos körforgalmak alkalmazására. Kezdetben az óvatosság jellemezte a szabályozást, ezért a 2001-ben megjelent tervezési útmutató még csak sematikus rajzot adott a kétsávos körök alkalmazására. Később, az útmutató 2010-ben megjelent átdolgozása már a megépült többsávos körforgalmak tapasztalatai alapján részletes leírást ad a különböző típusú többsávos körforgalmakról. Ekkorra már világossá vált, hogy a továbbfejlődés útját nem a koncentrikus körök jelentik, sőt, azok átalakítása ajánlott irányított áthaladású spirális körforgalommá. A kétsávos koncentrikus körforgalmakra beigazolódtott mind a nemzetközi, mind a hazai gyakorlatban, hogy

1. táblázat: Az elsőként megépült kétsávos körforgalmak Magyarországon [3]

	Körforgalom elhelyezkedése		Körforgalom kialakítása	
	Helyszín	Út száma	Csomóponti ágak száma	Átalakítás módja
1	Kecskemét, Praktiker	5. sz. főút	4 ágú	átalakították spirálissá
2	Veszprém, Tesco	82. sz. főút	4 ágú	visszaépült egysávossá
3	Szombathely, Tesco	86-87. sz. főút	6 ágú, később átépült 7 ágúvá	nem történt átépítés
4	Budakalász, Cora	11. sz. főút	3 ágú - először a 11. sz. főút külön szintben átemelésre került, majd 4. ágaként bekötötték az M0-ás autópályai árat	kétszer épült át, majd visszafestették egysávossá
5	Debrecen	33 sz. főút	3 ágú	átépült spirálissá
6	Siófok	65. sz. főút	4 ágú	átépült spirálissá
7	Siófok	65. sz. főút	3 ágú	átépült spirálissá
8	Székesfehérvár	8. sz. főút	5 ágú (nem volt forgalomba helyezve)	visszaépült egysávossá
9	Algyő	47. sz. főút	4 ágú	spirális
10	Érd	6-7. sz. főutak találkozása	5 ágú (itt nincs kétsávos kilépés)	átépült turbó-szerűvé
11	Győr	14-81. sz. főutak találkozása	4 ágú	kör geometriájú jelzőlámpa, módosították a szabályozását
12	Győr	81. sz. főút – Ipar út találkozása	4 ágú	kör geometriájú jelzőlámpa
13		7. sz. főút – 6511 jelű út találkozása	3 ágú	turbó körforgalom
14	Zalaegerszeg, Praktiker	76. sz. főút 53+763 km szelvényben		spirális körforgalom
15	Kecskemét	52. sz. főút 74+874 km szelvényben	4 ágú	turbó körforgalom
16	Budaörs közelében	1. sz. főút 10+600 közelében		kétsávos koncentrikus
17	Budaörs közelében	1. sz. főút 11+900		kétsávos spirális
18	Hódmezővásárhely, Kálvin tér		3 ágú	turbó körforgalom
19	Szolnok közelében	4. sz. főúton szolnoki elkerülő út végcsomópontja		turbó körforgalom

ez a körforgalmak fejlődéstörténetében egy zsalúút volt, mert sem a baleseti helyzetkép sem a forgalomlefordítás tekintetében nem tudta az egysávos körök esetében már bizonyítást nyert kedvező eredményeket felmutatni. Ennek persze több oka is volt, amelyek közül kiemelten említésre érdemes a többsávos körforgalomban való közlekedés, a KRESZ

szabályozatlansága, illetve a járművezetői gyakorlatlanság. A 2010-es évekig közel húsz többsávos koncentrikus körforgalom üzemelt, amelyek többsége hamarosan átépült spirális vagy turbó körré, illetve visszaépült egysávos körforgalommá (1. táblázat). A kimutatásból látható, hogy a 19 db kétsávos körforgalomból mindössze kettő nem épült át 2012. november-

réig, amiből az egyik az általunk vizsgált (3-as sorszámu) Szombathely elővárosi zónájában, a 86-87 számú főutak közös szakaszán megépült Tesco körforgalom.

A mai napig üzemel több kétsávos koncentrikus körforgalom hazánkban, sőt Szombathelyen sem csak a 86-87 főutak csomópontja az egyetlen koncentrikus körforgalom, azonban egyéb sajátosságait, forgalmi terhelését és baleseti adatait is figyelembe véve ez az, amelynek továbbfejlesztése az elsők között kell, hogy napirenden legyen.

