

A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása

A posztmodern kor – közgazdasági értelemben – fejlett vagy feltörekvő társadalmainak tagjai számára természetes az infrastrukturális rendszerek, gépek, berendezések, informatikai és egyéb eszközök használata. A negyedik ipari forradalom korában az egyének, a közösségek és a szervezetek számára teljes mértékben megszokott, hogy a munkájuk és a mindennapi életük egyéb szféráiban infrastruktúrákat, berendezéseket, hálózatba kötött automatizált eszközöket alkalmazzanak. Globalizált világunkra az is jellemző, hogy a rendszerek működési zavarai és kiesése az egyéneket, a közösségeket gyakran megoldhatatlan helyzetek elé állítják. Az állítás igazságtartalmát egy vasúti közlekedéssel kapcsolatos példán keresztül is alá lehet támasztani. 2003. szeptember 28-án Olaszországban és Svájcban egy áramellátási zavar keletkezett, amely Ausztriát, Franciaországot és Szlovéniát is érintette. A más szektorokat érintő következmények mellett a nyílt vonalakon megálló vasúti szerelvényekben ragadt több mint 30 000 ember,¹ ezenkívül több száz embert kellett kimenteni a különböző városok metróalagútjaiból is. Csak a közlekedési rendszerben nagyobb erőfeszítéssel lehetett a következményeket felszámolni, mint magát az áramszolgáltatás folyamatosságát visszaállítani.

Fenti problémák megelőzése céljából az infrastruktúrák védelmét a történelem folyamán az államok mindig is kiemelt kérdésként kezelték. A technológiai fejlődés és a régi/új típusú biztonsági kockázatok (például a terrorfenyegetettség megerősödése) aktivizálódása és kialakulása az 1990-es évek közepétől felerősítette a problémakör jelentőségét. Különösen igaz volt ez a közlekedési infrastruktúrákra. A megfelelő szintű védelem kialakításhoz szükséges az adott közlekedési ágazat létfontosságú rendszereleminek azonosítása. Tanulmányunkban a magyar vasúti közlekedési ágazatot vizsgálva azonosítjuk ezeket a létfontosságú rendszerelemeket. Előtte azonban – terjedelmi okokból a teljességre törekvés igénye nélkül – érzékeltetjük a kritikusinfrastruktúra-védelem (a továbbiakban: KIV) szemlélet elterjedésének és szabályozásának – ezáltal az átalunk választott téma – fontosságát.

¹ Horváth Attila: A létfontosságú rendszerelemek és a technológiai fejlődés új kockázatai. II. rész (Kölcsönhatások és a mesterséges intelligenciák elterjedésének kihívásai). *Hadtudomány*, 26. (2016), elektronikus szám. 218.

A kritikusinfrastruktúra-védelem szemléletének elterjedése

Az infrastruktúrák védelmére a történelem során a különböző típusú államformák szinte mindegyike kiemelt figyelmet fordított. A hidegháború után a biztonság tágabb értelmezése terjedt el az úgynevezett nyugati világban. Az új biztonsági kockázatok, az erősödő terrorfenyegetettség, a technológiai fejlődés pedig azt eredményezte, hogy az egymással összekapcsolódó infrastruktúraszektorok sérülékenységének kockázata tovább nőtt. Ezért Bill Clinton amerikai elnök az 1990-es években létrehozott egy, a KIV-vel foglalkozó tanácsadó testületet, amelynek jelentésére alapozva adta ki 1998. május 22-én a kritikus infrastruktúrák védelmét szabályzó PDD² 63. számú elnöki rendeletét (*Protecting America's*).³ Az Egyesült Államok (a továbbiakban: USA) elleni 2001. szeptember 11-én elkövetett terrortámadás-sorozat gyökeresen átalakította az USA-ban a KIV szabályzó- és intézményrendszerét. Az 1998-ban meghatározott szektorokat kiegészítették, amely azt jelentette, hogy újabb területeket vontak a kritikusinfrastruktúra-védelem hatálya alá. Az intézményrendszer változásait jól szemlélteti, hogy előbb egy belbiztonsági hivatal (*Office of Homeland Security*), majd pedig 2002-ben egy belbiztonsági tárca (*Department of Homeland Security*) alakult meg.⁴

A 2001. évi események az USA-n kívül az Európai Uniót (a továbbiakban: EU) is lépésekre kényszerítették. Az EU nehézkes döntéshozatali mechanizmusa mellett az infrastruktúra kifejezés eltérő értelmezése is hátráltatta az integrált védelem szemléletének és módszertanának kialakítását. Míg a kifejezésen Európában főként az épített létesítményeket értik, addig az amerikai felfogás magában foglalja az üzemeltető szervezeteket és a rendszerek által nyújtott kapacitásokat is.⁵ 2004. március 11-én a madridi elővárosi vasúti hálózat ellen követett el stratégiai szintű terrortámadás-sorozatot az al-Káida egyik csoportja, amely cselekvésre ösztönözte az EU Európai Tanácsát: 2004. július 18–19-ei ülésén felszólította az Európai Bizottságot a kritikusnak számító infrastruktúrák védelmével és biztonságával foglalkozó átfogó stratégia kialakítására.⁶ A 2005. július 7-én a londoni közösségi közlekedés elleni, szintén stratégiai terrortámadás-sorozat felgyorsította egy úgynevezett *Zöld könyv*

² Presidential Decision Directive – elnöki rendelet.

³ Protecting America's Critical Infrastructures: PDD 63. Online: www.hsdl.org/?view&did=456517

⁴ Horváth Attila: A kritikus infrastruktúra védelem komplex értelmezésének szükségessége. In Horváth Attila (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből. Kiemelten a közlekedési alrendszer.* Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 2013. 22.

⁵ Horváth (2013) i. m. 21–22.

⁶ Haig Zsolt et alii: *A kritikus információs infrastruktúrák meghatározásának módszertana.* Budapest, ENO Advisory Kft, 2009. 49–50.

kidolgozását.⁷ A 2005-ben kiadott – *Zöld könyv a kritikus infrastruktúrák védelmének európai programja* című – dokumentum három pillérre támaszkodott:⁸

- megelőzés;
- felkészülés;
- ellenálló képesség.

