

Szajkó Gyula alezredes – Albert Gábor – Lévai Zsolt:

A VÉDELMI MOBILITÁS BIZTOSÍTÁSA A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA-FEJLESZTÉS POLGÁRI ÉS VÉDELMI BIZTONSÁGI FEJLESZTÉSI IRÁNYAINAK ÖSSZEHANGOLÁSÁVAL

DOI: 10.35926/HSZ.2026.3.7

ÖSSZEFOGLALÓ: A vasúti közlekedésfejlesztés polgári és védelmi biztonsági irányainak vizsgálata kellő alapot ad az alágazat szállítási és védelmi szerepének erősítéséhez, a beruházási költségek tervezéséhez azonban érdemes vizsgálni e két irány viszonyát. Az elméleti és magyarországi empirikus kutatási eredmények alapján kidolgozott szempontrendszerrel már a vasúti infrastruktúra-beruházások tervezési időszakában meghatározhatók a szükséges védelmi intézkedések és megoldások, továbbá ezek beépítése kevesebb költséggel és akadályoztatással jár. A szempontrendszer alkalmazásával a polgári és védelmi biztonsági fejlesztések közötti összhang megteremthető, így a vasúti szektor versenyképessége, környezetvédelmi és védelmi biztonsági szerepének növelése egyaránt fenntartható, valamint a beruházási költségek megfelelő értékben tervezhetők.

KULCSSZAVAK: védelmi mobilitás, kritikusinfrastruktúra-védelem, vasúti biztonság, védelemgazdaság, infrastruktúra-fejlesztés

A SZERZŐKRŐL:

- Dr. Szajkó Gyula alezredes (PhD) tanársegéd (Nemzeti Közzolgálati Egyetem) (ORCID: 0000-0002-4347-4340)
- Albert Gábor vezető kutató, tudományos főmunkatárs (Közlekedéstudományi és Építésügyi Minőségellenőrző Intézet) (ORCID: 0000-0003-3826-7555)
- Dr. Lévai Zsolt adjunktus (PhD) (Széchenyi István Egyetem) (ORCID: 0000-0003-2410-1730)

BEVEZETÉS

Globalizált világunkban a közlekedésnek kiemelt szerepe van: a mindennapi életben a helyváltoztatások és a szállítási szükségletek teljesítésének eszköze. A közlekedési rendszerek nélkül a világ nem működne, mert a helyváltoztatási igényeket más rendszer nem tudja kielégíteni, ezért a közlekedést a globalizáció szükséges feltételének tekinthetjük. Ugyanakkor a világ fejlődése hatással van a közlekedés fejlődésére is, sőt a végbemenő társadalmi-gazdasági fejlődés megköveteli a közlekedés fejlesztését is. A közlekedésfejlesztési beruházások a legtöbb ember számára hasznosak, így ennek megfelelően kiemelt értéket jelentenek a társadalom számára. A társadalmi hasznosság mellett természetesen a gazdaság is profitál a közlekedés fejlesztéséből, mert a gyorsabb és biztonságosabb közlekedésből adódóan erősödik a verseny. Kijelenthető tehát, hogy a szektor fejlesztése társadalmi-gazdasági jelentőségű, az ágazat üzemelése és üzemeltethetősége kiemelt szereppel bír.

Mindezeken túlmenően a közlekedési rendszereket az országok had- és rendvédelmi erői is használják, mert azok mozgásához nincs külön kiépített infrastruktúra. Ebből következik, hogy a közlekedés védelmi és belbiztonsági szerepet is betölt, mi több, egy ország védelmi képessége jelentősen függ a közlekedési rendszer fejlettségétől és üzemelési színvonalától. Ebből következik, hogy a közlekedés fejlesztése védelmi-belbiztonsági érdek is.

A közlekedés üzemelésének egyik fontos ismertetőjegye a közlekedésbiztonság. A biztonságos üzemű rendszerekben alacsonyabb a fennakadások előfordulása. Az üzemeltethetőség alapfeltétele, hogy az ágazat működőképessége megbízható legyen, ellenálljon bizonyos hatásoknak. Ezt a rendszer kritikus összetevőinek védelmével tudjuk elérni, amelynek eleme az infrastruktúra is. Azokat az infrastruktúra-elemeket, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához, az egészségügy működőképességéhez, a biztonság garantálásához, valamint az emberek gazdasági és szociális jólétéhez,¹ továbbá amelyek kiesése, rombolása jelentős emberi, anyagi és társadalmi károkat tud okozni, kritikus vagy más néven létfontosságú infrastruktúráknak nevezzük. A közlekedési rendszer fontosabb infrastruktúra-elemeinek (például nagy forgalmú vasútállomások, repülőterek, nagyfolyami közúti és vasúti hidak, alagutak stb.) nagyobb sérülései képesek a közlekedési folyamatok megakasztására, így hatásuk a gazdasági, társadalmi és nemzetvédelmi folyamatokra jelentős. Ezek az infrastruktúra-elemek nagy értékűek, így a rombolás valóban tekintélyes anyagi kárt tud okozni, amelyhez hozzáadódik a használhatatlanság miatt kiesett közlekedési tevékenységből származó bevételek (például fuvardíj, pályahasználati díj) elmaradása és a védelmi képességek csökkenése. Amennyiben a rombolás használat közben történik, egy támadás vagy természeti katasztrófa jelentős áldozatszámokkal is járhat. Ezért a közlekedési infrastruktúrák egyes elemei joggal sorolhatók a kritikusinfrastruktúra-elemek közé; egy amerikai tanulmány a közlekedési szektort egyenesen a védelmi kritikus infrastruktúrák közé sorolja.²

Kérdésként merül fel, hogy a gazdasági és társadalmi élet fenntartható működését, valamint a környezetvédelmi célkitűzések megvalósítását szolgáló fejlesztések milyen mértékben és milyen feltételek mellett hangolhatók össze a védelmi és belbiztonsági célú fejlesztésekkel, továbbá a kritikus infrastruktúrák védelmének követelményeivel. A kérdést a vasútiinfrastruktúra-szektorban vizsgáljuk, mert véleményünk szerint az alágazat minden közlekedési feladatban meghatározó szerepet tölt be. Kutatási hipotézisünk: a vasúti szektor versenyképessége és ezáltal szerepének növelése csak akkor tartható fenn, ha a szükséges védelmi fejlesztési intézkedések nem ellentétes irányúak a polgári fejlesztési elképzelésekkel, és a két érdek összhangja megteremthető.

A hipotézist vizsgáló kutatásunk alapja a közlekedési és ezen belül a vasúti infrastruktúra kritikus elemeinek biztonsági színvonala. A megállapított biztonsági színvonal eléréséhez szükséges beruházások kivitelezéséhez kapcsolódóan felállítunk egy szempontrendszert, amelynek segítségével olyan vasútiinfrastruktúra-elemek építhetők, amelyek ellenállnak a rombolási kísérleteknek, növelik a közlekedésbiztonságot és megteremtik a védelmi feladatok ellátáshoz szükséges mobilitást is.

Kutatásunk korábbi szakaszában meghatároztuk a Vasúti Védelmi Indexet (RDSI), amelynél a védelmi követelményeket kétfelé bontottuk: közlekedésbiztonsági követelményekre és védelmi követelményekre. Megállapítottuk továbbá, hogy a kétféle védelmi követelmény

¹ EC 2021 Council directive.

² Fixler et al. 2025, 4–16.

egymást erősítő hatású, vagyis a közlekedés biztonságára a kritikusinfrastruktúra-védelem jótékony hatással van, és ez fordítva is igaz.³

Tanulmányunkban a védelmi követelmények felállítására vonatkozóan folytatjuk a vizsgálatokat. Szakirodalmi elemzés alapján tekintjük át a védelmi mobilitás megteremtésének lehetőségeit, és elemezzük a polgári és védelmi közlekedésfejlesztés kettősségét. Bemutatjuk kérdőíves és szakértői felmérésünk eredményeit. Ezek alapján állítjuk fel a vasúti beruházások fejlesztési és védelmi érdekeinek összhangját biztosító szempontrendszert, amelyet egy folyamatábrán összegzünk. A beruházási szempontrendszer alkalmazásával biztosítható a vasúti szektorban a szükséges védelmi mobilitás.

IRODALOMFELDOLGOZÁS

A vasúti infrastruktúrának a védelmi biztonságban betöltött szerepét kiterjedt szakirodalom tárgyalja, mert a vasúti infrastruktúra kiemelten kritikus jelentőségű egy ország közlekedése és tágabb gazdasági rendszere szempontjából. Az alábbiakban azt vizsgáljuk, hogy kutatási kérdésünk, valamint annak elemei hogyan jelennek meg az utóbbi évek nemzetközi szakirodalmában.

A társadalmi jólét nagymértékben támaszkodik az olyan kritikus, egymással összefüggő infrastruktúrák megfelelő működésére, mint a közlekedés elemei.⁴ Ezen belül a vasúti infrastruktúra és a hozzá kapcsolódó rendszerek létfontosságú eszközök, amelyek döntő fontosságúak nemcsak az egyes országok, de az Európai Unió fejlődése és biztonsága szempontjából is.⁵ Ezeken túlmenően a vasúti személyszállítás alkalmas arra, hogy az integrált közlekedési rendszer alapvető tengelyét és ezáltal a fenntartható közösségi közlekedés alapkeretét alkossa.⁶ A vasút az egyetlen közlekedési mód, amely biztosítja a szükséges kapacitást a jövőbeli közlekedési rendszerekben, a személyszállítást illetően különösen a nagyvárosi agglomerációk területén. A belföldi logisztikai rendszerben az emberek és áruk gyors és szabad mozgása a különböző közlekedési ágak technológiai infrastruktúrájának állapotától és rendelkezésre állásától függ.⁷ Mivel a világkereskedelem áruinak kilencven százaléka felszíni közlekedéssel (tengeri, közúti és vasúti) jut el céljához, a forgalomban lévő áruk, az infrastruktúra és a járművek biztonsága elengedhetetlen a sikeres nemzetközi kereskedelemhez.⁸ Mindezek miatt a közlekedés, mint rendszer, maga is fontos tényező, amely befolyásolja a gazdasági fejlődést.^{9,10}

A működőképes közlekedési rendszerek hatékonyságuk és megbízhatóságuk miatt alapvető szerepet játszanak a katasztrófák idején és után is, mert ezek igénybevételével biztosítható a mentés és a szükséges ellátás. A katasztrófák következményeinek felméréséhez ezért elengedhetetlen a közlekedés és az ellátási láncok közötti kapcsolat elemzése. A működőképesség alapját biztosító reziliencia (ellenálló képesség) növelése a kritikus infrastruktúra fejlesztésének egyik fontos szempontja.¹¹

³ Lévai 2024, 1667–1678.

⁴ Starita–Scaparra 2016, 543–557.

⁵ Predescu et al. 2022, 95–104.

⁶ Hlavatýa–Ližbetin 2021, 98–105.

⁷ Kušmińska et al. 2022, 343–351.

⁸ Edwards et al. 2021.

⁹ Hlavatýa–Ližbetin 2021: i. m. 100.

¹⁰ Kušmińska et al. 2022: i. m. 347.

¹¹ Colon et al. 2021, 209–215.

