

Doktori (PhD) értekezés

Lévai Zsolt

- 2023 -

**NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
HADTUDOMÁNYI ÉS HONVÉDTISZTKÉPZŐ KAR
KATONAI MŰSZAKI DOKTORI ISKOLA**

Lévai Zsolt

**A vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú
felkészítésének innovatív módszerei**

Doktori (PhD) értekezés

**Témavezető: Prof. Dr. Horváth Attila ezredes, CSc
egyetemi tanár**

**Dr. habil. Tóth Bence, PhD
egyetemi docens**

Budapest, 2023

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	7
A téma aktualitása, kapcsolódása a katonai műszaki tudományokhoz	7
A tudományos probléma megfogalmazása	9
Társadalmi megközelítés.....	9
Közlekedési megközelítés.....	11
Védelmi-biztonsági megközelítés	11
A tudományos probléma kutatási megközelítése.....	12
A kutatási téma releváns szakirodalmi összefoglalója	14
Kutatási célok	16
Kutatási hipotézisek.....	18
Kutatási módszerek.....	18
Lehatárolások.....	19
Az értekezés felépítése	21
I. FEJEZET: A VASÚTI KÖZLEKEDÉS BIZTONSÁGÁNAK ÉS JELENKORI SZEREPÉNEK HATÁSA A VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉS FELADATAIRA.....	22
I.1 A vasútüzem közlekedési biztonsága	22
I.2 A vasúti közlekedés védelmi biztonsága	25
I.2.1 Létfontosságú rendszerelemek védelme	25
I.2.2 Nemzetközi kitekintés.....	27
I.2.3 Létfontosságú rendszerek védelme Magyarországon	30
I.3 A vasúti közlekedés szerepe a polgári és a katonai közlekedési rendszerekben	31
I.3.1 Polgári szerepkör	32
I.3.2 Katonai szerepkör	35
I.4 A vasúti szektor biztonságának és szerepének hatása a védelmi célú felkészítés feladataira	39

I.5	Részkövetkeztetések	43
II. FEJEZET: A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA KOMPLEX VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉSE		
		46
II.1	A védelmi célú felkészítés követelményrendszerének modellje	46
II.1.1	A követelménymodell szükségessége	46
II.1.2	A modell általános leírása	48
II.1.3	A modell alkotóelemei	49
II.2	A követelménymodell működési környezete	52
II.2.1	Jogszabályi keretek	52
II.2.2	Hatásterületek	54
II.3	A vasúti infrastruktúra elemei	55
II.3.1	A vasúti pálya és tartozékai	55
II.3.2	Biztosítóberendezések	58
II.3.3	A vasúti alaputasítások szabályrendszere	59
II.4	A vasúti infrastruktúra működőképességnek fenntarthatósága	64
II.4.1	A vasúti pálya ellenállóképessége	64
II.4.2	A biztosítóberendezések üzemének jelentősége	66
II.4.3	A forgalomlebonyolítás szerepe a működőképesség fenntartásában	67
II.4.4	A kapacitáselosztás rendszere	76
II.5	A helyettesíthetőség kérdése	78
II.5.1	A helyettesítő útvonalak meghatározása a védelmi követelmények figyelembe vételével	78
II.5.2	A kiemelt jelentőségű vasúti műtárgyakat tartalmazó vonalszakaszok helyettesíthetősége	80
II.5.3	A budapesti vasúthálózat helyettesíthetősége	85
II.5.4	A vasúti forgalom helyettesítése más közlekedési alágazatok bevonásával	88
II.6	A vasúti közlekedési alágazat sebezhetőségének vizsgálata	90
II.6.1	A vasúti infrastruktúra gyenge pontjai	90

II.6.2	A vasúti közlekedési rendszer terrorfenyegetettségének vizsgálata	93
II.7	A követelménymodell kimeneti elemei	94
II.7.1	A biztonságos vasúti közlekedési rendszer megteremthetősége	94
II.7.2	Az elérhető katonai és polgári mobilitás	95
II.7.3	A katonai és polgári mobilitás megteremtéséhez szükséges pályavasúti szolgáltatási színvonal	95
II.8	Részkövetkeztetések	97
III. FEJEZET: A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA-FEJLESZTÉS POLGÁRI-KATONAI MEGKÖZELÍTÉSE		
99		
III.1	A vasúti infrastruktúra-fejlesztés polgári irányai	100
III.2	Infrastruktúra-fejlesztés katonai oldalról.....	103
III.3	Az vasúti szállítás és a biztonság viszonya	106
III.3.1	Az eljutási idő fontossága	106
III.3.2	Az utasok biztonsági elvárásai	108
III.3.3	Interjúk közlekedési és védelmi-biztonsági szakemberekkel.....	110
III.4	A védelmi-biztonsági szervek és a vasúti közlekedés szereplőinek együttműködési lehetőségei, valamint azok hatása az infrastruktúra védelmi célú fejlesztésére	113
III.4.1	Együttműködés a védelmi igazgatásban	114
III.4.2	Együttműködés a vasúti határállomásokon	115
III.5	Szempontrendszer az infrastruktúra beruházások tervezésekor a polgári-katonai érdekek összhangjának megteremtéséhez	118
III.6	Részkövetkeztetések	122
IV. FEJEZET: A VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉS KOMPLEXITÁSÁT SZOLGÁLÓ INNOVATÍV VÉDELMI MEGOLDÁSOK		
125		
IV.1	A vasúti pálya fizikai védelme	125
IV.1.1	A pályához való hozzáférés megakadályozása	125
IV.1.2	A hidak és alagutak védelme.....	129

IV.1.3	A vágánygeometria szerepe.....	135
IV.1.4	A kitérőszerkezetek védelme	135
IV.1.5	Az útátjárók védelme	138
IV.1.6	A vasútállomások védelme.....	141
IV.1.7	Az állomások és kapcsolókeretek védelme.....	145
IV.1.8	A saját célú pályahálózat védelme	145
IV.1.9	A szabad úrszelvény biztosítása	145
IV.1.10	A vasúti határállomásokon alkalmazható védelmi megoldások.....	147
IV.1.11	A pálya védelme drónok felhasználásával	148
IV.2	Vasúti kibervédelem	156
IV.2.1	A vasúti forgalomlebonyolítás informatikai adatainak védelmi szempontú vizsgálata.....	157
IV.2.2	Információvédelmi lehetőségek	164
IV.2.3	Az okosszerződések szerepe a védelmi célú felkészítésben	173
IV.2.4	A kibervédelem erősítésének szükségessége	176
IV.3	Részkövetkeztetések.....	177
A kutatómunka összegzése.....		180
Összegzett következtetések		180
Új tudományos eredmények		184
A kutatás eredményeinek kiterjeszhetősége, további kutatási irányok		185
Ajánlások.....		186
Az értekezés eredményeinek polgári és katonai gyakorlati hasznosíthatósága.....		187
AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBÓL ÉS A HOZZÁ KAPCSOLHATÓ TERÜLETEKBŐL		
KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM		189
FELHASZNÁLT IRODALOM		195
FÜGGELÉK.....		217
Ábrajegyzék.....		217
Táblázatok jegyzéke		219

Rövidítések jegyzéke	220
MELLÉKLETEK	223
1. sz. Melléklet: Magyarország vasúti hálózata (2022)	224
2. sz. Melléklet: Az értekezésben felhasznált vasúti utasításponatok	225
3. sz. Melléklet: Tervezett katonai mobilitási hálózat – vasút.....	254
4. sz. Melléklet: Utaskikérdezési kérdőív és a kikérdezés eredményei.....	255
5. sz. Melléklet: Interjúalanyok a közlekedési szektorból.....	268
6. sz. Melléklet: Interjúalanyok a védelmi szektorból.....	269
7. sz. Melléklet: Mérési jegyzőkönyvek	270
8. sz. Melléklet: Drónfelvételek és 3D modellek	273
9. sz. Melléklet: Kohéziós táblázat	285

BEVEZETÉS

A technikai fejlődés a 21. század harmadik évtizedére eljutott oda, hogy a gazdaság működéséhez ellátási láncok sokasága kapcsolódik. Ezek a láncok biztosítják a termelés és fogyasztás folyamatosságát, így a mindennapi élet jelentősen függ a működésüktől, megszakadásuk az emberi életet veszélyeztetheti. Az ellátási láncok működésének az alapját az infrastruktúra-hálózatok adják. A működést biztosító humán erőforrás, energia, alapanyagok, információk, illetve az egyes félkész- és késztermékek eljuttatása a felhasználóhoz a különböző infrastruktúrák igénybevételével történik. Miután az előbb felsoroltak majdnem minden tevékenységhez szükségesek, az egyes infrastruktúra elemek összekapcsolódtak, sőt a különböző infrastruktúrák működéséhez is elengedhetlenné vált egy másik infrastruktúra elemeinek használata.

Az egyes infrastruktúrák kiterjedtségük miatt sérülékenyek, amelyet tovább növel az egymástól való függés is. Az egyik infrastruktúra zavara kihathat a másik infrastruktúrára és az ezeket használó ellátási láncokra, illetve ez a hatás tovább gyűrűzhet az élet más területeire is. Miután az infrastruktúrák működése az előbbieket miatt kiemelten fontossá vált a 21. századra, ezért az egyes országok és társadalmak alapvető érdeke, hogy biztosítani tudják az infrastruktúrák zavartalan üzemét. Ennek egyik módja az infrastruktúrák védelme és felkészítése a zavarok és sérülések ellen. A védelemmel azonban nem csak magukat az infrastruktúrákat óvjuk meg, hanem az ország működőképességét, polgárait és gazdaságát is.

A TÉMA AKTUALITÁSA, KAPCSOLÓDÁSA A KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYOKHOZ

Globalizált világunkban a haderő működése is megfelel a nemzetközi folyamatoknak: teljesítménye függ az ellátási láncok működésétől, amelyben az egyes eszközök, termékek és szolgáltatások előállnak és a fogyasztóhoz, felhasználóhoz eljutnak. Az ellátási láncok egyik alkotóeleme a szállítási lánc (közlekedés), amely biztosítja az ellátási láncok működésekor felmerülő helyváltoztatási igények kielégítését. Ebből a gondolatmenetből kiindulva kijelenthető, hogy a közlekedés a haderő felvonulása és utánpótlása miatt nélkülözhetetlen az anyagi készletek utánszállítása érdekében, amely esetenként történhet a gyártótól a felhasználóig is. Ugyanakkor maga a közlekedési rendszer más katonai célokat is szolgál. Például a védelmi képesség kialakítását jelentősen befolyásolhatja az ország közlekedési rendszerének fejlettsége [1], a szükséges mozgatási-szállítási feladatok lebonyolításához igénybe vehető közlekedési infrastruktúra révén. A haderő működését tehát a közlekedési rendszer támogatja, és mint ilyen, a katonai logisztikai támogatás részének tekinthető.

A védelmi ipar egyik feladata a haderő működési biztonságának megteremtése, amely magában foglalja a katonai közlekedési rendszerek működőképességének biztosítását is. A működőképesség fenntartása olyan módszerek kidolgozását és alkalmazását jelenti, amellyel a rendszer létfontosságú elemei megvédhetők az esetleges támadásoktól, illetve a sérült rendszerelemek megfelelő módon helyettesíthetők azok teljeskörű helyreállításáig. Az ilyen, létfontosságú rendszerelemek, másnéven kritikus infrastruktúrák védelmének megszervezése a védelmi ipar, a legújabb védelmi módszerek kidolgozása pedig a védelmi innováció feladata.

A védelemnek minden közlekedési ágra ki kell terjednie, mert a haderő mindegyik közlekedési módot alkalmazza a mozgatási-szállítási feladatok lebonyolítására, ugyanakkor saját tulajdonú pályával csak kevéssel rendelkezik. Ezért általánosságban kimondható, hogy a katonai közlekedési igényeket ugyanaz az infrastruktúra szolgálja ki, mint a polgári igényeket. Ebből a szempontból a katonai közlekedési infrastruktúra biztonságára vonatkozó védelmi innovációs kutatások egyben a polgári közlekedési rendszerek védelmét is jelentik.

Doktori kutatásaim az egyik leginkább fejlődőképes és a mai kor kihívásainak megfelelni tudó alágazat, a vasúti közlekedési rendszer védelmének legújabb védelmi irányulnak. A vasút katonai szerepét Christian Wolmar cikkében példákkal bizonyította, amelyekből itt azt emelném ki, hogy egy egyvágányú vasútvonal megfelelő üzemeltetés mellett egy 200 000 fős haderő ellátására is képes [2]. A hangsúly a megfelelő üzemeltetésen van: a rendszernek képesnek kell lennie az ellátás biztosítására, amelyhez elengedhetetlen a megfelelő védelem kialakítása. Értelmezésem szerint a védelem kialakítása az üzemeltetés vizsgálatával kezdődik, és ez alapján lehet a védelmi módszereket meghatározni. A vasút tekintetében a rendszer bonyolultsága miatt már maga az üzemeltetés elemzése is kihívások elé állítja a kutatókat, ugyanakkor értekezésem elkészítéséhez közel 30 éves vasúti szakmai tapasztalatomra támaszkodhatom.

A kutatás egyszerre tekinthető védelmi innovációnak és közlekedésfejlesztésnek, mert fontos szempontnak tartom, hogy a védelmi fejlesztés mellett az alágazat versenyképessége ne sérüljön, sőt inkább a biztonság fokozása révén növekedjen.

A kutatás aktualitását a vasúti közlekedési alágazat igénybevételének erősödése és ezáltal egyre inkább előtérbe kerülése, a 2014-ben kezdődő, az egész világra kiható problémáknak a globális ellátási láncok sérülékenységére rámutató hatásai (például a SARS-CoV-2 járvány) [3], illetve az Európában ismét fellángoló fegyveres konfliktusok adják (orosz – ukrán háború).

A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A közlekedési rendszerek sérülékenységéből adódó problémákat meglátásom szerint több oldalról is szükséges vizsgálni, annak érdekében, hogy komplex megoldásokat találjunk a védelmi célú felkészítésben. Ezért a tudományos problémát társadalmi, közlekedési és védelmi-biztonsági oldalról is megközelítem a probléma pontos meghatározása érdekében.

Társadalmi megközelítés

A tudományos problémát társadalmi oldalról több szempontból is megvilágíthatjuk.

A közlekedési rendszerek zavara vagy sérülése a rendszer kiterjedtsége miatt fennakadásokat okozhat a mindennapi életben. Különösen igaz ez a szándékos emberi cselekedetekre. A terrorizmus napjaink egyik olyan kockázati tényezője, amely ellen nehéz védekezni, mert nem nyíltszíni hadviselés, hanem célpontjai leginkább polgári létesítmények és civilek. A közlekedési – és ezen belül a vasúti – infrastruktúra nagy kiterjedése okán úgynevezett „puha” célpontnak számít [4], vagyis a terroristák számára könnyen elérhető. A nagy kiterjedés miatt a védelem megszervezése nehéz, az nem is terjeszthető ki az infrastruktúra egészére, illetve ilyen esetben a védelem költségei irreálisan magasak lehetnek. Ezért szükséges beazonosítani azokat az elemeket, amelyek védelmét teljes körűen meg kell szervezni annak érdekében, hogy a rendszerben ne lehessen jelentős működési zavarokat okozni, illetve az esetlegesen bekövetkező támadás után a főbb viszonylatok személy- és teherforgalmát le tudják vezetni. Ugyanakkor az utóbbi időben a vasúti szektor elleni terrortámadások száma csökkenő tendenciát mutat.

A közlekedési rendszerek sérüléseinek következtében keletkező társadalmi veszteségek még nagyobbak lehetnek: a bekövetkező termelés kiesés, az emberek félelme a közlekedéstől (bezárkózása) a gazdaság leépüléséhez vezet, amely tovább rontja a társadalom helyzetét. Ennek elkerüléséhez szükséges olyan védelmi rendszer kialakítása, amely képes meggátolni vagy legalább csökkenteni a közlekedési rendszert elérő negatív hatásokat.

A közlekedés alapvetően környezetszennyező tevékenység. Az üzemanyagok felhasználásakor keletkező károsanyagok magas szintű kibocsátása napjaink klímavész helyzetének egyik sarkalatos pontja. Bolygónk élhetőségének javítási szükségességére már a politikai döntéshozók is felfigyeltek, ezért előtérbe került a környezetbarát közlekedési módok használatának támogatása. A vasút (különösképpen a villamos vontatás) jelentősen környezetbarátabbnak mondható a közúti és légi közlekedésnél, így a jövőben a szektor szerepének erősödése várható, amit alátámaszt az Európai Unió (a

továbbiakban: EU) közlekedéspolitikai stratégiája¹ és az európai vasúttársaságok abból eredeztethető „30 by 2030”² kampánya is.

A klímaváltozás következtében fellépő egyre szélsőségesebb időjárás, illetve más veszélyhelyzetek (például járványok) próbára teszik a kritikus infrastruktúrák³ ellenállóképességét, ugyanakkor szükséges, hogy a közlekedési rendszerek ilyen körülmények között is képesek legyenek ellátni feladataikat annak érdekében, hogy az ország élete ne bénuljon meg. Ennek feltétele az egyes hálózatok robusztussága.

A vasúti közlekedés népszerűsége az utóbbi időben ismét növekedésnek indult [5]. Köszönhető ez a technikai fejlődésnek, amely biztosítja az alágazat gyorsaságát és kényelmét, valamint az egyre inkább előtérbe kerülő környezettudatosságnak is. A villamos vasúti közlekedés fajlagosan az egyik legkörnyezetbarátabb szállítási módnak mondható. A vontatáshoz szükséges energia előállítása történhet környezetbarát módon (például szélerőművekkel), és károsanyagkibocsátás ez esetben minimálisnak mondható. Mindezek megalapozzák azt a *közlekedéspolitikai törekvést*, hogy a vasúti részarány nagyobb legyen az európai szállítási piacon [4]. Éppen ezért a vasúti infrastruktúra minden tekintetben felértékelődik a jövőben és nagyobb szerepet fog betölteni az ellátási láncok működtetésében. Ennek következtében az infrastruktúra védelme is nagyobb jelentőségű lesz, hiszen a rendszer sérülése jelentősebben béníthatja egy országot, vagy akár egy kontinens életét.

Közlekedésbiztonsági szempontból a vasút az egyik legbiztonságosabb közlekedési mód. Az alágazatban nagyságrenddel kevesebb baleset következik be, mint a közúti közlekedésben [6], ugyanakkor a nagy tömegeből és sebességből fakadó erőhatások miatt a bekövetkező balesetek súlyosabbak lehetnek. A gyakran halálos kimenetelű szerencsétlenségek, akárcsak a terrortámadások, csökkentik az alágazatba vetett bizalmat.

Társadalmi szempontból az említett problémák kockázatainak csökkentése érdekében szükséges a vasúti szektor biztonságát növelni, hiszen az alágazatban bekövetkező jelentős zavarok következményei miatt kieső szolgáltatás negatív társadalmi-környezeti folyamatokat eredményez.

¹ Elérhető: <https://kozlekedesbiztonsag.kti.hu/az-europai-unio-hatalyos-kozlekedespolitikai-strategiaja/>

² Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER): 30 by 2030 – how rail freight achieves its goals (Joint Position Paper), Brussels, 2020, https://www.railfreightforward.eu/sites/default/files/downloadcenter/rff_cer_position_paper.pdf

³ Jogsabályi elnevezése: létfontosságú rendszerelem. Az értekezésben a két fogalmat azonos értelemben használom.

Közlekedési megközelítés

A közlekedési hálózatok nagy kiterjedésük miatt egy ország, és akár egy földrész fő ütőereinek tekinthetők. E megállapítás teljes mértékben igaz a vasúti közlekedésre is. A kontinens nagy részén alkalmazott normál nyomtávolság (1435 mm) lehetővé teszi a vasúti szerelvények közlekedését Angliától Görögorszáig, illetve a Földközi-tengertől az Északi-tengerig. A mesterséges akadályok (például eltérő nyomtáv, eltérő vontatási feszültség) a mai kor műszaki megoldásaival (például nyomtáv váltós vasúti kocsikkal, többáramnemű vontatójárművekkel) már könnyen leküzdhetők, így helytálló azt kijelenteni, hogy a vasúti közlekedés, mint személy- és áruszállítási mód, meghatározó szerepet játszik Európa gazdaságában.

Amennyiben a rendszer sérül, a szállítási folyamat megakad, így a helyváltatások nem bonyolíthatók le a tervezett módon. Mindez a szállítási piac felborulásához vezethet. A vasúti közlekedés kiváltása más alágazatok bevonásával lehetséges, ugyanakkor ez a többi közlekedési mód zsúfoltságához vezethet mind a személyszállításban, mind pedig az áru fuvarozásban. Az így kialakuló túlterhelés jelentős károkat okozhat a világgazdaságban, mint az látható volt a Szezei-csatornán elakadt teherszállító hajó okozta forgalmi fennakadáskor is [7]. Szükséges ezért a vasúti infrastruktúra védelme, hogy a közlekedés és ezáltal a gazdaság fenntartható legyen.

Védelmi-biztonsági megközelítés

Kádár Pál cikkében rávilágít arra, hogy a 2021-22-es jogszabályváltozások lehetővé teszik Magyarország védelmi-biztonsági rendszerének korszerűsítését [8]. Véleménye szerint a szakemberek felelőssége, hogy a biztonságot fenyegető kihívásokra megfelelő válaszokat adjanak. Ezek jellemzően katonai megközelítést is igényelnek.

A Kőszegvári Tibor által javasolt és a Magyar Hadtudományi Társaság által elfogadott definíció [9] szerint a hadtudomány – többek között – a biztonságot fenyegető veszélyek ellen alkalmazott katonai eszközök sikerét meghatározó elméleti tételek ismeretrendszere. Forgács Balázs könyvében leírja, hogy a logisztikát a hadtudomány elválaszthatatlan részének tekintik [10]. Ahogy fejlődött a hadtudomány, úgy változott a katonai logisztika fogalma és feladatainak tartalma is. A NATO⁴ definíciója szerint a logisztika a haderő mozgásának és fenntartásának tervezésével és végrehajtásával foglalkozó tudomány [11].

⁴ North Atlantic Treaty Organization – Észak-Atlanti Szerződés Szervezete

A haderő támogatási alrendszereként a katonai logisztikai támogatás feladata a katonai szervezetek anyagi, közlekedési és elhelyezési szükségleteinek kielégítése [12a]. A mozgások és szállítások lebonyolítása a közlekedési támogatás feladata. Ennek keretében történik meg a közlekedési alágazatok igénybevétele, így természetesen a vasúti hálózaté is. Miután **a haderő nem rendelkezik országos szintű saját pályahálózattal** (helyi szinten ez lehetséges az úgynevezett saját célú pályahálózat segítségével), **ezért a polgári célú pályákon történik a katonai mozgatási-szállítási feladatok vasúti lebonyolítása.**

A 21. század hibrid hadviselési módszere miatt megváltozott biztonsági környezetre a NATO-nak is reagálni kellett. A 2002-ben Prágában tartott csúcsertekezleten elfogadott úgynevezett „prágai kapacitások” a NATO erők gyors telepítését és a mozgékonyság fenntartását erősítette meg az RSOM⁵ műveletekben [1]. A Krím-félsziget 2014-es annektálását követően, majd 2022. február 24-e óta a NATO területe, mint lehetséges hadszíntér felértékelődött. Emiatt a szervezet jelenleg is kiemelt figyelmet fordít a közlekedési alágazatok fejlesztésére és használhatóságára, amelynek része a vasúthálózat is. Magyarország földrajzi fekvése miatt az RSOM feladatok végrehajtásához kijelölhető helyszínek kiválasztásának egyik feltétele a jó vasúti megközelíthetőség, valamint a vasúti rakodási infrastruktúra megléte.

Fentiek miatt a vasúti közlekedési alágazatot tehát a katonai közlekedési rendszer részének tekinthetjük, azaz a polgári hálózatok védelme egyben a katonai közlekedési rendszer védelmét is jelenti, illetve a polgári rendszerek problémái katonai (biztonsági és védelmi) problémaként is értelmezhetők.

A tudományos probléma kutatási megközelítése

A közlekedési ágazat, és ezen belül is a vasúti alágazat működőképességének biztosítása tehát az előbb meghatározottak szerint társadalmi, közlekedési és védelmi-biztonsági érdek, amelybe beletartozik a védelmi képesség megerősítése és a veszélyhelyzetekre való felkészülés.

Általánosságban is elmondható, hogy a közlekedési rendszerek polgári-katonai használatához szükséges azok olyan szintű védelmi felkészítése, amely mind normál állapotban, mind pedig különleges jogrend bevezetésekor képes a rendszerek használatát, vagy a működőképesség megakadásakor a helyreállítását és helyettesítését biztosítani. **A közlekedési hálózatok rendelkezésre állása ugyanis, mint a logisztikai támogatási folyamatok kielégítésének eszköze, elengedhetetlen egy ország védelme vagy egy válságreagálás szempontjából.**

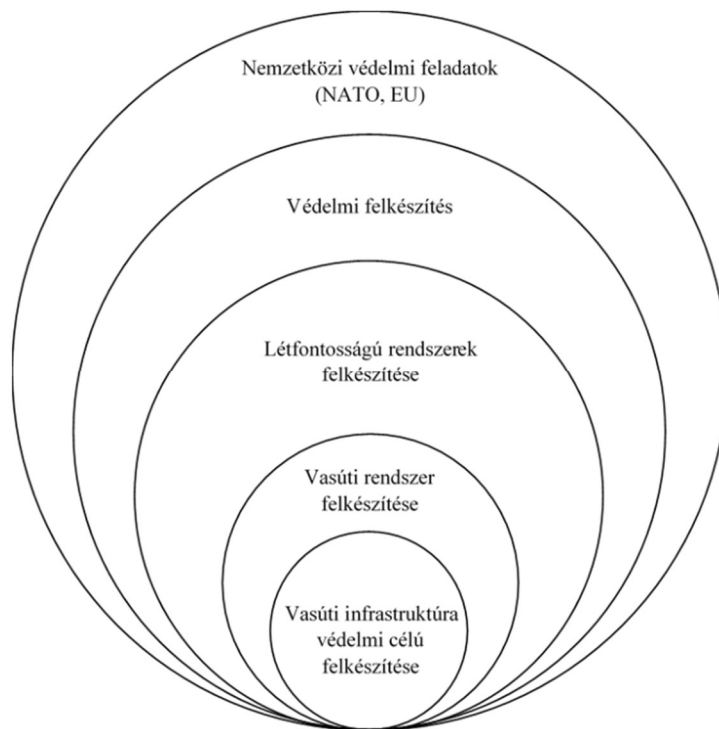
⁵ Reception, Staging, Onward Movement – fogadás, állomásoztatás, előre mozgatás műveletei

Fentiek miatt a közlekedési rendszerek, ezen belül is a vasúti alágazat védelmi célú felkészítésének tudományos vizsgálatát Magyarországon is relevánsnak tartom, mert hazánk:

- az Európai Unió tagja;
- NATO tagország;
- szerepet vállal a nemzetközi békefenntartásban;
- a Nyugat-Európába vezető egyik migránsútvonalon fekszik;
- nemzetközi jelentőségű áru- és személyszállítási folyosók átmenő országa;

és mint ilyen, különösen fontos, hogy létfontosságú rendszerei megfelelően védettek és felkészítettek legyenek, ezáltal stabilan működjenek. Tóth Péter 2007-ben írt tanulmányában kiemeli, hogy a terrorizmusra adható egyik adekvát válasz **az állam stabilitása** [13], amelybe beleértendő mindaz, amit az állam működtet, így a közlekedési rendszer is.

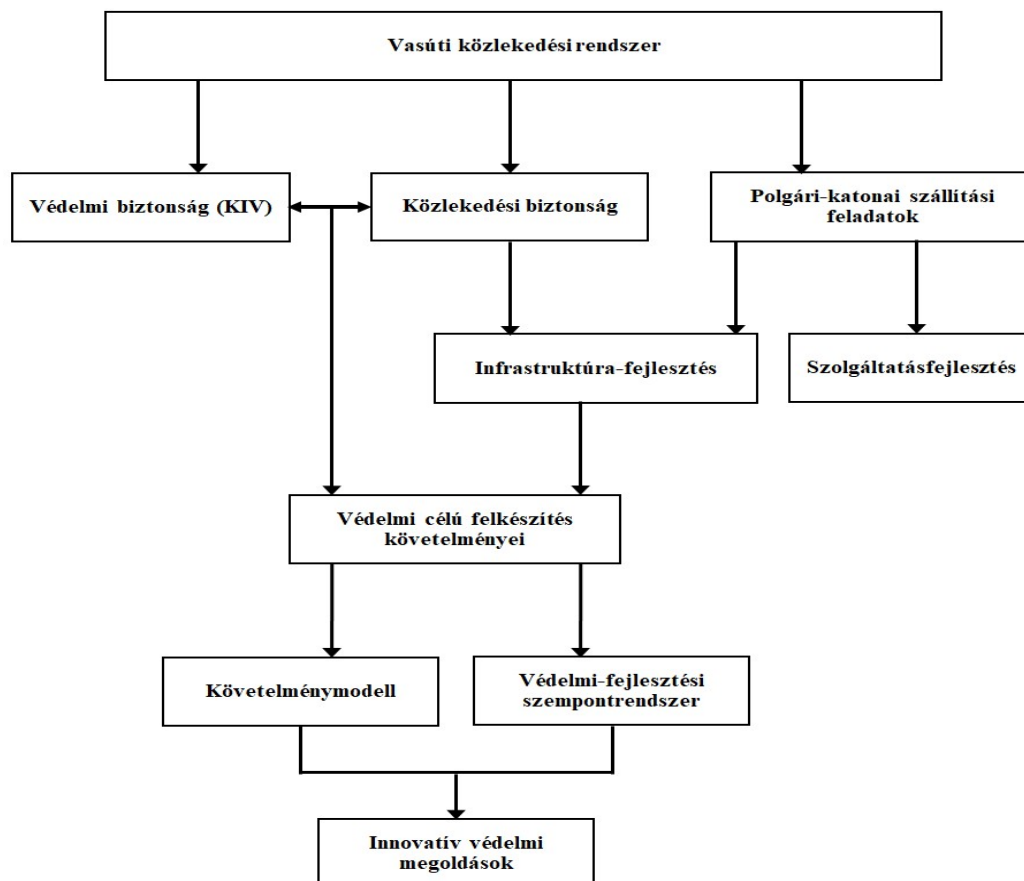
Védelmi-biztonsági szempontból is hasonló következtetésre juthatunk, amennyiben végig követjük az 1. ábra hagyma szerkezetét. Az egyes héjakat lebontva juthatunk el a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésének szükségességéhez. **A hagyma héjait** a 2021. évi XCIII. törvénynek [14] (a továbbiakban Vbö.) és az 1508/2022. (X. 21.) Korm. határozatnak [15] **a nemzeti ellenálló képesség elérése érdekében** előírt rendelkezései alapján **határoztam meg.**



1. ábra: A kutatási terület elhelyezkedése a védelmi felkészítés célrendszerében
forrás: saját szerkesztés

A stabil működés biztosításához szükséges, hogy a közlekedési rendszert mind katonai, mind pedig polgári oldalról is felkészítsük az esetleges létfontosságú rendszeresemények kiesése okozta aktuális szállítási problémák megoldására. A védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról szóló törvény is kimondja, hogy **Magyarország védelmének és biztonságának hatékonysága a védelmi és biztonsági képességek, valamint az azokkal összefüggő tudományos ismeretek folyamatos fejlesztésén alapul** [14].

Doktori kutatásaimmal ezekre a problémákra kívántam választ adni: olyan korszerű védelmi módszereket és műszaki megoldásokat vizsgálok és keresek a vasúti közlekedés területén, amelyek kielégítik a védelmi célú felkészítési követelményeket, ugyanakkor nem hatnak ellentétes irányban a szolgáltatásfejlesztési célok megvalósításával, megfelelnek a közlekedési támogatás támasztotta igényeknek és elősegítik a környezetbarát közlekedés előre törését. A kutatás részterületei közötti összefüggéseket a 2. ábra mutatja.



2. ábra: A kutatási részterületek közötti összefüggések
forrás: saját szerkesztés

A KUTATÁSI TÉMA RELEVÁNS SZAKIRODALOMI ÖSSZEFOGLALÓJA

A létfontosságú rendszerek védelmének kérdéseivel a téma nagysága és jelentősége miatt tudományos kutatóintézetek és kormányzati szervezetek is foglalkoznak, így a

rendelkezésre álló szakirodalom nagyon bő. A szakirodalom feldolgozásakor megállapítottam, hogy a kritikus infrastruktúrák tervezésének kérdéseivel foglalkozó kutatások zömmel a kritikus elemek, illetve az azokat tartalmazó rendszerek védelmére, azok robusztusságának növelésére összpontosítanak, illetve vizsgálják az ilyen szempontok belső összefüggéseit [16], [17]. Egyelőre kevés kutatás foglalkozik a védelmi szint növelésének a funkcionalitásra gyakorolt hatásával. Ebbe a körbe tartozik az a cseh tanulmány, amelyben a szerzők a zavartűrő képességnek egy olyan indikátorát mutatják be, ami figyelembe veszi azt is, hogy mi az ellenállóképesség növelésével együtt járó funkcióvesztés elfogadhatóságának határa [18]. A kidolgozott matematikai modell alkalmazását a Cseh Köztársaság egy kiválasztott térségének kritikus elemein mutatják be. Egy másik tanulmány a fontossági index segítségével határozza meg egyes kritikus infrastruktúra elemek súlyát és ezáltal védelmi szükségességét [19].

A magyarországi nemzetgazdaság különleges jogrendi időszak teljesítőképességének kiemelt jelentőségére Medveczky Mihály 2004-ben írt doktori értekezésében már felhívja a figyelmet [20]. Az erre reagáló védelmi-biztonsági fejlesztések egyik feltételként Taksás Balázs a biztonsági kihívásokat határozza meg [21], amelyekre értelmezésem szerint a védelmi célú felkészítésnek kell választ adnia. A **közlekedési rendszerek védelmi célú felkészítésének megfelelő időközönkénti végiggondolását** a Tóth – Helmeczy szerzőpáros cikke alapján tartom szükségesnek, ugyanis álláspontjuk szerint az egyes természeti hatások és (katonai) műveletek hatásait együttesen és egyidejűleg kell vizsgálni [22]. Ezek a hatások változnak az idők folyamán, így a bizonyos időnkénti felülvizsgálat szükségszerű. E megállapítás összecseng Padányi József gondolataival, aki szerint **egyetlen területen sem megengedett az elért biztonsági szint csökkenése, és csak a folyamatos beavatkozás, a helyzet változására adott gyors és határozott válasz tudja garantálni a biztonság fenntarthatóságát** [23]. A vasúti közlekedési alágazattal kapcsolatos utolsó átfogó felülvizsgálatot Szászi Gábor végezte el doktori értekezésében, 2013-ban [24]. A további hazai kutatók: *Horváth Attila, Tóth Bence*, illetve *Kovács László* és *Haig Zsolt* (kibervédelem) munkáit az egyes vizsgálatoknál hivatkozom meg.

További tudományos kutatások a közlekedési rendszert a kritikus infrastruktúrák részének tekintve foglalkoznak a védelmi lehetőségekkel. Ezek közé tartozik például a vasúti mentőegységek elhelyezésére vonatkozó, elmosódó halmazok logikai megközelítésével (fuzzy-logic) kombinált modell [25], vagy éppen a személyközlekedés sajátosságait figyelembe vevő, a hálózat robusztusságát és ellenállóképességét meghatározó modell [26]. Amerikai szerzők könyvükben jól körüljárják a témát, ugyanakkor a vasúti infrastruktúra védelmének komplexitását csak együttműködésként határozzák meg [27]. A legtöbb kutatás és tanulmány,

többek között a delft-i egyetem kutatásai, hasonló irányultság mellett vizsgálják a közlekedési hálózatok ellenállóképességét, ugyanakkor nem határoznak meg olyan védelmi célú szempontrendszert, amely elősegíti *a fegyveres erők hatékony és gyors, határokon átnyúló mozgathatóságának fenntarthatóságát*. Az Európai Parlament kutatási jelentése is kimondja, hogy az *előzőekben* definiált **katonai mobilitás megteremtésének egyik módja az infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítésében rejlő lehetőségek feltárása** [28].

A légi közlekedésben már felismerték, hogy az infrastruktúra területen megteremtett polgári-katonai interoperabilitás lehetővé teszi a polgári légi közlekedés fejlődéséhez szükséges kapacitásnövekedést és biztonsági fejlesztéseket [29].

Az autópályafejlesztések kapcsán a kutatók rávilágítottak arra, hogy a tervezéskor figyelembe vett kritikus eljutási kapcsolatok többszintű kiszolgálása a közúti közlekedési rendszer robusztusságát nagymértékben megnöveli [30].

A belvízi hajózás működőképességének stabilitását segítheti elő, amennyiben a rendszer robusztusságát a vízlépcsők átbocsátóképességének emelésével, vagyis a zsilipek, mint vízi közlekedési infrastruktúrák bővítésével növeljük [31].

A vasúti alágazatban fellelhetők olyan kutatási eredmények, amelyek kimondják, hogy a vasúti infrastruktúrának mind a polgári, mind pedig a katonai szállítási és műszaki igényeknek meg kell felelnie [32], ugyanakkor ennek elérési módjáról nem találhatók tudományos publikációk, ezáltal **a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésének közlekedésfejlesztéssel összefüggő módszerei még feltáratlan kutatási területként értelmezhetők, amelyek megerősítik a tudományos probléma meglétét**.

A vizsgálatok lefolytatáshoz szükséges további releváns hazai és nemzetközi szakirodalmakra az egyes fejezetekben külön-külön hivatkozom.

KUTATÁSI CÉLOK

A kutatás alapvető célja, hogy a vasúti infrastruktúra közlekedésfejlesztéssel összefüggő védelmi és biztonsági célú felkészítésének módszereire innovatív megoldásokat adjon úgy, hogy elősegítsék a katonai és polgári mobilitás megteremtését és ne legyenek ellentétes irányúak a vasúti versenyképesség növelését célzó infrastruktúra-fejlesztési érdekekkel. Kutatásom tehát a védelmi-biztonsági igényekkel kapcsolatos kutatások és a közlekedésfejlesztési kutatások összhangjának kidolgozását jelenti. A végső cél egy biztonságos, ugyanakkor attraktív közlekedési alágazat kialakítása, amely megfelelően szolgálja mind a polgári, mind pedig a katonai érdekeket. Ebből következik, hogy kutatásaim

két területre irányulnak: egyrészt kiterjednek a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésére, másrészt vizsgálják a közlekedésfejlesztés polgári-katonai megközelítésén keresztül a fejlesztési és védelmi érdekek összhangjának megteremtési lehetőségeit.

A védelmi célú felkészítés alapvetően a vasúti közlekedés működőképességének fenntartására irányul minden olyan tevékenységgel és hatással szemben, amely az infrastruktúra sérülését és zavarát eredményezheti és ezáltal a vasúti közlekedést lehetetleníti el.

A közlekedésfejlesztési beruházások a szolgáltatási színvonal növelésére, elsősorban az eljutási idő csökkentésére irányulnak, fő céljuk a vasúti versenyképesség növelése a szolgáltatás gyorsításával. Vizsgálandó terület tehát, hogy hogyan lehet a védelmi célú felkészítéssel a katonai mobilitás biztonságát megteremtő és a vasúti versenyképesség fokozására irányuló, egyes területeken ellentétesen keletkező érdekeket összhangba hozni. Ez azt jelenti, hogy olyan védelmi módszereket kell alkalmazni, amelyek nem növelik meg aránytalanul az eljutási időt, összevetve a megnövekedett biztonság vonzerejével.

Fentiek elérése érdekében az alábbi kutatási részcélokat tűztem ki:

- feltárni a vasúti közlekedési alágazat közlekedési és védelmi biztonságának összefüggéseit;
- meghatározni a vasúti közlekedés jelenkori helyét a polgári közlekedés és a közlekedési támogatás rendszereiben;
- meghatározni a védelmi célú felkészítés követelményeit és feladatait, illetve az ezzel elérendő célokat;
- meghatározni a vasúti alágazatot igénybe vevők biztonsággal kapcsolatos elvárásait;
- meghatározni az iparági szereplők és a hatóságok együttműködési lehetőségeit a nagyobb biztonság elérhetősége érdekében;
- kidolgozni a tervezett vasúti (kritikus) infrastruktúraberuházások polgári-katonai megközelítésén alapuló, a fejlesztési és védelmi érdekek összhangját biztosító eljárásrendet;
- fentiek alapján meghatározni a védelmi célú felkészítés és a közlekedésfejlesztés összhangját biztosító innovatív védelmi megoldásokat és módszereket;
- meghatározni az informatikai védelmi eszközök védelmi célú felkészítésben elérhető hatásosságát.

KUTATÁSI HIPOTÉZISEK

A kutatási téma feldolgozásának eredményeként az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

- H1: a vasúti közlekedési alágazat biztonsági szintje és jelenkori szerepe meghatározó jelentőségű az infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítésében rejlő lehetőségek kiaknázásban, ezen keresztül pedig a létfontosságú rendszerelemek védelmének részeként meghatározott védelmi célú felkészítés feladatainak meghatározásában;
- H2: a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítése akkor tekinthető eredményesnek, ha az alágazat komplex rendszerként képes reagálni a bekövetkező rendkívüli eseményekre, amelynek eredményeképpen egy biztonságos vasúti közlekedési rendszeren és a pályavasúti szolgáltatások megfelelően magas színvonala mellett megvalósítható a polgári és a katonai mobilitás;
- H3: a vasúti közlekedési alágazat versenyképessége és ezáltal a szállítási láncokban betöltött szerepének növelése csak akkor tartható fenn, ha a szükséges védelmi intézkedések nem ellentétes irányúak az infrastruktúra-fejlesztési tervekkel, és a két érdek összhangja megteremthető;
- H4: a fizikai védelmi megoldások mellett a legújabb kibervédelmi megoldások hatásosak és ezért szükségesek az emberi ellenőrző szerep gépi kiváltásához, ezáltal a vasúti infrastruktúra jelenkori védelmi célú felkészítési feladatának magasabb szintű ellátásához.

KUTATÁSI MÓDSZEREK

A szektor közlekedési és védelmi biztonsági kapcsolatának meghatározásához megalkotok egy értékelési mutatószámot, védelmi felkészítésének vizsgálatához modellalkotás révén felállítok egy követelményrendszert, amelynek felhasználásával vizsgálom az infrastruktúra működőképességének fenntarthatóságát, helyettesíthetőségét és sebezhetőségét. A vasúti infrastruktúra fejlesztési irányait vizsgálva, valamint az egyes igénybe vevők biztonsággal kapcsolatos igényeit felmérve kidolgozom az iparági szereplők és a védelmi-biztonsági tevékenységet ellátó szervek közötti együttműködési lehetőségeket, továbbá a vasúti infrastruktúra beruházások védelmi tervezéséhez használható, polgári-katonai megközelítésen alapuló szempontrendszert. Analitikus módszerrel határozom meg az alágazat jelenlegi helyzetét és kapcsolódását a katonai közlekedési támogatás rendszeréhez. Részleteiben az alábbi kutatási módszereket alkalmaztam:

- irodalomfeldolgozás: a releváns szakirodalom feltárásához;
- modellalkotás: a vasúti közlekedési alágazatban a védelmi célú felkészítés követelménymodelljének megalkotásához;
- empirikus kutatás: kérdőíves kikérdezés a vasúti ügyfelek biztonsági elvárásairól; interjúk védelmi, katonai és közlekedési szakemberekkel, a lehetséges védelmi igények, együttműködési lehetőségek meghatározásához, valamint a tervezett vasúti (kritikus) infrastruktúra-fejlesztéseknél a megfelelő védelem kialakíthatósága érdekében felállítandó szempontrendszer kidolgozásához; drónfelvételek készítése és elemzése a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésében betölthető szerep igazolására;
- analízis: a vasúti infrastruktúra elemeinek sérülésekkel és zavarokkal szembeni védelmi lehetőségeinek kutatására, a vasúti szektor jelenkori helyzetének és katonai közlekedési támogatás rendszeréhez való kapcsolódásának meghatározásához, a közlekedési és védelmi biztonság kapcsolatának matematikai leképezéséhez, valamint a vasúti közlekedési alágazat sérülékenységének vizsgálatához.

LEHATÁROLÁSOK

A tudományos probléma megfogalmazása alapján a vasúti közlekedés védelmi felkészítése magában foglalja:

- a vasúti infrastruktúra védelmét;
- a vasúti pályákon haladó vonatok védelmét (személy- és tehervonatok egyaránt);
- a vonatokkal közvetlenül kapcsolatba kerülő személyek (utasok és szolgálatot teljesítők) védelmét.

Megítélésem szerint **az infrastrukturális szakterület vizsgálata megfelelő alapot ad a másik két terület védelméhez**, ugyanis a vonatközlekedés és ezáltal a vasúti személy- és áruszállítás nem értelmezhető infrastruktúra nélkül, **így az a legfontosabb kutatási területnek tekinthető**. Ezért kutatásaimat – terjedelmi és formai okokból is – a vasúti infrastruktúra védelmi felkészítésére szűkítem le. Kutatási céljaimat, hipotéziseimet és módszereimet is ennek figyelembevételével határoztam meg.

A vasúti infrastruktúra vizsgálatát csak a nagyvasútra végzem el, vagyis nem vizsgálom a városi vasutakat (sem a felszíni, sem pedig a földalatti vasutakat), valamint a keskeny és széles nyomközű hálózatot. A kutatás területe a magyarországi vasúti hálózat (1. sz. melléklet) és

szabályozási környezet⁶. A vasúti közlekedés területén meglévő nemzeti sajátosságok miatt más országok vasúti rendszereinek vizsgálata a jelentősen eltérő műszaki és biztonsági megoldások miatt nem releváns. Az informatikai területen az európai egységesítési törekvéseket figyelembe veszem.

A kutatási terület lehatárolásához tartozik az infrastruktúra definiálása. Georg Hermesnek, a frankfurti Goethe Egyetem jogászprofesszorának 1998-ban megjelent publikációja szerint a közlekedési infrastruktúra elemei olyan hosszú élettartamú, földhöz kötött létesítmények, amelyek a mobilitás kielégítéséhez járulnak hozzá [33]. Munkácsy András ezt tovább konkretizálja a forgalom lebonyolítására szolgáló és azt kiegészítő létesítményekre, valamint műszaki berendezésekre (például jelzők) [34]. Erdősi Ferenc a közlekedés anyagi infrastruktúrájához sorolja a pályákat és a közlekedési szolgáltatások közé a pályák működtetését [35], amit megerősít az amerikai felfogás is, miszerint az infrastruktúra a létesítmények és azok szolgáltatásainak összessége, amelyek a nemzet védelmének, az erős gazdaságnak, valamint a polgárok egészségének és biztonságának zálogát képezik [36].

Katonai szempontból az infrastruktúra a haderő támogatására és irányítására szolgáló valamennyi helyhez kötött és állandó létesítmény, illetve szerkezet [8].

Fentieket a vasúti infrastruktúrára alkalmazva ez a vasúti pályát és tartozékait, valamint a biztosítóberendezéseket jelenti, amit ki kell egészíteni a vasúti forgalomlebonyolítás műveleteivel, mint közlekedési szolgáltatással. Az infrastruktúra igénybevehetőségéhez azt működtetni kell, ami az infrastruktúrát használóknak nem feladata. A működtetés tehát az infrastruktúra részének tekinthető, ezért a kutatás erre a területre is kiterjed.

A kutatás és az értekezés készítésének kereteit meghatározzák a hazai és nemzetközi közlekedési és honvédelmi szakpolitikai irányelvek, valamint az EU és a NATO tagságból eredő kötelezettségek. Ezeket az értekezés elkészítésekor figyelembe veszem.

Az értekezés a KDP⁷ ösztöndíj program keretében készült, amelyben vállalati szakértőm a KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft. (a továbbiakban KTI) részéről Albert Gábor vezető kutató, tudományos főmunkatárs volt.

Jogszabályok és utasítások tekintetében a 2023. április 30-án hatályos állapotokat vettem figyelembe. **Kutatómunkámat 2023. május 31-én zártam le.**

⁶ Az értekezésben felhasznált vasúti utasításpontokat a 2. sz. melléklet tartalmazza.

⁷ Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíjhoz (KDP-2020)

Az értekezés a fenti kutatási célok megvalósítása és a kutatási hipotézisek bizonyítása érdekében négy fejezetekből áll.

Az **I. fejezet** elemzi a vasúti közlekedési alágazat közlekedési és kritikus infrastruktúra védelmi biztonságát, meghatározza a szektor jelenkori szerepét a polgári és katonai közlekedési rendszerekben és ezek alapján a katonai mobilitás megteremtésének egyik céljaként is megfogalmazott infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítésén keresztül a létfontosságú rendszerelemek védelmének részeként értelmezett védelmi célú felkészítés feladataira gyakorolt hatásukat (H1).

A **II. fejezet** a vasúti közlekedési infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének elméleti alapjaival foglalkozik. Az I. fejezetben meghatározott kutatási eredményekre alapozva meghatározza a komplex védelmi célú felkészítés fogalmát, feladatrendszerét, valamint az eredményességét meghatározó biztonságos vasúti közlekedési rendszer, katonai és polgári mobilitás, valamint a pályavasúti szolgáltatási színvonal közötti összefüggéseket (H2).

A **III. fejezet** a vasúti infrastruktúra-fejlesztés polgári és katonai szükségességét vizsgálja és meghatározza a biztonságos infrastruktúrán a szolgáltatási színvonal növelését és a katonai mobilitás megteremtését biztosító fejlesztési érdekek közötti kapcsolatokat (H3).

A **IV. fejezet** a II. és III. fejezetek kutatási eredményeire támaszkodva határozza meg azokat az innovatív védelmi megoldásokat, amelyek összefüggésbe hozhatók a közlekedésfejlesztési beruházásokkal, kijelöli a műszaki és informatikai megoldások szükséges fejlesztési irányát, illetve vizsgálja hatásukat, amelyek egyik célja az ember szerepének csökkentése a védelmi és biztonsági megoldásokban (H4).

I. FEJEZET

A VASÚTI KÖZLEKEDÉS BIZTONSÁGÁNAK ÉS JELENKORI SZEREPÉNEK HATÁSA A VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉS FELADATAIRA

A 19. század végére a technológia fejlődése révén a vonatok egyre nagyobb sebességgel közlekedtek és egyre nagyobb távolságot tudtak megtenni, ezért a szállításban megkérdőjelezhetetlenné vált az alágazat részvétele. A 20. század folyamán a motorizáció hatására a szektor szerepe csökkent, ugyanakkor a 21. század politikai és gazdasági szereplői felismerték a vasúti közlekedés előnyeit és ezáltal ismét egyre növekszik az alágazat részaránya a szállítási piacon. Ezt a volumennövekedést a helyváltoztatási igények növekedése is elősegíti. Ez az egyre növekvő piaci részesedés a szektor biztonságára is hatással van. A növekvő forgalom egyre nagyobb biztonsági kockázatot jelent, amire szükséges válaszokat és megoldásokat találni annak érdekében, hogy az alágazat szerepének növekedése az elvárt módon folytatódjon. Ahhoz, hogy ezeket a kockázatokat feltárhassuk és rájuk megfelelő válaszokat adhassunk, szükséges a vasúti szektor közlekedési és védelmi biztonságának értelmezése és ezekből a jelenkori polgári és katonai szerepének meghatározása. Az elemzés eredményei hatással vannak a komplex védelmi célú felkészítés feladatainak meghatározására.

I.1 A VASÚTÜZEM KÖZLEKEDÉSI BIZTONSÁGA

A vasúti közlekedésben részt vevő valamennyi személy és eszköz jellegéből és egymással, valamint a környezettel való kapcsolatából adódóan veszélyforrásként értelmezhető [37]. Az alágazat közlekedési biztonsága, azaz balesetek elleni védelme és a közlekedési folyamatok tervszerű lebonyolítása a veszélyforrások által előidézett veszélyhelyzetek, konfliktusok elleni védelmet jelenti. A védelmet az alábbi megoldásokkal érhetjük el [37]:

- utasítások, szabályzatok rendszerének kialakításával;
- különböző biztonsági szabványok alkalmazásával;
- technológiai előírások alkalmazásával;
- biztosítóberendezések működtetésével;
- biztonsági berendezések (például: olvadóbiztosító) alkalmazásával.

A technikai fejlődés jelentős hatással van a vasúti közlekedés biztonságára, az egyre korszerűbb védelmi berendezések nagyobb biztonságot nyújtanak, ugyanakkor az új, nem kiforrott technológiák veszélyhelyzeteket is előidézhetnek. Ezek a veszélyhelyzetek

előfordulhatnak a vasúti pályán, valamint a biztosítóberendezések működésekor és a forgalomlebonyolítás alatt.