2.2. A kereskedelmi létesítményi és benzinkút építési láz hatása az országos közúthálózati csomópont építésekre a 90-es években

A 90-es évek kezdetén a rendszerváltás lendületet adott az üzemanyagtöltő állomások és kereskedelmi bevásárló központok elterjedésének. Hazánkban is megjelentek a multinacionális cégek, amelyek hozták magukkal a „nyugati” szokásokat. A beruházók sokszor a hazánkban nem szokványos közúti kapcsolati megoldásokkal külföldi tervek adaptálását szerették volna elfogadtatni a hazai engedélyező hatóságokkal, ami számtalan egyéni megoldáshoz, szabvány alóli felmentéshez vezetett. A beruházók számára vonzó területeket elsősorban a nagy forgalmú utak – első- és másodrendű főutak, nagyvárosok elővárosi szakaszai – és különösen azok csomópontjai jelentették, így külső beruházói hozzájárulással számos „halálcsomópont” épülhetett át körforgalommá, cserébe a létesítmény a körforgalomból közvetlen közúti csatlakozást kaphatott. Így keletkezett az ötágú, külterületi vagy

elővárosi zónában épült körforgalmak többsége (pl. Szombathely, Zanati úti körforgalom, a 84-86 főutak körforgalmú csomópontja, stb.)

3. SZOMBATHELY VÁROS ELKERÜLŐ ÚTJÁNAK KIALAKULÁSA, SZEREPE

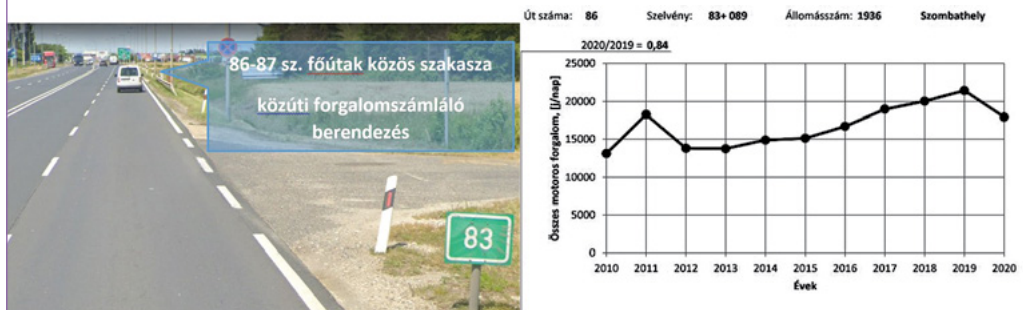
Szombathely város elkerülő útja több szakaszban, ütemezetten valósult meg. A közúti járműforgalom, azon belül is a nehéz-tehergépjármű forgalom arányának növekedésével a városon átmenő országos közutak (86., 87. és 89. számú főutak) folyamatosan szorultak ki a városból. A 4. ábra szemlélteti a szombathelyi elkerülő út országos közúthálózati jelentőségét. Az ábra piros körei körforgalmú csomópontokat jelölnek külön kiemelve a vizsgált hétágú Zanati úti körforgalmat.

Az 1991-es pápa látogatásra elkészült Szombathely É-K-i elkerülő szakasza, ezáltal közvetlen, a várost elkerülő kapcsolat létesült a Vépi út és a 11-es Huszár út között, 2000-ben pedig befejeződött a 86. számú főút zanati elkerülő út második üteme is 2*2 forgalmi sávos útkeresztszettel, különbszintű vasúti átjáró-

4. ábra: Szombathely, elkerülő út szerepe az országos közúthálózatban



5. ábra: Magyar Közút Nzrt.: A KÖZÚTI FORGALOM FIGYELEMMEL KÍSÉRÉSE 2020



val, külön, hetedik csomóponti ágként bekötve az addig hatágú Zanati úti körforgalomba. Ez a mai M86 számú gyorsforgalmú út végcsomópontja.

3.1. Szombathely, elkerülő út forgalmi adatainak változása a 86-87 számú főutak közös szakaszán

A Szombathely elkerülő út jelentősége kettős: egyrészt tehermentesíti a várost az átmenő forgalomtól – különösen a nehéz-tehergépjármű forgalomtól –, valamint közvetlen elérhetőséget biztosít Szombathely ipari övezetének. Az iparterület fejlődésével a közúti forgalom nagysága arányosan nőtt, illetve az összforgalmon belül pedig különösen nagy a nehéz-tehergépjármű forgalom aránya. A Szombathely elkerülő legterheltebb szakasza a 86-87 számú főutak közös 2*2 sávos keresztmetszeti kialakítású szakasza, amely a hétágú Zanati úti körforgalom D-i csomóponti ága. A közös szakaszon – a 86. számú főút 83+089 km szelvényében – elhelyezett automata forgalomszámláló berendezés idősoros adatait mutatja az 5. ábra.