A vasúti infrastruktúra biztonságát elsősorban a természeti katasztrófák és a véletlen balesetek fenyegetik.¹² Ezen túlmenően a rendszerek ki vannak téve terrorista támadásoknak,¹³ amelyek állandó fenyegetést jelentenek a nagy sűrűségű vasúti rendszerekre.¹⁴ Emellett a vasúti szektort támadások érhetik áru fuvarozási bűncselekményeket (például rakománytolvajlás, embercsempészet) elkövető nemzetközi bűnszervezetektől is, amihez hozzájárul az is, hogy a vasúti rendszerek nyitottak és könnyen hozzáférhetőek, ami különösen sebezhetővé teszi őket.^{15, 16}

Az utóbbi években előtérbe került, hogy kritikus fontosságú létesítmények, rendszerek részére is elengedhetetlen az információs biztonság (kiberbiztonság) biztosítása, például a vasúti járművek vezérlő és ellenőrző funkcióit ellátó berendezésekhez kapcsolódó rendszerek esetében. A digitalizáció terjedésével a kiberbiztonság vált az egyik legjelentősebb kihívássá a vasúti szektorban. A vasúti vállalatok integrálják és összekapcsolják az információs technológiát (IT), az üzemi technológiát (OT) és a Dolgok Internetét (IoT) a vonatirányítási és jelzőrendszerekben, valamint az üzemeltetési központokban.¹⁷ Hlavatya és Ližbetin¹⁸ rámutat, hogy a digitális korban kritikus fontosságúvá válik minden alrendszer védelme a kibertámadások ellen, mivel a legtöbb rendszer össze van kapcsolva. Ugyanakkor a vasútállomásokon és pályákon működő hosszú élettartamú technológiai rendszerek sokszor már elavultak, ami megnehezíti a szükséges átfogó kiberbiztonsági szint biztosítását.¹⁹

A vasútbiztonságot ezeken kívül számos, egymással összefüggő és összetett tényező befolyásolja a rendszerek fizikai állapotától az emberi magatartásig. A humán tényező, a szervezeti folyamatok és a kockázatkezelés is kulcsfontosságú. A kockázatmenedzsment és szervezeti stratégia, a hatékony biztonságpolitika a személyek (tudatosság, felkészültség, képzés), a folyamatok és a technológiák kombinációja kiemelt fontosságú.²⁰ A kockázatkezelés és a tervezés elengedhetetlen az ellátási láncok rezilienciájának növeléséhez, különösen kritikus helyzetekben.²¹

A biztonság és a biztonságosság kritikus tényezői közé tartozik a vasúti infrastruktúra és a gördülőállomány műszaki állapota. A korszerűtlen vasúti infrastruktúra és a gördülőállomány felújítási elmaradása külső kockázatot jelent.^{22,23} Ez a kritikus jelleg indokolja, hogy a védelmi erőfeszítéseket kockázatkörül döntéshozatali kritériumok vezéreljék, még a természeti katasztrófákkal kapcsolatos problémák esetén is.²⁴

Mindezek jól mutatják, hogy a vasúti fejlesztések során a védelmi szempontoknak igen jelentős szerepet kell játszaniuk. Ugyanakkor a gazdasági-társadalmi és a környezetvédelmi célok által motivált versenyképességi fejlesztések egészen más irányba mutatnak. Kérdés, hogy ezek mennyire hangolhatók össze a kritikus vasúti infrastruktúra-védelem igényeivel.

¹² Starita–Scaparra 2016: i. m. 550.

¹³ Transportation & Logistics... 2011, 6–49.

¹⁴ Hlavatya–Ližbetin 2021: i. m. 101.

¹⁵ Szyliowicz–Zampanini 2022, 717–724.

¹⁶ Edwards et al. 2021: i. m. 42.

¹⁷ Predescu et al. 2022: i. m. 101.

¹⁸ Hlavatya–Ližbetin 2021: i. m. 102.

¹⁹ Predescu et al. 2022: i. m. 102.

²⁰ Hlavatya–Ližbetin 2021: i. m. 103.

²¹ Medvediev et al. 2024, 1–27.

²² Kuśmińska et al. 2022: i. m. 347.

²³ Bhardwaj–Ketokivi 2020, 49–70.

²⁴ Starita–Scaparra 2016: i. m. 551.

A kutatások azt mutatják, hogy a kritikus vasúti infrastruktúra védelmének igényei szorosan összekapcsolódnak és összehangolhatók a gazdasági-társadalmi versenyképesség és a környezetvédelmi célok elérését célzó fejlesztésekkel, bár ez az összehangolás alapvető kompromisszumokkal is jár. Több vizsgálat is alátámasztja, hogy a megbízhatósággal elért haszon elérheti a ráfordítások 15–18%-át.^{25, 26}

A vasúti személyszállítási szektor kutatási és innovációs céljai között kulcsfontosságú területként szerepel a fenntartható és környezetbarát megoldások alkalmazása, valamint a biztonság és védelem növelése (az ügyfelek biztonságának és az eszközök védelmének fokozása). Hlavatya és Ližbetin²⁷ kifejti, hogy a versenyképességi fejlesztéseknek köszönhetően elért magasabb megbízhatóság és rendelkezésre állás (kevesebb hiba) hozzájárul a jobb fenntarthatósághoz, amely a hatékonyabb építés és karbantartás végrehajtásán keresztül érhető el.

Hlavatya és Ližbetin²⁸ arra is rámutat, hogy az intelligens eszközmenedzsment (Intelligent RTV lifecycle management) potenciálja a digitális átalakulásban rejlik: ez képessé teszi a rendszert a vagyonkezelési folyamat költséghatékonyságának és az eszközök jövedelmezőségének növelésére. Ez a megközelítés a vasúti rendszerek átfogó digitális megfigyelésén (Smart data és Big Data analízis) alapuló kockázatértékelésen és az erre támaszkodó döntéstámogató rendszereken keresztül történik. Ez a módszer kifejezetten összekapcsolja a védelmet (kockázatértékelés) a gazdasági céllal (életciklus-költségek, LCC csökkentése).

Ugyanez a tanulmány tér ki arra, hogy a vasút a legtisztább közlekedési mód, így a közlekedés vasútra terelése segíti a kibocsátások csökkentését, ami alapvető környezetvédelmi cél. A vasutaknak új technikai megoldásokat (például dízel alternatívák) kell bevezetniük, és ezáltal energiahatékonyságukat növelni, továbbá csökkenteniük kell a zajt, a rezgést és a szén-dioxid-kibocsátást. A járművek beszerzése és korszerűsítése során súlyt kell helyezni a kibocsátás, a zaj és a rezgés csökkentését szolgáló tulajdonságokra.

A teljesen összekapcsolt és integrált digitális vasút (digitalizáció és költséghatékonyság) jelenti az alapját a hatékony eszközkezelésnek, emellett a digitális menedzsment és biztonság fokozza a működés minőségét. A vasúti szektorban a digitális átalakulás idején a partnereknek egyensúlyt kell találniuk az üzemeltetési követelmények, az üzleti versenyképesség és a kiberbiztonság között.²⁹ Ugyanakkor jelentős előrelépés, hogy a digitális technológia valós idejű működési adatok elemzésével képes előre jelezni és elkerülni a potenciális kockázatokat,³⁰ és mérsékelni az emberi hiba előfordulásának lehetőségét.³¹

A biztonság és a versenyképesség növelése közötti egyik legfőbb feszültség a költségekben és az időben mutatkozik meg,³² sőt a magas beruházási költség akár akadállyá is válhat.³³ Ez rámutat arra, hogy ezen szempontok összehangolása mekkora kihívást jelent, ami szükségessé teszi az észszerű kompromisszumokat.

²⁵ Shkurina et al. 2019, 1–6.

²⁶ Hromádka–Funk 2024, 1–14.

²⁷ Hlavatya–Ližbetin 2021: i. m. 103.

²⁸ Uo. 103.

²⁹ Predescu et al 2022: i. m. 101.

³⁰ Sahal et al. 2021, 1–33.

³¹ Matenga–Mpfu 2023, 486–491.

³² De Liso – Zamparini 2022, 725–738.

³³ Bartulović et al. 2022, 119–127.

A szigorúbb biztonsági protokollok bevezetése magasabb költségekkel és lassabb ellátási láncbeli tevékenységekkel jár.³⁴ A nagyobb biztonság, még zavarok hiányában is növeli a szállítási időt, ami kiszoríthatja az időkritikus szállításokon alapuló üzleti modelleket a piacról.³⁵

Mivel a teljes körű védelem túl költséges lenne, a védelmi erőfeszítéseket kockázatkerülő döntéshozatali kritériumok vezérlik.³⁶ A korlátozott erőforrások miatt a biztonsági erőfeszítéseket azokra a létesítményekre kell összpontosítani, amelyek a legsebezhetőbbek és legfontosabbak az ellátási láncban.³⁷ A költséghatékonysági elemzés (CEA) olyan módszertan, amelyet a beruházások rangsorolására használnak olyan esetekben, amikor egyszerre több, esetleg egymásnak ellentmondó stratégiai cél (például biztonság/védelem, hozzáférhetőség, környezeti fenntarthatóság) van jelen.³⁸

Az infrastruktúra fejlesztése tehát a reziliencia növelésén keresztül is segíti a gazdasági célok elérését, lehetővé téve a rendszerek számára, hogy elnyeljék a sokkokat, csökkentsék a hatásukat, és gyorsan helyreálljanak, ami kulcsfontosságú a fenntarthatóság és a biztonság szempontjából.³⁹

Az látható, hogy ellentmondás és feszültség is megmutatkozik a kritikus vasúti infrastruktúra védelmét és a versenyképesség növelését célzó intézkedések között, de egyidejűleg jelentős szinergiák is kialakíthatók a modern, holisztikus megközelítések révén. A fő feszültség a kezdeti beruházási költségekben, valamint az idő- és hatékonysági tényezőkben rejlik. A szigorúbb biztonsági protokollok bevezetése gyakran közvetlen ellentétben áll a szállítási folyamat gyorsaságával és költséghatékonyságával.

A modernizáció és a védelem közötti szinergia akkor valósul meg, ha a biztonsági intézkedéseket nem pusztán költségként, hanem a rendszer ellenálló képességét és hosszú távú megbízhatóságát növelő beruházásként kezelik, azaz a védelem egyben a hosszú távú versenyképességet is biztosítja.

A kritikus infrastruktúra védelmi beruházásai csökkentik a gazdasági veszteségeket, és növelik a közbiztonságot. A biztonsági beruházások megtérülést eredményeznek, nemcsak a veszteségek megelőzésében, hanem az ellátási lánc teljesítményének fokozásában és a szállítási megbízhatóság javításában is.⁴⁰ Egy katasztrófa vagy zavar gazdasági következményeit nagymértékben felerősíti az ellátási lánc megszakadása. Ezért a reziliencia kiépítése a kritikus infrastruktúrában kulcsfontosságú a gazdasági stabilitás szempontjából.⁴¹

Kérdés, hogy a számos, sokszor önállóan megjelenő szempont összeáll-e egy konzisztens rendszerré, amelynek célja a vasúti infrastruktúra-védelem és a versenyképesség növelésének összehangolása, akár egyetlen stratégiai cél alá vonva a kettőt.

Coppola és szerzőtársai a költséghatékonyság-elemzés (CEA) koncepcióját terjesztik ki egy többdimenziós döntéshozatali kontextusra, amely egy módszertani keretet vázol fel a vasútállomások felújítási beavatkozásainak hatásértékelésére.⁴² A módszer alkalmas a beruházások priorizálására, mivel egy többdimenziós kulcsfontosságú teljesítménymutató-halmazt (KPI) azonosít.

³⁴ Szyliowicz–Zamparini 2022: i. m. 719.

³⁵ Transportation & Logistics... 2011: i. m. 21.

³⁶ Starita–Scaparra 2016: i. m. 551.

³⁷ Szyliowicz–Zamparini 2022: i. m. 720.

³⁸ Coppola et al. 2022, 1–18.

³⁹ Szyliowicz–Zamparini 2022: i. m. 721.

⁴⁰ Transportation & Logistics... 2011: i. m. 22.

⁴¹ Colon et al. 2021: i. m. 210.

⁴² Coppola et al. 2022: i. m. 7.

A kijelölt értékelési dimenziók között szerepel a biztonság és a védelem (SS). Az állomások felújításának általános célja, hogy javítsa a biztonsági, védelmi és hatékonysági szinteket, valamint a teljes vonzerőt (amely a versenyképesség része). A versenyképességet (hatékonyságot) közvetlenül érintő mutatók közé tartozik az építészeti minőség (AQ), a hozzáférhetőség (Acc), az intelligens életciklus-menedzsment (ILCM), a méltányosság és társadalmi szempontok (Eq), valamint a környezeti fenntarthatóság (ES) és a költséghatékonysági index (CEI). Ez utóbbit úgy határozza meg, mint a beavatkozás költségének és a viszonylagos hatékonyságának (a jelenlegi állapothoz képesti eltérésnek) az arányát. Ez a mutatószám lehetővé teszi a beruházási alternatívák (akár például szerkezeti megerősítés) összehasonlítását,⁴³ segítve a tervezőket és az infrastruktúra-üzemeltetőket a prioritások megállapításában.

