



# XI. NEMZETKÖZI KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KONFERENCIA GYŐR



*Közlekedés a  
Járvány után*

*Folytatás vagy  
újrakezdés?*



*Transport after  
the Pandemic*

*Resume or  
restart?*



**2021.  
06.  
10-11.**



**ONLINE**  
lebonyolításban



Fővédnök:  
Dr. Homolya Róbert  
MÁV Zrt.  
elnök-vezérigazgató

XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia  
Győr 2021  
XI. International Conference on Transport Sciences

by

Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék  
University of Győr Department of Transport

&

Közlekedéstudományi Egyesület  
Hungarian Scientific Association for Transport

Szerkesztők / Editors:

Dr. HORVÁTH Balázs  
HORVÁTH Gábor  
(Széchenyi István Egyetem, /  
University of Győr, Hungary)

**ISBN 978-615-5837-86-9**



## **A konferencia testületei / Boards of the conference**

### Tudományos Bizottság / Scientific Committee

Elnök / Chairman:

Dr. habil HORVÁTH Balázs (Széchenyi István Egyetem, / University of Győr, Hungary)

Tagok / Members:

Dr. PRILESZKY István (Széchenyi István Egyetem / University of Győr, Hungary)

Dr. TÓTH János (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem /  
Budapest University of Technology and Economics, Hungary)

Dr. SZERI István (Közlekedéstudományi Intézet /  
Hungarian Scientific Association for Transport)

Dr. MENZEL Christoph (Ostfalia University of Applied Sciences, Germany)

Dr. SCHLOSSER Tibor (Slovak University of Technology, Slovakia)

Dr. SZARATA Andrzej (Cracow University of Technology, Poland)

Dr. KULPA Tomasz (független szakértő / independent expert, Poland)

Dr. KOCHADZE Teimuraz (Akaki Tsereteli State University, Georgia)

Dr. GATTUSO Domenico (Università Mediterranea di Reggio Calabria, Italy)

Szervező Bizottság / Organizing Committee

Elnök / Chairman:

HORVÁTH Gábor (Széchenyi István Egyetem, / University of Győr, Hungary)

Tagok / Members:

DÖBRENTEI Balázs (Széchenyi István Egyetem, / University of Győr, Hungary)

GAÁL Bertalan (Széchenyi István Egyetem, / University of Győr, Hungary)

HENÉZI Diána Sarolta dr. (Széchenyi István Egyetem, / University of Győr, Hungary)

JÓNA László dr. (Széchenyi István Egyetem, / University of Győr, Hungary)

NAGY Viktor (Széchenyi István Egyetem, / University of Győr, Hungary)

RÁKÓCZI Barbara (Közlekedéstudományi Egyesület /  
Hungarian Scientific Association for Transport)

## Köszöntő

2011-ben hívtuk életre a Közlekedéstudományi Konferenciát, azzal a hiánypótló céllal, hogy a hazai közlekedési szakembernek, kutatóknak tudományos igényű publikációs lehetőséget biztosítsunk. A konferencia a kezdeti családias mérethez képest jelentősen megváltozott. E rendezvény ma már stabil helyet harcolt ki a hazai konferencianaptárban, s a kezdeti 60-70 résztvevő helyett közel 200 látogató jelent meg a rekordot jelentő 2019-es évben. 2020-ban a pandémia miatt „csak” on-line tudtuk megszervezni a konferenciát, de a visszajelzések alapján ez sem okozott csalódást.

Idén, 2021-ban, a XI. Közlekedéstudományi Konferencia ismét jubilál, hiszen 10 éves lett az esemény. A kezdeti útkeresés mára már tapasztalattá érett, így lehetséges az, hogy a Közlekedéstudományi Egyesület és a Széchenyi István Egyetem idei, on-line konferenciájára 60 hazai és nemzetközi előadás érkezett.

Elődeink munkássága rendszeresen, magas színvonalon járult hozzá a hazai közlekedéstudományi élet felpezsdítéséhez, ennek hagyományosan sikeres rendezvénye volt a Közlekedési Nyári Egyetem. 2011-ben a Közlekedéstudományi Konferencia elindításával e hagyományokhoz igyekeztünk csatlakozni, mely eddig sikeres volt. Munkák újabb vizsgája a X. Közlekedéstudományi Konferencia volt, mely első ízben nem személyes, hanem on-line került megrendezésre.

A 2021. év mottója: „*Közlekedés a Járvány után: Folytatás vagy újrakezdés*”, mely az elmúlt egy év után a reményről is szól. Emellett természetesen igazodva a mai megatrendekhez fókuszban tartjuk az önvezetést. Annak jármű és pálya oldali, valamint emberi vetületét is.

Ez természetesen nem szűkíti a hazai és nemzetközi szerzők által jegyzett 60 magyar és angol nyelvű előadás témáját, inkább csak igazodási pontot jelent. Természetesen nem maradhat ki a járványhelyzet eddigi tapasztalatainak értékelése sem a programból.

Helyezkedjenek el kényelmesen székükben, élvezzék (ezúttal otthonról) konferenciánk előadásait, poszttereit!

Győr, 2021. június 10.

*Dr. habil Horváth Balázs*  
dékán, tanszékvezető

## Introduction

In 2011 we started the Conference on Transport Sciences to establish an event, where all the Hungarian researchers and experts can have a place to show their work and results. At the beginning, it was a small event, but it changed a lot during the years. Today the conference is one of the most stable event in the Hungarian conference calendar, where the early 60 attendants changed to 200 people in 2019. In 2020 the 10<sup>th</sup> Conference on Transport Science due to pandemic moved to the on-line space.

In 2021 we are celebrating 10 years of Conference on Transport Science. It is again a good occasion for remembering. The path-search of the early time changes into experiences. It makes it possible to attract 60 paper not only from Hungary but also abroad. The close cooperation between Széchenyi István University and the Hungarian Scientific Association for Transport is a really fruitful job.

The conference is the latest result of these well cooperating institutions. We are proud to show you the 11<sup>th</sup> Conference on Transport Sciences in Győr. This year the conference focusing on self-driving vehicles and sustainable transport, but due to the pandemic we have the motto: *“Transportation after the Pandemic: Resume or restart”*.

I hope despite the on-line space, during these two days everybody gets new information and new impulses to be more motivated in their future work. So, sit down and enjoy the presentations and posters of our conference.

10<sup>th</sup> June 2021, Győr

*Balázs Horváth PhD*  
dean

Faculty of Architecture, Civil- and transportation Engineering  
at the Széchenyi István University

## Tartalomjegyzék / Table of contents

<b>Fenntartható közlekedés / Sustainable mobility</b>		<b>11</b>
<i>(cím szerinti betűrendben / in alphabetical order by title)</i>		
SZAKONYI Petra dr.	A jármű és infrastruktúra közötti kommunikációs technológiák hatásainak mérési módszerei, a Győrbe telepített intelligens közlekedési rendszerek példájának figyelembevételével	12
MOHAMMED Dilshad - HORVÁTH Balázs dr.	A review on detection and recognition of traffic signs by autonomous vehicles	20
SOBOŃ Mariusz	Analysis of the electric public bus transit performance in Miechów	28
ORTEGA Jairo - TÓTH János dr. - PÉTER Tamás dr.	Analyzing pollution reduction by combining the P&R system with electric vehicles	41
JADAAN Khair dr. - AL- JALOUDI Rawan - ALSARAYREH Duha - ALNUSAIRAT Zaid	Drivers' understanding of traffic signs in Jordan	49
PAPP Viktória - PRILESZKY István dr. - DENKE Zsolt dr.	Elektromos autóbuzsos közszolgáltatás kialakításának gazdaságossági és környezeti hatása Budapesten	58
LUDMANN Levente - MÁTRAI Tamás - HARTMANN Bálint dr.	Elektromos autók töltési igényének becslése a budapesti ingázási szokások alapján	71
GATTUSO Domenico dr. - CASSONE Gian Carla dr. - MALARA Margherita dr. - PELLICANÒ Domenica Savia dr.	Energy costs related to traffic on urban road networks - Future perspectives of sustainable mobility	84
KULCSÁR Máté - FÖLDES Dávid dr. - NAGY Simon	Gyűjtőpontok számának meghatározása gravitációs modell alkalmazásával autonóm járműves mobilitási szolgáltatáshoz	98
SZÜCS Gergely - KOREN Csaba dr.	Lateral position of cars in urban traffic lanes	110
FETTER Marcell - CSONKA Bálint dr.	Multikritériumos értékelő módszer hibrid meghajtású vasúti járművek üzemeltetéséhez	116
HENÉZI Diána Sarolta dr. - HORVÁTH Balázs dr.	Önvezető járművek társadalmi elfogadása	127
ZALACKO Roland - SIMONGÁTI Győző dr.	Right-sizing the propulsion system of an IW public transport ship	132