Az EU bonyolult intézményrendszere és a fent is vázolt eltérő tagállami értelelmzések miatt az eredmények elmaradtak. A Zöld könyv műfajából eredően sokkal inkább alapelveket rögzít, semmint köteleket, jog- és hatásköröket. A fordulópont 2008-ban érkezett el, amikor az EU már irányelvet adott ki a témával kapcsolatban.⁹ Az irányelvben megjelennek a besorolás kritériumai, ezen belül a kritikus infrastruktúrákat ért támadások hatásainak jelentősége is az úgynevezett „horizontális” kritériumokban. Az irányelv kiadása már konkrét lépésként értékelhető a kritikus infrastruktúrák védelmében.¹⁰

Magyarországon a KIV-et elsőként a 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat¹¹ szabályozta. A kormányhatározat mellékletét képezi a magyarországi zöld könyv, amely meghatározza a kritikus infrastruktúrák fogalmát, kritériumait és kijelölésének módszerét. Az érintett ágazatok közé sorolja a közlekedési alágazatokat és a logisztikai központokat. A 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről (Lrtv.) elfogadása újabb mérföldkövet jelentett a KIV magyarországi szabályozásában. A törvény rendelkezik a nemzeti és az európai létfontosságú rendszer elemek kijelöléséről és a kijelölés menetéről. Az Lrtv. nem a KIV kifejezést, hanem a jobban érthető létfontosságú rendszerek és létesítmények kifejezést alkalmazza, és jelenleg hatályos állapota 10 ágazatot és 33 alágazatot határoz meg. A törvény végrehajtási utasítása¹² a működési zavarok keletkezésekor az alábbi szempontok alapján határozta meg a horizontális kritériumokat:

- a veszteségek;
- a gazdasági hatások;
- a társadalmi hatás;
- a politikai hatás;
- a környezeti hatás.

A törvényben meghatározott ágazati kritériumokat és szempontokat az ágazatokért felelős minisztériumoknak kellett előkészíteni és a jogszabályi hierarchiában kormányrendelettel

⁷ Horváth (2013) i. m. 24.

⁸ Bonnyai Tünde: Történeti áttekintés. In Bognár Balázs – Bonnyai Tünde (szerk.): *Kritikus infrastruktúrák védelme I.* Budapest, Dialóg Campus, 2019. 29–46.

⁹ Az Európai Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. 12. 08.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről.

¹⁰ Horváth (2013) i. m. 25.

¹¹ 2080/2008. (VI. 30.) sz. Korm. határozat A Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról.

¹² 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról.

meghatározni. A KIV közlekedési ágazat szabályozását csak 2019-ben adták ki, annak ellenére, hogy a szektort az Lrtv. és annak végrehajtási rendelete kiemelt ágazatként kezelte.

A KIV kérdéseiről a nemzetközi és hazai tudományos szakirodalomban értékes kutatási eredményt publikáltak. A magyarországi kutatók elsősorban a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar (a továbbiakban: NKE HHK) Katonai Műszaki és Hadtudományi Doktori Iskolához kapcsolódnak,¹³ és több rangos magyar és idegen nyelvű folyóiratban publikálják kutatási eredményeiket.¹⁴ A hazai KIV-kutatások egyik mérföldköveknek tekinthető TÁMOP 4.2.1.B-11/2/KMR a Nemzeti Közszolgálati Egyetem és az Óbudai Egyetem „Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások” című közös pályázata 2012 és 2014 között. A projekt 21 kiemelt kutatási területének egyike volt a „közlekedési kritikus infrastruktúra védelem” nevű kiemelt kutatási terület, amely a célkitűzéseit teljesítette, és egyik fontos eredményének tekinthető az ellátási láncok biztonságának kutatása. A kiemelt kutatási terület munkáját hátráltatta azonban, hogy a projekt működése alatt nem adták ki a közlekedési rendszer KIV ágazati követelményeit.

A létfontosságú rendszerelemek kockázati tényezőit átfogó módon kell megközelíteni. A hazai szakirodalomban több kockázatelemzési, megközelítési és kezelési módszer jelent meg, amelyek vizsgálatára terjedelmi okok miatt nem áll módunkban kitérni. Mindegyik megközelítésben közösnek tekinthető, hogy vizsgálja a természeti, a műszaki tényezőket, az emberek vagy csoportok kockázatait és a kiberfenyegetettséget.¹⁵ A kockázatelemzési kutatásoknál fontosnak ítéljük meg a rendszerszemléletű és hálózatalapú vizsgálatokat, hiszen a létfontosságú rendszerelemek működésére is a „hálózatosodás” jellemző.¹⁶ A kockázatok és a veszélyek megállapításnál és a különböző modellek felállításánál kiemelt jelentőséggel bír a KIV-ágazatok közötti kölcsönhatások elemzése is, mert az egymással összefüggő ágazatok esetén keletkező zavar több ágazatra is hat.¹⁷ A bevezetőben említett áramkimaradás érintette az egészségügyi ellátás, az üzemanyag-, víz- és gázszolgáltatást, illetve a közúti és légi közlekedést is.¹⁸

¹³ Padányi József – Földi László: Security Research in the Field of Climate Change. In Nádai László – Padányi József (szerk.): *Critical Infrastructure Protection Research: Results of the First Critical Infrastructure Protection Research Project in Hungary*. Zürich, Springer International Publishing, 2016. 79–90.

¹⁴ A teljességre törekvés igénye nélkül az alábbi szerzők MTMT2 felületéről elérhető, témával összefüggő publikációit ajánljuk az érdeklődők és a kutatók figyelmébe: Bognár Balázs, Bonnyai Tünde, Csaba Zágon, Haig Zsolt, Horváth Attila, Horváth Hermina, Kátai-Urbán Lajos, Kovács László, Kovács Ferenc, Krasznay Csaba, Szászi Gábor, Tóth Bence és Vass Gyula.

¹⁵ Szászi Gábor: A vasúti közlekedési alágazat mint kritikus infrastruktúra. In Horváth Attila (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből. Kiemelten a közlekedési alrendszer*. Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 2013. 177–178.

¹⁶ Tóth Bence: Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközpontok zavara esetén. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 118–132.