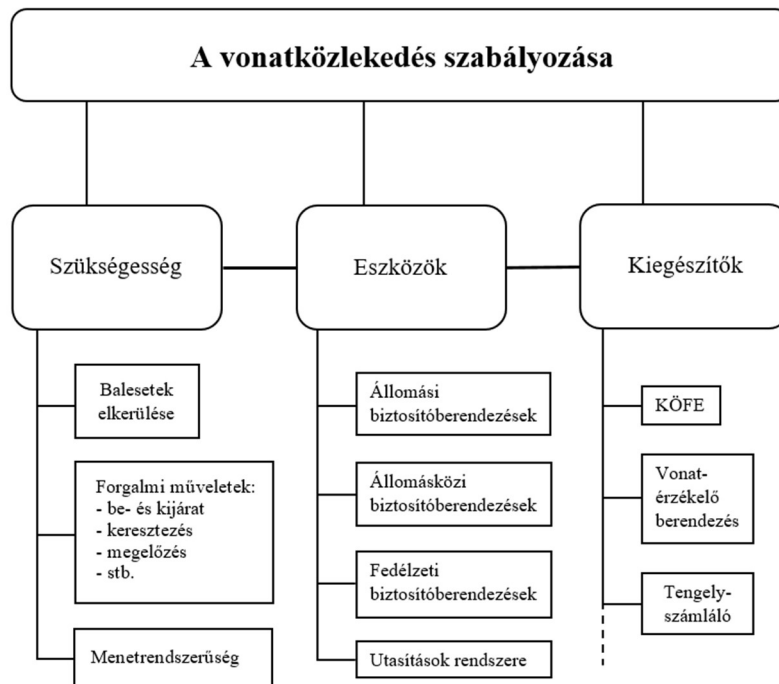
A vasúti közlekedésbiztonság egyik paramétere a *műszaki biztonság*, amely a vonatok közlekedését irányító és felügyelő eszközök technológiai tökéletességét jelenti. Mértékét az eszközök biztonsági méretezésének a veszélyhatártól mért különbsége határozza meg.

A balesetmentes vasúti forgalom lebonyolításához a megfelelő műszaki biztonságon túl szükséges, hogy a védelmet szolgáló berendezések működés közben ne hibásodjanak meg, vagyis működésük üzembiztos legyen. Teljes mértékben ez sem garantálható, ezért a vasúti közlekedésbiztonság következő paraméterét, az üzembiztonságot a műszaki biztonságra alapozva definiálhatjuk, ugyanis az *üzemi biztonság* a műszaki biztonság eredményességét mutatja, azáltal, hogy az egyes berendezéselemek milyen sűrűn hibásodnak meg, illetve használandók el. Mértékét az egyes berendezések zavarérzékenysége, illetve a kezelés közben elkövethető hibák nagysága határozza meg (például enged-e a berendezés balesetveszélyt előidéző kezeléseket).

A vasúti közlekedés biztonságát elsősorban a különböző típusú biztosítóberendezések megfelelő működése garantálhatja. Alapfeladatuk a balesetek és veszélyeztetések kialakulásának megakadályozása, valamint a vonatforgalom szabályozása. Működésük hibátlan ellátása mindkét esetben kiemelt és egyben elválaszthatatlan feladat, mert a balesetek csak hibátlan forgalomszabályozással kerülhetők el. Ez természetesen nem jelenti a berendezések hibamentes működését, mert műszaki megoldásaik nem tökéletesek, ezért szükséges, hogy az üzemi biztonságot kiegészítsük a vasúti közlekedésbiztonság harmadik paraméterével, a forgalombiztonsággal. A *forgalombiztonság* az üzemi biztonság eredményességét mutatja, azaz a berendezések meghibásodásából bekövetkező balesetek sűrűségét. A forgalombiztonság célja, hogy legyenek (forgalmi) szabályok a biztosítóberendezések meghibásodásaira. Éppen ezért a forgalombiztonság az utasítások, előírások, szabályzatok ismeretével és betartásával, valamint a közlekedésben részt vevők szabályozott együttműködésével érhető el.

A vonatközlekedés szabályozása, tehát a kötött pályán való manőverezés (vontaközlekedés és tolatás) irányítása, aminek szükségessége a balesetek elkerüléséből, a forgalmi műveletek elvégezhetőségéből és a mentrendek betartásából ered, elsősorban a biztosítóberendezések kezelésével és az utasítások rendszerével valósul meg. A forgalmi folyamatok a biztosítóberendezések külső- és belsőtéri objektumainak, valamint a fedélzeti berendezések működtetésével (például kitérő, jelző, vonatbefolyásoló, stb.) realizálódnak. A közlekedés szabályozását különféle kiegészítő eszközök segítik elő, amelyek elsősorban

ellenőrző feladatokat látnak el. Fentiek alapján a vonatközlekedés szabályozásának elvi vázlatát a 3. ábrán mutatom meg.



3. ábra: A vonatközlekedés szabályozásának elemei
forrás: saját szerkesztés

Miután a vizsgálati területen a vasútüzemi forgalmi tevékenységek többségét emberek végzik, illetve felügyelik, így az előzőekben meghatározott paraméterek hatásossága elsősorban az emberi tényezőtől függ, vagyis attól, hogy a kezelőszemélyzet mennyire van tisztában adott berendezés műszaki és üzemi biztonságával, illetve szaktudása mennyire terjed ki a forgalombiztonsági ismeretekre. Mindehhez hozzáadódnak még a képességekből eredő munkavégzési hibák, illetve motivációs problémák. Mindebből következik, hogy a vasútüzem közlekedési biztonságát elsősorban az ember határozza meg, és a kialakuló veszélyek többsége emberi tényezőkre vezethető vissza.

A vasútüzem biztonságát befolyásoló veszélyek csoportosíthatók az esemény és a vasúti járművek mozgásának jellege, valamint a vasúti pálya meghatározott helye szerint [38].

Az események jellege szerint megkülönböztetünk:

- ütközési;
- kisiklási;
- rongálási;
- személyi sérüléssel járó veszélyeket.

A vasúti járművek mozgásának jellege szerint a veszélyek adódhatnak közlekedő vonatoknál, illetve elegyrendezés (síktolatás és gurítás) közben.

A vasúti pálya meghatározott helye szerint veszély alakulhat ki:

- állomásokon:
 - folyó vágányon;
 - kitérőkön;
 - vágánykeresztezeseken;
- nyílt vonalon;
- útátjárón.

Ezeket a veszélyeket, veszélyeztetéseket összefoglaló néven vasútüzemi rendkívüli eseményeknek nevezzük. Vasútüzemi rendkívüli esemény általában több, egyidejűleg fellépő hiányosság, illetve mulasztás vagy elháríthatatlan külső ok miatt következik be. A rendkívüli események a vasúti közlekedésben mindig zavart okoznak. A zavartatás mértéke attól függ, hogy az adott esemény következménye a vasúti pályát teljesen elzárja, vagy lehetőség van a vonatforgalom fenntartására.

Fentiekből következően megállapítható, hogy vasúti közlekedési alágazat közlekedésbiztonsági színvonala a védelmi célú felkészítés feladatait jelentős mértékben meghatározza azzal, hogy ez a színvonal mennyire képes elősegíteni a működőképesség fenntartását.

I.2 A VASÚTI KÖZLEKEDÉS VÉDELMI BIZTONSÁGA

A vasúti közlekedés biztonságát nem csak közlekedési oldalról szükséges vizsgálni, hanem védelmi oldalról is. A védelmi biztonság megteremtése tovább növeli a közlekedési biztonságot, ugyanis az pozitív hatással van a műszaki biztonságra, illetve növeli az üzembiztonságot. Az üzembiztonság a fentiek szerint az eszközök, berendezések zavar- és hibaérzékenységét mutatja, a védelmi biztonság pedig ezeket képes csökkenteni. A védelmi biztonság elsősorban a létfontosságú rendszerelemek védelmével valósítható meg. A létfontosságú rendszerelemek védelmi gyakorlatának vizsgálatát az elméleti alapok bemutatása után nemzetközi kitekintéssel és a hazai gyakorlat elemzésével végzem el.

I.2.1 Létfontosságú rendszerelemek védelme

A közlekedési infrastruktúrának egy országban számos eleme van, amely nemcsak egy adott ország helyváltoztatási igényeit elégíti ki, hanem kiterjed a kontinensen belüli, sőt a kontinensek közötti forgalom lebonyolítására is. Az teljesen természetes, hogy a hálózat összes elemét nem lehetséges és nem is kell védendő elemnek tekinteni. A terrorfenyegetettség szintjének emelkedésekor a kritikus infrastruktúrákat érintő kockázatok elemzésének módja

bővült [39]. A kockázatok meghatározásánál figyelembe kell venni a fenyegetettséget, az adott rendszer, elem sérülékenységének összetevőit, valamint a rendkívüli események esetleges bekövetkezésének várható következményeit.

Az előzőekből következően **szükséges meghatározni, hogy a közlekedési infrastruktúra elemek közül melyek tekinthetők olyan létfontosságú rendszerelemnek, amelyekkel a védelmi célú felkészítés keretében szükséges foglalkozni.** A szakirodalomban számos hasonló definíció található, saját értelmezésemet a Közlekedéstudományi Szemlében megjelent cikkemben adtam közre [40]. E szerint szinte valamennyi állami és közösségi felfogás abból indul ki, hogy a létfontosságú rendszerelemek közé azokat a nagy értékű elemeket és alrendszereket lehet besorolni, amelyeknek valamilyen rendkívüli eseményhez kapcsolható kiesése emberi életek elvesztésével járhat, jelentős gazdasági hátrányokat, anyagi károkat és fennakadásokat okozhat a társadalom mindennapjaiban és a közigazgatásban.

Továbbá fontos megjegyezni, hogy az egyes infrastruktúrák működése között kölcsönös függés állhat fenn, vagyis az egyes infrastruktúrák állapota befolyásolja a másik infrastruktúra állapotát, vagy összefügg a másik állapotával [41]. Különösen igaz ez a különböző szektorok közötti forrásigények közvetítését ellátó közlekedési ágazatra (például a vasúti villamos vontatási energiát előállító szénérőművek ellátását biztosító, villamos mozdonyok által továbbított szénszállító tehervonatok közlekedése). Ez az interdependencia, valamint az akár természeti eredetű, akár ember okozta balesetek bekövetkezésekor fellépő sokszorozó hatások lehetősége tovább növeli a közlekedési létfontosságú rendszerelemek védelmi szükségességét.

A kritikus infrastruktúra védelem az egyes országokban különböző módokon valósul meg, ugyanakkor országos szintű stratégiák a többségükben léteznek, amelyek az alábbiakat tartalmazzák [42]:

- a szervezeti struktúrák meghatározása;
- a mérhető célok és időkeretek meghatározása;
- a különböző szakpolitikai területek közötti feladatok összehangolásával megteremteni az alapját a hatékony megelőzésnek és a különböző események kezelésének.

Különösen fontos, hogy a létfontosságú rendszerek védelmi stratégiái megfelelően kapcsolódjanak a szakági politikához, esetünkben a közlekedéspolitikához, és a kettő közötti eltérések kiigazításra kerüljenek.

A kialakult védelmi módszerek két alapmodell közötti skálán helyezkednek el [42]. Az egyik az önkéntességen alapuló modell, ahol a szereplők önkéntes alapon járulnak hozzá a kritikus infrastruktúrávédelmi politika kialakításához. A jogszabályok és a szabályozási

rendszerek kötelező erejét kevésbé és csak kiegészítő eszközként használják, kivéve azokban az ágazatokban (például nukleáris szektor), ahol ez meghatározó szerepet játszhat. A másik modell a kötelező részvételen alapul, amely szerint a kritikus infrastruktúra védelemben az együttműködés a kötelező jogi keretek kialakításával érhető el, és szankcióval fenyegetnek azon létfontosságú infrastruktúrák üzemeltetői számára, amelyek az előírt határidőn belül nem felelnek meg az előírásoknak. A tényleges stratégiák általában a két véglet között váltakoznak, és általában mindkét modell elemeit tartalmazzák.

Egyes országokban a kritikus infrastruktúrák eszközeinek egy része magántulajdonban vagy -üzemeltetésben van, akiknek érdeke a megfelelő védelmi szint elérése, ezért támogatják a védelmi kutatásokat és fejlesztéseket. Sok esetben a védelmi felelősség is az övék, amely körülmény megköveteli a köz- és magánszféra közötti hatékony együttműködést (public-private partnership, PPP). A hatékonyság a következők biztosításával érhető el [42]:

- az együttműködés siker- és korlátozó tényezőinek értékelésével;
- az együttműködés hatókörének meghatározásával;
- az együttműködési forma meghatározásával;
- a problémák és a kihívások előrejelzésével.

I.2.2 Nemzetközi kitekintés

Az elméleti áttekintés után röviden bemutatom egyes országok és szervezetek kritikus infrastruktúra védelmi gyakorlatát. Az elemzést az Amerikai Egyesült Államokon kívül olyan európai országokra végzem el, amelyek politikai okokból, valamint a vasúti forgalom alapján vezető szerepet játszanak a kontinens életében. Ilyen országok Franciaország, Németország és az Egyesült Királyság. Ezen kívül vizsgálom még a skandináv országok kritikus infrastruktúra védelmi gyakorlatát, mint új módszert. Az országokon túlmenően a katonai és a vasúti szektorok két meghatározó szervezetének a NATO-nak és az UIC⁸-nek is elemezem a kritikus infrastruktúra védelmi gyakorlatát.

I.2.2.1 Az Amerikai Egyesült Államok kritikus infrastruktúrávédelmi gyakorlata

A kritikus infrastruktúra védelem első megjelenése az Egyesült Államokhoz köthető. A hidegháborút követően, az 1990-es évek végére az egyre erősödő terrorfenyegetettség és az előzőekben taglalt, egyre jobban összefonódó infrastruktúra hálózatok hatására

⁸ Union Internationale des Chemins de fer – Nemzetközi Vasútegylet, alapítva: 1922

sérülékenységük jelentős mértékben megnőtt. 1998-ban Bill Clinton elnök már rendeletben⁹ szabályozta a védelmi feladatokat. A 2001. szeptember 11-ei terrortámadások hatására a védendő szektorokat kiterjesztették és a védelmet 2002-től külön tárca látja el (Department of Homeland Security) [43]. A magánszférával való együttműködés érdekében kormányzati és ágazati¹⁰ egyeztető szervezeteket hoztak létre [44]. A kormányzati egyeztető fórumban helyi, regionális és szövetségi szinten, míg az ágazati tanácsban a tulajdonosokkal, üzemeltetőkkel történik az egyeztetés. Az ágazati tanács egy kormányzattól független szervezet, ami részt vesz a politikai döntések előkészítésében és az ágazatot érintő stratégiák megalkotásában. A fórumok koordinációját a Kritikus Infrastruktúra Partnerségi Tanácsadó Testület (Critical Infrastructure Partnership Advisory Council) látja el [45], amit a kritikus infrastruktúra védelemért felelős tárca bevon a döntési folyamatokba, hogy mérsékelhetőek legyenek a külső fenyegetések kockázatai és következményei. A védelem az épített infrastruktúrán túl kiterjed az üzemeltető szervezetekre és az általuk nyújtott kapacitásokra is [43].

I.2.2.2 Kritikus infrastruktúra védelem az Európai Unióban

Európában a 2001-es terrorcselekményeket követően erősödött fel a kritikus infrastruktúrák védelmi igénye, amelyet tovább növelt a 2004-ben elkövetett madridi vasútellenes terrortámadás. Az EU 2005-ben adta ki Zöld Könyvét a kritikus infrastruktúrák védelmének európai programjáról. A dokumentum három alappillérre támaszkodik [46]:

- megelőzés;
- felkészülés;
- ellenálló képesség kialakítása.

A közlekedési rendszerek védelmében a megelőzés fázisa a gyenge pontok beazonosítását, a felkészülés fázisa a védelmi célú felkészítést, az ellenállóképesség kialakításának fázisa pedig a pótlást, a helyreállítást, illetve a sebezhető pontok számának minimalizálását jelenti.

Az EU bonyolult intézményrendszere és az eltérő tagállami értelmezések miatt a várt 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 a témában már irányelvet¹¹ adott ki. Az irányelvben megjelennek a besorolás kritériumai, ezen

⁹ Protecting America's Critical Infrastructures: Presidential Decision Directive (PDD) 63. www.hsdl.org/?view&did=456517

¹⁰ A tárca 17 kritikus szektort határozott meg, amelybe beletartozik a közlekedés is.

¹¹ Az Európai Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. 12. 08.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről.

belül a kritikus infrastruktúrákat ért támadások hatásainak jelentősége is az úgynevezett „horizontális” kritériumokban. Az irányelv kiadása már konkrét lépésként értékelhető a kritikus infrastruktúrák védelmében [43].

I.2.2.3 Egyes európai országok kritikus infrastruktúra védelmi gyakorlata

Franciaországban 12 létfontosságú szektort határoztak meg, amit négy fő területre osztottak. A közlekedést a nemzet gazdaságát meghatározó területhez sorolták [47]. A kormány minden kritikus ágazathoz létfontosságú üzemeltetőt jelölt ki, akinek feladata kockázatértékelést végezni a felelősségi körébe tartozó kritikus eszközök és rendszerek azonosítására, és ezek védelmére üzemeltetői biztonsági tervet készíteni, valamint ezeket összhangba hozni az állami védelmi tervekkel. A vasúti szektor infrastruktúra védelmét az SNCF¹² látja el. Biztonsági szervezete tulajdonképpen egy fegyveres erő, a vasúti területen elkövetett törvénytörések tekintetében rendőrségi hatáskörrel [48].

Németországban szintén állami feladat a kritikus infrastruktúrák védelme. A közlekedés a kritikus szektorok egyike. A védelmi intézkedések alapszabályzata a katasztrófák elleni ellenállóképesség erősítését szolgáló nemzeti stratégia [49]. Az állam a megfelelő védelem kialakíthatósága érdekében együttműködik a fő üzemeltetőkkel, a vasúti területen a DB¹³-vel. A védelem zálogának a rendőrséggel és a biztonsági hatóságokkal történő szoros együttműködést tekintik. A DB is rendelkezik biztonsági szolgálattal, de ez nem fegyveres erő, mint Franciaországban.

Az Egyesült Királyságban már az egyes infrastruktúrák tervezésénél figyelembe veszik a védelmi előírásokat [42]. Ezek az előírások nem csak a fizikai védelemre vonatkoznak, hanem az informatikai rendszerek védelmére is.

A skandináv országokban a kritikus infrastruktúra védelem kapcsán elsősorban a védelem vagy ellenállóképesség kérdése merült fel. Az infrastruktúrákra legnagyobb veszélyt jelentő természeti hatások ellen leginkább az ellenállóképesség fejlesztésével lehet védekezni. Ebből adódóan további kérdésként jelentkezett a védelem iránya: csak a terrorizmus vagy valamennyi veszély ellen (technológia, természeti katasztrófa, stb.) szükséges? A kérdésre a választ a 2005-ös Katrina hurrikán okozta pusztítás adta meg, némileg elmozdítva a hangsúlyt a terrorizmusról [50]. Az EU 2008-ban kiadott direktívája ugyanakkor továbbra is a terrorizmus elleni védekezésre helyezte a fő hangsúlyt [51]. Az északi országok azonban abból a felfogásból indultak ki, hogy a létfontosságú társadalmi funkciók működéséhez szükségesek az

¹² Société Nationale des Chemins de fer Français – Francia Nemzeti Vasúttársaság

¹³ Deutsche Bahn AG – Német Szövetségi Vasutak

infrastruktúrák [52], vagyis valamennyi veszély elleni védelem szükséges, ami elsősorban a nagyobb ellenállóképességgel biztosítható. Az ellenállóképességen alapuló kritikus infrastruktúra védelmi modellt „Skandináv-modellnek” nevezik.

I.2.2.4 A NATO és az UIC kritikus infrastruktúra védelmi gyakorlata

A NATO különféle bizottságok és munkacsoportok megalakításával kezdett el foglalkozni a kritikus infrastruktúrák védelmével. A szárazföldi felszíni közlekedést tervező testület (PBIST¹⁴) megállapította, hogy a globális kereskedelem nagymértékben függ a közlekedéstől, ezért az a terrorizmus egyik kedvelt célpontja lehet. Éppen ezért a NATO kritikus infrastruktúra védelmi törekvései eredetileg arra összpontosítottak, hogy hogyan lehet segíteni a nemzeteket abban, hogy javítsák felkészültségüket a kritikus infrastruktúrák elleni terrortámadásokkal szemben annak érdekében, hogy a polgári lakosságot meg tudják védeni [53]. A legújabb elgondolás szerint a kritikus infrastruktúra védelem célja az élet- és vagyonbiztonságot veszélyeztető természeti, illetve véletlenül vagy szándékosan előidézett civilizációs katasztrófák hatásainak kezelése [54].

A vasúti infrastruktúra védelmével nemzetközi szervezetek is foglalkoznak. A vasutak nemzetközi egylete, az UIC 2018-ban indította el a SHERPA¹⁵ projektjét, amelynek célja a vasútállomások és a vonatok terrorizmus elleni védelme, főbb kimenete a vasutak ellen tervezett terrortámadások okainak megértése, a védelmi megoldások tudásbázisának létrehozása, kockázatkezelési és a terrorizmus veszélyének kezelésére tett ajánlások megfogalmazása, valamint iránymutatások a védelem gyakorlati megvalósításához [55].

I.2.3 Létfontosságú rendszerek védelme Magyarországon

Magyarországon a kritikus infrastruktúra védelmet elsőként a 2080/2008. (VI. 30.) sz. Korm. határozat¹⁶ szabályozta. A kormányhatározat mellékletét képezi a magyarországi zöld könyv, amely meghatározza a kritikus infrastruktúrák fogalmát, kritériumait és kijelölésének módszerét. A dokumentum az érintett ágazatok közé sorolja a közlekedési alágazatokat és a logisztikai központokat. A létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény elfogadása újabb mérföldkövet jelentett a létfontosságú rendszerelemek védelmének magyarországi szabályozásában. A törvény rendelkezik a nemzeti és az európai létfontosságú rendszerelemek kijelöléséről és a

¹⁴ Planning Board for Inland Surface Transportation

¹⁵ Shared and coHerent European Railway Protection Approach

¹⁶ Hatályon kívül helyezve: 2014. 03. 04.

kijelölés menetéről, ami horizontális és ágazati kritériumok mentén történik. Végrehajtási utasítása a működési zavarok keletkezésekor az alábbi szempontok alapján határozta meg a horizontális kritériumokat [56]:

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

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

A közlekedési létfontosságú infrastruktúrák azonosítását, kijelölését és védelmét a már hivatkozott törvény és a 161/2019 (VII. 4.) sz. Korm. rendelet szabályozza. A létfontosságú rendszerelemek kijelölése a határozat alapján 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 [57]. 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.

I.3 A VASÚTI KÖZLEKEDÉS SZEREPE A POLGÁRI ÉS A KATONAI KÖZLEKEDÉSI RENDSZEREKBEN

Egy közlekedési mód térnyeréséhez szükséges, hogy megfelelően biztonságos legyen, a használók bízzanak meg az operátorokban. Ennek feltétele, hogy az előző pontokban tárgyalt közlekedésbiztonsági paraméterek és kritikus infrastruktúra védelmi megoldások színvonala kellően magas legyen. A bekövetkező balesetek viszonylag alacsony száma a műszaki, üzemi és forgalombiztonságon keresztül jelzi a szektor közlekedési biztonságát, illetve az egyéb veszélyeztetettség csekélyebb mértéke pedig a magasabb védelmi biztonságot. Ez a két tényező együttesen alapvetően határozza meg a vasúti közlekedési alágazat polgári és katonai szerepét, ugyanakkor ezeken kívül számos tényező hat a vonatok igénybevételére. A következőkben ezeket a tényezőket vizsgálom, fenntartva, hogy a szektor alapvetően biztonságos közlekedési mód.

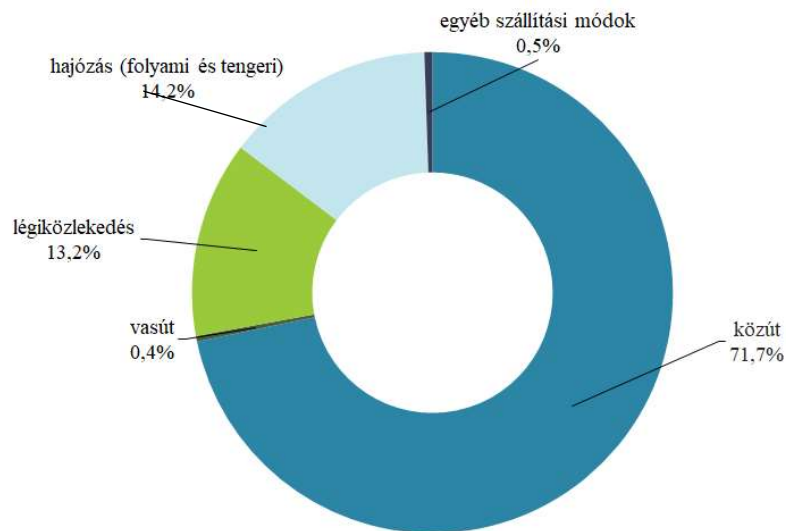
I.3.1 Polgári szerepkör

A vasút évszázadának is mondott 19. századi aranykor [58] után a 20. század a közúti motorizációról szólt. A század közepére a vasúti szektor elvesztette a szállítási piacon addig betöltött vezető szerepét a repüléssel és a közúti közlekedéssel szemben. Az ágazati szereplők új megoldásokat kerestek a lemaradás csökkentésére, amelynek egyik üde példája volt az 1957-ben megszülető Trans-Europe Express (TEE) vonatok¹⁷ hálózata [59]. Az újabb megoldások sem tudták azonban a szektor részarányának csökkenését megállítani. A 20. század vége azonban elhozta a vasút reneszánszát. Ez egyrészt köszönhető volt a technikai fejlődésnek, ami lehetővé tette a sebesség jelentős emelését és ezáltal a versenyképesség növelését, másrészt az egyre erősödő környezetvédelmi törekvések is a környezetbarát szállítási módok irányába kezdték el terelni a szállítási piacot. Az EU közlekedéspolitikája a kötött pálya jobb kihasználására törekedett. A 21. század már teljes mértékben a vasúti közlekedés elsőbbségét jelenti. A különböző közlekedés- és környezetpolitikai törekvések¹⁸ egyértelműen a repülő és a gépjárművek károsanyagkibocsátásának csökkentését tűzték ki célul, amely jelentős részben a szállítási forgalom vasúti részarányának nagyobb elérésében testesül meg.

A polgári életben a vasút, mint a szállítási módok egyik eszköze jelentős szerepet vállal mind a személy-, mind pedig az áruszállításban, a gazdaság szereplői közötti összekötő kapocsként értelmezhető. Emiatt a közlekedési alágazat szerepe nemzetgazdasági jelentőségű. Ez a szerep tovább növekszik azáltal, hogy környezetbarátabb szállítási mód, mint a közút vagy a légi közlekedés, így a vasút a fenntartható fejlődés egyik záloga lehet (4. ábra), amelynek eléréséhez infrastruktúra-beruházások szükségesek.

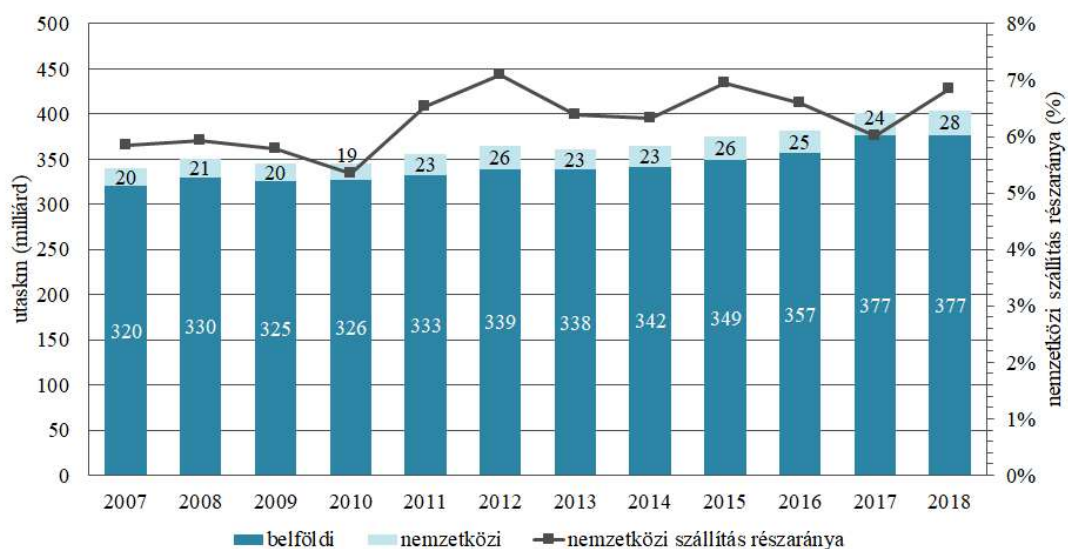
¹⁷ A TEE vonatok 1957 – 1987 között közlekedtek Nyugat-Európában.

¹⁸ Például az EU Fenntartható és okos mobilitás stratégiája. Elérhető: <https://www.2zeroemission.eu/mediaroom/sustainable-and-smart-mobility-strategy-european-transport-on-track-for-the-future/>

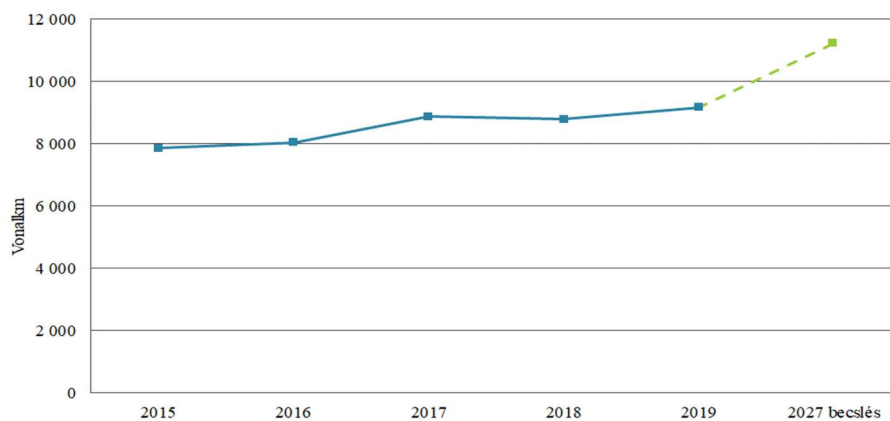


4. ábra: A közlekedési alágazatok CO₂ kibocsátásának arányai az EU-27 országokban 2018-ban
forrás: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/market/rail-market-monitoring-rmms_en alapján saját szerkesztés

A személyszállításban a teljesítmények 2018-ig növekedtek (5. ábra), ami a szakma számára bizakodásra adott okot. A fejlesztések hatására a nagysebességű vasúti közlekedés (6. ábra) a középtávú repülés teljes értékű vetélytársa lehet [60], míg a 100 – 200 km/h sebességtartományban közlekedő vonatok a városközi közlekedés fő letéteményesei. Az agglomerációs közlekedés ma már elképzelhetetlen jól kiépített elővárosi és városi vasúti hálózat nélkül.



5. ábra: A személyszállítási teljesítmények alakulása az EU-27 országokban 2007 – 2018 között
forrás: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/market/rail-market-monitoring-rmms_en alapján saját szerkesztés

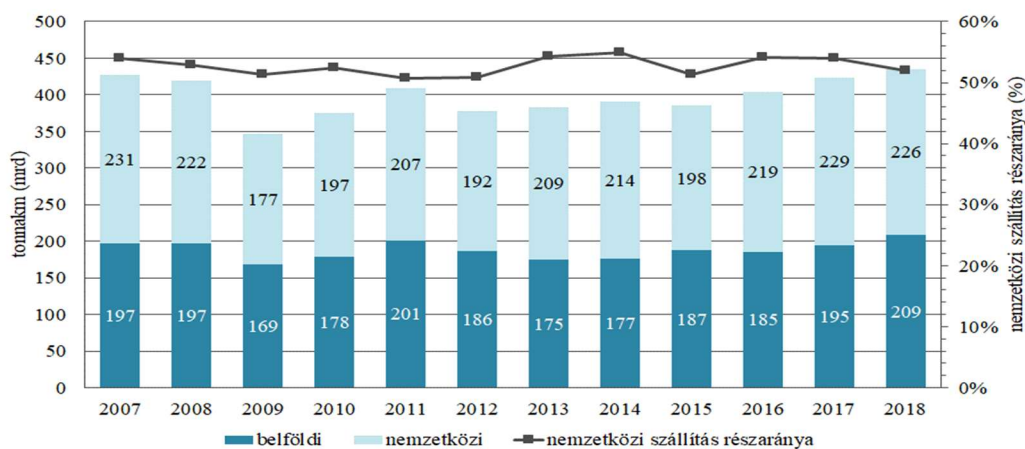


6. ábra: A nagysebességű vonalak hosszának alakulása Európában

forrás: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/market/rail-market-monitoring-rmms_en alapján saját szerkesztés

Természetesen a megfelelő infrastruktúra csak az egyik feltétele a vasúti részarány növelésének. Ugyanilyen fontosnak mondható a szolgáltatási színvonal is. Ebbe a fogalomkörbe beletartozik a szolgáltatók által nyújtott kínálat, valamint a földi és a fedélzeti utaskiszolgálás.

Az árufuvarozásban a szállítási teljesítmények növekedtek a SARS-CoV-2 járvány előtt, így a szektor nemzetgazdasági szerepe erősödött (7. ábra). A vasúti árufuvarozás fő előnye: a nagytömegű áruk nagy távolságra való gazdaságos szállítása hátrányként is jelentkezik, amennyiben a szállítandó áru tömege nem haladja meg az egy vasúti kocsiban gazdaságosan fuvarozható mennyiséget. Márpedig ez sok esetben így van. Ennek köszönhetően a közúti árufuvarozási részarány még mindig magas, és ez magával vonja a közlekedési eredetű károsanyagkibocsátás jelentős volumenét is (lásd a 4. ábrát).



7. ábra: Az áruszállítási teljesítmények alakulása az EU-27 országokban 2007 – 2018 között

forrás: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/market/rail-market-monitoring-rmms_en alapján saját szerkesztés

Ugyancsak áru fuvarozási versenyhátrányt okozó tényező a rendelkezésre álló pályakapacitás szűkössége. Az alacsony kapacitások az infrastruktúra-üzemeltetők részéről prioritási szabályok felállítását tették szükségessé, ahol az áruszállítást lebonyolító tehervonatok a személyvonatok mögé kerültek [61]. További probléma, hogy kevés kivételtől eltekintve a vasúton nem valósítható meg a háztól-házig fuvarozás, vagyis a teljes fuvarozási folyamat végrehajtásához átrakásokra van szükség. Mindezekből következik, hogy a vasúti közlekedés az áru fuvarozási piacon még versenyhátrányban van a közúttal szemben, ugyanakkor nemzetgazdasági szerepe elvitathatatlan. Ennek csökkentéséhez szintén infrastruktúra-beruházások szükségesek.

I.3.2 Katonai szerepkör

A vasúti közlekedés, mint a közlekedési rendszer része, hozzájárul Magyarország katonai védelméhez. A hadsereg mozgatósi-szállítási szükségletének kielégítése az ország védelmének egyik elsőrangú szempontja, amelynek egyik alapfeltétele a közlekedési rendszer biztonsága. A mozgás-szállítás feladatai a katonai logisztikai támogatás rendszerében valósulnak meg. A logisztikai támogatás célja többek között a csapatmozgások és a szállítási feladatok végrehajtásával biztosítani a katonai szervezetek folyamatos működését [62]. A közlekedés, azaz a mozgások és szállítások lebonyolítása, vagyis a közlekedési támogatás Magyar Honvédség (a továbbiakban MH) Közlekedési Támogatás Doktrínája (a továbbiakban Doktrína) szerint olyan tevékenységek összessége, amelyeket a katonai és polgári közlekedési szervek a katonai közlekedési szükségletek kielégítéséért és a közlekedési folyamatok megszakításmentes fenntartása érdekében, hazai vagy külföldi területen, egységes elgondolás és terv alapján végeznek [63]. A vasúti közlekedési alágazat katonai mobilitási hatékonyságának elemzését a Doktrínában meghatározott két fogalom felhasználásával végzem el.

Az első a *hadászati (stratégiai) mozgékonyosság*, amely a hadszínterek közötti mozgásképességet jelenti kontinentális, esetleg interkontinentális szinten, a második a *hadműveleti mozgékonyosság*, amely a haderő egy régió (Összhaderőnemi Hadműveleti Terület, JOA¹⁹) belüli gyors és hatékony helyváltoztatási képessége [63].

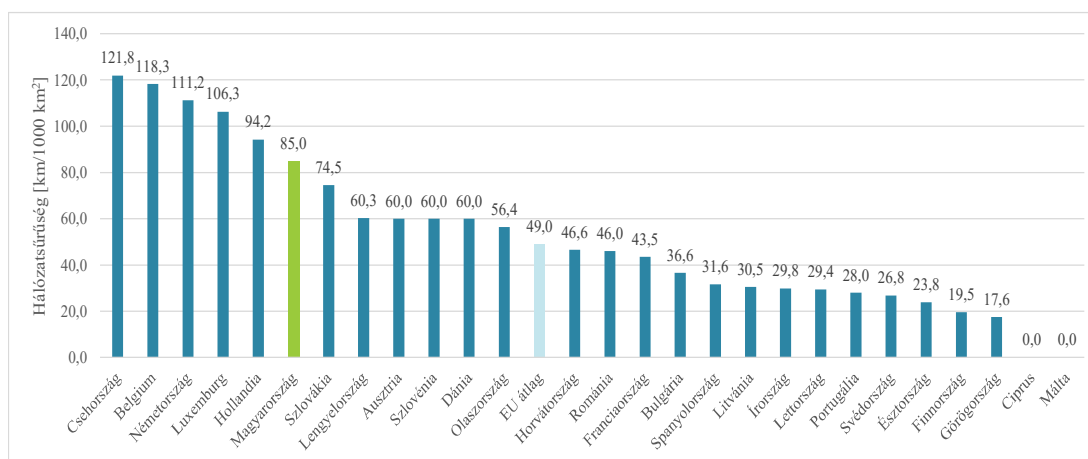
A Doktrína Magyarországot komplex hadszíntérként értékeli, így a stratégiai mozgékonyosság a Magyarországon belüli, valamint a kontinens többi országa, mint hadszínterek

¹⁹ Joint Operational Area

közötti vasúti eljutási lehetőséget jelenti. Az európai vasúthálózat kiépítettsége és sűrűsége lehetőséget nyújt Európán belüli hadszínterek közötti mozgásra, igaz nem a leggyorsabban.

A 8. ábráról leolvasható, hogy a legsűrűbb, cseh hálózaton több mint 120 km vasúti pálya található 1000 km²-en, míg a legkisebb sűrűséggel Görögország rendelkezik a maga 17,6 km/1000 km² értékével (Az EU országok átlaga 49 km/1000 km²).

A Magyarországon futó közel 7 500 km hosszúságú vasúti pálya alkalmassá teszi a közlekedési alágazatot, hogy az ország jelentős részre (régiója) vasúton megközelíthető legyen. A vasútvonalak minden tájegységet és nagyobb települést elérnek, valamint a számos nemzetközi vonal lehetővé teszi a határok vasúti elérését is. A vonalhálózat sűrűsége 85 km/1000 km², ami a hatodik legsűrűbb hálózatot jelenti az uniós országok között és jelentősen jobb az EU átlagnál.



8. ábra: A vasúthálózat sűrűsége az uniós tagállamokban

forrás: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/rail/market/rail-market-monitoring-rmms_en alapján saját szerkesztés

A hadműveleti hatékonyságot illetően leginkább a hegyvidékek (például Mátra, Bükk, Bakony) azok, ahol a vasútvonalak csak a völgyekben haladnak, így nagyobb területek maradtak vasúti ellátottság nélkül. Ugyanakkor, mint hadműveleti területek vasútvonalakkal körülvettek, így a vasút a hadműveleti mozgékonyaság szempontjából megfelelő közlekedési mód. Ezt támasztja alá a VPE Kft. által készített menetrendábrák²⁰ adatai alapján meghatározott 11,45 km átlagos állomástávolság, ahol a szükséges vasúti rakodások elvégezhetők. Ezeken kívül szükséghelyzetben a hadműveleti területhez legközelebb alkalmas helyen nyíltvonali rakodások is végezhetők az alábbi megoldásokkal:

- szükséganyagból épített vagy szabványrakodókkal;

²⁰ Vasúti Pályakapacitás-elosztó Kft. (a továbbiakban VPE Kft.). A menetrendábrák elérhetők: https://vpe.hu/menetrendi_abrak/2022_2023

- hordozható rakodókkal;
- homlokrakodóvá alakítható pórekocsival;
- hídvető harckocsi hídelemeivel.

Ezért kijelenthető, hogy a vasúti alágazat stratégiaileg és hadműveleti szinten is hatékony közlekedési rendszer.

Az előzőekben bemutatott katonai közlekedési támogatási szakfeladatok vasúti ellátásához szükséges az alágazat földrajzi jellemzőinek ismerete. Ezek a paraméterek meghatározzák a hálózat szállítási képességét, vagyis a vasúti közlekedési rendszer fejlettségét, ezáltal pedig – Horváth Attila megállapítása szerint – az ország védelmi képességét.

Adott vasúthálózat földrajzi és műszaki jellemzői az alábbiak:

- vonali vágányok száma;
- villamosított vasútvonalak részaránya;
- erőátviteli mód;
- pályasebesség;
- nyomtávolság;
- a vonal jellege.

Szövetségi szinten a logisztika alapelvei²¹ között található az elégségesség elve, amely szerint a logisztikai erőforrásoknak biztosítaniuk kell a szövetséges erők mozgékonyágát [63]. Ebből az elvből levezethető a mozgékonyágat biztosító közlekedési pályák működőképességének szükségessége és biztosítása, ami a védelmi célú felkészítésben ölt testet.

A szövetség a (katonai) fenyegetésekre adandó sikeres és gyors reakció érdekében létrehozta a NATO Reagáló Erőt²². Az NRF működésének alapja a válságócok gyors és biztonságos elérhetősége, amely megköveteli a stratégiai szállítókapaacitások rendelkezésre állását, illetve az egyes tagországokban az áthaladással és alkalmazással kapcsolatos közlekedési támogatás lehetőségét [64]. A vasúti fuvarozási móddal kapcsolatban a NATO Szállítási Doktrínája kiemeli, hogy az kifejezetten előnyös az anyagok és a személyi állomány (együttes) szállítására, ezért szükséges a megfelelő kapacitások (pálya, járművek, személyzet) rendelkezésre állása [65]. A szövetségi vasúti szállítások elsősorban a befogadó, vagy áthaladást biztosító ország által nyújtott Befogadó Nemzeti Támogatás (a továbbiakban BNT) keretein belül valósulnak meg. A BNT egyik nagy feladatcsoportja a logisztikai támogatás megszervezése és a szolgáltatások biztosítása, melynek sikeressége a közlekedési (és azon belül a vasúti) hálózat elemeinek igénybevehetőségén múlik. Ennek feltétele a rendszer

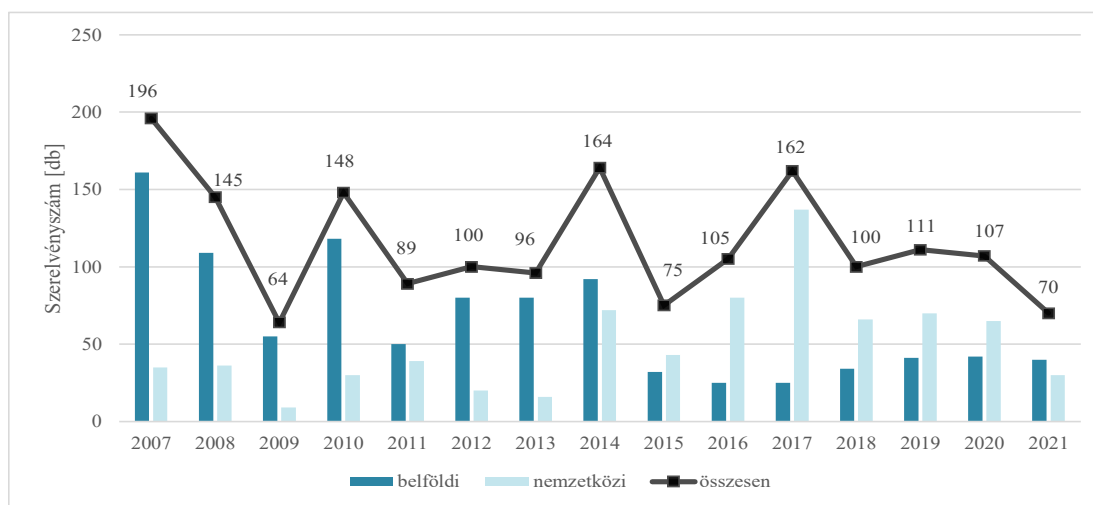
²¹ NATO Principles and Policies for Logistics MC 319/2

²² NATO Response Force (a továbbiakban NRF)

működőképes állapotban tartása, ezért a vasúti közlekedés katonai szerepe a BNT feladatok növekedésével egyre erősödik.

A 2022-ben Madridban tartott NATO csúcsertekezleten bemutatott új haderőmodellről a szervezet gyorsabb reagálást remél, amelyben már megjelenik egy 100 000 fős, azonnali reagálású egység 10 napos készenléttel [66]. Az új modell bevezetésének célja, hogy a NATO erők képesek legyenek az öt műveleti térben (szárazföld, légi, tengeri, kiber, világűr) a többnemzeti, integrált műveletek végrehajtására. Ez magával vonja a NATO értelmezés szerinti szárazföldi mozgatási-szállítási feladatok növekedését, amiből következik, hogy a szárazföldi szállítási mód jelentősége növekedni fog.

A magyarországi szállítási feladatok lebonyolításához évenként igénybe vett vasúti szerelvények számát mutatja a 9. ábra. Az adatokból levonható az a következtetés, hogy az alágazat igénybe vétele évről-évre jelentős eltéréseket mutat, ugyanakkor az utolsó időszakban csökkent. A szállítások többségét ma már a nemzetközi feladatok teszik ki, de 2021-ben, normál állapotban ez az érték alacsonyabb volt a belföldi szállítási feladatok darabszámánál. Ebben hozhatnak változásokat a NATO új haderőmodelljének mozgatási-szállítási igényei.



9. ábra: Katonai vasúti szállítások Magyarországon
forrás: MH Katonai Közlekedési Központ adatai alapján saját szerkesztés

A vasút katonai szerepét jól mutatja a 2023-ban (még) folyó orosz – ukrán háború. Maria Engqvist tanulmányában megállapítja [67], hogy az orosz katonai logisztika a vasúti erőforrásokra támaszkodik a hadsereg szállításainak kielégítésében mind Oroszországban, mind pedig Ukrajnában, ugyanakkor az ukrán vasúti infrastruktúrát nem sikerült felügyeletük alá vonni, amely meghatározó tényezője a háború alakulásának. Ez kihat a hadműveleti hatótávolságra, korlátozza az utánpótlás és a csapatszállítások mennyiségét és lassítja a támadás ütemét. Mindkét fél törekedett a vasúti infrastruktúra szándékos rombolására annak érdekében,

hogy az előzőekben foglalt negatív hatásokat elérje. A vasútra való támaszkodás kiszolgáltatottá teszi az orosz hadsereget a szabotázsra és a légitámadásoknak, emellett jelentősen megkönnyíti az orosz támadó műveletek és haderőátcsoportosítás előrejelzését és nyomon követését az ellenfél számára. Éppen ezért az orosz hadsereg hadrendbe állította a vasúti csapatokat²³, amelyek feladata a vasúti (infrastruktúra) szolgáltatások védelme és karbantartása a harcok folyamán [68].

I.4 A VASÚTI SEKTOR BIZTONSÁGÁNAK ÉS SZEREPÉNEK HATÁSA A VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉS FELADATAIRA

Az előzőekben elemeztem a vasúti szektor közlekedési és védelmi biztonságát, valamint polgári és katonai szerepét, ebben a pontban ezekre építve határozom meg a védelmi célú felkészítés feladataira gyakorolt hatásait a vasúti védelmi biztonsági mutató segítségével.

Irk Ferenc a közlekedésbiztonság tekintetében az ember-jármű-infrastruktúra hármas rendszerből külföldi szakirodalomra alapozva az emberre vonatkozóan az alábbi összefüggést határozta meg [69]:

$$\text{Közlekedésbiztonság} = \frac{\text{a közlekedésben részt vevő teljesítőképessége}}{\text{a környezet által támasztott követelmények}}$$

Ezt az „egyenletet” a kutatási téma szempontjából releváns infrastruktúrára alkalmazva a következő formában lehet megadni:

$$\text{Közlekedésbiztonság} = \frac{\text{a pálya műszaki színvonala}}{\text{a pályával szemben támasztott biztonsági követelmények}}$$

Látható tehát, hogy a közlekedésbiztonság szintje függ a pálya műszaki színvonalától és a biztonsági követelményektől. Közlekedésbiztonságról akkor beszélhetünk, ha a műszaki színvonal legalább olyan szintű, hogy teljesítse a biztonsági követelményeket, vagyis a kifejezés értéke 1 vagy nagyobb. Ez alapján a közlekedésbiztonság fokozása a pálya biztonsági követelmények szerinti műszaki fejlesztését jelenti.

A műszaki színvonal a vonalon leközlekedtethető vonatok számával, vagyis adott vonal átbocsátóképességével jellemezhető. A biztonsági követelményeket e pont korábbi megállapításai alapján nem csak közlekedési szempontból lehet értelmezni, hanem védelmi szempontból is. A létfontosságú rendszer elemek védelme az üzemi biztonságot hivatott növelni, azáltal, hogy igyekeznek az infrastruktúra elemek zavarérzékenységét csökkenteni. Ezért a pályával szemben támasztott biztonsági követelmények a közlekedési és a védelmi

²³ „Railway Troops”

biztonsági követelmények összegeként határozhatók meg. Ebből következik, hogy a közlekedésbiztonságra a védelmi követelmények is hatással vannak olyan mértékben, hogy a pálya műszaki színvonalának ezeket a követelményeket is ki kell elégíteni.

A védelmi célú felkészítés feladata, hogy a pálya védelmi biztonsági követelményeit kielégítse, vagyis biztosítsa a pálya működőképességét és lehetővé tegye a rendkívüli helyzetekben az infrastruktúra használatát. Ennek megfelelően fenti képlet alapján a közlekedésbiztonság színvonala a védelmi célú felkészítés feladatainak végrehajtásával növekszik. E megállapítás a képlet alapján fordítva is igaz, vagyis a közlekedésbiztonság színvonalának növelésével egy vasútvonal védelmi biztonsága is növekszik.

A védelmi célú felkészítési feladatok meghatározásakor fontos tényező lehet, hogy melyek azok a vasútvonalak, amelyek képesek védelmi célú feladatokat ellátni, és melyek azok, amelyeknek ehhez fejlesztésre van szükségük. Ez a nemzeti ellenállóképesség megfelelő szintű kialakítása szempontjából rendkívül fontos körülmény. E körülmény meghatározásához használható egy **vasútvonal (állomásköz) védelmi biztonsági mutatója (VBM_v)**. A mutatót fentiek alapján az alábbi formában lehet meghatározni:

$$VBM_v = \frac{M_m + M_r}{BK_m + BK_{\bar{u}} + BK_f + BK_v} = \frac{M_m + M_r}{BK_k + BK_v} \quad (1)$$

ahol:

VBM_v = vasúti védelmi biztonsági mutató

M_m = menetrend szerint közlekedő vonatok száma

M_r = rendkívüli helyzetben közlekedő vonatok száma

BK_m = műszaki biztonsági követelmények

BK _{\bar{u}} = üzemi biztonsági követelmények

BK_f = forgalombiztonsági követelmények

BK_v = védelmi biztonsági követelmények

BK_k = közlekedési biztonsági követelmények (a műszaki, az üzemi és a forgalombiztonsági követelmények összege)

A mutató értelmezéséhez szükséges a számláló és a nevező értékének számszerűsítése. A menetrend szerint közlekedő vonatok száma a kiutalt menetvonalak darabszáma után meghatározható. A rendkívüli helyzetben közlekedő vonatok számának meghatározásakor azt a keresleti csúcsgényt kell figyelembe venni, amely egy rendkívüli helyzet bekövetkezésekor keletkezik. Ez helyzetenként eltérő, és a kialakult szituáció veszélyességétől, tér- és időbeli kiterjedésétől függ. A nemzeti ellenállóképesség megkívánja, hogy az ország védelmével

foglalkozó szervezetek a kialakuló rendkívüli eseményekre a legrövidebb időn belül képesek legyenek reagálni. A reakció mértéke a bekövetkező esemény súlyosságától függ. Különleges jogrendi időszakban a szükséges feladatok elvégzéséhez sok esetben a közlekedési infrastruktúra azonnali és akár kizárólagos igénybe vételére van szükség, vagyis a közlekedési infrastruktúra használatára jelentős keresleti igény mutatkozik. A szükséges intézkedések megtétele után, illetve a válság véget értével a kereslet jelentősen lecsökken és visszatér a normál időszak alacsony keresletéhez. Az ebből felírható keresleti görbe meredeksége a kialakult rendkívüli helyzet súlyosságától és időtartamától függ. Ugyanakkor, miután adott események (válságok) bekövetkezésének csak a valószínűsége ismert (például földrengés vagy árvíz kialakulása, de akár egy fegyveres konfliktus kezdete), így az ilyen helyzetekben közlekedtetendő vonatok számát csak becsülni lehet. A védelmi-biztonsági szervek számára azonban mindenkor biztosítani kell, hogy az általuk támasztott kereslet még az ilyen meredekségű görbék esetén is kielégíthető legyen. Ennek szükséges és elégséges feltétele, hogy a közlekedési infrastruktúrák és ezen belül is a vasúti pályák rendelkezésre álljanak a szállítási feladatok (azonnali) lebonyolítására.