Az irodalomfeldolgozás két irányra világít rá. Egyrészt szükség van a közlekedési – ezen belül a vasúti – rendszerek működőképességének fenntartására, hogy azok képesek legyenek veszélyhelyzetben is ellátni feladatukat. Másrészt a működőképesség fenntartása érdekében a vasúti rendszerek védelmébe történő kezdeti befektetés növeli a rövid távú költségeket, és lassítja a folyamatokat, ugyanakkor a prediktív karbantartás és a reziliencia hosszú távon növelik a rendszer megbízhatóságát, csökkentik az üzemeltetési kiadásokat, és megvédik a gazdaságot a katasztrófák súlyos következményeitől, így támogatva a versenyképességet.^{44, 45, 46}

A biztonságos vasúti infrastruktúrán pedig lebonyolíthatók a védelmi erők mozgásai is.

A tanulmány a fenti megállapításokra kíván választ adni a védelmi mobilitás meghatározásával, a polgári és védelmi fejlesztési igények feltárásával, továbbá a beruházási és védelmi igények, valamint a szolgáltatásfejlesztési érdekek összhangját biztosító szempontrendszer kidolgozásával.

A VÉDELMI MOBILITÁS MEGHATÁROZÁSA

A szakirodalmi elemzés alapján kijelenthető, hogy a közlekedési ágaknak képesnek kell lenniük a jelentkező biztonsági veszélyhelyzetekben a megfelelő szállítási kapacitás biztosítására, vagyis arra, hogy az ilyen szituációkban felmerülő szállítási igények összközlekedési szinten kielégíthetők legyenek. Az Európai Parlament kutatási jelentése szerint szükséges olyan közlekedési hálózat kialakítása, amely elősegíti a fegyveres erők hatékony és gyors, határokon átnyúló mozgathatóságának fenntarthatóságát.⁴⁷ Ennek elérési módja lehet az infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítésében rejlő lehetőségek feltárása.

Ebből következik, hogy a biztonsági védelmi igényeket már a közlekedési infrastruktúra fejlesztésének tervezésekor szem előtt kell tartani, és a folyamat végrehajtásakor az ilyen szállítási igények kielégíthetőségének lehetőségével kell tervezni. Ennek a feladatnak a megoldása kétrétű: egyrészt jelenti az infrastruktúra kiépítésének erősítését, másrészt pedig bizonyos működési kapacitástartalékok kialakítását.

A közlekedési infrastruktúrák ilyen formájú tervezésénél figyelembe kell venni az Európai Bizottság végrehajtási rendeletének a kettős felhasználású infrastruktúrák egyes kategóriáira alkalmazandó követelményeit.⁴⁸ A 2022-ben elkészült német infrastruktúra-védelmi

⁴³ Zemlin et al. 2021, 1–5.

⁴⁴ Hlavatýa–Ližbetin 2021: i. m. 104.

⁴⁵ Transportation & Logistics... 2011: i. m. 24.

⁴⁶ Bal 2023, 69–80.

⁴⁷ Lațici 2020, 1–10.

⁴⁸ EU 2021.

stratégia a katonai képességek és a polgári felkészültség összeegyeztethetősége érdekében a polgári és katonai infrastruktúrák előkészítését és korszerűsítését javasolja olyan módon, hogy azok képesek legyenek a honvédelem és a belbiztonság érdekében szükséges mozgási és cselekvési szabadság lehetővé tételére.⁴⁹ A skandináv országokban a kritikus infrastruktúra védelme kapcsán elsősorban a védelem vagy ellenálló képesség kérdése merült fel. Az infrastruktúrákra legnagyobb veszélyt jelentő természeti hatások ellen leginkább az ellenálló képesség fejlesztésével lehet védekezni. Az északi országok abból a felfogásból indultak ki, hogy a létfontosságú társadalmi funkciók működéséhez szükségesek az infrastruktúrák,⁵⁰ vagyis valamennyi veszély ellen védekezni szükséges, ami elsősorban a nagyobb ellenálló képességgel biztosítható.

Ez alapján definiáljuk a védelmi mobilitás fogalmát, amely olyan közlekedési képesség, ami lehetővé teszi a biztonsági veszélyhelyzetek, katonai műveletek megfelelő kezelését és a váratlan biztonsági incidensekre történő gyors reagálást. Ennek elérése érdekében szükséges a közlekedési infrastruktúrák védelmi célú fejlesztése, amelynek alapvető cselekvési rádiuszai a polgári felkészültség és a katonai felkészítés egymással összefüggő és egymást erősítő területei.

Ez a definíció tehát a vasúti infrastruktúra fejlesztését (modernizálását) és kapacitásnövelését teszi szükségsszerűvé, ami egybecseng a szolgáltatásfejlesztési érdekekkel is. Ezzel szemben áll, hogy a megfelelő védelmi színvonal eléréséhez egyes helyzetekben szükséges lehet a vasútüzemi folyamatok lassítása, így ebben az esetben a két érdek ellentétes irányú lesz, illetve vannak olyan vasúti vonalszakaszok, amelyek átbocsátóképessége az ország védelmi érdekei szerint marad alacsony.⁵¹ Ezek a szűk keresztmetszetek gátolhatják a vasúti versenyképesség javítását és a környezetvédelmi célok elérését. A gazdasági érdekek nem írhatják felül a védelmi érdekeket, ugyanakkor az esetleg idejéltúlt szempontok (például hidegháború) miatt feloldott kapacitásokat a gazdaság szolgálatába lehet állítani. A kapacitások feloldását véleményünk szerint csak alapos védelmi elemzés után lehet engedélyezni.

A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA POLGÁRI ÉS VÉDELMI FEJLESZTÉSÉNEK KETTŐSSÉGE

A vasúti infrastruktúra megújítása az előzőek szerint védelmi biztonsági oldalról szükségesnek tekinthető. A védelmi mobilitás megteremtése azonban csak biztonságos vasúti hálózaton valósítható meg. Bár a közlekedési rendszer szereplőinek alapvető érdeke a biztonság megteremtése, a mai globalizált világban a gyorsaság is olyan tényező, amely beruházásokra ösztönzi az infrastruktúra-üzemeltetőket. A klímaproblémák a környezetkímélő közlekedési módok felé terelik az utasokat és a fuvaroztatókat, azonban az alacsonyabb karbonlábnyom nem jelenthet egyet a lassabb közlekedéssel. Ennek érdekében a vasúti szolgáltatók alapvető érdeke az eljutás gyorsítása, szerepük növelése, amelynek gátat szabhatnak bizonyos biztonsági előírások. Amennyiben a vasút alternatívaként kíván a repülés, de legalább a közúti szállítás mellett megjelenni, megfelelően magas utazási sebességet kell tudnia nyújtani.

⁴⁹ Deutsche Strategie zur... 2022.

⁵⁰ Pursiainen 2018, 632–641.

⁵¹ Lévai et al. 2022, 291–306.

Ezek alapján a versenyképességet biztosító közlekedésfejlesztési beruházások és a védelmi célú intézkedések közötti összefüggések meghatározása érdekében megvizsgáljuk a polgári és védelmi biztonsági fejlesztési irányokat.

A vasútfejlesztés polgári irányai

A vasúti infrastruktúra fejlesztésének irányait az európai uniós stratégiai környezet határozza meg. Az európai zöld megállapodás fenntartható fejlődési irányvonala nagyobb hangsúlyt fektet a vasúti áruszállításra. Ennek elérése csak a vasúti kapacitás növelése mellett lehetséges. Szükséges a TEN-T vasúti hálózat (Trans-European Network – Transport) fejlesztése.⁵² Az ennek érdekében megalkotott vasúti stratégiák legfőbb célja a 2020-as évtized végére egy hatékony pályahálózatú, szolgáltatásközpontú és fenntartható vasúti iparág kialakítása volt. A stratégiák a főbb vasúti irányokra koncentráltak, amelyeken a szállítások döntő hányada lebonyolódik (polgári és katonai egyaránt).

A közlekedéspolitikán kívül a hálózatüzemeltetők piaci pozíciója és jövedelmezőségi szintje is hat a hálózatok fejlesztésére, amelyet kiegészít a közlekedésbiztonsági szint növelésének igénye. Ezek összességében a pályavasúti szolgáltatási színvonal növelését célozzák, amelyek a következő fejlesztésekben realizálódhatnak:

- pályasebesség-emelés,
- két- vagy többvágányúsítás,
- villamosítás, alternatív üzem bevezetése,
- állomási és állomásközi biztosítóberendezések fejlesztése,
- átbocsátóképesség-növelés,
- állomásfejlesztés,
- korszerű építési és műszaki eljárások alkalmazása.

A korszerű vasúti beruházások egyik legfőbb iránya a nagy sebességű (250–350 km/h) vasútvonalak létesítése, amelyeken alapvetően csak személyszállító vonatok közlekednek. Az infrastruktúra kiépítése a biztonsági szint jelentős emelése miatt is nagyon drága. További fejlesztési irány, hogy a vasúti árufuvarozás sebességének emelése miatt teherszállítási vasúti folyosókat jelölnek ki, és ezek a vonalak dedikáltan a tehervonatok részére vannak fenntartva. Ilyen vasútvonalak lehetnek a TEN-T és az RFC (Rail Freight Corridor) hálózatok részei (például a Magyarországon tervezett úgynevezett „V0” vasútvonal, amely a magyar főváros tehervonati mentesítését fogja szolgálni).

A szolgáltatásfejlesztés ilyen fajta szegmentációja a beruházások drágulását eredményezi. Fontosnak tartjuk továbbá kiemelni, hogy egy vasúti beruházást nem lehet önmagában vizsgálni. Minden esetben szükséges az általa teremthető gazdasági, társadalmi és környezeti hatások, illetve a nemzetközi összefüggések figyelembevétele.

A vasútfejlesztés védelmi biztonsági megközelítése

Védelmi biztonsági oldalról érdemes az elemzést messzebbről kezdeni. Elsőként a védelmi infrastruktúra definíciójából meghatározható, hogy az többek között a védelmi feladatok

⁵² Koralova-Nozharova 2021, 1–9.

ellátásához szükséges hálózatok összessége.⁵³ Ezek a vonalas infrastruktúrák (például a vasút) biztosítják az ország védelmi képességének fenntartását. A vasúthálózat modernizációja tehát az ország védelmi képességét is növeli. Belbiztonsági szempontból elsődlegesen a stratégiai szállítási kapacitások biztosítása a feladat, és ehhez kell a közlekedési infrastruktúra-fejlesztéseket hozzárendelni. Az EU 2022-ben kiadott katonai mobilitási akcióterve egy jól összekapcsolt katonai mobilitási hálózat kialakítását tűzi ki célul a polgári-katonai felvonulási és logisztikai képességek fenntarthatóságának, ellenálló képességének és felkészültségének növelésével.⁵⁴

További belbiztonsági érdek a természeti katasztrófák következményeinek felszámolása, illetve az arra való felkészülés. Ezekben az esetekben felmerülhet nagyszámú lakosság gyorsan és összehangoltan történő evakuálása, amelynek egyik, nagy szállítási kapacitásokat biztosító megoldási lehetősége a vasút igénybevétele.

A védelmi és belbiztonsági vasúti szállítási feladatok végrehajtásában nagy jelentőséggel bírnak az alábbi fejlesztések:

- korszerűbb, nagyobb sebességgel járható vasúti pályák kialakítása,
- vasúti csomópont- és állomásfejlesztés,
- szűk keresztmetszetek felszámolása a vasúti TEN-T-korridorokon,
- fizikai védelmi megoldások alkalmazása (például fegyveres őrseg),
- polgári és védelmi-biztonsági szervek együttműködése,
- kibervédelmi megoldások alkalmazása.