¹⁷ Kovács László: *A kibertér védelme*. Budapest, Dialóg Campus, 2017. 228.

¹⁸ Horváth (2013) i. m. 219.

A létfontosságú vasúti rendszerelemek kijelölésének európai és nemzeti kritériumai

A közlekedési létfontosságú infrastruktúrák azonosítását, kijelölését és védelmét a már hivatkozott törvény és a 161/2019 (VII. 4.) sz. Korm. rendelet¹⁹ szabályozza. A törvény a kijelöléshez úgynevezett ágazati és horizontális kritériumokat határoz meg, amelyek alapján lehetséges az egyes elemek kijelölése. A törvény a jogalkotási gyakorlatnak megfelelően csak általánosságban adja meg ezen kritériumok tartalmát, a tényleges, közlekedési ágazattal szemben meghatározott kritériumokat a kormányrendelet tartalmazza.

A kritikus infrastruktúra elemeinek kijelölése két szinten történik: egyrészt nemzeti szinten, másrészt európai uniós szinten. Ennek megfelelően a kritériumokat is ezen a két szinten határozták meg, így beszélhetünk nemzeti és európai uniós ágazati kritériumokról. A különbség abban rejlik, hogy az uniós létfontosságú infrastruktúra elem kiesése több országban érezteti hatását, míg a nemzeti létfontosságú infrastruktúra esetében ez csak az adott országra igaz.

A kormányrendelet alapján a közlekedés ágazati kritériumai közül a vasúti alágazatra a következők vonatkoznak.

- a) Európai létfontosságú infrastruktúra elemekre:
 - a TEN-T vasúthálózat azon magyarországi szakasza, amelynek:
 - kiesésekor a helyettesítése más közlekedési móddal nem biztosítható;
 - kieséséből származó menettávolság-növekedés mértéke meghaladja az 500 km-t, vagy
 - kiesése miatt megközelíthetatlenné válnak megyeszékhelyek, megyei jogú városok és a főváros;
 - és mindezekon felül üzemképtelenné válásakor a legalább ideiglenes jelleggel történő, teljes kapacitást biztosító helyreállítása az adott európai létfontosságú rendszerelemnél az 1 évet meghaladja;
 - a schengeni övezet külső határán lévő, nemzetközi személy- és áruforgalom lebonyolítását végző vasúti határátkelőhely;
- b) nemzeti létfontosságú infrastruktúra elemekre:
 - az országos törzshálózati vasúti pálya elemei közül a vasúti alagút, híd, támfal, amelynek helyreállítási ideje meghaladja a 180 napot, és ideiglenes helyreállítása 60 napon belül nem biztosítható;
 - az előző pontban meghatározott vasútvonalak forgalomirányítását hálózati szintű felügyelettel biztosító rendszer;
 - a felszín alatti vasút és tartozéka, valamint az utasforgalmi kiszolgálótere.

¹⁹ 161/2019 (VII. 4.) Korm. rendelet a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.

A vasúthálózat kritikus elemeinek azonosítása a kritériumok alapján

Európai kritériumok

Az európai kritériumoknak való megfelelés érdekében először bemutatjuk a TEN-T hálózatot. A TEN-T hálózat az európai közlekedés lebonyolítására szolgáló közúti, vasúti, légi és vízi hálózat, amelyek közül több Magyarországot is érinti.

A TEN-T vasúti törzshálózat magyarországi vonalai:²⁰

- Rajka oh.²¹/Hegyeshalom oh. – Győr–Budapest–Szolnok–Lőkösháza oh., ennek leágazásaként Budapest–Kelebia oh;
- Záhony–Miskolc–Budapest–Székesfehérvár–Zalaszentiván–Öriszentpéter oh., ennek leágazásaként Budapest–Dombóvár–Gyékényes oh.

A kormányrendelettel kapcsolatban pontosítani kell a helyettesíthetőség kérdését. A vasúthálózat elemeinek kiesésekor az elsődleges cél az alágazaton belüli helyettesítés, azaz a kerülő útirányok meghatározása. Magyarországon a vasúti közlekedés mintegy 7400 km-es hálózaton bonyolódik,²² a hálózat egyes elemeinek zavarakor általában van lehetőség a kiesett szakasz elkerülésére. A kérdés minden esetben a kerülőút hossza és az ehhez tartozó menetidő.²³ Az európai kritérium határt szab ennek: 500 km kerülőút engedhető meg. A más alágazattal történő helyettesíthetőségekor vizsgálni kell a közúti, a légi és a vízi szállítás lehetőségét. A vasútvonalak legtöbb esetben kiválthatók közutakkal, csak nagyon minimális esetben nincs lehetőség a közúti helyettesíthetőségre. Véleményünk szerint azonban nem elégséges csak magának a közúti kapcsolatnak a meglétét vizsgálni, mert ez önmagában nem oldja meg a helyettesítés kérdését. A vizsgálat szempontjaira az alábbiakat javasoljuk:

- közutak földrajzi jellemzői:
 - teherbírás;
 - állapot;
 - megengedett sebesség;
- közutak átbocsátóképessége;
- eljutási idő.

Ezek alapján megvizsgáltuk a TEN-T vasúthálózat közúti helyettesíthetőségének lehetőségeit. Elemzésünk alapján a vasútvonalak helyettesítésére a következő közutakat javasoljuk:

²⁰ Szászi Gábor: Transz Európai Közlekedési Hálózat (TEN-T) tervezett fejlesztési iránya, várható hatása Magyarország vasúthálózatának fejlesztésére. *Szolnoki Tudományos Közlemények XVI.* (2012). 424.

²¹ oh. – országhatár, nemzetközi vasútvonalak esetében a vonal magyarországi kezdő/végpontja.

²² KSH-adatbázis a magyarországi vasútvonalak hosszáról. Online: www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_odmv004.html

²³ Tóth (2018) i. m. 120.

- kétvágányú, villamosított, legalább 120 km/h sebességgel járható vasúti pályáknál a vasúttal párhuzamosan (legfeljebb 20 km-es körzetben) futó, legalább 2×2 sávós gyorsforgalmi út;
- egyvágányú, villamosított, legalább 80 km/h sebességgel járható vasúti pályáknál a vasúttal párhuzamosan (legfeljebb 30 km-es körzetben) futó, legalább 70 km/h sebességgel járható, maximum két számjegyű főút.