A pandémia miatt a 2020-as számlálási adatok nem tekinthetők mértékadónak. A 2011. év utáni visszaesésben bizonyára az M86 számú gyorsforgalmú út építése miatti akadályoztatás is közre játszott, de az M86-M85 Szombathely – Győr (M1 autópálya) közötti teljes kiépítését követően a forgalom változása ismételt egyenletes növekedést mutat. A 2021. évi forgalmi adatok meghaladják a 2019. évi értékeket 2. táblázat Magyar Közút Nzrt. AZ ORSZÁGOS KÖZUTAK 2021. ÉVRE VONATKOZÓ KERESZTMETSZETI FORGALMA a 86. számú főút 83+089 km szelvényében (2. táblázat).

3.2. A Szombathely, Zanati úti (Tesco) körforgalom kiépítésének előzményei

Szombathely É-K-i elkerülő út megépítésével együtt a Zanati úti csomópont háromágú kereszteződésből négyágú, jelzőlámpás forgalomirányítású csomóponttá fejlődött.

Később a csomópont térségében üzemanyag-töltő állomás létesült. A csomópontból való közvetlen csatlakozás feltétele volt a csomópont

2. táblázat: Magyar Közút Nzrt. AZ ORSZÁGOS KÖZUTAK 2021. ÉVRE VONATKOZÓ KERESZTMETSZETI FORGALMA a 86. számú főút 83+089 km szelvényében

Összes forgalom		Összes motoros forgalom		Nehéz motoros forgalom		Pálya-szerkezet méretezési forgalom	Összes teherforgalom
(l/nap)	(E/nap)	(l/nap)	(E/nap)	(l/nap)	(E/nap)	(Et/nap)	(j/nap)
22 359	26 103	22 336	26 096	2 317	5 793	2 811	2 378

6. ábra: Ilyen volt: A hatágú (5+1) Szombathely, Zanati úti körforgalom az üzemanyagtöltő állomás megépítése után



pont hatágú (5+1) körforgalommá történő átépítése. A hatodik ágat a későbbiekben beépítendő terület szervízútja jelentette. Ekkor a körforgalom még egysávos volt (6. ábra).

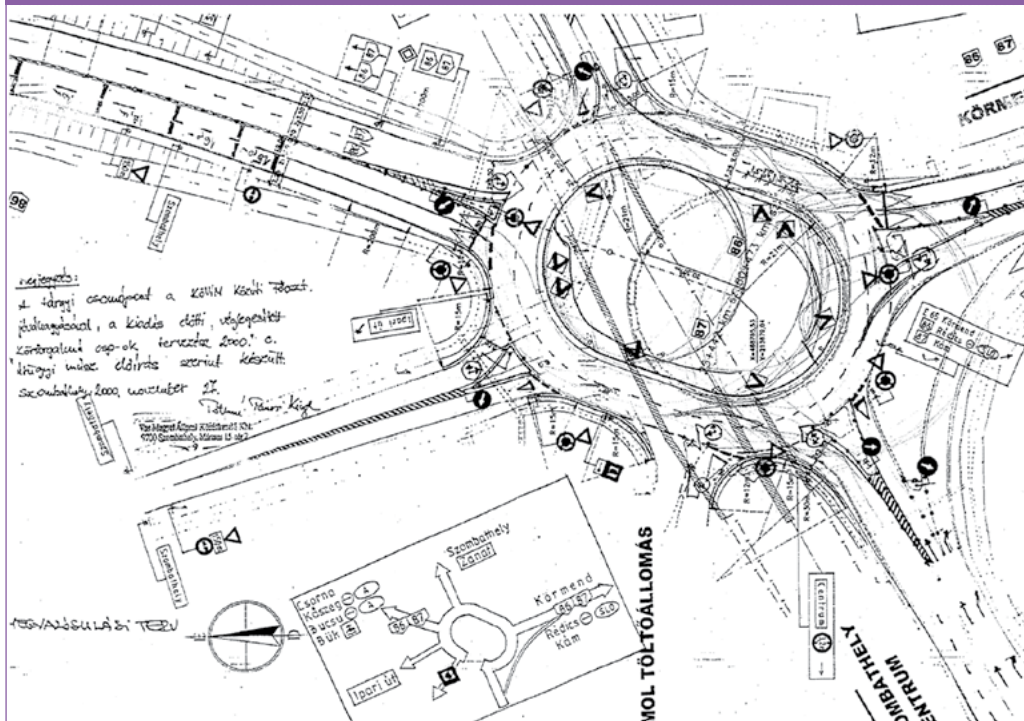
A TESCO megépülésével a 86-87 sz. főutak közös szakasza kétsávosra bővült.