A közlekedési biztonság egyes szintjeinek követelményeit a vasútvonal műszaki jellemzői határozzák meg, ugyanis, mint azt az I.1 pontban meghatároztam, ezek a biztonsági szintek egymásra épülnek a műszaki kiépítettség alapján. A védelmi biztonsági követelmények elsősorban a műszaki biztonsági követelményeket egészítik ki, ezáltal növelve az üzemi biztonságot. Azt, hogy melyik vonalon kell védelmi biztonsági követelményeket is figyelembe venni, a vasútvonal polgári és katonai szerepe határozza meg, ezért ezeket a következő alfejezetben külön is megvizsgálom. A műszaki kiépítettség az I.2.1 alfejezetben tárgyaltak alapján indokolhatja a létfontosságú rendszerelemként való kijelölést, így a védelmi követelményekre ez is hatással van. Egy vasútvonal átbecsátóképessége alapvetően az alkalmazott vasútüzemi technológián múlik, amelynek részei a pálya műszaki paraméterei, a biztosítóberendezések fejlettségi színvonala és a forgalomlebonyolítás módszere. A közlekedési védelmi követelmények ennek megfelelően a vasútüzemi és védelmi paraméterek alapján számított átbecsátóképességében öltönek testet. Ezek együttesen határozzák meg az a szolgáltatási színvonalat, amit a pályavasút nyújtani képes.

Egy vasútvonal akkor képes ellátni a rá szabott védelmi feladatokat, ha a pálya kapacitása nagyobb, mint a leközlekedtetni kívánt vonatok mennyisége, ezért szükségszerűen a mutató értékének 1-nél kisebbnek kell lennie. A mutatószám azonban a fentiek alapján minden rendkívüli helyzetben más és más, ugyanakkor értéke az egyes rendkívüli események szimulációjával számítható. A mutató értéke megmutatja, hogy mekkora kapacitástartalékkal

rendelkezik egy adott vasútvonal valamely rendkívüli esemény bekövetkezésekor felmerülő szállítási igények kielégítésére. Minél kisebb a mutató értéke, adott vonal annál inkább bevonható a védelmi szállítási feladatokba. Ugyanakkor egyes minősített esetekben a védelmi követelmények olyan mértékű szállítási igényt generálhatnak, aminek kielégítése változatlan vonali kapacitás mellett csak a menetrend szerinti vonatok forgalmának korlátozásával elégíthető ki.

Szászi Gábor doktori értekezésében [24] vizsgálja a Tóth – Helmeczy szerzőpáros vasúti alágazattal szemben támasztott védelmi követelményeit [22] és megállapítja, hogy a szerzők által javasolt, katonai szállítási igények részére fenntartott kapacitásokat a technológia korszerűsödésével és a jogszabályi keretek változásával a vasúti pályacapacitás-elosztó szervezet bármikor rendelkezésre tudja bocsátani. Ugyanakkor ezt a 2013-ban tett megállapítást véleményem szerint annyiban szükséges felülvizsgálni, hogy a közlekedéspolitikai változása a környezetbarát közlekedési módok előnyben részesítését tüzte ki célul, így az állami megrendelő részéről nagyobb mennyiségű személyszállítási igény érkezik. Hasonlóképpen az áru fuvarozás tekintetében az EU törekvése a tehergépjárművek által szállított áruk vasútra terelhetősége, így a fejlesztések nélküli vasúti hálózat egyre kevesebb szabad kapacitással fog rendelkezni. Miután az egyes rendkívüli helyzetek kialakulásának időpontja nem ismert, szükségszerű, hogy a vasúti közlekedési rendszer megfelelő kapacitástartalékokkal rendelkezzen a hirtelen megugró igények kielégítésére.

A védelmi célú felkészítés feladata, hogy időről-időre a valós pályaparaméterekből számított átbocsátóképesség alapján meghatározza a vonalanként számított vasúti védelmi biztonsági mutatót, és ahol a mutató értéke 1 fölé emelkedik, kezdeményezze a közlekedési és védelmi biztonsági követelmények növelését, illetve, amennyiben ez nem lehetséges, meghatározza az egyes kerülő útirányokat annak érdekében, hogy az előző bekezdésben meghatározott szükséges tartalék kapacitás rendelkezésre álljon.

A mutató értékének 1 alá csökkentésében, vagyis az átbocsátóképesség emelésében (a nevező értékének növelésében) többek között az alábbi módszerek nyújthatnak segítséget (mögötte zárójelben, hogy melyik biztonsági követelményt erősíti):

- pályasebesség emelés (BK_m);
- két- vagy többvágányúsítás (BK_m);
- villamosítás, alternatív üzem bevezetése (BK_m , $BK_{\bar{u}}$, BK_f , BK_v);
- állomási és állomásközi biztosítóberendezések fejlesztése (BK_m , $BK_{\bar{u}}$);
- emberi ellenőrző szerep kiváltása gépi rendszerekkel (BK_m , $BK_{\bar{u}}$);
- korszerű építési és műszaki eljárások alkalmazása (BK_m , $BK_{\bar{u}}$);

- szükségtérközök kialakítása (BK_f);
- fizikai védelmi megoldások alkalmazása (például fegyveres őrség) (BK_v);
- kibervédelmi megoldások alkalmazása (BK_v);
- polgári és védelmi-biztonsági szervek együttműködése (BK_v).

A mutató nevezőjében a közlekedési és a védelmi biztonsági szint összeadódik, vagyis, a védelmi biztonsági szint növeléséhez a közlekedési biztonság is hozzájárul azáltal, hogy csökkenti a VBM_v értékét. Ebből következik, hogy **a közlekedésbiztonság és a védelmi biztonság együttesen, egymást erősítve képesek egy vasútvonal biztonságát növelni.**

A korábbi gondolatmeneten végig haladva az első kifejezés az alábbi formában is megadható:

$$\text{Közlekedésbiztonság} = \frac{\text{pályavasúti szolgáltatási színvonal}}{\text{biztonságos vasúti infrastruktúra}}$$

A képlet alapján a védelmi célú felkészítésnek tehát a (megfelelően magas) pályavasúti szolgáltatási színvonalra és a biztonságos vasúti infrastruktúrára kell irányulnia. Ahhoz, hogy ezt meg lehessen tenni, szükséges egy olyan működési modell kidolgozása, amelynek kimenetei a fenti „egyenlet” számlálója és nevezője.

I.5 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK

Egy ország működésének alapvető feltétele, hogy közlekedési rendszerei képesek legyenek a keletkező szállítási igényeket kielégíteni. A közlekedési rendszerek működésének alapfeltétele pedig, hogy műszaki kialakítása megfelelően magas színvonalú, üzeme hibamentes és forgalma zavartalan legyen. Ezek a feltételek a műszaki, az üzemi és a forgalombiztonság fogalmaiban jelennek meg.

Védelmi-biztonsági szempontból egyes, létfontosságú elemek tekintetében ezeken kívül szükséges egy további védelmi elemmel növelni a biztonságot. A létfontosságú közlekedési rendszerek védelme tovább növeli a nemzeti működő- és ellenállóképességet. A védelmi célú felkészítés feladata pedig a védelmi szint meghatározása és megfelelő módszerekkel történő elérése.

Ebben a fejezetben a vasúti közlekedési alágazat közlekedésbiztonságára ható védelmi tényezőket vizsgáltam. A közlekedési és védelmi biztonsági fogalmakon végig haladva elemeztem a vasúti közlekedési alágazat működését annak érdekében, hogy meghatározzam a szektor közlekedési és védelmi biztonságának hatásait a védelmi célú felkészítés feladatira.

A vasúti alágazat közlekedési biztonságának elemzését a műszaki, az üzemi és a forgalombiztonság fogalmain keresztül végeztem el. Megállapítottam, hogy ezek a fogalmak

egymásra épülnek és szükséges mindegyik megfelelő szintű biztosítása annak érdekében, hogy a vasúti közlekedés veszélyhelyzeteit elkerülhessük.

A biztonság másik tényezőjeként a védelmi biztonságot és ezen belül a kritikus infrastruktúrák nemzetközi és hazai védelmi gyakorlatát vizsgáltam. A vizsgálat eredményeként megállapítottam, hogy kiemelt jelentősége van a köz- és magánszféra együttműködésének, mert sok országban a kritikus infrastruktúra egyes elemei magánkézben vannak, illetve magáncégek üzemeltetik azokat, ugyanakkor az interdependencia miatt szükséges az állami koordináció. Magyarországon a közlekedési infrastruktúra kevés kivételtől eltekintve állami tulajdonban van, így azok védelmi célú felkészítése az állam feladata.

A vasúti alágazat létfontosságú rendszerelemeit, mint létfontosságú rendszerelemeket, európai és nemzeti kritériumok szerint kell azonosítani és kijelölni. A konkrét elemekre vonatkozó azonosítást Horváth Attilával írt tanulmányunkban végeztem el [70]. A szektor védelmi célú felkészítéssel kapcsolatos feladatának alapját az EU Zöld Könyvében meghatározott pillérek adják.

Az védelmi biztonsági követelmények közlekedésbiztonságra gyakorolt hatásainak meghatározása céljából **kidolgoztam a vasúti védelmi biztonsági mutatót (VBM_v)**, ami a közlekedési és védelmi biztonsági követelményekkel arányosan mutatja meg, hogy egy adott vasútvonal mekkora védelmi kapacitástartalékokkal rendelkezik. A mutató a védelmi felkészítéssel foglalkozó szakemberek számára hasznos, a tekintetben, hogy megmutatja a szükséges vasúti védelmi célú infrastruktúra-beruházások szükségességét, vagyis hol szükségesek a közlekedés biztonságát javító intézkedések.

A vasúti védelmi biztonsági mutató védelmi követelményeinek vizsgálatánál rámutattam, hogy ezek a vasúti közlekedési alágazat jelenkori polgári és katonai szerepétől függenek. A vasúti közlekedés szerepe a klímavédelmi akciótervek hatására a 2010-es években növekedésnek indult. Az egyre inkább kialakuló környezettudatos közlekedési attitűd kedvező változásokat indított el a vonatok forgalmát illetően [71]. Igaz ez mind a személyszállításra, mind pedig az áru fuvarozásra. Az Unió környezetvédelmi törekvései egyértelműek: a „Fit for 55” klímapolitikai csomag a vasúti alágazat nagyobb használatának irányába mutat [72].

A szektor katonai szerepe a NATO új haderőmodellje alapján szintén növekedhet [66]. Az alágazat stratégiai jelentősége különösen az utánpótlási szállításokban mutatkozik meg. Ez a hatékonyság a katonai mozgatási-szállítási feladatok elvégzésekor előtérbe helyezheti a vasúti közlekedés igénybevételét, amelyet az orosz – ukrán háborúban végrehajtott orosz katonai vasúti szállítások elemzése is szemléltet.

A védelmi célú felkészítés feladatának meghatározására kidolgozott vasúti védelmi biztonsági mutató számítási képlete alapján **megállapítottam, hogy a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésének feladatait jelentős mértékben meghatározzák a közlekedési és védelmi biztonsági követelmények, illetve egymást erősítő hatásuk, a pálya és tartozékainak állapota, valamint az annak emelését célzó infrastruktúra-beruházások.** A szükséges védelmi biztonsági követelményeket az egyes vasútvonalak polgári és katonai szerepköre alapján lehet meghatározni.

Vizsgálataimmal alátámasztottam, hogy a vasúti közlekedési alágazat védelmi célú feladatai a közlekedési biztonság tekintetében pozitív hatásúak, vagyis a szektor védelmi célú felkészítése egyben annak közlekedési biztonságát is javítja.

A fejezet vizsgálati eredményei alapján kijelenthető, hogy **Magyarország védelmi képessége**, mint a haderő által támasztott szállítási keresleti igény kielégíthetősége **függ a közlekedési rendszer, és ezen belül a vasúti közlekedési alágazat szállítási képességétől**, amelyet a védelmi, valamint a földrajzi és műszaki paraméterek együttesen határoznak meg.

II. FEJEZET

A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA KOMPLEX VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉSE

Az I. fejezetben vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy a vasúti szektorban a közlekedési és a védelmi biztonság egymást erősítő hatása, valamint az alágazat jelenkori polgári és katonai szerepe jelentős mértékben meghatározzák a védelmi célú felkészítés feladatait. Ebben a fejeztben azt vizsgálom, hogy milyen módokon lehetséges a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítése a polgári és a katonai közlekedési igények kielégíthetősége céljából. Ehhez a szakirodalom felhasználásával követelménymodellt állítok fel, amely alapján a vasúti infrastruktúrák komplex védelmi célú felkészítése végrehajtható. A modell kereteit a jogszabályi környezet, az infrastruktúra elemek és a védelmi célú felkészítéssel elérhető működőképes vasúti infrastruktúra nyújtotta szolgáltatási színvonal adja. Az egyes elemeket a szakirodalom alapján verifikálom.

A fejezet célja, hogy meghatározza a vasúti közlekedési alágazat jelenkori védelmi felkészítésének fogalmát, feladatrendszerét, valamint az annak eredményességét meghatározó biztonságos vasúti közlekedési rendszer összefüggéseit a katonai és a polgári mobilitással, illetve a pályavasúti szolgáltatási színvonallal.

II.1 A VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉS KÖVETELMÉNYRENDSZERÉNEK MODELLJE

Magyarország katonai biztonsága megköveteli, hogy az ennek érdekében végzett feladatok maradéktalanul teljesíthetők legyenek. Ez csak megfelelően működő rendszerekkel lehetséges. A vasúti szállítási feladatok végrehajthatóságához szükséges az alágazat működésének biztosítása, ennek keretében pedig a szektor védelmi célú felkészítése, vagyis meg kell határozni, hogy melyek azok a jelenkori feladatok, amelyeket a védelmi felkészítés keretében el kell végezni a szektor működőképességének fenntartásához. A feladatok vizsgálatához felállítok egy követelménymodellt, amelyek elemein keresztül az elemzést el tudom végezni.

II.1.1 A követelménymodell szükségessége

A védelmi célú felkészítés két, a következőkben meghatározandó alapeleme a Doktrínában megtalálható, az ország védelmi célú felkészítésével kapcsolatos közlekedési szakfeladatok értelmezéséből vezethető le [63]. A közlekedési feltételek megteremtése, a hálózat fenntartása és a szükséges kapacitások biztosítása a vasúti hálózat

működőképességének fenntartását jelenti, vagyis a hálózatnak képesnek kell lennie a rá háruló szállítási feladatok ellátására minden időszakban. Ezt a képességet a Doktrína a közlekedési támogatás szakfeladatainak végrehajtásával kívánja elősegíteni, amelyek tovább szűkítik a védelmi célú felkészítés feladatát. Egyrészt maga a Doktrína definiálja a **felkészítés** feladatát, mint a közlekedési infrastruktúrák katonai műveleti követelmények szerinti felkészítését, másrészt a technikai oltalmazás feladataként határozza meg a közlekedési infrastruktúrák **működőképességének megőrzését**. A működő közlekedési rendszer alapvető fontosságú a lakosság védelmének és ellátásának biztosításához.

A továbbiakban tehát a működőképesség fenntartásának módszereit kell vizsgálni, amelyhez elsőként definiálni szükséges a robusztusság, az ellenállóképesség és a sebezhetőség fogalmait.

Carlson és Doyle cikke szerint a (műszaki) *robusztusság* alatt azt értjük, ha meghatározott rendszerjellemzők fennmaradnak az összetevők viselkedésnek vagy környezetének megváltozása ellenére [73]. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy a rendszer nem érzékeny a zavarokra. Ugyanakkor a szerzőpáros a robusztusság kérdését tovább bontja „robusztus, de törékeny”²⁴, valamint „komplex”²⁵ rendszerekre. A „robusztus, de törékeny” rendszer ellenáll ugyan bizonyos változásoknak, de csak az előre meghatározottaknak, vagyis váratlan eseményekre nem tud megfelelően reagálni, a „komplex” rendszer viszont képes erre. A szerzők bevezetik a „nagy mértékben optimalizált tűréshatár” fogalmat, ahol a „tűréshatár” hangsúlyozza, hogy a komplex rendszerekben a robusztusság egy korlátozott „mennyiség”, amit tervezni és védeni kell. A „nagy mértékben optimalizált” pedig azt hangsúlyozza, hogy ezt magasan strukturált és **egyedileg tervezett** vagy továbbfejlesztett konfigurációkkal lehet elérni. Az így kialakított rendszerek jellemzője a belső komplexitás, a látszólag egyszerű robusztus külső viselkedés. **A tervezett robusztusság akadályokat állít a hibák elé, így biztosítva a komplexitást.**

A vasúti *ellenállóképesség* fogalmát Evnika Grass dolgozatában az alábbiak szerint fogalmazza meg: „Egy vasúti rendszer akkor ellenállóképes, ha felkészült a rendkívüli hatásokkal járó váratlan eseményekre. Ezekre úgy tud reagálni, hogy a rendszer alapvető funkciói fennmaradnak és [a rendszer] egy előre meghatározott időintervallum után alapállapotába visszatér”²⁶ [74].

²⁴ „Robust, yet fragile”

²⁵ „Complex”

²⁶ fordította a szerző

Az ellenállóképesség meghatározásánál katonai szempontokat is figyelembe kell venni. A már a Bevezetésben is tárgyalt országvédelmi felkészültség egyik tényezője a közlekedési rendszerek sérülésekkel szembeni ellenállóképessége. A közlekedési rendszernek mindenkor képesnek kell lennie a védelmi szempontú katonai mozgatási-szállítási feladatok végrehajtására. Különösen igaz ez a különleges jogrendi időszakokban jelentkező feladatokra. A vasúti ellenállóképesség meghatározásakor ezeket a feltételeket is szem előtt kell tartani.

Mérnöki értelemben a *sebezhetőség* azt jelenti, hogy egy szerkezet (például a vasúti infrastruktúra egy eleme) nem képes ellenállni adott veszély által keltett erőknek [75]. Azonban ez az elmélet figyelmen kívül hagyja az emberi tevékenységet. Perrow szerint a komplex-rendszer szemlélet szerint a sebezhetőséget az ember-technológia interfészben rejlő beépített veszélyek teremtik meg, együttműködve a mai összekapcsolt rendszerekkel [76]. Egy sérülékenység-menedzsmenttel foglalkozó tanulmány szerzői szerint a sebezhetőség és a fejlesztések közötti kapcsolat kétirányú lehet [77]:

- egyrészt a fejlesztések növelhetik a sebezhetőséget (például a nagysebességű vasúti pályák építése révén);
- másrészt pedig a fejlesztések megvalósításával csökkenthető a sebezhetőség (a tudomány és a technológia fejlődésével lehetséges a veszélyek kezelése).

Fenti definíciókból következik, hogy a vasúti infrastruktúrát akkor tekinthetjük működőképesnek, ha ellenállóképessége nagy, képes váratlan eseményekre reagálni, sebezhetősége alacsony, vagyis komplex rendszerként²⁷ működik. A továbbiakban tehát azt szükséges vizsgálni, hogy a vasúti infrastruktúra hol sebezhető, illetve mennyiben tud a váratlan eseményekre (például egy árvízre vagy terrortámadásra) úgy reagálni, hogy a rendszer ellenállóképessége elérje a Doktrínában meghatározott mértéket. **Ezen ok-okozati kapcsolatok miatt szükséges tehát kidolgozni egy olyan modellt (eljárásrendet), amely biztosítja a vasúti közlekedési alágazat működőképességének megőrzését.**

II.1.2 A modell általános leírása

A modell működésének biztosítania kell, hogy a vasúti közlekedési alágazat robusztusságát komplex rendszerként lehessen értelmezni, mert ellenállóképessége ekkor lesz a legnagyobb és a védelmi célú felkészítés csak akkor éri el a Doktrínában meghatározott értékét. A védelmi célú felkészítés komplexitása (robusztussága) tehát elsősorban a vasúti infrastruktúra védelmét kell, hogy jelentse, másodsorban a működés megzavarására adott

²⁷ Nem egyezik meg Perrow definíciójával.

reakciót, harmadsorban pedig a sebezhetőség minimalizálását, vagyis a fejlesztések révén csökkentett sebezhetőséget. Amennyiben a rendszer védettsége megfelelő, akkor sebezhetősége alacsony, amely szintén növeli a robusztusságot. Ezen kívül a robusztusság elősegíthető a megfelelő reakció eléréshez szükséges hatékony erőforrások és tartalékok rendelkezésre állásával, valamint az ellenállóképességet növelő műszaki megoldásokkal is.

Amennyiben a rendszer robusztus, valamint az erőforrások és a tartalékok rendelkezésre állnak, akkor megfelelően tud reagálni a zavarokra, az előforduló váratlan események nem akasztják meg a rendszer működőképességét és ellenállóképessége is ekkor lesz a legnagyobb. Az erőforrások hatékonyságát elősegítheti a szektor szereplőinek együttműködése is.

Mindezek alapján a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének fogalmát a következők szerint definiálom: a működőképesség fenntartására, illetve a helyettesíthetőség megoldására irányuló tevékenységek összessége a rendszer robusztussá tételével, amelynek elérésével a rendszer ellenállóképessége a legmagasabb, sebezhetősége a legalacsonyabb mértékű lesz.

II.1.3 A modell alkotóelemei

Az előző pont alapján a működési modellben a védelmi célú felkészítés három alappillére az EU Zöld Könyvének figyelembevételével a vasúti infrastruktúrák működőképességének fenntarthatósága, a vasútvonalak helyettesíthetősége, amennyiben egy vasútvonal működőképessége nem biztosítható, valamint a sebezhetőség minimalizálása. E három alappillér biztosítja, hogy az alágazat a váratlan eseményekre is megfelelően tudjon reagálni, vagyis a védelmi célú felkészítés komplexitását.

A vasúti **infrastruktúra működőképességének fenntarthatósága** érdekében vizsgálom:

- a pálya ellenállóképességét;
- a vasúti biztosítóberendezések üzemét, mint a közlekedési biztonság és ezáltal a működőképesség egyik alapelemét;
- a vasúti forgalomlebonyolítást, ugyanis a vasútüzemi feladatok ellátását zavarok előfordulásakor is fenn kell tudni tartani;
- a kapacitáelosztás rendszerét, a szükséges kapacitások biztosíthatósága érdekében.

A **helyettesíthetőség** kérdése elsősorban vasútföldrajzi vizsgálatokat indukál. A vasútvonalak a domborzaton haladnak, ezért hatással van rájuk a földrajzi környezet. Emiatt mindenféleképpen szükséges a helyettesíthetőség vizsgálata földrajzi szempontból is. A földrajztudomány katonai aspektusú megközelítésével a katonaföldrajz foglalkozik. A

Hadtudományi lexikon 2019-es kiadásának meghatározása szerint a katonaföldrajz a had- és földrajztudomány interdiszciplináris területe, ami általános, regionális és ágazati területekre tagolódik [12b]. A modellalkotás szempontjából a regionális katonaföldrajz vonalán tovább haladva, a Hadtudományi lexikon ide sorolja a védelemföldrajzot és a katonai országismeretet. A védelemföldrajz keres válaszokat földrajzi környezet és a térséget fenyegető veszélyforrások közötti összefüggésekre [12c]. A földrajzi vizsgálatoknak tehát választ kell adniuk arra a kérdésre, hogy a vasútvonalak kiesésekor mely vonalakon lehetséges a forgalom lebonyolítása, illetve mely más alágazatokat kell bevonni a szállítási igények kielégítéséhez. Magyarország jelenlegi vasúti infrastruktúrájának a KTI és az NKE HHK²⁸ közös kutatásának megállapításai alapján a helyettesítés szempontjából az alábbi neuralgikus pontokat azonosítottam [78]:

- nagyfolyami hidak és alagutak;
- Budapest vasúthálózata;
- más közlekedési alágazatok bevonhatósága.

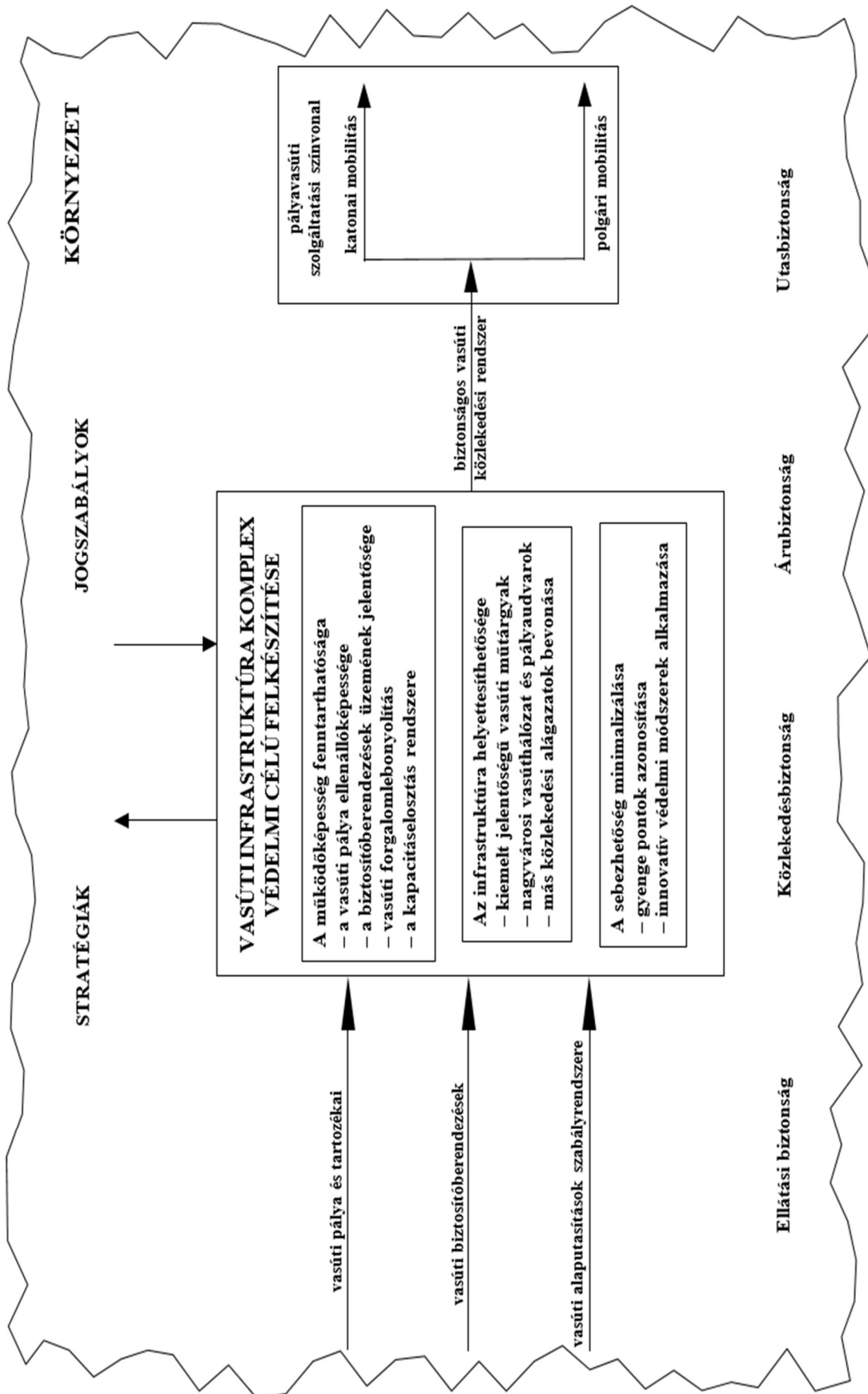
Ezekből következően a helyettesíthetőség kérdése az alábbi vizsgálatokat indukálja:

- kiemelt jelentőségű vasúti műtárgyak;
- nagyvárosok vasúthálózata és pályaudvarai;
- helyettesítés más közlekedési alágazatokkal.

A **sebezhetőség minimalizálása** a sérülékenységet előidéző gyenge pontok azonosítását és az azokra, valamint a veszélyhelyzetekre adható válaszokat jelenti. A gyenge pontok önmagukban nem okozzák a rendszer sérülését, azonban, amennyiben ezeket ártó szándékú cselekedeteket elkövetni kívánó személyek felfedezik, akkor ők célzott támadásokkal képesek a rendszer sérülését előidézni. Kutatók már 2000 óta időközönként rávilágítanak arra, hogy az egyes hálózatok nagyfokú robusztusságot mutatnak a véletlenszerű hibákkal szemben, ugyanakkor a célzott támadások hatására különösen sebezhetőnek tűnnek [79], [80], [81]. Sérüléseket okozhatnak továbbá a természeti hatások is, amelyek kivédése nehéz, ugyanakkor a megfelelő műszaki biztonsággal ezek a hatások csökkenthetők. Ezért ebben a témakörben vizsgálataim elsősorban a vasúti közlekedési rendszer terrorfenyegetettségére irányulnak.

A modell felépítését mutatja a 10. ábra.

²⁸ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar



10. ábra: A vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének követelménymodellje
forrás: saját szerkesztés

A modell bemeneteként a vasúti közlekedési infrastruktúra elemei szolgálnak. Kimenetként egy biztonságos vasúti közlekedési rendszer és az azon megvalósítható katonai, valamint polgári mobilitás határozható meg. A modell környezetét – beleértve az országvédelmi követelményeket is – a védelmi célú felkészítés kereteit meghatározó jogszabályi és stratégiarendszer, valamint a modell működésével elérhető különböző biztonsági elemek alkotják, amelyek hatással vannak a rendszerre, és amelyekre a rendszer maga is hatással van (például az egyre korszerűbb védelmi technológiák révén).

A továbbiakban az általam megalkotott modell alapján vizsgálom a vasúti közlekedési infrastruktúra védelmi célú felkészítésének lehetséges módozatait.

II.2 A KÖVETELMÉNYMODELL MŰKÖDÉSI KÖRNYEZETE

A modell működését jogszabályok és stratégiák határozzák meg, működése a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítését írja le. Az infrastruktúrán személy- és tehervonatok közlekednek, így a védelem kihat az azokat igénybe vevőkre is, vagyis a személyekre (utasokra) és árukra, illetve magára a közlekedés és az áru fuvarozás révén megvalósuló ellátási láncok biztonságára is. A modell és környezetének kölcsönös egymásra hatását az ábrán függőleges irányú nyilak jelezik.

II.2.1 Jogszabályi keretek

A védelmi célú felkészítés jogszabályi környezetének értékelésekor az általános védelmi elvekből kell kiindulnunk. Az Alaptörvény Alapvetés G) cikk (2) bekezdése szerint Magyarország védelmezi állampolgárait [82]. Ez a cselekvés elsősorban a honvédelemben testesül meg. A honvédelemről szóló törvény szerint a honvédelmi képesség fenntartásában az ország elsősorban saját erejére támaszkodik [83]. A honvédelmi képesség megfelelő szintű fenntartása a nemzetgazdaság védelmi célú felkészítése révén érhető el. A 2020-ban elfogadott Nemzeti Biztonsági Stratégia kimondja, hogy a nemzetgazdaság védelmi célú felkészítése garantálja az ország biztonságát [84]. A 2021-ben megjelent Nemzeti Katonai Stratégia a védelmi célú felkészítés megszervezését a nemzeti és nemzetközi együttműködési és ellenálló képességek megteremtése révén kormányzati felelősségként értelmezi [85]. Az Országgyűlés által 1998-ban elfogadott, a Magyar Köztársaság biztonság- és védelempolitikájának alapelveiről szóló határozat szerint a nemzetgazdaságnak képesnek kell lennie, hogy a biztonság- és védelempolitikai célkitűzések eléréséhez szükséges gazdasági alapokat biztosítsa [86]. Az I. fejezetben a vasúti közlekedési alágazat polgári szerepénél meghatároztam, hogy a közlekedés, és ezen belül a vasúti szektor jelentős összekötő kapocs az egyes nemzetgazdasági

szereplők között, így a nemzetgazdaság részeként szükséges az alágazat védelmi célú felkészítése annak érdekében, hogy az ország gazdasága az Országgyűlési határozatban előírt feladatát teljesíthesse. E feladatának ellátásában határoz meg szabályokat a Vbö. törvény is.

Indirekt módon a 2005. évi CLXXXIII. törvény a vasúti közlekedésről (a továbbiakban: vasúti törvény) is megállapítja a szektorral szembeni védelmi szükségességet [87]. Az értelmező rendelkezések között található „közös biztonsági célok” definíciójában megtalálható, hogy ilyen célokat kell megfogalmazni a vasúti létesítményeken tartózkodó illetéktelen személyekkel kapcsolatos egyedi kockázatokra. Értelmezésem szerint ez a terrorizmussal szembeni vasúti biztonság kiépítését szolgálja.

A 21. századra meghatározóvá váló kibertérben megjelenő fenyegetések elleni védekezés jogszabályi alapját teremti meg a Nemzeti Kibervédelmi Stratégia. Az informatikai rendszerek működése a vasúti szektorban is hétköznapivá válik, amelyek működőképességének biztosítása az I. fejezetben meghatározottak szerint az állam működésének egyik alapfeltétele. A kibervédelmi, valamint az azt kiegészítő hálózati és információs rendszerek biztonságára vonatkozó stratégia²⁹ éppen ezért rögzíti, hogy Magyarország rendelkezzen hatékony megelőzési, észlelési, kezelési, válaszadási és helyreállítási képességekkel a kibertérrel érintő támadások ellen [88]. E stratégiai pont alapján levezethető, hogy a vasúti közlekedési alágazat informatikai rendszereinek kiberveszélyei ellen szükség van megelőző képesség kialakítására. Ez az informatikai rendszerek védelmi célú felkészítésének felel meg.

Az I. fejezetben a vasúti alágazat szerepének vizsgálatokor megállapítottam, hogy az a katonai közlekedési rendszer részének is tekinthető, a rajta folyó katonai mozgatási-szállítási feladatok miatt. Ebből következően értelmezni szükséges a szektor katonai védelmi célú felkészítését is. Duchaj István 1997-ben a közlekedési biztosítás definíciójában határozta meg a védelmi célú felkészítés feladatait [89]. Ezt egészíti ki a Doktrína, amely szerint a védelmi célú felkészítés egyrészt az ország katonai védelmére, másrészt a szövetségi kötelezettségekből fakadó feladatok ellátására való felkészítést jelenti [63]. Ennek jogszabályi megerősítését tartalmazza a 22/2014. (IV. 18.) NFM rendelet is [90]. A közlekedési rendszer felkészítése a katonai logisztikai támogatási rendszer részeként értelmezett közlekedési támogatási rendszer felkészítésének keretében történik. A felkészítést normál időszakban kell végrehajtani annak érdekében, hogy különleges jogrendben a rendszer képes legyen a szükséges feladatok maradéktalan ellátására.

²⁹ Kihirdetve a Magyarország hálózati és információs rendszerek biztonságára vonatkozó Stratégiájáról szóló 1838/2018. (XII. 28.) Korm. határozattal.

Ezért a Doktrína az ország védelmi célú felkészítésének közlekedési szakfeladatait az alábbiakban határozza meg [63]:

- a katonai műveletek végrehajtásához a csapat- és anyagszállításokhoz a közlekedési feltételek megteremtése;
- szükség esetén a hadművelleti szempontból meghatározott jelentőségű akadályok körzetében ideiglenes átrakó körletek kijelölése és előkészítése;
- a várható közlekedési (mozgatási-szállítási) igények figyelembevételével a közlekedési hálózat fenntartása, a szükséges kapacitások biztosítása;
- adott esetben a központi, haderőnemi szintű anyagi készletek decentralizálásához szükséges szállítási tervek kidolgozása.

A feladatok elvégezhetősége és a jogszabályoknak történő megfelelés érdekében a Doktrína a közlekedési rendszerrel szemben követelményeket is támaszt [63]:

- a hadművelleti felvonulás során legyen képes az MH és a szövetségesek csapatainak a veszélyeztetett térségekbe történő átcsoportosítására;
- álljon készen a központi készletek decentralizálására, a folyamatos utánszállítás végrehajtására;
- hajtsa végre a haditevékenységek során a sebesültek és a sérült haditechnikai eszközök és anyagok hátraszállítását;
- tartsa fenn a közlekedési rendszerek, ágazatok működőképességét, állítsa helyre a rombolásokat, háborús sérüléseket;
- változatlan hatékonysággal elégítse ki az ország, a nemzetgazdaság közlekedési szükségleteit;
- biztosítsa a lakosság ellátásánál, szükség szerinti evakuálásánál felmerülő szállítási igények kielégítését.

II.2.2 Hatásterületek

A követelménymodell működése a komplexitás révén biztosítja a működőképességet, ezen keresztül pedig a vonatközlekedés lebonyolítását és a tolatási mozgások elvégezhetőségét. A biztonságos vasúti közlekedési rendszer, mint a modell működésének eredménye, további biztonsági elemekre is hat. Ilyen biztonsági hatásterületek a [26] szakirodalom felhasználásával az alábbiak:

- ellátásbiztonság (a szállítások lebonyolíthatósága révén);
- közlekedésbiztonság (a balesetek elmaradása révén);
- árubiztonság (az árukárok csökkenése révén);

- utasbiztonság (az utasokat ért támadások csökkenése révén).

Ugyanakkor ezeknek a biztonsági elemeknek a fejlesztése is hatással van a védelmi célú felkészítés eredményességére, mint azt az I. fejezetben a H1 hipotézis vizsgálatokor a közlekedésbiztonság tekintetében bizonyítottam.

II.3 A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA ELEMELI

A közlekedési rendszerek védelmi felkészítéséhez, mint a követelménymodell bemeneti elemét, szükséges ismerni a védendő alágazat infrastrukturális felépítését. A vasúti szektor infrastruktúrájába az EU fogalmi meghatározása szerint beletartozik a pálya, a kitérőszerkezetek, a mérnöki létesítmények (például hidak), a kapcsolódó állomási infrastruktúra (például peronok), illetve a biztonsági és védelmi berendezések [91]. Ezeket az elemeket több évtizedes vasúti szakmai tapasztalatom, a Bevezetésben meghatározott általános közlekedési infrastruktúra fogalmi lehatárolásából levezetett vasúti közlekedési infrastruktúra, illetve az infrastruktúrákezelő MÁV Zrt. 2022-ben érvényes szervezeti ábrája³⁰ alapján az alábbiak szerint csoportosítom:

- vasúti pálya és tartozékai;
- vasúti biztosítóberendezések;
- vasúti forgalomlebonnyolítás (utasítások szabályrendszere).

II.3.1 A vasúti pálya és tartozékai

A vasúti pálya alapvetően két részre bontható:

- nyílt vonalra és
- állomásokra.

Az F. 2. sz. Forgalmi Utasítás [92] (a továbbiakban Forgalmi Utasítás) szerint a nyílt vonal két szomszédos állomás területe közötti vonalszakasz³¹, amit a szaknyelv állomásköznek hív. Ez a vasútüzemi lehatárolás szükséges ahhoz, hogy meg lehessen határozni a hálózat azon helyeit, amelyekre a védelmi célú felkészítés keretében figyelmet kell fordítani.

II.3.1.1 Nyíltvonalai pályaelemek

A nyílt vonal leghosszabb szakaszai a folyóvágányok, ahol a vonatok a legtöbb esetben megállás nélkül haladnak. Ugyanakkor az állomásközöket a vasúti pálya nagyobb

³⁰ Elérhető: https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/szervezeti_abra-mav_zrt-szmsz_ii.pdf (letöltve: 2022. 02. 07.). A szervezeti ábrában a pályaműködtetési vezérigazgató-helyettes irányítása alatt találjuk a pálya, a forgalmi és az infokommunikációs főigazgatóságokat.

³¹ F. 2. sz. Forgalmi Utasítás 1.2.77. pont (a továbbiakban F. 2. és a továbbiakban „pont” kiírása nélkül)

átbocsátóképességének elérése céljából szakaszokra, úgynevezett térközökre osztják, amely szakaszokat jelzőeszközökkel választanak el egymástól.

A nyílt vonalon a domborzat egyenetlenségeinek megszüntetésére terepkiegyenlítést alkalmaznak. Ez lehet bevágás (talaj eltávolításával kialakított földmű), illetve töltés (terepszintből kiemelkedő földmű). Ennél is nagyobb kiegyenlítés már úgynevezett műtárgyak segítségével történik.

A vasút olyan kiemelt jelentőségű műtárgyai [93], amelyeknek a védelmi célú felkészítéskor jelentőségük lehet:

- alagutak;
- hidak;
- viaduktok.

A folyók fölött átvezető hidaknál, a völgyek fölött alkalmazott viaduktoknál jelentős magasságkülönbség is lehet a terepszint és a pálya vonalvezetése között, így az itt bekövetkező rendkívüli esemény súlyos következményekkel járhat. Ez adott esetben (például terrortámadáskor) lehet jelentős áldozatszám és nagy anyagi kár is, ezért nem ritka, hogy az ilyen hidakat a nap 24 órájában fegyveres őrökkel védik (például Déli összekötő vasúti híd).

II.3.1.2 Állomások

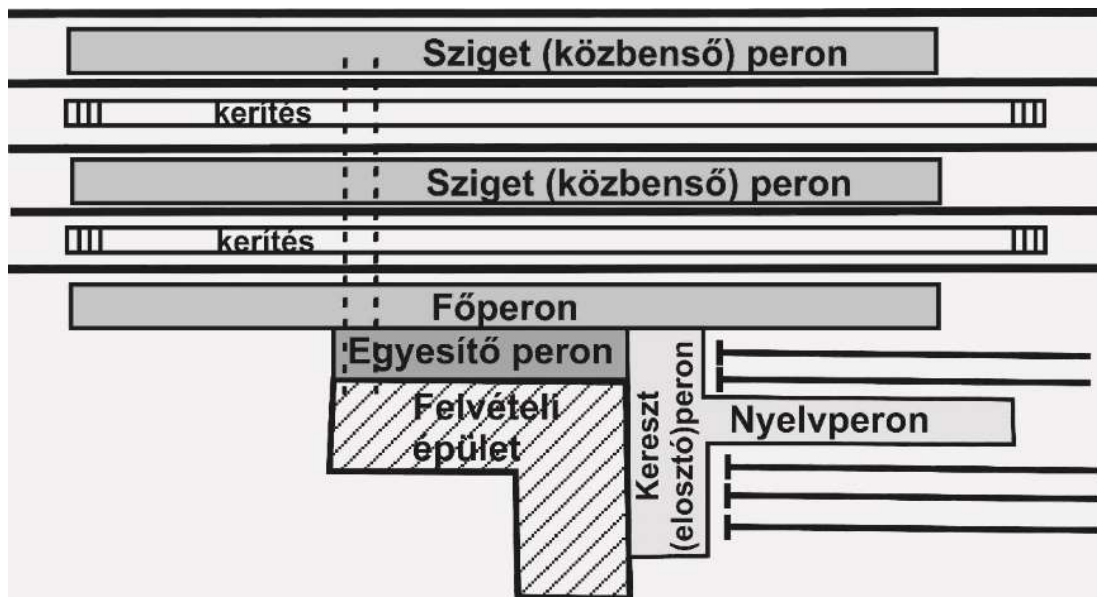
Az állomások elsődleges forgalmi feladata a vonattalálkozások³² lebonyolítása. Feladataikból következik, hogy az állomások területén egyidőben több vonat, nagyszámú utas és árumennyiség is jelen lehet.

Az állomások utasforgalmi létesítményei szolgálnak a település és a vasút közötti kapcsolat jó kialakítására (például a felvételi épület) [94], a személyszállítással kapcsolatos tevékenységek ellátására és az utasforgalmi áramlatok levezetésére. Az utasáramlatok gyors levezethetősége érdekében a be- és kijáratokat megfelelően ki kell hangsúlyozni, hogy elősegítsék az utasok rávezetését és a gyors tájékozódást [95]. A vasútállomások 21. századi funkciója túlmutat a vasútüzemmel kapcsolatos teendőkön, ma már a város szerves részének tekinthető, így átjárhatóságát biztosítani kell, ami ismét csak a be- és kijáratok számának növelését jelenti.

A peronok és a hozzájuk vezető utak, valamint alul- és felüljárók teszik lehetővé a vonatok megközelítését. A peronok kialakítása különböző lehet, függően az állomás fajtájától (11. ábra) [96]. Egy nagy utasforgalmú vonat állomási tartózkodása alatt sok utas vehet igénybe

³² F. 2. 1.2.158.

egy-egy peront, amely szintén megfelelő lehetőséget ad terrorcselekmények végrehajtására, különösen, ha az közvetlen kapcsolatban áll a felvételi épülettel (például fő- vagy keresztperon).



11. ábra: Állomási peronfajták
forrás: saját szerkesztés

A legtöbb vasútállomás kialakítása olyan, hogy egyes irányító (rész)rendszerek a felvételi épületben kaptak helyet. A forgalmi iroda (ide értve minden, a forgalom közvetlen lebonyolításához kapcsolódó tevékenység helyiségét) például már megfelelő célpont lehet egy terrorakció végrehajtásához. Egyrészt azért, mert itt teljesít szolgálatot a vasútállomás vonatforgalmát ténylegesen irányító személy (forgalmi szolgálattevő³³), másrészt ezekben a helyiségekben található olyan biztosítóberendezési elemek, amelyek megsemmisítése vagy az a fölötti ellenőrzés átvétele (berendezés kezelése) képes lehet baleseteket előidézni. A helyiségek az utasforgalom számára megnyitott területen található, így könnyen megközelíthetők (bár általában ezekben a helyiségekbe utasnak belépni tilos).

Az állomások kapcsán vizsgálni szükséges továbbá a vasúti hálózaton betöltött szerepüket. A vasútállomások hálózatban betöltött szerepe kettős [97]:

- egyrészt vonatokat indítanak és fogadnak a vasútvonalak felé/felől;
- másrészt biztosítják egy-egy vasútvonal forgalmát.

Az értekezés témáját illetően az első feladatkör a fontosabb az állomások jelentősége és utasforgalma miatt. Egy nagy vasúti csomópont kiesése egyszerre több vasútvonal forgalmát lehetetlenítheti el, egy vasútvonalon fekvő vasútállomás lezárása csak az adott vonalét [98].

³³ F. 2. 1.2.34.

II.3.1.3 A vasúti pálya tartozékai

Ide sorolhatók azok a létesítmények, amelyek nem tartoznak az előző kategóriákba, ugyanakkor meglétük szükséges a vasútüzem fenntartásához. Tipikusan ilyen a felsővezetéki rendszer (oszlopok, munkavezeték, sodronyok, stb.) és a hozzá tartozó létesítmények, például a villamos alállomás, amely biztosítja a vontatási áramot a felsővezetéki rendszerbe. Az előforduló rendkívüli események inkább csak anyagi kárt okoznak, illetve megnehezítik a vasútüzem fenntartását.

II.3.2 Biztosítóberendezések

A vasúti biztosítóberendezések a vasúti infrastruktúra olyan műszaki rendszerelemei, amelyek célja a vonatbalesetek és veszélyeztetések megakadályozása, továbbá a vonatok közlekedésének szabályozása [37]. A biztosítóberendezések nagyon fontos szerepet töltenek be a vasúti közlekedésbiztonságban is. Ennek alapja egyrészt, hogy működésük zavara súlyos balesetek bekövetkezéséhez vezethet, másrészt a fenti felsorolás értelmében a vasúti közlekedés valamennyi területén jelen vannak, így a hálózat teljes kiterjedésén értelmezni kell működési zavarai lehetséges következményeit.

Ugyanakkor azt is ki kell hangsúlyozni, hogy **a vasúti biztosítóberendezések alapvetően a fail-safe elven működnek**, azaz hiba előfordulásakor a rendszer biztonságosabb állapotba kerül, így a nagyobb probléma elkerülhető [99] (ez általában a sebességcsökkentés vagy a megállás irányába történő elmozdulás).

A biztosítóberendezések definíciójából kiolvasható tehát, hogy a vasúti közlekedés biztonságát leginkább meghatározó infrastruktúra elemekről beszélhetünk. A szándékos veszélyeztetés célja ebben az esetben üzemük megzavarása és ezáltal balesetek előidézése. Ezt oly módon lehet elérni, hogy a fail-safe elv megsértésre kerül, azaz a hiba bekövetkezése nem eredményez biztonságosabb állapotot. A régebbi biztosítóberendezéseknél ez a fizikai függések kiiktatását, a korszerű biztosítóberendezéseknél már egyértelműen informatikai támadást jelent. A fizikai függések kiiktatása időigényes és nehezen végrehajtható feladat (például egy váltóállító acélsodrony elvágása), ugyanakkor természeti hatások képesek a berendezések fizikai rongálására (például kőlavina). Sokkal súlyosabb problémát jelenthet az informatikai rendszerek sérülése, ami kevés kivételtől eltekintve (például beázás) szándékos emberi cselekedetet takar. Ez a tevékenység a kiberterrorizmus működési területére vezet. Itt már nincs szükség a berendezések fizikai rongálására, hanem a működtető szoftverbe történik beavatkozás. Ezzel elérhető hamis közlekedési parancsok kiadása, amelyeket a vasúti személyzet végrehajt, vagy rendszerek egymás közötti kommunikációja sérülhet. Mindkét

esetben halálos kimenetelű balesetek következhetnek be. Mindezek miatt a biztosítóberendezések teljes körét be kell vonni a védelmi célú felkészítésbe.

II.3.3 A vasúti alaputasítások szabályrendszere

A vonatok közlekedése és a tolatások³⁴ irányítása jelzések alapján történik. A munkavégzés alapvetően e két utasítás szerint történik, vagyis az alaputasítások szabályainak betartása létfontosságú a vasútüzem működőképességét illetően. Az alaputasítások szabályrendszerének vizsgálatakor szükséges megvilágítani azt a célrendszert, amelyre a szabályok épülnek, illetve célrendszerből levezethető utasításadási és -értelmezési szabályokat, mint a védelmi célú felkészítés keretében a megfelelő vasúti forgalomlebonyolítás keretrendszerét.

II.3.3.1 Az alaputasítások célrendszere

Az alaputasítások célja, hogy megfelelő szabályokat adjanak a balesetmentes közlekedéshez, ezért az egyes tevékenységeket uniformizálják és a különböző típusú biztosítóberendezésekhez rendelik. Az uniformizált folyamatok azonban rendkívüli helyzetekben sebezhetővé teszik a rendszert. Az utasítások ugyanis nem képesek minden rendkívüli helyzetet definiálni és arra követendő eljárást meghatározni. Ugyanakkor egyik fontos alapelvük, hogy eljárási szabályokat adjanak azokra az esetekre, amikor adott biztosítóberendezés használhatatlanná válik. Ez a közlekedési biztonságból levezethető cél képes az üzemkésztséget fenntartani, azonban az egyes folyamatok időigénye megnőhet, ami az átbocsátóképesség csökkenéséhez vezethet.

Az utasítások további célja, hogy a benne foglalt szabályok egyértelműek legyenek, mindenki számára azonos jelentéstartalmat hordozzanak és ugyanazt a cselekvést váltsák ki. A balesetmentes munkavégzés érdekében a szolgálati magatartás szabályait is taglalja a Forgalmi Utasítás, aminek fontos eleme a közlemények nyugtázása³⁵. Erre szintén az egyértelműség miatt van szükség, így a közölt utasítások az adó és a vevő számára is ugyanazzal a jelentéstartalommal bírnak. A közlekedésbiztonság szempontjából a forgalom lebonyolításában résztvevők egyértelmű kommunikációja kiemelkedő jelentőségű.

Ugyancsak alapvető célként határozható meg, hogy nem egyértelmű esetekben a forgalom biztonsága felé történjen az elmozdulás. Az F. 1. sz. Jelzési Utasításban (a továbbiakban Jelzési Utasítás) meghatározottak szerint ilyen esetekben a biztonság

³⁴ F. 2. 1.2.119.

³⁵ F. 2. 1.4.16., 1.4.16.1., 1.4.16.2.

szempontjából fontosabb szabályt kell figyelembe venni³⁶, amely általában megállás irányába hat [100].

A nem várt esetekre vonatkozólag szintén a mozgások beszüntetése és a helyzet tisztázása az előírt alapszabály, ami a működőképesség leállítását és így a szolgáltatási színvonal csökkenését eredményezi.

Az utasítások további célja, hogy az általános szabályok mellett az előre látható zavarok fellépésének esetére is eljárási szabályokat adjanak.

Összességében elmondható, hogy a vonatforgalmat és a tolatásokat szabályozó jelzőberendezések jelzései zavarok előfordulásakor kézi- és hangjelzésekkel helyettesíthetők, ugyanakkor emiatt a biztonsági szint csökken (a gépi védelem megszűnik), a vonatok csak alacsonyabb sebességgel közlekedhetnek, ami az átbocsátóképesség és így a szolgáltatási színvonal csökkenését eredményezheti.