A vasúti fővonalak ilyen szempontú fejlesztéséhez a normál időszak katonai szállítási tapasztalatai nyújthatnak segítséget. A vasúthálózatnak azonban vannak olyan elemei is, amelyek a jelentős forgalmú fővonalak között biztosítják az eljutási lehetőséget. Ezek az összekötő (harántirányú) vagy szárnyvonalak a rendszer egészének működése szempontjából fontosak, azonban ezek a vasútvonalak nem vezetnek át jelentős csomóponton (településen), hanem azokat kötik össze, vagy kisebb településeket kötnek be a hálózatba. Emiatt a keletkező utazási igény is kisebb, egyes esetekben pedig nem is keletkezik áruszállítási igény a vonalon. A vasúti mellékvonalak hálózati szerepe emiatt alacsonyabb a jóval jelentősebb forgalmat lebonyolító fővonalakénál. Ebből következően a vonalak karbantartása és fejlesztése is alacsonyabb színvonalú. A bevett gyakorlat szerint a mellékvonalak karbantartása sokszor a fővonalból elbontott anyagok (például aljak, kapcsolószerkezetek, sínek) beépítésével történik, hozzátevé, hogy ez sok esetben önmagában is fejlesztésnek minősül (például az így elérhető sebességemelés). Azonban ezek a vasútvonalak védelmi szempontból fontosak lehetnek: a vasúti mellékvonalak helyettesítő útvonalként használhatók a fővonalak leállásakor.⁵⁵ Ilyen irányú felhasználhatóságukat a következő tényezők befolyásolják:

- a vonalak kapacitása az egyvonalú vágány és az állomástávolságú követési rend miatt alacsony, így nem biztos, hogy a teljes elterelendő forgalom leközlekedtethető;
- a vonalak nagy része nem villamosított, így szükséges a vontatójármű cseréje, vagy legalább a villamos mozdony dízelmozdonyra történő előfogatolása, amely művelet megnöveli az eljutási időt;
- a vonalakon alkalmazható sebesség az infrastruktúra kiépítettsége miatt alacsonyabb, mint a fővonalakon, emiatt az átbocsátóképesség kisebb;

⁵³ Halász 2006.

⁵⁴ EC 2022.

⁵⁵ Tóth 2021, 567–587.

- a vonalak sok esetben nem megfelelően vannak karbantartva, így még az eredeti pályasebességgel sem járhatók, ami tovább növeli a menetidőt, és csökkenti az átbocsátóképességet.

Védelmi és belbiztonsági szempontból tehát a mellékvonalak szerepe nem elhanyagolható, ugyanis a katonai közlekedési támogatás szakfeladatainak elláthatóságához meg kell határozni az egyes fő szállítási útvonalak helyettesíthetőségét, azaz szükségképpen ki kell jelölni olyan kerülő útirányokat, amelyek mellékvonalon haladnak, továbbá vizsgálni kell a mellékvonalak mentén fekvő katonai bázisok vasúti kiszolgálásának biztosíthatóságát.

Az infrastruktúra-fejlesztéseknek a védelmi mobilitási hálózatra kell koncentrálniuk. Ilyen speciális fejlesztések lehetnek:

- el kell érni a terepviszonyok által meghatározott legnagyobb sebességet,
- el kell érni a védelmi szempontból szükséges átbocsátóképességet,
- 30-50 kilométerenként megfelelő paraméterekkel rendelkező katonai rakodót kell kialakítani,⁵⁶
- az egyes vonalak között deltavágányok építésével közvetlen átjárási lehetőséget kell biztosítani.

A SZÁLLÍTÁS ÉS A BIZTONSÁG VISZONYÁNAK MEGHATÁROZÁSA A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA-FEJLESZTÉSBEN

Az infrastruktúra-fejlesztések és -felújítások hasznosságát a használók számára elsősorban az általuk elérhető előnyök realizálása jelenti. Ez pedig a vasúti szállítás (személyszállítás és áru fuvarozás) idő- és költségmegtakarítása, amit a fejlesztések révén elérhetnek. Fontos azonban kijelenteni, hogy a használók ténylegesen csak akkor fogják a hasznosságot elismerni, ha ezek az előnyök érzékelhetően jelennek meg náluk. Ebben az esetben hajlandóak a közlekedési mód váltására is, ami a beruházó számára további hasznokat eredményezhet. Hasonlóképpen kell eljárni a védelmi beruházások tekintetében is. Ekkor vizsgálni szükséges, hogy a használók milyen biztonsági szintet várnak el egy új vasúti védelmi rendszerelemtől, és annak alkalmazását mennyire tolerálják az eljutási idő függvényében, vagyis szükséges az eljutási idő és a biztonság viszonyának vizsgálata.

A vizsgálat keretében elemezzük a polgári és a védelmi-biztonsági szervek közötti együttműködési lehetőségeket, és azok hatását a vasúti infrastruktúra-fejlesztésekre. Az együttműködés kereteit szakértői interjúk lebonyolításával határozzuk meg.

Az eljutási idő fontossága

Mind az utasok, mind pedig a fuvaroztatók számára az eljutási idő érzékelhető rövidülése jelentheti azt az előnyt, ami miatt a vasutat választhatják közlekedési eszközül. Márpedig a közlekedési ágak közötti versenyben az egyik legfontosabb szempont, hogy egy adott alágazatnak minél több ügyfele legyen. Kijelenthető tehát, hogy az eljutási idő mind az utasok, mind a fuvaroztatók, mind a szolgáltatók és ezáltal az infrastruktúra tulajdonosa és üzemeltetője számára kiemelten fontos.

⁵⁶ EC 2021.

Sok utas számára a vonaton töltött idő meddőnek számít, azaz haszontalannak értékeli (például nem tud dolgozni), ezért szeretne minél kevesebbet vonatozni, és idejét számára hasznosabb elfoglaltságokkal tölteni. Ráadásul a menetrendhez való kötöttség miatt további meddő idő merül fel a járatra való várakozáskor, amelyet tovább növelhet a vonatok esetleges késése. Az utazási idő rövidítésére vonatkozó igény azonban csak akkor elégíthető ki, ha a személyszállító vonatok megfelelően gyorsan közlekednek, és az alkalmazott menetrendi struktúra (például ütemes menetrend) minden egyes utazó számára az optimális kínálatot jelenti.

Bármely olyan intézkedés, ami az utazási időt meghosszabbítja, ellentétes az utasok igényeivel, ezért az ilyen lépéseket alaposan meg kell fontolni és csak megfelelő indokkal lehet bevezetni. A vasúti utasokkal kapcsolatban az alábbiakat kell figyelembe venni:

- a repüléssel ellentétben a vasúti közlekedést különböző utascsoportok (elővárosi, távolsági, regionális, nemzetközi) veszik igénybe, akiknek más és más az utazási idővel kapcsolatos toleranciaszintjük, amelybe beletartozik a vasútállomási tartózkodási idő is;
- az azonos irányú és viszonylatú vonatok követési időköze egyes esetekben eléri a városi közlekedés járatsűrűségét, így egy hosszabb idejű feltartóztatás tovább tarthat, mint a vonatok követési időköze;
- a megnövekedő utazási idő miatt az utasok, a repüléssel ellentétben, könnyebben váltanak közlekedési módot, és térnek át a közúti közlekedésre (autóbuszra vagy személygépkocsira).

A vasútvállalatok számára a gyorsaság két ok miatt fontos. Egyrészt bevételeik növelhetők, ha a vonatok gyorsan és pontosan közlekednek. Az ügyfelek hajlandók megfizetni a magas szolgáltatási színvonalat, így a társaságok érdeke is, hogy ezt meg tudják tenni. Másik oldalon található a költségek csökkentése, a gyorsaság révén elérhető kevesebb jármű- és élőerő-szükséglet. Gyorsabb vonatok közlekedtetésével a kocsik fordulóideje csökken, így kevesebb járműre van szükség, és több szállítási feladat teljesíthető.

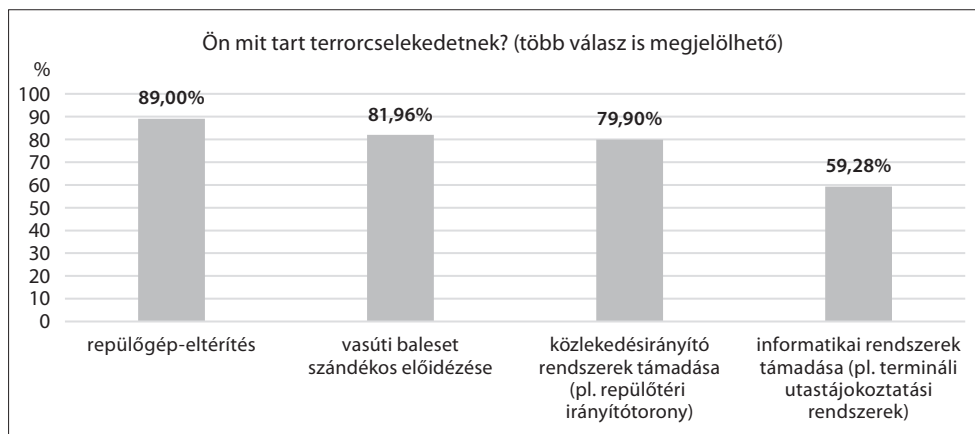
Az infrastruktúra tulajdonosa és üzemeltetője számára a gyorsaság nagyobb átbocsátóképességet jelent, ezáltal több kapacitást tud értékesíteni, ami a bevételek növelését eredményezi. A késések elmaradása miatt kevesebb kártérítést kell fizetnie a vasútvállalatok felé, így költségei is csökkennek, illetve élőerő is kiváltható a közlekedésfejlesztési beruházásokkal.

Az utasok biztonsági elvárásai

A vasúti utasok biztonsággal kapcsolatos elvárásait primer, kérdőíves kutatással mértük fel. A felmérés célja az volt, hogy megvizsgáljuk: az utasoknak milyen biztonsági igényeik vannak, és mekkora kényelmetlenséget viselnek el annak érdekében, hogy utazásuk körülményei biztonságosabbak legyenek. Az utazói igények teljesítése például a terrorcselekmények megakadályozásán keresztül hatással lehet a vasúti infrastruktúrára is, ezáltal pedig a polgári-katonai és védelmi szállítási rendszerekre, mivel a polgári közlekedési rendszerek biztonsága érdekében tett intézkedések a közös infrastruktúra-használat miatt egyúttal a katonai rendszerek biztonságát is emelik. Az is igazolható, hogy a vasúti infrastruktúra működőképességének katonai fenntartása, vagyis annak megvédése a támadásoktól és terrorcselekményektől az utasok biztonságérzetét növeli.