BORSOS Attila dr. - KOREN Csaba dr. - MAKÓ Emese dr. - MILETICS Dániel dr. - NAGY Richárd - FAHAD Mohammad - MAGYARI Zsófia	Road environment for autonomous vehicles	140
HORVÁTH Balázs dr. - HORVÁTH Richárd dr.	Video based data collection in transportation	148
<b>További cikkek / Other papers</b>		157
<i>(cím szerinti betűrendben / in alphabetical order by title)</i>		
KOCHADZE Teimuraz dr. - KOCHADZE Irakli dr.	A conceptual model of a traffic safety strategy on highways	158
ANDREJSZKI Tamás dr. - STROMMER Tamás - TÓTH Patrik - CSENDES Bálint dr. - MUNKÁCSY András dr.	A kísérleti budapesti mobilitási pontok hálózatának hatásai	163
KÖVESDI István - HORVÁTH Balázs dr.	A közlekedés államháztartási bevételei és kiadásai 2004-2019. között	178
KIMMER Diána - HALMOS Tamás - HAJNAL Tünde	A mobilitáskutatás kialakítása Budapesten	191
JADAAN Khair dr. - BOUSHRA Alayyan - ALAA Atieh - ENAS Alsharqawi - FATIMA Alazzam	A study of wrong way driving in Jordan	201
JÓNA László dr. - HENÉZI Diána Sarolta dr. - DÖBRENTEI Balázs - GAÁL Bertalan	A Szigetköz közlekedési kihívásai	210
LÉVAI Zsolt - MOLNÁR Balázs - MUNKÁCSY András dr.	A turisztikai célú vasúti utazások piaci változásának turizmusbiztonságra gyakorolt hatásai	222
BÓNA Krisztián dr. - SÁRDI Dávid Lajos	AHP alapú, kétszintes minősítési modell kidolgozása városi övezetek vizsgálatára és alkalmazása a budapesti koncentrált igénypont-halmazok city logisztikai rendszerében	234
HEGYI Zsolt - TÓTH- MAROS Dániel dr.	Az utazási élmény valódi, minden más... - az értékesítés digitalizációja a vasúton	248



JADAAN Khair dr. - NWEIRAN RAHAHLEH Duha	Composite Sleepers: A new technology in railways	257
NOWAK-GĄSOWSKI Mateusz - CIESIELSKI Robert	Concept reconstruction of the intersection of Wielicka and Nowosądecka streets in order to separate car and tram traffic	264
SUBERT István - SUBERT András	Empirikus pályaszerkezet méretezés	272
KIERPIEC Urszula	Evaluation of bus stop infrastructure and improvement of pedestrian accessibility on the example of Mateczny Roundabout in Krakow	284
OUBAHMAN Laila - DULEBA Szabolcs dr.	Evaluation of urban public transport by using PROMETHEE method	291
SZERI István dr.	Gondolatok a közszolgáltatásként ellátott helyi és térségi személyszállítás integrációs lehetőségeiről	298
WINKLER Ágoston dr.	Helyi vonalhálózatok evolúciója Győr példáján: a sugarastól az átmérősig	305
UDVARDI Beatrix dr. - BLUMBERGER Zoltán Imre	Hogyan közlekedünk mi? Közúti közlekedési zaj monitorozása egy budapesti agglomerációs település forgalmas útján (esettanulmány)	315
OLIVEIRA DA CRUZ Júlio Hennderson - MÁTRAI Tamás dr. - TÓTH János dr.	How crime and violence affect cycling levels in cities	322
MAHDI Ali - ESZTERGÁR-KISS Domokos dr.	Investigating the effects of COVID-19 on tourists' behavior: A case study of Budapest	335
KRIZSIK Nóra - PAUER Gábor - GLÁSZ Attila	Kerékpáros baleseti adatok vizsgálata, és az adatgyűjtésre vonatkozó átfogó javaslatok kidolgozása	342
GLÁSZ Attila - HÓZ Erzsébet	Kerékpárutak forgalmi lefolyásának elemzése	353
ABA Attila - KERÉNYI Tamás - MÁTRAI Tamás - ESZTERGÁR-KISS Domokos dr.	MaaS alkalmazások funkcióinak és szolgáltatásainak elemzése	366
BÁLINT Mátyás - FÖLDES Dávid dr. - MUNKÁCSY András dr.	Mobilitási szolgáltatások szükségessége kis és közepes városokban	375
FERENCZI Balázs - NÉMETH Péter dr. - KULCSÁR Bence	Műhely rendszerű termelés anyagmozgatásának optimalizálása	388

KASZA Dávid - LAKATOS András - MÁNDOKI Péter dr.	Nemzetközi, párhuzamos közlekedési módok összehasonlító értékelése a felhasználói paraméterek szempontjából	400
AL-SALIH Wissam - ESZTERGÁR-KISS Domokos dr.	Sensitivity analysis based approach for modelling of transport mode choice behaviour	412
DESTA Robel - TÓTH János dr. - JABER Ahmed - TESFAYE Daric	Statistical characterization of light rail transit travel time at level crossings	427
KÁLDI István	Szeged vasúthálózatának kialakulása és fejlesztési lehetőségei	434
ROCHEL Maciej	Test methodology on the wear of railway and tramway rails in Poland and methods of reducing their wear	447
AKHMEDOV Erjan dr.	The influence of COVID-19 pandemic on freight rail transportation between China and Europe	456
JADAAN Khair dr. - ALQASEM Qasem	The sources of the Kuznets relationship between road fatalities and economic growth under Jordanian conditions	463
GOSZTOLA Anett - UTI Gábor - VÁGÁNY András	Új eljárás kidolgozása a mikromobilitási eszközök forgalmi vizsgálatára a SPROUT projekt keretében	477
GOSZTOLA Dániel - SZÉP János dr.	Új hídépítési eljárás gyorsforgalmi utak rekonstrukciójánál	490
TÓTH Bence dr. - LÉVAI Zsolt	Új vasúti Duna-hidak helyszíneinek kvantitatív analízise a vasúthálózat szempontjából	496
FÖLDES Dávid dr. - CSONKA Bálint dr. - CSISZÁR Csaba dr.	Utaskikérdezés alapú célforgalmi mátrix becslő módszer közforgalmú közlekedéshez	506
OSZTER Vilmos - ÁCS Balázs	Versenyhelyzet a helyközi közszolgáltatásban - Trendforduló Közép-Európában?	519
ALBERT Gábor - KÖVESDI István	Versenyképesség kontra EU? gondolatok a Mobilitási Csomagok gazdasági hatásairól	536
LÉVAI Zsolt - KORMÁNYOS László dr. - TÓTH Bence dr.	Zavarok kezelése ütemes menetrendi szerkezetű vasútvonalakon	550

**A cikkek szerzői / List of authors** 561

**Támogatók / Sponsors** 565

**Kiadó / Publisher** 566

# Új vasúti Duna-hidak helyszíneinek kvantitatív analízise a vasúthálózat szempontjából

Dr. Tóth Bence<sup>1</sup> - Lévai Zsolt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nemzeti Közszolgálati Egyetem  
telefon: +36 1 432 9000 / 29260  
e-mail: toth.bence@uni-nke.hu

<sup>2</sup>KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.  
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK, Katonai Műszaki Doktori Iskola  
e-mail: levai.zsolt@kti.hu