II.3.3.2 Élőszóban és írásban adott közlemények

A vasúti alaputasítások egyértelműségi céljából levezethető, hogy a közölt utasításoknak nyoma kell, hogy maradjon, azok bármilyen probléma felmerülésekor visszakereshetők legyenek. Ezért a legtöbb rendelkezést és utasítást (parancsot) vagy gépi úton vagy írásban közölnék az érintettekkel, amelyek tárolhatók. Előfordulnak azonban olyan esetek, amikor nem lehetséges írásos utasítást átadni, ilyenkor élőszóval³⁷ kell az érdekelteket tájékoztatni. Ennek legelterjedtebb formája a telefonos értekezés. A vasúti közlekedés a légi közlekedéstől eltérően nem használ kódokat, ugyanakkor a szakmaspecifikus nyelvezet hiánya rögtön kiütközik, ha valaki nem azt használja. A szolgálati telefon (állomásközi távbeszélő³⁸) hangrögzítő berendezéssel van felszerelve, ezért a rajta keresztüli üzenettovábbítás tárolható és visszakereshető.

Az élőszóval adott közlemények másik fajtája a személyesen adott utasítások csoportja. Az információátadás ilyen módja a kommunikációs eszközök fejlődésével egyre inkább háttérbe szorul, hiszen a vonatszemélyzet minden tagja rendelkezik szolgálati (mobil³⁹) telefonnal, ugyanakkor előfordulhatnak olyan esetek, amikor az információtovábbításnak ez a módja hatékonyabb, illetve a Forgalmi Utasítás szerint az írásban adott rendelkezéseket szóban is meg kell ismételni. Ez egyrészt szolgálja a nyomatékosítást, másrészt védelmi szempontból nézve a szakkifejezések megfelelő használatát mutatja. Miután a rendelkezések háttérét sokszor

³⁶ F. 1. sz. Jelzési Utasítás 1.3.5. pont (a továbbiakban F. 1. és a továbbiakban „pont” kiírása nélkül)

³⁷ F. 2. 1.2.160.b)

³⁸ F. 2. 1.2.8.

³⁹ F. 2. 1.2.66.

nem lehet ellenőrizni (például mert másik szolgálati helyre⁴⁰ vonatkoznak) ezért a szóban adott utasítás szaknyelven történő kiadása fontos ismerv lehet annak valóságtartalmáról.

Az utólagos ellenőrzés és visszakereshetőség miatt az állomásokon adott rendelkezéseket a vonatszeméllyel írásban is közölni kell. Erre külön formanyomtatvány szolgál, amelynek neve Írásbeli rendelkezés. A technikai fejlődés mára már meghaladta a papírformátumot, így lehetséges a rendelkezések elektronikus úton történő eljuttatása a vontatójárműre, illetve a vonatkísérő személyzet szolgálati telefonjára. Az Írásbeli rendelkezést annak hitelessége miatt, csak felhatalmazott állomási dolgozó állíthatja ki, írhatja alá és kézbesítheti a vonatszemélyzet felé⁴¹. A kézbesítő személy formai oldalról is felismerhető (például a sapkájáról). Az Írásbeli rendelkezések forgalomszabályozó szerepük miatt három példányosak és átvételüket el kell ismerni.

II.3.3.3 Jelzések és értelmezésük

A szóbeli utasítások mellett a vasúti közlekedésben a jelzőeszközökkel adott jelzések jelentik az utasítások másik nagy csoportját. A Jelzési Utasítás szerint a jelzés utasítást ad a megfigyelésre kötelezett dolgozónak valamely szolgálati ténykedés vagy biztonsági intézkedés végrehajtására⁴². Ebből következik, hogy alapvetően nincs mérlegelési lehetőség a ténykedés végrehajtását illetően, ezért a jelzéseknek egyértelműeknek kell lenniük és mindenki számára ugyanazzal a jelentéstartalommal kell bírniuk. A Jelzési Utasítás ezért kimondja, hogy a jelzésekkel kapcsolatos legkisebb kétely felmerülésekor a mozgásokat a helyzet tisztázásáig meg kell állítani⁴³.

Maguk a jelzések adhatók helyhez kötött vagy hordozható jelzőkkel, egyes esetekben kézzel is. A védelmi szempontú vizsgálat végrehajtásakor fontos kitétel a jelzők működésük szerinti csoportosítása. Ez alapján a jelzők lehetnek:

- önműködők (minden jelzési kép automatikusan jelenik meg);
- félig önműködők (automatikusan állnak át továbbhaladást tiltó állásba);
- nem önműködők (minden esetben emberi állítás szükséges).

A csoportosítás az emberi beavatkozás miatt bír jelentőséggel, vagyis, hogy a jelzők milyen módon állíthatók továbbhaladást tiltó állásba. Miután a rendellenességről általában az állomási személyzet⁴⁴ kap értesítést, képesnek kell lenniük az önműködő jelzők kezelésének

⁴⁰ F.2. 1.2.114.

⁴¹ F. 2. 15.14.1.1.

⁴² F. 1. 1.2.18.

⁴³ F. 1. 1.3.5.

⁴⁴ F. 2. 1.2.6.

átvételére is, de csak a vonatok megállítása (sebességcsökkentése) céljából. Ez azt jelenti, hogy az önműködő és a félig önműködő jelzőket továbbhaladást tiltó állásba kell tudniuk állítani.

A vasúti közlekedésben a hosszú fékútak miatt szükséges előre jelezni a következő jelzőn várható jelzést, hogy a szükséges intézkedéseket meg lehessen tenni (például a fékezés megkezdését).

A jelzőkön a fények meghatározott sorrendben helyezkednek el (12. ábra), amelyről három alapszabály dönt:

1. Egyszerre legfeljebb két fény világít [101].
2. Egyszerre világító két optika között legalább egy optikának ki kell maradnia (60 cm) [101].
3. A fényeket a fölapon alulról felfelé kell értelmezni [100].

A jelzési rendszerben⁴⁵ a 12. ábrán látható fényekkel a Jelzési Utasításban meghatározott jelzési képek csak az ábrán látható optika (fény) sorrenddel biztosíthatók⁴⁶. Bizonyos kombinációk (például a vörös és a zöld fény egyszerre világít) a rendes működés mellett nem fordulhatnak elő. Éppen ezért a nem megfelelő kombinációk, vagy akár a fények nem megfelelő helye már fel kell, hogy hívja a mozdonyvezető figyelmét valami rendellenességre.



12. ábra: A fények elhelyezkedése főjelzőkön
forrás: [99] felhasználásával saját szerkesztés

Sok esetben szerkezeti függés van a jelző és az utána következő pályaelemek (például kitérők) állása között, így a jelző csak pályaelemek helyes állásakor állítható továbbhaladást engedélyező állásba.

A vontatójárműveken alkalmazott vezetőállás jelző⁴⁷ utal a pálya menti jelzők állására. Erre elsősorban azért van szükség mert a jelzők jelzési képe bármelyik pillanatban megváltozhat (például továbbhaladást tiltó jelzés kivezérlésekor) és a mozdonyvezetőnek

⁴⁵ F. 1. 2.4.1., F. 1. 2.4.1.1., F. 1. 2.4.1.2.

⁴⁶ Elviekben a sárga-zöld-vörös-sárga-fehér is megfelelő sorrend.

⁴⁷ F. 1. 1.2.47.

azonnal kell tudnia reagálni a megváltozott helyzetre. Ez nem engedhető meg a jelzőhöz való érkezéskor észlelt jelzési kép kiértékelésével, mert adott esetben az akadály előtt már nem lehet a vonatot időben megállítani és ütközés következhet be. Ezért a vezetőálláson egy jelzőberendezést alkalmaznak, amely jelzi a pályamenti jelzők jelzési képeit és azok megváltozását is, így a mozdonyvezetőnek több ideje marad a szükséges intézkedések megételére. A korszerű berendezések már a kapott utasításoknak megfelelően vezérlik is a vontatójármű sebességét. Az ilyen típusú vezetőállás jelző egyrészt megismétli a pályamenti jelzők jelzési képeit, másrészt a vonatbefolyásoló berendezéssel együttműködve ellenőrzi a mozdony sebességét és a szükséges esetekben beavatkozik⁴⁸.

A hordozható jelzőeszközökkel adott jelzések közül az értekezés szempontjából a sebességcsökkentésre utasító jelzések fontosak. A pálya állapota vagy egyéb veszély miatt szükséges sebességkorlátozásokat a pálya mellett jelezni kell.

Veszélyes állapot előidézhető úgy is, hogy ezeket a jelzéseket eltulajdonítják így a vonat nem lassít le a szükséges szakaszon és kisiklik. Hozzá kell tenni, hogy ezeknek a jelzőknek a kifüggesztése néha elég egyszerű módon, csak egy vékony drót használatával történik (13. ábra). Az ilyen lassan bejárando pályarészekről a vonatszemélyzetet Írásbeli rendelkezésen is értesíteni kell.



13. ábra: Lassúmenet jelző „kitűzése”⁴⁹
forrás:

https://hu.wikipedia.org/wiki/Lass%C3%BAjel#/media/F%C3%A1jl:Lass%C3%BAjel_az_%C3%89szaki_vas_%C3%BAti_%C3%B6sszek%C3%B6t%C5%91n.jpg

⁴⁸ Megjegyzendő, hogy a technikai fejlődés abba az irányba halad, hogy a pályamenti jelzők kiválthatók lesznek a vezetőállás jelzővel, amely folyamatos kontrollt biztosít a mozdony vezérlése felett.

⁴⁹ A jelzés már nem érvényes, a kép csak a kitűzést szemlélteti.

A kézijelzések közül a legfontosabbak a vonatok indítására és megállítására szolgáló jelzések. Indítást csak arra felhatalmazott állomási dolgozó végezhet, megállj jelzést bárki adhat, aki a vonat közlekedésével kapcsolatban rendellenességet észlel. A nem felhatalmazott dolgozó által adott indítási jelzést nem szabad végrehajtani. Az indításra való felhatalmazást a mozdonyvezető felé formailag jelezni kell megfelelő sapka viselésével. Egy személyvonat elindításához az alábbi jelzések szükségesek:

- amennyiben van működő főjelző (kijárat jelző⁵⁰), azon továbbhaladást engedélyező jelzési kép;
- a vonatkísérő személyzet jelzése, hogy a vonat készen áll az indulásra⁵¹;
- a felhatalmazott állomási dolgozó „Felhívás az indításra” jelzése⁵²;
- az állomási dolgozó felhatalmazásának megfelelő jelzése (sapka viselése).

A hangjelzések közül ki kell emelni a veszély jelzést, amit a mozdonyvezető adhat minden olyan esetben, amikor azt szükségesnek tartja⁵³.

A nyílt pályán vészfékezéssel történő megállás egyik oka lehet a kocsiban a vészfék működtetése. Ebben az esetben a mozdonyvezető hangjelzéssel jelzi a vonatkísérőszemélyzet felé, hogy a vonatot vészfékkel állították meg, akik megállapítják a vészfék meghúzásának okát⁵⁴. Önmagában a jelzés arra utaló figyelmeztetés is lehet, hogy a vonat megállását az utasok okozták, esetleg valamilyen rendellenes cselekedet miatt.

II.4 A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA MŰKÖDŐKÉPESSÉGNEK FENNTARTHATÓSÁGA

A követelménymodell egyik pillérét képező vasúti működőképesség fenntarthatósága alapvetően a vonatközlekedés és a tolatási mozgások lebonyolíthatóságát jelenti. A mozgások végrehajthatóságához szükséges megfelelő ellenállóképességgel rendelkező vasúti pálya, üzembiztosan működő biztosítóberendezés, forgalomlebonyolítás, illetve a vasúti közlekedés alapját képező menetrendek kialakításához megfelelő kapacitáselosztás.

II.4.1 A vasúti pálya ellenállóképessége

A vasúti pálya ellenállóképességének egyik fő követelménye a rendszer robusztussága, vagyis zavartűrő képessége. A II.1.1 pontban meghatározott, robusztusságot elősegítő tényezők a vasúti pálya ellenállóképességének elérésében a következők szerint értékelhetők.

⁵⁰ F. 1. 1.2.26.

⁵¹ F. 1. 5.1.1.3.

⁵² F. 1. 5.1.1.4.

⁵³ F. 1. 5.3.8., 5.3.8.1.

⁵⁴ F. 1. 5.3.9., 5.3.9.1., 5.3.9.2.

A reagálóképesség alapja a gyorsaság. Bármely ok miatt a pályában keletkező hibák megakaszthatják a vasúti forgalmat, ezért az elsődleges feladat a pályahibák megszüntetése. Ez függ a hiba kiterjedésétől, és helyétől. Egy nagyobb hatású esemény okán valószínűsíthető, hogy a vasúti pályában okozott kár is nagyobb kiterjedésű lesz és a helyreállítás idejét megnövelheti a helyszín nehéz megközelíthetősége is (például egy híd leomlása). A vasúti pálya végső helyreállításáig sok esetben provizóriumokat (ideiglenes megoldásokat) használnak, amelyek beépítése gyorsabb, és amelyeken a forgalom kisebb kapacitással ugyan, de lebonyolítható. Egyéb esetekben a pálya sérülése miatt a forgalom elterelése vagy (busz)pótlás szükséges.

A hatékony erőforrások nem csak az élő- és gépi erő rendelkezésre állását jelentik a működőképesség fenntartásában (újraindításában), hanem a felkészítés rendszerét is magukban kell, hogy foglalják. A vasúti közlekedés védelmi célú felkészítésének része a szükséges feladatok elvégzéséhez a vasúti erőforrások hatékony elosztása. Ide sorolhatók a különböző kockázati elemzések, helyzetfeltáró és elemző tanulmányok, veszélyhelyzeti tervek. Az erőforrások hatékony elosztását segíti a megfelelő kommunikáció. Szükséges lehet értesítési rend kidolgozása, illetve az ügyfelekkel történő vészhelyzeti kommunikálás. A létfontosságú rendszer elemek kiesése miatt szükséges kerülő útirányok és pótlási lehetőségek kommunikációja kiemelten fontos feladat. A rendkívüli események kommunikációjának kulcskérdése, hogy az utas valamennyi releváns információ birtokában legyen, és ennek megfelelően tudjon az utazásával kapcsolatosan döntéseket hozni. Ennek elérése érdekében be kell azonosítani az érzékeny eszközöket és kommunikációs csatornákat és ezekre robusztus kockázatkezelési szabályokat kell alkotni és alkalmazni [102].

A redundancia a pótolhatóság mértékét jelzi. Ehhez szükségesek (pénz- és erő)források, valamint tartalékok. A szükséges tartalék erőforrások a le nem kötött vasúti járművek és személyzet, a vasúti infrastruktúra tartalékai pedig a vasútvonalak rendelkezésre álló (nem lekötött) kapacitásai. Ugyanakkor a gördülőállomány és a személyzet tartalék erőforrásai decentralizáltan helyezkednek el, így a szükséges helyre való juttatásukhoz is tartalék kapacitások rendelkezésre állása szükséges. A tartalékok felhasználása legtöbb esetben csak a teljesítmények növekedése és többletköltségek árán valószínűsíthető meg, ezért szükséges, hogy megfelelő pénzügyi (tartalék) források is rendelkezésre álljanak ezek igénybevehetőségéhez.

A működőképesség fenntartását segítik elő az olyan műszaki megoldások, amelyek megnövelik a vasúti infrastruktúra ellenállóképességét [24]. Ezek a mai korszerű gyártástechnológiának köszönhetően a felhasznált anyagok szilárdságát növelő, az egyes kötések tartósabbá tevő megoldások lehetnek. A különböző berendezések biztonsági elemei

(például olvadó biztosító) rövid időre megakaszthatják a működést, azonban feladatuk, hogy megakadályozzák a nagyobb problémák kialakulását. Ezek az elemek általában könnyen cserélhetők.

II.4.2 A biztosítóberendezések üzemének jelentősége

Az bármely közlekedési rendszer területén ma már természetesnek vehető, hogy a forgalmat irányítani kell. A vasúti közlekedési alágazatban az irányítási műveleteket emberek és gépek is végzik. Az emberi tevékenységen túl a biztosítóberendezések működtetésével lehet a forgalomirányítási műveleteket elvégezni. A vasúti pálya elemeit tárgyaló pontban meghatározott biztosítóberendezések működésének zavarai nagymértékben befolyásolhatják a vasúti infrastruktúra működőképességét, pótlásuk a legtöbb esetben csak emberi erővel lehetséges. Az emberi pótlás alacsonyabb kapacitása szintén a szolgáltatási színvonal csökkenéséhez vezethet.

Az ellenállóképesség vizsgálatánál meghatározott redundancia biztosítása itt a legnehezebb. Ez egyrészt a gépi és az emberi cselekvési idők közti jelentős különbségből fakad, másrészt az emberi tényező csökkenti az elérhető biztonsági színvonalat. A gépi redundancia kiépítése sok esetben nagy költségekkel jár. Éppen ezért a biztosítóberendezések megfelelő működésének jelentősége leginkább a magas műszaki és üzembiztonságban domborodik ki.

Ennek elérése érdekében a biztosítóberendezések szerkezeti kialakításakor olyan műszaki elemeket kell alkalmazni, amelyek élettartama megfelelően hosszú, garantálja a műszaki biztonságot és ezáltal az üzembiztonságot. A berendezések kialakításakor többek között az alábbi főbb követelményeket kell betartani [37]:

- a balesetek elkerülése érdekében meghatározott esetektől eltekintve a jelzők szabványos állása a továbbhaladást megtiltó jelzés⁵⁵;
- a berendezésben fellépő hiba nem okozhat közvetlen balesetveszélyes helyzetet;
- a biztonsági berendezések egymást ellenőrzik, a nem ellenőrizhető részeknél nagy megbízhatóságú szerkezeteket kell alkalmazni;
- az üzembiztonság növelésére tartalék áramellátó rendszert kell alkalmazni.

A vasúti biztosítóberendezések alapelvei szerint hiba előfordulásakor mindig a biztonság, azaz az alacsonyabb sebesség vagy a megállás irányába változnak a parancsok (például a zöld fény kiégése miatt sárga vagy vörös fény jelenik meg, amelyek aggályosabb jelzések a zöldnél). A mindenkor megállási parancsot adó vörös fény meglétét duplázással

⁵⁵ F. 1. 1.2.33.

oldják meg, úgynevezett pótvörös áramkört építenek be, hogy az eredeti áramkör meghibásodásakor is kivezérrelhető legyen a vörös fény a jelzőre (ennek külön izzója is van). Ez tipikus esete a szükséges redundanciának.

II.4.3 A forgalomlebonyolítás szerepe a működőképesség fenntartásában

A forgalomlebonyolítás folyamán alapvető cél a vonatok balesetmentes és menetrendszerű közlekedésének, valamint a tolatási mozgások szintén balesetmentes végrehajtásának biztosítása. A működőképesség fenntarthatóságának ez alapkövetelménye, mert a balesetek folytán kialakuló rendkívüli események az infrastruktúra elemeinek zavarát okozhatják, ami a működőképességre is kihat. Alapesetben a vasúti munka minden mozzanata előre megtervezett, legyen szó vonatközlekedésről vagy tolatásról, állomások közötti közlekedésről vagy állomási feladatok végrehajtásáról, személyvonatokról vagy tehervonatokról. E megtervezett munka jelentős kötöttséget ró a vasúti személyzetre, ugyanakkor a balesetmentes és menetrendszerű közlekedés egyik záloga is. A technológia ismerete és betartása mellett az esetlegesen előforduló rendkívüli események azonnal észrevehetőek és a vasúti személyzet képes reagálni rá. A forgalomlebonyolítás többlépcsős rendszeren keresztül valósul meg, a forgalmi ténykedéseket minden esetben engedélyezni kell és végrehajtásukról meg kell győződni. Ezen túlmenően az állomási személyzet munkáját felügyelik és irányítják.

A forgalomlebonyolítás megfelelő színvonala a forgalombiztonság meghatározó eleme, ugyanis a biztosítóberendezések működése közben fellépő hibák előfordulásakor a forgalmat fenn kell tudni tartani. Ebben az esetben nem várható el a menetrend szerinti közlekedés, hanem a vonatokat meghatározott sorrend szerint kell a rendelkezésre álló kapacitások felhasználásával leközlekedtetni, ami késéseket okozhat.

A vasúti forgalomlebonyolítás a fentiek alapján több feladatcsoportra osztható, a következőkben a védelmi célú felkészítés szempontból azt vizsgálom, hogy az egyes feladatcsoportok a forgalombiztonság mellett milyen védelmi feladatokat képesek ellátni.

II.4.3.1 A vonatközlekedés lebonyolítása

A vonat Forgalmi Utasításban megadott definíciója: előírás szerinti jelzőeszközökkel megjelölt vasúti szerelvény, amelyet forgalomba helyeztek és van rajta vonatszemélyzet⁵⁶.

⁵⁶ F. 2. 1.2.157.

Ebből a meghatározásból az alábbiak következnek:

- a szerelvényen elhelyezett és szabályszerűen működtetett jelzőeszközök használatából egyértelműen meghatározható, hogy mely szerelvény vonat;
- a forgalomba helyezés az állomási és pályaszemélyzet értesítése a vonat közlekedéséről, vagyis a közlekedés ténye minden érintett számára ismert;
- a vonatszemélyzet jelenléte meghatározza a vonat felügyeletét, vagyis olyan személyek vannak jelen, akik ismerik a szabályokat és képesek működtetni a vasúti szerelvényeket.

A vonatokon alkalmazandó jelzéseket a Jelzési Utasítás tartalmazza. A jelzések használatából megállapítható a vonat eleje⁵⁷ és ebből adódóan közlekedési iránya, valamint a vonat vége⁵⁸. Ez abból a szempontból lényeges, hogy a vonatnak minden esetben abba az irányba kell elindulnia, amerre az eleje jelölve van. Rendellenes mozgásnak minősül, ha a vonat a végének jelzési irányába indul el, ez mindenképpen fel kell, hogy keltse a megfigyelésre kötelezett dolgozó figyelmét. Ugyancsak észre kell venni, ha egy vonat az elejének vagy végének jelzése nélkül közlekedik. A vonatok elejének és végének szabályszerű jelzését a vonat kiindulási állomásán ellenőrizni kell. A vonat elejének és végének jelzése fontos lehet akkor, ha egy vonat szétszakad, vagyis a kocsik kapcsolása megbomlik. E balesetveszélyes helyzet megoldását a biztonságfilozófiából eredő megállásra való törekvés elvének alkalmazása adja: a légfékrendszer működése elve, hogy fékhatást a levegővel feltöltött főlégvezeték nyomásának csökkentésével éri el [103]. A vonat szétszakadásakor a főlégvezeték is elszakad, nyomása lecsökken, így fékhatást vált ki mindkét szerelvényrészben. Miután a fék nem old fel, ezért a kocsik befékeződve maradnak, vagyis megállnak és állva maradnak (extrém lejtőben a befékezett kocsik csúszása megindulhat).

A vonatok forgalomba helyezése informatikai rendszerek segítségével történik. Azokon a szolgálati helyeken, ahol nincsenek informatikai eszközök vagy a vonatok nem szerepelnek a menetrendjegyzékben⁵⁹, a vonatok forgalomba helyezhetők a vágányút⁶⁰ beállításának elrendelésével. Ebből következik, hogy legkésőbb a vonat érkezése vagy indulása előtt a szükséges teendők megtételéhez megfelelő időben minden érintett tudomást szerez a vonat közlekedéséről. A közlekedés biztosításához szükséges teendőket csak a vágányút elrendelése

⁵⁷ F. 1. 6.1.1.

⁵⁸ F. 1. 6.1.2.

⁵⁹ F. 2. 13.4.

⁶⁰ F. 2. 1.2.137.

után lehet megtenni, egyrészt azért, mert más jármű addig foglalhatja a pályát, másrészt a műveletek elvégzése után minél kevesebb idő legyen rendellenességek kialakulására.

A vonatszemélyzet alapvetően mozdonyvezetőből⁶¹ és vonatkísérő személyzetből⁶² áll. A vonat közlekedhet csak mozdonyvezetővel, ha munkáját éberségi berendezés ellenőrzi és van a mozdonyon mobil értekező berendezés. Az éberségi berendezés nem a munkavégzés menetét ellenőrzi, csak a mozdonyvezető éber állapotát, vagyis azt, hogy képes-e döntéseket hozni. A művelet alapvető fontosságú, ugyanis egyes automata vezetési módoktól eltekintve a vezetés folyamatát végig a mozdonyvezető irányítja, a vonatbefolyásoló rendszer az előző pontban meghatározottak miatt csak továbbhaladást tiltó jelzés meghaladásakor állítja meg a szerelvényt. Az éberségi berendezés szintén megállítja a vonatot, ha felhívására nem érkezik reakció. Védelmi szempontból a vonatot így meg lehet állítani a fékberendezés kezelése nélkül, amely képes lehet rendkívüli események kialakulásának megelőzésére.

A vonatok közlekedésnek lebonyolítása a fentiek alapján tehát élőszóban vagy írásban adott közleményekkel és utasításokkal, jelzésekkel, valamint a biztosítóberendezések működtetésével történik⁶³.

II.4.3.2 A biztosítóberendezések kezelése

A biztosítóberendezések kezelése az állomási és nyíltvonalai pályaelemek vonat részére megfelelő állásba történő állítása és rögzítése. Ahhoz, hogy a balesetek elkerülhetők legyenek, szükséges ismerni, hogy mely pályaelemeken történhet egyidejű mozgás, illetve mely mozgások egyszerre nem megengedettek. Ennek kivitelezésére úgynevezett függőségi tervek készülnek, amelyek menettervből és váltóelzárási táblázatból állnak [101]. A vonatok közlekedésének technológiai folyamata a vonatok vágányútjának beállításából és azok vonat általi felhasználásából áll. A biztosítóberendezések kezelése tehát elsősorban a vonat vágányútjának beállítása és annak rögzítési folyamata. Ez minden állomási biztosítóberendezésnél így van, függetlenül a berendezés típusától. Magát a műveleti folyamatot az adott biztosítóberendezés kezelési szabályzata határozza meg (ezt az állomáson szolgálatot teljesítő dolgozók ismerik), a vágányút beállításával kapcsolatos általános szabályokat pedig a Forgalmi Utasítás tartalmazza.

A vágányút beállítását minden vonat részére el kell rendelni, még abban az esetben is, ha a követő vonat ugyanazt a vágányutat használja, mint az előző. Ez a művelet azért

⁶¹ F. 2. 1.2.72.

⁶² F. 2. 1.2.155.

⁶³ F. 2. 15.1.2.

kiemelkedően fontos, mert lehet ugyan, hogy váltót nem kell állítani a követő vonat részére, viszont az állomási jelzők félönműködő voltukból adódóan az előző vonat elhaladása után önműködően átállnak továbbhaladást tiltó állásba, ezért továbbhaladást engedélyező állásba ismét állítani kell őket.

A vágányút beállításának fontos eleme a váltók megfelelő irányba állítása, különben a vonat nem a szándékolt irányba közlekedik, vagy a nem végállásban álló váltón kisiklik. Ezért szükséges, hogy a vágányút beállításával megbízott dolgozó megbizonyosodjon arról, hogy a váltók használhatók-e, azaz a helyes irányba állnak, és az egyik csúcshín megfelelően simul a tőshínhez, a másik pedig kellő távolságra van attól. A használhatóságról még abban az esetben is meg kell győződni, amikor a vágányút beállításához nem kell adott váltót állítani. A használhatóság ellenőrzését a helyszínen rátekintéssel vagy próbaállítással kell elvégezni⁶⁴. Az újabb biztosítóberendezések villamos úton ellenőrzik a váltók végállását, ezért ezeknél a berendezéseknél az ellenőrző fények kiértékelésével kell a használhatóságról meggyőződni (amennyiben egy váltó nem érte el a végállását, a berendezés villogó jelzést ad). Az állítandó váltóknál a művelet elvégzésekor kell a használhatóságot ellenőrizni. A vasúti közlekedés egyik legfontosabb műveletsorának elvégzése kiemelt biztonsági feladat és védelmi szerepe is van. Az ellenőrzés elmaradásának súlyos következményei lehetnek (például az 1994. december 2-án bekövetkezett szajoli baleset).

Az előző bekezdésben ismertettem egy váltó használhatósági ellenőrzésének módját és szükségességét, a vágányút azonban több váltót és vágányszakaszt érint. A vonat vágányútjában érintett valamennyi váltót helyes állásba kell állítani, és a lezárható váltókat le kell zárni (biztosítani, hogy a vonat közlekedésének ideje alatt ne lehessen állítani). Az adott vágányútban érintett váltókat és azok helyes állását a Lezárási táblázat tartalmazza⁶⁵. Elektronikus biztosítóberendezéseknél a vágányút ellenőrzése a berendezés visszajelentő fényeinek kiértékelésével történik. A vágányútelőőrzés tehát csak a váltók helyes állásának ellenőrzésére szolgál, a váltók használhatóságának ellenőrzésére a váltóellenőrzés keretében történik. A megfelelő védelem tehát mindkét munkafolyamat teljeskörű véghezvitelét igényli.

A vágányút beállítása, ellenőrzése és a beállítás elkészültének jelentése után a vonat a vágányúton végighalad, melynek hatására a félig önműködő jelzőkön továbbhaladást tiltó jelzési kép jelenik meg. A vonatok közlekedésének szabályozásánál fontos mozzanat továbbá a vágányút felhasználásának ellenőrzése, vagyis meggyőződés arról, hogy a vonat nem tartózkodik valamely érintett váltón. Ez a feltétele a váltók lezárt állapotból történő

⁶⁴ F. 2. 2.7.5.b)

⁶⁵ F. 2. 2.10.5.

feloldásának és újbóli állíthatóságnak. Ez történhet szemrevételezéssel, vagy a berendezés jelzőfényeinek kiértékelésével.

A váltó- és vágányútelőőrzés neuralgikus pontja, amikor a berendezés használhatatlansága miatt nem lehet az előírt módon végrehajtani az ellenőrzéseket. Az ilyen hibák miatt kialakuló esetekre a Forgalmi Utasítás előír szabályokat, vagyis a berendezés használhatatlanná válása nem gátolja meg a vonatok közlekedését, ugyanakkor a helyszíni váltóállítás és ellenőrzés jelentős mértékben csökkentheti egy állomás átbocsátóképességét, ami a szolgáltatási színvonal romlásához vezet.

II.4.3.3 Az útsorompók kezelése

A vasúti útátjárók többsége ma már önműködő üzemmódban működik, azonban a hálózaton lehetnek még sorompókezelő által működtetett sorompók. Az ilyen keresztezési helyeken amennyiben a lezárt csapórudak közé közúti jármű rekedt és a sorompót már nem lehet felnyitni, vagy a jármű nem mozdítható, a sorompókezelő telefonon jelezheti a vonatot indító szolgálati helynek az akadály keletkezését, így egyes esetekben a vonat indítása megakadályozható. A már elindított vonatok mozdonyvezetői mobil kommunikációs eszközön értesíthetők az akadályról, illetve a sorompókezelő a vonat elé sietve részére megállj jelzést adhat, amelynek észlelése után a mozdonyvezető vészfékezést alkalmazhat. A nyíltvonali sorompókezelők felé a vonatot indító szolgálati hely telefonon jelzi a vonat indításának tényét⁶⁶, illetve a sorompókezelő szolgálati helyére rendszeresített menetrendjegyzékből kiolvasható a sorompóhoz történő érkezés tervezett ideje, így az intézkedések időben megtehetőek.

II.4.3.4 A tolatási mozgások lebonyolítása

A tolatás a Forgalmi Utasítás szerint a közlekedő vonatok mozgásának kivételével a vasúti járművek vágányon végrehajtott szándékos helyváltoztatása. A definícióból következik, hogy ami nem vonatközlekedés, az tolatás, illetve a nem szándékos helyváltoztatás is létező fogalom, mellyel foglalkozni kell. A tolatási mozgások védelmének vizsgálatát szintén a vonatforgalom lebonyolításánál használt szempontok szerint végzem, kiegészítve a megfutamodások elleni védelemmel. Elsőként azonban a vonatközlekedés és a tolatás közötti alapvető különbségeket kell tisztázni.

A tolatás sebessége jóval alacsonyabb, mint a vonatközlekedés sebessége, ezért a biztonsági előírások nem annyira szigorúak. A magyar vasúthálózaton a tolatást a tolatócsapat⁶⁷

⁶⁶ F. 2. 15.8.1., 15.8.1.1., 15.8.4.

⁶⁷ F. 2. 1.2.121.

mindig helyszíni jelenléttel végzi, és a művelet elvégzésére engedélyt kell kérni. A tolatási feladatokat úgy kell végezni, hogy ne zavarják a vonatközlekedést (ez egyben megadja a prioritást a két mozgás között).

A tolatások végrehajtásakor fordul elő leginkább, hogy az utasítások szóban, általában rádióforgalmazás útján hangzanak el. Amennyiben jól működő rádiókapcsolat van a tolatószemélyzet⁶⁸ tagjai között, kézi jelzések adása sem szükséges. A tolatás rádiós irányításának alapkövetelménye, hogy a tolatószemélyzet tagjai tudjanak egymással kommunikálni, azaz ne legyen a rendszerben csak egyirányú kapcsolat. Ehhez minden érintett rádióját el kell látni adó és vevő egységgel, valamint átkapcsolóval [101]. Lehetséges problémaként jelentkezhet a frekvencia megzavarása, illetve hamis közlemények adása, például kocsik kitolása egy érkező vonat elé.

A tolatásjelzők és a főjelzők jelzéseinek értelmezésénél alapvető eltérés, hogy amíg a főjelzők jelzéseikkel megengedik vagy megtiltják a vonatok mozgását, addig a tolatásjelzők csak azt jelzik, hogy az engedélyezett mozgás a jelzőn túli pályarészen is folytatható vagy sem. Ebből következik, hogy a tolatási mozgás nem a tolatásjelző „Szabad a tolatás” jelzésére⁶⁹ fog megindulni, hanem a kapott engedély birtokában. Mint ahogy a tiltás okát nem jelzi a „Tilos a tolatás!”⁷⁰ jelzés, és a mozgásra sincs hatással, mert tolatási üzemmódban a vonatbefolyásoló berendezés csak a sebességet ellenőrzi (a tolatás maximális sebessége 40 km/h), így a tilos jelzés meghaladásakor sem történik vészfékezés. Ugyanakkor ma már a korszerű biztosítóberendezések lezárt vágányúton történő tolatást is lehetővé tesznek, vagyis a szabad jelzés csak akkor jelenik meg a jelzőn, ha a mögötte fekvő váltók le vannak zárva és a tolatás időtartama alatt nem állíthatók. A tolatási vágányút lezárásából következik, hogy az érintett pályaszakaszon vonatközlekedés sem lehetséges, mert a vonat részére nem lehet a vágányutat beállítani és lezárni, így a szándékos vonat elé tolás kizárható.

A tolatási mozgások befejezése után a kocsikat megfutamodás ellen biztosítani kell. A megfutamodás nem szándékos helyváltoztatás, aminek súlyos következményei lehetnek, ha elszabadult kocsik jutnak a vonatközlekedésre kijelölt vágányokra. A megfutamodás elleni védelmet biztosíthatja:

- a kocsik befékezése, amelyet az E. 2. sz. Fékutasítás előírásai szerint kell végezni [104];
- rögzítősaruk alkalmazása (14. ábra);

⁶⁸ F. 2. 1.2.122.

⁶⁹ F. 1. 3.3.4.2., 3.3.5.2.

⁷⁰ F. 1. 3.3.4.1., 3.3.5.1.

- vágányzáró sorompók⁷¹ (15. ábra) vágányra merőleges irányban történő rögzítése.

II.4.3.5 A csak különleges engedély alapján közlekedtethető vonatok forgalomszabályozása

A hálózaton közlekedhetnek olyan vonatok, amelyek olyan veszélyes anyagot szállítanak, illetve olyan védett személy utazik rajtuk, hogy a vonat közlekedéséről még a vasútüzem területén dolgozók közül sem tudhat mindenki, illetve a közlekedés adatai csak rendkívül rövid ideig állhatnak rendelkezésre.



14. ábra: Rögzítő saru

forrás: <https://indafoto.hu/jozafat/image/10764425-6aac063f>



15. ábra: Vágányzáró sorompó

forrás: <http://www.regionalbahn.hu/2014/07/thermofarm-ipv.html>, fotó: Magyarics Zoltán

⁷¹ F. 1. 1.2.46.

A veszélyes anyagot továbbító vonatok közlekedési védelme elsősorban a vonattalálkozások megfelelő lebonyolítását jelenti. Egyes esetekben előfordulhat, hogy a szállított anyag veszélyessége miatt a vonat nem találkozhat más vonatokkal a nyílt pályán, illetve az állomásokon is csak megfelelő védőtávolság megtartásával. Ugyancsak korlátozó tényező lehet, hogy a vonat ne haladjon el olyan helyen, ahol a veszélyes anyag esetleges környezetbe jutása katasztrófa kialakulásához vezetne. Ilyenek lehetnek a városi pályahálózatok, vagy kiemelt üzemek környezete. A vonat közlekedési tervét ennek megfelelően kell elkészíteni. Egy különösen veszélyes anyagot szállító vonat menetrendje önmagában titkos, még az informatikai rendszerekbe sem kerülhet bele. A menetrend csak röviddel a közlekedés előtt készül el, az érintettek csak papír alapon kapják meg és a vonat közlekedése után ellenőrzött módon meg kell semmisíteni. Azonban ez az eljárásrend sem garantálja teljes mértékben, hogy illetéktelenek ne szerezzenek tudomást ilyen vonat közlekedéséről, ezért a védelem szükség szerint növelhető a védelmi-biztonsági szervek (fegyveres) erőinek bevonásával.

Szükséges lehet egyes esetekben a vonatok összeállítását védőkocsival⁷² kiegészíteni.

Egyes esetekben előfordul, hogy védett vezetők a vasúti közlekedést választják utazásuk lebonyolítására⁷³. Ekkor a védett személy védelmét a vasút teljes területén biztosítani kell. Ez kiterjed a személyi védelemre, a vonat (szerelvény), a pálya, valamint a közlekedés védelmére. Az értekezés témájának megfelelően ebben a pontban a pálya és a közlekedés védelmének vizsgálatára koncentrálok.

A pálya védelme érdekében bejárást kell tartani, amelynek keretében ellenőrizni kell a pálya állapotát a nyílt vonalon és az érintett állomásokon, a távközlő- és biztosítóberendezések üzemképességét és az állomások megfelelő működését. A különvonat közlekedése további védelmi intézkedéseket vonhat maga után. A vonat közlekedését biztosítóvonat is védheti, amely közlekedhet a különvonat előtt és után is. A biztosítóvonat közlekedtetése növelheti a védelmi szintet. A vonat közlekedésének biztonsági kockázata magasabb, ugyanakkor védelmet nyújthatnak a különvonat számára:

- a pályát ért támadások felderítésében;
- a tervezett robbantásos merényletek megakadályozásában⁷⁴;
- az ütközések megakadályozásában (mind előlről, mind hátulról).

⁷² F. 2. 1.2.144.

⁷³ F.10. sz. Utasítás 4.1 pont (a továbbiakban F. 10. és a továbbiakban „pont” kiírása nélkül)

⁷⁴ Ez a megállapítás csak a különvonatra igaz, mert a támadás célpontja ebben az esetben a biztosítóvonat lesz.

Kiemelt szabály, hogy amennyiben egy állomáson a biztosító vonat és a különvonat ugyanazt a vágányt használja, a két vonat között a váltókat nem lehet állítani⁷⁵, így váltóellenőrzést sem lehet tartani. Ezért további védelmi megoldásként a váltókat biztonsági betéttel⁷⁶ is le kell zárni (16. ábra), ami fizikailag akadályozza meg a váltók állíthatóságát. A felügyelt sorompókat a szabad úrszelvény biztosítása érdekében a biztosítóvonat és a különvonat között nem szabad felnyitni⁷⁷.

A menetrend készítésénél alapszabály, hogy azt állomástávolságú közlekedésre kell készíteni⁷⁸. Ez a védelmi intézkedés ugyancsak a kapacitásfelhasználás lehetőségeit szűkíti, mert a térségi közlekedésre berendezett vonalakon a menetrend is ennek megfelelően készült, így a többi vonat közlekedésénél késés keletkezik, amely a szolgáltatási színvonalat csökkenti.



16. ábra: Biztonsági betét

forrás: <https://www.youtube.com/watch?v=ljM7LrYGBYA>

II.4.3.6 A mozgások megfigyelése

Az eddig tárgyalt védelmi lehetőségek az utasítások pontjainak betartásából vezethetők le, ugyanakkor az alkalmazottak megfigyelései is megakadályozhatnak rendkívüli cselekményeket. Maga a Forgalmi Utasítás is előír figyelési kötelezettséget a mozdonyon tartózkodók⁷⁹, az állomási dolgozók és a pálya mentén szolgálatot teljesítők⁸⁰ számára. Ez azt jelenti, hogy ugyanazt a mozgást vagy műveletet egyszerre többen figyelnek meg, így az esetleges rendellenesség könnyebben észrevehető. A figyelési kötelezettség tehát segíthet a hibák és az utasításellenes cselekedetek kiszűrésében és kiterjedhet a vonatok közlekedésére, a

⁷⁵ F. 10. 4.7.6.6

⁷⁶ F. 2. 1.2.11.

⁷⁷ F. 10. 4.7.6.7

⁷⁸ F. 10. 4.7.1.1 c), d)

⁷⁹ F. 2. 16.2.2., 16.2.2.1., 16.2.2.2.

⁸⁰ F. 2. 15.16.13.

tolatási mozgásokra, valamint a tér megfigyelésére, illetve megteremti az esetlegesen szükséges beavatkozás lehetőségét is (például „Megállj!” jelzés adásával). Hasonlóan belátható, hogy a helyszíni figyelés mellett a berendezések állásának és ellenőrző fényeinek kiértékelése is elősegítheti a vasúti közlekedés biztonságát és védelmét.

Fontos, hogy a megfigyelés mögött valós tudás álljon, hogy észrevehetőek legyenek azok a rendellenességek, amelyek rendkívüli helyzetekre is utalhatnak. Ehhez szükséges az alap- és kiegészítő utasítások szabályainak, a vasúti közlekedés veszélyeinek ismerete, valamint a megfelelő munkatapasztalat és -rutin, amiben kiemelt szerepe van a szakmai képzésnek. A megfelelő felkészültségű dolgozó tisztában van munkájának fontosságával és jelentőségével, ezért nem cselekszik utasításellenesen, a szükséges ellenőrzéseket mindenkor elvégzi, így munkájával védi az alágazatot a káros külső hatásoktól.

II.4.4 A kapacitáselosztás rendszere

A kapacitáselosztás alapvetően az alaputasítások szabályai alapján vasúti infrastruktúra használatának időrendjét határozza meg, vagyis kapcsolatot létesít a követelménymodell bemeneti elemei között.

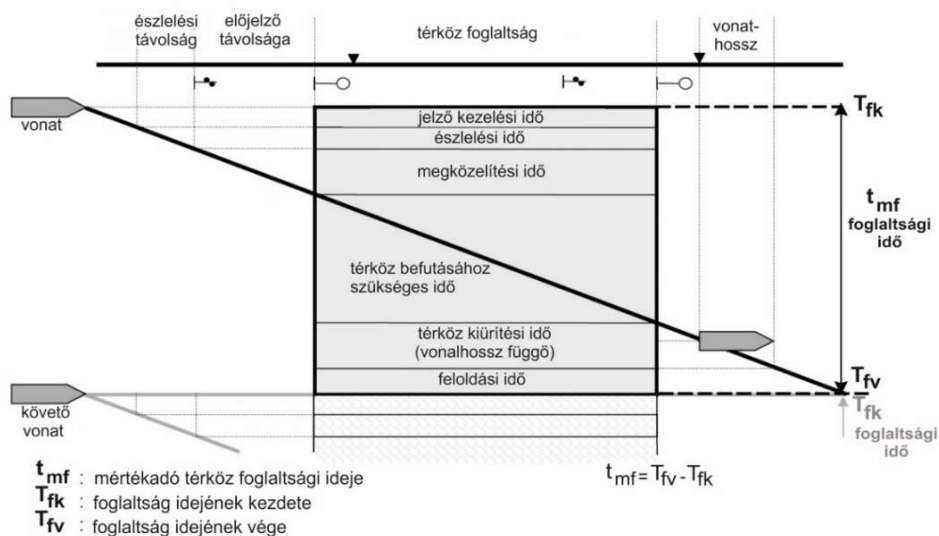
A vasúti közlekedési alágazat robusztusságának növelése a II.1.2 pont szerint a rendelkezésre álló tartalékok hatékony elosztásával is növelhető. Ehhez ismerni kell a hálózat terheltségét és kapacitástartalékait, amelyet az előző bekezdésben leírtak alapján lehet meghatározni és elsősorban a következő pontban tárgyalandó helyettesíthetőségi problémánál jelentkeznek megoldási lehetőségként.

A technikai paraméterek által meghatározott kapacitást az igénylők (általában vasútállalatok) között el kell osztani, valamint szükséges tartalék kapacitást is fenntartani a zavarok felszámolhatósága érdekében. Ezért a vasútvonalakon alapvetően valamennyi vonat közlekedéséhez kapacitáshányadot kell igényelni, amit menetvonal formájában kap meg a hozzáférésre jogosult és a menetrendben ölt testet. A vonatok közlekedése nagyon kevés kivételtől eltekintve előre elkészített menetrend alapján történik.

A vasúti pályák technikai kiépítettségükből kifolyólag csak korlátozott átbozsátóképességgel rendelkeznek, emiatt a menetvonalakkal gazdálkodni kell. Erre általában az infrastruktúrákezelő szervezetek jogosultak⁸¹. Feladatukat jogszabályok határozzák meg, elsődlegesen a vasúti közlekedésről szóló 2005. évi CLXXXIII. törvény, illetve további kormány- és miniszteri rendeletek. A vasúti pályahálózat-hoz történő nyílt hozzáférés részletes

⁸¹ Magyarországon a nem független pályahálózat-működtető szervezett miatt a VPE Kft. végzi a menetvonalak elosztását.

szabályairól szóló 55/2015. (IX. 30.) NFM rendelet kimondja [105], hogy a tartalék kapacitások képzése érdekében csak a rendelkezésre álló kapacitás 80%-át osztható ki, a 79/2023. (III. 13.) Korm. rendelet pedig kimondja, hogy kormány a gazdaságmozgósítási igény azonnali és biztonságos kielégíthetősége céljából nemzetgazdasági és biztonsági célú állami tartalékot tart fenn a létfontosságú rendszerelemek által nyújtott szolgáltatásokból [106], vagyis ebben az esetben a vasúti pályakapacitásból. A kapacitások elosztása a 17. ábra alapján történik az UIC irányelveinek megfelelően [107].



17. ábra: A térközátaladási idő elemei
forrás: [107] alapján saját szerkesztés

Fenti miniszteri rendelet meghatározza továbbá, hogy a szabad kapacitást elsősorban a rendkívüli eseményekhez kapcsolódó katasztrófavédelmi és honvédelmi igények kiszolgálására lehet felhasználni. A szabad kapacitások terhére, például a terelt vonatok részére, menetvonalak kiserkeszthetők, ugyanakkor ezek paramétereit (például sebesség, tengelyterhelés, vontatási nem, stb.) nem minden esetben egyeznek meg az eredeti menetvonalakkal. Ez szintén a szolgáltatási színvonal csökkenését eredményezheti.

Előfordulhatnak azonban olyan rendkívüli események, amikor bizonyos vonatok azonnali közlekedtetésére van szükség (például baleset bekövetkezése utáni segélymenetre). Természetesen van lehetőség azonnali menetvonal igény beadására, de az ez alapján kiserkesztett menetrend elkészítése is 60 perc⁸², ezért ilyen esetekben biztosítani kell, hogy a vonatot menetrend nélkül is forgalomba helyezzék⁸³ és leközlekedtessék.

⁸² [105] 13. § (2) bekezdés

⁸³ F. 2. 14. fejezet

A megfelelő tartalék kapacitás képzésekor elvárás a kapacitáselosztó szervezettől, hogy folyamatosan figyelje a vasúti infrastruktúra kihasználtságát és tegyen intézkedéseket, illetve javaslatot egy túlsúfolt infrastruktúra-szakaszokon⁸⁴ az elvártnál magasabb kapacitáskihasználás megszüntetésére.

A védelmi célú felkészítéskor a katonai szállítási kapacitásokat két helyzetben szükséges vizsgálni: a konfliktusoktól és veszélyhelyzetektől mentes normál időszakban, illetve a kihirdetett különleges jogrendi időszakban. A normál időszak szállítási feladatai nem igénylik a katonai szállítások elsőbbségét, ugyanakkor szabad vonali kapacitás rendelkezésre állását igen. Ehhez megfelelő számú menetvonalra van szükség, amelyek felhasználásával a katonai szállító vonatok leközlekedtetők. Alapesetben a személyszállító vonatok számára megrendelt éves menetvonalak elsőbbséget élveznek a tehervonatok, így a katonai szállítások számára megrendelt kapacitáshányaddal szemben. Különleges jogrend bevezetésekor az előbbi sorrend érvényét veszti, és az ország biztonsága szempontjából fontosabb vonatok közlekedtetése lesz az elsődleges (vagyis a személyvonatok számára fog kevesebb kapacitás rendelkezésre állni). Ugyanakkor a katonavonatok is csak a vonalak átbocsátóképességének maximumáig közlekedtetők.

II.5 A HELYETTESÍTHETŐSÉG KÉRDÉSE

A követelménymodell második alappilléreként a vasúti infrastruktúra helyettesíthetőségét határoztam meg, amennyiben egy adott vasútvonal működőképessége nem biztosítható, ugyanis a vonalak sérülése és rombolása után a forgalom leggyorsabban a kerülőutakon indulhat újra. E miatt célszerű vizsgálni az egyes vasútvonalak fogalmának átterelhetőségét más vonalakra, vagyis az egymással redundáns vonalakat. A magyarországi vasúthálózati helyettesíthetőségével foglalkozott a Magyar Mérnöki Kamara [108] és Szászi Gábor [109] is, a problémára reagáló gráfelméleti megközelítésű módszert Tóth Bence fejlesztette ki [110] egy svéd közúti helyettesíthetőségi vizsgálatokat ismertető cikk alapján [111].

II.5.1 A helyettesítő útvonalak meghatározása a védelmi követelmények figyelembe vételével

A redundanciát meghatározó gráfelméleti modell szerint bizonyos állomások jelentik a gráf csúcsait, míg a nyílt vonal (állomásközök) és a többi állomás a gráf éleit. Az állomások között különbséget kell tennünk funkciójuk szerint. Vannak olyan állomások, ahonnan több

⁸⁴ VPE Kft. Hálózati Üzletszabályzat 2022/2023 4.6.1 pontja alapján (megtekintve: 2023. 01. 20.)

vasútvonal indul ki, azaz elágazó-⁸⁵ vagy csatlakozóállomások⁸⁶ (csomópontok) és vannak olyanok, amelyek csak egy vasútvonalon fekszenek, azaz középállomások⁸⁷. A gráf csúcsait az elágazóállomások jelentik, a középállomások ugyanazon él mentén helyezkednek el, így a modell szempontjából nincs jelentőségük. Meg kell említeni azonban, hogy vasútüzemi szempontból természetesen van jelentőségük, ugyanis a gráf egy élének sérülésekor a forgalom adott állomásig fenntartható, így nem kell az egész él forgalmát korlátozni.

A vasúti kerülőutak meghatározására az előzőekben bemutatott redundanciavizsgálat alkalmas. A helyettesítő útvonalak kiválasztásánál két szempont játszik szerepet [112]:

- a kerülőút hatása a menetidőre;
- a kerülőút hatása a menetvonalhosszra.

E két paraméter az elsúlyokban jelenik meg, azonban ezeket a módszer adottnak veszi, és nem számol további paraméterekkel, illetve olyan intézkedésekkel, amelyek adott paraméter értékét pozitívan befolyásolhatják (például szükség-vonatjelentőőri szolgálat bevezetésével). A módszer védelmi célú felkészítésben való használata pontosabb eredményt szolgáltat, amennyiben az ilyen paramétereket is figyelembe lehet venni. A vasúti védelmi biztonsági mutató az I. fejezetben meghatározottak szerint alkalmas a védelmi érdekek megjelenítésére, így a mutató beépítése a legrövidebb út keresésébe tovább növeli a redundanciavizsgálat eredményességét. A VBM_v ugyanis figyelembe veszi egy adott vonal (állomásköz) kapacitásviszonyait, valamint a közlekedési és védelmi követelményeket. Ennek lehetséges módja, hogy a kerülő útirányok Dijkstra-algoritmus szerinti meghatározásakor az egyes élek súlyának számításakor a menetidő vagy menetvonalhossz értékeket a VBM_v értékével megszorozzuk, ugyanis így biztosítható, hogy VBM_v 1-nél kisebb értéke miatt a rosszabb mutatók az élek súlyát kevésbé csökkentsék, vagyis rontsák adott vonal (állomásköz) helyettesítő értékét (extrém esetben az 1-nél nagyobb VBM_v még növeli is az él súlyát). A legrövidebb utak számításánál a minél kisebb élsúly a kívánatos, ugyanakkor egy magas VBM_v -el rendelkező vonalon hiába jó a menetidő, ha a vonal nem megfelelően védett, a tereles rendkívüli események kialakulásával járhat.

A VBM_v használatával az egyes élsúlyok a következőképpen alakulnak:

$$w_t^* = w_t \cdot VBM_v \quad (2)$$

illetve

⁸⁵ F. 2. 1.2.18.