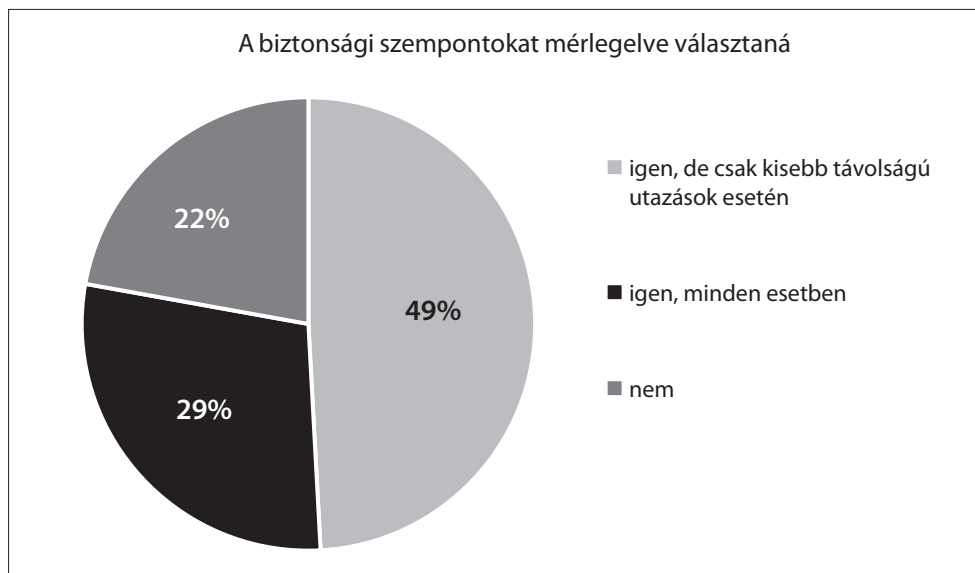
A kutatást Magyarországon végeztük el 2022 második félévében, online és személyes kérdőívekkel. A tervezett időtartam alatt összesen 584 kérdőívet töltöttek ki. A kérdőív a kutatási témával összefüggésben 23 kérdést tartalmazott a terrorizmus általános megítélés-

tól kezdve a vasúti biztonságérzetet át a hálókocsis vasúti utazásig bezárólag. A megkérdezettek szerint Magyarországon a terrorizmus alacsony veszélyt jelent, amelynek szintje az utóbbi időben nem emelkedett, ugyanakkor a terrorizmus jelen van a közgondolkodásban. Mindez igaz a közlekedésre is, az egyes közlekedési alágazatok ellen követhetők el olyan cselekedetek, amelyek az emberek számára egyenlőek a terrorizmussal (1. ábra). A vasúti közlekedést alapvetően biztonságosnak gondolják, sőt rövid utazási távolságoknál – csak ezt a szempontot mérlegelve – még a légi közlekedésnél is biztonságosabbnak tartják (2. ábra). A megkérdezettek szerint a vasúti alágazat biztonsága tovább növelhető elsősorban infor-



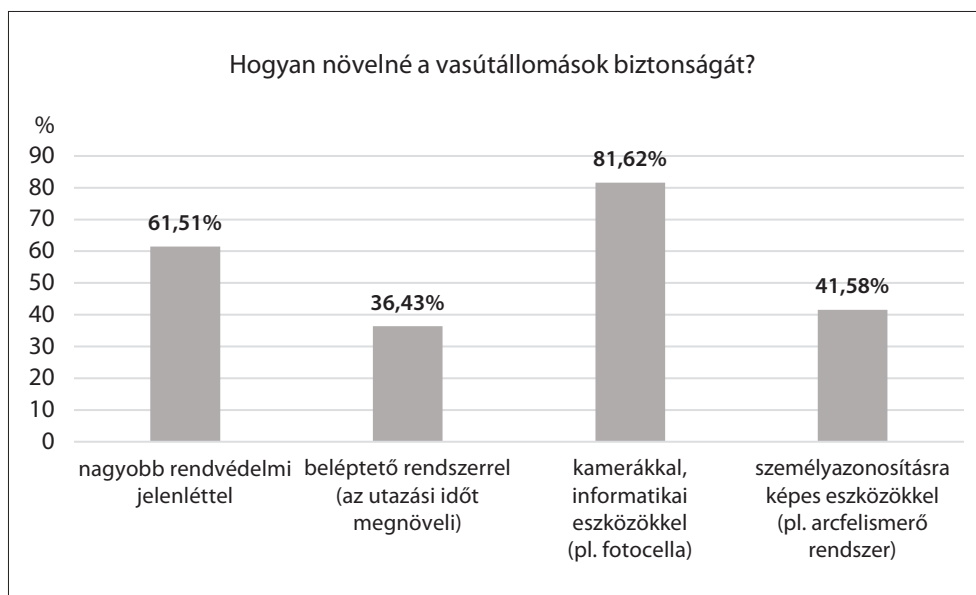
1. ábra Az utasok által terrorizmusnak tartott cselekedetek

Forrás: Szerkesztették a szerzők



2. ábra A vasúti és légi közlekedés összehasonlítása biztonsági szempontból

Forrás: Szerkesztették a szerzők



3. ábra Az utasok által javasolt, vasútállomások biztonságát növelő intézkedések

Forrás: Szerkesztették a szerzők

matikai eszközökkel – ami rávilágít a kiberterrorizmus elleni védelem szükségességére –, és nagyobb védelmi-biztonsági jelenléttel (3. ábra).

A válaszokból egyértelmű következtetést lehet levonni arra vonatkozóan, hogy az utasok igénylik a nagyobb biztonságot. Ezt kétféleképpen tartják megoldhatónak:

- elsősorban videókamerás felügyelettel,
- másodsorban védelmi-biztonsági jelenléttel.

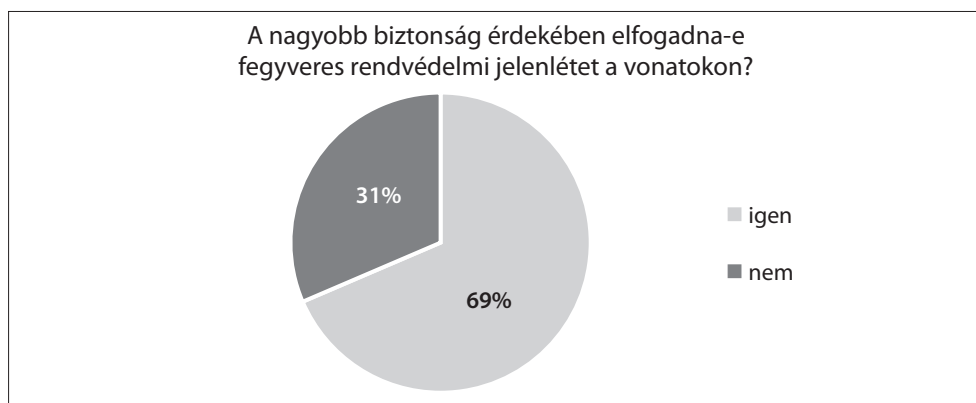
A védelmi-biztonsági szerveknél a többség el tudja fogadni a fegyver jelenlétét is (4. ábra). A fedélzeti biztonság tekintetében további fontos információ, hogy a válaszadók szerint a járművek szerkezeti kialakítása további kedvezőtlen hatással van a lehetséges sérülésekre, így az egyes szerkezeti elemek tervezésénél és kialakításánál ügyelni kell a sérülésveszély csökkentésére.

Az utasok elsősorban a nem látható védelmi elemeket, a szakértők pedig a jelenléttel preferálják. Az 5. ábra az utasok által fontosnak ítélt vasútállomási védelmi-biztonsági intézkedéseket mutatja az utasok preferenciája szerinti sorrendben.

A megkérdezettek hajlandók a nagyobb biztonságra áldozni, akár az utazási idejük 5–15 perces növelésével (6. ábra). A személyes biztonsági ellenőrzések elsősorban egy biztonsági kapun történő áthaladást és átvilágítást jelentenek a válaszadók számára, ugyanakkor az utazási idő növekedésének elviselése további megoldások bevezethetőségét jelentheti.

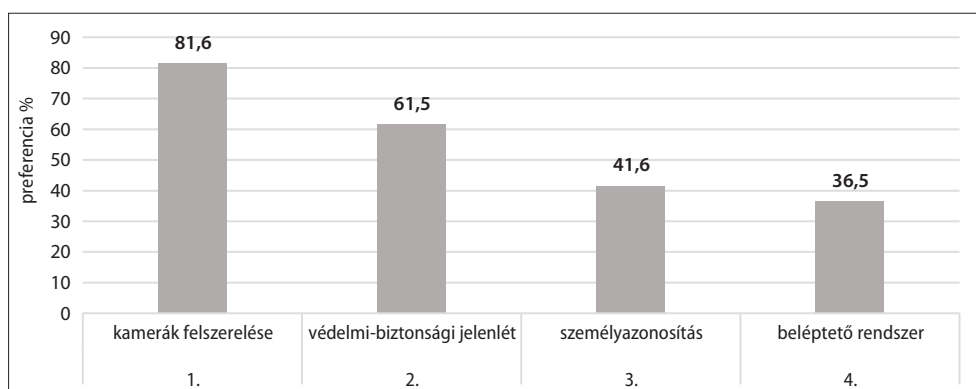
A védelmi rendszerek tervezésének fontos szempontja, hogy az utasok menetidejük mekkora mértékű emelkedését fogadják el annak érdekében, hogy biztonságuk növekedjen. Az utaskikérdezés erre vonatkozó válaszait összevetettük az ellenőrzés módjának preferenciájával. Az értékeket a 7. ábra mutatja.

Az 5. és 7. ábrák eredményei alapján az utasok elsődleges preferenciái az olyan védelmi intézkedések, amelyek nem eredményezik az utazási idő számottevő növekedését, azonban



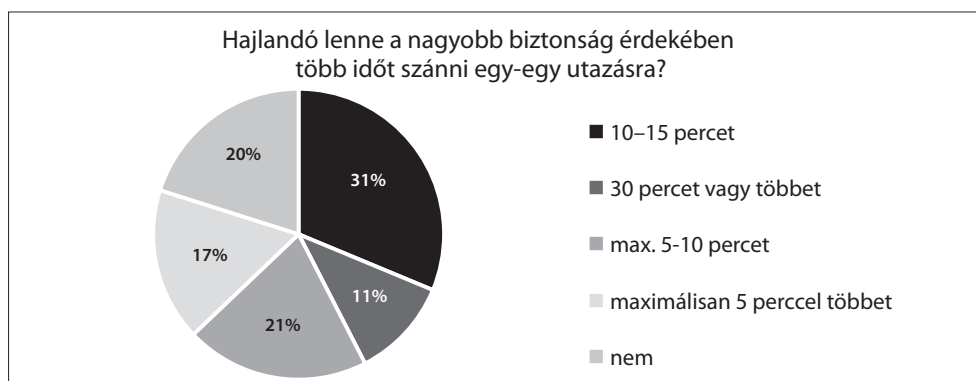
4. ábra A fegyveres jelenlét elfogadásának aránya a vonatokon

Forrás: Szerkesztették a szerzők



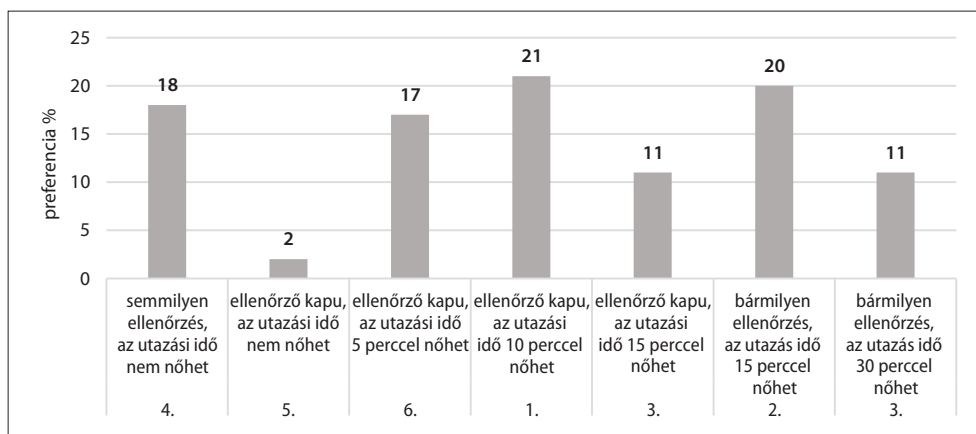
5. ábra Az utasok és a szakértők által fontosnak ítélt védelmi-biztonsági intézkedések az utasok preferenciája szerinti sorrendben

Forrás: Szerkesztették a szerzők



6. ábra Az utasok által a biztonság növelése érdekében tolerált utazási időtöbblet

Forrás: Szerkesztették a szerzők



7. ábra Az utasok ellenőrzésmód-preferenciái az utazási idő növekedésének függvényében

Forrás: Szerkesztették a szerzők

közülük is elsősorban a beléptetőkapuk alkalmazását tudják elfogadni olyan mértékű feltartóztatással, ami utazási idejüket maximum tíz perccel növeli meg. A vasútállomási infrastruktúra védelmi célú fejlesztésénél ezt az értéket célszerű figyelembe venni. Az eredmény egyben azt is jelenti, hogy az utasok hajlandók időt áldozni a biztonságukra. Ez elővárosi forgalomban nagyjából egy-két járatral későbbi utazást jelent, ami megfizethető az adott állomáson egy átszállásból adódó idővesztésnek. Ez a veszélyhelyzeti és védelmi biztonsági viszonylatszervezés tekintetében lehet hasznos információ, például azáltal, hogy ilyen esetekben a járatok ritkábban is indíthatók, ami a rendkívüli helyzet gyorsabb megoldásához vezethet.