**Kivonat:** 1920 óta a Magyarországon áthaladó nemzetközi vasúti teherforgalom szinte teljes egészében a budapesti Összekötő vasúti hidat használja, ami azt erősen túlterheli. Ez nemcsak a polgári szállítások, hanem a katonai felhasználás szempontjából is rendkívül hátrányos helyzet, mivel a bajai Türr István híd és az Újpesti vasúti híd nem képesek helyettesíteni azt. Az egyetlen megoldás a forgalom ezen hídtól való szélsőséges függőségének a kiküszöbölésére egy új híd építése lehet. A Duna mindkét partján léteznek azonban azzal párhuzamos vasútvonalak, és csak az azokat összekötő híd hiányzik. Ezért a bemutatandó kutatás alap gondolata egy olyan hely megtalálása volt, ahol a vasúti infrastruktúra alapvetően már létezik, így a beruházás alapvetően barnamezősként valósulhat meg. Az új hálózati elem lehetséges helyszíneit kvantitatív módszerek alapján értékeltük. Először meghatároztuk, hogy az új híd megfelelő alternatívája-e normál üzemi körülmények között az Összekötő vasúti hídnak. Emellett értékeltük az új híd szerepét az Összekötő vasúti híd helyettesítésében annak sérülése esetén. A híd fontosságának számszerűsítéséhez az úgynevezett redundanciát használtuk, mely számszerű értéket rendel az egyes hálózati elemekhez, jellemezve azok fontosságát más hálózati elemek helyettesítésében. E számítások elvégzéséhez Magyarország jelenlegi vasúti hálózatának gráfmodelljét használtuk, amely tartalmazza a közforgalmú hálózat mellett a Magyar Honvédség vágányait is.

**Kulcsszavak:** vasút, Duna-híd, gráfelmélet, redundancia, Összekötő vasúti híd

## Bevezetés

Magyarország kelet-nyugati átjárhatóságának egyik kulcsa a dunai átkelési lehetőségek számában rejlik. A Dunán öt vasúti híd épült, melyek közül a legjelentősebb a Ferencváros és Kelenföld állomásokat összekötő kétvágányú déli összekötő híd volt [1]. A többi híd egyvágányú mellékvonal részeként épült meg, így eleve nem lehetett nagy szerepük a kelet-nyugati vasúti forgalom lebonyolításában.

E szűkösség mind a személy-, mind pedig az áruszállításban is éreztette hatását: gyakorlatilag mindenki, aki kelet-nyugati irányban kívánt utazni, és minden áru, amit ebben a relációban szállítottak csak Budapesten keresztül tudott közlekedni. Ez a tény jelentősen megnövelte a déli összekötő híd kihasználtságát, olyannyira, hogy 2021-ben a híd három vágányosra bővül, mely ugyan megnöveli a híd átbocsátóképességét, ugyanakkor nem nyújt alternatívát az átkelő kiesése esetén (célzott támadással a teljes három vágány kiiktatható a forgalomból), sőt a bővülés hatására megnövekvő forgalomban még nagyobb zavar keletkezhet.

Ezért szükségesnek tartjuk annak vizsgálatát, hogy alternatívát találjunk a déli összekötő hídnak oly módon, hogy a lehető legkevesebb új pályát kelljen építeni. A Dunával párhuzamosan sok vasútvonal fut mindkét oldalon, így keressük azokat a pontokat, ahol az összeköttetés barnamezős beruházásként valósulhat meg.

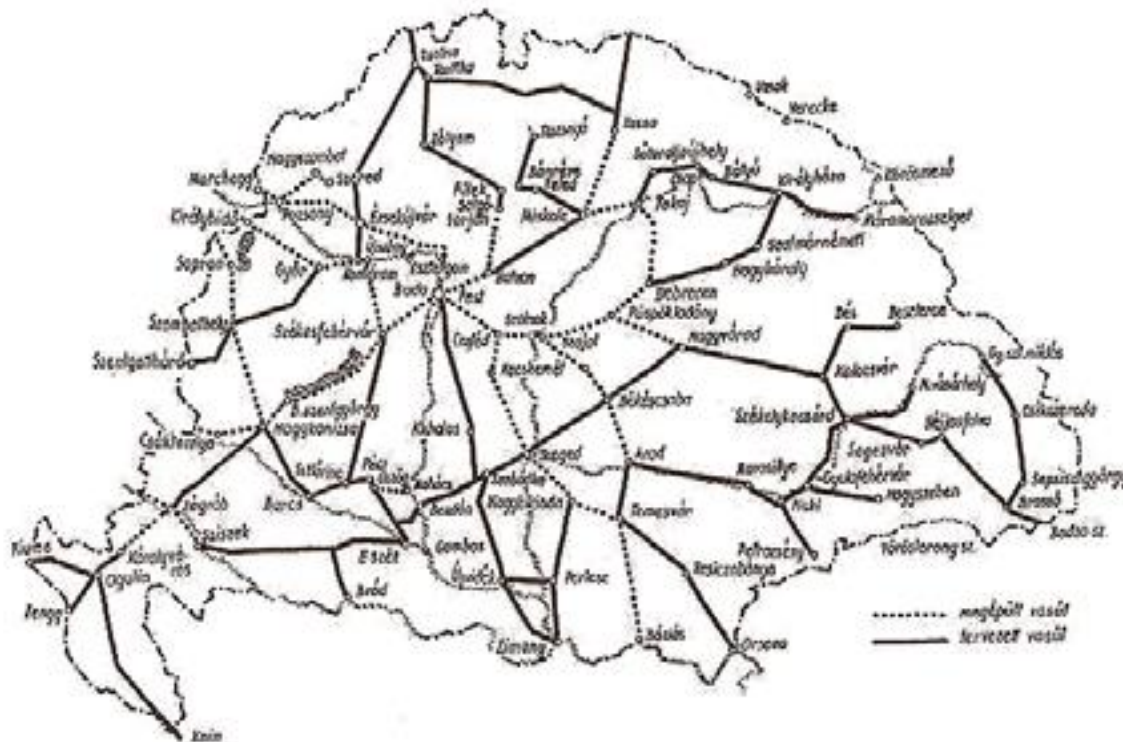
A megfelelő számú és minőségű Duna-híd megléte a vasúti közlekedésen túl védelmi érdek is [2], ugyanis a már említett célzott támadással megsemmisített átkelő jelentős gazdasági károkat is tud okozni azáltal, hogy szinte teljes körűen megszűnik a kelet-nyugati vasúti forgalom [3],[4]. Emellett hadászati szempontból is szükséges a katonai felvonulás vagy átcsoportosítás lehetőségét biztosítani alternatív dunai átkelés fenntartásával [5].

A cikkben az új vasúti Duna-híd lehetséges helyszíneit vizsgáljuk gráfmodell és redundanciavizsgálat segítségével. Az új hálózati elem lehetséges helyszíneit kvantitatív módszerek alapján értékeltük. Először meghatározzuk, hogy az új híd megfelelő alternatívája-e normál üzemi körülmények között az Összekötő

vasúti hídnak, majd értékeljük az új híd szerepét az Összekötő vasúti híd helyettesítésében annak sérülése esetén.

## 1. Vasúti Duna-hidak Magyarországon

A Dunán való vasúti átkelés lehetősége nem szerepelt az első magyarországi vasúti hálózati tervterképeken. Gróf Mikó Imre 1867-ben keletkezett vasútfejlesztési terve sem tartalmazott vasúti Duna-hidat (1. ábra).



1. ábra: Gróf Mikó Imre 1867-es vasútfejlesztési terve; forrás: [6]

A Dunán való vasúti átkelés igénye azonban már az 1860-as évek második felében megfogalmazódott, és 1872-ben az országgyűlés törvényt is alkotott a híd megépítéséről, mely 1873-76 között épült meg [7].



2. ábra: Az Összekötő vasúti híd építése; forrás: [6]

A bajai (ma Türr István híd) vasúti híd az 1910-es évektől biztosít átkelési lehetőséget a Dunán. A II. világháborúban elpusztított hidat 1950-ben adták át ismét a forgalomnak [15].