⁸⁶ F. 2. 1.2.14.

⁸⁷ F. 2. 1.2.56.

$$w_{\varrho}^* = w_{\varrho} \cdot \text{VBM}_v \quad (3)$$

ahol:

w_t^* = védelmi követelményekkel módosított menetidő élsúly

w_t = menetidő élsúly

w_{ϱ}^* = védelmi követelményekkel módosított menetvonalhossz élsúly

w_{ϱ} = menetvonalhossz élsúly

VBM_v = vasúti védelmi biztonsági mutató

Amennyiben a számítások alapján nem áll rendelkezésre megfelelő helyettesítő útvonal, szükségessé válhat a nem katonai célú vasúti forgalom korlátozása, végső esetben más alágazatra történő terelése.

A módszer alkalmazásával eldönthető, hogy az egyes, létfontosságú rendszer elemeket tartalmazó vonalszakaszok helyettesíthetők-e, vagyis rendelkezésre állnak-e kerülő útirányok. Magyarországon ilyen szakaszok lehetnek a kiemelt jelentőségű műtárgyat magukba foglaló állomásközpökhöz, illetve a nagyvárosokban haladó vonalak.

A helyettesíthetőség kérdése tehát elsősorban olyan vonalak sérülésekor jöhet szóba, ahol a sérült elem helyreállítása hosszabb időt vehet igénybe és a javítás vagy a provizórium beépítésének befejezéséig pótlásra, esetleg terelésre van szükség, amely az esetek döntő többségében megnöveli az eljutási időt, vagyis a vonatok nem az előre meghirdetett menetrend szerint közlekednek. Az így keletkező késés mindenképpen a szolgáltatási színvonal csökkenését eredményezi. További vizsgálatot igényel a más közlekedési alágazattal történő helyettesítés.

Az értekezés Bevezetésében a vizsgálati területet a magyarországi vasúthálózatra határoztam meg, ezért a következőkben a helyettesíthetőségi kérdéseket a magyar vasúthálózaton vizsgálom.

II.5.2 A kiemelt jelentőségű vasúti műtárgyakat tartalmazó vonalszakaszok helyettesíthetősége

A magyarországi vasúthálózaton kiemelt jelentőségű műtárgyaknak a nagyfolyami hidakat és az alagutakat mondhatjuk. Ebből a szempontból nagyfolyamnak a Dunát és a Tiszát tekinthetjük. Az 1. táblázatban a Duna-hidak, a 2. táblázatban a Tisza-hidak találhatók.

állomásköz	vágányok száma	vontatási nem	vasútvonal	megjegyzés
Komárom – Révkomárom	1	villamos	Komárom – Révkomárom	közvetlen kapcsolat Szlovákiával
Angyalföld – Óbuda	1	villamos	Budapest – Esztergom	Újpesti híd
Ferencváros – Budapest-Kelenföld	3	villamos	Budapest – Hegyeshalom	Déli összekötő vasúti híd
Pörboly – Baja	1	dízel	Bátaszék – Kiskunhalas	Türr István híd

1. táblázat: Vasúti Duna-hidak
forrás: saját szerkesztés

állomásköz	vágányok száma	vontatási nem	vasútvonal	megjegyzés
Eperjeske – Bányú	1	dízel	Tuzsér – Bányú	fonódó szakasz, közvetlen kapcsolat Ukrajnával
Záhony – Csap	1	dízel	Záhony – Csap	fonódó szakasz, közvetlen kapcsolat Ukrajnával
Tokaj – Rakamaz	1	villamos	Miskolc – Nyíregyháza	
Poroszló – Tiszafüred	1	dízel	Füzesabony – Debrecen	
Kisköre – Abádszalók	1	dízel	Kál-Kápolna – Kisújszállás	közös közúti-vasúti híd
Szolnok – Szajol	2	villamos	Budapest – Debrecen – Záhony	
Lakitelek – Tiszaug	1	dízel	Lakitelek – Kunszentmárton	
Csongrád – Szentes	1	dízel	Kiskunfélegyháza – Szentes	
Algyő – Hódmezővásárhely	1	dízel	Szeged – Békéscsaba	tram-train híd

2. táblázat: Vasúti Tisza-hidak
forrás: saját szerkesztés

A táblázatok adataiból a következő megállapítások tehetők:

- a Dunán csak 1 többvágányú híd vezet át, amely a Transzeurópai Közlekedési Hálózat (a továbbiakban TEN-T⁸⁸) hálózat része;
- a Duna-hidak többségén villamosított vonal vezet át, ugyanakkor az érdemi kerülő útirányként számításba vehető bajai híd nem villamosított;
- a komáromi híd belföldi vasúti forgalomban nem használható;
- a Tiszán is csak 1 többvágányú híd vezet át;
- a Tisza-hidak többségén nem villamosított vasútvonal vezet át, ugyanakkor a két legfontosabb tiszai átkelőn, amelyek a TEN-T hálózat részei, villamosított a vonal;

⁸⁸ Trans European Network – Transport

- a záhonyi körzetben található vasúti hidak nem használhatók belföldi forgalomban;
- a közös közúti-vasúti híd a kettős forgalom miatt alacsony kapacitású;
- a tram-train hídon sűrű elővárosi forgalom bonyolódik.

A megállapítások alapján a lehetséges helyettesítő útirányokat illetően levonható az a következtetés, hogy **a kelet-nyugati irányú vasúti forgalom lebonyolításában a Déli összekötő vasúti hídnak jelenleg nincs helyettesítő vonala**, a Dunán átívelő egyéb vasúti hidak alkalmatlanok a forgalom átvételére.

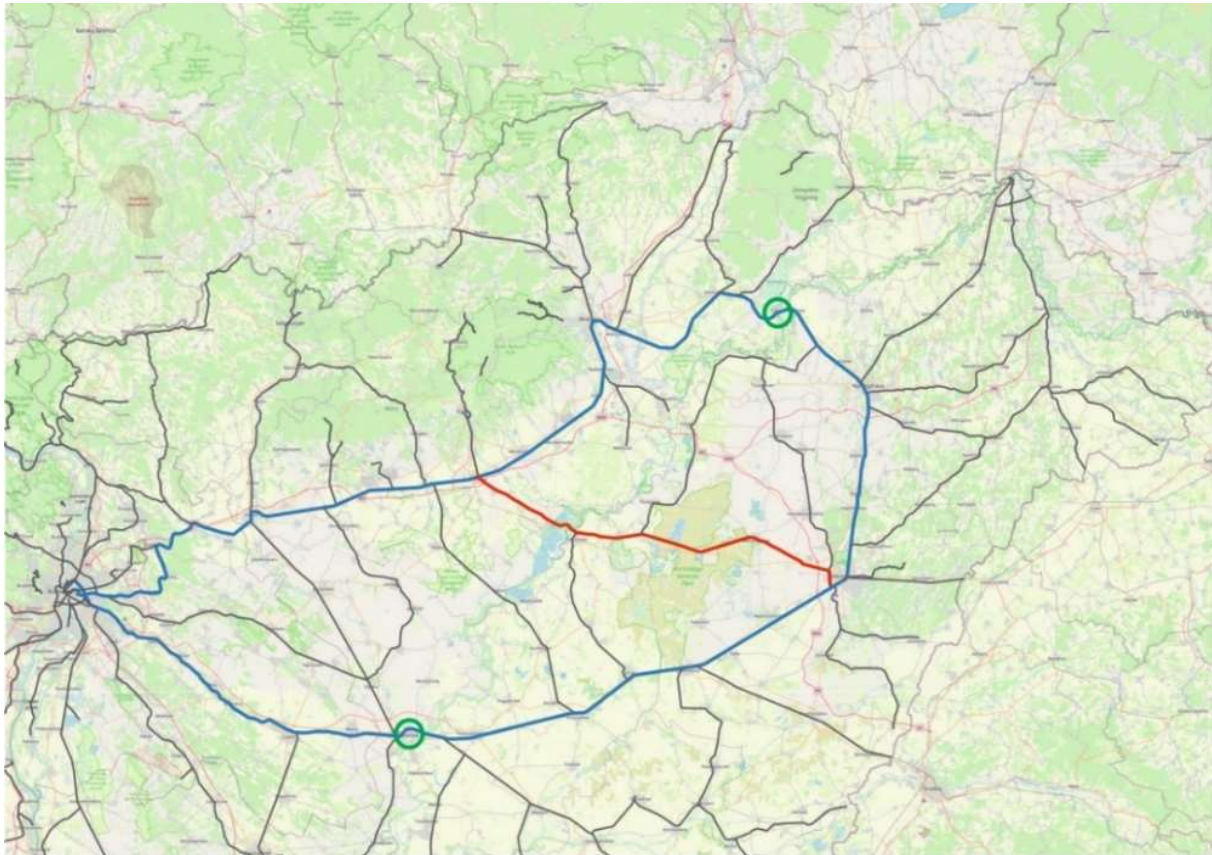
A Déli összekötő vasúti híd alternatívája első megközelítésre az Újpesti híd lenne, azonban a sok helyen egyvágányú vonal a Pilisben kanyarogva dombvidéki jelleget ölt, kapacitása elégtelen nagyobb vasúti forgalom levezetésére. Az útvonal Dorog után Tokod irányába kanyarodik, majd a Duna partján haladva éri el Almásfüzitőt, ahol becsatlakozik a Budapest – Hegyeshalom fővonalba. Ez a vonal szintén egyvágányú, de már nem villamosított. A közlekedést nagyban nehezíti a Dorog állomáson szükségessé váló vontatójármű csere, vagy dízel előfogatmozdony alkalmazásának szükségessége.

A komáromi Duna-híd igénybevételéhez már szükséges egy másik ország vasúti infrastruktúrájának használata. Elviekben lehetséges a Budapest – Szob – Érsekújvár – Révkomárom – Komárom útvonalon való közlekedés. A vasútvonalak végig villamosítottak és azonos áramrendszerűek. A menetidőt csak a kétszeri, Érsekújváron és Komáromban szükséges menetirányváltás növeli. A közlekedés azonban bonyodalmakkal járhat, amennyiben az adott vasútállomás nem rendelkezik Szlovákiában működési engedéllyel, így ez az útvonal csak a Szlovákiában is menetvonalfoglalásra jogosultak részére jelenthet megoldást.

Budapesttől délre már csak Bajánál található vasúti híd, amelynek igénybevétele irreálisan nagy kerülőt jelent a vonatok számára, ráadásul az útvonal csaknem teljes egészében egyvágányú pályákon vezet, így a tereléskor kapacitásproblémák léphetnek fel, illetve gondot okozhatnak a nem villamosított vonalszakaszok is.

A fenti megállapításokból levonható következtetés továbbá, hogy a kelet-nyugati irányú vasúti forgalom számára még két létfontosságú rendszerelem létezik, ezek pedig a Szolnok – Szajol és a Tokaj – Rakamaz állomásközökben található Tisza-hidak (18. ábra zöld körök). Célzott, egyidejű támadás alkalmával a teljes kelet-nyugati irányú vasúti közlekedés megbénulhat. A lehetséges kerülőutak közül több mellékvonalakon halad, ugyanakkor a jó állapotban lévő Debrecen – Füzesabony vasútvonal képes lehet a helyettesítésre (18. ábra piros vonal). Az egyvágányú, 80 km/h sebességgel járható, 21 tonna tengelyterhelésű [113], dízel

vontatásra berendezett vonalon állomástávolságú⁸⁹ közlekedési rend van érvényben, emiatt pedig a vonal átbecsátóképessége jóval alacsonyabb a Budapest – Szolnok – Debrecen – Záhony és a Budapest – Miskolc – Záhony kétvágányú, villamosított vasútvonalakénál (18. ábra kék vonalak). Fekvése azonban ideálissá teszi mindkét vonal helyettesítésére.



18. ábra: A szolnoki és tokaji Tisza-hidak lehetséges helyettesítő útvonalai
forrás: KTI adatbázis alapján saját szerkesztés

⁸⁹ F. 2. 15.3.1.

Az alagutak helyettesíthetősége csak a fővonalakon releváns kérdés. A 3. táblázat a magyarországi vasúti alagutak főbb adatait tartalmazza.

vasútvonal	alagút	vágányok száma	hossz (m)	építés éve
Budapest – Esztergom	Piliscsaba	1	780	1895
Győr – Veszprém	Porva-Csesznek I	1	37	1896
	Porva-Csesznek II	1	31	1896
	Porva-Csesznek III	1	110	1896
	Olaszfalu	1	242	1896
Zalaegerszeg – Őrihódos	Nagyrákos	1	375	2001
Székesfehérvár – Tapolca	Balatonkenese	1	96	1909
Budapest – Székesfehérvár	Kis-Gellért-hegy	2	361	1861
Budapest – Pécs	Abaliget I	1	667	1973
	Abaliget II	1	114	1979
	Abaliget III	1	418	1979
Dombóvár – Bátaszék	Möcsény	1	606	1873
Aszód – Balassagyarmat	Becske	1	220	1896
Füzesabony – Putnok	Szarvaskő I	1	157	1908
	Szarvaskő II	1	76	1908
	Sáta	1	190	1908
Miskolc Rendező – Diósgyőr-Vasgyár	Diósgyőr	1	335	1873

3. táblázat: Magyarországi nagyvasúti alagutak
forrás: a MÁV Zrt. adatai alapján saját szerkesztés

A táblázat adataiból a következő megállapítások tehetők:

- csak kevés fővonalon található alagút: a Budapest – Pécs vonalon, igaz ott több is, illetve a nagyrákosi alagút a Zalaegerszeg – Őrihódos vonalon;
- az alagutak viszonylag rövidek, a leghosszabb sem éri el az 1 km-t;
- többvágányú alagút csak Budapesten található, de az csak személyforgalmat lebonyolító vonalon fekszik;
- az alagutak többsége legkésőbb a 20. század elején megépült az akkori követelmények szerint, amelyek nem feltétlenül egyeznek meg a mai kor követelményeivel.

A Budapest – Pécs vonal alagútjai a Mecsek-hegységben található, közel egymáshoz, kikerülésük csak nagy kerülővel lehetséges a Dombóvár – Kaposvár – Gyékényes – Barcs – Szentlőrinc – Pécs útvonalon, Gyékényesen irányváltással. Villamos vontatás csak Gyékényesig lehetséges, onnan dízelmozdonnyal lehet tovább közlekedni. Katonai szempontból fontos útvonal, ugyanis erre halad a vasútvonal Bosznia-Hercegovina felé.

A Zalaegerszeg – Örihódos vonal alagútjának sérülésekor Szlovénia felé ellehetetlenül a vasúti forgalom. A kerülőút vagy Ausztrián keresztül Szentgotthárd – Graz – Maribor, vagy pedig Horvátországon át, Gyékényes – Varasd – Csáktornya – Ormósd felé vezet. Mindkét útvonalon egy közbenső ország vasúti infrastruktúráját is használni kell, aminek problémáit a komáromi Duna-híd igénybevételével kapcsolatban említettem. Az útvonal szintén fontos katonai szempontból Olaszország, mint az egyik fő európai NATO-tagország elérése miatt.

II.5.3 A budapesti vasúthálózat helyettesíthetősége

A nagyvárosokat alapvetően sűrű vasúthálózat jellemzi, amelyet kiegészítenek a városi kötőtpályás hálózat elemei: a villamosok, a metrók és a városi vasutak. Ez a hálózatsűrűség elvben megfelelő lehetőséget biztosít a városi vonalak helyettesítésére, ugyanakkor ez csak átmenő rendszer esetében igaz. Amennyiben a városba vezető vasútvonalak fejpályaudvarokban (fejállomásokban⁹⁰) végződnek, akkor az egyes vonalszakaszok sérülésekor jelentősebb forgalomátszervezésre lehet szükség a pályaudvarok kapacitástartalékainak függvényében.

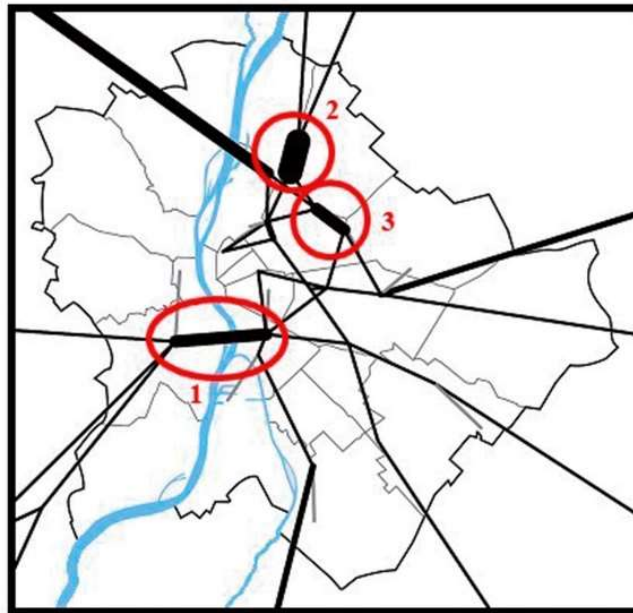
Budapest három fejpályaudvarral rendelkező nagyváros, a legfontosabb vasútvonalak végállomásaira tehát olyan szakaszok vezetnek, amelyek sérülése jelentős problémákat okozhat a város vasúti közlekedésben. A városba vezető és azon keresztül futó vasútvonalakat sokmillió ember használja, valamint tehervonatok sokasága közlekedik naponta a budapesti hálózaton.

Tóth Bence redundanciavizsgálata kimutatta, hogy a budapesti vasúti infrastruktúra egyes elemei is nagyon nehezen helyettesíthetők zavaruk vagy kiesésük bekövetkezésekor. A 19. ábrán a budapesti vasúthálózat kritikus szakaszait 1-től 3-ig számokkal jelöltem. A Déli összekötő vasúti hídon (1) túl az egyik ilyen vasúti vonalszakasz a bal parti körvasút Angyalföld elágazás – Rákospalota-Újpest szakasza (2), a másik pedig a külső körvasút Angyalföld elágazás – Rákosszentmihály elágazás szakasza (3).

Az egyessel jelzett probléma nem újkeletű, olyannyira, hogy már a 20. század első felében felmerült a Nyugati és Déli pályaudvarok közötti, Duna alatti alagút építésének gondolata [114], illetve 1940-re készült el a Solt és Dunaföldvár közötti vasúti híd, amely része lett volna a Budapestet elkerülő vasútvonalnak [115]. A vonal további részét azonban nem építették meg teljes körűen, így a híd nem tudta betölteni a neki szánt szerepet, ezért 2001-ben a vonalat bezárták, a síneket a későbbiekben felszedték. A probléma ezáltal megmaradt,

⁹⁰ F. 2. 1.2.26.

amelynek lehetséges megoldását mutatja be a mérnökkamarai tanulmány és Szászi Gábor cikke is.



19. ábra: A budapesti vasúthálózat kritikus elemei
forrás: [110] 3. ábrájának felhasználásával saját szerkesztés

A „V0” névre keresztelt vasútvonal megvalósíthatósági tanulmányterve 2012-ben készült el, amely zöldmezős beruházként tervezte meg a nyomvonalat [116]. Egy 2020-as kutatásban Tóth Bencével vizsgáltuk, hogy lehetséges-e a Budapestet elkerülő vasútvonal barnamezős beruházás keretében történő megépítése, azaz a legkevesebb új pálya építésére legyen szükség az útvonal kialakításához. Vizsgálatunk eredményét a Katonai Műszaki Doktori Iskola tanulmánykötetében adtuk közre [117]. Szaktanulmányunkban barnamezős beruházási lehetőségeket vizsgáltunk gráfelméleti modellezéssel és forgalmi ráterheléssel, annak érdekében, hogy a tervezett átkelő építési költségei alacsonyabbak legyenek. Tanulmányunk erre mutat be megoldásokat, amelyek képesek lehetnek Budapest vasúti elkerülhetőségét és így a Tóth Bence és Horváth István cikkében [118] meghatározott hálózati ellenállóképességet biztosítani. 11 átkelési lehetőséget vizsgáltunk meg, amelyek közül a számítások alapján egy Dunaújvárosnál, a TS⁹¹ uszályhíd egykori helyén vagy Dunaföldvárnál, a valamikori hídnál, de kedvezőbb nyomvonalon újra megépítendő híd lehet a legjobb megoldás a hiányzó dunai átkelésre.

A kettessel jelölt szakasz kizárása miatt a Budapestről Szlovákia felé irányuló, illetve a dunakanyari személyforgalmat, míg a hármassal jelölt elem kiesése miatt a Magyarországon át

⁹¹ Tank és Szárazáru [24]

Szlovákiába irányuló tranzit áruforgalmat nem lehetne lebonyolítani. Mindkét esetben szükséges kerülőút lehet a Vácrátót – Galgamácsa vasútvonal. A vonal stratégiaiilag fontos szerepet töltött be már az 1980-as években, még villamosították is az akkori Csehszlovákia felé irányuló, Budapestet elkerülő szállítások miatt. Ezt kihasználva a két budapesti infrastruktúra-elem kiesésekor a Budapest – Aszód – Galgamácsa – Vácrátót – Vác – Szob útvonalat lehetséges helyettesítő útvonalként használni. A pálya végig villamosított, Aszódig és Váctól kétvágányú, közte egyvágányú. Aszódon menetirányváltás szükséges. Problémaként merül fel a vonalon található 10%-es emelkedő okozta vontatható tömegkorlátozás a mozdonyok kapcsolókészülékének jelentős terhelése miatt, amit tolómozdonyok⁹² alkalmazásával lehet megoldani.

Ugyancsak segíthet a budapesti vasúthálózat zavarainak feloldásában a villamosított Hatvan – Újszász – Szolnok vasútvonal is. A vonal Hatvan és Újszász között egyvágányú, Újszásztól kétvágányú. Az említett két vonal a Budapestet elkerülő vasúti körgyűrű északkeleti részének tekinthető.

A budapesti fejpályaudvarok kiesése alapvetően nehezé teszi a vasúti személyszállítást, de egy elem kiesésétől nem omlik össze a rendszer. A Nyugati pályaudvar keletről a Keleti pályaudvarral, Kőbánya-Kispest állomással és Zugló megállóhellyel, északról Rákospalota-Újpest állomással és Zugló megállóhellyel pótolható. A Keleti pályaudvar keletről Rákos, Kőbánya felső és a Déli összekötő vasúti hídon át Kelenföld állomásokkal, valamint Nyugati pályaudvarral, délről Ferencváros és Kőbánya-Kispest állomásokkal, nyugatról a Déli pályaudvarral és Kelenföld állomással helyettesíthető. A Déli pályaudvar, mivel csak Kelenföld állomással van kapcsolata, magával Kelenfölddel, illetve egyes vonatok a Déli összekötő vasúti hídon át Keleti pályaudvarra, valamint Kőbánya-Kispest állomásra irányításával pótolható. Több fejpályaudvar egyidejű kiesése már jelentős probléma elé állítaná a közlekedési ágazatot, a kapacitásszűkülés mértéke olyan nagy lenne, hogy nem lenne elegendő busz a vonatok pótlására. A működőképesség ebben az esetben a főváros külső kerületeiben elhelyezkedő nagyobb állomásokig (például: Budapest-Kelenföld, Kőbánya-Kispest, Rákospalota-Újpest, Kőbánya alsó) lenne biztosított. Ebben az esetben a belvárosba jutást egyéni módon, a budapesti közforgalmú közlekedést igénybe véve kellene megoldani.

A budapesti vasúthálózat működőképességének kerülő útirányokon át történő biztosítása az építési-fenntartási munkák tervezésekor is előnyös lehet. Ennek gyakorlati

⁹² F. 2. 1.2.123.

alkalmazását mutattuk be egy 2004-es cikkben egyes, jelentős forgalmi változásokkal járó, nagy zavartatású vágányzári munkák esetében [119].

II.5.4 A vasúti forgalom helyettesítése más közlekedési alágazatok bevonásával

A vasúti infrastruktúra működésében beállhatnak olyan zavarok, amikor a kerülő útirányok okozta útvonalhossz- vagy menetidőnövekedés miatt keletkező többletköltségek⁹³ olyan szintet érnének el, hogy nem éri meg a kerülő útirányon való közlekedés. Ebben az esetben jöhet szóba a pótlás más alágazattal.

Itt elsősorban a közúti alágazattal való helyettesítést kell vizsgálni. A vizsgálatot Horváth Attilával közösen végeztük el a magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosításakor. A vizsgálat eredményeit a Katonai Műszaki Doktori Iskola tanulmánykötetében ismertettük [120]. Vizsgálatunk alapján meghatároztam, hogy **a vasúti forgalom helyettesítésére az alábbi közutak alkalmasak:**

- kétvágányú, villamosított, legalább 120 km/h sebességgel járható vasúti pályáknál a vasúttal párhuzamosan (legfeljebb 20 km-es körzetben) futó, legalább 2×2 sávos 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 közúti szállítóeszközökkel történő útközbeni helyettesítéskor számolni kell a kétszeri átrakással, illetve átszállással, amelyek időszükségletével az eljutási időt növelni kell. Rövid távú pótlás vagy közúti rá- és elfuvarozás felmerülésekor ez a kétszeri művelet jelentős időszükséglettel járhat a helyettesítés időfelhasználásához képest, így gazdaságosabb az egyszeri átrakást vagy átszállást választani.

A nagyfolyami hidak helyettesítésére alkalmazott módszer volt azok közúton való pótlása ideiglenes átrakókörletek kialakításával, amelyek gyakorlatilag a Duna és a Tisza partjához vezetett vasúti pályák voltak, amelyeket előkészítettek katonai rakodásokra és az átkelést vízi úton vagy pontonhidakon biztosították. Ezek mellett számos vasútállomás és rakodó került kijelölésre ideiglenes átrakó körletként [121]. A módszer a gyorsforgalmi úthálózat jelentős bővülésével idejélműlttá vált, ugyanis a kétszeri átrakás idő- és költségigénye jelentősen meghaladja az általunk meghatározott gyorsforgalmi és kétszámjegyű utak által kínált helyettesítési lehetőségek hasonló paramétereit, illetve a vasúti kapacitások is

⁹³ Ezek lehetnek externális költségek (például utazási idő) is.

megnövekedtek, különösképpen a TEN-T vasútvonalakon (például a vonalak kétvágányúsításával és az önműködő térközbiztosító-rendszer kiépítésével).

A személyszállító vonatokat érintő zavarok kezelését vizsgáltuk Kormányos Lászlóval és Tóth Bencével közösen írt konferenciaközleményünkben [122]. A már ismertetett gráfelméleti modell segítségével vizsgáltuk az élek és a csúcsok zavarait. A vizsgálat eredményként meghatároztam a buszpótlás optimumát, ami az ütemes menetrendi szerkezet minél kisebb mértékű zavartatását jelenti.

A személyszállítási közúti helyettesítés minőségét jellemzi az úgynevezett konkurenciamutató, ami egy relációban adott két pont között közlekedő két közforgalmú szolgáltatás egymáshoz való viszonyát mutatja meg [123]. Minél nagyobb a mutató értéke, a helyettesíthetőség annál jobb. A vizsgálatot bemutató cikk szerzői szerint valamilyen szintű helyettesíthetőségről akkor beszélhetünk, ha a mutató értéke 25-nél magasabb, illetve megfelelő helyettesítési alternatíva az 50-et meghaladó értékeknél adódik. Az ideális helyettesíthetőséget a konkurenciamutató minimálisan 100-as értéke jelenti. A helyettesítés megszervezésekor cél a konkurenciamutató 50-et meghaladó értékének elérése.

A vízi helyettesítés ott jöhet szóba, amikor a víziút és a vasútvonal nagyon közel húzódik egymáshoz. A vízi közlekedés alacsonyabb sebessége miatt azonban az eljutási idő jelentős növekedésével kell számolni. Előfordulhatnak azonban olyan esetek, amikor az alágazati helyettesítés megfelelő megoldást nyújthat.

A vasúti személyszállítás hajókkal történő pótlása történt meg a Dunakanyarban többször bekövetkezett hegyomlás után. A hegyről lezúduló kő- és sárlavina egyszerre zárta el a Budapest – Szob vasútvonalat és a 12. sz. főutat. Szob és Zebegény lakosainak Budapestre történő eljuttatásához a vonatpótló autóbuszoknak megfelelő minőségű utak híján az egész Börzsöny-hegységet meg kellett volna kerülniük, amely jelentős menetidőtöbbletet eredményezett volna [124]. Ugyanakkor a Duna, mint közlekedési út rendelkezésre állt, és még a lassabb hajókkal is kevesebb volt a pótlás idősükséglete a jelentős kerülővel közlekedő autóbuszokénál.

További elméleti példaként említhető a Budapest – Pusztaszabolcs vasútvonal felújítása. Az alkalmazott építési technológia szükségessé tette a vasútvonal teljes kizárását, ezért a százhalmattai Dunai Finomító jelentős vasúti áruforgalmának helyettesítő eszközeként felmerült, hogy a nyersanyag hajón érkezzon meg a finomítóba, elkerülendő Budapest és Százhalombatta között a közúti tehergépjármű forgalom megnövekedését (a finomító rendelkezik dunai kikötővel).

A légiforgalmi személyszállítási helyettesítés Magyarország belföldi légiközlekedésnek hiánya miatt nem releváns, az áruforgalomban legfeljebb az amúgy is repülőn érkező árut más repülőtéren rakják ki, és onnan szállítják vasúton a rendeltetési helyére. Ehhez szükséges a magyarországi repülőterek vasúti kapcsolatainak kiépítése, amelynek egyik lehetséges forrása az állami finanszírozás. A kizárólag állami célú repülésekre szolgáló repülőterek vasúti kapcsolata teljes körűnek mondható, ugyanakkor belföldi légi teherszállító repülőgépek jelenleg nem közlekednek Magyarországon.

II.6 A VASÚTI KÖZLEKEDÉSI ALÁGAZAT SEBEZHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

A követelménymodell harmadik alappillére a vasúti közlekedési rendszer sebezhetőségének minimalizálása. Ennek megfelelően ebben pontban vizsgálom a vasúti infrastruktúra gyenge pontjait és terrorfenyegetettségét. Az innovatív védelmi megoldások kidolgozására a IV. fejezetben kerül sor.

II.6.1 A vasúti infrastruktúra gyenge pontjai

Egy ország vasúthálózata számtalan elemből áll, ezek közül meg kell határozni azokat az elemeket, amelyek leginkább ki vannak téve sérüléseknek. Miután a vonalak kevés kivételtől eltekintve a felszínen haladnak, ezért a természeti hatások az egész infrastruktúrát érik. Ebből a szempontból nem lehet kitüntetett elemeket megnevezni, hanem az előző pontban meghatározott redundanciavizsgálat, helyettesíthetőségi paraméterek és konkurenciamutató alacsony értéke alapján lehet a veszélyeztetett szakaszokat, mint gyenge pontokat megjelölni, mert ezeknek a szakaszoknak a zavarai képesek a hálózat forgalmában jelentős fennakadásokat okozni.

Az Albert – Tóth szerzőpáros a konkurenciamutató értékét az alábbiak szerint határozta meg [123]:

$$kmut = \sqrt{P_e \cdot P_m} \quad (4)$$

ahol:

$kmut$ = konkurenciamutató

P_e = eljutási idő pontszáma

P_m = menetrendi pontszám

Ebből a P_e pontszám fontos a gyenge pontok meghatározása szempontjából, a P_m menetrendi pontszám a vasútvonal személyszállítási menetrendjéből következik és miután a helyettesítés szempontjából ez nem releváns, ezért értéke 1-nek vehető ($P_m = 1$). Ebből

következik, hogy a helyettesítésre számolt konkurenciamutató ($kmut_h$) nem az eljutási és a menetrendi pontszámok mértani középértéke, hanem csak maga az eljutási idő pontszáma lesz, vagyis:

$$kmut_h = P_e \quad (5)$$

A helyettesítő és az eredeti eljutási idők viszonya alapján a P_e hasznossági függvény értéke a szerzők meghatározása szerint a következő képlettel számítható:

$$P_e = \begin{cases} 100 \cdot \left(q - \frac{e_h}{e_e}\right), & \text{ha } q > \frac{e_h}{e_e} \geq 1 \\ 100 + 40 \cdot \left(1 - \frac{e_h}{e_e}\right), & \text{ha } 1 > \frac{e_h}{e_e} \geq 0,5 \\ 0, & \text{ha } \frac{e_h}{e_e} > q \\ 120, & \text{ha } \frac{e_h}{e_e} < 0,5 \end{cases} \quad (6)$$

ahol:

q = helyettesítési küszöb

e_h = helyettesítő útvonal eljutási ideje

e_e = eredeti útvonal eljutási ideje

Egy vasútvonal védelmi célú helyettesíthetőségéről képet adó vasúti védelmi biztonsági mutató képletbe való beillesztése még inkább meghatározhatja, hogy hol található a hálózat gyenge pontjai. A q értéke a VBM_v reciprokaként értelmezhető, ugyanis a q és VBM_v között fordított arányosság áll fenn, vagyis egy adott vasútvonal a helyettesítési küszöbértéke annál nagyobb minél kisebb a VBM_v . Ez abból adódik, hogy a VBM_v értékében a biztonsági követelmények, mint kapacitásértékek vannak jelen, amelyekben a leközlekedtethető vonatok száma függ az állomásköz foglaltsági idejétől, azaz a két állomás közötti eljutási időtől (lásd a 17. ábrát). Így q értéke a VBM_v -ből származtatható, vagyis a helyettesítési küszöb az adott vonal kapacitáskihasználási lehetőségeit veszi figyelembe. Ez alapján az egyenlet q értékét tartalmazó részei az alábbiak szerint írhatók fel:

$$P_e = \begin{cases} 100 \cdot \left(\frac{1}{VBM_{vh}} - \frac{e_h}{e_e}\right), & \text{ha } \frac{1}{VBM_v} > \frac{e_h}{e_e} \geq 1 \\ 0, & \text{ha } \frac{e_h}{e_e} > \frac{1}{VBM_{vh}} \end{cases} \quad (7)$$

ahol

VBM_{vh} = a helyettesítő vasútvonal védelmi biztonsági mutatója

továbbá a VBM_v definíciójából következően:

$$P_e = 0, \text{ ha } VBM_{vh} \geq 1 \quad (8)$$

A felírt egyenletek kimondják, hogy egy vasútvonal (állomásköz) utasforgalmi szempontból gyenge pontnak számít, ha a vasúti védelmi biztonsági mutató értéke alapján meghatározott P_e pontszámmal számított konkurenciamutató egyik helyettesítő vonal esetében sem éri el a 25-öt. A mutató kiterjeszhető az áru fuvarozásra is, amennyiben az eljutási időket a teherkocsi fordulóidő szerint értelmezzük [101]. Ezen túlmenően **a q helyettesítési küszöb VBM_{vh} -val való kifejezésével meghatározott P_e függvény megadja a hálózaton egy vasútvonal védelmi célú helyettesítési képességének parciális hasznosságát.**

A számítást valamennyi, a redundancia analízis alapján helyettesítő vonalra el lehet végezni. A helyettesítő vonalakra a számított hasznosság arányban kell ráterhelni az elterelendő forgalmat. Abban az esetben, ha a teljes forgalom nem terhelhető rá a helyettesítő vonalak összességére, vagyis adott létfontosságú rendszerelem gyenge pont maradna, akkor valamelyik helyettesítő vonalnál infrastruktúra beruházást kell végrehajtani. Rendkívüli időszakban a kapacitások növelésének a mai telekommunikációs lehetőségek függvényében vannak rendkívül gyors lehetőségei, ezeket adott szituációban kell felmérni és alkalmazni.

Természetesen Magyarország vasúthálózatának minden zavarát nem lehet rendszerszintű zavarként értelmezni. Vannak azonban olyan dedikált vasútvonalak, amelyek az európai vasúti hálózat fő ütőereinek számítanak, és mint ilyenek, részei a TEN-T-nek. Az ilyen típusú vonalak sérülése és kiesése okozhatja a legnagyobb zavarokat az alágazat működésében, így az ellenállóképesség elsősorban a TEN-T vasútvonalak működőképességének fenntartásában rejlik. A korábban ismertetett interdependencia miatt vannak továbbá olyan vonalak, amelyek önmagukban nem kiemelten kezelendők, ugyanakkor egy másik alágazat működését biztosítják a vonalakon közlekedő vonatok (például: egy erőműhöz vezető vasútvonal).

A gyenge pontok azonosításának másik kiindulópontja a szándékos emberi cselekedetek. Az ezeket elkövetni kívánó személyek, szervezetek is azokat a pontokat keresik, ahol a legkönnyebben követhetők el terrorcselekmények. A tervezett akciók megvalósíthatósága a célpontok milyenségén múlik. A legtöbb áldozat ott szedhető, ahol egyidőben sokan tartózkodnak és a támadás véghezvitele könnyebb. [125] szakirodalom meghatározása szerint az olyan személyeket és dolgokat, amelyek támadhatók és nem védettek, „puha” célpontoknak nevezzük. Az EU ennél tovább finomította a „puha” célpont fogalmát [126]. E szerint a „puha” célpontok olyan helyek, amelyek támadhatók és nehéz védeni, és a

támadások nagy valószínűséggel jelentős áldozatok járnak. A meghatározás pontosan illik egyes közlekedési infrastruktúra elemekre. A nagy pályaudvarok és terminálok kialakításuk miatt könnyen támadhatók, nehezen védhetők és egyidőben sokan tartózkodnak ott, vagyis az áldozatok száma magas lehet.

Fábos Róbert cikkében megállapítja, hogy a közlekedési rendszerek nincsenek felkészítve a zavarok gyors kezelésére, különös tekintettel az informatikai rendszerekbe való külső beavatkozásra [127], vagyis a kiberterrorizmusra, ezért az informatikai rendszerek gyenge pontként azonosíthatók.

Kijelenthető tehát, hogy a közlekedési célpontok „puha” célpontoknak számítanak a terroristák számára, ezért megfelelő helyszínek lehetnek fizikai vagy kibertámadások végrehajtásához.

II.6.2 A vasúti közlekedési rendszer terrorfenyegetettségének vizsgálata

Az előző pontban meghatározott „puha” jelleg miatt a védelmi célú felkészítésnek ki kell terjednie a terrorizmussal szembeni védelemre: szükséges speciális vizsgálatok lefolytatására annak érdekében, hogy a rendszer terrorizmussal szembeni ellenállóképességét megfelelő szintre lehessen emelni.

Ganor Boaz definíciója szerint a terrorizmus meghatározott politikai célok elérése érdekében az erőszak szándékos alkalmazása, illetve azzal történő fenyegetés a polgári lakossággal, valamint civil célpontokkal szemben [128]. A közlekedési rendszerek ellen intézett támadás mindig erőszak árán valósul meg, amelyhez ma már hozzáérhetők az informatikai rendszerekbe történő „erőszakos” behatolások is. A rendszerek feletti hatalomátvétel sohasem öncélú. Az ilyen rendszerek fenntartója leginkább az állam, tehát az ilyen rendszerek elleni támadás politikai célúnak minősíthető. A közlekedési rendszert alapvetően civilek veszik igénybe (utasok), így a támadások célpontjai is legfőképp a civil lakosságból kerülnek ki. Igaz ez még akkor is, amikor egy tehervonat a támadás célpontja, mert a tehervonat elleni merénnyel is a civil lakosság életterének megtámadása a cél. A közlekedési infrastruktúra elleni terrortámadás az egész ország lakosságához mérten csekély (ám bár a maga nemében jelentős) áldozatszámú az egész társadalomban félelemérzetet kelthet, megrendítheti az adott közlekedési ágba vetett bizalmat és így gazdasági károkat okozhat.

A célpont megtámadásának módja befolyásolja az áldozatok és károk lehetséges mértékét. Egy amerikai tanulmány megállapítása szerint az al-Kaida terrorszervezet támadásait minden esetben úgy szervezte meg, hogy maximálja az emberi áldozatok számát [129], amelyet megerősít Veronica Strandh doktori kutatása is. Disszertációjában megállapítja, hogy a

terroristák az áldozatszám maximalizálása céljából választanak vasúti célpontokat [130]. Hasonlóképp, egy 2013-as olasz tanulmány megállapította, hogy a 2000-es évektől kezdődően a vasúti szektor elleni támadások egyre inkább az áldozatok szedésére, semmint gazdasági károk okozására irányultak [131]. Horváth Attila cikkében az ETA⁹⁴ baszk terrorszervezettel kapcsolatban éppen az ellenkezőjét állapítja meg: az előzetes értesítések miatt a csoport célja nem a halálos áldozatok számának maximalizálása [132]. A cikk további, a közlekedéssel összefüggésbe hozható terrorizmussal kapcsolatos példáiból viszont pont az áldozatok maximálására való törekvés olvasható ki az elkövetés módjából és idejéből, vagyis alapvetően kijelenthető, hogy a terrorizmus célja az áldozatok számának maximalizálása.

A helyszínválasztást befolyásolhatja továbbá, hogy az akció mekkora médiaérdeklődést vált ki. Horváth Attila egy cikkében megállapítja, hogy a terrorizmus a média üzleti szempontjait szolgálja azáltal, hogy az ilyen hírek vonzzák a hírfogyasztókat [133]. További, általam jelentősnek tartott megállapítása, hogy a terrorizmussal kapcsolatos hírek korlátozása a sajtószabadság korlátozását jelentené, ezért a nyilvánosság korlátozása hosszabb távon nem tartható fenn. A mai világban minden rendkívüli eseménynek hírértéke van, ugyanakkor egy ismert helyszínen véghezvitt akció már a kiemelt hírek között a címdalra vagy a kezdőlapon kap helyet. Az előbb említett nagy közlekedési csomópontok ilyen helyeknek számítanak. Egy város repülőtere, főpályaudvara, nagyfolyami hídjai mind ismertek a szélesebb közvélemény előtt, ezért az ellenük elkövetett terrortámadás a vezető hírek között szerepel. Ez a körülmény még inkább megerősíti azt a megállapítást, hogy a közlekedési rendszer elemek a terroristák kedvelt célpontjai lehetnek.

II.7 A KÖVETELMÉNYMODELL KIMENETI ELEMEI

A követelménymodell kimenetét jelentik a biztonságos vasúti közlekedési rendszer és a megfelelő pályavasúti szolgáltatási színvonal mellett azon megvalósítható polgári és katonai mobilitás.

II.7.1 A biztonságos vasúti közlekedési rendszer megteremthetősége

A biztonság elsődlegesen a megfelelő védelmi módszerek alkalmazásával teremthető meg. A működőképesség fenntarthatóságának vizsgálatai bebizonyították, hogy a közlekedésbiztonsági szabályok és a vasúti utasítások betartása képes lehet a védelmi biztonságot is növelni, ugyanakkor a terrorfenyegetettség vizsgálata alátámasztotta, hogy az ártó szándékú cselekedetek ellen speciális védelemre van szükség. A védelmi célú felkészítés

⁹⁴ Euskadi Ta Askatasuna – Baszkföld és Szabadság

feladata tehát megtalálni azokat az innovatív védelmi megoldásokat, amelyek nagymértékben növelhetik a vasúti közlekedési alágazat biztonságát mind az infrastrukturális, mind pedig a szolgáltatási oldalon.

Emellett a biztonság megteremtését szolgálja a vasúti rendszerek robusztussá tétele, valamint ellenálló- és reagálóképességének növelése. A védelmi célú felkészítés helyettesítési kérdéseinek megoldása növeli a rendszer redundanciáját és megfelelő kapacitástartalékokat képez a szükséges terelések levezetésére. Az ellenállóképesség növelése a műszaki és az üzembiztonság fokozásával érhető el. A gyors reagálóképesség feltétele a szektor szereplőinek egyértelmű feladatmeghatározása, valamint a közöttük megvalósítható együttműködési lehetőségek kiaknázása.

II.7.2 Az elérhető katonai és polgári mobilitás

Amennyiben az alágazat működőképessége biztosítja a katonai mozgatási-szállítási feladatok elvégezhetőségét, a katonai mobilitás mind a stratégiai, mind a hadászati, mind pedig a hadművelleti mozgékonyság tekintetében kielégíthető. Ez azonban jóval nagyobb arányban követeli meg a használhatóságot (akár kerülő útirányon át), mint a más alágazattal történő helyettesítést. Éppen ezért a katonai mobilitás megteremthetősége érdekében nagy szerephez jutnak azok az innovatív védelmi megoldások, amelyek a működőképesség fenntartására irányulnak.

A polgári mobilitás a vonatok menetrend szerinti leközlekedtetését jelenti, amelynek szintén követelménye a baleset- és hibamentes üzem (működőképesség), illetve az ennek eléréséhez szükséges védelmi megoldások és fejlesztések.

Kiemelkedően fontos tehát, hogy a védelmi megoldások már az infrastruktúráberuházások tervezésekor előtérbe kerüljenek annak érdekében, hogy a kivitelezéskor beépíthetők legyenek, és így rögtön képesek legyenek az infrastruktúra védelmére, illetve az új vagy átépült infrastruktúra már megfelelő védelemmel rendelkezzen.

II.7.3 A katonai és polgári mobilitás megteremtéséhez szükséges pályavasúti szolgáltatási színvonal

A szolgáltatási színvonal a vasúti közlekedés minőségi paramétere, amelyből lemérhető a nyújtott szolgáltatások megfelelősége. Az infrastruktúrával kapcsolatban a használatából adódó minőségi jellemzők értékét lehet elsősorban vizsgálni. Az infrastruktúra használatának legjellemzőbb paramétere a menetrend betartása, illetve betarthatósága, vagyis a keletkező

késések mértéke⁹⁵. A következőkben a vasúti infrastruktúra működőképességét jellemző szolgáltatási színvonalat vizsgálom a menetrend betarthatóságán keresztül.

A kisserkesztett menetrend a személyszállításban a szolgáltatási kínálatot (a személyszállító vonatok közlekedését) jeleníti meg. Az utasok a menetrendi információk alapján tudják eldönteni, hogy az adott járatot igénybe veszik-e vagy sem. Az egyik legalapvetőbb döntési pont, hogy a vasúti szolgáltatás rendelkezésre állása mennyire egyezik meg az egyéni utazási igényekkel [134]. Az utas a meghirdetett menetrend alapján tervezi meg utazását, ezért a menetrend betartása a vasúti személyszállítási szolgáltatás egyik minőségi jellemzője, és ennek megfelelően a vasúti személyszállítási szolgáltatási színvonal részeként értelmezhető. Hasonlóképp értelmezhető a vasútállomásokon megvalósuló csatlakozási rendszer is. Különösképpen igaz ez az ütemes menetrendi szerkezet szimmetrikus csatlakozásaira, úgynevezett „pókjaira” [135]. A menetrendi késés a csatlakozások elvesztéséhez és a „pókok” széteséséhez vezethet, így az utas által előzetesen tervezett utazás nem valósítható meg, amely az utas szemében valamennyi esetben a szolgáltatási színvonal csökkenését jelenti.

Az áru fuvarozásban a menetrendi kötöttség nem annyira szoros, mint a személyszállításban. Itt elsősorban a fuvarozási határidő betartása az elsődleges, ami órákban és napokban mérhető, ezért a tehervonatok percre pontos közlekedését a fuvaroztatók általában nem követelik meg. Ugyanakkor a kapacitáselosztási rendszer vizsgálatánál bemutatottak értelmében minden tehervonat számára készül menetrend, ugyanis a vasúti közlekedés bonyolultsága szükségessé teszi, hogy valamennyi része összehangolt legyen, amely összehangolást a menetrend biztosítja [135]. A fuvarozási határidők megtartásához elengedhetetlen a tehervonatok közel menetrend szerinti közlekedése. A jelentős késések hatására nő az egyes teherkocsik (rakott és üres egyaránt) vonatban töltött ideje, ezáltal romlik a kocsik újrahasznosíthatósága [61]. A kocsiforduló idő⁹⁶ növekedése miatt fellépő kapacitáshiány, valamint a tehervonatok alacsony menetrendszerűsége az áru fuvarozás szolgáltatási színvonalának csökkenéséhez vezetnek.

Fentiek alapján megállapítható, hogy a szolgáltatási színvonal, vagyis a menetrendek betartása mind az ügyfelek, mind pedig a vasútállalatok számára fontos minőségi tényező. A védelmi célú felkészítés keretében javasolt megoldások sok esetben nem képesek biztosítani a menetrend szerinti közlekedést, vagyis a meghirdetett szolgáltatási színvonalat. Az külön

⁹⁵ Késéseket azonban nemcsak az infrastruktúra zavarai vagy a forgalomlebonnyítás hibái okozhatnak, hanem a vasúttársaságok nem megfelelő munkavégzése is.

⁹⁶ Két azonos vasúti áru fuvarozási fázis (például megrakás) között eltelt idő.

bizonyítás nélkül is belátható, hogy a nagyforgalmú vasútvonalakon az átbocsátóképesség csökkenése késéseket eredményez, ugyanakkor a működőképesség fenntartása nem jelentheti a maximális kapacitás biztosítását, ami a teljes vasúti rendszer abszolút védelmét jelentené, ami nem létezik. A védelmi célú felkészítés keretében a következő kérdésekre kell választ adni: mekkora lehet a kapacitásvesztés értéke, illetve a működőképesség fenntartása mekkora minimális kapacitás biztosítását kell, hogy jelentse?

A kérdések megválaszolásához vissza kell kanyarodnunk a kapacitáselosztás módszeréhez. Normál időszakban mindenkinek az az érdeke, hogy a tervezett utazás vagy fuvarozás lebonyolódjon, vagyis a tervezett kapacitásszűkülés mértéke a lehető legkisebb legyen, ugyanis a menetrendben tervezett kapacitáskihasználás az esetleges nagy szűkületek miatt nem minden esetben valósítható meg, vagyis a szűkített kapacitás nem elegendő a vasútvonal menetrend szerinti forgalmának lebonyolítására. A tervezett kapacitásszűkítések mértékének csökkentése a vasúti infrastruktúra ellenállóképességének növelésével érhető el. Ezért szükséges vizsgálni olyan módszereket és megoldásokat, amelyek a vasúti pályát ellenállóbbá teszik az esetleges sérülések és zavarok ellen.

Különleges jogrend bevezetésekor a kapacitások rendelkezésre bocsátásának megváltozott feltételeit a II.4.4 pontban már elemeztem, ahol rámutattam, hogy az előnyben részesített vonatok is csak a rendelkezésre álló kapacitások maximumáig képesek közlekedni. Ezért különleges jogrend idején a szükséges szolgáltatási színvonalat a közlekedtetendő katonavonatok határozzák meg. Ez elsősorban nem is a menetrend szerinti közlekedést jelenti, hanem magát a vonatok sikeres közlekedtetését a rendelkezésre álló kapacitások felhasználásával.

II.8 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK

A vasúti közlekedési rendszer megfelelő közlekedési és védelmi biztonságának eléréséhez szükséges a szektor védelmi célú felkészítése, ezért ebben a fejezetben a vasúti infrastruktúrák védelmi felkészítésének rendszerét vizsgáltam.

A vizsgálat első lépéseként szakirodalmi feldolgozással és dedukcióval definiáltam a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének fogalmát és követelményeit, amelyeket az ok-okozati kapcsolatok alapján modellté transzformáltam.

A modell működési keretét meghatározó jogszabályok és bennük kihirdetett stratégiák, nemzetközi egyezmények kimondják, hogy a védelmi felkészítés célja a honvédelmi képesség fenntartása, amelyhez szükséges a nemzetgazdaság folyamatos működőképességének biztosítása. Azonosítottam a modell hatásterületeit, mivel annak működése a közlekedéssel és

szállítással összefüggő további biztonsági elemekre is hat. Ugyanakkor a biztonsági elemeknek a fejlesztése is hatással van a védelmi célú felkészítés eredményességére.

A modell működési alappilléreiként meghatároztam a védelmi célú felkészítés jelenkori feladatait: a vasúti infrastruktúra működőképességének biztosítását, és ennek ellehetetlenülésekor a vasútvonalak helyettesíthetőségét, illetve a sebezhetőség minimalizálását.

A vasúti infrastruktúra működőképességének fenntarthatósága függ a pálya és tartozékainak ellenállóképességétől, a biztosítóberendezések üzembiztos működésétől, a balesetmentes forgalomlebonyolítástól és a kapacitások megfelelő elosztásától. Ezek alapján kijelenthető, hogy az előbbi feladatok magas szinten történő megoldásának biztosítása a védelmi célú felkészítés alapelemeként értelmezhető.

A vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésének másik sarkalatos kérdése a vasútvonalak helyettesíthetősége, amelynek jelentősége a létfontosságú rendszerelemek működőképességének ellehetetlenülésekor nő meg. A helyettesítő útvonalak kiválasztásának gráfelméleti módszerét a vasúti védelmi biztonsági mutató élsúlyokba történő bevonásával továbbfejlesztettem a védelmi célú felkészítés minél jobb minőségű végrehajthatóságának céljából.

A modell harmadik alappilléreként a vasúti közlekedési rendszer sebezhetőségének keretében a hálózat gyenge pontjait és terrorfenyegetettségét vizsgáltam. Vizsgálatom eredményeként a VBM_v konkurenciamutatóba való beillesztésével meghatározhatóvá tettem azokat a gyenge pontokat, amelyek a rendszert a „puha” célponttá teszik, ugyanis ezen pontok célzott támadása nagymértékben csökkenti a rendszer működőképességének fenntarthatóságát, valamint továbbfejlesztettem a mutató védelmi értelmezhetőségét.