A 86. számú főút Zanat elkerülő szakaszának átadásával a körforgalom elnyerte jelenlegi formáját. A körforgalom átépítésével a csomóponti ágak száma hatról hétre növekedett (7. ábra).

7. ábra: Ilyen lett: A hétágú Szombathely, Zanati úti körforgalom a 86. számú Zanat elkerülő út megépítése után



8. ábra: Szombathely, 86-87 sz. főút – Zanati út – Ipari út – MOL-kút – Szervizút 7-ágú kétsávos körforgalmának megvalósulási helyszínrajza



Az ágak elhelyezkedése miatt az addigi szabályos körforgalom ovális lett. Az ovalitás mértéke az ágak száma miatt meghaladja az előírásban szereplő 2/3 Rb értéket. A körforgalom kialakítása 2000 óta nem változott, mindössze a körpálya felezővonalát nem újították fel,

a burkolatjel az évek alatt lekopott (8. ábra). Az egyik legnagyobb dilemmát éppen ezért az jelenti, hogy felfestés nélkül hogyan kell a körpályán közlekedni? A bekövetkezett anyagi káros balesetek miatt a szakmai vélemény sem egyöntetű.

3. táblázat: A Szombathely, Zanati úti körforgalom csomóponti ágai

	Becsatlakozó út megnevezése	Közfűt jellege	Keresztmetszeti kialakítás
1	86-87 számű főutak közűs szakasza	országűs közűt	2*2 sávűs
2	szervizűt	űnkormányzati űt	2*1 sávűs
3	Zanati űt (ma 86. sz. főűt)	űnkormányzati űt (ma orsz. közűt)	2*1 sávűs
4	86-87 számű főutak közűs szakasza (ma M86)	országűs közűt	2*2 sávűs
5	Ipari űt	űnkormányzati űt	2*1 sávűs
6	MOL űzemanyagtűltű álloműs	magánűt	2*1 sávűs
7	87315 jelű vasűti hozzűjűrű űt	országűs közűt	2*2 sávűs

3.3. A körforgalom főbb paramétereit:

Csomóponti ágak száma (3. táblázat): 7 db

A középsziget sugara (Rb): 21,0 m,

Excentricitás mértéke (E): 20,3 m,

A körpálya (9. ábra):

- szélessége (SZ): 9,0 m+50 cm biztonsági sáv,
- forgalmi sávok száma: 2 db
- forgalmi sávok szélessége: 4,5 m

A járható gyűrű (gy): 1,5 m,

A belépéseknél:

- forgalmi sáv szélessége: 3,5 m
- lekerekítő ív sugara: 12,0–15,0 m

A kilépéseknél:

- forgalmi sáv szélessége: 3,5
(a kétsávos csomóponti ágakon) –5,0 m
- lekerekítő ív sugara: 15,0 m

A 86-87 számú főutak mindkét csomóponti ágán a belépésnél két-két forgalmi sáv csatlakozik a körpályához, a kilépéseknél azonban csak burkolatépítéssel biztosították, de nem lett festették fel a két forgalmi sávot. Egy-egy forgalmi sáv vezet ki a körpályáról mindhárom kétsávos kilépő ágon, a széles burkolatfelület forgalom elől elzárt felületként lett felfestve. Ennek oka, hogy a tervezés időszakában még nem került kiadásra a körforgalmak tervezé-

sét szabályozó útmutató, viszont a nemzetközi gyakorlatban már ismert volt a koncentrikus kétsávos körforgalom a kedvező és kedvezőtlen tapasztalataival együtt. Az akkori dilemma máig nem oldódott fel.