A Déli Összekötő híd és a bajai híd között nem volt további vasúti híd, így már az 1930-as években elkezdték tervezni az újabb dunai átkelőt, amely a Budapestet elkerülő vasútvonal része lett volna. A Solt

és Dunaföldvár közötti hídon a vasúti vágányok 1940-re készültek el, így a forgalom is ekkor indult meg. Ez azonban rövid idejű volt, mert a hidat 1944-ben a német csapatok felrobbantották. Az újjáépítés 1951-re fejeződött be, ugyanakkor a híd folytatásaként elképzelt Solt – Fülöpszállás vonalszakasz már nem épült meg, így a híd nem tudta betölteni a neki szánt funkciót [16]. Személyforgalma sosem volt jelentős, ezért az 1968-as közlekedéspolitikai koncepció részeként 1979-től a személyforgalom leállt, a hídon csak tehervonatok közlekedtek. Bár stratégiai szerepe nem volt a hídnak, azért az egyik legfontosabb vonat mégis erre közlekedett: a paksi atomerőmű használt fűtőelemeit szállító vonat rendszeresen kelt át a hídon. Az áruszállítás csökkenése miatt a 2000-es évek elején a vasúti átkelés teljes felszámolásáról döntöttek és 2001. június 1-én a vonalat bezárták, a Duna-híd felújításakor a vágányokat felszedték.

Ezután ismét csak a bajai híd állt rendelkezésre a kelet-nyugati irányú vasúti közlekedés számára. Ez a tény több szempontból sem megfelelő. Egyrészt nincs kerületi és helyettesíthetőségi lehetőség a legnagyobb forgalmú Duna-híd kiesése esetén, mely katonai és országvédelmi szempontból jelent hátrányt, másrészt a bajai híd elégtelen kapacitása (egyvágányú, nem villamosított vonal) és a Déli Összekötő híd jelentős terhelése nem teszi lehetővé a forgalom bővülését, mely gazdasági és társadalmi hátrányokat okozhat.

Ezek miatt fontosnak tarjuk, hogy az újonnan létesítendő vasúti dunai átkelési lehetőség:

- biztosítsa Budapest vasúti elkerülhetőségét és
- biztosítsa a kelet-nyugati irányú vasúti forgalom levezethetőségét.

Vizsgálatunkat ennek megfelelően kiterjesztjük Budapest vasúti elkerülhetőségére és a híd lehetséges helyszíneire.

## 2. Budapest lehetséges elkerülő útirányai

### 2.1 Északkelet: Szob – Vácrátót – Hatvan elág. – Szolnok

Az észak-keleti elkerülő vonal tulajdonképpen már kiépült, így új beruházásra nincs is szükség. Az 1980-as években jelentős áruforgalom zajlott Bulgária/Románia és Csehszlovákia/NDK között, ezért az ilyen irányú vasúti forgalom számára már akkoriban kiépítették Szolnok és Vác között a Budapestet elkerülő vonalat. A vonatok a Szolnok – Hatvan elágazás (Hatvan állomás érintése nélkül) – Aszód – Galgamácsa – Vácrátót – Vác útvonalon haladtak, mely vonalat kivillamosították, így a vonatok akár megállás nélkül is végig tudtak közlekedni rajta. Az vonal nagyobb részben egyvágányú, csak néhány állomásközből van két vágány lefektetve. Az egyedüli gondot a Galgamácsa – Vácrátót szakasz 10 %-os emelkedője jelentette, de nagyteljesítményű mozdonyokkal (V 63 / 630) ez is leküzdhető volt. Miután a vonal több elővárosi vonalat is érint, melyeken időközben jelentősen megnőtt a személyvonati forgalom, egyes vonalrészek kapacitása elégtelen lehet, leginkább akkor, ha a Déli Összekötő híd használhatatlanná válik.

### 2.2 Délkelet: Szolnok – Cegléd elág. – Kecskemét – Solt – Dunaföldvár – Székesfehérvár

Szintén a szocializmus vasúti teherszállítása indokolta a Szovjetunió – Jugoszlávia irány elterelését Budapestről. Ennek jegyében épült meg a Solt – Dunaföldvár vasúti Duna-híd, illetve születtek tervek a Kecskemét – Fülöpszállás vasútvonal fejlesztésére, illetve a Fülöpszállás – Solt vasútvonal megépítésére. A történelmi viszonyok változásának következtében azonban ezekre már nem került sor, a dunaföldvári híd eljelentéktelenedett, így a vágányokat is felszedték a 2000-ben felújított hídon. Ugyanakkor, ha Budapest vasúti elkerülését vizsgáljuk, mindenképpen érdemes a déli elkerülést lehetőségét vizsgálni [8].

### 2.3 Nyugat: Székesfehérvár – Komárom – Révkomárom – Érsekújvár – Szob/ Almásfüzitő – Dorog – Budapest

A nyugati elkerülés hasonló problémákkal küzd, mint a közút. A Dunántúli-Középhegység keleti hegyei: a Vértes és a Budai-Hegység természeti akadályokat képez az elkerülő vonal építése előtt, akárcsak az M0 autópályát esetében [9].

Célunk tehát a bemutatandó kutatással, hogy találjunk olyan útvonala(ka)t, melynek megépítésével a főváros mentesíthető az átmenő tehervonati forgalomtól és megfelelő alternatívát nyújt az Összekötő vasúti híd kerületi útirányként. A nyugati irány csak az északkeleti iránnyal együtt kínál megfelelő kerületi lehetőséget, ezért a két vonalat csatlakoztatni kell. A meglévő vonalak miatt ez Vác állomáson kell, hogy megtörténjen. A kerületi nyomvonalát tovább gondolva szükséges egy kapcsolat Szob és Esztergom között is, melynek megvalósítási nehézségeire a 3. fejezetben, kivételes előnyeire pedig a 4. fejezetben fogunk visszatérni a többi vizsgált alternatíva esetére kapott eredmények bemutatásával együtt.

### 3. Vizsgált helyszínek

Az új, az Összekötő vasúti hidat szükség esetén kiváltani képes átkelő megépítésére több helyszínt és több alternatív nyomvonalváltozatot megvizsgáltunk.

#### 3.1 Szob

Az új dunai átkelés elképzelhető legészakibb helyszíne a szlovák-magyar határnál lehetséges. A tervezett új nyomvonal Szob állomásból ágazik ki és (már Szlovákia területén) egy 90 fokos ívvel éri el a Duna-hidat. Azon áthaladva már magyar oldalon a pálya belép egy 7 km-es alagútba, melyet követően Esztergom-Kertvárosnál csatlakozik északi irányból a 2-es sz. Budapest–Esztergom (és 4-es sz. Esztergom–Almáfüzitő) vonalba. Politikailag és földrajzilag ez a helyszín a legkedvezőtlenebb, mivel az Ipoly hídja után a nyomvonal már Szlovákia területén vezet, ezért a balparti hídfő használatának kérdése államközi megállapodást igényel, hogy az itt található 1,5 km-es pályaszakasz passage-vonalként üzemeltethető legyen és a híd nem csak hogy a védelmi szempontból rendkívül sebezhető 25 km-es országhatártól vett sávon belül helyezkedne el [10], hanem ráadásul a határon kívül. Emellett az alagút az építés költségeit is jelentősen megnövelné.

#### 3.2 Dunaföldvár

A második lehetséges helyszín Dunaföldvár, ahol a Beszédes József híd a 151a Dunaföldvár–Solt vasútvonal részeként 2000-ig egyvágányú kapcsolatot biztosított a 42-es sz. Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Paks és a 151-es sz. Kunszentmiklós–Tass–Dunapataj vonalak között. Ezen híd hálózatba történő visszaállításának hat lehetséges módját vizsgáltuk.