Interjúk közlekedési és védelmi-biztonsági szakemberekkel

A vasúti infrastruktúra-fejlesztés védelmi és biztonsági megközelítését szolgálják a közlekedési és védelmi szakemberekkel készített interjúk. Az interjúk célja az volt, hogy képet kapjunk a közlekedési és a védelmi szakmának a vasúti alágazat védelmi célú felkészítéssel kapcsolatos álláspontjáról, vagyis arról, hogy véleményük szerint a védelmi célú infrastruktúra-fejlesztési beruházások mennyire segítik elő az általuk elvárt szolgáltatási és védelmi színvonal megteremtését. Amerikai katonai szerzők is felhívják a figyelmet arra, hogy a védelmi rendszer egy elemének gyengesége vagy meghibásodása az egész rendszerben láncreakciót indíthat el, ezért szükséges a koordináció az üzemeltetők és az igénybe vevők (védelmi erők) között,⁵⁷ valamint folytatni kell az együttműködést az iparággal a vasúti teher- és személyszállításra vonatkozó biztonsági irányelvek kidolgozásában.⁵⁸

A szakértők körének meghatározásakor alapvető cél az összközlekedési és a védelmi-biztonsági folyamatokat jól ismerő szakértők kiválasztása volt, oly módon, hogy az interjúalanyok megfelelő iránymutatással tudjanak szolgálni a vasúti szektor védelmi és belbiztonsági célú felkészítésének infrastruktúra-fejlesztéssel összefüggő polgári-katonai megközelítésében.

⁵⁷ Major–Townsend 2017, 86–93.

⁵⁸ Fixler et al. 2025: i. m. 10.

Az interjúkat személyesen készítettük, előre meghatározott témakörökben, szabad beszélgetés formájában, általában egy óra időtartamban. Összesen kilenc közlekedési és hatvédelmi szakembert kérdeztünk meg Magyarországról.

A közlekedési ágazat szakembereinek legfőbb megállapítása, hogy az elkövetkező háromöt évben a szektor szerepe erősödhet az uniós közlekedéspolitika hatására, amely magával hozza az infrastruktúra-beruházások növekedését is. A fuvarozó társaságok szolgáltatási színvonalának mértéke a fuvarozási határidők betartása, aminek feltétele az infrastruktúra műszaki paramétereinek megfelelő állapota, valamint elegendő vonali és állomási kapacitás rendelkezésre állása. Ennek megnyilvánulása a menetrendek betarthatósága, vagyis a késésmentes közlekedés.

Az infrastruktúra-beruházásokkal kapcsolatos további sarkalatos pont a felújítások ideje alatt biztosított kerülőutak megléte. Kiemelt jelentőségűnek ítélték meg, hogy adott vágányzárolt szakaszt milyen kerülő útiránnyal lehet pótolni. A vasúttársaságok érdeke a minél rövidebb és az eredeti útvonal műszaki paramétereit legjobban lefedő útirányok kijelölése. A beruházások tekintetében a TEN-T-hálózat részei jelentik a fő irányt, ezeken elvárt a leg-rövidebb és stabilan alkalmazható tehervonati menetidő kiajánlása.

A stabilitásnak azonban nem a menetidőre kell vonatkoznia, hanem a forgalom lehetőség szerint hibamentes lebonyolítására is. A szakértők hangsúlyozták, hogy a pálya működőképességének biztosítása szintén kiemelt feladat kell, hogy legyen, amelynek elérése a megfelelő szintű műszaki, üzemi és forgalombiztonság fenntartásával lehetséges. Nemzetközi forgalomban a határállomási tartózkodások nagysága meghatározó lehet a menetrend betarthatósága szempontjából, és ennek instabilitása (például a nem megfelelő ellenőrzési létszám miatt a vizsgálatok elhúzódása) szintén késéseket okozhat, ami rontja a szolgáltatási színvonalat. Az interjúalanyok véleménye szerint a helyzeten javíthat a vasúti, valamint a védelmi és a belbiztonsági szervek közötti megfelelő együttműködés kialakítása.

A polgári és védelmi, belbiztonsági szállítási igények megjelenésének az együttműködés egyik fontos elemének kell lennie már a tervezés fázisában. Amennyiben a védelmi, belbiztonsági szállítási igények is tervezhetők, az utólagos kiépítés ráfordításainál alacsonyabb szinten tarthatók a felmerülő többletköltségek. Az EU-projektek tekintetében mindenképpen előnyös a haszon védelmi oldalról történő számszerűsíthetősége. Ennek érdekében a szakértők szükségesnek látják, hogy a vasúti közlekedésfejlesztési beruházásoknál kötelező érvényű egyeztetési kötelezettség álljon fel a polgári és védelmi, belbiztonsági szállítási igények tekintetében.

A védelmi-biztonsági szektor szakemberei kifejtették, hogy a katonai mobilitás fontossága felértékelődött, amelynek elérése érdekében mind az EU, mind pedig a NATO több projektet indított a tárgyban. Ezek kiterjednek az infrastruktúra fejlesztésére, ami megerősíti, hogy a katonai mobilitás megteremtésének egyik módja az infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítésében rejlt lehetőségek feltárása.

A szakértők szerint a NATO készenléti erőinek telepítési tervében a vasúti szállítási mód jelentős szerepet játszik, ugyanakkor a szervezet felismerte, hogy az európai vasúti hálózat megfelelő kihasználásának egyik akadálya az infrastruktúra sérülékenysége, ezért kiemelt hangsúlyt kell fektetni mind a fizikai, mind pedig a kiberbiztonság megteremtésére. A fizikai védelmet az infrastruktúra tényleges védelmén túl a rombolások fizikai megakadályozása is jelentheti, például megfelelő légtérvédelmi rendszerek működtetésével. Ugyanakkor ez rávilágít az interdependencia fontosságára, ugyanis a katonai repülőterek vasúti kiszolgálása például az üzemanyag-szállítás megvalósításával a légierő számára is nélkülözhetetlen elemmé válik.

Együttműködési lehetőségek a vasúti infrastruktúra védelmi célú fejlesztésére

A szakértők az interjúkban utaltak rá: szükséges, hogy az egyes területeken működő szervezetek együttműködjenek a siker érdekében. A szervezeti, működési és pénzügyi hatékonyság elérése miatt is minden fél érdeke az együttműködés, már csak azért is, hogy a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítése elérje a megfelelően magas színvonalat.

Az együttműködés szükségességét erősíti, hogy az utasok biztonsági elvárásai alapján a védelem kialakítása elsődlegesen az állam feladata, ugyanakkor a válaszokban megjelölt vasúttársasági felelősség mindenképpen megkívánja a védelmi és belbiztonsági szervezetekkel történő együttműködést. Ezt tovább erősíti az utazók döntő hányadának elvárása a vonatokon történő védelmi-biztonsági jelenlétről (69% még fegyveres jelenlétet is elfogadna). Írásunkban két területen mutatunk példát a polgári és a védelmi, belbiztonsági szervezetek együttműködési lehetőségeire.

Az első a védelmi igazgatás rendszere, ami a védelemgazdasághoz kapcsolódva határozhatja meg az együttműködés kereteit és ezáltal az infrastruktúra-beruházásokat. A védelmi szakértők többsége rámutatott arra, hogy a katonai érdekek megjelenésére mindenképpen szükség van a közlekedési beruházások tervezésekor, hiszen, azon túl, hogy a haderő is használja az infrastruktúrát, azt meg is kell védeni célzott támadásoktól és természeti hatásoktól. E kettős érdek megkívánja, hogy a vasúti infrastruktúra-beruházások tervezésétől azok megvalósításáig a védelmi szféra figyelemmel kísérhesse az egyes fázisokat. Ennek egyik lehetősége a szakértők szerint, ha a beruházásokról döntő szervezetekben a védelmi szakemberek is helyet kapnak. Ez praktikusán a védelmi igazgatás kiszélesítését és annak megjelenését jelenti a közlekedésben.

A második terület a vasúti határállomások. A komplex védelmi célú felkészítés egyik fontos lépcsőfoka, hogy a vasúti infrastruktúra ellen ne lehessen célzott rombolással járó cselekményeket elkövetni.⁵⁹ Az esetleges elkövetők kiszűrésének egyik módja a vasúti nemzetközi utazáskor a határállomásokon történő utasellenőrzés, itt van lehetőség az esetleges terroristák felkutatására. Az együttműködés kereteiben alkalmazott módszerek meghatározzák a vonatok állomási tartózkodási időszükségletét és ezáltal az infrastruktúra fejlesztési irányait.

A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA-FEJLESZTÉS POLGÁRI ÉS VÉDELMI BIZTONSÁGI IGÉNYEI KÖZÖTTI ÖSSZHANG MEGTEREMTÉSE ÉS A VÉDELMI MOBILITÁS BIZTOSÍTÁSA

Az előző pontokban vizsgált polgári és védelmi biztonsági szempontú infrastruktúra-fejlesztési irányok alapvetően más és más érdekeket helyezhetnek előtérbe, hiszen a szállítási prioritások mások a két szférában. Mivel a használt infrastruktúra közös, elérendő célként lehet megfogalmazni, hogy a különböző érdekek mentén javasolt fejlesztések egy irányba mutassanak. Ennek elérése érdekében kidolgozunk egy olyan beruházástervezési szempontrendszert, amely figyelembe veszi a biztonság kialakításához szükséges védelmi érdekeket is.

⁵⁹ Lévai 2023.

A vasúti infrastruktúra-fejlesztés polgári és védelmi biztonsági fejlesztési irányainak összehangolásával elérhető védelmi mobilitás biztosításához az alábbi szempontok figyelembevételét javasoljuk.

A vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítése megkívánja, hogy a sérülékenység minimalizálását az infrastruktúra fejlesztésének legkorábbi szakaszában kezdjük meg, mert a veszélyeztetettség időszakában a beruházási költségek aránytalanul nagyok lehetnek. A védelmi, beruházási és egyéb költségek tekintetében korábbi kutatásunkban az alábbiakat állapítottuk meg:⁶⁰

- a védelmi berendezések korai betervezése megemeli ugyan a beruházási költségeket, de még így is alacsonyabb az összköltség, mintha utólagos beruházással valósítanánk azt meg;
- a kritikus infrastruktúrák védelmi költségei alacsonyabbak, mint a kiesésükből származó gazdasági bevételekmaradás;
- az utólagos beépítés minden esetben korlátozásokkal jár, így a használók költségei is növekednek.

Egy, a vasúti biztonság gazdaságtanával foglalkozó tanulmány megállapította, hogy a védelmi költségeket be kell építeni a rendszer (beruházási) költségei közé,⁶¹ ugyanakkor álláspontunk szerint a szükséges beruházások miatt felmerülő többletköltségeket a védelmi követelmények előírójának kell viselnie. Ezért a beruházási költségek meghatározhatóságának érdekében, az empirikus kutatással megismert vélemények, valamint az együttműködési lehetőségek vizsgálata alapján a védelmi tervezés menetéhez az alábbi szempontokat tartjuk szükségesnek figyelembe venni.