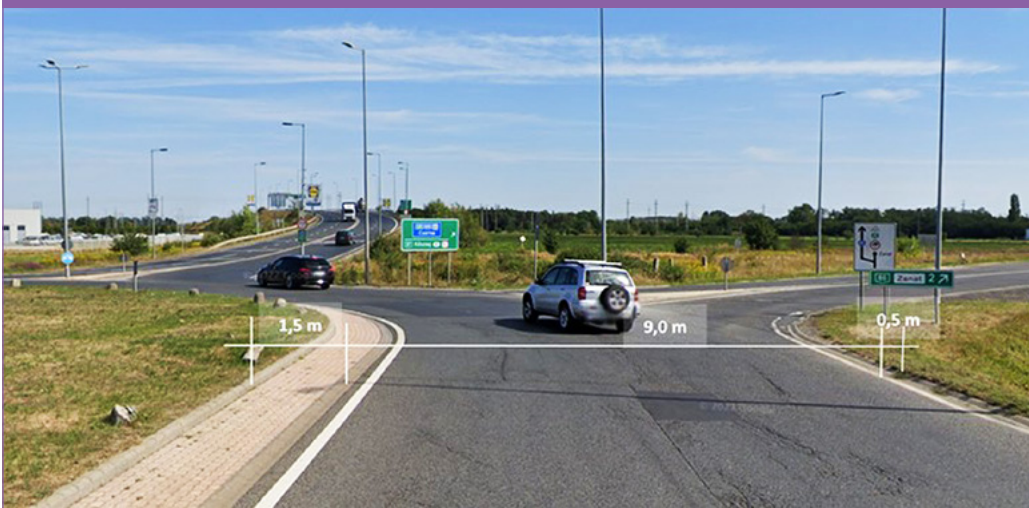
A körforgalom további sajátossága a Szombathely – Körmend irány közvetlen jobbra kanyarodó sáv, úgynevezett surranó ág.

A 86-87 számú főút körmendi (D-i) csomóponti ágát 2015 óta kétirányú kerékpárút keresztezi. A kerékpárút valódi funkcióját azonban a Zanatig tartó kerékpárút 2023 szeptemberi átadásával nyerte el, és várhatóan egyre nagyobb kerékpáros forgalom terheli majd a csomópontot.

A körforgalomban nem jellemző a gyalogos közlekedés.

A világhálón elérhető videófelvételen [4] jól látható, hogy a széles burkolatfelület ellenére a körpálya tulajdonképpen egysávosként működik. A 86-87 számú főutak kétsávos bevezetésein – különösen az északi irányból a felüljárón érkező forgalom – használja a belső forgalmi sávot is. A legtöbb becsatlakozó csomóponti ágon torlódás tapasztalható: műszakváltáskor különösen az Ipari úton, reggeli és

9. ábra: A körpálya keresztmetszeti kialakítása



10. ábra: Forgalomlefolrás a körforgalomban



délutáni csúcsidőben a 86-87 számú főúton és a Zanati úton a mindkét irányban (10. ábra).

3.4. Baleseti adatok, jellemző konfliktus területek

A csomópont nem tekinthető baleseti góchelynek. A WEB-BAL adatbázisból [5] az alábbi személyi sérüléssel végződő balesetek nyerhetők ki (11. ábra).

3.5. A leggyakoribb konfliktus-területek

Az anyagi káros balesetekre nincs kimutatásunk, de az általa kezelt forgalmi torlódás miatt a legtöbb esetben a helyi sajtóból értesülni lehet róla [6].

11. ábra: Személysérüléssel végződő balesetek a Zanati úti körforgalomban

Baleset ideje Baleset típusa Résztevők Baleset kimenetele Sérültek száma	2009.08.03. egyéb busz/szgek könnyű 1 fő (utas) K	 EGYÉB	
Baleset ideje Baleset típusa Résztevők Baleset kimenetele Sérültek száma	2011.12.11. pályaelhagyás szgek könnyű 1 fő K		
Baleset ideje Baleset típusa Résztevők Baleset kimenetele Sérültek száma	2014.06.11. út. kihaladáskor szgek/motor súlyos 1 fő S		
Baleset ideje Baleset típusa Résztevők Baleset kimenetele Sérültek száma	2015.04.21. út. sávvált. közb. tgk/szgek könnyű 1 fő K		
Baleset ideje Baleset típusa Résztevők Baleset kimenetele Sérültek száma	2015.07.07. út. sávvált. közb. tgk/szgek könnyű 1 fő K		
Baleset ideje Baleset típusa Résztevők Baleset kimenetele Sérültek száma	2017.04.03. út. sávvált. közb. vontató/szgek könnyű 1 fő K		
Baleset ideje Baleset típusa Résztevők Baleset kimenetele Sérültek száma	2020.09.04. pályaelhagyás tgk/szgek könnyű 2 fő K		