- Az első alternatíva estében a 151a vonalat és a hidat a megszüntetési nyomvonalon visszaépítve vettük figyelembe, de (a szűk ívek miatt Dunaföldvár vasútállomás és a híd között, illetve a híd és Solt vasútállomás között átlagosan) 60 km/h engedélyezett sebességgel.
- A második alternatívában feltételeztük a fentiek mellett a 42-es és a 151-es vonal megengedett sebességének a jelenlegiről 120 km/h-ra növelését.
- A harmadik alternatíva esetén a második alternatíva feltételei mellett a 150-es sz. Budapest–Kunszentmiklós–Tass–Kelebia vonal engedélyezett sebességét is 120 km/h-val vettük figyelembe.
- A negyedik alternatívában a harmadik alternatívához képest a 151a vonalat 80 km/h-val járhatónak feltételeztük, továbbá Solt állomás kezdőponti végéből kiágazva és Kissoltot északkeletről megkerülve és Fülöpszállásig az 52-es út mellett haladva éri el összesen 31,4 km után a 150. sz. vonalat, ahol két, 120 km/h-val járható ívvel csatlakozik abba mind észak, mind dél felé.
- Az ötödik alternatíva a negyedikétől csak a Duna-híd keleti hídfője és a Kissoltot északkeletről megkerülő ív között tér el: itt a vonal nem az eredeti nyomvonalon, hanem északról kerüli meg Soltot a 151. sz. vonalat külön szintben keresztezve. Az újonnan építendő pálya és a 151. sz. vonal kapcsolatát egy Solt állomásból annak kezdőpontjában kelet felé kiágazó, 80 km/h-val járható deltavágány biztosítaná.
- A hatodik alternatíva teljesen új nyomvonallal és a jelenlegi hídtól délre megépítendő új vasúti híddal számol: a 151a vonal Dunaföldvár állomás végpontjánál nem fordul északnak, hanem kelet felé haladva keresztezi a Dunát és Soltot délen elkerülve az 52-es és 53-as utak találkozásától kezdve halad az 52-es úttal párhuzamosan a 150. sz. vonalig a negyedik alternatívánál leírt módon. Az új pályából a 151. sz. vonaltól keletre kiágazó észak felé forduló deltavágány köti össze Solt állomás végpontjával, melynek a beépítettség miatt olyan szűk ívben valósítható csak meg, hogy a megengedett sebesség rajta csak 60 km/h lehet.

A negyedik, ötödik és hatodik alternatívánál feltettük tovább az 5. sz. (Székesfehérvár–Komárom), a 44. sz. (Pusztaszabolcs–Székesfehérvár), a 42. sz., a 150. sz. és a 152. sz. (Fülöpszállás–Kecskemét) vonalak megengedett sebességének 120 km/h-ra emelését és a 42. sz. és 44. sz. vonalak összekötését Zichyújfalu és Adony között egy, a 40. sz. (Budapest–Pusztaszabolcs–Pécs) vonal fölötti mőtárggyal, szintén 120 km/h megengedett sebességgel.

#### 3.3 Dunaújváros

Dunaújvárosnál egykor már szintén volt átkelés, a TS uszályhíd, melynek egykori hídfői között épülhetne meg az új híd. Az új pálya, mely alapvetően 120 km/h-val járhatóra épülne meg, Rácalmásnál ágazna ki a 42. sz. vonalból és a Szalki szigetre vezető töltésen haladna a Dunáig, a szigeten egy 60 km/h-val járható ívvel. A szalkszentmártoni hídfő után ameglévő töltésen haladva, de a települést a nem délről, hanem

északról kerülne meg és csatlakozna a 151. sz. vonalba. A Dunaföldvári negyedik, ötödik és hatodik alternatívákhoz hasonlóan itt is feltettük a 42, 44, 5, 150. sz. vonalak 120 km/h-val való járhatóságát és az Adony és Zichyújfalu közti különbszintű összeköttetését. Dunaujváros esetén két alternatívát vizsgáltunk.

- Az elsőnél a budapesti Nagy-Burma vágányt 120 km/h-val járható infrastruktúraelemnek feltételeztük.
- A második alternatívánál a 152. sz. Fülöpszállás–Kecskemét vonalat 120 km/h engedélyezett sebességgel építettük be a modellbe.

### 3.4 Paks

A legdélibb helyszín, alapvetően zöldmezős beruházás, mely a 42. sz. és a 153. sz. (Kiskőrös–Kalocsa) vonalat kötné össze 120 km/h-val járható pályaan Paks és Kalocsa végpontjai között. A vasúti pálya és atomerőmű északi bejárójának találkozását nem tervezhetjük szintbeni keresztezésnek, ezért Paks állomás végponti váltókörzete után a vágányok süllyesztését azonnal el kell kezdeni, hogy ezen 2-2,5 km távolságon a pálya 5 m mélyre vihető legyen, ami 2,5-2 %-os esést jelent. Az atomerőművet és Paks II tervezett helyét nyugatról és délről elkerülve Foktótól északra épülne meg az új vasúti Duna-híd, majd a pálya a növényolajgyár iparvágányával közös töltésen haladna Kalocsáig, ami 18,9 km új pályát jelent. Itt is két alternatívát vizsgáltunk, de mindkettőnél feltételeztük a korábban már bemutatott, a 42, 44, 5, 150, 153. sz. vonalak sebességének 120 km/h-re emelését és az Adony-Zichyújfalu összeköttetését.

- Az első alternatíva esetén feltettük, hogy a 152. sz. vonal 120 km/h-val járható.
- A második alternatívánál a 153. sz. Kiskőrös–Kalocsa és a 150. sz. vonalak csatlakozásánál terveztünk egy deltavágányt Kalocsa felől Kiskunhalas felé, hogy a 155. sz. Kiskunhalas–Kiskunfélegyháza vonal irányváltás nélkül elérhető legyen.



3. ábra: a vizsgált Duna-hidak állomásközeinek vázlatos elhelyezkedése; forrás: [11] alapján saját szerkesztés

A 3. ábrán összefoglaltuk grafikusán is a vizsgált helyszíneket. Célunk volt, hogy az újonnan építendő híd mellett a lehető legrövidebb új vonalat kelljen megépíteni és a szükséges fejlesztések a meglévő infrastruktúra fejlesztésével legyen megvalósítható. Szerettük volna az elkerülhetetlen kisajátításokat, a természeti környezet átalakításával járó beavatkozásokat minimális szinten tartani. Ez a szobi helyszín



esetében, ahogy láttuk, egyáltalán nem valósul meg, azonban a másik három helyszín összesen 10 alternatívája esetén igen és a kapcsolódó fejlesztések is a teljes hálózat színvonalának emelését segítik elő.

#### 4. Forgalmi ráterhelés

Vizsgáljuk meg, mely viszonylatokban jutnak szerephez az egyes új hidak, illetve a nyomvonal-alternatívák! Ehhez minden állomáspár között megkerestük a legrövidebb utat mind kilométerben, mind időben. A kapott eredmények értékeléséhez tudnunk kell, hogy a lehetséges új hidak nélkül a zavarmentes hálózatban az Összekötő vasúti hídon a kilométerben legrövidebb menetvonalak 37%-a, az időben legrövidebb menetvonalaknak pedig 45%-a halad át [12]. Az eredmények az 1. táblázatban láthatóak.

1. táblázat: Az egyes Duna-hidak alternatíváinak kvantitatív jellemzői.  $M$ : az új hidat érintő menetvonalak százalékos aránya,  $\Delta N$ : a legforgalmasabb állomásközön áthaladó menetvonalak számának százalékos csökkenése az új híd hálózatba helyezésével,  $\Delta L$ : az összes minimális hosszúságú, illetve minimális menetidejű menetvonal összhosszának, illetve össz-menetidőjének százalékos csökkenése az új híd hálózatba helyezésével;  $\ell$ : minimális hosszúságú menetvonalakat vizsgálva,  $t$ : minimális menetidejű menetvonalakat vizsgálva

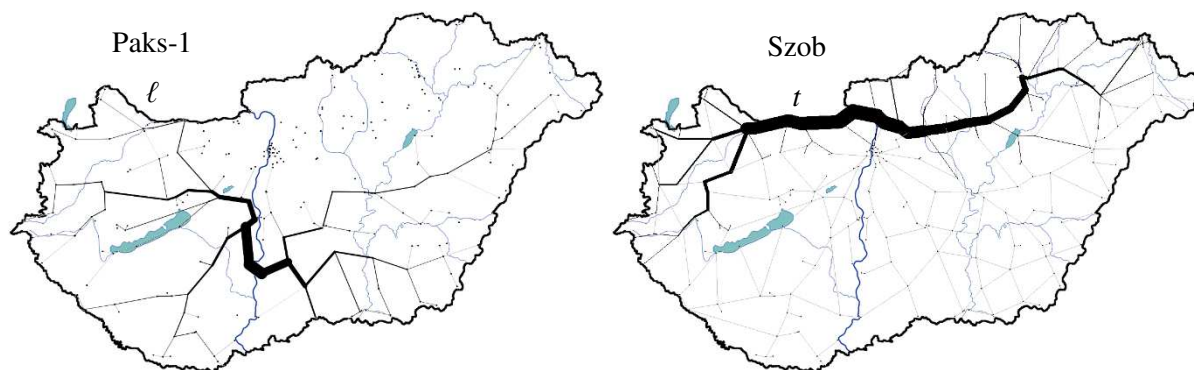
alternatíva	Szob		Dunaföldvár									
	$\ell$	$t$	$\ell$				$t$					
			1-2-3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$M$	8,52	8,47	7,72	7,80	8,02	8,75	7,46	7,92	7,46	5,19	5,53	5,52
$\Delta N$	6,86	17,47	6,16	18,88	19,49	19,68	1,22	6,16	1,22	10,95	11,72	11,64
$\Delta L$	0,57	0,80	0,41	0,88	0,92	1,02	0,12	0,41	0,12	0,70	0,84	0,87

alternatíva	Dunaújváros				Paks			
	$\ell$		$t$		$\ell$		$t$	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
$M$	8,38	8,28	4,13	5,12	1,55	1,55	1,57	1,71
$\Delta N$	19,29	19,15	6,58	9,00	3,28	3,29	3,14	3,14
$\Delta L$	1,01	1,01	0,65	0,73	0,28	0,28	0,29	0,31

