

**Somogyvári Bence Miklós<sup>1</sup> - Tóth Bence<sup>2</sup>**

**A V0 VASÚTVONAL ÚJ NYOMVONALÁNAK HATÁSA A  
MAGYAR HONVÉDSÉG SAJÁT CÉLÚ VASÚTI  
PÁLYÁINAK KAPCSOLATÁRA**

THE IMPACT OF THE NEW LINE OF THE V0 RAILWAY  
ON THE CONNECTION OF THE HUNGARIAN  
DEFENSE'S OWN RAILWAY TRACKS

[HTTPS://DOI.ORG/10.30583/2025-1-2-086](https://doi.org/10.30583/2025-1-2-086)

**Absztrakt**

*A budapesti Összekötő vasúti híd, az ország egyetlen kétvágányú vilamosított dunai átkelője kapacitásának határán van: ez az ország vasúthálózatának legjelentősebb szűk keresztmetszete. A hálózat átbocsátóképességének növelésére és a főváros tehermentesítésére évtizedek óta tervezik egy, a fővárostól délre haladó vonal, a V0 megépítését. Cikkünkben a tervezett új vasútvonal 12 nyomvonal-alternatívájának hatását vizsgáljuk meg a Magyar Honvédség (MH) két speciális szállítási feladatában. Vizsgálatainkhoz egy matematikai gráfmodellt használunk, melyben figyelembe vesszük az egyes vasútvonalak elméleti maximális áteresztőképességét és az MH által használható saját célú vasúti pályák teljesítőképességét is. A kapott eredmények alapján megállapítjuk, hogy bár egy megfelelő nyomvonalon vezetett V0 megoldaná a dunai átkelés jelenlegi problémáit, egy hasonló Tisza-híd-fejlesztés nélkül a hálózat szűk keresztmetszet problémája nem oldódna meg, csak átkerülne Szolnokra.*

**Kulcsszavak:** vasúthálózat; gráfelmélet; átbocsátóképesség; kapacitás; V0

---

<sup>1</sup> Somogyvári Bence Miklós hadnagy, okl. katonai logisztikai vezető, somogyvari-bence@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7850-7747>

<sup>2</sup> Tóth Bence PhD, okl. fizikus, habilitált egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, Természettudományi Tan-szék, toth.bence@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3958-187X>

## **Abstract**

*The Southern Railway Bridge at Budapest, the only double-tracked electrified crossing over the Danube River is at the edge of its capacity and thus it is the main bottleneck in the railway network of Hungary. To increase the capacity of the network and to divert the unnecessary traffic from Budapest, a railway line called V0 to be built south of the capital is planned for decades. In our paper, we investigate the effect of 12 different route alternatives of this planned railway line for two special transportation tasks of the Hungarian Defence Forces (HDF). For our calculations a graph model of the network is used in which we take into consideration the maximal capacity of the railway lines and also the limitations of the sidings of the HDF. The results show that a properly chosen path for the V0 line could solve the present difficulties of the crossing of the Danube but without a similar development of a bridge over the river Tisza would not solve the problem of bottlenecks of the whole network just relocate it to Szolnok city.*

**Keywords:** railway network; graph theory; flow; capacity; V0

## **Bevezetés**

Magyarország vasúti átjárhatóságának kulcselemei a hálózat szűk keresztmetszetei. Ezen helyek, melyeket az angol *bottleneck*-nek, azaz „palacknyaknak” hív, lehetnek állomások, műtárgyak vagy egész vonalszakaszok. A magyarországi vasúthálózatban ilyenek különösen a nagyfolyami hidak,<sup>3</sup> melyek közül kiemelkedik a budapesti Összekötő vasúti híd. Bár a Tiszán is csak egyetlen kétvágányú villamosított átkelő található, Szolnok és Szajol között a 100. sz. fővonalon (a 120. sz. fővonalal közös szakaszon, azaz mind a Budapest–Cegléd–Debrecen viszonylat, mind a Budapest–Újszász–Békéscsaba viszonylat forgalma ezen bonyolódik), a Tokaj–Rakamazi egyvágányú villamosított átkelő szükség esetén alternatívát tud nyújtani.<sup>4</sup> A jelenleg 100 km/h sebességre engedélyezett 108. sz. Füzesabony–Debrecen vonal fejlesztése (kétvágányúsítás, villamosítás) további alternatívát nyújthatna.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Szászi G.: Long-span railway bridges in the transport system of Hungary, *Hadmérnök* 8:2, 98-107, 2013.

<sup>4</sup> Tóth B.: A magyarországi vasúthálózat redundanciáját biztosító vonalszakaszok, *Hadmérnök* 14:2, 74-86, 2019.

<sup>5</sup> Lévai Zs.: A fővonalai vasúti Tisza-hidak helyettesíthetőségének kérdései, *Műszaki Katonai Közlöny*, 33:2. sz. 59-74. DOI: 10.32562/mkk.2023.2.5

Ezzel szemben a Dunán áthaladó nemzetközi tranzit teherforgalom 80-90%-a az 1. sz. Budapest–Hegyeshalom fővonalon, a Ferencváros és Kelenföld állomások között fekvő Összekötő vasúti hidat használja az ezen a folyón való átkelésre.<sup>6</sup> Bár maga a híd háromvágányú, de a 2021. április 25-én átadott harmadik vágány - melyen a régi hídszerkezet vágányainak elbontása idején is folyamatosan két vágányon tudott haladni a forgalom - jelenleg nincs bekötve a hálózatba, vagyis a forgalom továbbra is csak kettőn zajlik.

A 2. sz. Budapest–Esztergom vonalon található Újpesti vasúti híd villamosítás szempontjából zsákvonálnak számít, hiszen a 4. sz. Esztergom–Almásfüzitő vonal villamosítatlan; a bajai Türr István híd pedig, bár 100 km/h a rajta engedélyezett sebesség, szintén egyvágányú és villamosítatlan.

Mivel a közlekedési hálózat létfontosságú rendszerelemnek (kritikus infrastruktúrának) minősül,<sup>7</sup> az ilyen kapacitásszűkítések különleges odafigyelést igényelnek,<sup>8</sup> sérülésükkel vagy rombolásukkal ugyanis a teljes hálózat átjárhatatlanná válhat.<sup>9</sup> Emellett a Budapesten csak áthaladó, de a belvárost érintő teherforgalom jelentős zajterhelést is okoz; az elővárosi személyforgalmat is kiszolgáló Összekötő vasúti híd kapacitásait feleslegesen foglalja, valamint természetesen a hídszerkezetet is igénybe veszi.

Mindezek miatt újra és újra a közlekedéspolitika homlokterébe kerül az évtizedek óta tervezett, a fővárost délről elkerülő ún. V0 vasútvonal megépítése. Mivel ez egy, a magyar vasúthálózatot jelentősen módosító beruházás lenne, ami alapvetően fogja átalakítani az ország vasúti közlekedési hálózatát és fogja befolyásolni annak lehetőségeit, beleértve a katonai szállításokat is, ezért szükségesnek tartjuk kvantitatív módszerekkel megvizsgálni a tervezett nyomvonalak közötti különbségeket. Nemcsak a hálózat általános teljesítőképessége és a főváros

---

<sup>6</sup> Bíró K.A.: Meg kell szabadítani Budapestet a tehervonatoktól, és a tehervonatokat Budapesttől! <https://mlszksz.hu/mlszksz-meg-kell-szabaditani-budapestet-a-tehervonatoktol-es-a-tehervonatokat-budapesttol/> (2024.07.26.)

<sup>7</sup> Szászi G.: A vasúti közlekedési alágazat, mint kritikus infrastruktúra. In: Horváth A. (szerk.): Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből, 167-190, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 2013, ISBN: 9789630869263

<sup>8</sup> 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, ISBN: 9786155305306

<sup>9</sup> Tóth B.: Magyarország nagyvasúti kapcsolat szempontjából kritikus régiói a hálózat célzott rombolása esetén, *Hadmérnök* 14:4, 79-97, 2019.

tehermentesítése a vizsgálatunk tárgya, hanem hogy az új infrastruktúraelem milyen hatással lenne a katonai közlekedés speciális feladataira. Cikkünkben ezért megvizsgáljuk a V0 vasútvonal hatását a katonai szállításokra, és több különböző nyomvonal-alternatívára is meghatározzuk a budapesti vasúti forgalomra gyakorolt hatást, valamint speciális honvédségi szállítási feladatok modellezésével értékeljük az egyes nyomvonalakat.

## A magyarországi vasúthálózat térközsintű gráfmodellje

A hálózat modellezésére egy élsúlyozott irányított gráfot használtunk. A modellt korábban már részletekbe menően bemutattuk,<sup>10</sup> ezért itt csak a megértéshez feltétlenül szükséges mértékben ismertetjük azt.

### Jelzők és vágánykapcsolataik

A modellben a főjelzőket (összesen 5188-at) a gráf csúcsaival reprezentáltuk. Közülük 1491 állomási kijáratú jelző, 1687 bejáratú jelző, 1896 térközjelző volt, 114 gráfcsúcs pedig egyéb vágánykapcsolati pontot (például határpontot, iparvágányt) reprezentált. A fedezőjelzőket általában nem vettük figyelembe, csak a fedezőjelzőként is alkalmazott kijáratú jelzőket, illetve a térközjelzők szerepét is betöltő fedezőjelzőket.