Konfliktusterület	Probléma	
körpálya	Az egymás melletti elhaladáskor a nagyméretű jármű (kamion, vagy autóbusz) a holt terében közlekedő járművet nem érzékeli, mely oldalirányú ütközésekhez vezet.	
Körmend irányába történő kilépés a 86-87 számú főutak D-i csomóponti ágán	Gyakori a belső „sávból” történő kihajtás a körpályáról , mely jármű konfliktusba kerül a körpályán tovább haladóval.	
kétsávos bevezető szakasz (körforgalom előtt, különösen kritikus a 86-87 számú főutak É-K-i csomóponti ága)	A 86 sz. főútról érkezők a külső sávba akarnak besorolni, de a külső sávba becsatlakozó 87 sz. főúton a holtterben haladó járművet nem érzékelik, vagy egyszerűen nem tartják be a sávváltás szabályait ezért oldalirányban ütköznek.	

4. JAVASLAT A CSOMÓPONT ÁT- ALAKÍTÁSÁRA

A baleseti adatok és a helyszín ismerete alapján két problémakör jellemzi a körforgalmat:

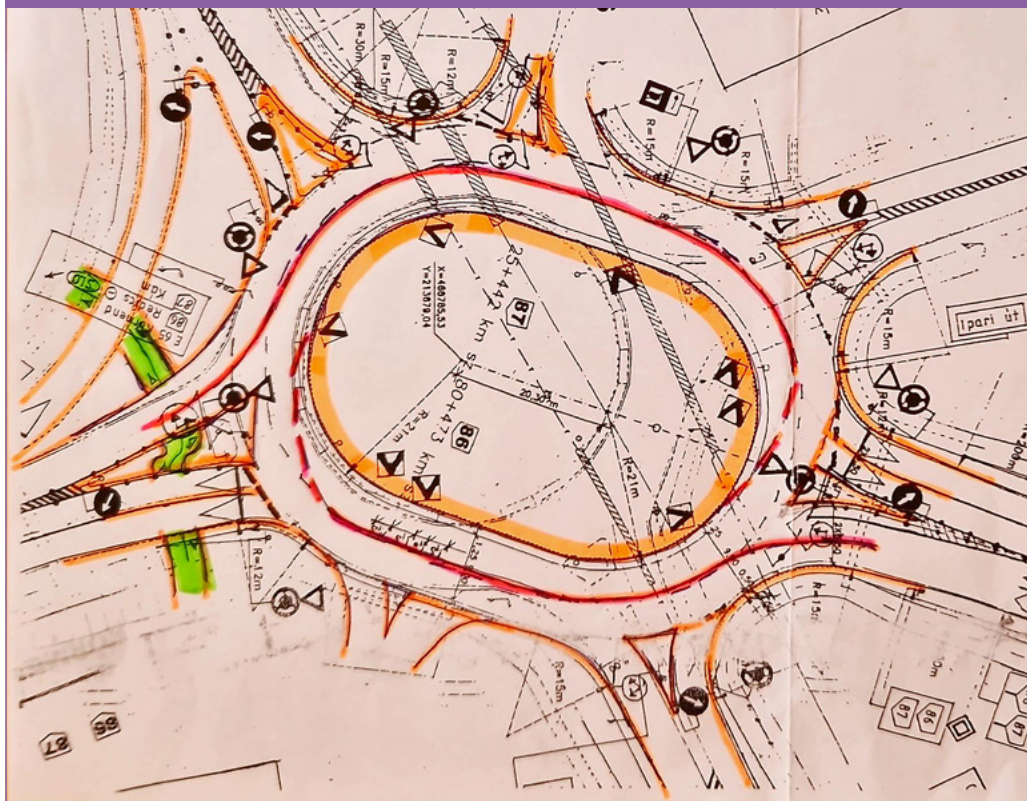
- csúcsidejű kapacitáshiány
- rossz pozíció megválasztása a körforgalomban való közlekedés közben

A címben feltett kérdésre itt adjuk meg a választ. Igen, fessünk, de hogyan? Semmiképpen sem a koncentrikus kör megtartásával, hanem a kapacitáshiány enyhítésére és a balesetek megelőzésére, a baleseti konfliktusok csökkentésére megoldásként javaslatot teszünk a körforgalom spirális körforgalommá történő átalakítására.

Az átalakítás területigénnyel nem jár, mindössze a jelenlegi csomópont területén kell kisebb építési munkákat végezni.