##### 4.1 Az új hídon áthaladó menetvonalak aránya

Azt látjuk, hogy a paksi hídon az összes menetvonal mindössze 1,5%-a haladna csak át mindkét alternatíva esetén, ami rendkívül kevés: ezt a hidat csak azoknak a menetvonalaknak célszerű igénybe venni, melyek a híd közvetlen közelében fekvő állomásokat kötik össze a Duna másik partján fekvő célállomásokkal. A dunaföldvári híd 4-5-6. és a dunaújvárosi híd mindkét alternatívája esetében az összes menetvonal kb. 5%-a halad át minimális menetidők esetén, ami még szintén meglehetősen alacsony arány. A meglepő a 2. dunaföldvári alternatíva közel 8%-os értéke minimális menetidők esetére, aminek oka a csatlakozó vonalak megemelt sebességében keresendő: ha a 42. és 151. sz. vonalak sebessége alacsony, lassan közelíthető csak meg a híd (1. alternatíva); ha a 42., 43. és 151. sz. vonalak sebessége magas, de a 150-esé alacsony, a menetvonalak a dunaföldvári hidat választják, hogy minél rövidebb távon haladjanak csak a lassú 150. sz. vonalon (2. alternatíva); de amint ezen a vonalakon is gyorsabban lehet haladni (3. alternatíva), ismét az Összekötő vasúti híd válik preferálttá a dunaföldvári híddal szemben. A dunaújvárosi híd esetében a csatlakozó vonalakat eleve magasabb sebességgel vettük figyelembe, vagyis kihasználtság szempontjából ez a híd északibb elhelyezkedésétől függetlenül lényegében azonos hatást gyakorol a hálózatra, mint a dunaföldvári. Ezen két hidat, centrális elhelyezkedésük miatt, azonban az összes menetvonal kb. 8%-a venné igénybe ha a kilométerben legrövidebb útra optimalizálunk. A szobi hidat azonban a menetvonalak még ezeknél is valamivel magasabb arányban, 8,5%-ban veszik igénybe, mind minimális menetidők, mind minimális menetvonalhosszak esetén, vagyis annak ellenére, hogy lényegében csak az északi országrészek közti átjárhatóságot biztosítja, ez a híd lenne az vázolt alternatívák közül a legkihasználtabb.

A legkisebb és a legnagyobb kihasználtságú alternatívát, a paksi 1-est minimális menetvonalhosszakra és a szobit minimális menetidőkre, igénybe vevő menetvonalakat a 3. ábrán láthatjuk.



3. ábra: a paksi 1-es alternatíva hídját minimális menetvonalhosszak esetén és a szobi hidat minimális menetidők esetén használó menetvonalak eloszlása. A vonalvastagság arányos a forgalommal, mindkét esetben a híd forgalmára normálva; forrás: saját szerkesztés

#### 4.2 A legforgalmasabb állomásköz tehermentesítése

A magyarországi vasúthálózat egyértelműen legforgalmasabb állomásköze az Összekötő vasúti hidat is magában foglaló Ferencváros-Kelenföld állomásköz. A híd forgalma minimális menetidők esetén a leginkább a szobi híd megvalósulása esetén csökkenne a legjelentősebb mértékben, 17,5%-al. Ez az új híd és a csatlakozó vonalak földrajzi közelségének és az új vonal kedvező pályasebességének együttes eredménye. A következő legjobb alternatívák a legforgalmasabb állomásközön jelentősen kisebb, kb. 10%-os forgalomcsökkenést okozó 4., 5. és 6. dunaföldvári alternatívák. A híd az 1., 30., 40., 150. és 140. sz. vonalak közti transzverzális forgalmat tudja hatékonyan elvezetni, melynek így nem kell érintenie a fővárost; de ezek és a 80., 100. és 120. sz. vonalak közti forgalom továbbra is csak Budapesten keresztül tud bonyolódni. A két dunaújvárosi alternatíva által okozott 6,5 és 9,0%-os csökkenés, bár nem elhanyagolható, a híd korábbiaknál kedvezőtlenebb elhelyezkedéséből adódik: a Solt-Fülöpszállás vonal hiánya miatt elkerülhetetlen a 150. sz. vonal igénybe vétele, ennek következtében csak az ország déli részei közti forgalom számára célszerű az igénybe vétele. A 2. dunaföldvári alternatíva 6,1%-os forgalomcsökkentése betudható az ebben az esetben mindössze 80 km/h-val járható 150. sz. vonalat a főváros és Kunszentmiklós-Tass között kiváltó szerepének. A paksi alternatívák 3,1% és az 1. és 3. dunaföldvári alternatívák 1,2%-os forgalomcsökkentése az Összekötő vasúti hídon elhanyagolható.

Minimális menetvonalhosszak esetén egy kicsit más helyzetet látunk. A dunaföldvári 4-6. és a két dunaújvárosi alternatíva által a Ferencváros-Kelenföld állomásközön okozott kb. 19%-os forgalomcsökkentése egyértelműen jó nyomvonalkitűzésre utal és azt mutatja, hogy a menetidőkben levő ehhez képesti elmaradás a csatlakozó vonalak szükségesnél alacsonyab engedélyezett sebességében keresendő, melyek emelését ebben a modellben nem feltételeztük. A szobi irány az eddig az Összekötő vasúti hídon áthaladó legrövidebb menetvonalaknak csak az ötödére van kedvező hatással, vagyis ez egy kicsit hosszabb, de lényegesen gyorsabb útiránynak bizonyul. Hasonló mértékű az 1-3. dunaföldvári alternatívák által okozott forgalomcsökkenés, de ezekről korábban láttuk, hogy bár rövidebbek, csak kevés esetben gyorsabbak a jelenlegi útirányoknál. A paksi két alternatíva minimális távolságok esetében is csak elhanyagolható mértékben csökkenti a legforgalmasabb állomásköz forgalmát.

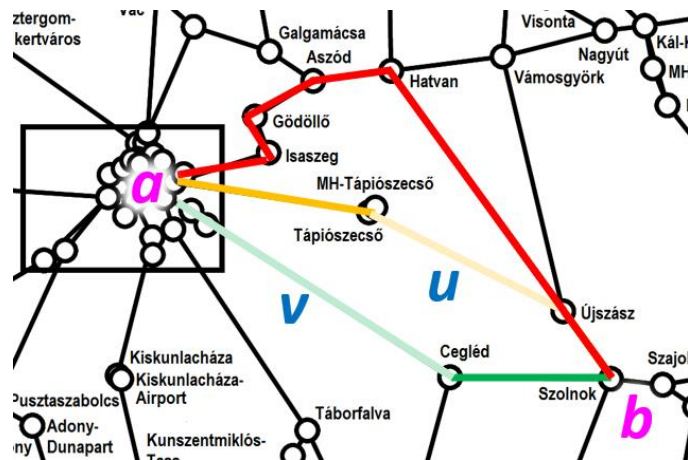
#### 4.3 A hálózat össz-menetvonalhosszának és összmenetidejének csökkenése

A teljes hálózatra gyakorolt hatásában a két dunaújvárosi és a 4-5-6. dunaföldvári alternatíva kiemelkedő: a hálózat össz-menetvonalhosszában ezek okoznak 0,8%-nál, az összmenetidőben pedig 0,6%-nál nagyobb csökkenést. Ennek egyik oka az előbbieken látott viselkedés: mivel sok, korábban Budapesten áthaladó menetvonal halad át ezen a két hídon, ezért az ezeken okozott hosszbeli, illetve menetidőbeli csökkenés a menetvonalak nagy száma miatt az egész hálózat szempontjából jelentős.