A jelzők (pontosabban a gráf csúcsai által reprezentált pontok) közötti vágányokat a gráf 6803 éle mutatja be. Két gráfcsúcs (jelző) között a menetidőt a köztük levő fizikai távolságából és az adott vonalszakaszon engedélyezett sebességből számítottuk. Ezen adatok nyilvánosan elérhetőek a KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság Vasúti Pályakapacitáselosztó Igazgatósága (korábbi nevén VPE Kft.) weblapján.<sup>11,12</sup> A modellbe az MH tulajdonában levő saját célú vasúti pályákat (scvp.) is

---

<sup>10</sup> Tóth B.: A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz, In: Horváth Gábor, Horváth Balázs (szerk.): *XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr, Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2022, 415-423. ISBN 9786156443045*

<sup>11</sup> Vasútvonalak [http://www.kapella.hu/takt/vonal\\_lista.php](http://www.kapella.hu/takt/vonal_lista.php) (2023.05.04.)

<sup>12</sup> VPE vasúthálózati térkép <https://takt.kapella2.hu/metronom-server/map> (2023.05.04.)

beépítettük, ezek hosszadatait a vonatkozó kormányrendelet<sup>13</sup>, illetve saját távolságmérés alapján<sup>14</sup> határoztuk meg.

Az így meghatározott távolság- és menetidőértékeket rendeltük hozzá az egyes vasútvonal-szakaszokat reprezentáló gráfbeli élekhez, mint súlyokat (egy számításnál természetesen csak az egyiket). A menetvonalak számított hosszai ezért a távolságadatok pontossága miatt néhány méterre megegyeznek a valódi értékekkel. A számított menetidőértékek azonban a valós értékeknek csak egy abszolút alsó korlátját jelentik, mivel a lassújelek, az időpótlékok, az ívbeli sebességcsökkentések miatti sebességcsökkentéseket nem vettük figyelembe. Továbbá ahol kisebb engedélyezett sebességérték vonatkozott a nagyobb tengelyterhelésű vagy a mozdonnyal továbbított szerelvényekre, ott ezt az alacsonyabb sebességértéket vettük alapul a számításokhoz, mivel vizsgálatunk tárgya alapvetően honvédségi, mozdonnyal továbbított szerelvényekre vonatkozott, nem pedig motorvonatokra.

## Állomások

Egy vasútállomást a kezdő- és végpontjánál található bejárat jelzők határoznak meg (lásd a MÁV F. 2. sz. Forgalmi utasításának megfelelő pontját).<sup>15</sup> Egy vonat leközlekedtetése azonban nem a célállomás bejárat jelzőjéig történik, hanem azon túl, az állomás területén belülről. Ezért a számítások során minden egyes menetvonalat a kiinduló- és a célállomás megfelelő kijárat jelzői között értelmeztünk.

A menetirányváltást csak az arra alkalmas 710 állomáson tettük lehetővé. Az ilyen irányváltást a gráfban olyan extra gráfélek beépítésével reprezentáltuk, mely a menetvonalak hosszát nem, csak a menetidőt növeli meg 10 perccel. Ez az időérték a megállástól a menesztésig terjedő időtartamnak egy alsó korlátja.<sup>16</sup>

A gráf felépítésének elvét Győr állomás és környékének diagramján szemléltetjük (1. ábra). A teljes hálózat diagramja a 2. ábrán látható Magyarország térképére lett vetítve.

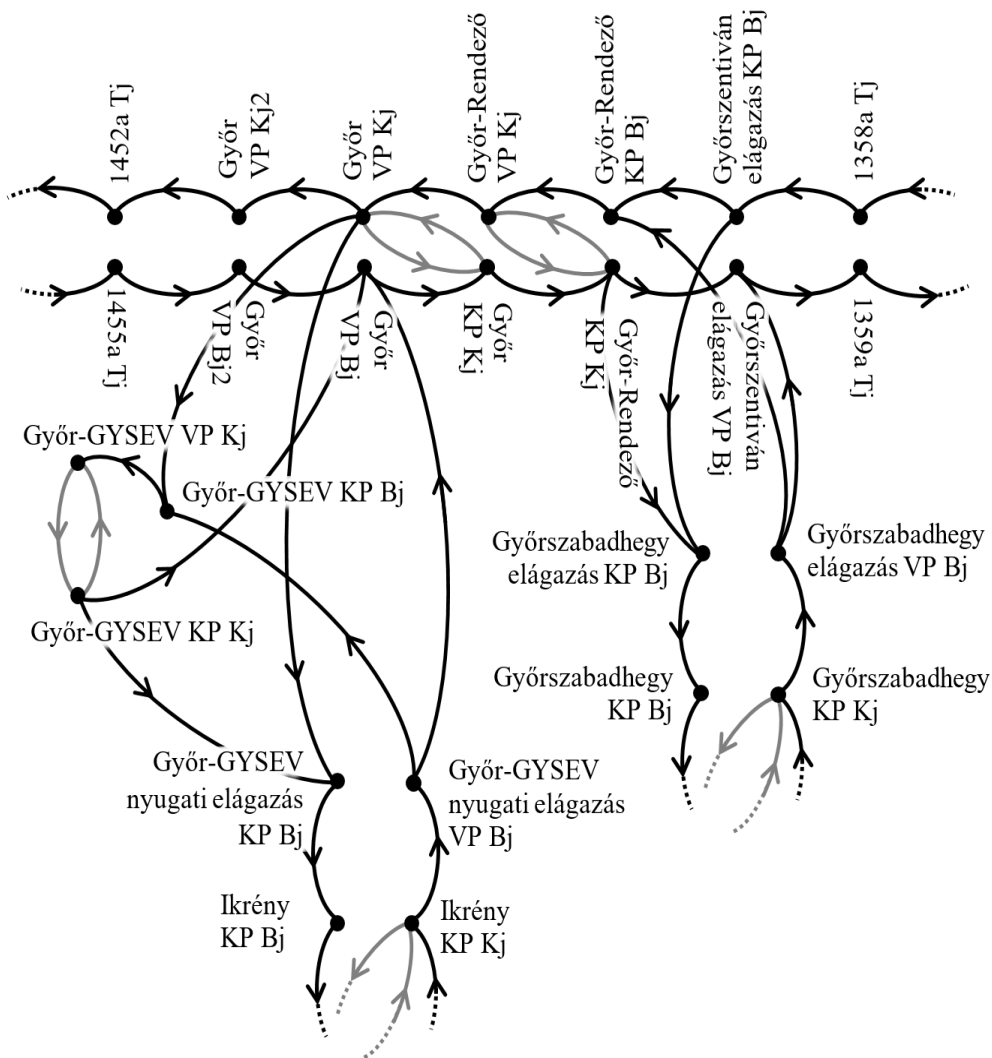
---

<sup>13</sup> 277/2014. (XI. 14.) Kormányrendelet a vasúti közlekedési hatóság által kiszabható bírság mértékéről és megfizetésének részletes szabályairól <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400277.kor> (2024.07.26.)

<sup>14</sup> Google Maps. <https://maps.google.hu>

<sup>15</sup> F. 2. sz. Forgalmi Utasítás; MÁV ZRt. Pályavasúti Üzletág Forgalmi Főosztály, 21. o.

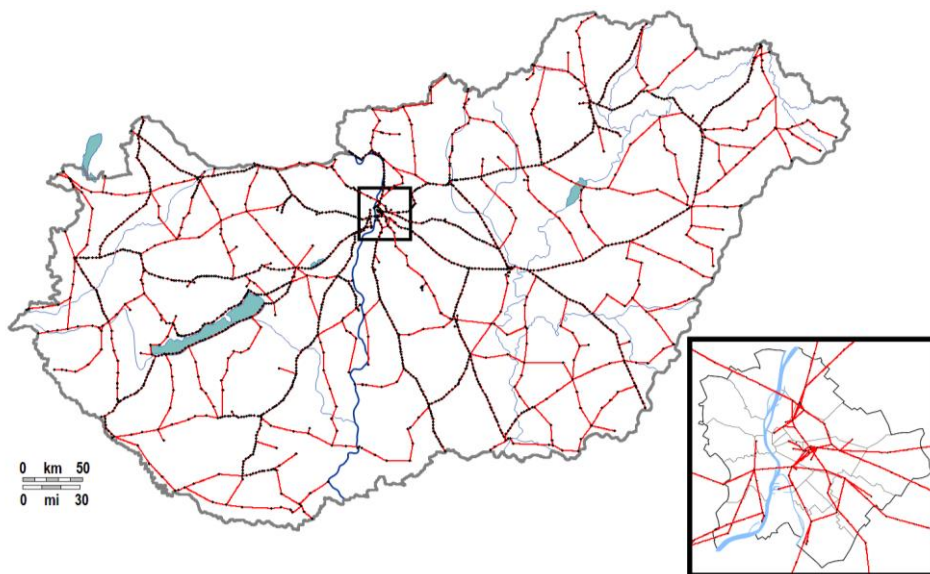
<sup>16</sup> Tóth B.: Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközpontok zavara esetén, *Hadménök* 13:1, 118-132, 2018.



1. számú ábra. A Győr állomást és környékét leíró részgráf diagramja<sup>17</sup>

AKP - kezdőponti,  
 VP - végponti,  
 Bj - bejárat jelző,  
 Bj2 - második bejárat jelző,  
 Kj - kijárat jelző,  
 Tj - térközjelző

<sup>17</sup> Tóth B.: A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz, In: Horváth Gábor, Horváth Balázs (szerk.): XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr, Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2022, 415-423. ISBN 9786156443045



2. számú ábra. A magyarországi vasúthálózat gráfjának diagramja<sup>18</sup>

### **Követési időköz**

Állomástávolságú közlekedésre berendezett pályán az elöl haladó vonat után ugyanarra a vágányra csak akkor szabad követő vonatot indítani, ha az elöl haladó vonat megérkezett a következő állomásra és erről visszajelentés érkezett.<sup>19</sup> Annak a feltétele azonban, hogy minden vonat maximális sebességgel közlekedjen, különösen térségi közlekedésre berendezett pályán, ennél összetettebb.