A légi és a vízi helyettesítés között igénybevétele nélkül csak nagyon minimális esetben használható, mert ilyenkor legalább két alágazat igénybevétele szükséges. Természetesen elképzelhető ilyen megoldás, ugyanakkor ez már jelentősen megnövelheti az eljutási időt, ezért célszerű csak a közúti helyettesítést vizsgálni.

Az európai kritériumok másik nagy csoportja a legfontosabb városok és közigazgatási egységek megközelíthetlenségét határozza meg. Mindezek mellett az infrastruktúra sérülésének olyannak kell lennie, hogy a kiesés legalább egy évig tartson, jelentős mértékű társadalmi és gazdasági következményekkel.

Vasútvonalak

Az előző pontban leírtakat figyelembe véve, a magyarországi TEN-T vasúthálózat az alábbi megyeszékhelyeket és megyei jogú városokat érinti:

- Békéscsaba;
- Budapest;
- Érd;
- Győr;
- Kaposvár;
- Miskolc;
- Nyíregyháza;
- Székesfehérvár;
- Szolnok;
- Tatabánya;
- Veszprém;
- Zalaegerszeg.

A kétvágányú vasútvonalon fekvő megyeszékhelyek közül Tatabánya, Győr, Székesfehérvár, Miskolc és Nyíregyháza megközelíthető az általunk javasoltak szerinti autópályákon, egyedül Szolnokra és Békéscsabára nem vezet jelenleg gyorsforgalmi út, ezek építése folyamatban van. A többi megyeszékhelyre egy vagy két számjegyű (elkerülőutak esetében három számjegyű) főút vezet, Érd megyei jogú város elérhető az M7-es autópályán.

Fentiekből következik, hogy a TEN-T vasúthálózat jelentős része legalább közúton helyettesíthető, így a továbbiakban azokkal a vonalakkal foglalkozunk, amelyek nem helyettesíthetők megfelelő közúttal és vasúttal sem.

Ezek a vasútvonalak:

- Budapest–Szolnok–Békéscsaba–Lőkösháza oh.;
- Budapest–Kelebia oh.;
- Budapest–Székesfehérvár–Zalaszentiván–Őriszentpéter oh.;
- Budapest–Dombóvár–Gyékényes oh.;
- Miskolc–Záhony oh.

A lőkösházi vonal Romániával, Bulgáriával és Törökországgal teremt közvetlen kapcsolatot, így a NATO szövetségi rendszerében is kiemelt szerepet játszik. A vonal Békéscsabaig kétvágányú, villamosított, 120 km/h sebességre alkalmas, illetve az ETCS²⁴ kiépítése után már a 160 km/h sebesség is engedélyezett lesz, Békéscsaba után az országhatárig egyvágányú.

A vasútvonal közelében közúti határátkelő nem található, a határátlépés Gyulán vagy Battonyán lehetséges. A Békéscsaba–Arad táv közúton legalább 30 km-rel hosszabb, mint vasúton (57, illetve 87 km). A vasúti kerülőút a Békéscsaba–Kötegyán–Nagyszalonta–Arad útvonalon vezet, amely útvonal egyvágányú és nem villamosított.

Békéscsaba–Szolnok viszonylatban a közúti helyettesítés a Mezőberény–Törökszentmiklós–Szolnok útvonalon oldható meg a 47-es, 46-os és 4-es főutakon. Miután a vasútvonal kétvágányú, a közúti helyettesítés az általunk javasolt feltételeknek nem felel meg, mert nem gyorsforgalmi utak váltják ki a vasútvonalat. A vasúti elkerülő útvonal a Békéscsaba–Hódmezővásárhely–Szentés–Szolnok vagy a Békéscsaba–Szeged–Cegléd–Budapest vonalakon halad. Az első esetben a kerülőút 159 km, a másodikban 289 km. Mindkét kerülőút tartalmaz egyvágányú, nem villamosított vonalszakaszokat, így ezen vasútvonalak kapacitása elégtelen lehet a forgalom levezetésére. Megítélésünk szerint a helyettesítés csak a közúti és vasúti alágazatok együttműködésében valósulhat meg. A vonal legkritikusabb eleme a Szolnok–Szajol állomásköz, ahol a vasútvonal keresztezi a Tiszát és a Zagyt. Az állomásköz zavarakor a vasúti kerülőút a Szajol–Kisújszállás–Kál–Kápolna–Budapest útvonalon 230 km, ugyanakkor az útvonal egyvágányú, és nem villamosított vasúti mellékvonalon is keresztülvezet, amelynek kapacitása bizonyosan elégtelen egy kétvágányú vasútvonal forgalmának levezetésére. A villamosított kerülő útvonal Nyíregyházán keresztül 448 km, amely közelíti az 500 km-es maximális útvonalhosszt. Ugyanakkor ez a kerülőút menetidőben jelentős, több órás növekedést okoz, amely már károsan hathat a vasúti fuvarozásra. Közúton a szakasz a 4-es úton kiváltható, ugyanakkor a kis távolság (13 km) jelentős költséget ró a vasúti fuvarozatókra, ugyanis ilyen kis távolságra az átrakási és szállítási költségek magasak lehetnek. Ezért indokoltnak tartjuk és javasoljuk a Szolnok–Szajol állomásközt bevonni az európai létfontosságú rendszerelemek körébe.

A vonal Szolnok–Budapest szakasza vasúton kiváltható a Szolnok–Cegléd–Budapest vonallal, amely szintén kétvágányú, villamosított és 120 km/h sebességgel járható.

²⁴ European Train Control System – egységes európai vonatbefolyásoló rendszer.