A 2. dunaföldvári alternatíva és a szobi híd csak közepes, 0,4% körüli csökkenést okoz, annak ellenére, hogy a hidak forgalma nagyjából azonos, vagy még valamivel magasabb is az előzőeknél. Vagyis a forgalomcsökkentő hatás nem feltétlenül okoz jelentős csökkenést a menetidőkben. Az 1. és 3. dunaföldvári vagy a két paksi alternatíva megépítése csak minimális, 0,1-0,3% közötti csökkenést eredményezne a teljes hálózat összmenetidejében és össz-menetvonalhosszában, ami a hidak kihasználtságát figyelembe véve egyáltalán nem meglepő.

## 5. Redundancia

A redundancia az egyes hálózati elemeknek, mint kerülőútnak a kvantitatív mértéke. Kiszámításának módját egy korábbi cikkünkben ismertettük [13], ezért itt csak a megértéséhez elengedhetetlenül szükséges ismereteket vázoljuk, állomásközök redundanciáját bemutatva.



4. ábra: Szemléltetés az  $u$  állomásköz által  $a$   $v$  állomásköznek az  $a$ - $b$  viszonylaton nyújtott redundanciájának meghatározásához. A zöld útvonal az  $a$  és  $b$  állomások közti legrövidebb út a zavarmentes hálózatban, a sárga útvonal a legrövidebb út  $a$   $v$  állomásközt nem tartalmazó hálózatban, a piros útvonal pedig a legrövidebb út a sem az  $u$ , sem  $a$   $v$  állomásközt nem tartalmazó hálózatban; forrás: saját szerkesztés

Első lépésben meghatározzuk minden állomáspár között a legrövidebb út pontos vonalát, azaz hogy mely állomásközöket érintik. Ezután az egyik legrövidebb útvonal esetén (pl. az  $a$  és  $b$  állomások közötti zöld útvonalra) kizárjuk az az azon fekvő egyik állomásközt ( $v$ ) és meghatározzuk a legrövidebb kerülőút hosszát az  $a$  és  $b$  állomások között (sárga útvonal). Ezt követően ezen legrövidebb kerülőútvonal egyik állomásközét ( $u$ ) is kizárjuk és meghatározzuk a sárga útvonal legrövidebb kerülőútját (piros útvonal). A piros és a sárga útvonalak hosszainak különbségét nevezzük az  $u$  állomásköz  $v$  állomásköznek nyújtott redundanciájának az  $a$ - $b$  útvonalon.

Meghatározva az összes állomáspár közötti legrövidebb út (zöld) minden egyes állomásközének zavara esetén az ahhoz tartozó legrövidebb kerülőutat (sárga), majd ezek minden egyes állomásközének zavara esetén is a legrövidebb kerülőutakat (piros); majd ezek közül kiválasztva azokat, melyek esetén a  $v$  állomásköz része a zöld útvonalnak, de az  $u$  állomásköz nem, viszont az  $u$  állomásköz rajta fekszik a sárga útvonalon és a piros útvonalat úgy határoztuk meg, hogy ezt az  $u$  állomásközt zárjuk ki a legrövidebb kerülőútból. Az ezen esetekhez tartozó redundanciaértékeket összegezve kapjuk meg az  $u$  állomásköz által  $a$   $v$  állomásköznek nyújtott redundanciát.

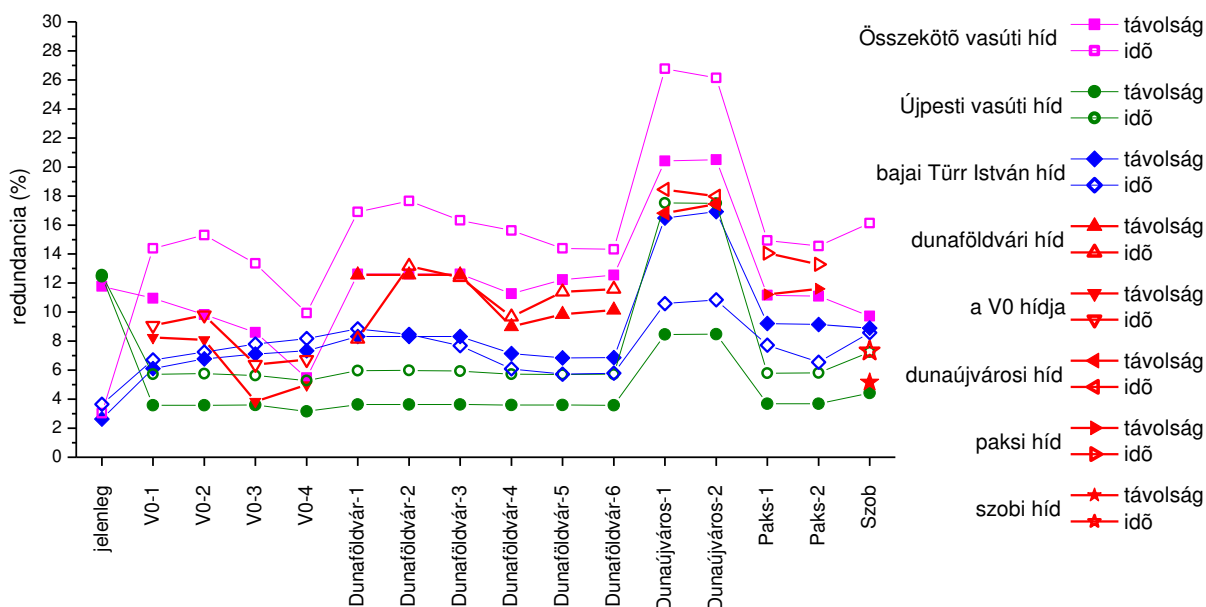
Ha meghatározzuk az az  $u$  állomásköz által minden másik lehetséges állomásköznek nyújtott redundanciáját és ezen értékeket összeadjuk, megkapjuk az  $u$  állomásköz teljes redundanciáját.

Ez a mennyiség mutatja meg az  $u$  állomásköz, mint kerülőút fontosságát. Az összehasonlíthatóság kedvéért minden egyes redundanciaéréket szokás normálni a legrövidebb útvonal (zöld) hosszával. Emellett célszerű az inverz redundanciát használni, azaz nem a legrövidebb utak hosszát, illetve menetidejét használni a számolásban, hanem ezek reciprokát. Ha ugyanis a sárga a piros útvonal végtelen hosszú, azaz két állomásközt kizárva már nem lehet eljutni az  $a$  állomásközből a  $b$ -be, akkor a kerülőúton kizárt állomásköz redundanciajáruléka ezen állomáspár között végtelen lenne. Ha azonban az inverz redundanciát használjuk, a járulék 0 lesz, vagyis egyszerűen nem vesszük figyelembe ezt a konkrét útvonalat, hiszen például a Dévaványa–Szeghalom útvonalon az első lépésben a Dévaványa–Körösladány állomásközt kizárva a (sárga) kerülőút Gyomán át vezet, de a Dévaványa–Gyoma állomásközt kizárva a (piros) kerülőút hossza végtelen lenne; ezen utóbbi állomásköz teljes redundanciája tehát mindenképpen végtelen lesz, azonban jelentősége semmiképp sem végtelen a teljes hálózat szempontjából.