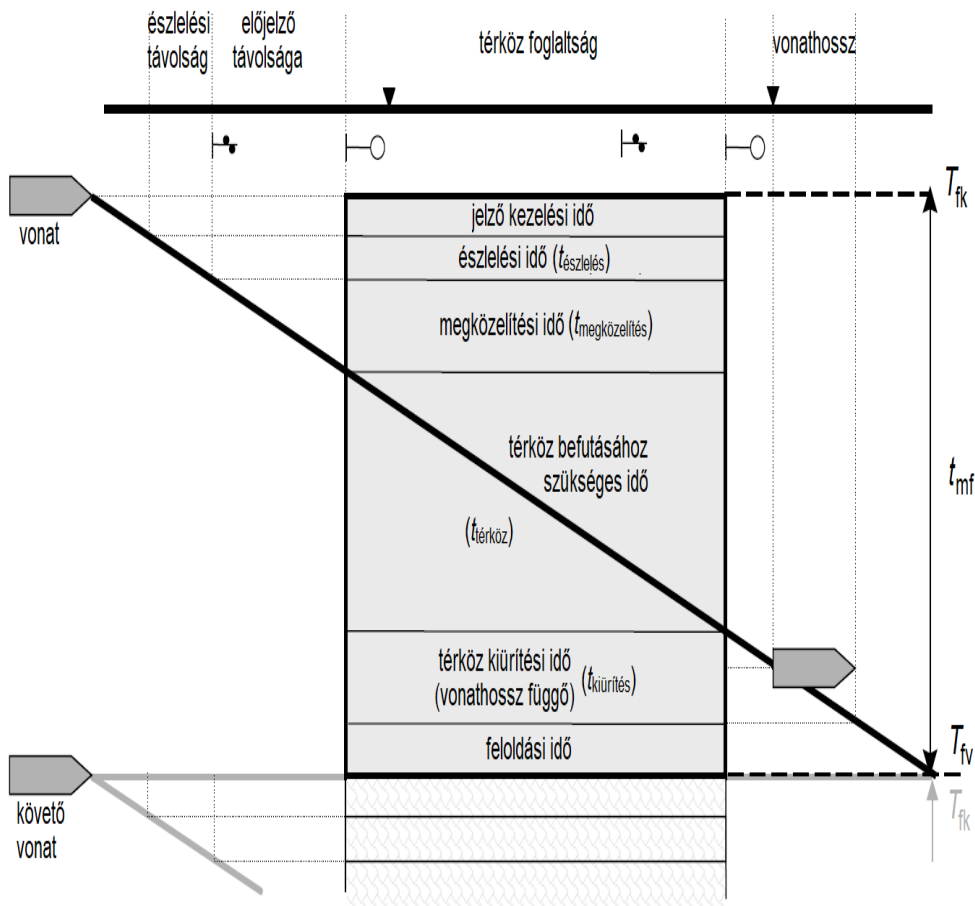
Tegyük fel, hogy egy térségi közlekedésre berendezett pályán a térségi jelzők távolsága nagyobb, mint az adott vonalszakaszra meghatározott általános fékúttávolság. Ebben az esetben a követő vonat akkor tud végig a megengedett maximális sebességgel haladni, ha (önműködő térségi jelzőkkel felszerelt pálya esetén) akkor érkezik a következő térségi jelző észlelési pontjához, amikor az zöldre vált. Ez azt jelenti, hogy az ezt követő térségi jelző ekkor vált vörösről sárgára, azaz a megelőző vonat ekkor haladt ki az ezen jelző által fedezett térségből.<sup>20</sup> Az

<sup>18</sup> Tóth B.: A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térségi, In: Horváth Gábor, Horváth Balázs (szerk.): *XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences*, Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2022, 415-423. ISBN 9786156443045

<sup>19</sup> F. 2. sz. Forgalmi Utasítás; MÁV ZRt. Pályavasúti Üzletág Forgalmi Főosztály, 15.3.1. 165. o.

<sup>20</sup> F. 2. sz. Forgalmi Utasítás; MÁV ZRt. Pályavasúti Üzletág Forgalmi Főosztály, 1.2.117. 33. o.

adott térköz mértékadó foglaltsági ideje ( $t_{mf}$ ) a következőképpen adódik (3. ábra).<sup>21,22</sup>



3. számú ábra A követési távolság meghatározása<sup>23,24</sup>

<sup>21</sup> Union International des Chemins de fer: Capacity (UIC Code R 406), Paris, 2013. [https://tamannaei.iut.ac.ir/sites/tamannaei.iut.ac.ir/files/files\\_course/uic406\\_2013.pdf](https://tamannaei.iut.ac.ir/sites/tamannaei.iut.ac.ir/files/files_course/uic406_2013.pdf) (2024.07.26.)

<sup>22</sup> Lévai Zs.: A Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia által javasolt új budapesti vasúthálózat helyettesíthetőségének vizsgálata; In: Horváth G. – Horváth B. (szerk.): XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr 2022. 342-354. ISBN 9786156443045

<sup>23</sup> Union International des Chemins de fer: Capacity (UIC Code R 406), Paris, 2013. [https://tamannaei.iut.ac.ir/sites/tamannaei.iut.ac.ir/files/files\\_course/uic406\\_2013.pdf](https://tamannaei.iut.ac.ir/sites/tamannaei.iut.ac.ir/files/files_course/uic406_2013.pdf) (2024.07.26.)

<sup>24</sup> Lévai Zs.: A Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia által javasolt új budapesti vasúthálózat helyettesíthetőségének vizsgálata; In: Horváth G. – Horváth B. (szerk.): XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr 2022. 342-354. ISBN 9786156443045

A mértékadó foglaltsági idő ( $t_{mf}$ ) a foglaltsági idő kezdete ( $T_{fk}$ ) és a foglaltsági idő vége ( $T_{fv}$ ) közötti időtartam. A foglaltsági idő az a teljes idő, amely ahhoz szükséges, hogy egy vonat áthaladjon egy térközön, amely a következő időket tartalmazza:

- biztonsági tartalék, amely olyan idő, ami alatt a vonat fizikailag belép a térközbe. Ennek része a jelzőkezelési idő, az észlelési idő ( $t_{észlelés}$ ) és a megközelítési szakasz befutásához szükséges idő ( $t_{megközelítés}$ ); helyből induló vonatnál ez az érték 0. A jelzőkezelési időt a számításokban zérusnak vettük;
- olyan idő, amíg a vonat eleje áthalad a térközön, a foglalt térköz befutási ideje ( $t_{téreköz}$ );
- térköz kiürítéséhez szükséges idő, ami a vonat kihaladásához és a biztonsági szakasz befutásához szükséges idő ( $t_{kiürítés}$ );
- a jelzők kezeléséhez szükséges idő, hogy a következő vonat behaladhasson a térközbe. Ez önműködő térközjelzők esetében szintén zérus, ezért a számításokban az egyszerűség kedvéért ezt az értéket is nullának vettük:

$$t_{mf} = t_{észlelés} + t_{megközelítés} + t_{téreköz} + t_{kiürítés}. \quad (1)$$

A térközök hossza és az adott vonalszakaszra engedélyezett maximális vonathossz elérhető a KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság Vasúti Pályakapacitás-elosztó Igazgatósága honlapján. Az észlelési távolság meghatározható a MÁV F.1. sz. jelzési utasítása alapján: „a főjelzőket úgy kell elhelyezni, hogy jelzéseik a mozdonyról, vezérlőkocsiról folyamatosan láthatók legyenek a vasúti pályára engedélyezett, km/h-ban kifejezett sebesség tízszeresének 1/3 részével egyenlő, méterben mért távolságból, de legalább 200 m-től.”<sup>25</sup>

Szintén az Igazgatóság honlapján érhető el az egyes vonalszakaszokra engedélyezett sebesség, mely értékeivel leosztva ezeket a távolságokat, megkapjuk a megfelelő időket.

---

<sup>25</sup> F. 1. sz. Jelzési Utasítás; MÁV ZRt. Pályavasúti Üzletág Forgalmi Főosztály, 16. o.

A kapacitáskihasználtság a Nemzetközi Vasútegyet (Union internationale des chemins de fer, UIC) vonatkozó döntvénye<sup>26</sup> szerint az alábbi módon számítandó:

$$K_k = \frac{t_f \cdot (1 + t_p)}{t_N}, \quad (2)$$

ahol:

$K_k$  a kapacitáskihasználtság (ezt az UIC által javasolt 0,7-es értéknek vettük),

$t_f$  a foglaltsági idő,

$t_p$  az állandó jellegű időfelhasználásnak a teljes foglaltsághoz viszonyított értéke (ennek értékét 0,18-nak vettük),<sup>27</sup>

$t_N$  a naptári időalap, azaz 1440 perc (egy nap).