A kelebiai vonal villamosított, a Ferencváros – Soroksári út állomásköztől eltekintve végig egyvágányú, 80 km/h sebességgel járható. Ez a vasútvonal teremt közvetlen kapcsolatot a Balkán országaival, ezért az árufuvarozásban a szerepe jelentős. A pályával jórészt párhuzamosan fut az 51-es, majd az 53-as út, így a közúti helyettesítés megoldott. A vonal egyes szakaszait vasúton két helyen lehet elkerülni: az egyik a Kiskunhalas–Kiskunfélegyháza–Kecskemét–Cegléd–Budapest, a másik a Fülöpszállás–Kecskemét–Cegléd–Budapest útvonal. Az előbbi végig villamosított, Ceglédig egyvágányú, utána kétvágányú, míg az utóbbi útvonalban a Fülöpszállás–Kecskemét szakasz egyvágányú, nem villamosított vasúti mellékvonal. A lehetséges vasúti kerülő útirányok miatt csak a Kelebia oh. – Kiskunhalas vonalszakaszt kell vizsgálni, amely Magyarországon nem kikerülhető. Szerbia felől a Szabadka–Szeged vonal használatával ez megoldható lenne, azonban ez a vonal jelen pillanatban nem üzemel. Szerbiával nincs más vasúti kapcsolattunk, így a kerülőút vagy Románián, vagy Horvátországon át vezet. Az ezekbe az irányokba történő terelés annyira bonyolult folyamatokkal járhat, hogy ezt a megoldást nem javasoljuk. Amennyiben ezen a szakaszon a közúti pótlás nem biztosít elegendő kapacitást, a vasúti szállítás nem lebonyolítható. Mindezek miatt a Kelebia oh. – Kiskunhalas vonalszakaszt megfontolásra javasoljuk az európai kritikus rendszerelemek közé, különösen akkor, ha a pálya kétvágányúra és 160 km/h sebességgel járhatóvá épül át.

A Szlovénia felé futó TEN-T vasútvonal Székesfehérvárig kétvágányú, villamosított, 140 km/h sebességű, onnan az országhatárig villamosított, egyvágányú és 80–120 km/h sebességgel járható. Közúton Jánosházaig a 8-as úttal, onnan Ukkig a 84-es úttal, majd pedig alsóbbrendű utakkal kiváltható. A kritikus szakasz Ukk és az országhatár között van, ahol már csak alsóbbrendű utak állnak rendelkezésre. Amennyiben ezen a szakaszon zavar keletkezik, akkor célszerű vizsgálni az egész útvonal kikerülését közúton Zalaegerszegig az M7-es autópályán és a 76-os úton, illetve a 75-ös úton a szlovén határig, valamint vasúton az alábbi útvonalon: Budapest–Győr–Celldömölk–Szombathely–Zalaegerszeg. A kritikus szakasz itt is a határ közelében található: a Zalaegerszeg – Őriszentpéter oh. szakasz vasúton szintén nem pótolható csak Ausztrián és Szlovénián keresztül.

A Horvátország irányába vezető vasútvonal Pusztaszabolcsig kétvágányú, onnan egyvágányú, végig villamosított, 120 km/h sebességgel járható, részben alacsonyabb sebességű szakaszokkal. A vasúti kerülő útirány a Balaton déli partján vezet a Budapest–Siófok–Nagykanizsa–Gyékényes vonalon. Ez a vasútvonal Szabadbattyánig kétvágányú, onnan egyvágányú, végig villamosított és 100 km/h sebességgel járható. A pálya szabad kapacitása a nyári időszakban a megnövekedett személyforgalom miatt jelentősen csökken, így a helyettesíthetőség szervezése nehézségekbe ütközik. A másik alternatíva a Dombóvár–Szentlőrinc–Barcs–Gyékényes útvonal, amely szintén egyvágányú, ugyanakkor Szentlőrincről nem villamosított, és csak 60 km/h a megengedett sebesség. A közúti pótlás viszonylag egyszerűbb Budapestről végig az M7-es autópályán. Ebben az esetben is célszerű a pótlást vagy a kerülő útirányt már Budapesttől megszervezni.

A Miskolc – Záhony oh. vonal Ukrajnával teremt kapcsolatot. A közvetlenséget gátolja a keleti szomszédunknál használt széles (1520 mm) nyomtáv. A vasútvonal végig villamosított, Miskolc–Mezőzombor és Nyíregyháza–Tuzsér között kétvágányú, a többi

szakaszon egyvágányú, a Tiszát Tokajnál keresztezi. A vasúti pótlás Miskolc–Nyíregyháza között csak jelentős kerülővel, a Miskolc–Füzesabony–Debrecen–Nyíregyháza útvonalon oldható meg, amelyből a Füzesabony–Debrecen szakasz egyvágányú és nem villamosított. Meg kell jegyezni, hogy ez a vasútvonal jelentős segítséget nyújthat mind a szolnoki, mind pedig a tokaji Tisza-híd kiesésekor. A Nyíregyháza–Záhony szakasz pótlása Nyíregyháza–Vásárosnamény–Záhony mellékvonalakon oldható meg, amelyek egyvágányúak és nem villamosítottak. Az Ukrajnával kapcsolatot teremtő záhonyi Tisza-híd kiesése Eperjeske felé pótolható az ottani Tisza-híd használatával. A közúti pótlás itt is egyszerűbb az M30–M3–41-es utak igénybevételével. A vonal zavarakor érdemes a pótlást már Budapesttől megszervezni a Budapest–Cegléd–Szolnok–Debrecen–Nyíregyháza vasútvonalon vagy az M3-as autópályán.

A budapesti vasúti infrastruktúra szerepe

Az előzőekben a vasútvonalakat Budapest kiinduló- vagy végponttal vizsgáltuk, azonban teljesen egyértelmű, hogy a vizsgálatnak ki kell terjednie Budapest vasúti átjárhatóságára is. Az átjárhatóság a Dunán való átkelést jelenti, amely a Déli vasúti összekötő hídon bonyolódik. Az Újpesti összekötő híd szerepe jelenleg marginális. Ezen a hídon a Budapest–Esztergom elővárosi vasútvonal halad át, amely a főváros környezetében kétvágányú, kivéve pont a hidat, tovább egyvágányú, végig villamosított, ugyanakkor a Pilisben vezetett dombvidéki nyomvonal szűk íveket és alagutat is tartalmaz. A pótlás további eleme, a Dorog–Almásfüzitő vasútvonal már nem villamosított, végig egyvágányú mellékvonal. Kerülő útvonalként csak Hegyeshalom irányába jelenthet alternatívát. Egyéb vasúti átkelési lehetőség a Dunán Bajánál van, amely 387 km-es kerülőt jelent az 5,1 km helyett. A kerülőút nem éri el még a 400 km-t sem, ugyanakkor nem áll arányban a pótlandó útvonal hosszával, annak körülbelül 76-szorosa. A közúti pótlás azonos hosszban a Rákóczi-hídon megoldható, ugyanakkor a híd forgalma már most olyan nagy, hogy nem bír el további jelentősebb busz- és nehézgépjármű-forgalmat. Ezek alapján javasoljuk a Déli vasúti összekötő hidattartalmazó Ferencváros – Budapest-Kelenföld állomásközt is az európai létfontosságú közlekedési elemek közé sorolni.