- **A körpálya szélesítése:** a körpálya szélessége az $R_b = 21,0$ méteres belső körsziget sugárérték mellett (9,0 m) nem elegendő a folyamatos két sávban való közlekedésre, ezért a középsziget rovására a körpálya a szükséges mértékben befelé szélesíthető (kb. 1-1,5 m szélességben, a járható gyűrű felhasználásával).
- Az **elválasztó szigetek kismértékű átépítése** a 86-87 számú főút kivezető ágain.
- Az egyenes irányú **kerékpáros átvezetés átépítése „megtört” átvezetéssé** 86-87 számú főutak D-i ágán az (12. ábra).

12. ábra: Helyszínrajzi javaslat a Zanati úti körforgalom átalakítására



Az átépítéssel jelentősen megnő a körforgalom áteresztőképessége, megszűnnek az időszakos torlódások. A körpálya két forgalmi sávon való közlekedésre alkalmassá tételével megelőzhetők az oldalirányú ütközésekből eredő balesetek, az irányított átvezetéssel és a kétsávos kilépésekkel pedig a szabálytalan kilépés és sávváltásra visszavezethető balesetek.

Az átépítéssel együtt nagyon fontos a csomópont jó útirány előrejelzése, amely különösen a Zanati út városból kivezető belépésénél kell, hogy egyértelmű legyen, hiszen, ha valaki a szélső sávba akar becsatlakozni, azt azonnal kidobja a körforgalom, és visszafordulásra nincs lehetőség, ami újabb baleseti konfliktusokat rejthet magában.

5. KONKLÚZIÓ

Szombathely Zanati úti körforgalomban való közlekedés annak megépítése óta tisztázatlan helyzetek kialakulásának sorozatát rejti magában. Nemzetközi és hazai tapasztalatok igazolják, hogy a koncentrikus körforgalmak felett eljárt az idő. A csomópont megépítése óta eltelt emberöltőnyi idő (több mint 20 év), mialatt lényegesen megváltozott Szombathely Ipari Park jelentősége, a becsatlakozó utak és a körforgalom forgalmi terhelése, a forgalom összetétele, háromszor megváltozott a körforgalmak tervezésére vonatkozó előírás (Körforgalmú csomópontok tervezése ÚT 2-1.206:2001 módosult 2010-ben, a jelenleg hatályos tervezési útmutató pedig 2022-ben lett kiadva), mindezek indokoltá teszik a körforgalom sürgős felülvizsgálatát és átalakítását. Cikkünkben bemutattuk, hogy a koncentrikus körforgalmak többségét

már egyéb városokban régen átépítették. Hogy ez Szombathelyen mindeztáig nem történt meg, azért annak egyik oka, hogy a csomópont jelen kialakításában is működik, **de ahhoz, hogy az ott közlekedők biztonságát növeljük, a körforgalom kis költséggel megvalósítható mielőbbi spirális körforgalommal történő átalakítását látjuk szükségesnek.**

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Hóz Erzsébet – dr. Lányi Péter: Körforgalom a biztonság eszköze, Autósélet 2003. január
- [2] KTE konferencia kiadvány, „Körforgalom a hazai gyakorlatban, 1997” Konferencia, Bük-fürdő, 1997. április 9-11.
- [3] <https://utugyilapok.hu/cikkek/uj-tipusuturbo-korforgalmak-alkalmazasanak-hazai-tapasztalatai/> (2023. 07. 10.)
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=jJ8my-TLLvE> (2023. 07. 10.)
- [5] <https://webbal.kozut.hu/> (2023. 07. 04.)
- [6] https://112press.hu/hirek/reszletek/koccanasok_zanati_uti_korforgalom_szhely/ (2023. 07. 10.)



The dilemma: to paint or not to paint on the circuit? Traffic safety experiences of the concentric two-lane roundabout on Szombathely main roads 86-87