Az (1) és (2) összefüggésekből kiszámítva a  $t_{mf}$  és  $t_f$  értékeket, az egy vágányon közlekedtethető vonatdarabszám ( $N$ ) ezek hányadosaként határozható meg:

$$N = \frac{t_f}{t_{mf}}. \quad (3)$$

Ennek kiszámításához minden főjelzőre meghatároztuk az azt követő összes lehetséges két térközt és kiválasztottuk azokat, melyekre az összmenetidő a legkisebb. Hasonlóan meghatároztuk a jelzőt megelőző térközre az észlelési távolságot, és ennek, illetve a maximális engedélyezett vonathossznak a figyelembevételével kiszámítottuk az egyes térközökhöz a mértékadó foglaltsági időket. Ezekből pedig meghatározható az adott vonalszakasz egy napra vetített átbocsátóképessége.

Több kisebb menetidőnövelő tényezőt (például az állomásokon való áthaladás esetleges menetidőtöbbletét) elhanyagoltunk, valamint az állomási főjelzőket és a hozzájuk tartozó követési időket is úgy kezeltük, mintha nyíltvonali főjelzők lennének. Ez az érték tehát egy abszolút felső határ az egyes vonalszakaszok átbocsátóképességére.

---

<sup>26</sup> Union International des Chemins de fer: Capacity (UIC Code R 406), Paris, 2013. [https://tamannaiei.iut.ac.ir/sites/tamannaiei.iut.ac.ir/files/files\\_course/uic406\\_2013.pdf](https://tamannaiei.iut.ac.ir/sites/tamannaiei.iut.ac.ir/files/files_course/uic406_2013.pdf) (2024.07.26.)

<sup>27</sup> Union International des Chemins de fer: Capacity (UIC Code R 406), Paris, 2013. [https://tamannaiei.iut.ac.ir/sites/tamannaiei.iut.ac.ir/files/files\\_course/uic406\\_2013.pdf](https://tamannaiei.iut.ac.ir/sites/tamannaiei.iut.ac.ir/files/files_course/uic406_2013.pdf) (2024.07.26.)

## Számítási módszerek

### Szoftverkörnyezet

A számításokat az *R* programozási nyelv és környezetben<sup>28</sup> végeztük a Csárdi Gábor és Nepusz Tamás által kifejlesztett *igraph* csomaggal.<sup>29</sup> A menetidő, illetve menetvonalhossz-szerinti legrövidebb utat az *igraph* csomag *distances()* függvényével határoztuk meg. Ez a függvény olyan élsúlyozott gráfok esetében, melyek csak nem negatív súlyú éleket tartalmaznak (mint amilyen az általunk használt gráf is), ehhez a Dijkstra-algoritmust<sup>30</sup> használja. Két gráfcúcs által reprezentált főjelző között a pontos útvonal által érintett gráfélek pedig a *shortest\_paths()* függvény segítségével határozhatóak meg a függvény *\$epath* értékének meghívásával.

### Kapcsolatköztiség

Az egyes nyomvonal-alternatívák jellemzésére az ún. kapcsolatköztiség értéket használtuk. Ez a mérőszám meghatározható minden gráfbeli élre, ami megmutatja, hogy az összes gráfpontpár közötti legrövidebb út közül mennyi érinti az adott gráfélt.<sup>31</sup> Mivel vizsgálatunk célja kifejezetten az MH szállítási lehetőségeinek vizsgálata volt, ezért csak az általunk MH állomásoknak nevezett szolgálati helyek, azaz MH scvp-k és MH alakulatok településeinek MÁV vasútállomásaiból képzett párokat vizsgáltuk.

Az MH scvp-k egyik kijáratit jelzője (a nyíltvonalit csatlakozás felé eső) csak indulási, a másik (virtuális) kijáratit jelzője pedig csak érkezési pontként funkcionálhat, ezért az scvp-párok közötti útvonal egyértelmű volt.<sup>32</sup> Azonban egy állomásnak mindkét irányban van kijáratit jelzője,

<sup>28</sup> R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>

<sup>29</sup> Csardi G. – Nepusz T.: The igraph software package for complex network research, InterJournal, Complex Systems 1695. 2006. <http://igraph.org>

<sup>30</sup> E.W. Dijkstra.: A Note on Two Problems in Connexion with Graphs; Numerische Mathematik 1 269-271, 1959. DOI: 10.1007/BF01386390

<sup>31</sup> B. G. Tóth: The effect of attacks on the railway network of Hungary, *Central European Journal of Operations Research* 29, 567-587, 2021. DOI: 10.1007/s10100-020-00684-8

<sup>32</sup> A modellezéshez feltételeztük, hogy az MH iparvágányai az F.1. sz. Jelzési utasítás 1.2.26. pontja szerinti vonatindításra kijelölt sajátcélú vasúti pályahálózat elemei, ezért van kijáratit jelzőjük; ennek hiányában természetesen a vonatindítás pontját kell érteni alatta.

ezért minden állomáspár két-két fővonalon kijáraton jelzője között (a kiindulási állomás kezdőponti kijáraton jelzője és a célállomás kezdőponti és a végponti kijáraton jelzője, valamint a kiindulási állomás végponti kijáraton jelzője és a célállomás kezdőponti és a végponti kijáraton jelzője között) meghatároztuk a legrövidebb utat, ezen négy értékből kiválasztottuk a legkisebbet, így adott két állomás között legrövidebb útvonal alatt az ezen két pontot összekötő úton fekvő gráféleket értettük. Scvp és állomás között értelemszerűen két útvonal létezik, az scvp nyíltvonal felőli kijáraton jelzője, illetve az állomás két végponti kijáraton jelzője között (ellenkező irányban pedig a két állomási kijáraton jelző és az scvp nyíltvonalon csatlakozással ellentétes oldalán található kijáraton jelző), ezért ezek közül a kisebbet használtuk.

Minden pár esetén meghatároztuk mindkét irányú közlekedés szerint a legrövidebb utat mind távolságban, mind menetidőben. Ezen értékek ismeretében pedig kiszámítható volt az összes legrövidebb útvonalnak az összmenetideje és össz-menetvonalhossza, mely szintén jól jellemzi az egyes útvonal-alternatívák hatását a szállításokra.

## A maximális folyam

Ha a korábban leírtak szerint minden gráfnál meghatározzuk annak kapacitását (azaz az azon időegység alatt leközlekedtethető vonatok maximális számát), akkor bármely két gráfcúcs között meghatározható a közöttük a hálózaton át közlekedtethető vonatok maximális száma. Ezt folyamnak nevezzük, ami megadja a darabszám mellett az ehhez igénybe vett vasútvonalszakaszokat is és az egyes vonalszakaszokon generált forgalmat.

Ez utóbbi azért lényeges, mert lehetséges, hogy két állomás (az ezeket reprezentáló gráfcúcs) között több különböző útvonalon is közlekedtethetőek vonatok, ami által a maximális folyam is nagyobb lesz. Ilyen például Budapest és Szolnok esete, amelyek között nem csak a 100a és a 120. sz. vonalakon, hanem akár a 142. és 145. sz. vonalakon keresztül is lehet szerelvényeket közlekedtetni.

A maximális folyam értéke, azaz, hogy két jelzőt reprezentáló gráfcúcs között mekkora a maximális átvihető kapacitás és ennek a gráf élén való eloszlása, az *igraph* csomag *maxflow()* függvényével határozható meg. A folyamat meghatározásánál is kétféleképpen optimalizáltunk: vagy a leközlekedtetett vonatok menetvonalainak összhosszát vagy összmenetidejét minimalizáltuk.

## A vizsgálatba bevont viszonylatok

### Nyomvonal-alternatívák

A V0 vasútvonal megépítésére már több nyomvonalváltozatot dolgoztak ki; ezek közül kiválasztottuk a Magyarországi Logisztikai Szolgáltató Központok Szövetsége (MLSZKSZ) által javasoltakat, melyekről átfogó hatástanulmány is született; ezek térképen a 4. ábrán láthatóak. Nem vizsgáltuk sem az 5. nyomvonal-alternatívát, mivel katonai szempontból ez már túl közel fekszik Budapesthez, sem a 6. alternatívát, mivel ez új pálya építésével nem számol, mindössze a meglévő vonalak felújításával és kapacitásbővítésével, azaz ez nem jelentene valódi alternatív útvonalat.

A kormány azonban 2020 végén döntött a V0 előkészítéséről<sup>33</sup>, és a Székesfehérvár és Cegléd közötti szakaszra jelölte ki annak helyét. A nyomvonalat 2022 áprilisában jelölték ki a Szolnok-Kecskemét-Székesfehérvár-Győr útvonalon.<sup>34,35</sup> 2023-ban pedig elkészült a megvalósíthatósági tanulmány a konkrét nyomvonalra,<sup>36</sup> ezért a megvalósítás szempontjából ezen két nyomvonalat is megvizsgáltuk, melyeket 7a-val és 7b-vel jelöltünk (5. ábra).

### MH állomások

Vizsgálatainkhoz figyelembe vettük az MH jogszabályban rögzített saját célú vasúti pályáit (Erdőtelek, Győr, Hajdúhadház, Hetényegyháza, Jobbágyi, Kalocsa, Kecskemét, Nyíregyháza, Nyírtelek, Pápa, Rákos, Táborfalva-D, Táborfalva-K, Táborfalva-Ny és Tápíószecső<sup>37</sup>).