Határállomások

A nem schengeni övezet külső vasúti határállomásai a következők.

Ukrajna felé:

- Záhony;
- Eperjeske.

Románia felé:

- Tiborszállás;
- Nyírábrány;
- Biharkeresztes;
- Kötegyán;
- Lőkösháza.

Szerbia felé:

- Röske (jelenleg üzemben kívül);
- Kelebia.

Horvátország felé:

- Magyarbóly;
- Gyékényes;
- Murakeresztúr.

Álláspontunk szerint a határállomások közül azokat érdemes vizsgálni, amelyek TEN-T hálózat részei, vagyis Záhonyt, Lőkösházát, Kelebiát és Gyékényest. Záhonnal kapcsolatban megállapítottuk, hogy pótolható Eperjeske átkeléssel, ahol a vasúti teherkocsik átrakása is történhet. Lőkösházával kapcsolatban javasoltuk a kötegyáni vasúti átkelő használatát, amely képes a nemzetközi forgalom lebonyolítására, ezt már több vágányzár idején is bizonyította. Kelebia esetében javasoltuk az európai létfontosságú elemek közé történő felvétel megfontolását. Ez a helyzet addig bizonyosan fennáll, amíg a röszei határátmenet újra meg nem nyílik. Gyékényes határállomás Murakeresztúr állomáson át kikerülhető, a két állomás távolsága csak 15 km, bár az innen Horvátországba vezető vasútvonal egyvágányú és nem villamosított. A határállomás képes ellátni Gyékényes feladatait.

Nemzeti ágazati kritériumok

A nemzeti ágazati kritériumok meghatározásának alapja a törzshálózati besorolás. Ezt a nemzeti vagyronról szóló 2011. évi CXCVI. törvény szabályozza. A besorolás alapján a vasúti alagutak egyértelműen azonosíthatók. A hidakkal kapcsolatban álláspontunk szerint a rombolás mértékétől is függ a helyreállítás ideje, ugyanakkor kijelenthető, hogy a nagyfolyami hidak besorolhatók ebbe a kategóriába, a többi hídval kapcsolatban ezt a feltételt vizsgálni kell. Támfalaknál szintén vizsgálni kell, hogy melyek azok a műtárgyak, amelyek adott kritériumnak megfelelnek.

A fentiek miatt nem is vállalkozunk az összes nemzeti létfontosságú vasúti közlekedési elem azonosítására, azonban az alagutak, nagyfolyami hidak és egyes támfalak esetében azonosítjuk az adott állomásközt mint kritikusinfrastuktúra-elemet. A további elemek

kijelölését az üzemeltetőnek kell kezdeményeznie. Ugyancsak megteesszük az azonosítást a földalatti vasutak tekintetében.

Nagyfolyami hidaknak elsősorban a dunai és tiszai vasúti átkelőket tekintjük, ugyanakkor vannak olyan kisebb folyók, amelyek feletti vasúti hidak ugyancsak jelentős szerepet töltenek be adott vonal forgalmának fenntartásában, így ezeket is idesoroljuk. Ezek alapján a kritikus állomásközpontok az alábbiak.

1. táblázat: Nagyfolyami vasúti hidakat tartalmazó állomásközpontok

Fsz.	Állomásközpont	Folyam/folyó
1.	Komárom–Révkomárom	Duna
2.	Angyalföld–Óbuda	Duna
3.	Ferencváros – Budapest-Kelenföld	Duna
4.	Baja–Pörböly	Duna
5.	Eperjeske–Bátyú	Tisza
6.	Záhony–Csap	Tisza
7.	Tokaj–Rakamaz	Tisza
8.	Poroszló–Tiszafüred	Tisza
9.	Szolnok–Szajol	Tisza, Zagyva
10.	Algyő–Hódmezővásárhely	Tisza
11.	Murakeresztúr–Kotor	Mura
12.	Győr–Öttevény	Rába
13.	Győr–Ikrény	Rába
14.	Szob–Párkány	Ipoly
15.	Berettyóújfalú–Mezőpeterd	Berettyó
16.	Gyoma–Nagylapos	Körös

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az alagutak tekintetében kritikus állomásközpontok.

2. táblázat: Alagutakat tartalmazó állomásközpontok

Fsz.	Állomásközpont	Alagút hossza (m)
1.	Budapest-Déli – Budapest-Kelenföld	361
2.	Pilisvörösvár–Piliscsaba	780
3.	Pankasz–Óriszentpéter	375
4.	Csajág–Balatonkenese	96
5.	Godisa–Abaliget	667
6.	Abaliget–Bükkösd	114, 418

Forrás: A MÁV Zrt. adatai alapján a szerzők szerkesztése

A támfalak tekintetében a Verőce–Nagymaros–Szob állomásközpontokat lehet azonosítani kritikusinfrastruktúra-elemként.

A vasúti forgalom biztonságos lebonyolítása biztosítóberendezések működtetésével valósul meg.²⁵ Ma már ezeket a berendezéseket elektronikus úton, akár távolról (például üzemirányító központból) vezérlik. Kiemelten fontos, hogy ezek a berendezések

²⁵ Lévai Zsolt: *Közlekedésbiztonság*. Budapest, Dialóg Campus, 2019. 104.

megfelelően védve legyenek a már korábban ismertetett ártó jellegű cselekményektől. Az irányítás feletti ellenőrzés átvétele lehetőséget teremt például a terroristáknak merényletek elkövetésére, így ennek megakadályozása kulcsfontosságú a közlekedésbiztonságban. Az ilyen központok védelme kiemelt jelentőségű, és joggal kerülnek be a létfontosságú rendszerelemek közé. Lényeges szempont, hogy a védelemnek nemcsak a fizikai behatolás megakadályozására kell irányulnia, hanem az informatikai biztonságra is. Ugyancsak fontos aláhúzni, hogy a fizikai védelem sem csupán az állítóberendezés megvédését jelenti, hanem annak a helyiségnek is szükséges a védelme, ahol az informatikai eszközök találhatók (például szerverterem).