A közlekedési és védelmi biztonsági elemekből képzett védelmi biztonsági mutató egyhez közelítő, illetve azt meghaladó értéke rávilágít egy vasútvonal védelmi célú felkészítésbe történő bevonhatóságának korlátaira, amelyek infrastruktúra-fejlesztésekkel javíthatók, így a pálya-infrastruktúra szolgáltatási színvonala növekszik. Az index értéke megmutatja, hogy egy vasútvonal adott szolgáltatási színvonala mellett milyen mértékű katonai és polgári mobilitási igény szolgálható ki egyszerre. Az RDSI egynél magasabb értéke meghatározza, hogy mely vonalon (állomásközből) szükségesek a védelmi biztonságot növelő infrastruktúra-beruházások annak érdekében, hogy a szükséges szállítási feladatok lebonyolíthatók legyenek. A beruházási igények megfogalmazása előtt vizsgálni kell a védelmi és polgári szféra együttműködési lehetőségeit, mert ezek is növelhetik a szolgáltatási színvonalat.

A szükséges beruházások további meghatározói a közlekedés- és védelmi politikai irányelvek és kötelezettségek. Ezekre hatással vannak a nemzetközi és hazai szakpolitikai döntések, egyezmények, megállapodások és nem utolsósorban kutatási eredmények. A védelmi és belbiztonsági szempontok között már a közlekedési infrastruktúra-tervezés koncepcionális kidolgozásakor meg kell jelenniük a védelmi követelményeknek, hiszen az építendő infrastruktúraelemek nemcsak polgári, hanem katonai (védelmi és belbiztonsági) célokat is szolgálnak.

A közlekedésfejlesztési beruházásokkal elérendő szolgáltatási színvonal-növekedés a nyújtott pályavasúti szolgáltatások minőségében realizálódik. A szektor versenyképessége szempontjából pedig döntő fontosságú a nyújtott szolgáltatások magas színvonala. Az elérni kívánt szolgáltatási színvonal meghatározza az elvégzendő vasútüzemi feladatokat,

⁶⁰ Lévai–Albert 2022, 5–19.

⁶¹ Evans 2013, 137–147.

beleértve mind a forgalomlebonyolítás feladatait, mind pedig a vasútvállalatok szolgáltatási feladatait is. Végso soron a vasúti ügyfelekkel ők állnak kapcsolatban, munkájuk minőségét nagymértékben meghatározza az infrastruktúra-kezelő által nyújtott szolgáltatások színvonala (például a vasúti felsővezeték leszakadása rontja mind a személyszállítási, mind pedig az áru fuvarozási szolgáltatások minőségét). A katonai mobilitás szempontjai elsődlegesen a szövetségi feladatok ellátásához, továbbá a hadászati, hadműveleti és a harcászati mozgékonyaság növeléséhez szükséges beruházások tervezésekor kerülnek előtérbe, és egyben meghatározzák a katonai mozgatási-szállítási feladatokat is. Az elvégzendő feladatok mennyisége és minél magasabb színvonalú elvégezhetősége szintén kijelöli a fejlesztések irányát.

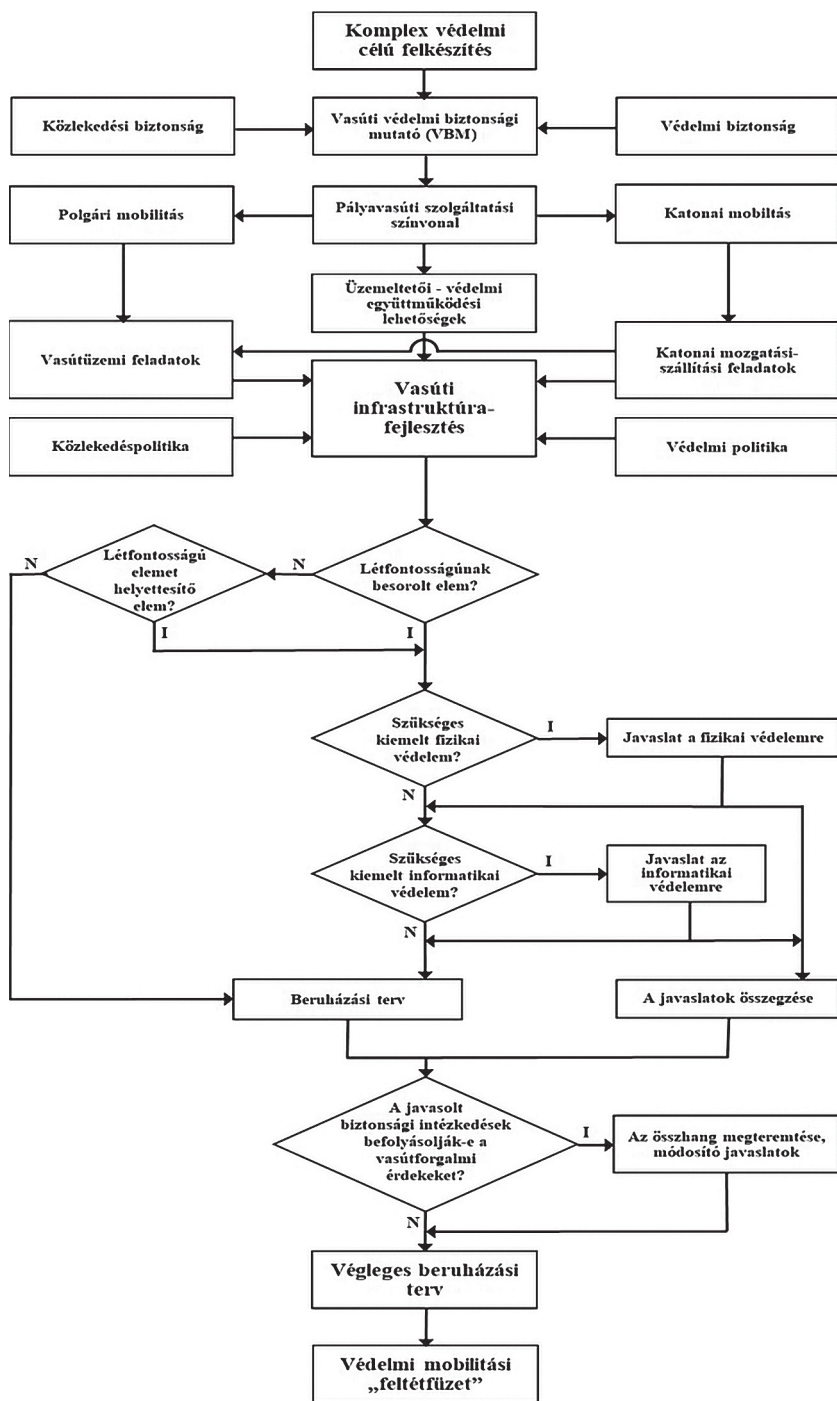
A beruházások egyes elemeiről a jogszabályokban meghatározottak szerint el kell dönten, hogy létfontosságú rendszerelemnek tekinthető-e, vagy ilyen elemet helyettesít. Amennyiben igen, vizsgálni kell a különböző szintű védelmi megoldások alkalmazásának szükségességét. Meg kell határozni azokat a fizikai és informatikai védelmi megoldásokat, amelyekkel a rendszerelem védelme megoldható. Ezeket be kell építeni a beruházási tervbe.

A fizikai védelmi megoldások az infrastruktúra-elemhez való hozzájutást és azok illegális működtetését gátolják meg. Ilyennek tekinthető minden megoldás, ami pályához, a vasútüzemi területekhez, az irányítóközpontokhoz való hozzájutást akadályozza, illetve nem engedi a váltók, jelzők és egyéb berendezések állítását. Ez történhet valamilyen eszköz beszerelésével, de (fegyveres) élőerő alkalmazásával is. A fegyveres erők vonaton való jelenlétének szükségességét a kérdőíves kikérdezés eredménye is alátámasztotta. Vizsgálni kell a védelmi berendezés egyéb ok miatti építési szükségességét is (például zajvédő fal építése amúgy is szükséges).

A védelmi megoldások vizsgálatának következő szempontja az informatikai védelem területe. A vasúti forgalom balesetmentes lebonyolításához szükséges az egyes állítóközpontok fizikai védelmén túl a biztosítóberendezések elektronikus úton történő védelme is. Az ilyen esetekben ugyanis nem szükséges a vasúti irányítóközpontok fizikai támadása, mivel informatikai úton is lehetséges a terrorcselekmények végrehajtása. Ezért az infrastruktúra-beruházások tervezési fázisában szükséges vizsgálni, hogy az adott elem kibervédelmét is el kell-e látni.

A szükséges vizsgálatok elvégzése után összeállítható a védelmi javaslati csomag, amelyet egyeztetni kell a beruházási tervvel. Az egyeztetés alkalmával vizsgálni kell, hogy szükséges-e olyan védelmi beruházás, amelynek hatása ellentétes irányú lehet a beruházás fejlesztési érdekeivel (például adott esetben az eljutási időt növelheti). Amennyiben található ilyen védelmi intézkedés, akkor azt úgy kell megtervezni, hogy lehetőleg ne, vagy csak minimális értékben csökkentse a vasúti versenyképességet. Amennyiben ez nem megoldható, akkor a pálya tulajdonosa és a védelemért felelős szerv (általában mindkét esetben az állam) közösen döntenek a beruházásokról, figyelembe véve, hogy az ország biztonsága elsődleges szempont kell hogy legyen. Természetesen a rendkívüli eseményekkel szembeni védelem előnyt élvez a fejlesztések sorában, és ilyenkor nem minden esetben lehet kompromisszumos megoldást találni, ugyanakkor törekedni kell arra, hogy a szolgáltatásfejlesztés és a védelmi célú felkészítés összhangba kerüljön. A megfelelő összhang megteremtése után lehet elkészíteni a végleges beruházási tervet, és ezek alapján meghatározni a beruházás költségigényét.

A leírt szempontok a vasúti infrastruktúra-beruházások védelmi mobilitási célú szakmai irányelveiként értelmezhetők, vagyis a védelmi mobilitás biztosításának alapjait jelentik. A beruházás védelmi tervezését ennek megfelelően kell végrehajtani. A szempontrendszer alkalmazásával a beruházási és a védelmi költségek előre tervezhetők. Szükséges azonban kiemelni, hogy a szempontrendszer alapján lefolytatott vizsgálat nem helyettesíti a létfontosságú rendszerelemek kijelölési folyamatát. A szempontrendszer folyamatábráját a 8. ábra mutatja.



8. ábra A vasúti infrastruktúra-beruházások polgári védelmi és belbiztonsági szempontú tervezésekor a fejlesztési és védelmi érdekek összhangját biztosító szempontrendszer folyamatábrája

Forrás: Szerkesztették a szerzők

ÖSSZEGRÉS

Egy ország működésének alapvető feltétele, hogy közlekedési rendszerei képesek legyenek a keletkező szállítási igényeket kielégíteni. A közlekedési rendszerek működésének alapfeltétele pedig, hogy műszaki kialakításuk megfelelően magas színvonalú, üzemük hibamentes és forgalmuk zavartalan legyen.

A technikai fejlődés és a közlekedési ágazatok közötti verseny szükségessé teszi az infrastruktúra-hálózatok fejlesztését. A fejlesztések hatására megvalósuló szolgáltatási színvonal-emelkedés elsődleges megjelenése az eljutási idők csökkenése, ezáltal a szállítási képesség növelése, amelyet az ügyfelek tényleges haszonként értékelnek.

A védelmi és belbiztonsági szállítási igények minél magasabb színvonalú kiszolgálása is megkívánja a közlekedési infrastruktúra modernizálását annak érdekében, hogy a jelentkező mozdatási-szállítási feladatok magas színvonalon elvégezhetők legyenek.

Tanulmányunkban e hármas érdekcsoport együttes érvényesülését vizsgáltuk a vasúti ágazatban annak érdekében, hogy meghatározzuk a polgári szolgáltatásfejlesztési és a védelmi biztonsági beruházások egymásra való hatását, mely által biztosítható a védelmi szféra mobilitási igénye is.