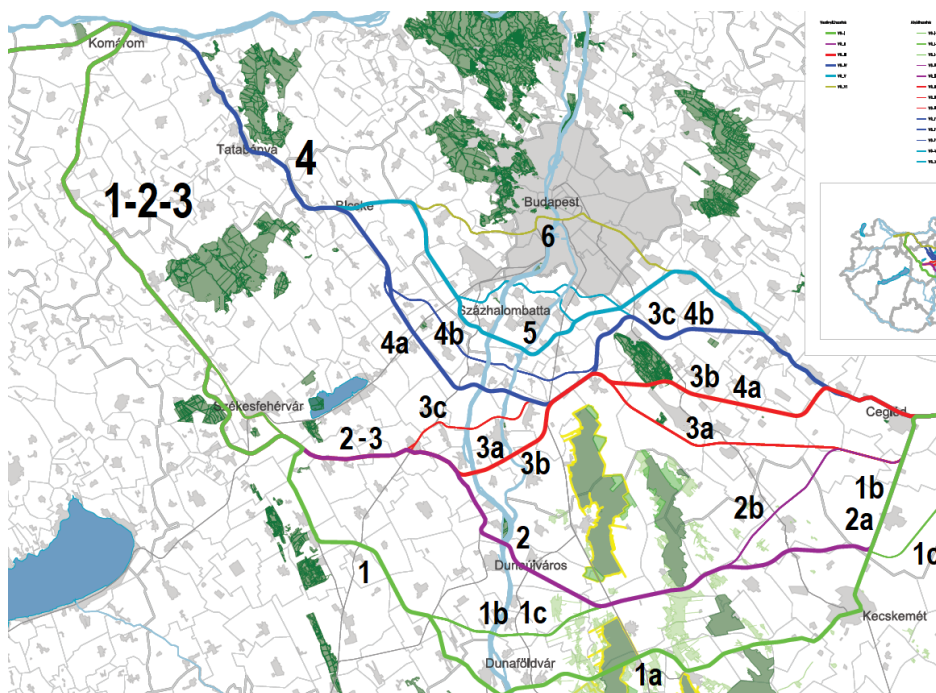
<sup>33</sup> MTI: Megkezdődik a Budapestet elkerülő teherforgalmi vasútvonal előkészítése. <https://kormany.hu/hirek/megkezdodik-a-budapestet-elkerulo-teherforgalmi-vasutvonal-elokeszítése>

<sup>34</sup> IHO: V0: hamarosan indul a nyomvonalsáv környezeti vizsgálata. <https://iho.hu/hirek/v0-hamarosan-indul-a-nyomvonalsav-kornyezeti-vizsgalata-220516>

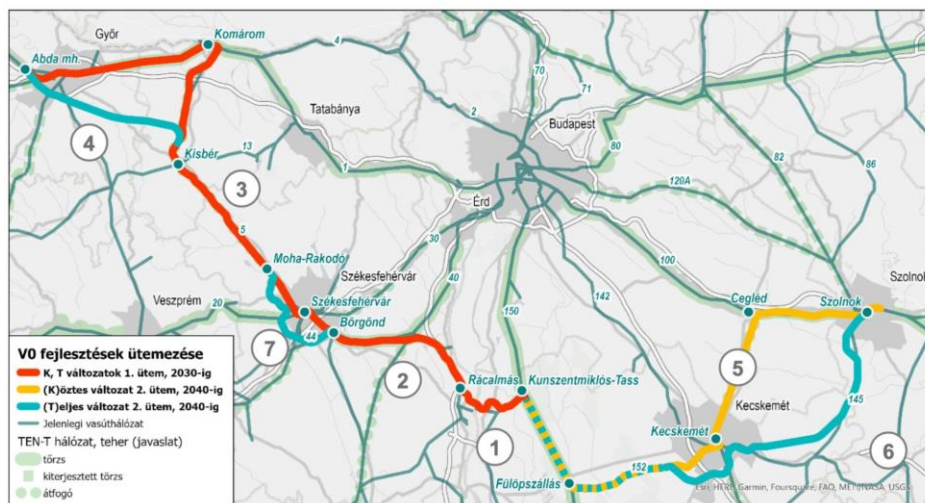
<sup>35</sup> MÁV: Folytatódik a hazai vasúti árufuvarozás versenyképességének javítását célzó „V0” - Budapestet délről elkerülő teherforgalmi vasútvonal - projekt előkészítése. <https://www.mavcsoport.hu/mav-csoport/folytatodik-hazai-vasuti-arufuvarozas-versenykepessegenek-javitasat-celzo-v0-budapestet>

<sup>36</sup> Magyar Vasút Online: Új elnökkel folytatja a HUNGRAIL árufuvarozási bizottsága. <https://magyarvasut.hu/uj-elnokkal-folytatja-a-hungrail-arufuvarozasi-bizottsaga/>

<sup>37</sup> 277/2014. (XI. 14.) Kormányrendelet a vasúti közlekedési hatóság által kiszabható bírság mértékéről és megfizetésének részletes szabályairól <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400277.kor> (2024.07.26.)



4. számú ábra. A V0 vasútvonal vizsgált útvonalalternatíváinak térképe<sup>38</sup>



5. számú ábra. A 7a és a 7b nyomvonalak vázlatja<sup>39</sup>

<sup>38</sup> Bíró K. A.: Magyarország jövője a logisztikában – Budapestet délről elkerülő vasúti körgyűrű (V0). [http://binx.ktenet.hu/konf-eloadasok/kozlekedes-helyzete\\_2013-02-21-22/Bi-roKA\\_MO-jovoje-logisztikaban.pdf](http://binx.ktenet.hu/konf-eloadasok/kozlekedes-helyzete_2013-02-21-22/Bi-roKA_MO-jovoje-logisztikaban.pdf) (2024.07.26.)

<sup>39</sup> Tevan Imre: A vasúti áruszállításnak szüksége van a V0-ra. <https://magyarvasut.hu/a-vasuti-aruszallitastnak-szuksege-van-a-v0-ra/> (2024.07.26.)

Bár az MH Anyagellátó Raktárbázis Hun utcai iparvágánya jó állapotban van, annak kapcsolata a 70. sz. fővonallal a Vágány utca korábbi újraaszfaltozásával megszűnt. Ennek a vágánykapcsolatnak a helyreállítását azonban fontosnak tartjuk, ezért szerepeltettük a modellben, hasonlóan a kiskunlacházi és kunmadarasi repülőterek iparvágány-kapcsolataival.

Mivel Háros, Bicske és Taszár iparvágányai jelenleg járhatatlanok, és ezen helyszínek vasúti kapcsolatait nem tartjuk indokoltnak, ezért azok bár a teljesség kedvéért szerepeltek a gráfban, a hozzájuk tartozó menetidőt végtelennek, a pálya kapacitását pedig zérusnak vettük.

Ezek mellett bevontuk számításainkba az alábbi vasútállomásokat is: Debrecen, Hódmezővásárhely, Isaszeg, Kaposvár, Nyíregyháza, Székesfehérvár, Szentes, Szolnok, Tata, Várpalota és Veszprém. Ezek ugyanis azok, ahol jelenleg az MH valamely alakulata települ, és így ezek az állomások ki tudják szolgálni a felmerülő szállítási igényeket.

## **Határpontok**

A teljesség igényével az alábbi határpontokat vontuk be a vizsgálatba: Komárom, Rajka, Hegyeshalom, Fertőújlak, Sopron, Ágfalva, Harka, Szentgotthárd, Óriszentpéter, Murakeresztúr, Gyékényes, Magyarbóly, Kelebia, Rösze, Lőkősháza, Kötegyán, Biharkeresztes, Nyírábrány, Ágerdőmajor, Eperjeske, Záhony, Sátoraljaújhely, Hidasnémeti, Hídvégardó, Bánréve, Somoskőújfalu, Ipolytarnóc, Nógrádszakál és Szob.

## **Eredmények**

Meghatároztuk az összes MH állomáspár, valamint az MH állomások és a határpontok között a legrövidebb, illetve leggyorsabb utat a jelenlegi, V0 nélküli hálózatban és a 12 vizsgált nyomvonal-alternatívára abban az esetben, ha a V0-on az engedélyezett sebesség 120 km/h. Ezek alapján kiszámítható, hogy az Összekötő vasúti híd forgalma mennyivel csökken az egyes V0-alternatívák esetében a jelenlegi állapothoz képest. Az eredmények az 1. táblázatban láthatóak.

## Katonai Logisztika 2025. évi 1-2. szám

KAPCSOLATKÖZTISÉG-CSÖKKENÉS AZ ÖSSZEKÖTŐ VASÚTI HÍDON A V0  
EGYES NYOMVONAL-ALTERNATÍVÁI ESETÉN MINIMÁLIS MENETVONALHOSSZAKRA  
( $\ell$ ) ÉS MINIMÁLIS MENETIDŐKRE ( $t$ ). ZÖLDDEL A LEGKISEBB, PIROSSAL A  
LEGNAGYOBB MENETIDŐ- ILLETVE MENETVONALHOSSZ-NÖVEKEDÉST OKOZÓ  
ALTERNATÍVÁT JELÖLTÜK (SAJÁT SZERKESZTÉS)

1. számú táblázat

		MH-MH		MH-OH	
		$\ell$	$t$	$\ell$	$t$
Nyomvonal-alternatíva	V0 nélkül	0	0	0	0
	1a	22,9%	20,8%	17,4%	18,6%
	1b	22,9%	26,8%	20,1%	19,1%
	1c	22,9%	26,8%	20,1%	20,5%
	2a	22,4%	<b>15,9%</b>	<b>5,71%</b>	20,5%
	2b	26,8%	34,2%	29,1%	22,9%
	3a	39,0%	47,2%	36,7%	32,7%
	3b	39,0%	48,2%	36,7%	32,7%
	3c	39,0%	45,4%	31,0%	32,7%
	4a	<b>54,4%</b>	<b>51,1%</b>	<b>37,5%</b>	<b>47,7%</b>
	4b	51,2%	<b>51,1%</b>	<b>37,5%</b>	45,8%
	7a	<b>22,0%</b>	20,8%	16,3%	<b>18,1%</b>
	7b	<b>22,0%</b>	20,4%	16,0%	<b>18,1%</b>