Vizsgálataim alapján kijelenthető, hogy a követelménymodell kimeneteként meghatározott polgári és katonai mobilitás csak biztonságos infrastruktúrán és megfelelően magas pályavasúti szolgáltatási színvonal mellett érhető el, ezért a biztonságos vasúti közlekedési rendszert és a pályavasúti szolgáltatási színvonalat is a modell kimeneteként, vagyis a védelmi célú felkészítés részeként kell értelmezni.

III. FEJEZET

A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA-FEJLESZTÉS POLGÁRI-KATONAI MEGKÖZELÍTÉSE

A vasúti versenyképesség megteremtéséhez, megőrzéséhez és az iparág fejlődéséhez elengedhetetlen az infrastruktúra folyamatos fejlesztése. Hasonló következtetésre juthatunk, ha a katonai mobilitás irányából közelítjük meg a kérdést. A szövetségi feladatok elvégezhetősége szempontjából korszerű vasúti hálózatra van szükség. Az EU Bizottsága végrehajtási rendeletben szabályozta a kettős felhasználású infrastruktúrák egyes kategóriáira alkalmazandó követelményeket [136], amelyeket az infrastruktúra-fejlesztéseknél figyelembe kell venni⁹⁷. A témakör 2022-ben született német stratégiája [48] a katonai képességek és a polgári felkészültség összeegyeztethetősége érdekében a polgári és katonai infrastruktúrák előkészítését és korszerűsítését javasolja olyan módon, hogy azok időben képesek legyenek a honvédelem érdekében szükséges mozgási és cselekvési szabadság lehetővé tételére. A II.4.1 pontban meghatározott **ellenállóképesség** német stratégia szerinti **alapvető cselekvési rádiuszai a polgári felkészültség és a katonai felkészítés egymással összefüggő és egymást erősítő területei** [48], amelyek **az infrastruktúra-fejlesztésnél is meg kell, hogy jelenjenek.**

A vasúti infrastruktúra megújítása a fentiek szerint tehát mind polgári, mind pedig katonai oldalról szükségesnek tekinthető. A szolgáltatási színvonal emelése és a katonai mobilitás megteremtése azonban csak biztonságos vasúti hálózaton valósítható meg. Ennek elérése érdekében szükséges védelmi célú beruházások kivitelezése is. Márpedig a megfelelő védelmi színvonal eléréséhez egyes esetekben szükséges lehet a vasútüzemi folyamatok lassítása, így ebben az esetben a két érdek ellentétes irányú lesz. Ebből következően szükségesnek tartom meghatározni a védelmi és az infrastruktúra-fejlesztési érdekek viszonyát.

A fejezetben vizsgálom a H3 hipotézist, amely a versenyképességet biztosító közlekedésfejlesztési beruházások és a védelmi célú intézkedések közötti összefüggést feltételezi a következők szerint: a vasúti szektor versenyképessége és ezáltal szerepének növelése csak akkor tartható fenn, ha a szükséges védelmi intézkedések nem ellentétes irányúak az infrastruktúra-fejlesztési elképzelésekkel, és a két érdek összhangja megteremthető. Ennek elérése érdekében szükséges megvizsgálni polgári és katonai fejlesztési irányokat, valamint a

⁹⁷ A vasúti követelményeket a rendelet mellékletének 3. táblázata tartalmazza, illetve ezt ki kell egészíteni a 6. és 7. táblázatokkal.

polgári és a védelmi-biztonsági szervek közötti együttműködési lehetőségeket és azok hatását a vasúti infrastruktúra-fejlesztésekre. Az együttműködés kereteit empirikus kutatásokkal: kérdőíves kikérdezéssel és szakértői interjúk lebonyolításával határozom meg. Az együttműködési lehetőségek vizsgálatának eredményeként kidolgozok egy olyan beruházástervezési szempontrendszert, amely figyelembe veszi a biztonság kialakításához szükséges katonai-védelmi érdekeket is.

III.1 A VASÚTI INFRASTRUKTÚRA-FEJLESZTÉS POLGÁRI IRÁNYAI

A hazai vasúti infrastruktúra fejlesztésének irányait az Európai Unió és a magyarországi stratégiai környezet határozza meg. Az EU közlekedéspolitikai koncepciójának irányait a tudományos probléma társadalmi bemutatásakor már érintettem, ugyanakkor, mint vasúti közlekedésfejlesztési célok, meg kell, hogy jelenjenek a védelmi célú felkészítés és a közlekedésfejlesztési célok összhangjának vizsgálatok is. Az európai zöld megállapodás⁹⁸ fenntartható fejlődési irányvonala nagyobb hangsúlyt fektet a vasúti áruszállításra. Ennek elérése csak a vasúti kapacitás növelése árán lehetséges. Szükséges a TEN-T magyarországi vasúti hálózatának fejlesztése, amelyre nemzetközi tanulmányok is felhívják a figyelmet [137]. A 2021-ben megalkotott Versenyképes Vasút 2030 stratégia célja az évtized végére egy hatékony pályahálózatú, szolgáltatásközpontú és fenntartható vasúti iparág kialakítása [138]. A stratégia a főbb vasúti irányokra koncentrál, amelyeken a szállítások döntő hányada lebonyolódik (polgári és katonai egyaránt).

Hazai viszonylatban a Rixer – Turi szerzőpáros cikkében [139] meghatározza a pályahálózat-működtető stratégia céljait, amelyeket szem előtt kell tartania az egyes infrastruktúra-beruházásokról szóló döntések meghozatalakor. Ezek:

- piaci pozíció erősítése (P) → szolgáltatási színvonal növelése;
- jövedelmezőségi szint (J) → szolgáltatási színvonal növelése;
- biztonsági szint növelése (B) → biztonságos vasúti közlekedési rendszer.

Látható, hogy minden cél hozzárendelhető a követelménymodell egy kimeneti eleméhez, vagyis a PJB rendszer vizsgálatának eredményei és ennek megfelelően a pénzügyi keret elosztása nagymértékben meghatározza az infrastruktúrákezelői beruházási irányokat.

Fontosnak tartom 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 figyelembe vétele.

⁹⁸ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu

A magyarországi vasúti közlekedést alapjaiban változtatja meg a tervezett nagysebességű pályahálózat, amely a Kolozsvár – Budapest – Varsó nagysebességű hálózat része lesz. Ugyanakkor a szakemberek 2019-ben már országos nagysebességű hálózat kialakítására tettek javaslatot, amelynek alapja a Budapest – Varsó nagysebességű pálya hazai szakasza [140]. A javaslatot 2023-ban tették teljessé az északi nagysebességű vonalszakasz bemutatásával [141]. A sebességemelés célja, hogy a nagy vasúti csomópontok elérhetősége Budapestről 1, illetve 2 órára csökkenjen, illetve a Balaton vasúti megközelíthetősége jelentősen javuljon. A pályák sebességét 200-300 (legújabbban 350) km/h tartományban határozták meg. Az erre javasolt pályaszakaszokat piros színnel mutatja a 20. ábra.



20. ábra: Magyarországi javasolt nagysebességű vasúti pályák⁹⁹
forrás: [140], [141]

A tanulmányban megjelölt két alapvető cél vélhetően olyan utasforgalmat fog generálni, amely miatt az utazók biztonságának garantálása kiemelt védelmi cél lehet, ezáltal a nagysebességű vonalak védelmi célú felkészítése indokolható. Fontos, hogy a sebességemeléssel elérhető menetidő-nyereség ne vesszen el a védelmi intézkedések alkalmazásából fakadó többlet időszükséglete miatt.

A vasúti infrastruktúra-fejlesztések másik alapvető iránya a fővárosi és környéki vasúthálózat megújítása. Budapest jövőbeni vasúti infrastruktúráját jelentős mértékben meghatározza a 2021 végén elfogadott Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia (a

⁹⁹ Vastaggal jelölt szakaszok: kétvágányú pálya, vékonyal jelölt szakaszok: egyvágányú pálya, zöld szakaszok: GySEV Zrt. vonalai, kék szakaszok: MÁV Zrt. vonalai, piros szakaszok: javasolt nagysebességű vonalak.

továbbiakban: BAVS) [142]. A Stratégia készítésének célja egy olyan vasúti közlekedési koncepció kidolgozása, amely megfelel Európa, Magyarország és Budapest vasútfejlesztési és üzemeltetési célkitűzéseinek [143]. Egyik legfontosabb feladata, hogy választ adjon a fővárosi vasúti átbocsátóképesség szűk keresztmetszeteinek megszüntetésére, amelyek feloldásához új hálózati elemeket is javasol. A fejlesztési javaslatok megteremtik egy korszerű elővárosi vasúthálózat kialakításának lehetőségét, amely teljes egészében része a városi közlekedési hálózatnak is, gyors átjárási lehetőségekkel, vagyis feloldja a jelenlegi fejpályaudvari rendszer kapacitáskorlátait. A stratégia által javasolt legfőbb hálózati elem, a Duna alatti új alagút, jellegéből adódóan a kritikus vasúti infrastruktúra része lesz, ezért a védelmi célú felkészítésnek ki kell terjednie a létesítmény védelmére. Kiemelten fontosnak tartom azonban, hogy az egész közlekedésfejlesztési terv alátámasztott legyen a megfelelő védelmi megoldásokkal, ezért a fejlesztési és a védelmi érdekek összhangjának megteremtése céljából a következő alfejezetben vizsgálom a védelmi követelmények érvényesülésének lehetőségeit a BAVS műszaki terveiben.

A BAVS részeként értelmezhető, ugyanakkor már évtizedek óta fejlesztési kérdésként merül fel a Liszt Ferenc repülőtér vasúti elérhetősége. A nyomvonalra több terv is született már, a KTI munkatársai 2018-ban megjelent cikkükben a 100a vasútvonalból kiágazó nyomvonal megépítését javasolták [144]. A földalatti vonal és a repülőtéri vasútállomás szintén a létfontosságú rendszerelemek részét kell, hogy képezzék, ezért a védelmi célú felkészítés vizsgálata szükséges.

A teherforgalom tekintetében a BAVS kimondja, hogy az áruszállítás vasúti volumenének nagyobb növekedése szükségessé teheti a Budapestet elkerülő vasúti körgyűrű építését. A „V0” vasútvonal szükségességét azonban nem csak az áru fuvarozás teljesítményének növekedése indokolhatja, hanem a II. fejezetben említett helyettesíthetőségi problémák is. A kérdéskört Tóth Bencével írt szaktanulmányunkban vizsgáltuk részletesen [117]. Amennyiben az elkerülő vasútvonal megépül, helyettesítő szerepéből adódóan vizsgálni kell kritikus elemként való kijelölését, és védelmi berendezéseit ennek megfelelően kell megtervezni.

Már a „V0” vasútvonal 2012-ben elkészült megvalósíthatósági tanulmánya is számításba vette, és a KTI 2020-as, a Kína – Európa közötti vasúti áruszállítás tendenciáinak vizsgálatáról készült tanulmányában [145] is megállapítottam, hogy a közeljövőben várható a keletről érkező áruk mennyiségének növekedése, amely kedvező esetben tehervonati kapacitásigény növekedést eredményezhet a magyarországi kelet-nyugati vasúti szállítási tengelyen, vagyis a Záhony – Szolnok – Budapest – Győr – Hegyeshalom útvonalon. A

jelenlegi vasúti infrastruktúra alapján ez szintén Budapesten keresztüli vonatforgalmat eredményez, amelyhez a jelenlegi infrastruktúra már nem rendelkezik elegendő kapacitástartalékokkal. Ez még inkább a „V0” vonal megépítése felé tolja el az infrastruktúra-fejlesztési javaslatokat.

III.2 INFRASTRUKTÚRA-FEJLESZTÉS KATONAI OLDALRÓL

Katonai oldalról érdemes az elemzést messzebből kezdeni. Elsőként a védelmi infrastruktúra definíciójából meghatározható, hogy az többek között a védelmi feladatok ellátásához szükséges hálózatok összessége [146]. Ezek a vonalas infrastruktúrák (például a vasút) biztosítják az ország védelmi képességének fenntartását. A vasúthálózat fejlesztései tehát az ország védelmi képességét is fejlesztik, ugyanakkor a katonai (védelmi) és a polgári fejlesztéseket össze kell hangolni. Katonai 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, ellenállóképességének és felkészültségének növelésével [147]. Ez elsősorban a Magyarországon keresztül haladó nemzetközi közlekedési folyosók (TEN-T hálózat vasúti áruszállítási folyosói)¹⁰⁰ fejlesztését jelenti. Maguk a fejlesztések egyrészt érintik az infrastruktúra elemeit, másrészt a biztonsági szint növelését korszerű vonatirányítási rendszerek (például ERTMS rendszer¹⁰¹) telepítésével. Ugyanakkor a Doktrína szerint közlekedésfejlesztési szempontból az ország komplex hadszíntérként értelmezendő [63], ezért a szükséges védelmi célú fejlesztéseket ennek megfelelően kell végrehajtani.

A vasúti infrastruktúra-fejlesztések irányát a Nemzeti Közlekedési Infrastruktúra-fejlesztési Stratégia határozta meg, amit Szászi Gábor elemzett katonai szempontból [148]. Meglátása szerint a katonai közlekedési 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;
- Budapest vasúti átbocsátóképességének növelése.

¹⁰⁰ forrás: <https://rne.eu/rail-freight-corridors/rail-freight-corridors-general-information/>, RFC – Rail Freight Corridor – vasúti áruszállítási folyosó

¹⁰¹ Az ERTMS rendszer a kölcsönösen átjárható vonatbefolyásoló rendszert (ETCS), valamint a vasúti rádió-kommunikációs rendszert (GSM-R) foglalja magában. ERTMS – European Rail Traffic Management System – egységes európai vasútközlekedés-irányítási rendszer.

A vasúti fővonalai fejlesztéseket tehát a polgári-katonai kettős felhasználási követelmények szerint kell megvalósítani, amelynek egyik fő eszköze az ilyen című CEF¹⁰² források felhasználása. A fejlesztések szükségességét az EU a PESCO¹⁰³ projekt NetLogHubs és Military Mobility (MilMob) alprojektjeiben is kiemeli, amikor kihangsúlyozza, hogy **az európai multimodális szállítási hálózat csökkenteni fogja a reakcióidőt, valamint növeli a katonai műveletek kapacitását és fenntarthatóságát** [149]. Az elővárosi vonalak a hálózat Budapest centrikusságából és sugarasságából következően kikerülhetetlenek, még a V0 vasútvonal üzemelésekor is. Fejlesztésük alapjául a normál időszak katonai szállítási tapasztalatai nyújthatnak segítséget. A déli összekötő vasúti híd fejlesztése katonai szempontból nehezen értékelhető, mert csak a híd átbocsátóképességét növeli meg, ugyanakkor pótlási alternatívája továbbra is hiányzik.

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, ugyanis a gráfelméleti modellben (lásd II.5 pontban) az ilyen vonalak az egyes csomópontok (csúcsok) közötti éleket is jelentik. Az éleknek a csúcsok közötti forgalom levezetésében, vagyis a fővonalak pótlásában van szerepük. Ugyanakkor 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 a fentiek miatt 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 anyagokkal (például aljak, kapcsolószerkezetek, sínek) beépítésével történik, hozzáteve, hogy ez sok esetben önmagában is fejlesztésnek minősül például az így elérhető sebességemeléssel. Ezen túlmenően a vasúti mellékvonalak helyettesítő útvonalként való használhatóságát a következő tényezők befolyásolják:

- a vonalak kapacitása az egy vonali 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 dízel mozdonyra történő előfogatolása, amely művelet megnöveli az eljutási időt;

¹⁰² Connecting Europe Facility

¹⁰³ PErmanent Structured COoperation

- a vonalakon alkalmazható sebesség az infrastruktúra kiépítettsége miatt alacsonyabb, mint a fővonalakon, emiatt az átbocsátóképesség kisebb;
- a vonalak sok esetben nem megfelelően vannak karbantartva, így még az eredeti pályasebességgel sem járhatók, ami tovább növeli a menetidőt és csökkenti az átbocsátóképességet.

Szászi Gábor doktori értekezésében megállapítja, hogy amennyiben a regionális vonalakon a közlekedés minimális feltételei biztosítottak, akkor ezek a vonalak elősegítik a védelmi követelmények teljesítését. Ugyanakkor veszélyként azonosítja a forgalomszünetelés miatti állagmegóvás elmaradását és a pálya felügyelet nélkül hagyását [24].

Katonai szempontból tehát a mellékvonalak szerepe nem elhanyagolható, ugyanis a 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.

Mindezek szükségessé teszik, hogy a vasúti mellékvonalak fejlesztésével is foglalkozni kell a bontott anyagból történő rekonstrukción túl. Védelmi szempontból meg kell határozni, hogy melyik mellékvonalnak van katonai jelentősége, és azokat fel kell fejleszteni arra a szintre, hogy adott esetben kerülő útirányként funkcionálhassanak. A vasúti mellékvonalak szerepét és fejlesztési szükségességét a szövetségi és az MH feladatok elvégezhetősége szerint kell értékelni, különös tekintettel felvonulási és utánpótlási szállításokra.

Hasonlóképp ide sorolhatók azok az összekötővágányok (deltavágányok), amelyek lehetővé teszik az egyes vonalak közötti közvetlen átjárást az elágazóállomás érintése nélkül, így jelentős időmegtakarítást lehetővé téve (például az irányváltás elmaradásával). Az infrastruktúra-fejlesztésnek ki kell terjednie ezeknek az átjárési lehetőségeknek a megteremtésére új deltavágányok építésével vagy a már meglévő kapcsolatok újra járhatóvá tételével.

Az infrastruktúra-fejlesztéseknek a katonai mobilitási hálózatra kell koncentrálniuk. A tervezett hálózatot a 3. sz. melléklet mutatja. Az ábrán pirossal jelöltem a hálózat fejlesztésére vonatkozó saját javaslataimat. Ezekben a vonalakon a védelmi célú felkészítés keretében:

- el kell érni a terepviszonyok által meghatározott legnagyobb sebességet;
- el kell érni a katonailag szükséges átbocsátóképességet;
- 30-50 kilométerenként megfelelő paraméterekkel rendelkező katonai rakodót kell kialakítani [136];

- az egyes vonalak között deltavágányok építésével közvetlen átjárási lehetőséget kell biztosítani (például: Szeged körzetében a 135 és 140 sz. vonalak között);
- ki kell jelölni a fővonalak helyettesítő vonalait (például a 108 sz. vonal);
- meg kell teremteni a hadiút-hálózat [12d] és a közelükben fekvő vasútállomások (intermodális átrakási lehetőségek) közvetlen kapcsolatát;
- A BAVS végrehajtásakor figyelembe kell venni a benne javasolt fejlesztések hatását a katonai szállítási feladatok végrehajthatóságára [150].

III.3 AZ VASÚTI SZÁLLÍTÁS ÉS A BIZTONSÁG VISZONYA

A közlekedésfejlesztési beruházások alapvető célja a szolgáltatási színvonal emelése. Amennyiben a vasúti infrastruktúra oldaláról közelítjük meg a kérdést, a szolgáltatási színvonal növelése alatt a hármas felosztásnak megfelelően:

- korszerűbb, nagyobb sebességgel járható vasúti pályákat;
- korszerű vasútirányítási rendszerekkel lebonyolított (menetrend szerinti) vonatközlekedést és tolatást, illetve
- korszerű, megfelelő átbecsátóképességet lehetővé tevő biztosítóberendezések hibamentes üzemeltetését értjük.

A 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 módváltásra 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 rendszerreltől és annak alkalmazását mennyire tolerálják az eljutási idő függvényében, vagyis az eljutási idő és a biztonság viszonyát.

III.3.1 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.

Sok utas számára a vonaton töltött idő meddő időnek számít, azaz haszontalannak értékeli (például nem tud dolgozni ez idő alatt), ezért szeretne minél kevesebb időt 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 intézkedéseket 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).

Az első észrevételt Tóth Bencével közös tanulmányunkban vizsgáltuk [96], amelyben megállapítottam, hogy az elővárosi utasok bírnak a legkisebb toleranciával az utazási idő növekedését illetően, utánuk következnek a belföldi távolsági, majd pedig a nemzetközi utasok.

A fuvaroztatók munkaszervezése sok esetben a vasúti áruszállításhoz kapcsolódik. A termelési láncban is fontos körülmény, hogy ne kelljen az anyagokra várakozni, hanem a termelés és feldolgozás folyamatos legyen. Ezért részükről is elvárás, hogy a vasút tartsa be a vállalt fuvarozási határidőket, vagyis a tehervonatok is menetrend szerint közlekedjenek. A szállítás gyorsasága meghatározza az árat, ugyanakkor a vasútállomások érdeke, hogy szolgáltatásaikat például a gyorsaság miatt is válasszák az ügyfelek. A vasúti áruszállítás lassúságában sok adminisztratív tényező is szerepet játszik, ami bizonyos infrastruktúráberuházásokkal gyorsítható (például a vonalak villamosításával).

A vasútállalatok 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 átbozsátóképességet jelent, ezáltal több kapacitást tud értékesíteni, amely a bevételek növelését eredményezi. A késések elmaradása miatt kevesebb kártérítést kell fizetnie a vasútállalatok felé, így költségei is csökkennek, illetve élőerő is kiváltható a közlekedésfejlesztési beruházásokkal.

III.3.2 Az utasok biztonsági elvárásai

A vasúti utasok biztonsággal kapcsolatos elvárásait primer, kérdőíves kutatással mértem fel. Ebben a pontban alapvetően az utasok biztonsági elvárásait elemzem, azok teljesítése a terrorcselekmények megakadályozásán keresztül hatással vannak a vasúti infrastruktúrára is, ezáltal pedig a polgári-katonai szállítási rendszerekre. Az I. fejezet megállapítása szerint a polgári közlekedési rendszerek biztonsága érdekében tett intézkedések a közös infrastruktúrahasználat miatt egyúttal a katonai rendszerek biztonságát is emelik. Ezt pedig a katonai logisztika közlekedési támogatásának szakfeladataiban szereplő technikai oltalmazás feladatának megoldásával kell elérni [63]. A technikai oltalmazás szakfeladata magában foglalja a vasúti infrastruktúra működőképességének megőrzését, vagyis azok megvédését támadásoktól és terrorcselekményektől. Az eredmények ezen kívül útmutatást adnak a vasúti infrastruktúra fejlesztési irányaira is.

III.3.2.1 Kutatási módszertan

A kutatás keretében az adatfelvétel 2022. július 11. és 31. között zajlott. Személyes kikérdezéssel történt a kérdőívek kitöltése vonatokon és vasútállomásokon, illetve lehetőség volt online kitöltésre is. Így megteremtődött a lehetőség annak, hogy ne csak olyanokat kérdezzünk meg, akiknek vannak (magyar) vasúti tapasztalatai, hanem olyanok is válaszolhattak online formában, akik nem vasúti utasok. A minta meghatározásánál nem volt biztosítható az ország lakosságának reprezentálása, de a cél elsősorban az volt, hogy képet kapjunk a vasúti közlekedést igénybe vevők biztonsággal kapcsolatos elvárásairól. A válaszadók kiválasztása véletlen alapon történt, nem volt megkötve a reprezentáltsági

követelmény, csak annyi, hogy a három féle kikérdezéssel legalább 500 fős mintát tudjunk elérni. A tervezett időtartam alatt összesen 584 kérdőívet töltöttek ki.

A válaszok kiértékelésénél nem elsősorban a statisztikai adatokra voltunk kíváncsiak, hanem csak az egyes kérdésekre adott válaszokat értékeltük ki és azokból vontam le következtetéseket.

A kérdőív 25 kérdést tartalmazott, ebből 24 volt releváns az értekezés témáját illetően a terrorizmus általános megítéléstől kezdve a vasúti biztonságérzeten át a hálókocsis vasúti utazásig bezárólag.

III.3.2.2 Eredmények és megállapítások

Az eredményeket a Katonai Logisztika című folyóiratban publikáltam [151], itt most csak összefoglalom azokat, illetve a tett megállapításokat. A kérdőív egyes kérdéseire adott válaszok részletes eredményei a 4. sz. mellékletben találhatóak.

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.

A vasúti közlekedést a megkérdezett alapvetően biztonságosnak gondolják, sőt rövid utazási távolságoknál csak ezt a szempontot mérlegelve még a légi közlekedésnél biztonságosabbnak tartják. A megkérdezettek szerint a vasúti alágazat biztonsága tovább növelhető elsősorban informatikai eszközökkel – ami rávilágít a kiberterrorizmus elleni védelem szükségességére – és nagyobb védelmi-biztonsági jelenléttel.

A megkérdezettek hajlandók a nagyobb biztonságra áldozni, akár az utazási idejük 5-15 perces növelésével. 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 vonaton utazás biztonságának tekintetében teljesen egyértelmű, hogy az utasok igénylik a nagyobb biztonságot. Ezt kétféleképpen tartják megoldhatónak:

- elsősorban videós felügyelettel;
- másodsorban védelmi-biztonsági jelenléttel.

A védelmi-biztonsági szerveknél a többség el tudja fogadni a fegyver jelenlétét is. 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.

A vasúti utazás biztonsága a válaszadók szerint elősorban nappal szavatolható. Éjszakai vonatút a többség számára vagy csak egyedül vagy nagyterű termes kialakítású kocsikban vállalható. A pár emberrel történő éjszakai együtt utazás a bizalmatlanság miatt nem preferált. Az éjszakai utazás biztonságát gyengítik a válaszadók szerint könnyen be- és feltörhető fülkeajtók. Ugyancsak problémát jelent a vonatok sok és olykor hosszú idejű megállása az éjszaka alatt, mert így veszélyes emberek is felszállhatnak a vonatokra és kisebb bűncselekményeket (például lopásokat) követhetnek el a lankadtabb figyelem miatt.

A válaszadók szerint a terrorizmussal kapcsolatos védelmi feladatokat elősorban az államnak kell ellátnia, de ebben részt kell, hogy vállaljanak a vasúttársaságok is. A válaszadók a terrorizmus elleni küzdelemben kisebb jelentőséget látnak az ENSZ¹⁰⁴, a NATO és az EU részvételére.

III.3.3 Interjúk közlekedési és védelmi-biztonsági szakemberekkel

A vasúti infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítését szolgálják a közlekedési és védelmi szakemberekkel készített interjúk. Az interjúk célja az volt, hogy képet kapjak 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 hatnak az általuk elvárt szolgáltatási és védelmi színvonal növelésének irányába.

III.3.3.1 Módszertan

A szakértők körét mindkét területen a témavezetők javaslati alapján határoztam meg. Az 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 célú felkészítésének infrastruktúra-fejlesztéssel összefüggő polgári-katonai megközelítésében.

Az interjúkat személyesen készítettem, előre meghatározott témakörökben, szabad beszélgetés formájában, általában 1 óra időtartamban. A megkérdezett közlekedési szakértők névsorát és az általuk képviselt szervezetek listáját az 5. sz. melléklet, a védelmi-biztonsági szakemberek névsorát és az általuk képviselt szervezetek listáját a 6. sz. melléklet tartalmazza. A következő pontokban a szakértők által tett megállapításokat és javaslatokat összegzem,

¹⁰⁴ Egyesült Nemzetek Szervezete

amelyek alapjául szolgálnak az infrastruktúra-fejlesztések és a védelmi célú felkészítés összhangjának, valamint fizikai és kibervédelmi megoldásainak kialakításához.

III.3.3.2 A közlekedési szakemberekkel készített interjúk alapján tett megállapítások

A közlekedési ágazat szakembereinek legfőbb megállapítása, hogy az elkövetkező 3-5 évben a szektor szerepe erősödhet az uniós közlekedéspolitika hatására, amely magával hozza az infrastruktúráberuházások növekedését is. A magyarországi vasútvonalak állapota még nem éri el az elégséges szintet, így a fejlesztések szükségesek és társasági szempontból üdvözlendők. Már csak azért is, mert 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 infrastruktúráberuházásokkal kapcsolatos további sarkalatos pont a felújítások ideje alatt biztosított kerülőutak megléte. A rendszeres fuvaroztatók által a vasútállalatok részére fizetett éves díj a miniszteri rendeletben [105] szabályozott 70 napos meghirdetési idő miatt nem számolhat a kerülő útirányok többlet költségeivel, így azokat a vasútállalatoknak kell viselniük. Ebből a szempontból kiemelt jelentőségű, 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.

Az infrastruktúráberuházások tekintetében a dél-kelet – észak-nyugati tengely (Lőkösháza – Hegyeshalom) a fő prioritás. Ezek a vonalak a TEN-T hálózat részei, ezeken elvárt a legrövidebb és stabilan alkalmazható tehervonati menetidő kiajánlása. Ennek részeként a dunai átkelés biztosítása fő szempont, ezért a tervezett „V0” vasútvonal hídját ugyanolyan prioritással kell kezelni, mint a Déli összekötő vasúti hidat. Védelmi szempontból a fegyveres őrség jelenléte indokolható.

A stabilitás azonban nem csak a menetidőre kell, hogy vonatkozzon, hanem a forgalom lehetőség szerint hibamentes lebonyolítására is. A szakértők hangsúlyozták, hogy a pálya működőképességének biztosítása szintén kiemelt feladat kell, hogy legyen, amelynek elérése 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 és a védelmi-biztonsági szervek közötti megfelelő együttműködés kialakítása.

Az együttműködés egyik fontos eleme kell, hogy legyen a polgári és katonai szállítási igények megjelenése a tervezés fázisában. Amennyiben a katonai szállítási igények is tervezhetők, az utólagos kiépítés költségeinél alacsonyabb szinten tarthatók a felmerülő többletköltségek. Az EU projektek tekintetében mindenképpen előnyös a hasznok katonai oldalról történő számszerűsíthetősége. Ennek érdekében a szakértők szükségesnek látják, hogy a vasúti közlekedésfejlesztési beruházásoknál kötelező érvényű egyeztetési kötelezettség álljon fel a polgári és katonai szállítási igények tekintetében.

A szakértők megfogalmazták, hogy a vonatok, az utasok és az áruk biztonságának fokozása érdekében érdemes lenne megvizsgálni vezető nélküli légi járművek (UAV¹⁰⁵, drón) bevonását a védelmi folyamatokba. A későbbiekben a mesterséges intelligenciával (AI¹⁰⁶) felfejlesztett drónok képesek lehetnek felismerni az egyes vasútellenes bűncselekményeket és erről a megfelelő riasztást leadni. Az elgondolás szerint a drónok a mozdonyon helyezkednek el, egy meghatározott alacsony sebesség elérésekor automatikusan felszállnak és vizsgálják a vonatot, illetve a környező infrastruktúrát. A szállított konténerek védelmét biztosíthatják a GPS¹⁰⁷ alapú okoszárok, valamint a bennük elhelyezett jeladók is.

III.3.3.3 A védelmi-biztonsági szakemberekkel készített interjúk alapján tett megállapítások

A védelmi-biztonsági szektor szakembereivel az interjúkat még a Vbö. törvény hatályba lépése előtt készítettem el. Interjúalanyaim 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 Tania Lațici állítását [27] és az értekezés témájának aktualitását.

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 helyezni 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 ismételten rávilágít az interdependencia fontosságára, ugyanis a katonai repülőterek vasúti kiszolgálása például az üzemanyagszállítás megvalósításával a légierő számára is nélkülözhetetlen elemmé válik.

¹⁰⁵ Unmanned Aerial Vehicle

¹⁰⁶ Artificial Intelligence

¹⁰⁷ Global Positioning System

A védelmi szakemberek kiemelték, hogy rendkívüli események bekövetkezésekor kiemelt szerep jut a vasúti és védelmi szektor együttműködésének. Ennek megvannak a Honvédelmi Intézkedési Tervben szabályozott keretei, ugyanakkor ezek az elhárításra és a következmények felszámolására vonatkoznak, a felkészítésre már kevésbé. Alapvető készségként emelték ki a megfelelő szakértelmet és a mindenkori felügyeletet. Ennek értelmében a stratégiai fontosságú szervezeteknél elvárható lenne az állandó védelmi jelenlét, amely a polgári és katonai szféra szoros együttműködésében lehetővé tenné a gyors reakciót.

III.4 A VÉDELMI-BIZTONSÁGI SZERVEK ÉS A VASÚTI KÖZLEKEDÉS SZEREPLŐINEK EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEI, VALAMINT AZOK HATÁSA AZ INFRASTRUKTÚRA VÉDELMI CÉLÚ FEJLESZTÉSÉRE

A komplex védelmi célú felkészítés követelménymodelljében kimenetként értelmezett biztonsági szint növelése megkívánja, hogy az egyes területeken működő szervezetek együttműködjenek a siker érdekében. A szervezeti, működési és pénzügyi hatékonyság elérése miatt is minden fél érdeke az együttműködés. Ezen túlmenően mindkét szektor szakértői megerősítették, hogy szükséges a polgári-katonai együttműködés annak érdekében, hogy a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítése elérje a megfelelően magas színvonalat. E három megállapítás alapján ebben a pontban a védelmi-biztonsági szervek és a vasúti közlekedés szereplői közötti együttműködési lehetőségeket vizsgálom különös tekintettel arra, hogy az együttműködések milyen hatással vannak a vasúti infrastruktúra-fejlesztésekre.

Az együttműködés szükségességét erősíti, hogy az utasok biztonsági elvárásai alapján a védelem kialakítása elsődlegesen az állam feladata, ugyanakkor a 14% által megjelölt vasúttársasági felelősség mindenképpen megkívánja a védelmi-biztonsági szervekkel történő együttműködést. Ezt tovább erősíti az utazók döntő hányadának elvárása a vonatokon történő védelmi-biztonsági jelenlétről (69% még fegyveres jelenlétet is elfogadna).

A következő pontokban az együttműködés lehetőségét két területen vizsgálom. Az első a védelmi igazgatás rendszere, ami a védelemgazdasághoz kapcsolódva határozhatja meg az együttműködés kereteit és ezáltal az infrastruktúra-beruházásokat. A második vizsgált terület a vasúti határállomások. A komplex védelmi célú felkészítés egyik fontos lépcsőfoka, hogy a vasúti infrastruktúra ellen ne lehessen célzott rombolással járó cselekményeket elkövetni. Az esetleges elkövetők kiszűrésének egyik módjaként a vasúttal történő nemzetközi utazáskor a határállomásokon történik az utasok ellenőrzése, itt van lehetőség az esetleges terroristák felkutatására. Az együttműködés kereteiben alkalmazott módszerek meghatározzák a vonatok állomási tartózkodási időszükségletét és ezáltal az infrastruktúra fejlesztési irányait.

III.4.1 Együttműködés a védelmi igazgatásban

Az előző pontokban vizsgált polgári és katonai szempontú infrastruktúra-fejlesztési irányok alapvetően más és más érdekeket helyezhetnek előtérbe, hiszen a szállítási prioritások mások a civil és a katonai szférában. Miután azonban a használt infrastruktúra közös, **elérendő célként lehet megfogalmazni, hogy a különböző érdekek mentén javasolt fejlesztések egy irányba mutassanak.** A II. fejezetben bemutatott követelménymodell kimenetei is ezt tükrözik. Kérdésként merül fel, hogy hogyan lehet ezt az állapotot elérni.

A védelmi szakértők többsége rámutatott arra, hogy a katonai érdekek megjelenésére mindenképpen szükség van a közlekedési beruházások tervezésekor, hiszen, azon túl, hogy a honvédség is használja az infrastruktúrát, azt meg is kell védeni célzott támadásoktól és természeti hatásoktól. E kettős érdek megkívánja, hogy a vasúti infrastruktúraberuházások tervezésétől a 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. Erre már volt példa az 1970-es 80-as években, a Varsói Szerződés időszakában, és a szakértők elmondása szerint a rendszer nem is működött rosszul. A rendszerváltás után azonban a katonai jelenlét visszaszorult a polgári rendszerek irányításából.

A NATO-hoz való csatlakozás és a szövetségi feladatok azonban egyre inkább előtérbe helyezték a katonai mobilitás megteremtésének szükségességét, amelyet a közlekedési rendszerek fejlesztésével lehet elérni. Így ismét felvetődött a honvédelmi érdekek erőteljesebb érvényesítése a közlekedési beruházásoknál, amely magával hozta a polgári-katonai együttműködés szorosabbá tételét.

Az együttműködés egyik lehetséges területe a fentiek alapján a védelmi igazgatás kiterjesztése a közlekedés irányításával és lebonyolításával működő szervezetekre. Ebben az esetben a védelmi érdekek közvetlenül megjelenhetnek a közlekedési ágazat egészében. A nemzeti együttműködési képesség Nemzeti Katonai Stratégiában [85] megfogalmazott kialakításának részeként értelmezhető polgári-katonai együttműködés lehetővé teszi a védelem katonai és polgári elemeinek összehangolt alkalmazását. A hatékony együttműködésre vonatkozólag a Vbö. törvény biztonsági igazgatási tisztviselő kijelölését írja elő az infrastruktúraüzemeltetők részére. A védelmi és biztonsági tudatosság ilyenfajta rendszerszerű megjelenése már középtávon jelentős eredményeket hozhat, ezáltal lényegesen erősödhet Magyarország ellenállóképessége [152]. A 2022. november 1-jén, a tervezettnél 1 évvel

korábban felállított Védelmi Igazgatási Hivatal szabályozási és intézményi vonatkozásban előrelépést jelenthet az együttműködésben, valamint a közlekedési és logisztikai iparág védelmi felkészítésében [153].

A vasúti alágazatra leszűkítve az együttműködést, meg kell határozni az elsődleges katonai vasúti szállítási útvonalakat és fejlesztéseket ennek megfelelően tervezni, ügyelve a polgári személy- és áruszállítási igények kielégítésére is. További együttműködési terület lehet **egyres vasúti szabályzatok és előírások előzetes katonai auditja**, így a honvédelmi érdekek is megjelenhetnek a közlekedési rendszerek tervezésének műszaki előírásaiban.

A szakértők által a vasúti infrastruktúra védelmi lehetőségeként említett légvédelem részére is biztosítani kell a vasúti kapcsolatokat. Ennek köszönhetően a vasúti infrastruktúra-fejlesztés ki kell, hogy terjedjen a katonai célokat szolgáló repülőterek megfelelő kapcsolatainak kialakítására. A védelmi szempontból meghatározó repülőterek vasúti kapcsolatainak elemzését Szászi Gábor végezte el [154], a fejlesztési javaslatokat ez alapján kell megfogalmazni.

Kiemelten kell foglalkozni a saját célú vasúti pályák kérdéskörével. A védelmi igazgatás és védelemgazdaság kulcskérdéseként azonosítható a védelmi-biztonsági feladatok ellátásába bevont cégek szállítási lehetőségeinek kérdése. A honvédelmi törvény ugyanis kimondja, hogy a honvédelmi kötelezettségek teljesítése az érintettek számára békében nem okozhat aránytalan megterhelést [83]. Ugyanakkor a védelmi-biztonsági feladatok ellátása egyes esetekben megkívánhatja, hogy a bevont cégek nagy mennyiségben szállítsanak általuk gyártott hadfelszerelést, amelynek egyik leggazdaságosabb módja a vasúti fuvarozás. Emiatt szükségessé válhat saját célú vasúti pálya fenntartása, amely normál időszakban a magas fenntartási költségek miatt jelentős megterhelést okozhat adott cégnek. Az előzőek miatt fontos kimondani, hogy **ha a védelmi-biztonsági feladatok ellátásba bevont cégnek az ilyen jellegű termelés miatt saját célú vasúti pályát kell fenntartani vagy kiépíteni, akkor ennek üzemeltetéséhez a fenntartás elrendelője, vagyis az állam normál időszakban hozzájárul.**

III.4.2 Együttműködés a vasúti határállomásokon

A vasúti határállomásokon az állomási forgalmi technológia, mint a forgalomlebonnyolítás üzemi terve határozza meg az elvégzendő vasútüzemi feladatokat. A határállomási technológiák elkészítésekor az állomási adottságokat, a lehetőségeket és a műveleti időket úgy kell egymással összehangolni, hogy a szükségletek optimális kielégítése és a helyes műveleti sorrend, valamint a berendezések optimális kihasználása mellett minimális

ráfordítások adódjanak. Ezért a tervezéskor törekedni kell a műveletek, műveletcsoportok és részfolyamatok, valamint azok időtartamának:

- párhuzamosítására;
- egyidejűsítésére;
- minimalizálására és
- a meddő idők csökkentésére.

A vasúti határállomásokon vasútüzemi feladatok mellett a védelmi-biztonsági feladatokat is el kell látni. Ezek:

- személyek ellenőrzése;
- vasúti járművek ellenőrzése;
- a határok védelme a vasúti pálya mentén.

Az állomások területén történik a személyek és járművek ellenőrzése, a határvédelem a határponton és környékén válik szükségessé. Az alapvető cél a műveletek időfelhasználásának csökkentése, a gyors és biztonságos határátlépés feltételeinek megteremtése [155], ami azonos irányú törekvés a szolgáltatásfejlesztési érdekekkel. E cél elérése érdekében áttekintem a határrendészetben alkalmazott ellenőrzési elveket annak érdekében, hogy azok vasúti területen történő alkalmazásával az állomási tartózkodási időszükségletet csökkenteni lehessen. Az elveket Kovács Gábor és Kui László foglalták össze tanulmányaikban [156], [157].

Az erő-összpontosítás elve szerint lehet eljárni, amikor például a „legproblémásabb” vonatokhoz a legtapasztaltabb állomány van kirendelve. A megfelelő tapasztalat sokat segíthet az elbűjt személyek rejtőzködési helyének felkutatásában, így sok idő megtakarítható a felesleges helyek átnézésének kihagyásával.

A szervezet és tevékenység mély felépítésének elve kimondja a határrendészeti erők több vonalban és lépcsőben történő alkalmazásának lehetőségét. Ez az elv segíthet a menetrendek betartásában: amennyiben a jelentős utasmennyiség miatti időzavar elkerülése érdekében az ellenőrzés alaposága nem lenne megfelelő, lehetőség van az ellenőrzés folytatására a vonat további útján, de ebben az esetben ezt össze kell hangolni a vonat belföldi megállásaival az esetleges leszállások miatt.

Az aktivitás elvének érvényesülése a kockázatelemzések alapján levont határrendészeti tevékenységekben érhető tetten. Balla József 2018-ban írt tanulmányában [158] is kiemeli a kockázatelemzés fontosságát, valamint azt, hogy az azon alapuló határellenőrzésektől elvárható, hogy ne okozzanak indokolatlanul hosszú várakozást. A vasúti menetrendek betarthatósága szempontjából fontos meghatározni, hogy melyek azok a vonatok, amelyek kiemelt kockázatot jelentenek (például viszonylatuk vagy utazóközönségük miatt). Ennek

megfelelően kell meghatározni, hogy adott vonat esetében milyen eljárásokat és technikai eszközöket alkalmaznak (például: kutatást). A legújabb azonosítási módszerek alkalmazása is segíthet az ellenőrzési időszükséglet csökkentésében. A biometrián alapuló technológia alkalmazása jelentősen csökkenti a megtévesztés lehetőségét. Balla József doktori értekezésében kifejti, hogy az ilyen biometrikus adatokkal rendelkező úti okmányok alkalmazása visszaélés gyanújának felmerülésekor lerövidíti az időigényes határellenőrzési tevékenységet [159]. Ezért az ilyen okmányok rendszerbe állítása nem csak a rendészeti feladatok végrehajtását könnyíti meg, hanem segíthet a vasúti határállomási tartózkodás rendészeti célú időigényének csökkentésében. Hasonlóképpen ilyen megoldás lehet a menet közbeni ellenőrzés kiterjesztése a szomszédos ország területére, aminek követelménye a két ország megállapodása az ellenőrzések ilyen formájáról és metódusáról (például kiküldetés, végzendő tevékenységek) [160].

A határállomási együttműködés legfőbb jelentősége, hogy a közösen megszervezett feladatok és a hatékonyságot növelő határellenőrzési elvek alkalmazása mellett csak minimális tartózkodási idő merül fel, amely meghatározhatja a határállomások infrastruktúra-fejlesztéseit. **A közös feladattervezés eredményeként meghatározható a szükséges vágányok mennyisége, az egyszerre vizsgálható vonatok száma, a szükséges elkülönítés megoldása, így a beruházások mind a versenyképességet növelő szolgáltatásfejlesztési, mind pedig a védelmi igényeket kielégítik.**

Katonai szempontból a közlekedéskoordinálási folyamathoz olyan szervezetek is kapcsolódnak, amelyek lefolytatják a határállomási vám- és ellenőrzési tevékenységeket. A határvizsgálatok gyors elvégezhetősége érdekében a szállítást szervező katonai szervek előzetes értesítést küldenek a határállomásoknak a szállítmányok adatairól (például a kocsik számáról és fajtájáról), így a szükséges vasútüzemi vizsgálatokra időben fel lehet készülni. A vizsgálatok elvégzésekor fontos körülmény a rakodási rendellenességek feltárása, hogy az út során ne merüljön fel probléma a rakomány esetleges elmozdulása miatt. A határállomáson álló szerelvényt őrizni kell a tartózkodási idő alatt, amelyet a szállítmánykísérők végeznek el.

Különleges jogrend bevezetésekor az előbb meghatározott folyamatok túl sok időt vehetnek igénybe és a NATO Alapokmány 5. cikkelye¹⁰⁸ szerint az erők azonnali aktiválásához szükséges lehet a katonai vasúti szerelvényeknek az országhatáron át történő közlekedtetésére. Ebbe a körbe beletartoznak az USA európai, a NATO-nak nem közvetlenül alárendelt haderőkomponensei is. Az ilyen jellegű vasúti szerelvények részére megfontolandó lehet a

¹⁰⁸ Elérhető: https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_17120.htm?selectedLocale=hu

schengeni folyamatok (ellenőrzés nélküli határátlépés) bevezetése. Ez mindenképpen szükségessé teszi a határok vasútüzemi átjárhatóságának fejlesztését, illetve a bizalmi elv [161] kiterjesztését.

III.5 SZEMPONTRENDSZER AZ INFRASTRUKTÚRA BERUHÁZÁSOK TERVEZÉSEKOR A POLGÁRI-KATONAI ÉRDEKEK ÖSSZHANGJÁNAK MEGTEREMTÉSÉHEZ

A vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítése megkívánja, hogy a követelménymodellben meghatározott sérülékenység minimalizálását az infrastruktúra fejlesztésének legkorábbi szakaszában kezdjük meg, ugyanis Szászi Gábor cikkében megállapítja, hogy a veszélyeztetettség időszakában a beruházási költségek aránytalanul nagyok lehetnek [162]. A védelmi, beruházási és egyéb költségek tekintetében Albert Gáborral közös kutatásunkban az alábbiakat állapítottam meg [163]:

- a védelmi berendezések korai betervezése megemeli ugyan a beruházási költségeket, de mindig alacsonyabb így az összköltség, mintha utólagos beruházás lenne szükséges;
- a kritikus infrastruktúrák védelmi költségei alacsonyabbak, mint a kiesésükből származó gazdasági bevételelmaradás;
- az utólagos beépítés minden esetben korlátozásokkal jár, így a használók költségei is növekednek.

Egy, a vasúti biztonság gazdaságtanával foglalkozó tanulmány megállapítja, hogy szükséges a védelmi költségek beépítése a rendszer (beruházási) költségei közé [164], ugyanakkor álláspontom szerint a szükséges beruházások miatt felmerülő többletköltségeket a védelmi követelmények előírójának kell viselnie.

Ezért a beruházási költségek meghatározhatóságának érdekében a követelménymodell és az empirikus kutatással megismert vélemények, valamint az együttműködési lehetőségek vizsgálata alapján **a védelmi tervezés menetéhez az alábbi szempontokat tartom szükségesnek figyelembe venni.**

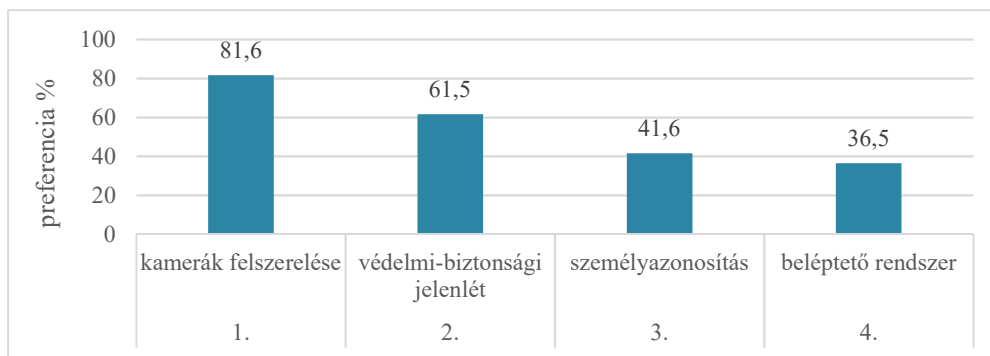
A védelmi biztonsági mutató 1-hez közelítő, illetve azt meghaladó értéke rávilágít egy vasútvonal védelmi célú felkészítésbe történő bevonhatóságának korlátaira, amelyek infrastruktúra-fejlesztésekkel javíthatók, így a pálya közlekedési és védelmi biztonsági színvonala is növekszik. A VBM_v 1-nél magasabb értéke meghatározza, hogy mely vonalon (állomásközben) szükségesek a védelmi biztonságot növelő infrastruktúra-beruházások.

A beruházások másik meghatározója a közlekedés- és védelmi politikai irányelvek és kötelezettségek. Ezeket meghatározhatják nemzetközi és hazai szakpolitikai döntések,

egyezmények, megállapodások és nem utolsó sorban kutatási eredmények. A védelmi szempontok figyelembevételével kapcsolatban Szászi Gábor cikkében felhívja a figyelmet arra, hogy már a közlekedési infrastruktúratervezés koncepcionális kidolgozásakor meg kell, hogy jelenjenek a védelmi követelmények, hiszen az építendő közlekedési infrastruktúra elemek nem csak polgári, hanem katonai (biztonsági és védelmi) célokat is szolgálnak [165].

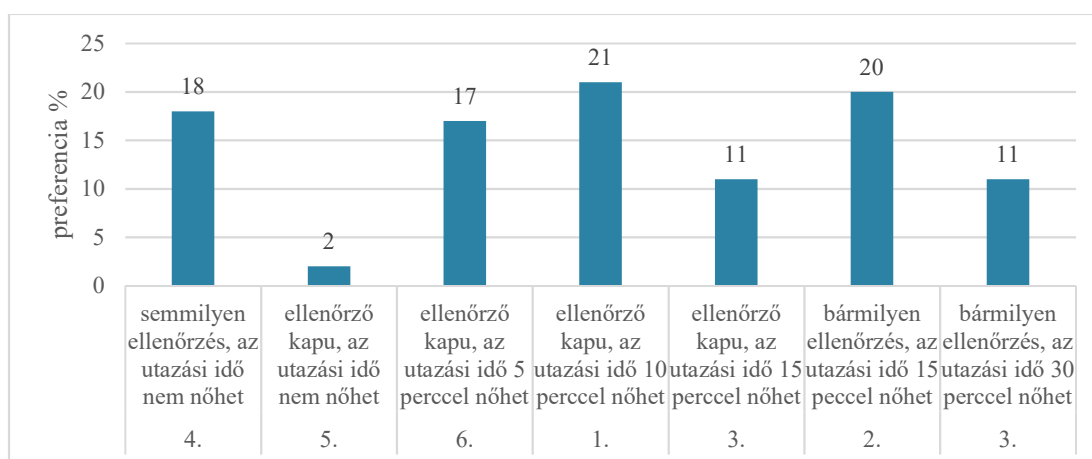
A közlekedésfejlesztési beruházások célja a pályavasúti szolgáltatási színvonal emelése, amely így elősegíti a polgári és a katonai mobilitási igények kielégítését. A szolgáltatási színvonal szempontjai a nyújtott pályavasúti szolgáltatások minőségében realizálódnak. A követelménymodell ezen kimeneti elemének vizsgálatakor is rámutattam, hogy a szektor versenyképessége szempontjából döntő fontosságú a nyújtott szolgáltatások magas színvonala. Az elérni kívánt szolgáltatási színvonal meghatározza az elvégzendő vasútüzemi feladatokat, beleértve mind a forgalomlebonnyítás feladatait, mind pedig a vasútvállalatok szolgáltatási feladatait is. Végso soron a vasúti ügyfelekkel ők állnak kapcsolatban, munkájuk minőségét nagymértékben meghatározza az infrastruktúrakezelő által nyújtott szolgáltatások színvonala (például a vasúti felsővezeték leszakadása rontja mind a személyszállítási, mind pedig az áru fuvarozási szolgáltatások minőségét). A katonai mobilitás szempontjait a vasúti közlekedési alágazat katonai szerepének vizsgálatakor, illetve az infrastruktúra beruházások katonai megközelítésénél mutattam be. Ezek a szempontok elsődlegesen a szövetségi feladatok ellátásához, továbbá a stratégiai, hadászati és hadműveleti mozgékonyág 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 polgári és védelmi-biztonsági együttműködés lehetőségeinek mind az utasok, mind pedig a szakemberek is kiemelték. Az utasok elsősorban a nem látható védelmi elemeket, a szakértők pedig a jelenléte preferálják. A 21. ábra a szakértők és az utasok által is fontosnak ítélt vasútállomási védelmi-biztonsági intézkedéseket mutatja az utasok preferenciája szerinti sorrendben.