Ennek érdekében feltártuk a vasúti beruházási igényeket polgári, valamint védelmi és belbiztonsági oldalról, kérdőíves felmérést végeztünk az utasok körében, valamint interjúkat készítettünk közlekedési és védelmi szakemberekkel. A vizsgálatok eredményeként felállítottuk azt a szempontrendszert, amelynek alkalmazásával már a vasúti infrastruktúra-beruházások tervezési időszakában meghatározhatók a szükséges védelmi intézkedések és megoldások. A szempontrendszer alkalmazásával megteremthető a védelmi és versenyképességi összhang, így fenntartható a vasúti szektor versenyképessége és ezáltal szerepének növelése, továbbá biztosítható az általunk definiált védelmi mobilitás is. Ezek eléréséhez az szükséges, hogy a védelmi biztonsági beruházási intézkedések ne legyenek ellentétes irányúak az infrastruktúra-fejlesztési elképzelésekkel, vagyis kutatási hipotézisünket igazoltuk.

Írásunk eredményei a közlekedésfejlesztési beruházások tervezési fázisaiban nyújtanak segítséget a védelmi célok és megoldások figyelembevételéhez, és mint ilyenek, felhasználhatók bármely olyan beruházáshoz, amely a közlekedési rendszerek versenyképességének javítását és a védelmi mobilitás megteremtését tűzi ki célul. Ugyancsak hasznosíthatók a kutatás eredményei a vasútüzem területén bevezetendő új technológiákhoz (például alternatív és hibrid meghajtású járművekhez és a hozzájuk kapcsolható infrastruktúrákhoz) szükséges infrastruktúra-védelmi rendszerek kialakításához. A javasolt szempontrendszer elősegítheti továbbá a közlekedésbiztonsági célok megvalósítását, azáltal, hogy nagyobb biztonságot nyújt a (vasúti) közlekedés szereplői számára.

A szempontrendszer alkalmazása az RDSI használatát segíti elő, illetve jelentős szerepe lehet egy ország védelmi képességének erősítésében. A védelmi és belbiztonsági feladatok egy korszerű közlekedési infrastruktúrán biztonságosabban láthatók el. Az elmúlt időszak extrém időjárási körülményei sok esetben tették próbára a közlekedési ágazat és elsősorban a vasúti ágazat szakembereit a megfelelő pótlás megszervezésére. A kidolgozott szempontrendszer megfelelő alapot adhat a szükséges forgatókönyvek, veszélyhelyzeti pótlási fejlesztések kidolgozásához is. Bár a vasúti közlekedés szabályai speciálisak, a tanulmányban megalkotott szempontrendszer más közlekedési ágazatok és kritikus infrastruktúra-ágazatok esetében is képes lehet meghatározni a szükséges védelmi és belbiztonsági beruházásokat.

A mai kor kifejezetten előtérbe állítja a pilóta nélküli légi járművek alkalmazásáról szóló kutatások szükségességét a vasúti szakterületen is. Az egyik legfontosabb további kutatási

területnek tarjuk a drónok objektumfelismerő képességének növelését és ezáltal a közlekedési és védelmi biztonság fokozásában betölthető szerepük vizsgálatát.

Ezenkívül a közúti–vasúti kereszteződések mint kritikus pontok védelmi megoldásai jelenthetik azt a kutatási területet, ahol a cikk gondolati fonala tovább vihető. Az ezen a területen elérhető biztonsági szint növelése egyrészt tovább erősítheti a védelmi célú tervezés és közlekedésfejlesztés sikerességét, másrészt jelentős közlekedésbiztonsági színvonal-emelkedést hozhat el, amely megmentett emberéletekben mutatkozhat meg leginkább.

Mindezekon kívül javasoljuk a kutatások további irányaként az írásunkban nem tárgyalt jármű- és személybiztonság hasonló alapokon nyugvó vizsgálatát.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bal, Olena: *Formation and management of safety culture in the railway industry: best practices and strategies*. Transport Systems and Technologies, No. 42, 2023, 69–80. <https://doi.org/10.32703/2617-9059-2023-42-6> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
- Bartulović, Dajana et al.: *Role of air freight transport in intermodal supply chains*. Transportation Research Procedia, Vol. 64., 2022, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.09.015> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
- Bhardwaj, Akhil – Ketokivi, Mikko: *Bilateral dependency and supplier performance ambiguity in supply chain contracting: Evidence from the railroad industry*. Journal of Operations Management, Vol. 67, 2020/1, 49–70. <https://doi.org/10.1002/joom.1103> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
- Colon, Celian et al.: *Criticality analysis of a country's transport network via an agent-based supply chain model*. Nature Sustainability, 2021/4., 209–215. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00649-4> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
- Coppola, Pierluigi et al.: *Multi-Dimensional Cost-Effectiveness Analysis for Prioritizing Railway Station Investments: A General Framework with an Application to the Italian Case Study*. Sustainability, Vol. 14, 2022/9., 1–18. <https://doi.org/10.3390/su14094906> (Letöltés időpontja: 2026. 11. 24.)
- De Liso, Nicola – Zamparini, Luca: *Innovation, transport security and supply chains: a review*. Transport Reviews, Vol. 42, 2022/6., 725–738. <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2105415> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
- *Deutsche Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen*. Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI), Berlin, 2022.
- EC 2021 Council Directive 2008/114/EC of 8 December 2008 on the identification and designation of European critical infrastructures and the assessment of the need to improve their protection. Official Journal of the European Union, 2008. 12. 23. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0114> (Letöltés időpontja: 2025. 11. 03.)
- EC 2022 European Commission: Action plan on military mobility 2.0; JOIN (2022) 48 final. Brussels, 2022.
- Edwards, Frances et al.: *Surface Transportation Supply Chain Security: Creating a Blueprint for Future Research*. Mineta Transportation Institute Publications, 2021. 04. <https://doi.org/10.31979/mti.2021.1937> (Letöltés időpontja: 2025. 10. 26.)
- EU 2021 Regulation (EU) 2021/1153 of the European Parliament and of the council of 7 July 2021 establishing the Connecting Europe Facility and repealing Regulations (EU) No 1316/2013 and (EU) No 283/2014. Official Journal of the European Union, 2021. 07. 14. <https://eur-lex>.

- europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02021R1153-20240718 (Letöltés időpontja: 2025. 12. 05.)
- Evans, Andrew W.: *The economics of railway safety*. Research in Transportation Economics, Vol. 43, 2013/1., 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.12.003> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
 - Fixler, Annie et al.: *Military Mobility Depends on Secure Critical Infrastructure*. CSC 2.0 Report, CSC, 2025. 03. 27. <https://cybersolarium.org/csc-2-0-reports/military-mobility-depends-on-secure-critical-infrastructure/> (Letöltés időpontja: 2026. 01. 10.)
 - Halász Péter: *A védelmi infrastruktúra főbb alkotó elemeinek kölcsönhatása, továbbá közös fejlesztésük lehetőségei*. Doktori (PhD-) értekezés. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2006.
 - Hlavatý, Jozef – Ližbetin, Ján: *Innovation in Rail Passenger Transport as a Basis for the Safety of Public Passenger Transport*. Transportation Research Procedia, 53, 2021, 98–105. https://www.researchgate.net/publication/366422497_Innovation_in_Rail_Passenger_Transport_as_a_Basis_for_the_Safety_of_Public_Passenger_Transport (Letöltés időpontja: 2025. 09. 12.)
 - Hromádka, Vít – Funk, Tomáš: *The Effect of Railway Projects Increasing Safety on the Frequency of Occurrences*. Applied Science, Vol. 14, 2024/19., 1–14. <https://doi.org/10.3390/app14199143> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
 - Koralova-Nozharova, Petya: *European Green Deal and transport sector development – opportunities or restrictions*. SHS Web of Conferences, Vol. 120, 2021. 08. 24. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112004004> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
 - Kuśmińska-Fijałkowska, Aldona et al.: *Diagnostics of Causes, Needs and Options of Improvement of Security in Railway Transport*. TransNav the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 16, 2022/2., 343–351. <https://doi.org/10.12716/1001.16.02.17> (Letöltés időpontja: 2025. 10. 06.)
 - Lařici, Tania: *Military mobility – Infrastructure for the defence of Europe*. Think Tank – European Parliament, 2020. 02. 25. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2020\)646188](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2020)646188) (Letöltés időpontja: 2025. 10. 14.)
 - Lévai, Zsolt: *A Novel Method to Improve the Defense Security of Railway Transportation*. International Journal of Safety and Security Engineering, Vol. 14, 2024/4., 1667–1678. <https://doi.org/10.18280/ijss.140602> (Letöltés időpontja: 2025. 11. 06.)
 - Lévai Zsolt: *A vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének innovatív módszerei*. PhD-értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Doktori Műszaki Iskola, Budapest, 2023.
 - Lévai Zsolt – Albert Gábor: *Vasúti infrastruktúra beruházások tervezése a kritikus infrastruktúra védelem szempontjainak figyelembevételével*. Közlekedéstudományi Szemle, LXXII évf. 2022/1., 5–19. <http://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.1.1> (Letöltés időpontja: 2026. 04. 26.)
 - Lévai Zsolt et al.: *A vasútvonalak átbocsátóképességének hatásai az áruszállítás versenyképességére és az országvédelemre*. In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III. Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022, 291–306. https://doi.org/10.36250/01059_00 (Letöltés időpontja: 2025. 12. 10.)
 - Major, Dennis – Townsend Jr., Calvin: *Solving Deployment Challenges Using a Systems Approach to Understand the Defense Transportation System*. Military Review, 2017. 09–10., 86–93. <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/September-October-2017/Major-Solving-Deployment-Challenges-Using-a-Systems-Approach/> (Letöltés időpontja: 2025. 10. 05.)

- Matenga, Alice. E. – Mpofu, Khumbulani: *Blockchain-based Product Lifecycle Management using Supply Chain Management for Railcar Remanufacturing*. Procedia CIRP, Vol. 116, 2023, 486–491. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.082> (Letöltés időpontja: 2025. 12. 10.)
- Medvediev, Levgen et al.: *A model for agribusiness supply chain risk management using fuzzy logic. Case study: Grain route from Ukraine to Poland*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Vol. 190, 2024/4., 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103691> (Letöltés időpontja: 2025. 10. 07.)
- Predescu, Simona Georgiana et al.: *Cybersecurity in the Railway Sector*. Romanian Cyber Security Journal, Vol. 4, 2022/2., 95–104. <https://doi.org/10.54851/v4i2y202210> (Letöltés időpontja: 2025. 10. 07.)
- Pursiainen, Christer: *Critical infrastructure resilience: A Nordic model in the making?* International Journal of Disaster Risk Reduction, Vol. 27, 2018. 03., 632–641. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.08.006> (Letöltés időpontja: 2025. 12. 10.)
- Sahal, Radhya et al.: *Blockchain-Empowered Digital Twins Collaboration: Smart Transportation Use Case*. Machines, Vol. 9, 2021/9., 1–33. <https://doi.org/10.3390/machines9090193> (Letöltés időpontja: 2025. 11. 10.)
- Shkurina, Lidia et al.: *Economic security management of the transportation process in the formation of competitive advantages of rail transport*. E3S Web of Conferences, Vol. 135, 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913502012> (Letöltés időpontja: 2025. 11. 10.)
- Starita, Stefano – Scaparra, Maria Paola: *Optimizing dynamic investment decisions for railway systems protection*. European Journal of Operational Research, Vol. 248, 2016/2., 543–557. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.07.025> (Letöltés időpontja: 2025. 10. 10.)
- Szyliowicz, Joseph – Zamparini, Luca: *Freight transport security and the robustness of global supply chains*. Transport Reviews, Vol. 42, 2022/6., 717–724. <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2127243> (Letöltés időpontja: 2025. 11. 10.)
- Tóth, Bence G.: *The effect of attacks on the railway network of Hungary*. Central European Journal of Operations Research, Vol. 29, 2021, 567–587. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10100-020-00684-8> (Letöltés időpontja: 2025. 09. 06.)
- Transportation & Logistics 2030 – Volume 4: Securing the supply chain. PwC, 2011, 6–49. https://www.pwc.com/gx/en/transportation-logistics/pdf/tl2030_vol.4_web.pdf (Letöltés időpontja: 2025. 08. 10.)
- Zemlin, Alexander et al.: *Problems of Ensuring Security of Transport Infrastructure Facilities*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/666/4/042002> (Letöltés időpontja: 2025. 11. 12.)