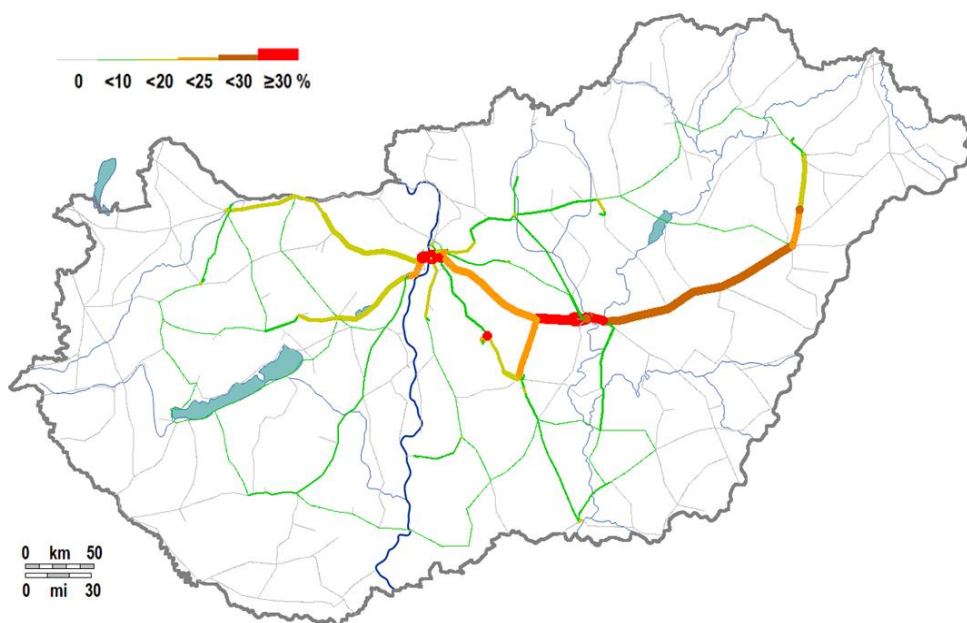
Azt látjuk, hogy a figyelembe vett viszonylatokon minimális távolságok és minimális menetidők esetén is a 4a és a 4b nyomvonalak tehermentesítik leginkább az Összekötő vasúti hidat. Ennek oka ezen nyomvonal-alternatívának a földrajzi elhelyezkedésében és a fővároson átvezető útvonalhoz képest magas engedélyezett sebességben keresendő. Ez ugyanis a Budapesthez legközelebbi (vizsgált) nyomvonalterv, vagyis a dél felől érkező menetvonalak természetes módon ezt választják a városon keresztül vezető útirány helyett.

Emellett a 120 km/h engedélyezett sebesség még kilométerben hosszabb útvonalak esetén is sok esetben rövidebb menetidőt eredményez, mint Budapesten keresztül a többnyire 80 km/h engedélyezett sebességű pályákon. A 4a és a 4b megvalósításához két Duna-híd szükséges Ercsi és Szigetszentmárton térségében (egy a fő- és egy a Ráckevei-ágon).

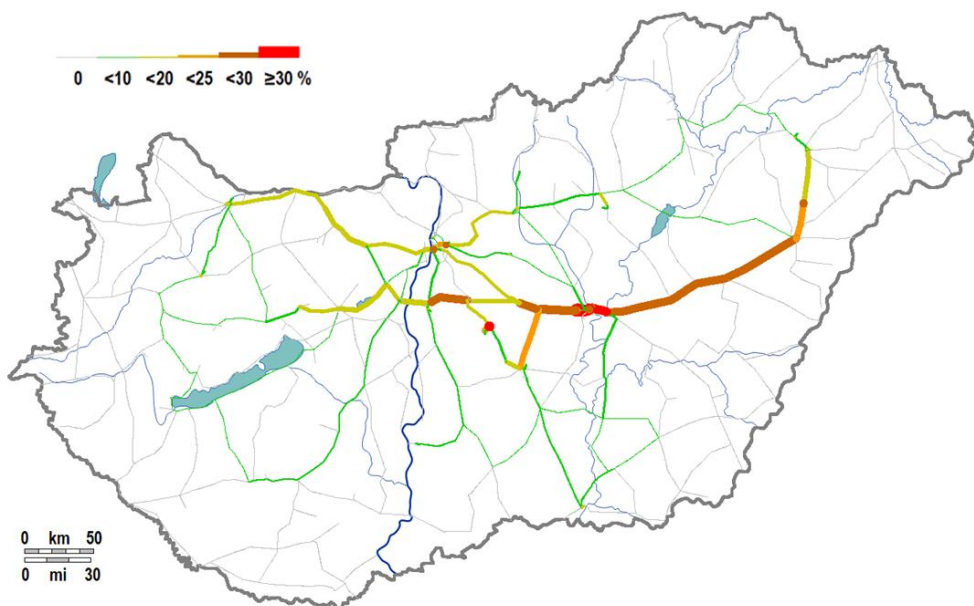
A legkisebb tehermentesítést ugyanakkor a 7a és a 7b, illetve a 2a nyomvonalak okozzák. Ennek oka, hogy a 7a és a 7b a két leghosszabb nyomvonal Komárom és Szolnok között, azaz csak a legdélebbi állomások közti menetvonalak számára jelentenek ezen nyomvonalváltozatok valódi alternatívát egy Budapesten keresztül haladó útvonalhoz képest.

### MH állomáspárok közötti folyam

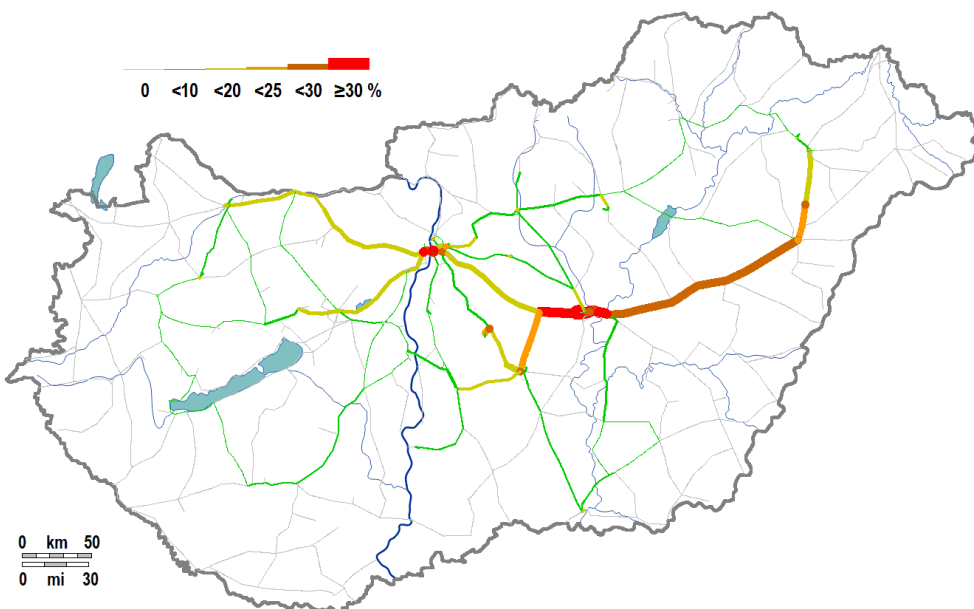
Az MH állomáspárok közti folyamok összegét ábrázolva a jelenlegi, V0 nélküli hálózaton, valamint a 4a és a 7a nyomvonal-alternatíva esetére a 6-8. ábrákon látható eloszlásokat kapjuk.



6. számú ábra. A minimális menetidejű menetvonalak eloszlása az MH állomáspárok között a V0 nélkül (saját szerkesztés)



7. számú ábra. A minimális menetidejű menetvonalak eloszlása az MH állomáspárok között a V0 4a nyomvonal-alternatívája esetén (saját szerkesztés)



8. számú ábra. A minimális menetidejű menetvonalak eloszlása az MH állomáspárok között a V0 7a nyomvonal-alternatívája esetén (saját szerkesztés)

A menetvonalak darabszámai azt mutatják, hogy a 4a és 4b nyomvonal-alternatívák esetében nem az összes menetvonal 37,6%-a haladna át az Összekötő vasúti hídon (azaz Budapesten), mint a V0 nélküli hálózat esetén, hanem csak 18,0%-a, azaz a vizsgált szállításokban a forgalom a felére csökkenne. A 7a alternatíva esetén az összes MH állomáspár közti forgalom 29,6%-át tenné ki a fővároson áthaladó forgalom.

Azonban mind a 4a, mind a 7a alternatíva esetén azt látjuk (és ez a helyzet a 4b és a 7b esetében is), hogy a V0 legterheltebb szakasza ezen típusú szállítások esetében a 140. sz. fővonal Kecskemét és Cegléd közötti szakasza. Ennek fő oka abban keresendő, hogy a 142. sz. vonalon fekvő Táborfalva jelentős szállítási igényt generál a modellben ezen viszonylaton.