21. ábra: Az utasok és a szakértők által fontosnak ítélt védelmi-biztonsági intézkedések az utasok preferenciája szerinti sorrendben
forrás: saját szerkesztés

A védelmi rendszerek tervezésének fontos szempontja, hogy az utasok utazási idejük mekkora mértékű növekedését fogadják el annak érdekében, hogy biztonságuk növekedjen. Az utaskikérdezés erre vonatkozó válaszait összevettem az ellenőrzés módjának preferenciájával. Az értékeket a 22. ábra mutatja.



22. ábra: Az utasok ellenőrzési mód preferenciái az utazási idő növekedésének függvényében
forrás: saját szerkesztés

A 21. és 22. ábrák eredményei alapján az utasok elsődleges preferenciái az olyan védelmi intézkedések, amelyek nem eredményezik az utazási idő növekedést, azonban az ilyen intézkedések közül a beléptetőkapuk alkalmazását tudják elfogadni olyan mértékű feltartóztatással, ami utazási idejüket maximum 10 perccel növeli meg. A vasútállomási infrastruktúra védelmi célú fejlesztésénél ezt az értéket célszerű figyelembe venni. Az eredmény egyben azt is leneti, hogy az utasok hajlandók időt áldozni a biztonságukra. Ez elővárosi forgalomban nagyjából 1-2 járáttal későbbi utazást jelent, ami megfeleltethető az adott állomáson keletkező átszállási idővesztésnek [166]. Ez a veszélyhelyzeti viszonylatszervezés tekintetében lehet hasznos információ, például azáltal, hogy ilyen

esetekben a járatok ritkábban is indíthatók, ami a rendkívüli helyzet gyorsabb megoldásához vezethet.

A védelmi-biztonsági szakértők és az utasok szerint is elsősorban az állam kötelezettsége a biztonság garantálása a vasúti hálózaton, ugyanakkor az utasok jelentős hányada gondolja úgy, hogy a vasútállalatok is felelősek a biztonságért. Ez a megállapítás szintén a polgári és védelmi-biztonsági együttműködés szükségességét támasztja alá.

A beruházások egyes elemeiről a jogszabályokban meghatározottak szerint el kell dönteni, 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) élő erő alkalmazásával is. A fegyveres erők vonaton való jelenlétének szükségességét a kérdőíves kikérdezés eredménye is alátámasztotta. A fejezet korábbi pontjaiban ismertetett megoldások vizsgálatakor elemezni kell a védelmi berendezés egyéb ok miatti építési szükségességét (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, hanem informatikai úton is lehetséges terrorcselekmények végrehajtása. Ezért az infrastruktúra beruházások tervezési fázisában szükséges vizsgálni, hogy 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 szükséges az összhang megteremtése annak érdekében, hogy a fejlesztés ténylegesen betölthesse a neki szánt szerepet és a vasúti közlekedés versenyképességének növelését szolgálhassa. 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.

Fenti szempontok végiggondolása vasúti infrastruktúra-beruházások egyfajta védelmi célú „feltétfüzeteként” is értelmezhető. 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 23. ábra mutatja.

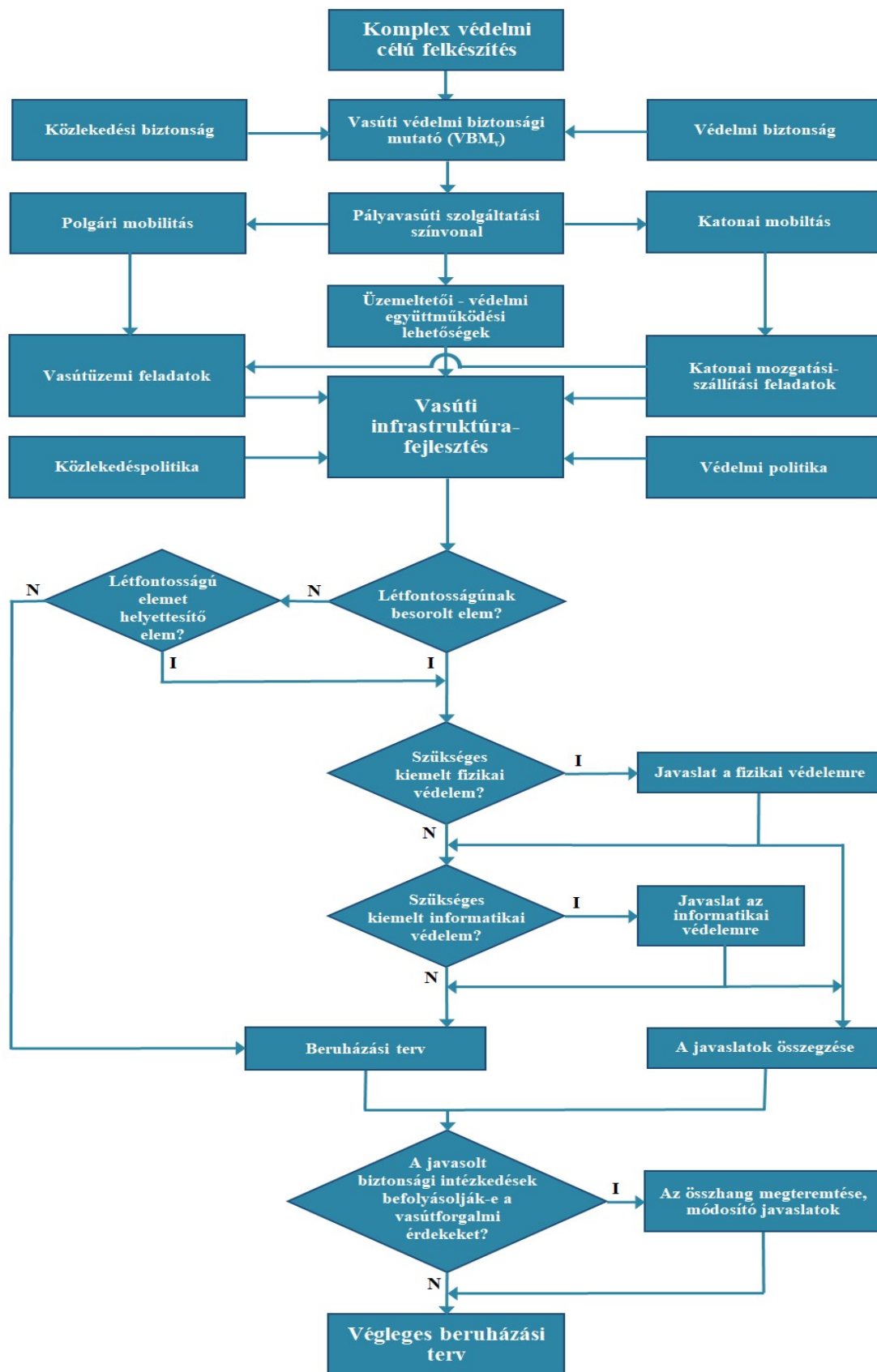
III.6 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK

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

A katonai mobilitás megteremthetősége is megkívánja a vasúti közlekedési infrastruktúra modernizálását annak érdekében, hogy a jelentkező mozgatási-szállítási feladatok magas színvonalon elvégezhetőek legyenek.

Kiemelt védelmi szempont, hogy a követelménymodell az új beruházásokra is alkalmazható legyen, ugyanis az I. fejezet megállapítása szerint a szállítási képesség növelése az ország védelmi képességét növeli, így az ilyen beruházások védelmi elemi érdek. Ennek érdekében a fejezetben **meghatároztam** a vasúti közlekedési alágazat védelmi célú felkészítésének és versenyképességet növelő infrastruktúra-fejlesztési érdekeinek viszonyát. Ezt empirikus kutatással (utaskikérdezéssel és szakértői interjúkkal) vizsgáltam, amelynek eredményeként **feltártam** a vasúti infrastruktúra-fejlesztés polgári és katonai irányait, valamint az eljutási idő és a védelmi érdekek viszonyát, illetve az üzemeltetői és a védelmi-biztonsági együttműködési lehetőségeket.

Mint minden védelmi korlátozás, a kritikus vasúti közlekedési infrastruktúra védelme is kényelmetlenségekkel járhat és az egyes intézkedések miatt az eljutási idő megnőhet, mint azt a repülés példája bizonyítja. Vizsgálatom eredményeként megállapítottam, hogy a vasúti ügyfelek toleranciaszintje különbözik a légi utasokétól, és részükről csak olyan védelmi megoldások fogadhatók el, amelyek nem növelik meg az eljutási időt.



23. ábra: A vasúti infrastruktúra beruházások polgári-katonai szempontú tervezésekor a fejlesztési és védelmi érdekek összhangját biztosító szempontrendszer folyamatábrája
forrás: saját szerkesztés

A vasúti utasok kérdőíves vizsgálatának válaszaiból **következtetéseket vontam le** az utasbiztonság, valamint a védelmi célú felkészítés, a közlekedésfejlesztés és az együttműködés lehetőségeinek megoldásaira vonatkozólag. Az utasbiztonsággal kapcsolatos javaslataimat munkatársaimmal közös publikációban ismertettem [167], a védelmi célú felkészítéssel és a közlekedésfejlesztéssel kapcsolatos innovatív fizikai és informatikai védelmi megoldásokat a IV. fejezetben tárgyalom.

A közlekedési és védelmi szakemberekkel készített interjúk egyes kérdései szintén az együttműködési lehetőségeire kérdeztek rá. A közlekedési szakemberek elsősorban a vasúti határállomásokon kialakítható kooperáció fontosságát emelték ki, míg a védelmi szakértők az irányítás és beruházástervezés szintjén javasolták a két szektor szorosabb együttműködését. Ezek alapján a fejezetben ezt a két együttműködési formát vizsgáltam olyan szempontból, hogy ezek milyen hatással vannak az infrastruktúra-beruházásokra. A vizsgálat eredményeiként **megállapítottam**, hogy a védelmi igazgatásban szükséges a *védelemgazdaság* igényeit figyelembe vevő együttműködés, aminek egyik kiemelt területe lehet az egyes vasúti előírások és szabályzatok katonai auditja. Ugyanakkor fontos feladat az elvárt katonai közlekedési lehetőségek kiépítésének állam általi támogatása. A *határállomásokon* a versenyképesség növelése miatt szükséges minimális állomási tartózkodás a vasútüzemi és rendészeti feladatok közös tervezésével valósítható meg és ez egyben meghatározza az infrastruktúra-fejlesztési irányait is. Hasonlóképpen, a különleges jogrend szállítási feladatai alapján felmerülő határon való gyors átjárhatóság is fejlesztési igényeket, illetve a bizalmi elv bevezetését indukálhatja.

A fejezetben a vizsgálatok eredményeinek összegzéseként **kidolgoztam** egy általános szempontrendszert, mellyel már a vasúti infrastruktúra-beruházások tervezési időszakában meghatározhatók a szükséges védelmi intézkedések és megoldások. A szempontrendszer alkalmazásával a védelmi és versenyképességi összhang megteremthető, így a vasúti szektor versenyképessége és ezáltal szerepének növelése fenntartható. **Ehhez az szükséges, hogy a védelmi intézkedések ne legyenek ellentétes irányúak az infrastruktúra-fejlesztési elképzelésekkel.**

IV. FEJEZET

A VÉDELMI CÉLÚ FELKÉSZÍTÉS KOMPLEXITÁSÁT SZOLGÁLÓ INNOVATÍV VÉDELMI MEGOLDÁSOK

A III. fejezet vizsgálati megállapításai rávilágítottak arra, hogy a védelmi célú felkészítés és a közlekedésfejlesztés érdekeinek egyirányba kell mutatniuk, amennyiben célként tűzzük ki a vasúti közlekedési alágazat biztonságát, versenyképességének növelését, valamint a katonai mobilitás megteremtését.

Ebben a fejezetben a III. fejezetben felállított szempontrendszerben meghatározott infrastruktúravédelmi javaslatokat fogalmazom meg. A javaslatok szerepe, hogy biztosítsák a védelmi célú felkészítés és a közlekedésfejlesztés összhangját. A szempontrendszerben meghatározottak szerint a javaslatok kiterjednek az innovatív fizikai és informatikai védelmi megoldásokra és módszerekre. A védelmi és biztonsági megoldások elsősorban az emberi cselekedetek ellen lehetnek hatásosak, továbbá ezek műszaki elemei a természeti hatások ellen is védelmet nyújthatnak. Egyes megoldások már léteznek és használatosak is, ugyanakkor a komplexitás szempontjából szükséges **feltárni és integrálni** ezeket a vasúti közlekedési alágazat védelmi célú felkészítésének rendszerébe.

A fejezetben vizsgálom a H4 hipotézist, amely a védelmi és biztonsági megoldások kialakításánál feltételezi az informatikai védelmi eszközök hatásosságát és ezáltal az emberi ellenőrző szerep minél nagyobb mértékű gépi kiválthatóságát, mint a védelmi célú felkészítéssel elérhető magasabb biztonsági szintet.

IV.1 A VASÚTI PÁLYA FIZIKAI VÉDELME

A vasúti pálya védelme azoknak a fizikai védelmi megoldásoknak az összességét jelenti, amelyek megakadályozhatják a pálya olyan szintű megrongálását, ami balesetek bekövetkezéséhez vezethet. A védelemnek ki kell terjednie a pályához való hozzáférésre, egyes speciális pályaelemekre és a vasútállomásokra. Az alfejezet végén vizsgálom a vezető nélküli légi járművek védelmi célú felhasználhatóságát.

IV.1.1 A pályához való hozzáférés megakadályozása

A vasúti pálya a terepen haladva nincs elrejtve az emberek és a természeti hatások elől. A hosszú vonalak miatt a vágányok megközelítése könnyű, alapvetően nincs fizikai akadály a vágányokhoz való hozzáféréshez. A vasútvonalak sok esetben a közutak mellett haladnak, így egyes pontjaik könnyen megfigyelhetők, más esetben is leginkább csak növényzet takarja el a

síneket. Ebből következik, hogy a vasúti pálya elérése nem okoz problémát senki számára. A közvetlen és ellenőrizetlen hozzáférés megakadályozására fizikai akadályok létesítése szükséges. Ez leginkább falakkal vagy kerítéssel oldható meg.

A vonalak teljes hosszában felállított kerítés vagy fal megakadályozhatja illetéktelenek hozzáférését a vasúti pályához, ugyanakkor az ilyen eszközök felállítása nem elsősorban az illetéktelen hozzáférés elleni védelmet szolgálja és nem is minden esetben indokolt. Horváth Attila cikke megállapítja, hogy a rurális területeken a vasúti közlekedés terrorfenyegetettsége alacsony [168]. Az ilyen térségekben futó vasútvonalak általában nem fővonalak, a vonatok alacsonyabb sebességgel közlekednek, a személyszállító vonatok kihasználtsága nem túl magas. Az ilyen, alacsonyabb kockázatú vonalak mentén állított kerítés telepítésének és fenntartásának költsége nincs összhangban az elérhető kockázatcsökkentéssel, így ezekben az esetekben kerítés építése nem indokolt.

A hegyoldalokban futó pályák mellett épített **kőfogó kerítés** szintén védi a vágányokat a rájuk zúduló kövek és törmelékek ellen (24. ábra). Az ilyen műszaki megoldás célja a vonal működőképességének fenntartása. Ugyancsak a pálya védelmét szolgálja a hegyoldal beterítése **kőfogó hálóval**. A 25. ábrán látható ezen kívül egy alacsony betonkerítés is, ami a kövek vágányra gurulása ellen véd.



24. ábra: Védelmi kerítések Imst-Pitztal állomáson (Ausztria)

forrás: <https://www.bahnbilder.de/bild/oesterreich~strecken~arlbergbahn/1267874/lok-portrait-der-anderen-seite-der-oebb.html>, fotó: C. Plank



25. ábra: A vasúti pálya védelme érdekében alkalmazott műszaki megoldások Szár közelében
forrás: a szerző felvétele

Más a helyzet a városokban, illetve a nagysebességű vasútvonalak mentén. A II.3.1.1 pontban megállapítottam, hogy a városokban a terrorfenyegetettség mértéke nagyobb, így itt már érdemes vizsgálni a fizikai akadályok kiépítését. A városi vasútvonalak mentén már számos esetben találkozhatunk **védőfallal** (26. ábra). A falnak az illetéktelen hozzáférés elleni védelmen túl további feladatai is vannak:

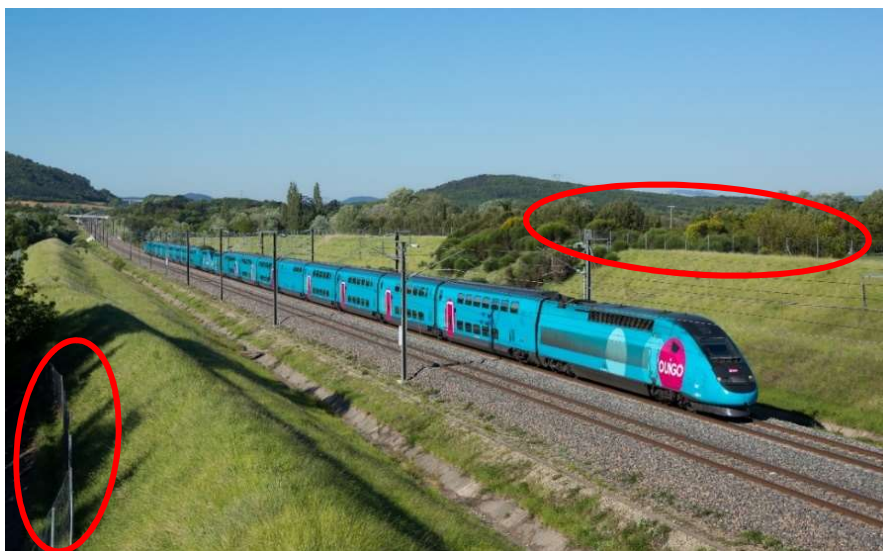
- közlekedésbiztonsági elemként véd a gyalogos elütések ellen;
- zajvédő falként csökkenti a lakott terület zajterhelését;
- védi a környéken lakókat a vasút járművek erős fényhatásaitól;
- eltakarja a nem környezetbe illő vasúti infrastruktúrát.



26. ábra: Zajvédő fal lakott területen
forrás: <https://www.weldon.eu/hu/zajvedo-fal.html>

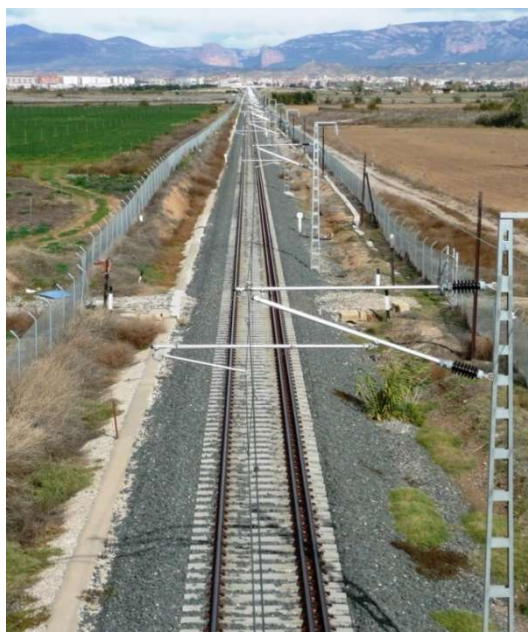
A fal az illetékesek számára is fizikai akadályt képez, viszont számukra biztosítani kell a pályához való hozzáférést, ezért meghatározott távolságonként ajtót kell felszerelni a falba, amely az azon való átjutást is megkönnyíti. Ezért az ajtót nyitó kulcsoknak speciális kialakításúaknak kell lenniük, hogy a zár kinyitása ne történhessen meg egyszerűen. Ilyen megoldás lehet a számszörös ajtó használata. A legkritikusabb szakaszokon, vagyis azokon a pályarészekon, ahol a vonatok megállhatnak (például vasútállomások bejárati jelzői¹⁰⁹ előtti szakaszok), megoldást jelenthet a szögesdrótos kerítés vagy zajvédő fal építése, ugyanakkor ezeken különböző vágóeszközök segítségével át lehet jutni, így nem nyújtanak teljes biztonságot. Ennek megakadályozására javasolható, hogy ezeken alacsony feszültségű elektromos áramot vezessenek végig, ami nem okoz halálos áramütést, ugyanakkor képes jelezni, ha a rendszerben szakadás történik (például elvágják a drótkerítést). A rendszer ebben az esetben figyelmeztető jelet küld a felügyelő központba, ahol a megfelelő intézkedéseket meg lehet tenni. Szükséges lehet a behatolás helyének gyors és pontos megállapítása, ami éjjellátó kamerák alkalmazásával oldható meg.

A nagysebességű vasúti közlekedés olyan értéket képvisel, hogy minden esetben védeni kell rendkívüli események bekövetkezésétől. A védelem mértéke az egyes országokban eltérő. Franciaországban a teljes vonalhálózat mellett **életvédelmi kerítést** építettek ki (27. ábra), Németországban ugyanakkor nem védik a nagysebességű pályákat külön fizikai akadállyal. Spanyolországban a nagysebességű vonal pályája mellett szintén megtalálható az életvédelmi kerítés (28. ábra).



27. ábra: Életvédelmi kerítés a TGV vonala mellett (Franciaország)
forrás: commons.wikimedia.org, fotó: D. Gubler

¹⁰⁹ F. 1. 1.2.3.



28. ábra: Életvédelmi kerítés a vasúti pálya mellett Spanyolországban
forrás: commons.wikimedia.org, fotó: MZC

IV.1.2 A hidak és alagutak védelme

A nyíltvonali pályaelemek jellemzésénél kifejtettem, hogy ez a két típusú műtárgy miért lehet kritikus a vasúti közlekedés működőképességének fenntartásában. A működőképesség megakadályozásának módja kettős lehet: egyrészt a pálya folytonosságának megbontása (például robbantással) eredményezheti a vonat kisiklását és emiatt az alagutakban összenyomódását, míg hidak esetében lezuhanását, másrészt hasonló eredmény érhető el a szerelvényeken elkövetett terroristámadással is. Az értekezés témájából adódóan a vasúti infrastruktúra védelme a pálya megbontásának megakadályozását jelenti, így ebben a pontban ezt vizsgálom.

Az előző pontban nemzetközi példákkal bemutattam azokat a fizikai védelmi lehetőségeket, amelyek megakadályozhatják a pályához való közvetlen hozzáférést. A kerítéseket általában csak a nagysebességű pályák mentén telepítik, azonban alagutak és hidak a terep adottságainak köszönhetően normál sebességű pályákon is épülhetnek, ugyanakkor az is igaz, hogy a legtöbb ilyen műtárgy a nagysebességű vonalakon létesül.

A hidak a vasúti törvény szerint nyílásokat áthidaló mérnöki szerkezetek [87]. A tereppel csak a hídfők (és a pillérek) állnak kapcsolatban, a terepszint és a híd felszerkezete között jelentős is lehet a magasságkülönbség. A hidakon elkövetett terrorcselekmények következtében a rajta haladó vonatok lezuhanhatnak a nyílásokba, így a károkozás mértéke többszöröződhet. A hidakon a folyó vágány megbontása legtöbb esetben robbantással történik, amelyhez a robbanószerkezetet el kell helyezni a hídon (például [169]). A vágány

fizikai megbontása: a kapcsolószerkezetek (leerősítőszerkezetek, hevederkötések) szétbontása és a sínek kivágása a vágányból, hosszadalmas és nagy feltűnéssel járó művelet, ami nagy szaktudást igényel, ezért ez a módszer nem jellemző. A robbantások elleni védelem elsősorban az illetéktelen személyek hídra jutásának megakadályozását jelenti. A különálló vasúti hidakra nem minden esetben vezet gyalogjárda, így a megközelítés nehezebb. Mégis szükséges a fizikai védelem kiépítése, mert karbantartási és üzemi okok miatt műszaki járda minden esetben létesül, így a hídon való gyalogos közlekedés megoldható. A közös közúti-vasúti hidakon (29. ábra) a vágányok minden korlátozás nélkül megközelíthetők. Hozzá kell tenni azonban, hogy ilyen hidak legtöbbször alacsony forgalmú mellékvonalakon épülnek a magas beruházási költségek elkerülése érdekében.



29. ábra: Közös vasúti közúti híd Kiskörénél
forrás: <https://indafoto.hu/wackond/image/10450443-6191f4ce>

A kiemelten fontos, hálózati jelentőségű hidak felhajtói szintén védhetők kerítéssel, maguk a hidak pedig őrséggel, ami egyes esetekben fegyveres őrséget jelent. Illetéktelenek kiszűrése lehetséges megfigyeléssel, illetve helyszíni bejárással. Amennyiben szükséges a hídon és környékén való személyes jelenlét, **fegyveres őrség** javasolt, mert csak ennek van elrettentő hatása.

A hidak védelménél a gyalogos megközelítésen túl fontos szempont, hogy gépjárművel hogyan lehet a közelükbe férkőzni. Ennek jelentősége a közúti járművel véghez vihető támadásban rejlik. Előfordulhat olyan eset, hogy a vasúti híddal párhuzamos közúti hídon haladó gépjárműből indítanak akciót a vonat ellen. Az ilyen támadástípus ellen a védekezés szinte lehetetlen. A hidakon futó vasúti pálya fallal való védelme nem szokásos, ugyanakkor a nagy terrorfenyegetettségű vasúti hidakon elképzelhető ilyen megoldás, bár ennek építési költsége magas lehet és a kilátás hiánya miatt a vasúti infrastruktúrakezelők nem részesítik

előnyben az ilyen megoldásokat. Hasonló megfontolásból nehéz a közúti-vasúti hidak védelmének kialakítása. A 30. ábrán egy védelmi szempontból nem megfelelő, bár kétségkívül látványos hídszerkezet látható. A közút vasút alatti átvezetése kiváló lehetőséget ad valamelyik pillér megrongálására és ezáltal a vasút elleni terrorakció végrehajtására.

A hidakon mindezeket túl közlekedésbiztonsági védelmi megoldások is rendelkezésre állnak annak érdekében, hogy a balesetek megelőzhetőek legyenek. Ilyen pályaelem a 29. ábrán látható, felborulást gátló **vezetősín** [170], illetve **biztonsági korlát**.



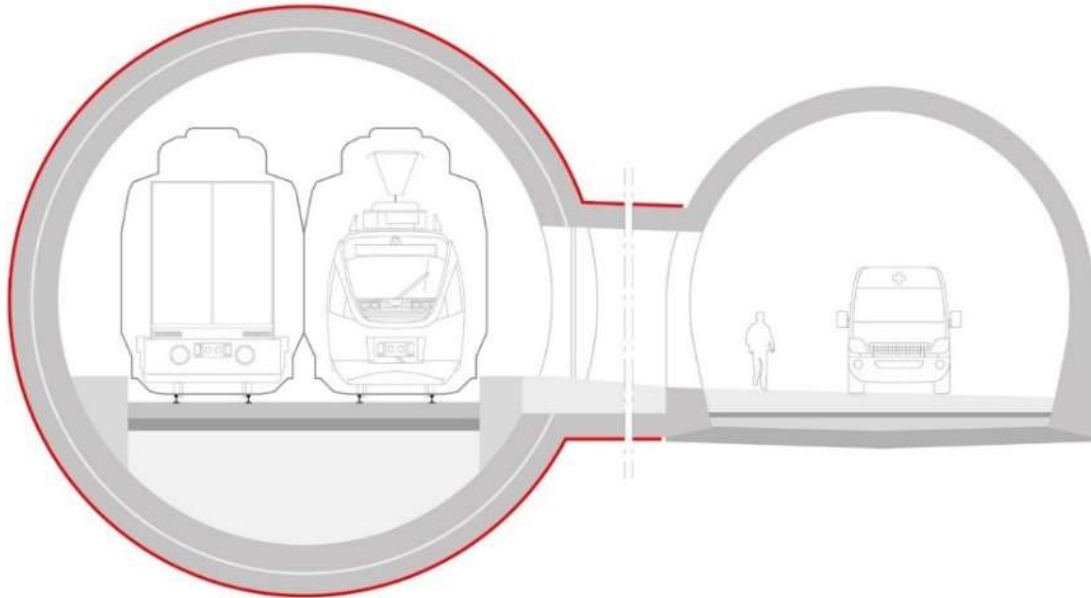
30. ábra: Közös közúti-vasúti híd szétválasztott forgalommal
forrás: <https://structurae.net/en/structures/cize-bolozon-viaduct/media>

A vízfolyások felett átívelő hidaknál a működőképességet biztosító műszaki megoldások közül az egyik legfontosabb a **pillérek megfelelő erősségű kialakítása**, hogy az esetleges nagyobb vízhozam mellett is stabilan tartsák a híd felszerkezetét.

Az alagutakat a vasúti törvény a vasúti pálya védelmére épített mérnöki szerkezetek közé sorolja [87]. Az alagutak létesítése megkönnyíti a vasúti közlekedés lebonyolítását a hegyvidéki vonalakon, amennyiben a szükséges nyomvonal kifejtéséhez túl nagy emelkedő szükségeltetne [93]. A nagysebességű vonalakon nem engedhető meg jelentős emelkedő, ezért ott több alagutat létesítenek, mint a normál pályákon. A hosszabb alagutak úgy épülnek ki, hogy legyen lehetőség egy bajba jutott vonat utasainak evakuálására. Ez azonban csak az alagútban megállt vonatok tekintetében könnyíti meg a mentést: egy robbantás miatt kisiklott szerelvényhez való eljutást segíteni tudja, ugyanakkor a szerelvényből történő mentési munkálatokat már nem. Természetesen a szerelvényekhez való eljutás már nagy segítség lehet a mentőalakulatok részére. Ezek a műszaki járdák, **mentőalagutak** (31. ábra) ugyanakkor az elkövetők számára is lehetővé teszik az alagutakban való közlekedést, ezért a védelem itt is elsősorban az alagútba való bejutás megakadályozását jelenti.

A metróval ellentétben az alagutak bejárata szabad, mert a vasúti pálya a nyíltvonalon folytatódik, így az alagútba elvileg bárki bemehet. A legfontosabb védendő pontok tehát az alagutak bejáratai. Erre a következő megoldások kínálkoznak:

- kerítés állítása;
- távirányítású kapuk, amelyek csak a vonatok közlekedésekor vannak nyitva;
- kamerás megfigyelőrendszer;
- fegyveres őrség.



31. ábra: Vasúti alagút mellett kialakított közúti mentőalagút (Svájc)

forrás: <https://www.tunnel->

[online.info/en/artikel/tunnel_New_Boezberg_Tunnel_Structural_Measures_when_Tunnelling_in_squeezing_Rock_3144991.html/SBB](https://www.tunnel-online.info/en/artikel/tunnel_New_Boezberg_Tunnel_Structural_Measures_when_Tunnelling_in_squeezing_Rock_3144991.html/SBB)¹¹⁰

¹¹⁰ Schweizerische Bundesbahnen – Svájci Szövetségi Vasutak

A 32. ábrán a kontinentst Nagy-Britanniával összekötő csatorna-alagút bejárata látható. A megfelelő védelem érdekében a bejáratot több körös kerítés-védelem veszi körül.



32. ábra: A csatorna-alagút bejárata (Anglia)

forrás: <https://www.getlinkgroup.com/en/our-group/eurotunnel/channel-tunnel/>

Hasonló megoldás figyelhető meg Svájcban az új Gotthard-bázisalagút bejáratának védelmének is (33. ábra). Az alagút bejárata kettős kerítéssel védett az illetéktelen behatolóktól. Ez a megoldás azonban csak az új építésű, általában nagysebességű pályáknál terjedt el, a régi Gotthard-alagút bejáratát nem védi kerítés (34. ábra). Az alagutakban való mozgást érzékelheti a bennük felszerelt éjjellátó kamera is.



33. ábra: Az új Gotthard-bázisalagút bejárata (Svájc)

forrás: <https://www.tagesschau.de/ausland/gotthard-basistunnel-101.html>

Külön kell szólni az alagutak és állomások **szellőzőrendszereinek védelméről**. Az ezeken keresztül az alagutakba engedett mérges gázok katasztrófákhoz vezethetnek. A terrortámadások elleni védelem ebben az esetben kettős feladat ellátását jelenti.



34. ábra: A régi Gotthard-alagút bejárata (Svájc)
forrás: <https://mapio.net/pic/p-26807885/>

Egyrészt magának a szellőzőberendezéseknek a védelme is szükséges, hogy illetéktelenek ne tudják azokat megközelíteni és észrevétlenül vegyi anyagot juttatni a rendszerbe. A **megközelítés megakadályozása** történhet a szellőző berendezés elrejtésével, esetlegesen növényzet vagy egyéb utcabútorok kihelyezésével, vagy magának a berendezésnek a megfelelő kiépítésével (35. ábra). Amennyiben ez nem ad megnyugtató megoldást, akkor mindenképpen javasolható kerítéssel körbe venni és videós megfigyelőrendszert telepíteni.



35. ábra: Az M3 metró szellőzőberendezése köztéri „szoborként”
forrás: google.com/maps

Másrészt magát a szellőzőberendezést kell olyan **szűrővel** felszerelni, amely képes a vegyi szennyeződések kiszűrní (például gázsűrő) és az alagutakba, földalatti állomásokra csak megtisztított levegőt juttatni. A berendezéseket nagyteljesítményű dízelmotorok működtetik. A budapesti metróvonalak szellőzőrendszere már így épült ki [171], az újonnan létesítendő alagutak esetében is ez a módszer javasolható.

IV.1.3 A vágánygeometria szerepe

Ugyancsak balesetek bekövetkezéséhez vezethet a pálya vágánygeometriai torzulása is. Miután a vasúti kerékpárok a tengely agyülésére szilárd illesztésű kötással (sajtolással) kapcsolódnak¹¹¹ [172], kedvezőtlen esetben a geometriai hibák miatt siklás következhet be. A vasúti kerekek megfelelő futásához a nyomtávolság néhány milliméteres eltérése engedhető csak meg, különben a kerék leszalad a sínről és a kocsi kisiklik. A védelem a nyomtávolság bővítésének és szűkítésének megakadályozását kell, hogy jelentse. A különböző leerősítőszerkek (sínscavarok, szorítórugók), az ágyazat, a keresztaljak és sínillesztések (hevederkötések, hegesztések, dilatációs készülékek) feladata a sínek stabilitásnak megőrzése, kereszt-, illetve hosszirányú elmozdulások elleni védelme. Ezek megbontása és sínek mozgatása, ezáltal a vágány nyomtávolságának megváltoztatása nagy szakértelmet igényel és általában gépi erővel történik, nem sorolható a terrorcselekmények végrehajtási módszerei közé, ugyanakkor természeti hatásokra bekövetkezhet.

IV.1.4 A kitérőszerkezetek védelme

A kényszerpályán mozgó vasúti járművek vágányok közötti átjárását biztosítják többek között a kitérőszerkezetek. Ilyen szerkezetek:

- kitérők;
- tolópadok¹¹²;
- fordítókorongok¹¹³.

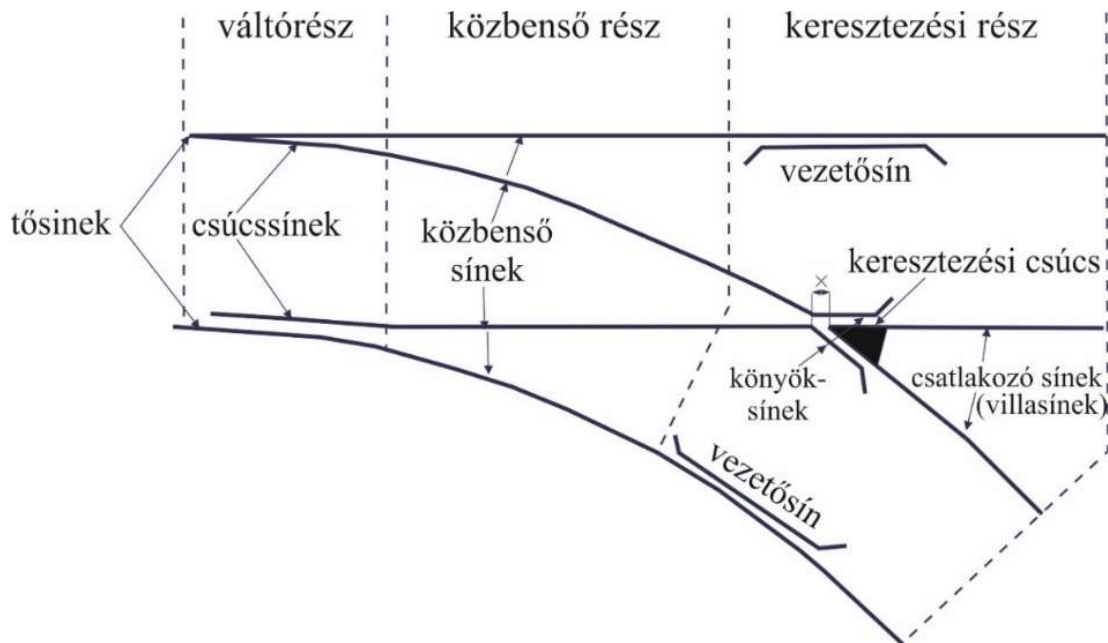
A hidak és alagutak védelmének vizsgálatakor a pálya folytonosságának megbontását emeltem ki, mint lehetséges támadási megoldást. A kitérőszerkezetek működésükkor megbontják a pálya folytonosságát, hogy másik végállapotukba kerülve ismét folytonos haladási lehetőséget biztosítsanak a vonatok számára. Ebből következik, hogy a kitérőszerkezetek működésének van olyan időpillanata, amikor nem biztosítják a vasúti pálya folytonosságát. A két végállapot közti átállítási idő ugyan minimális (pár másodperc), ugyanakkor, ha a kitérőszerkezet a két végállás között, úgynevezett feles állásban válik használhatatlanná és egy vonat ilyen állásban ráfut, akkor a szerelvény kisiklik és baleset következik be, amelynek súlyos esetben halálos áldozatai is lehetnek. A kitérőszerkezetek védelme tehát a feles állások megakadályozását jelenti.

¹¹¹ Eltekintve az állítható nyomtávolságú vasúti kerékpároktól.

¹¹² F. 1. 1.2.41.

¹¹³ F. 1. 1.2.14.

A vasúti közlekedés legfontosabb kitérőszerkezete a kitérő (váltó). Az ilyen szerkezetekből található a legtöbb egy vasúti hálózaton, csak egy állomáson akár száz darab is. Felépítését mutatja a 36. ábra.

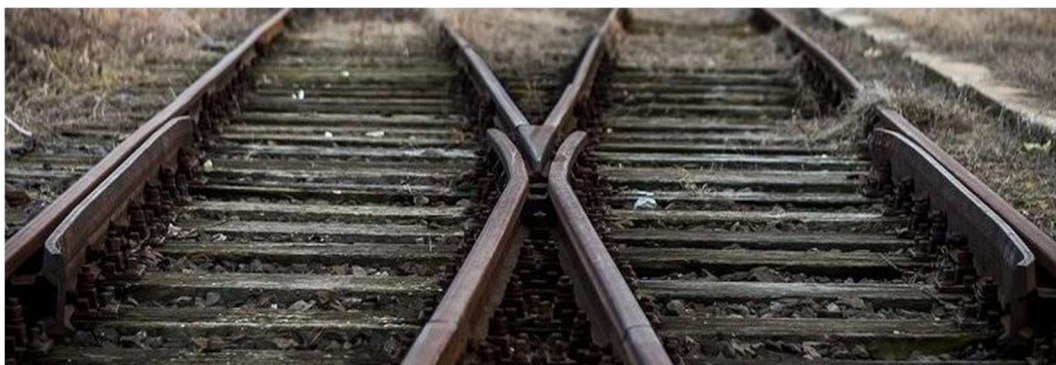


36. ábra: Vasúti kitérő részei
forrás: saját szerkesztés

A pálya megbontása két helyen lehetséges: egyrészt a váltórészben található csúcssín mozgásával, másrészt a keresztezési részben a könyöksín és a keresztezési csúc között (36. ábra „X”-el jelölt szakasza, 37. ábra). A csúcssín a kitérő állításakor együtt mozognak egy összekötő rúd segítségével (38. ábra), így biztosítják, hogy a végállásban az egyik csúcssín tökéletesen simuljon a tőssínhez, a másik pedig kellő távolságra távolodjon el a másik tőssíntől, lehetővé téve a nyomkarima¹¹⁴ akadálymentes elhaladását. Biztonsági okokból egyes váltóknál két összekötő rudat is alkalmaznak [173].

A kitérő feles állása akkor következik be, ha a csúcssínek egyike sem simul tökéletesen az megfelelő tőssínhez. Ez történhet úgy, hogy a csúcssín és a tőssín közé oda nem illő tárgy kerül, ami megakadályozza a simulást, vagy az összekötő rúd sérül meg és a csúcssínek nem mozognak egyszerre.

¹¹⁴ A kerék része, amely vezeti a vasúti járművet a vágány által meghatározott kényszerpályán.



37. ábra: Kitérő keresztezési része
forrás: <http://www.spor.hu/articles/show/talan>



38. ábra: Csúcssíneket összekötő rúd
forrás: <https://docplayer.hu/21162195-1-a-vasuti-kozlekedes-alapfogalmi.html>

Ugyancsak feles állás következhet be, ha a vonat kitérőn történő haladása közben a simuló csúcssín eltávolodik a tőszíntől, mert a csúcssínrögzítő szerkezet (kampózár (39. ábra), zárnyelv, stb.) a szerelvény okozta rázkódás hatására elmozdul, illetve a kitérőt a rajta haladó kocsik alatt átállítják. Ezek megakadályozását szolgálják a különböző védelmi berendezések. Feladatuk, hogy a **kitérő használat közbeni átállását meggátolják**. Ilyen elem a régebbi kialakítású kitérőknél a kulccsal működő váltózár, a váltók lezártóságát biztosító retesz, illetve a mai kornak megfelelően már villamos úton történő biztosítás. Az egyes alkatrészek működőképességének ellenőrzését segítik elő a II.4.3.2 pontban tárgyalt **használatosági ellenőrzések** is (próbaállítást, biztosítóberendezés ellenőrző fényeinek kiértékelése).



39. ábra: Kampózár

forrás: <http://www.kbsz.hu/j25/dokumentumok/2016-0898%20.pdf>

A tolópadot és a fordítókorongot elsősorban olyan vasútállomásokon alkalmazzák, ahol speciális (például fogaskerekű) vonatok közlekednek. A tolópad jellemzően alacsony forgalmú vonalak végállomásán épül ki, ahol nincs hely kitérők beépítésére, illetve járműtelepek csarnokvágányai közötti mozgásokat lehet vele végrehajtani. A fordítókorong szintén járműtelepeken használatos a mozdonyok fűtőházi állásainak kiszolgálására, illetve esetlegesen a gőzmozdonyok haladási irányának megfordítására. Mindkét kitérőszerkezet hálózati jelentősége alacsony, így nem tekinthetők támadási célpontoknak.

IV.1.5 Az útátjárók védelme

Az útátjárók közlekedésbiztonsági szempontból különösen veszélyes helynek számítanak, mert a kötött pálya miatt a vonatoknak nincs lehetőségük kikerülni a közúti járműveket, másrészt a vasúti szerelvény sokkal nagyobb tömegéből adódó jelentős mozgási energia felemésztése csak jóval nagyobb fékúton lehetséges [37]. Ebből következik, hogy a vasúti átjárókban történő ütközés alapvetően a közúti jármű roncsolásával jár, ugyanakkor a vasúti jármű sérülése is bekövetkezhet, szélsőséges esetben (nagy sebességnél) siklóssal is számolni kell. Ezért a közút-vasút keresztezéseket védelmi berendezésekkel kell ellátni annak érdekében, hogy a balesetek bekövetkezését megakadályozzuk, illetve meghatározott esetekben az ilyen keresztezések kialakítása nem megengedhető. A 160 km/h-nál nagyobb sebességű vasúti pályákon szintbeni közúti átjárót nem lehet kialakítani [174], a közút átvezetése csak külön szintű csomópontban (alul- vagy felüljárókon) engedélyezett. A vasúti útátjárók biztosítását közúti és vasúti szempontból is megvizsgálom, hogy a rendkívüli eseményekkel szembeni védettséget meg tudjam állapítani.

A közút vonatközlekedés vagy tolatás alatti elzárásának fizikai eszköze a sorompó. Közlekedésbiztonsági és anyagi megfontolások miatt sok esetben csak félsorompót alkalmaznak, amely az útpályának csak a menetirány szerinti oldalát zárja el, a szemközti oldalt nem. Ez a megoldás lehetőséget ad arra, hogy a félsorompót kikerülve akkor is a vasúti pályára lehessen hajtani, amikor érkezik a vonat és így balesetet lehessen előidézni. A teljes csapórudas sorompó az egész közutat mindkét irányból elzárja a vonatok közlekedésének idejére, így a vasúti pályára történő ráhajtás elvileg fizikai akadályba ütközik. Ugyanakkor a közúti járművek képesek a sorompókat úgy megrongálni (eltörni), hogy utána rá tudjanak hajtani a vágányokra. Alapvetően elmondható tehát, hogy a sorompók védenek a vasúti átjárókban bekövetkező balesetek ellen, viszont fizikailag nem tudják megakadályozni a szándékos vasúti pályára hajtást. A sorompóval nem védett átjáróknál (csak fénsorompó, András-kereszt) ez a kérdés fel sem merül. Ezért a gépjárműforgalom vasúti pályára jutásának megakadályozása további **fizikai akadályokkal** lehetséges, mint a 40. ábrán látható oroszországi példa mutatja. Ugyanakkor ez sem tudja megakadályozni a szabad jelzés alatt a pályára hajtó és ott megálló járművekkel elkövetett terrorakciókat.



40. ábra: Fizikai akadályok vasúti útátjáróban (Oroszország)

forrás: http://autovezetes.network.hu/blog/kozlekedes_klub_hirei/vasuti-atjaro-a-legrovidebb-ut-a-halalba

A vasúti közlekedés szempontjából az útátjáró helyét a mozdonyvezető felé jelezni kell. Ezt állomási átjárók alkalmazásánál a szolgálati menetrendben vagy a menetrendi segédkönyvben, nyíltvonali átjárók alkalmazásakor a pályán elhelyezett útátjárójelző¹¹⁵ kitűzésével kell elérni. A jelzők felhívják a mozdonyvezető figyelmét, hogy egy fokozottan balesetveszélyes hely közeledik.

¹¹⁵ F. 1. 4.2.1., 4.2.1.1-5.

Az útátjárók vasúti biztonsági ellenőrzése kimerül a közút felé jelzést adó és védelmet biztosító berendezések üzemszerű működésének vizsgálatában. Amennyiben a sorompó berendezése az állomási vagy az állomásközi biztosítóberendezésbe be van kötve, akkor annak működési hibáiról a kezelőszemélyzet gépi úton értesítést kap és a vonat részére szabad jelzés nem vezérelhető ki, illetve a jelzőberendezés a mozdonyvezető felé jelzi az útátjárót biztosító berendezés használhatatlanságát (41. ábra). Ez a szerkezeti függés csak villamos úton alakítható ki, ezért a régebbi, kézzel kezelt sorompók nem megfelelő működését a kezelést végző személyzetnek kell élőszóval jelenteni¹¹⁶. Ez önmagában nagyobb biztonságot is ad, mert a sorompókezelő képes lehet reagálni a készülő cselekményre és közlekedő vonatot kézi jelzéssel megállítani¹¹⁷.



41. ábra: Útátjárót ellenőrző jelző
forrás: <http://iho.hu/blogpost/jelzozes-ii-120627>

A nagyobb probléma a távolról kezelt berendezések üzeménél adódik. Az átjáróba vonatmentes időben behajtott és ott megállt járművek nem akadályozzák a csapórudas és a fénysorompók működését, ezért nem is indukálnak hibajelzést, ugyanakkor elállják a vonatok útját, így a baleset bekövetkezik. A védelmi megoldás itt a **kamerával való megfigyelés** lehet, amelynek feltételeit a következők szerint határozom meg:

- a megfigyelés célja, hogy információt adjon az irányító személyzet felé az átjáróban megállt vagy elakadt járművekről;
- további cél, hogy az előző esetek előfordulásakor a vasúti járművek az útátjáró előtt meg tudjanak állni;

¹¹⁶ F. 2. 3.1.5.

¹¹⁷ F. 1. 5.1.1.8., F. 2. 3.1.5.

- ezért a fenti helyzetről a mozdonyvezetőt olyan időben kell értesíteni, hogy a szükséges intézkedéseket meg tudja tenni;
- a sorompók záródását ehhez az időhöz kell igazítani.

Természetesen a korábban említett, sorompók roncsolásával történő behajtáskor a videókamerás megfigyelés már nem ad megfelelő védelmet, legfeljebb az információk birtokában az ütközés erejét tompíthatja a becsapódásig kialakuló fékhatás.

A fenti információáramlási lánc időszükségletét rövidítheti le a közvetlenül a vontatójárműre küldött információ az átjáró közúti foglaltságáról, amelyet még tovább rövidíthet, ha a szükséges beavatkozásokat (például a fékezés megindítását) a rendszer automatikusan teszi meg. A témában témavezetésemmel készült szakmérnöki dolgozat a Széchenyi István Egyetemen¹¹⁸. A jelölt által vizsgált módszerek megteremtik annak a lehetőségét, hogy az átjáróba szorult járműről információk jussanak el a vontatójárműre. Ilyen **elektronikai védelmi megoldások:**

- induktív hurkok alkalmazása az átjárókban;
- súlymérleg alkalmazása az átjárókban;
- fényfüggönyök alkalmazása;
- radarszenzorok alkalmazása (SIMPLE¹¹⁹ rendszer [175]).

Az érzékelők adatai a vasúti közlekedés területén már széles körben használt ETCS¹²⁰ és GSM-R¹²¹ rendszerek alkalmazásával vihetők fel a vontatójárműre. A rendszer pályaelemben berendezésekkel küld adatokat a járműoldali berendezéseknek, amely berendezések vagy kijelzik az információkat a mozdonyvezetőnek, vagy önállóan avatkoznak be a jármű vezérlésébe. A fent javasolt berendezések ETCS rendszerbe való illesztésével az útátjárók biztonsága tovább növelhető, ugyanakkor a lezárt útátjáróba való behajtást továbbra sem tudják megakadályozni.

IV.1.6 A vasútállomások védelme

A vasútállomások pályaelemeinek védelmét az előző pontokban vizsgáltam, ezért ebben a pontban az épületek és a vasútüzemi területek védelmi vizsgálatát végzem el. Az épületeket

¹¹⁸ Szegedi Csaba István: Vasúti átjárók biztonságának növelése a közlekedésben; Széchenyi István Egyetem, Építés-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar, Közlekedési Tanszék, Győr, 2021. Tanszéki konzulens: Lévai Zsolt mesteroktató, ipari konzulens: Csilléry Béla ETCS mérnök, GySEV Zrt.

¹¹⁹ Railway Safety and Infrastructure for Mobility applied at level crossings

¹²⁰ European Train Control System

¹²¹ Global System for Mobile – Rail

a bennük végzendő műveletek szerint a II. fejezetben csoportosítottam, az egyes vizsgálati helyszínek ennek felelnek meg.

IV.1.6.1 Az utasforgalmi létesítmények védelme

Az utasforgalmi létesítmények védelmi vizsgálata elsődlegesen a vasútállomást igénybe vevő személyek és poggyászaik ellenőrzésére kell, hogy kiterjedjen. Az ellenőrzés első fázisa a vasútállomás területére történő beengedés. A repülőtereknél alkalmazott beléptető kapuk alkalmasak lehetnek ennek ellátására, ugyanakkor a III.3.1 pontban meghatározott utascsoportok és az utazási idő növekedéssel kapcsolatos preferenciáik miatt a kapuk száma kiemelt jelentőséggel bírhat. A 13. Firenzei Vasúti Fórum összefoglaló megállapításai között szerepel, hogy a vasúti utasok a biztonság fokozását a kényelmi szint csökkenése nélkül várják el [176].

Az elővárosi utasok toleranciaszintje (lásd 22. ábrát) és az elővárosi vasúti közlekedésben elvárt 15 perces járatsűrűség miatt szükséges megfelelő számú beléptető kaput telepíteni, annak érdekében, hogy az ellenőrzési művelet ne okozzon számottevő utazási idő növekedést. A budapesti metróhálózatra telepíteni tervezett **beléptetőkapuk** utasforgalmi szimulációjának eredményeit Bánfi Miklós és szerzőtársai mutatták be konferenciaközleményükben [177]. Számításaik szerint egy kapu átbocsátóképessége 15-20 utas/perc, az áthaladási idő 3-4 másodperc/utas. Az elővárosi utasok az indulási idő előtt 8 perccel kezdenek nagyobb számban megérkezni az állomásra és egészen a vonat indulása előtti percig folyamatosan érkeznek. A rendelkezésre álló 7 perc alatt egy kapun maximum 140 utas tud áthaladni. A legnagyobb utasforgalmú járatok 500-550 fővel közlekednek, így 4 kapura van szükség a sorbanállásmentes beengedéshez. Feltételezve, hogy az utasok állomásra történő érkezése közötti időközök egyenlőtlenek és csak valószínűségi változójuk ismert, nem megfelelő számú beléptető kapu üzemelésekor sor keletkezhet, ami egy francia tanulmány megállapítása szerint az állomások globális biztonságát csökkenti [178]. Ugyancsak sorbanállás keletkezhet, ha az utasok kapukhoz érkezési átlagos időköze kisebb, mint a kapukon való áthaladás átlagos ideje [179]. A sorbanállás kialakulásának elkerülése tehát döntő fontosságú lehet, mert ezzel elkerülhetők emberi csoportosulások, így az esetleges terrortámadások nem koncentrálnának a sorban álló emberekre.