A fentiek alapján a biztosítóberendezések és irányítóközpontok közül az alábbiakat javasoljuk a nemzeti kritikus vasúti infrastruktúra-elemek közé felvenni.

3. táblázat: Jelentősebb állomási biztosítóberendezések és üzemirányító központok

Fsz.	Állomási biztosítóberendezés/üzemirányító központ
1.	A budapesti Üzemirányító Központ épülete
2.	Valamennyi központi forgalomirányításra berendezett vonalszakasz központja (jellemzően vasútigazgatósági épületek, de lehet állomáson is)
3.	Budapesti fejpályaudvarok biztosítóberendezési állítóközpontjai
4.	Budapest-Kelenföld, Ferencváros, Kőbánya-Kispest állomások állítóközpontjai
5.	Törzshálózati vasúti elágazóállomások legalább Dominó 55 típusú vagy annál korszerűbb biztosítóberendezéssel felszerelt állítóközpontjai

Forrás: a szerzők szerkesztése

A felszín alatti vasutak tekintetében valamennyi metróvonal és kiszolgáló létesítményei, illetve a H5-ös HÉV Margit híd – Batthyány tér közötti szakasza jöhet számításba, ugyanakkor a HÉV-nél az alagút kiesése csak egy megállónyi távolság, és a Margit hídnál kialakítható végállomás miatt nem tartjuk indokoltnak annak bevonását a kritikus infrastruktúra rendszerébe (a Batthyány téri állomás a metró rendszerébe integrálható).

Összefoglalás

A 2012. évi törvény a létfontosságú rendszerelemek kijelöléséről és 2019-ben megjelent kormányhatározata megadja a közlekedési infrastruktúrák kijelölésének szempontrendszerét. A meghatározott kritériumok alapján európai és nemzeti szinten szükséges a létfontosságú rendszerelemek azonosítása.

Tanulmányunkban a szabályozók alapján vizsgáltuk a vasúti közlekedési alágazat egyes elemeit, és azonosítottuk a létfontosságú rendszerelemeket. Kutatásunk eredményeire alapozva az alábbi következtetések vonhatók le.

Szigorúan véve az európai kritériumok alapján a magyar vasúthálózat egyetlen eleme sem jelölhető ki létfontosságú rendszerelemnek.

Megállapításunk rávilágít arra, hogy a magyar vasút- és közúthálózat sok párhuzamosságot mutat, amely egyrészt jó, hiszen megoldja a helyettesíthetőség kérdését,

másrészt megmutatja, hogy a közlekedési hálózat elemei sokszor átgondolatlanul épültek ki, s az sem biztos, hogy megfelelő a szabályozás a helyettesítő vasútvonalak hosszát illetően. A kerülőutak földrajzi jellemzőitől függően a terelés több órás idővesztéssel is okozhat, még rövidebb távolságnál is. Kutatásaink eredményeként javasoljuk, hogy a vasúti kerülőút hossza legfeljebb 300 km legyen. Tanulmányunkban javaslatot tettünk a vasútvonalak közötti helyettesíthetőségi paramétereire, javasoltuk, hogy a Szolnok–Szajol és az Összekötő vasúti hidat tartalmazó Ferencváros – Budapest-Kelenföld állomásközeteket vonják be az létfontosságú közlekedési elemek körébe. Ez látszólag ellentmond a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosítását, kijelölését és védelmét szabályzó 161/2019 (VII. 4.) Korm. rendeletben meghatározott menettávolság-növekedés 500 km feletti kritériumának, de a kiesésük miatt a főváros, a megyeszékhelyek és a megyei jogú városok megközelíthetatlenné válnak. Ugyanakkor javaslatunk megfelel az EU-s irányelveknek, mert a két állomásköz átmeneti vagy tartós kiesése három vagy több tagállamban éreztetné a hatását.²⁶

A létfontosságú infrastruktúra-elemek vizsgálatakor számításba kell venni a vontatójárművek rendelkezésre állását is.

Vizsgálatunk bizonyította, hogy az egyes kerülő útirányok nem villamosított vasútvonalakon is vezethetnek, amelyek igénybevételéhez szükséges dízel vontatójárművek rendelkezésre állása. Ezek számának, rendelkezésre állási helyének meghatározása nélkül nem lehet a kritikus infrastruktúra helyettesítésének kérdésével foglalkozni! Ezért javasoljuk, hogy az egyes elemek azonosításánál kritériumként jelenjen meg a dízel vontatójárművek rendelkezésre állása.

Az egyre inkább elterjedő villamos vontatás energiaszükségletének biztosíthatósága szintén a kritikus infrastruktúrák kijelölésének egyik feladata kell hogy legyen.

Az előzőek miatt a villamos vontatásra berendezett vonalakon biztosítani kell, hogy azokon a villamos mozdonyok valóban tudjanak közlekedni, ugyanis annyi dízel vontatójármű biztosan nem állítható szolgálatba, amennyi a villamos mozdonyok kiváltására szükséges lenne. Ezek alapján javasoljuk, hogy a vasúti infrastruktúra-elemek közé vegyük fel az olyan vasúti állomásokat, amelyek TEN-T vonalakat látnak el villamos energiával és biztosítják a villamos vontatójárművek közlekedését.

A helyettesíthetőség egyik kulcsproblémája a vasúti mellékvonalak kérdése.

Vizsgálatunk igazolta azt is, hogy a kerülőutak vasúti mellékvonalakon is vezethetnek. A leromlott állapotú mellékvonalak nem képesek a forgalom átvételére. Javasoljuk a mellékvonali kérdés mihamarabbi rendezését, és a kerülő útirányként használható mellékvonalak állapotának javítását.

Budapest vasúti átjárhatósága mindenképpen javítandó.