Ez ugyanakkor azt is jelenti, hogy lényegében csak északnyugat-északkelet viszonylatú vonatok (amelyek azonban a honvédségi szállítások jelentős részét teszik ki) haladnak keresztül Budapesten, és már egy, a fenti paraméterekkel megépített V0 vasútvonal is jelentős mértékben képes tehermentesíteni a fővárost. Bár a forgalomelvezetés a 7a és 7b nyomvonal-alternatívák igénybevétele esetén csak jelentős kerülővel és/vagy menetidőtöbblettel kivitelezhető, ezt kompenzálhatja az útvonalnak a fővárost messziről elkerülő volta. Különösen megfontolandó ezen nyomvonalak Győrnél/Komáromnál és Ceglédnél való kiágazása, ami által a budapesti infrastruktúra esetleges sérülése esetén is megfelelő alternatívát képesek nyújtani.

A V0 különböző nyomvonal-alternatívái azonban magukban hordozzák azt a veszélyt is (amint a 4-5. ábrák alapján is világos, ám a 7-8. ábrák teszik numerikusan is szemléletessé), hogy az új infrastruktúra által a Dunán átvezethető megnövekedett forgalomnak nincs megfelelő alternatív átkelője a Tiszán. Bár a szolnoki Tisza-híd kapacitása a 2015-ös felújítás révén bővült,<sup>40</sup> egy ekkora dunai kapacitásnöveléssel párhuzamosan megfelelő fejlesztésekkel kellene a Tiszán is biztosítani a forgalom zavartalanságát. Jelenleg ugyanis az északon található egyvágányú, bár villamosított tokaj-rakamazi híd messze nem képes kiváltani a szolnoki hidat sem. Emiatt mindenképpen szükség lenne

---

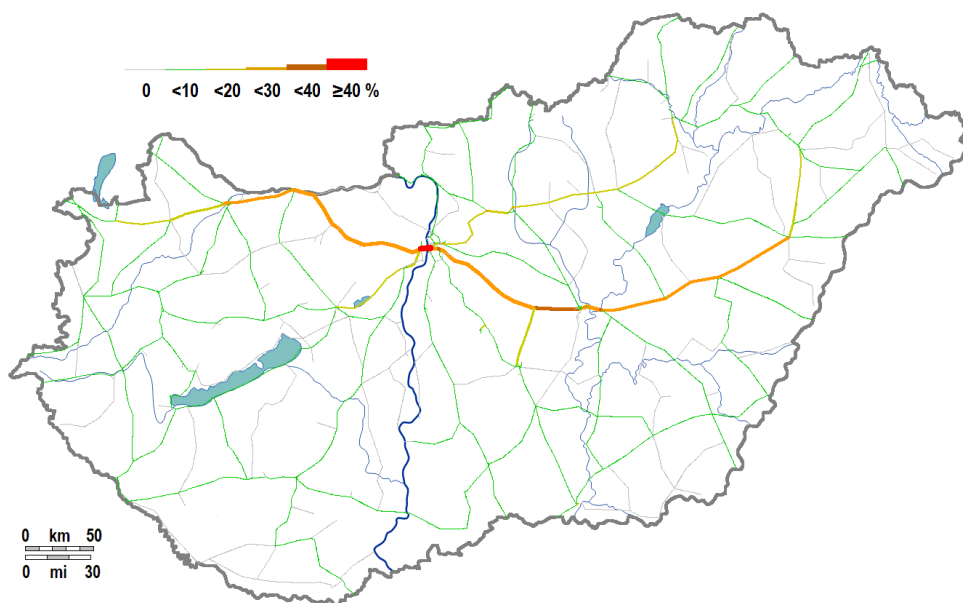
<sup>40</sup> Magyarics Zoltán: Tisza-híd és forgalmi kiterő – átépül a Szolnok–Szajol állomás között. <http://www.regionalbahn.hu/2014/08/szolnok-tisza-hid-miller-forgkit.html> (2024.07.26.)

egy további, megfelelő kapacitású hídra, mely a kiskörei<sup>41</sup> vagy szentes-csongrádi híd<sup>42</sup> fejlesztésével is megvalósítható lenne.

### MH állomások – határpontok közti folyam

Az MH állomáspárok közti folyamok összegét ábrázolva a jelenlegi, V0 nélküli hálózaton, valamint a 4a és a 7a nyomvonal-alternatíva esetére a 9-11. ábrákon látható eloszlásokat kapjuk.

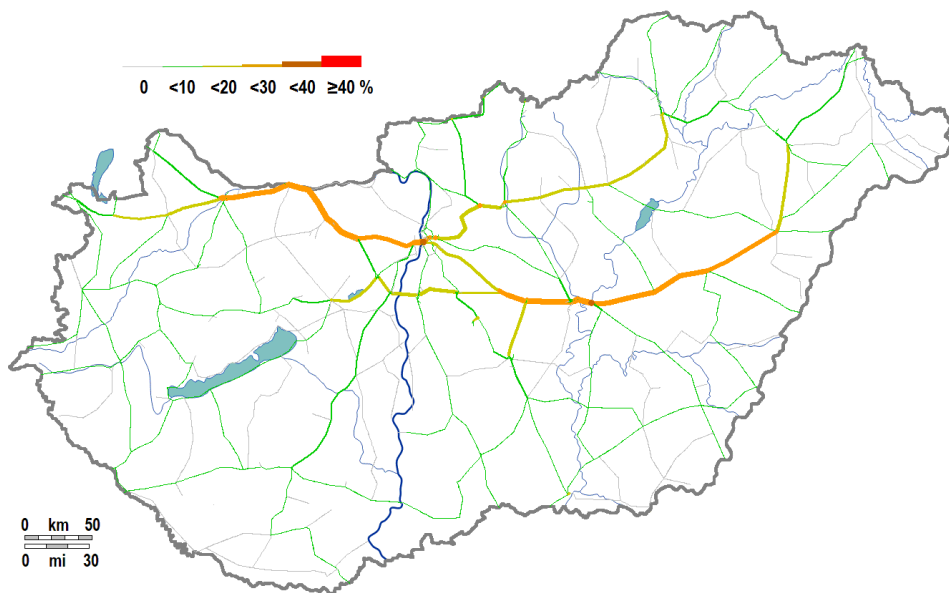
A menetvonalak darabszámait az mutatják, hogy a 4a és 4b nyomvonal-alternatívák esetében nem az összes menetvonal 45,3%-a, azaz majdnem a fele haladna át az Összekötő vasúti hídon (azaz Budapesten), mint a V0 nélküli hálózat esetén, hanem csak 28,3%-a. A 7a alternatíva esetén az összes MH állomáspár közti forgalom 37,9%-át, azaz bő harmadát tenné ki a fővároson áthaladó forgalom.



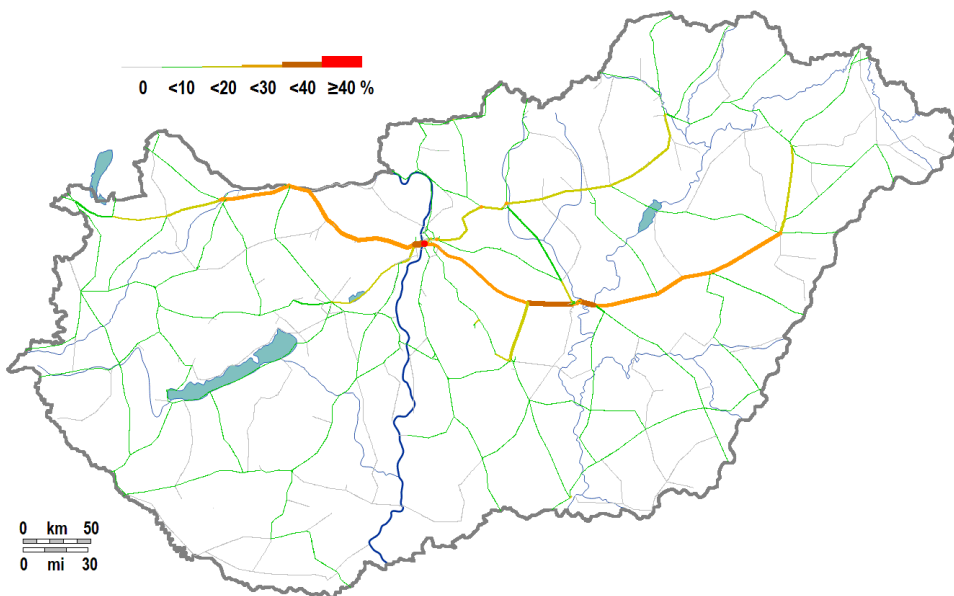
9. számú ábra. A minimális menetidejű menetvonalak eloszlása az MH állomások és a határpontok között a V0 nélkül (saját szerkesztés)

<sup>41</sup> Lévai Zs.: A fővonalai vasúti Tisza-hidak helyettesíthetőségének kérdései, Műszaki Katonai Közlöny, 33:2. sz. 59-74. DOI: 10.32562/mkk.2023.2.5

<sup>42</sup> Tóth B. – Lévai Zs.: Quantitative Analysis of the Possible Sites of a New Danube Bridge to Bypass Budapest on Rail – Part 2, *Academic and Applied Research in Military and Public Management Science* 22:3, 43-62, 2023. DOI: 10.32565/aarms.2023.3.3



10. számú ábra. A minimális menetidejű menetvonalak eloszlása az MH állomások és a határpontok között a V0 4a nyomvonal-alternatívája esetén (saját szerkesztés)



11. számú ábra. A minimális menetidejű menetvonalak eloszlása az MH állomások és a határpontok között a V0 7a nyomvonal-alternatívája esetén (saját szerkesztés)

Mivel az MH állomások közül 7 fekszik a Dunától nyugatra, 12 pedig keletre, a határpontok közül pedig 12 nyugatra és 17 keletre, ezért egy egyszerű szorzással azt kapjuk, hogy a viszonylatok 48%-ának kell kereszteznie a Dunát. Ezt a folyamat nagysága rendkívül jól leképezi, ami azt mutatja, hogy a szállítási kapacitás nagyjából egyenletesen oszlik el a különböző MH állomások és a határpontok között.