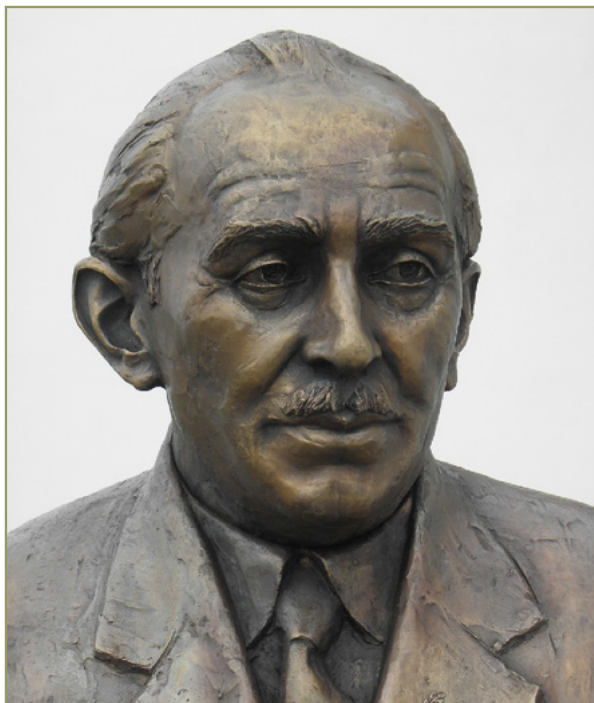
In Hungary, the first new types of suburban roundabouts - initially single-lane - were built in the early 1990s, but by the turn of the millennium, some concentric two-lane roundabouts had already appeared in Hungary. Due to unfavourable national and international experiences, most of the concentric roundabouts were later converted into spiral or turbo roundabouts, but there are still some that have not been converted due to lack of resources. The north-eastern gate of Szombathely is a seven-lane roundabout with a two-lane geometry. The (parallel) traffic on the roundabout is still a controversial issue among road users. In this article, we describe the changes in the traffic load of the junction, examine the conflicts at the junction and suggest a possible modification of the roundabout.



Die Erfahrungen hinsichtlich der Verkehrssicherheit des konzentrischen zweispurigen Kreisverkehrs in der Kreuzung der Hauptstraßen 86-87 bei Szombathely

In Ungarn wurden Anfang der 1990er Jahre die ersten neuen Typen von Vorstadt-Kreisverkehre – zunächst einspurig – gebaut, doch um die Jahrtausendwende gab es in Ungarn bereits einige konzentrische zweispurige Kreisverkehre. Aufgrund ungünstiger nationaler und internationaler Erfahrungen wurden die meisten konzentrischen Kreisverkehre später in Spiral- oder Turbokreisverkehre umgewandelt, es gibt jedoch immer noch einige, die aufgrund fehlender Ressourcen nicht umgebaut wurden. Das nordöstliche Tor von Szombathely ist ein Kreisverkehr mit sieben Kreuzungen und zweispuriger Geometrie. Der (Parallel-)Verkehr im Kreisverkehr ist unter den Verkehrsteilnehmern immer noch ein umstrittenes Thema. Der Artikel beschreibt die Veränderungen in der Verkehrsbelastung der Kreuzung, untersucht die Konflikte an der Kreuzung und es wird eine mögliche Änderung des Kreisverkehrs vorgeschlagen.

HALÁLÁNAK 60. ÉVFORDULÓJÁN
SZÜLŐFALUJÁBAN FELAVATTÁK
PROF. DR. VÁSÁRHELYI BOLDIZSÁR
MELLSZOBRÁT



Prof. Dr. Vásárhelyi Boldizsár (Csombord, 1899. aug. 5. – Bp., 1963. aug. 7.) – mérnök, műegyetemi tanár, a műszaki tudományok doktora (1952), Kossuth-díjas (1958), a korszerű útépités hazai úttörőjének, a Közlekedéstudományi Szemle első főszerkesztőjének emlékét hirdeti a Közlekedéstudományi Egyesület gesztorálásával, a magyar út- és vasútépitő szakma vállalkozásainak adományaiból készült Veres Gábor Munkácsy-díjas és Veres Márton Vitéz szobrászművészek alkotta mellszobor a csombordi református templom kertjében.

(A professzor úr „A gyorsvasút közlekedési jelentősége” c. 1951-ben megjelent cikkét változatlan formában a Szemle következő számában tervezzük közzélni.)

Támogatóink



ÉPÍTÉSI ÉS KÖZLEKEDÉSI
MINISZTERIUM



KTI
Alapítva - Since 1938

Magyar Közlekedéstudományi
és Logisztikai Intézet

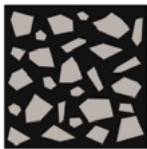


Petőfi
Kulturális
Ügynökség



STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



EUROASZFALT
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

 **HungaroControl**

Magyar Légiforgalmi Szolgálat



KÖZLEKEDÉS
TERVEZŐIRODA



NEMZETI
ÚTDÍJFIZETÉSI
SZOLGÁLTATÓ ZRT.