Sok tanulmány foglalkozott már ezzel a kérdéssel, de kutatásaink eredményeképpen mi is csak azt tudjuk megállapítani, hogy szükséges az átjárhatóság javítása. Az Összekötő vasúti híd kapacitása ugyan bővülni fog a harmadik vágány üzembehelyezésével,

²⁶ Zöld könyv a létfontosságú infrastruktúrák védelmére vonatkozó európai programról. Brüsszel, 2005. 7. Online: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2005/HU/1-2005-576-HU-F1-1.Pdf>

de ez még ugyanazt az átkelőt jelenti, nem pedig helyettesíthetőséget. Az elkerülés lehetőségére mindenképpen megoldást kell találni.

A másik alágazattal történő helyettesíthetőség átrakásokkal jár, amennyiben nem akarjuk az egész vasútvonalat pótolni.

A közút-vasúti átrakás nem minden állomáson biztosítható, ezért a közútra terelést leginkább azon állomások között érdemes megszervezni, ahol a rakodási kapacitás rendelkezésre áll. Ez azonban fölöslegesen terheli a közutakat, amelyek átbocsátóképességek szintén véges. Az amúgy is zsúfolt közúti infrastruktúra további terhelése jelentősen megnövelheti a torlódások kialakulásának esélyét, így pedig az eljutási idő nagymértékben megnőhet. Javasoljuk az ilyen helyettesítési mód használatát csak a legszükségesebb esetekre korlátozni.

Korunkban az informatikai védelem kiemelt jelentőséggel bír, szükséges a megfelelő anyagi ráfordítás.

Az egyre jobban terjedő informatikai megoldások a vasúti közlekedésben is megjelentek. Az informatikai rendszerek feletti ellenőrzés átvétele megkönnyíti például terrortámadások végrehajtását, amelyet minden lehetséges eszközzel meg kell akadályozni. Ezért a közlekedési rendszerben, ezen belül a vasúti közlekedésben, a kibervédelmi fejlesztések összehangolt, de az alágazatok jellemző sajátosságait figyelembe vevő fejlesztések felgyorsítását javasoljuk.

A fentiek alapján összefoglalva az alábbi rendszerelemek azonosítását javasoljuk az európai és a nemzeti kritikus létfontosságú rendszerek közé:

- Kiskunhalas – Kelebia oh. vonalszakasz (ajánlott);
- Szolnok–Szajol állomásköz;
- Ferencváros – Budapest-Kelenföld állomásköz;
- az 1. sz. táblázatban megjelölt hidakat tartalmazó állomásközök;
- a 2. sz. táblázatban megjelölt alagutakat tartalmazó állomásközök;
- Verőce–Nagymaros–Szob vonalszakasz;
- a 3. sz. táblázatban megjelölt forgalomirányító központok;
- a metró teljes vonalhálózata és kiszolgáló létesítményei (beleértve a Puskás Ferenc Stadion – Örs vezér tere felszíni szakaszt is).

A nemzeti kritériumok alapján a további elemeket (hidakat, támfalakat tartalmazó állomásközöket) az üzemeltetőknek kell kijelölésre felterjeszteniük.

Tanulmányunkban a törvényi szabályozásra alapozva azonosítottuk a vasúti létfontosságú rendszer elemeket, elemeztük a vasúti közlekedésben megjelenő kockázatokat, amelyek további elemzését fontosnak tartjuk a hatékonyabb védelem kialakítása miatt. Kutatásunk eredményei és „A vasúthálózat kritikus elemeinek azonosítása a kritériumok alapján” című fejezetben leírt javaslatok felhasználhatók a KIV, illetve az ország védelmi felkészítésével kapcsolatos kutatásokban.

Felhasznált irodalom

- 161/2019 (VII. 4.) Korm. rendelet a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.
- 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat A Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról.
- 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról.
- Az Európai Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. 12. 08.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről.
- Bonnyai Tünde: Történeti áttekintés. In Bognár Balázs – Bonnyai Tünde (szerk.): *Kritikus infrastruktúrák védelme I.* Budapest, Dialóg Campus, 2019. 29–46.
- Haig Zsolt et alii: *A kritikus információs infrastruktúrák meghatározásának módszertana.* Budapest, ENO Advisory Kft, 2009.
- Horváth Attila: A kritikus infrastruktúra védelem komplex értelmezésének szükségessége. In Horváth Attila (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből. Kiemelten a közlekedési alrendszer.* Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 2013. 18–37.
- Horváth Attila: A létfontosságú rendszerelemek és a technológiai fejlődés új kockázatai. II. rész (Kölcsönhatások és a mesterséges intelligenciák elterjedésének kihívásai). *Hadtudomány*, 26. (2016), elektronikus szám. 216–228.
- Kovács László: *A kibertér védelme.* Budapest, Dialóg Campus, 2017.
- KSH-adatbázis a magyarországi vasútvonalak hosszáról. Online: www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_odmv004.html
- Lévai Zsolt: *Közlekedésbiztonság.* Budapest, Dialóg Campus, 2019.
- Padányi József – Földi László: Security Research in the Field of Climate Change. In Nádai László – Padányi József (szerk.): *Critical Infrastructure Protection Research: Results of the First Critical Infrastructure Protection Research Project in Hungary.* Zürich, Springer International Publishing, 2016. 79–90.
- Protecting America's Critical Infrastructures: PDD 63.* Online: www.hsdl.org/?view&did=456517
- Szászi Gábor: A vasúti közlekedési alágazat mint kritikus infrastruktúra. In Horváth Attila (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből. Kiemelten a közlekedési alrendszer.* Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 2013. 167–190.
- Szászi Gábor: Transz Európai Közlekedési Hálózat (TEN-T) tervezett fejlesztési iránya, várható hatása Magyarország vasúthálózatának fejlesztésére. *Szolgálati Tudományos Közlemények XVI.* (2012). 402–425.
- Tóth Bence: Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközpontok zavara esetén. *Hadmérnök*, 13. (2018), 1. 118–132.
- Zöld könyv a létfontosságú infrastruktúrák védelmére vonatkozó európai programról. Brüsszel, 2005. 7. Online: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2005/HU/1-2005-576-HU-F1-1.Pdf>