Azonban ezen szállítási program esetében is ugyanazt a szituációt láthatjuk, mint az MH állomáspárok közötti szállítások esetében: a szolnoki Tisza-híd túlterhelődését. Ez különösen az optimális 4a nyomvonal-alternatíva esetén válik szembeütővé: míg az Összekötő vasúti híd forgalmának jelentős részét elvezeti(k) a V0 hídja(i), addig ez a forgalom Ceglédnél, illetve Albertirsánál újra egyesülve összegzetten terhelődik rá Szolnoknál a hídra. Ezáltal a szolnoki Tisza-híd válik az ország leszűkebb kapacitás-keresztmetszetévé, ennek esetleges sérülése lesz a hálózat számára a legnagyobb veszély, mivel nincs alternatívája.

## Összefoglalás

Cikkünkben megvizsgáltuk a tervezett V0 vasútvonal 12 nyomvonal-alternatívájának hatását Budapest és kiemelten az Összekötő vasúti híd forgalmának csökkentésére. Véleményünk szerint Magyarország vasúti infrastruktúrájának ilyen léptékű fejlesztése előtt mindenképpen figyelembe kell venni a honvédelmi érdekeket is. Ezért megvizsgáltuk két, a Magyar Honvédséggel kapcsolatos szállítási modellben a hálózat viselkedését. A számítások azt mutatták, hogy a Dunát Ercsi és Szigetszentmárton térségében keresztező nyomvonal lenne az optimális a fővároson keresztülhaladó forgalom csökkentésére.

Kimutattuk, hogy a V0-hoz kapcsolódóan építendő új Duna-híd hatására várhatóan megnövekvő forgalom továbbra is szinte kizárólag Szolnoknál tud áthaladni a Tiszán, ami miatt ez az átkelő lesz az ország legforgalmasabb hídja. Emiatt a híd biztonsági kockázata is jelentősen megnő, amit csak egy másik Tisza-híd alternatív útvonallá fejlesztésével lehet csökkenteni.

Jelenleg nincsenek a V0 tervezett pályasebességének kihasználására alkalmas vasúti kocsik, emellett a katonai szállítások szabályozása nem is engedi a 90 km/h-nál magasabb sebességű közlekedést nehéz technikai eszközökkel. Véleményünk szerint a gördülőállomány

fejlesztésének követnie kellene az infrastruktúrafejlesztést, hogy azt ki lehessen használni a honvédségi feladatok ellátásában is.

## Irodalomjegyzék

277/2014. (XI. 14.) Kormányrendelet a vasúti közlekedési hatóság által kiszabható bírság mértékéről és megfizetésének részletes szabályairól <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400277.kor> (2024.07.26.)

Bíró K. A.: Magyarország jövője a logisztikában – Budapestet délről elkerülő vasúti körgyűrű (V0). [http://binx.ktenet.hu/konf-eloadasok/kozlekedes-helyzete\\_2013-02-21-22/BiroKA\\_MO-jovoje-logisztikaban.pdf](http://binx.ktenet.hu/konf-eloadasok/kozlekedes-helyzete_2013-02-21-22/BiroKA_MO-jovoje-logisztikaban.pdf) (2024.07.26.)

Csardi G. – Nepusz T.: The igraph software package for complex network research, InterJournal, Complex Systems 1695. 2006. <http://igraph.org>

Dijkstra, E.W.: A Note on Two Problems in Connexion with Graphs; Numerische Mathematik 1 269-271, 1959. DOI: 10.1007/BF01386390

F. 1. sz. Jelzési Utasítás; MÁV ZRt. Pályavasúti Üzletág Forgalmi Főosztály, [https://www.google.hu/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/f.1.\\_sz.\\_jelzesi\\_utasitas\\_1-4.\\_mod.\\_egyseges\\_szerkezetben\\_2023.04.01-tol\\_hatalyos.pdf](https://www.google.hu/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/f.1._sz._jelzesi_utasitas_1-4._mod._egyseges_szerkezetben_2023.04.01-tol_hatalyos.pdf)

F. 2. sz. Forgalmi Utasítás; MÁV ZRt. Pályavasúti Üzletág Forgalmi Főosztály, [https://www.google.hu/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/f.2.\\_sz.\\_forgalmi\\_utasitas\\_1-6.\\_mod.\\_egyseges\\_szerkezetben\\_2023.04.01-tol\\_hatalyos.pdf](https://www.google.hu/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/f.2._sz._forgalmi_utasitas_1-6._mod._egyseges_szerkezetben_2023.04.01-tol_hatalyos.pdf)

Google Maps. <https://maps.google.hu>

IHO: V0: hamarosan indul a nyomvonsáv környezeti vizsgálata. <https://iho.hu/hirek/v0-hamarosan-indul-a-nyomvonsav-kornyezeti-vizsgalata-220516> (2025.05.22.)

Lévai Zs.: A Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia által javasolt új budapesti vasúthálózat helyettesíthetőségének vizsgálata; In: Horváth G. – Horváth B. (szerk.): XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr 2022. 342-354. ISBN 9786156443045

Lévai Zs.: A fővonalai vasúti Tisza-hidak helyettesíthetőségének kérdései, Műszaki Katonai Közlöny, 33:2. sz. 59-74. DOI: 10.32562/mkk.2023.2.5

Magyarics Zoltán: Tisza-híd és forgalmi kitérő – átépül a Szolnok–Szajol állomásköz. <http://www.regionalbahn.hu/2014/08/szolnok-tisza-hid-miller-forgkit.html> (2024.07.26.)

Magyar Vasút Online: Új elnökkel folytatja a HUNGRAIL árufuvarozási bizottsága. <https://magyarvasut.hu/uj-elnokkal-folyatja-a-hungrail-arufuvarozasi-bizottsaga/> (2025.05.22.)

MÁV: Folytatódik a hazai vasúti árufuvarozás versenyképességének javítását célzó „V0” - Budapestet délről elkerülő teherforgalmi vasútvonal - projekt előkészítése. <https://www.mavcsoport.hu/mavcsoport/folytatodik-hazai-vasuti-arufuvarozas-versenykepessegenek-javitasat-celzo-v0-budapestet> (2025.05.22.)

MTI: Megkezdődik a Budapestet elkerülő teherforgalmi vasútvonal előkészítése. <https://kormany.hu/hirek/megkezdozik-a-budapestet-elkerulo-teherforgalmi-vasutvonal-elokeszítése> (2025.05.22.)

R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>

Szászi G.: A vasúti közlekedési alágazat, mint kritikus infrastruktúra. In: Horváth A. (szerk.): Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelméről, 167-190, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 2013, ISBN: 9789630869263

Szászi G.: Long-span railway bridges in the transport system of Hungary, Hadmérnök 8:2, 98-107, 2013.

Szászi G.: Nagyfolyami vasúti hidak, mint közlekedési létfonosságú rendszerelemek, in: Horváth A. – Bányász P. – Orbók Á. (szerk.): Fejezetek a létfonosságú közlekedési rendszerelemek védelmének aktuális kérdéseiről, 83-99, Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014, ISBN: 9786155305306

Tevan Imre: A vasúti áruszállításnak szüksége van a V0-ra. <https://magyarvasut.hu/a-vasuti-aruszallitasnak-szuksege-van-a-v0-ra/> (2024.07.26.)

Tóth B. – Lévai Zs.: Quantitative Analysis of the Possible Sites of a New Danube Bridge to Bypass Budapest on Rail – Part 2, Academic and Applied Research in Military and Public Management Science 22:3, 43-62, 2023. DOI: 10.32565/aarms.2023.3.3

Tóth B.: A magyarországi vasúthálózat redundanciáját biztosító vonalszakaszok, *Hadmérnök* 14:2, 74-86, 2019.

Tóth B.: A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz, In: Horváth Gábor, Horváth Balázs (szerk.): XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr, Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2022, 415-423. ISBN 9786156443045

Tóth B.: Magyarország nagyvasúti kapcsolat szempontjából kritikus régiói a hálózat célzott rombolása esetén, *Hadmérnök* 14:4, 79-97, 2019.

Tóth B.: Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközök zavara esetén, *Hadmérnök* 13:1, 118-132, 2018.

Tóth, B.G.: The effect of attacks on the railway network of Hungary, *Central European Journal of Operations Research* 29, 567-587, 2021. DOI: 10.1007/s10100-020-00684-8

Union International des Chemins de fer: Capacity (UIC Code R 406), Paris, 2013. [https://tamannaei.iut.ac.ir/sites/tamannaei.iut.ac.ir/files/files\\_course/uic406\\_2013.pdf](https://tamannaei.iut.ac.ir/sites/tamannaei.iut.ac.ir/files/files_course/uic406_2013.pdf) (2024.07.26.)

Vasútvonalak [http://www.kapella.hu/takt/vonal\\_lista.php](http://www.kapella.hu/takt/vonal_lista.php) (2023.05.04.)

VPE vasúthálózati térkép <https://takt.kapella2.hu/metronom-server/map> (2023.05.04.)