Az 5. ábrán láthatjuk az egyes Duna-hidak egymásnak nyújtott redundanciáját. A vízszintes tengelyen a jelenlegi három vasúti Duna-híd mellé felépítendő negyedik híd, illetve annak lehetséges alternatíváit ábrázoltuk. Minden esetben meghatároztuk minden egyes híd, mint a 4. ábra példájában szereplő  $u$  állomásköz által a másik három hídnak, mint  $v$  állomásköznek nyújtott normált inverz redundanciát és ezen

három értéket összeadtuk. Például a szobi híd esetén a piros csillag a szobi híd állomásköze ( $u$ ) által az Összekötő vasúti híd ( $v_1$ ), az Újpesti vasúti híd ( $v_2$ ) és a Türr István híd ( $v_3$ ) állomásközének nyújtott három normált inverz redundanciaérték összege. Hasonlóan, a szobi híd esetén a lila négyzet az Összekötő vasúti híd állomásköze ( $u$ ) által az Újpesti vasúti híd ( $v_1$ ), a Türr István híd ( $v_2$ ) és a tervezett szobi híd ( $v_3$ ) állomásközének nyújtott három normált inverz redundanciaérték összege.

A sokáig tervezett, de jelenleg napirenden nem szereplő V0 vasútvonal négy alternatívájának Duna-hídjához tartozó redundanciaértékek egy korábbi publikáciunktól származnak [14].



5. ábra: Az egyes alternatívák megvalósulása esetén a négy Duna-híd által a másik három Duna-hídnak nyújtott redundancia; forrás: saját szerkesztés

Azt látjuk, hogy az újpesti és a bajai hidak egyaránt alacsony redundanciát nyújtanak a többi hídnak, az Összekötő vasúti híd redundanciája szignifikánsan kiemelkedik, a negyedik, feltételezett híd pedig a kettő között helyezkedik el. Kivételt képez egyrészt a V0 vasútvonal, melynek létesítése esetén az Összekötő vasúti híd redundanciája lecsökken és a négy érték közelebb kerül egymáshoz. Ez azt jelenti, hogy még a helyettesítő híd is könnyen helyettesíthető a V0 vasútvonal ideális elhelyezkedése miatt.

A másik kivétel a dunaújvárosi alternatíva, mely esetben a redundanciaértékek egyenletesen, arányosan megnövekednek. Ez azt jelenti, hogy egy híd sérülése esetén az alternatív, szuboptimális útvonal igénybe vétele miatti menetidő- vagy menetvonalhossz-növekmény jóval kisebb annál a növekménynél, mely ezen alternatív útvonal járhatatlanná válása esetén következne be. Bár az Összekötő vasúti híd itt is kiemelt szerepet játszik, jelentősége arányaiban kisebb, valamint a másik két jelenleg létező Duna-híd és a fiktív híd egymás nagyon hasonlóan viselkedik zavar esetén.

A V0 esetén tehát az első és a második alternatíva is mérsékelten jó; a dunaújvárosi híd esetén az első kerülőút csak kismértékben rosszabb az optimálisnál, míg a második már jelentősen; az összes többi híd esetében pedig az alternatív útvonalak jósága a sérült hálózati elemtől függ.

## Konklúzió

Cikkünkben egy új vasúti Duna-híd létesítésének lehetőségét vizsgáltuk. Elsőként a létesítés szükségességét elemeztük és megállapítottuk, hogy védelmi és gazdasági szempontból is szükséges az új dunai átkelő megépítése. Ezután gráfelméleti és redundanciavizsgálattal kerestük az új híd lehetséges helyszínét. A híd leendő forgalmát ráterheléses vizsgálattal modelleztük.

A forgalmi ráterhelés hálózati adataiból és a redundanciaértékekből összességében azt láthatjuk, hogy a dunaújvárosi híd az ezen paraméterek alapján az optimális választás, ott is a 2. alternatíva. Ez a nyomvonal és a hozzá kapcsolódó fejlesztések nyomán ez nem csak egy kihasznált hídnak bizonyul, hanem a teljes

hálózat össz-menetidejét is lényegesen csökkenti. Megépítése emellett fontos hatást gyakorolna a jelenleg legforgalmasabb átkelő forgalmára is, annak forgalmát akár 20 %-kal is csökkentve.

A dunaföldvári és a paksi helyszínek esetén a jobbparti csatlakozások egy jelentős déli kitérőt tartalmaznak, mely ezen helyszínek kevésbé kedvező értékeléséhez is hozzájárult. Bár a 42. sz. vonal déli végének összekötése a 46. sz. Sárbogárd–Bátaszék vasútvonallal ezt a helyzetet enyhítené, az említett vonal átfogó fejlesztése nélkül a hátrányt nem kompenzálhatja.

Vizsgálatunk eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az Összekötő vasúti híd tehermentesítésére és szükségese esetén helyettesítésére a V0 projektben megfogalmazott nyomvonalnál délebbi helyszín lenne a hálózat szempontjából optimális (a szükséges kapcsolódó infrastruktúrafejlesztéseket is figyelembe véve). Végeredményben kimondhatjuk, hogy egy új vasúti Duna-híd a magyar gazdaság, társadalom, a közlekedési rendszer és nem utolsósorban a védelmi igazgatás érdekeit egyaránt szolgálja.

## Irodalomjegyzék

- [1] Péterffy G.: A vasúti közlekedés újraindításának nehézségei a II. világháború után. Pályaállapot – járműpark – szénhelyzet. In: Bartók Béla (szerk.): Trauma és válság a századfordulón – Történelem, Eger, Eszterházy Károly Főiskola Liceum Kiadó, 2015, 215-234
- [2] Horváth A.: A közlekedési hálózat és a védelmi érdek kapcsolata, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 2005.
- [3] Szászi G.: Long-span railway bridges in the transport system of Hungary, Hadmérnök, 2013/2, 98-107
- [4] Szászi G.: Nagyfolyami vasúti hidak, mint közlekedési létfontosságú rendszerelemek, In: Horváth A. – Bányász P. – Orbók Á. (szerk.): Fejezetek a létfontosságú közlekedési rendszerelemek védelmének aktuális kérdéseiről, 83-99, Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014.
- [5] Szászi G.: Katonai vasúti szállítások a Magyar Honvédség missziós feladatainak rendszerében, Szolnoki Tudományos Közlemények 16, 101-118, 2010.
- [6] Horváth F.: A magyar vasúthálózat kialakulása és fejlődése, Sínek világa, 2006/3-4, 2-7
- [7] Sztankó N.: A Déli összekötő vasúti Duna-híd (1. rész) – A híd múltja, Sínek világa, 2018/különszám, 47-52.
- [8] Szászi G.: A vasúti hálózati infrastruktúrával szemben támasztott újszerű védelmi követelmények kutatása, a továbbfejlesztés feltételrendszerének vizsgálata (Doktori értekezés); Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 103-104, 2013.
- [9] Szászi G.: Magyarország közlekedési infrastruktúrájának fejlesztése napjainkban: Közút vagy vasút? Katonai Logisztika 2007/2, 32-59
- [10] Siposné Kecskeméthy K.: A Magyar Köztársaság közlekedési hálózatának elemzése, különös tekintettel a vasúti alágazat háborús üzemeltetésének felkészítésére: szakdolgozat, Budapest, ZMNE, 1997., 13. o.
- [11] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hungarian\\_railway\\_system.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hungarian_railway_system.jpg) (Letöltve: 2021.04.30.)
- [12] Tóth B.: A magyarországi vasúthálózat zavarainak gráfelméleti alapú vizsgálata, In: Horváth Balázs, Horváth Gábor, Gaál Bertalan (szerk.): Közlekedéstudományi Konferencia, Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék, Győr, 2018, pp. 505-519. (ISBN 9786155776137)
- [13] Tóth B.: Forgalmatlan, de nélkülözhetetlen - A magyarországi vasúthálózat redundanciavizsgálata, In: Horváth Balázs, Horváth Gábor, Gaál Bertalan (szerk.): Közlekedéstudományi Konferencia, Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék, Győr, 2019, 37/1-9. (ISBN 9789638121868)
- [14] Tóth B. – Horváth I.: How the Planned V0 Railway Line Would Increase the Resilience of the Railway Network of Hungary Against Attacks, Academic and Applied Research in Military and Public Management Science 18 (3), pp. 109-129. (2019), DOI: 10.32565/aarms.2019.3.6
- [15] [https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrr\\_Istv%C3%A1n\\_h%C3%ADd](https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrr_Istv%C3%A1n_h%C3%ADd)
- [16] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Dunaf%C3%B6ldv%C3%A1r%E2%80%93Solt-vas%C3%BAtvonal>