A beléptetőkapuk analógiájára lehet felfűzni a **csomagellenőrzést**. Ennek időszükséglete legalább 10-15 másodperc, vagyis minimálisan kétszerese a beléptető kapun való áthaladásnak. Miután nagyon kevés a csomag nélküli utas, így ezen a műveleten mindenkinek át kell esnie, ami tovább növeli az utazási időt, amennyiben a csomagellenőrző

állomások száma megegyezik a beléptető kapuk előbb meghatározott számával. A vizsgálati idő növekedése miatt, miután a két ellenőrzés egymással párhuzamosan történik, szükséges az ellenőrzési pontok számát a kétszeresére emelni, vagyis 8 kapura. A bemutatott számítás azonban csak 1 vonatra vonatkozik, amennyiben több irányba indul közel azonos időpontban nagyforgalmú elővárosi vonat, ez az érték a vonatok számával arányosan nőhet. Természetesen a kapukat megfelelő arányban kell elosztani a bejáratok között és figyelembe kell venni az utasok utazási idejük növekedését toleráló értéket (lásd a 22. ábrát). Fontos szempont a kapuk helyigénye, amelyet új állomás tervezésekor figyelembe kell venni, viszont meglévő állomásokon a rendelkezésre álló tér határozhatja meg a kapuk számát. Szükséges továbbá kiemelni, hogy a vasútállomás városi életben betöltött szerepe miatt nem csak az utasok használják az utasforgalmi létesítményeket, hanem olyanok is, akik nem kívánnak vonattal utazni, ugyanakkor az ellenőrzéseken nekik is át kell esni.

Az utasforgalmi létesítményekben tartózkodók ellenőrzésének egyik legelterjedtebb formája a **videós megfigyelés**. A megfigyelés segíthet kiszűrni a rendellenes magatartási formákat. Használhatók kül- és beltéren egyaránt. Használatukra fel kell hívni az utasok figyelmét. A kamerás megfigyelés lehet [180]:

- automatizált rendszámazonosító rendszer (például vasútállomási parkolóokban);
- hagyományos videómegfigyelés;
- intelligens videómegfigyelés (például arcfelismerés);
- drónok alkalmazásával.

A **drónok** képesek az egész vasútállomás területét megfigyelés alatt tartani és mozgó térfigyelő kameraként működhetnek [181]. A drónok használatának vasútállomási feltételeit még ki kell dolgozni, amely figyelemmel van a speciális vasútüzemi berendezésekre (például a felsővezetéki rendszerre).

Ezeken túlmenően Eliza Stettner doktori értekezésében további védelmi megoldásokat is említ, amelyek leginkább a **robbanóanyagok kiszűrésében** jelenthetnek segítséget [180]:

- testszkenner;
- veszélyes anyagot kutató rendszer;
- testfunkcióvizsgáló detektor (például izzadásvizsgálat).

Az utasforgalmi terek védelmét szolgálhatja a **fegyveres védelmi-biztonsági jelenlét** is (42. ábra). A katonák járőrözése mindenképpen a biztonság irányába hat, amit alátámaszt a kérdőíves felmérésre adott, fegyveres védelmi-biztonsági jelenlétet elfogadó válaszok számának nagyobb aránya (69%). Védelmi eszközként használhatók továbbá a repülőtereken már alkalmazott izoláló és elkülönítő konténerek is [182].



42. ábra: Felfegyverzett katonák Paris Gare de Lyon állomáson
forrás: <https://sputniknews.com/20190215/acid-attack-paris-metro-france-1072446818.html>

IV.1.6.2 Az áru fuvarozási létesítmények védelme

A rakodóberendezések, daruk, rakodóhelyek és raktárak védelme elsősorban a fizikai védelem kialakítását jelenti, amely leginkább a rakodóhely **körbekerítésével, megfelelő beléptető- és videórendszer alkalmazásával** érhető el. Különös figyelmet kell fordítani veszélyesanyag-szállítás üzemi létesítményeire (például töltő- és lefejtőhelyek, átrakó terminálok). Ezeknek a helyeknek meg kell felelniük a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari baleseti veszélyek ellenőrzéséről szóló tanácsi irányelvben meghatározott követelményrendszernek [183]. Az előírásoknak történő megfelelés csökkentheti egy esetleges támadás alkalmával a bekövetkező kár mértékét, illetve a súlyos következmények kialakulását. Az ilyen létesítmények fizikai védelme kiegészülhet fegyveres őrséggel is.

A hálózati szintű áruforgalmi csomópontok (rendező-, teher- és átrakópályaudvarok) védelme több okból is fontos lehet. Egyrészt a működésük kihathat az elegytovábbítás egész rendszerére, ezáltal az alágazat áruszállítási működőképességére, másrészt az állomásokon kezelt elegyáramlatok értékében szenvedett kár mértéke jelentős lehet, harmadrészt pedig ezek az állomások sok esetben a személypályaudvarok mellett, vagy velük egybeépítve létesültek, így a támadás kihathat a személyszállítási tevékenységre is. Az ilyen állomások jelentős területi kiterjedése nehezíti a megfelelő védelem kialakíthatóságát, ugyanakkor kerítéssel, videómegfigyeléssel, illetve járőrszolgálat működtetésével csökkenthetők, illetve megelőzhetők a jogellenes behatolások a vasútüzemi területekre.

IV.1.6.3 A vasútüzemi területek védelme

A vasútüzemi területek védelme a vonatforgalom fenntarthatóság szempontjából fontos. Ezek a helyiségek általában az állomások forgalomirányító egységei, de nagyobb állomásokon

más funkciójú helyiségeket is takarnak (például irodák, oktatótermek, stb.). Szintén a nagyobb állomások jellegzetessége, hogy ezek nem az utasforgalmi területeken találhatók, hanem külön épületben, ugyanakkor jellemzően nem védettek. Az állandó, szükséges mozgás miatt az ajtók sokszor nyitva maradnak, a belépő személyeket nem ellenőrzik. A kisebb állomásokon ezek a helyiségek a felvételi épületben kapnak helyet, így az utasforgalmi területekhez közvetlen kapcsolattal rendelkeznek.

A védelem lehetséges megoldása az illetéktelen személyek bejutásának megakadályozását jelenti. Alapvetően lehetséges **számváros ajtók használata**, illetve egyes területek elkerítése és a terület **videókamerás megfigyelése**. Egyes, kiemelten fontos épületek (például hálózati üzemirányító központok) védhetők **fegyveres őrséggel** is.

IV.1.7 Az állomások és kapcsolókertek védelme

Az állomások által biztosított vontatási energia az egyre inkább elterjedő villamos vasúti vontatás szempontjából kiemelt jelentőségű. A vontatási nem működőképességének megőrzése szükséges, mert a helyettesítésre alkalmas dízel vontatójárművekből nem áll rendelkezésre kellő darabszám a teljes vasúti forgalom lebonyolításához. A kapcsolókert egy adott állomás felsővezeteki rendszerét kapcsolja be vagy ki.

Az állomások és kapcsolókertek védelme fizikai módon **kerítés felállításával** lehetséges, ami kiegészíthető szögesdróttal, illetve a videókamerás megfigyelés itt is ajánlható. Az egyes kapcsolók állításának megakadályozására a **lakattal való rögzítés** használható.

IV.1.8 A saját célú pályahálózat védelme

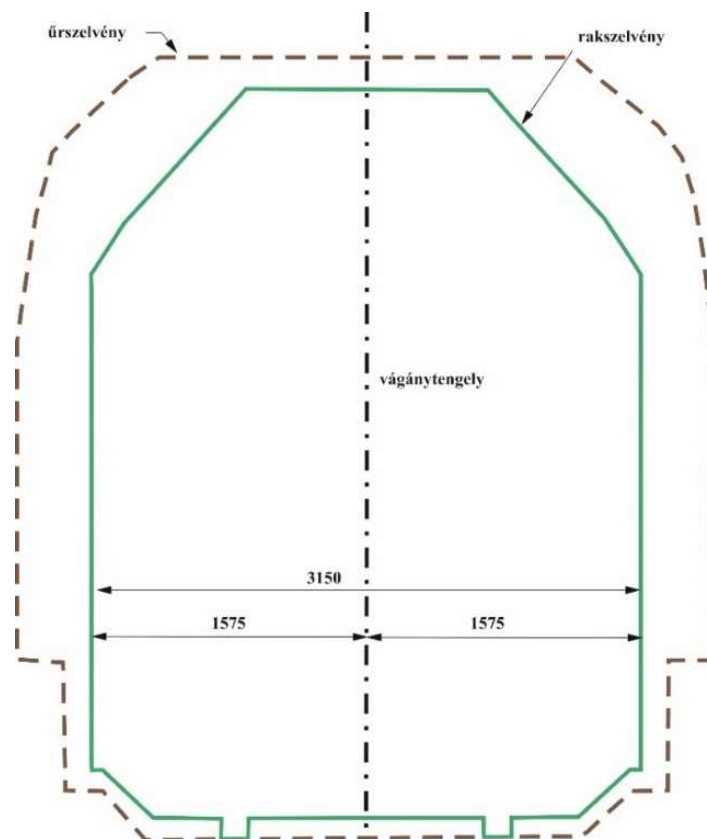
A saját célú pályahálózat leginkább üzemekbe vezető vasút vágányokat jelent, azonban az üzemek, telephelyek munkáját megakaszthatja, amennyiben a vasúti kiszolgálás lehetetlenné válik. Különösen igaz ez a vontatóvágányokra, illetve üzemi összekötővágányokra [184]. Ezekből ugyanis több üzem saját célú vágánya ágazik ki, tehát az ilyen vágányok támadása képes egyszerre több üzem munkáját megbénítani. Védelmi megoldás lehet a **kerítés építése és a videókamerás megfigyelés**. Országvédelmi jelentősége a honvédségi saját célú vágányok, illetve a védelmi-biztonsági feladatok ellátásába bevont cégek saját célú pályáinak védelménél emelhető ki (lásd a III.4.1 pontot).

IV.1.9 A szabad úrszelvény biztosítása

A vasúti járművek akadálytalan haladásához szükséges egy olyan tér-keresztmetszetet biztosítani, amibe bizonyos eseteket kivéve (például felsővezeték) nem nyúlhat be egyéb tárgy

vagy létesítmény [185]. Az így meghatározott űrszelvény nagyobb a vasúti járművek és rakományaik befoglaló méreténél annak érdekében, hogy elkerülhetők legyenek a járművek és rakományok sérülései. A vasúti járművek és rakományaik által elfoglalható térrészt rakszelvénynek nevezik [185]. Az űrszelvény és a rakszelvény egymáshoz való viszonyát mutatja a 43. ábra.

A rakszelvénybe benyúló tárgyba a haladó vonat beleütközik, amely súlyos esetekben a jármű kisiklását eredményezheti, ezért a vasúti közlekedés balesetmentes lebonyolításához szükséges a rakszelvényt magába foglaló szabad űrszelvény biztosítása. Ennek eseteit már vizsgáltam a pályához való hozzáférés és az útátjárók védelmének lehetséges módozatainál, azonban foglalkozni kell a felüljárókról az űrszelvénybe belógatható tárgyak elleni védelemmel is. A felüljárók lehetnek gyalogos- (44. ábra) vagy közúti (45. ábra) felüljárók. Mindkét esetben a vasút pályára való ráesést megakadályozni hivatott **védelmi kerítést** használnak, bár az ilyen kerítések gépkocsival szándékosan áttörhetők és a jármű ráeshet a vasúti pályára, így idegen tárgy kerülhet a rakszelvénybe.



43. ábra: Űr- és rakszelvény típusok, mértékegység: mm
forrás: saját szerkesztés



44. ábra: Gyalogos felüljáró

forrás: <https://ujaszaz.hu/bemutakozas/varostorteneti-muzeum/96-janoska-antal-a-vasuti-gyalogos-felujaro-tortenete>



45. ábra: Közúti felüljáró

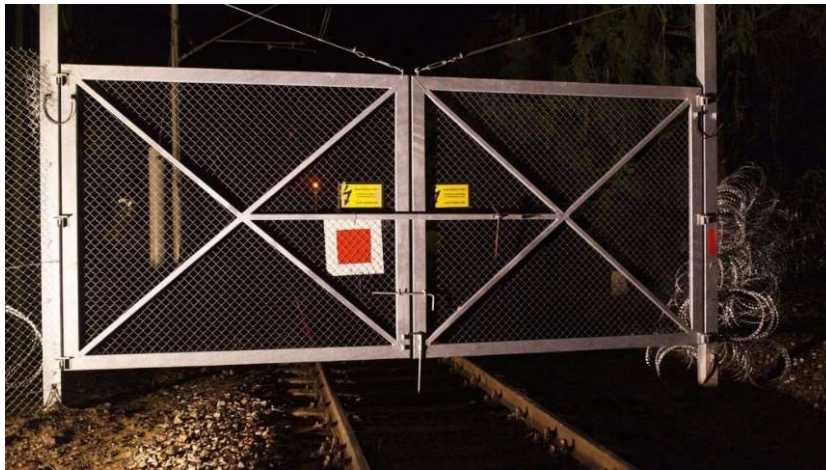
forrás: <https://innorail.hu/a-budapest-esztergom-vasutvonal-korszerusitese/>

IV.1.10 A vasúti határállomásokon alkalmazható védelmi megoldások

Ma már a határőrizetben is alkalmaznak hőkamerákat az elrejtőzött emberek felderítésére. A vasúti határállomásokon is telepíthetők olyan kapuk, amelyen a vonat áthaladása közben **hőkamerarendszer** működik és jelzi az ember jelenlétét a vasúti kocsikban. Ez a megoldás természetesen csak tehervonatok esetében alkalmazható, mert személykocsikban utasok utaznak, míg a teherkocsikban nem tartózkodik ember. A vonatot

kísérő őrk az alacsony létszámuk miatt hamar azonosíthatók. A hőkamerák azonban nem csak az embercsempészet kiszűrésére alkalmasak, hanem használhatók egyes vasúti rendellenességek észlelésére (például hőnfutás¹²²) is, így alkalmazásuk többcélú is lehet.

Egyes határszakaszokon a vasúti **határpontokon felállított kapu** védi az ország területét (46. ábra). Ilyen esetben a vonat csak akkor indulhat el, ha a kaput kinyitották és annak őrzése megoldott. A vonatok a nyitott kapun áthaladhatnak, mellettük nem szükséges megállni. A vonatok elhaladása után a kaput haladéktalanul zárni kell. A kapuk nyitási idejét be kell építeni az állomási tartózkodási időbe.



46. ábra: Vasúti határkapu

forrás: https://nepszava.hu/3025226_a-nemet-kormanypart-szerint-a-hatar-lezarasa-is-merlegelhető-egy-ujabb-menekultvalóság-eseten

IV.1.11 A pálya védelme drónok felhasználásával

A vasúti pályahálózat állapotának ellenőrzését a vonalbejárók szemrevételezéssel végzik el. Feladatuk, hogy megállapítsák a vasúti al- és felépítmény¹²³ szemmel látható hibáit és erről jelentést tegyenek. Megítélésem szerint munkájuk kiváltható kamerás megfigyeléssel. A vasúti hálózat nagy kiterjedése azonban megnehezíti a videókamerás megfigyelés és ellenőrzés lehetőségét. A fix telepítésű kamerák hatótávolsága miatt a teljes infrastruktúrahálózat lefedéséhez rengeteg kamerára lenne szükség, az általuk közvetített képet a nap 24 órájában figyelni kellene. Erre az esetek többségében nincs is szükség, ugyanakkor a

¹²² Siklócsapágyas vasúti kocsik futása közben a csapágyak meghibásodása.

¹²³ Alépítmény: a vasúti pálya térbeli elhelyezéséhez szükséges, geometriai követelményeket és a vasútüzemi feladatok elláthatóságát (például: forgalomból származó erők felvétele, vízelvezetés, stb.) kielégítő létesítmények összessége.

Felépítmény: a vasúti járművek közlekedésre szolgáló, azok terheit viselő, az alépítmények átadó és a járművek kerekeit vezető létesítmények összessége (például: ágyazat, sínek, keresztaljak, stb.).

kritikus pályahálózati elemeknél is (például egy pályaudvaron) számos fix kamerát kell felszerelni és üzemeltetni ahhoz, hogy ezeket a tereket megfigyelés alatt lehessen tartani.

IV.1.11.1 Követelmények és szabályozások

A 21. századi technológia elérte azt a szintet, amikor a fix telepítésű kamerák kiválthatók vezető nélküli légi járművek alkalmazásával. A vasúti infrastruktúra drónokkal való megfigyelése már több éve foglalkoztatja a kutatókat és a fejlesztőmérnököket. A vezető nélküli légi járművek (vasúti szektorban történő alkalmazása több területen is lehetséges. Az értekezés témájából eredően egy olasz tanulmány alapján a következő **vasúti infrastruktúravédelmi területek** azonosíthatók [186]:

- kritikus infrastruktúra elemek felügyelete és védelme (például hidak, alagutak, állomások);
- a környezet biztonságának felügyelete (például közeli erdőtüzek észlelése);
- fizikai biztonsági megfigyelés (vagyis a pályához való hozzáférés ellenőrzése);
- üzembiztonsági felügyelet (például a pályahibák kiszűrése).

A drónok használatának több tényező is határt szab. Elsőként említhetők az időjárási körülmények (például heves esőzés vagy erős szél). Az ellenőrzés nem lehet tekintettel az időjárási körülményekre, sőt a természeti hatások károkat okozhatnak a pályában (például leszakad a felsővezeték), amelyek időben történő felfedezése megelőzheti a súlyos baleseteket. Ezért különösen fontos, hogy a drónok kedvezőtlen időjárási körülmények között is használhatók legyenek.

További korlátozó tényező a drónok teherbíró képessége. Amennyiben szükséges sötétben felvételek készítése, akkor infravörös kamerával is fel kell szerelni a repülő járművet, illetve az azonnali képfeldolgozáshoz szükséges hardver eszköz hordozása is tovább növeli a terheket.

Jelenleg a repülési idő és távolság elenyészően kicsi a vasúti pályák kiterjedéséhez képest. A 20-30 perces repülési idő és a 30-40 km-es hatótávolság [186] csak egy pár állomásköz átvizsgálásához elegendő, utána az eszközt fel kell tölteni. Ez szükségessé teszi a vasútvonalak mentén töltési helyek kialakítását.

A megfelelő adatkapcsolat kialakításához elengedhetetlen a teljes vasúti infrastruktúra mentén a megfelelő jelerősségű WI-FI hálózat megléte és üzembiztos működése. A drónok vezetése ugyanis távolról történik, ehhez pedig szükséges, hogy az irányító személyzet végig lássa a repülési környezetet. Éppen ezért a drón kameráinak meghibásodása súlyos következményekkel járhat, ugyanis így nekimehet tárgyaknak és veszélyhelyzet állhat elő

(például a felsővezetéknek, ami ennek következtében leszakad, vagy éppen egy közlekedő vonatnak).

További fontos követelmény a megfelelően éles felvételek készítése és azok kiértékelhetősége. Horváth Balázs és Horváth Richárd tanulmányukban a távolság/pixel (DpD [cm/px])¹²⁴ értéket javasolják a megfelelő felbontású képek készítési távolságának megállapításához [187].

A drónhasználat szabályozását uniós és hazai jogszabályok rendezik¹²⁵, a vasúti alkalmazásához szükséges technológiát és technikai feltételeket egy olasz tanulmány ismerteti [188], ugyanakkor nem tér ki a felsővezeték környezetében tapasztalható viselkedésre. Az ENSZ munkacsoportjának tanulmánya is csak feltételezi a technikai korlátok és kockázatok közötti megemlítéssel, hogy a működő felsővezeték interferenciát okozhat a drónok fedélzeti berendezéseivel [189].

IV.1.11.2 A drónok védelmi felhasználásának polgári és katonai hatásai

A drónok védelmi célú felhasználása a vasúti infrastruktúra kettős felhasználási jellegéből adódóan mind polgári, mind pedig katonai területen jelentőséggel bír. Az I. fejezet vizsgálatai alapján a védelmi biztonság egyben a közlekedésbiztonság erősítését is jelenti, vagyis a katonai célú védelem elősegítheti a vasútüzem biztonságának növelését, ami nemzetgazdasági és társadalmi érdek is egyben.

A polgári hatások alapvetően a közlekedés és az ellátás biztonságát növelik. A drónokkal felfedezett infrastruktúra hibák az online összeköttetés miatt hamarabb jutnak el az irányító és ellenőrző személyzethez, így a reagálás is gyorsabb és hatásosabb lehet, amely balesetek megelőzéséhez vezet. Bár ma már a pálya bejárását és ellenőrzését végző munkavállaló a fejlett kommunikációs eszközöknek köszönhetően gyorsabban tud tájékoztatást adni a felfedezett hibákról, ugyanakkor az emberi hibázási lehetőség (és hanyagság) miatt a drónokkal vizsgált pályán a hibák észlelési aránya magasabb lehet. A vizsgálat kiválthatja az emberi pályabejárást, ezáltal a működési költségek csökkentését tesz lehetővé. Hasonlóképpen, a drónokkal végzett diagnosztikai vizsgálatok eredménye sokkal pontosabb lehet az emberi vizsgálatokénál, ami az üzembiztonságra van kedvező hatással azáltal, hogy az egyes alkatrészek rövidesen bekövetkező meghibásodását képes előre jelezni, így azok még a hiba beállta előtt kicserélhetők az üzem fenntartása mellett. A rendkívüli események észlelése csak

¹²⁴ DpD – distance / dot (pixel) = a megfigyelt objektum távolsága / a kép pixeljeinek száma [cm/pixel]

¹²⁵ Részletesen: <https://www.jogiforum.hu/blog-ip-it-vedjegy-domain-internet-jogi-blog-11/2022/02/03/a-dronzabalyozas-aktualis-allasa/>

repülés közben lehetséges, ugyanakkor például egy erős vihar után lehetséges úgynevezett „kémszemle” repülés végrehajtása, amelynek eredményeként megállapítható, hogy keletkezett-e kár az infrastruktúrában, így azzal nem az arra haladó vonat találkozhat elsőként. A kapott információk birtokában olyan fogalombiztonsági intézkedések hozhatók, amelyekkel balesetek előzhetőek meg.

A katonai hatások lehetnek támadó és védelmi jellegűek. A vasúti infrastruktúra feltérképezése és paramétereinek megállapíthatósága nagymértékben elősegíti a hadszíntérfelderítési tevékenységet például azért, hogy megállapítható a vizsgált vasúti infrastruktúrán közlekedtethető vonatok sebessége és terhelése. A létfontosságú rendszerelemek védelme különösen fontos az ellátási (és szállítási) láncok működőképessége szempontjából. Ez pedig a Bevezetésben meghatározottak szerint hatással van a nemzeti ellenállóképességre. A drónokkal védett vasúti infrastruktúrán a sebezhetőség minimalizálásával (például terrorcselekmények megakadályozásával) a követelménymodell működése alapján megvalósítható a katonai mobilitás, amely lehetővé teszi szövetségi feladataink minél magasabb minőségű végrehajtását.

A drónok védelmi célú felhasználásának polgári és katonai hatásait a 4. táblázatban foglalom össze.

polgári hatások			katonai hatások		
közvetlen	közvetett	további	közvetlen	közvetett	további
pályahibák kiszűrése	élőmunka kiváltása	működési költségek csökkentése	infrastruktúra paraméterek megismerése	hadszíntérfelderítés sikerességének erősítése	harcászati mozgékonyág növelése
korszerű pályadiagnosztika	üzembiztonsági szint növelése	biztonságos vasúti infrastruktúra	létfontosságú rendszerelemek védelme	ellátási láncok működési biztonságának növelése	nemzeti ellenállóképesség növelése
rendkívüli események észlelése	forgalom-biztonsági szint növelése	polgári mobilitási fok növelése	terrorcselekmények megakadályozása	katonai mobilitási fok növelése	szövetségi feladatok végrehajthatóságának növelése

4. táblázat: Drónok védelmi célú felhasználásának polgári és katonai hatásai
forrás: saját szerkesztés

IV.1.11.3 A közvetlen hatások igazolása kísérletekkel

A drónok védelmi célú felhasználásának közvetlen polgári és katonai hatásainak igazolására kísérleteket végeztünk. A KDP vállalati szakértő irányításával, drónfelvételek segítségével vizsgáltuk a vasúti infrastruktúra állapotát, illetve az oda nem illő tárgyak azonosításának lehetőségeit. A méréseket alagútban és nyílt pályán végeztük el. Az eredményekből következtetéseket és megállapításokat teszünk a közvetlen hatások igazolására vonatkozóan.

IV.1.11.3.1 Vizsgálati módszer

A kísérlettel kapcsolatban elvárásként fogalmaztuk meg, hogy a vasúti infrastruktúra apróbb rendellenességei is feltárhatók legyenek (pályahibák kiszűrése, például síntörés), illetve be lehessen azonosítani az infrastruktúra környezetében elhelyezett, apróbb, oda nem illő tárgyakat is (terrorcselekmények megakadályozása). Ennek vizsgálatára egy kartondoboz és az ágyazatról készült fénykép felhasználásával szimuláltuk a rejtett tárgyak észrevehetőségét, illetve egy apró sárga dobozt rejtettünk el az ágyazat kövei közé. További elvárás volt a felvételek alapján egyes paraméterek mérhetősége. Ezeket a helyszínen kézi mérőeszközzel is lemértük és a két értéket összehasonítottuk.

A vasúti közlekedés egyik sajátossága a villamos üzem, ezért külön szerettük volna vizsgálni a működő felsővezeték hatását a felvételek készítésére. A vasúti szakemberekkel való konzultációt követően ettől a kísérlettől elálltunk, mert a szakemberek nem tudták garantálni a repülő eszköz sértetlenségét. Így méréseink alkalmával csak olyan mértékben közelítettük meg a vasúti felsővezeték, amikor még a repülő eszköz önmaga nem jelzett interferenciát (kb. 35-40 m).

A fenti feltételeknek megfelelő helyszínek közül, figyelembe véve a helyszín vonatforgalmát és tolatási mozgásait, a következőket választottuk ki:

- Budapesti Gyermekvasút területe (alagúti mérésekhez);
- Óbuda állomás erőművi iparvágány (nyíltvonali mérésekhez).

A mérésekről jegyzőkönyveket vettünk fel, amelyek a 7. sz. mellékletben találhatóak. A felvételeket a KTI-ben *AGISOFT Metashape 1.7.1 professional edition* képfeldolgozó szoftverrel dolgoztuk fel.

A megfelelő paraméterek megadása után a fényképfelvételek feldolgozását és 3D modellé alakítását a szoftver közel automatikusan végezte el. A fájlokat tartalmazó mappa hozzáadása után a képek egymáshoz igazítása történt meg az Align paranccsal. Miután a szoftver sikeresen azonosította a helyes elhelyezkedést, egy úgynevezett Tie Points (Ritka pontfelhő) réteg készült el, ami megmutatta azokat a pontokat, amelyek alapján fel fog épülni a modell váza (Mesh), a sűrű pontfelhő (Dense Cloud), majd a valódi textúrázott 3D modell (Tied Maps). A ritka pontfelhőn már kirajzolódik a felmért terület, sok olyan ponttal kiegészítve, amelyek a közvetlen vagy távolabbi környezetben helyezkednek el. Ezeket manuálisan el kellett távolítani, hogy kizárólag a célterületünkről készüljön a részletes modell. A következő lépésben a ritka pontfelhő alapján egy Mesh réteget hoztunk létre, ami már egy összefüggő felületet képző forma. A Mesh adja az alapját a 3D modellnek, amire a szoftver a

fényképek alapján készített egy textúra hálót, ami által láthatóvá válik a felszín valódi megjelenése. Ez alapján készíthetünk, a fényképek felhasználásával, egy olyan ábrát, aminek minden pontja felülnézetből, pontosan 90 fokot zár be a talajjal, így térképi nézetben láthatjuk a drónos felmérés eredményét (ortofoto).

IV.1.11.3.2 Eredmények és megállapítások

1. Alagúti mérés

A jegyzőkönyvből kiolvasható körülmények miatt a teljes alagutat nem tudtuk berepülni, csak egy bizonyos részét. Az így rendelkezésre álló adatokból elkészítettük az alagútrész 3D modelljét és az alapján méréseket végeztünk az alagút paramétereit illetően. A mérések az alagút magasságát és szélességét illetően pontosak voltak, ugyanakkor az alagútban mért nyomtávolság jelentős mértékben eltért a valóságtól (760 mm tényleges nyomtávolság helyett 538 mm mért érték). Ez már jelentős mértékű tévedés, ami döntően befolyásolhatja a hadszíntérfelderítés sikerét. Mindezekből következően az alábbi megállapításokat teszem:

- a vasúti, különös tekintettel az íves alagutakban a repülő eszközök megfelelő kiválasztása és a drónok távoli irányítása rendkívüli szakértelmet igényel, ugyanakkor ez feltétele az emberi felderítő vagy ellenőrző tevékenység kiválthatóságának;
- a mérések pontossága a rossz fényviszonyok miatt nem tekinthető megfelelőnek;
- a drón által készített felvételek alapján megrajzolható az alagút 3D modellje;
- a confidence modell mutatja, hogy a működés ideje alatt a repülő eszköz nagy biztonsággal azonosította az alagút falát, így a benne közlekedtethető vonatok ürszelvénye meghatározható;
- a fényképek alapján azonosítható az alagútban található biztonsági beálló.

2. Nyíltvonalis mérés

A nyíltvonalis mérés alkalmával vizsgáltuk a pálya állapotát és az oda nem illő tárgyak észrevehetőségét. Ennek érdekében egy zúzottkő ágyazatról készült fényképpel fedtünk le egy dobozt és helyeztük el az egyik sínszál belső éle mellé, amit a vágánynál fellelhető kövekkel is befedtünk. Ezen túlmenően a használaton kívüli pálya sínszálain köveket és faágakat helyezünk el, illetve egy sárga színű apró dobozt rejtettünk el a zúzottkő ágyazatban. A mérés alkalmával volt lehetőség a közeli vasútvonal villamos felsővezetékének elektromágneses terét is vizsgálni, de csak olyan mértékben, hogy a felvételek készítésekor (15-40 m közötti repülési magasságon)

a légi jármű biztonsági rendszer jelzett-e interferenciát. A mérések alapján a következő megállapítások tehetők:

- a felvételek alapján elkészíthető volt a pálya 3D modellje;
- a confidence modell alapján kijelenthető, hogy nyílt vonalon a modell megbízhatósága jelentősen nagyobb az alagúténál;
- a különböző repülési magasságokon készített felvételek alapján az egyes objektumok észrevehetősége különböző mértékű volt, az elrejtett sárga dobozt csak fényképfelvétel alapján lehetett megtalálni, a modellben nem volt azonosítható;
- a modell alapján végzett méretmeghatározások eredményének helyessége jelentős szórást mutat, a tévedés mértéke 1 és 20% közötti.

3. Összefoglaló következtetések

Összességében kijelenthető, hogy **az általam választott drónos felderítési módszer alkalmas a vasúti infrastruktúra vizsgálatára, az oda nem illő tárgyak felismerésére.** Feltételezésünk szerint az alagúti baleset bekövetkezésének egyik lehetséges oka a drón túl nagy mérete is lehetett, ugyanakkor ismeretlen terepen nem minden esetben lehetséges az optimális repülő eszköz kiválasztása, ezért a pilótatudás ugyancsak meghatározó jelentőségű.

A védelmi célú drónhasználat közvetlen polgári hatásainak tekintetében:

- a vasúti infrastruktúra állapotának felmérésére megfelelő felbontású képeket készítő repülő eszközök rendelkezésre állása szükséges, ugyanis a sínszálak hibái (például repedések, törések) azonosítása csak így lehetséges;
- a 3D modellek alapján a diagnosztikai elvárásoknak megfelelő az eljárás;
- a sínszálakra helyezett nem oda illő tárgyak felismerhetősége megfelelő volt, így a rendkívüli események drónvizsgálatokkal megelőzhetők.

A közvetlen katonai hatások tekintetében:

- a vasúti infrastruktúra méretei a felvételek és a modellek alapján meghatározható, ugyanakkor a kísérletek mérési pontossága nem volt megfelelő, amely szükségessé teszi a pontosabb repülő eszköz használatát;
- a létfontosságú rendszerelem (alagút) védelme a felvételek alapján a repülés ideje alatt biztosítható, azonban, ha egyes elemek folyamatos védelme szükséges, állandó kamera vagy fegyveres őrszolgálat jelentheti a megfelelő védelmi színvonalat;
- a felvételek alapján azonosíthatók az infrastruktúra elemei közé rejtett tárgyak, így egyes terrorcselekmények megakadályozhatók.

Általánosan megállapítható azonban, hogy a megfelelő eredmény elérésének feltétele a megfelelő repülő eszköz, valamint szaktudású személyzet megválasztása.

Az egyes mérési helyszíneken készített releváns fényképek és az azok alapján elkészített modellek a 8. sz. mellékletben találhatók.

IV.1.11.4 További alkalmazási területek

A drónoknak ma már sokféle katonai alkalmazása ismert, a hadszíntérfelderítés területén ugyanakkor javasolható ennek kiterjesztése a vasúthálózatok értékelésére is. Szajkó Gyulával írt cikkünkben bemutatott kibővített szemrevételezési lista [190] több eleme vizsgálható drónok bevonásával. A technológia lehetővé teszi, hogy az előző pontban írtak figyelembe vételével, megfelelő, szinte minden részletre kiterjedő felvételek készüljenek a vasúti pálya állapotáról, így eldönthető, hogy az igénybe vehető-e a tervezett katonai mozgatási-szállítási feladatok végrehajtására.

Az infrastruktúrávédelemben a drónok felhasználhatók a vasúti pálya állapotának rugalmas és automatizált felügyeletére, valamint felhasználható a rendkívüli helyzetek kezelésére olyan video-streaming szolgáltatás nyújtásával, amely lehetővé teszi a hatóságok részére a problémára adott válaszadási műveletek koordinálását [191].

A mesterséges intelligencia alkalmazásával tovább növelhető az infrastruktúravizsgálatok hatékonysága. Az egyes hibákat és rendellenességeket önmagától felismerő drón olyan parancsokat küldhet a forgalmi irányító vagy a mozdony személyzet felé, amely lehetővé teszi gyors intézkedések fogantatását és ezáltal a balesetek elkerülését. Ezen a gondolatsoron tovább haladva, már maga a drón irányíthatja a forgalmi folyamatokat és a kiadott parancsokat a vontatójármű, vagy a biztosítóberendezés emberi beavatkozás nélkül hajtja végre.

A mesterséges intelligenciával betanított drónok alkalmazhatók a közlekedési szakértők által javasolt, vontatójárműről indítható védelmi eszközként is. Ebben az esetben fontos körülmény annak vizsgálata, hogy a drón hol helyezhető el a vontatójármű tetején, ott hogy rögzíthető menet közben és milyen töltési lehetőségek állnak rendelkezésre. A módszer feltétlen előnye ugyanis, hogy a mozdonyra rögzített drónt a szállítás alatt lehet tölteni, így a szükséges repülésekhez mindig lesz elegendő energiája.

Fentiek realizálásához szükséges megfelelő adatkapcsolat és miután a vasúti közlekedés irányítását egyes esetekben drónok végzik, kiemelten fontos terület az adatkapcsolat biztonságának szavatolása, vagyis a vasúti kibervédelem erősítése. Ugyanakkor a kutatók felhívják a figyelmet a mesterséges intelligencia használatának kockázataira is (például az

etikai és egzisztenciális problémákra) [192], [193], valamint arra, hogy a mesterséges intelligencia algoritmusok a kibertámadásokkal szembeni sebezhetőségük tekintetében nem különböznek más szoftverektől [194], amelyek tovább növelik a kibervédelem szükségességét és a megfelelő szabályozás szükségességét.

IV.2 VASÚTI KIBERVÉDELEM

A mai, korszerű vasútüzemi munka alapja az informatika. A vasúti infrastruktúráberuházások egyik célja a régi, elavult berendezések kiváltása korszerű, informatikai úton vezérelt berendezésekkel, amelyek javítják a vasútüzemi munka minőségét és csökkentik az élőerő felhasználást. Az informatika előtérbe kerülése kockázati elemként jelenik meg a vasúti közlekedésben. A digitalizáció előretörése, az információk, adatok digitális formátumú továbbítása a közlekedés és így a vasút területén is új veszélyforrásként értelmezhető. Ezeket az információs területen megjelenő hatásokat Munk Sándor az alábbiak szerint rendszerezte [195]:

- a rendszer által értelmezhető, feldolgozható információk bejuttatása;
- a rendszer által kezelt információk, megvalósított információs tevékenységek módosítása, törlése a rendszer saját folyamatai, résztvékenysége útján.

A vasúti közlekedés területén mindkét hatás megjelenhet, de a másodiknak van kiemelt jelentősége. Míg első esetben például az utastájékoztató rendszerekben jelenhetnek meg hamis információk, addig a második esetben a biztosítóberendezések és irányító rendszerek információs (adattovábbítási) folyamatainak módosítása és ezáltal hamis parancsok kiadása súlyos balesetek kialakulásához vezethet.

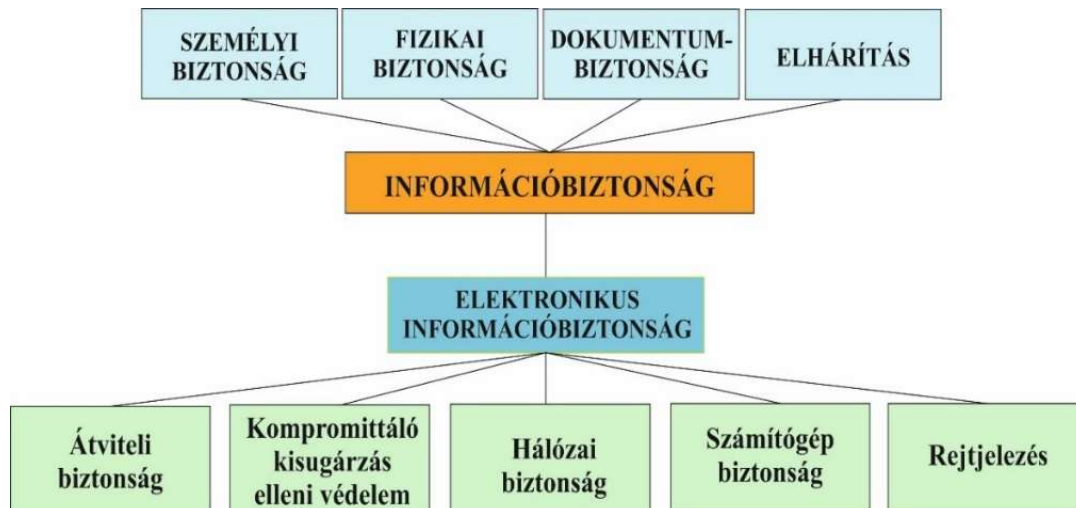
Az információs terrorizmus¹²⁶ célja a digitális hálózatok támadása és ezen keresztül károk okozása. Az Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynöksége¹²⁷ egy 2015-ös tanulmányában megfogalmazta a közforgalmú közlekedéssel kapcsolatos veszélyek kategóriáit, amelyben többek között a kiberterrorizmus különféle módozatait is felsorolja [196]. A közlekedési (irányítási) rendszerek kibertámadásával a károkon túl a bekövetkező balesetek miatt áldozatok is szedhetők. A kiberterrorizmus ilyen „hard” formája [197] kellő alapot ad arra, hogy a vasúti közlekedés informatikai rendszereit védjük és felkészítsük az esetleges támadások ellen.

A műszaki-informatikai rendszerek kibertámadásai elleni védelem jelenleg az egyik legfontosabb kérdés a vasúttársaságok és az infrastruktúrákezelők biztonsági irányítási rendszereinek kiépítésekor, hogy megfeleljenek a kritikus információs infrastruktúrák védelmi

¹²⁶ A szakirodalomban kiberterrorizmusnak is nevezik.

¹²⁷ European Union Agency for Network and Information Security (a továbbiakban: ENISA)

előírásainak [198]. A megfelelő kiberbiztonság kialakítása Kovács László szerint komplex tevékenységek sorozatát igényli [199], amelyhez az alapot Haig Zsolt 2006-ban megjelent konferenciaközleményének 3. ábrája szolgáltatja [200]. A 47. ábra szerint az információbiztonság elsősorban az elektronikus információbiztonságot jelenti, amelynek elmei többek között az átviteli, a hálózati és a számítógépbiztonság.



47. ábra: A komplex információbiztonság elemei
forrás: [200] alapján saját szerkesztés

Fentiek alapján ebben a pontban a vasúti forgalomlebonyolítás kiberfenyegetettségét vizsgálom. A vizsgálat két alapvető szempontja:

- a rendszer informatikai támadása képes lehet-e balesetek előidézésére,
- illetve a rendszerből megszerzett adatok felhasználásával elkövethetők-e terrorcselekmények.

IV.2.1 A vasúti forgalomlebonyolítás informatikai adatainak védelmi szempontú vizsgálata

A vasúti forgalomlebonyolítás végrehajtásához a II. fejezet alapján szükséges a vonatok részére kisserkesztett menetrend, a közlekedéssel kapcsolatos kommunikáció lefolytatása és a biztosítóberendezések kezelése. Ebben a pontban a három terület informatikai rendszereit vizsgálom abból a szempontból, hogy a rendszerek mennyire kitettek terrortámadásoknak és mennyiben befolyásolják az alágazat működőképességének fenntarthatóságát, vagyis az átviteli, hálózati és számítógépbiztonságot.

IV.2.1.1 A menetrendi adatok vizsgálata

A II.4. pontban ismertettem, hogy a vonatok közlekedése menetrend alapján történik, amelyet a kapacitáselosztó szervezettől kell megrendelni, vagyis menetvonalat

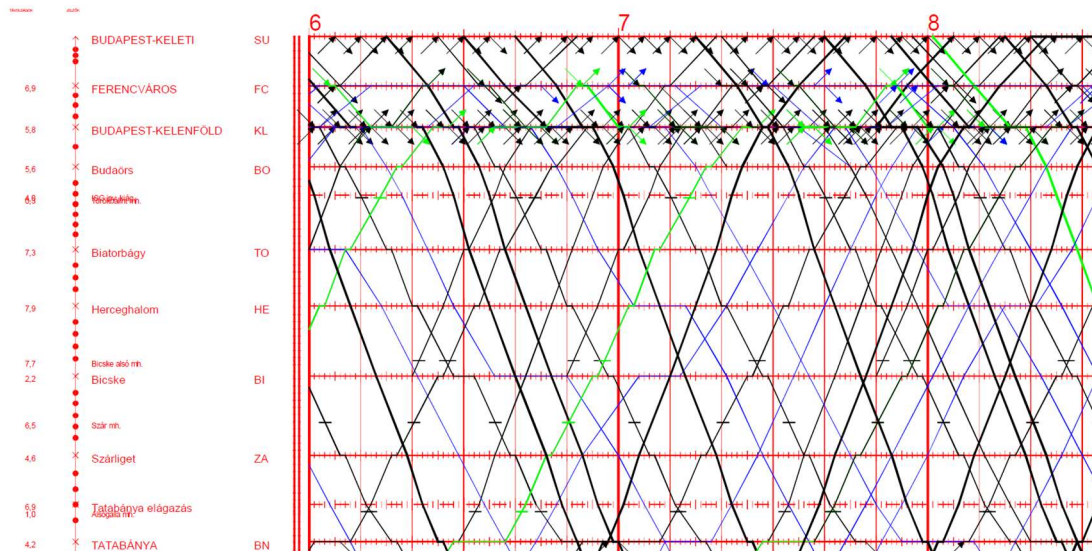
(kapacitáshányadot) kell igényelni a pályahálózat működtetőjétől. Naponta, vagy az éves üzemi menetrendben¹²⁸ [201] előre meghatározott napokon közlekedő személyvonatok esetében ezt nem kell minden egyes közlekedési nap előtt megtenni, hanem mód van éves megrendelés benyújtására. Ez azt eredményezi, hogy a legtöbb személyvonat megrendelése már több napra előre elkészül. Alkalmi (főleg teher-) vonatok esetében minden egyes esetben külön menetvonalat kell igényelni. A menetvonalak megrendeléséhez az alábbi paraméterek megadása szükséges:

- vonatazonosítók (tervezett vonatszám, típus);
- megállási helyek;
- tervezett menetrendi adatok (amennyiben van saját tervezés is);
- vontatójármű(vek);
- tervezett vonathossz;
- elegytömeg¹²⁹, teljes tömeg;
- tervezett vonatösszeállítás.

Ezeket az adatokat minden egyes vonat menetvonalának megrendeléséhez meg kell adni, mert csak ezek ismeretében lehetséges a vonatok menetvonalának kisserkesztése. A kisserkesztett menetrend megjelenési formája a menetrendábra (48. ábra). Az ábra egy út-idő grafikon, ahol függőlegesen fel vannak tüntetve a vasútvonal egyes szolgálati helyei (kódjelekkel), vízszintesen pedig az idő (egy-egy országban az abszcissza és az ordináta tengelyek fel vannak cserélve). Az ábráról leolvasható, hogy egyes vonatok melyik időpillanatban a vasútvonal mely pontján haladnak vagy tartózkodnak, illetve mikor találkoznak másik vonattal és hol lehet konfliktus a menetvonalak között.

¹²⁸ Az éves üzemi menetrend érvényességi időtartama minden év december második szombatját követő vasárnap 00:00 órakor kezdődik, és a következő év december hónap második szombatján 24:00 óráig tart.

¹²⁹ A járművek saját tömegének és rakománytömegének összege.



48. ábra: Menetrendábra

forrás: https://www2.vpe.hu/menetrendi_abrak/2021_2022

Miután a menetrendszerkesztési tevékenység eredményterméke a 48. ábrán látható nyomtatott formátumú menetrendábra, így a rendszerek informatikai támadása nem képes közvetlen baleseteket előidézni. A jövő azonban elhozhatja a menetrendábra alapú forgalomlebonyolítást a nagyvasútnál is (a zárt pályán közlekedő M4 metró már így üzemel), amikor a forgalom lebonyolításához szükséges adatok közvetlenül a digitális menetrendábráról töltődnek be a forgalomirányító rendszerekbe. Ebben az esetben elvileg előfordulhatna, hogy a menetrendkészítő program támadásával a vonatok keresztezését olyan pontra lehetne helyezni, ahol az nem lenne lehetséges (például egyvágányú nyíltvonali szakaszokra), ugyanakkor a már most is létező ellenmenet és utolérés kizárás¹³⁰ nem engedi ilyen esetekben a szembe közlekedő vonatok vágányútjának felépítését¹³¹.

A magyarországi vasútvonalak menetrendábrái a VPE Kft. honlapján nyilvánosan hozzáférhetők, a 48. ábra az 1. sz. vasútvonal menetrendábrájának egy részlete. A kapacitáselosztó szervezetet erre az 55/2015 (IX. 30.) NFM rendelet 2019. évi módosítása kötelezi. Ez kiberbiztonsági szempontból nem szerencsés, ugyanis így az egyes vonalakon közlekedő vonatok pontos időadatai minden probléma nélkül kiolvashatók. Igaz ugyan, hogy a vonatazonosítók nem jelennek meg az ábrán és a használt színek sem, de logikai úton kikövetkeztethető az egyes színek jelentése¹³². Hasonló problémát vet fel a vonatok menetvonal megrendeléshez megadott paraméter adatainak megszerzése is. Mindebből következik, hogy a

¹³⁰ F. 2. 1.2.20.

¹³¹ Azt az elméleti lehetőséget feltételezve, hogy ezzel egyidőben nem éri támadás a forgalomirányító rendszert.

¹³² Feltételezhető, hogy egy vasútvonalon többségében személyszállító vonatok közlekednek, így a többet használt szín, azaz a fekete jelenthet személyvonati menetvonalakat.

menetrendi adatok megszerzése a terroristák érdeke lehet, mert azok alapján fizikai terrorcselekményeket tudnak végrehajtani. Az adatok alapján megtervezhető egy robbantás helye, időpontja és a vonatparaméterek alapján még a szükséges robbanóanyag mennyisége is.

IV.2.1.2 A forgalomirányítás kommunikációjának vizsgálata

A forgalomirányításban részt vevők kommunikációja alatt a vonatok közlekedése érdekében közölt információk áramlását értjük. A menetrend által előírt vasútüzem munkát a terület nagysága, összetettsége és a szereplők¹³³ nagy száma miatt koordinálni kell. Ugyancsak szükséges kapcsolatot tartani a hatóságokkal és a külső szervezetekkel. Ezt a koordinációt látják el az üzemirányító szolgálatok. Maga az üzemirányítási tevékenység az F. 3. sz. az üzemirányítási és operatív irányítási szolgálat ellátását szabályozó utasítás szerint a vonatforgalom tervezésével, lebonyolításával, szabályozásával, valamint az infrastruktúra üzemeltetésével összefüggő koordinációs irányítási tevékenység [202]. E tevékenység fő kommunikációs eszközei a különféle menetirányító szoftverek, ugyanakkor a rendelkezések és utasítások telekommunikációs eszközök igénybevételével jutnak el az érintett személyzet részére. Az irányítási tevékenység az irányított rendszer nagy térbeli kiterjedése miatt területi hierarchia szerint tagolt, így egyes döntések kommunikációja több szinten keresztül történik. A kommunikációs folyamatok védelmi elemzéséhez két fogalmat kell bevezetni. A normál üzemi helyzet alapvetően menetrend szerinti közlekedést takar, csak kisebb problémák fordulnak elő és azoknak nincs hálózati kihatásuk. Rendkívüli üzemi helyzet akkor adódik, amikor valamilyen rendkívüli esemény következik be, amelynek kezelése a helyzet súlyossága vagy hálózati kihatása miatt központi beavatkozást igényel.

Fenti meghatározásból következően az üzemirányítás normál üzemi helyzetben csak felügyeli a vonatforgalom lebonyolítását, nem ad rendelkezéseket a vonali személyzet felé. Rendkívüli üzemi helyzetben a probléma kiterjedésének és a szervezeti hierarchiának megfelelően területi vagy központi szinten történik a beavatkozás.

Ez az F. 3. sz. Üzemirányítási Utasításból levezethető feladatköri meghatározás azért fontos, mert ebből következik, hogy a vonatforgalom lebonyolítása elsősorban a kiépített irányító berendezéseknek megfelelően állomási vagy központi forgalomirányítási folyamat, így normál üzemi helyzetben az üzemirányítás részéről nem érkeznek ilyen jellegű utasítások vagy rendelkezések. Ezért a helyi dolgozók figyelmét fel kell keltse egy normál üzemi helyzetben az irányítás részéről érkező, a vonatforgalom lebonyolítását befolyásoló

¹³³ Elsősorban vállalkozó vasúti társaságok és a különböző pályavasúti szakszolgálatok.

rendelkezés. Rendkívüli üzemi helyzetben az irányító személyzet a vonatközlekedéssel kapcsolatban döntéseket hoz, amelyeket el kell juttatni az állomási- és a vonatszemélyzet részére. Ez történhet szóban, írásban, illetve távkezelt vonalakon a berendezések kezelésével.

Az információközlés elsődleges felülete a vasútüzemi belső telefonhálózat, de információ adható és kérhető rádión, mobiltelefonon, sms-ben és emailben is. A továbbiakban azt szükséges vizsgálni, hogy ezeket az információátadási lehetőségeket mennyire lehet kívülről elérni, vagyis elkövethető-e terrorcselekmény az irányítási kommunikációs rendszerbe történő behatolással. Ebben a pontban csak a hagyományos információs csatornákkal foglalkozom, a gépi információátadást a következő pontban vizsgálom.

A vizsgálat első lépcsője az információátadásra használt csatornák hálózati típusainak megállapítása. A vasútüzemi telefonhálózat zárt hálózat, az adattovábbításra saját távközlési hálózatot használ, és ezen belül a forgalmi irányítás külön célú hálózaton tud kommunikálni [101]. A külön célú hálózatra kívülről, tehát külső hálózatokból nem lehet csatlakozni, amely megnehezíti az ilyen irányú behatolási kísérleteket. A több külön célú hálózat alkalmazása miatt előfordul, hogy egy munkavállaló egyszerre több, egymástól független berendezést is kezel. A vontatójárművekre továbbított szöveges információk rádión keresztül jutnak el a mozdony személyzethez, amely nem nyilvános hálózatot használ, ugyanakkor a forgalmazás elektronikai zavarással akadályozható. A kommunikáció további felületei már mind nyílt hálózatok, vagyis a távközlési szolgáltatók hálózatait használják az üzenetek továbbítására. A nyílt hálózatok könnyen támadhatók, még abban az esetben is, ha a hálózat kapujába tűzfalat állítanak. Az ilyen esetekben kikerülnek, vagy üzemképtelenné teszik a tűzfalakat és behatolnak a rendszerbe, hogy onnan adatokat nyerjenek ki, vagy megváltoztassák a benne lévő adatokat. A védelem hatásossága a tűzfal erősségétől függ. Ezért az elsődleges kommunikációs felület továbbra is a belső üzemi telefon, ami hangrögzítő berendezéssel van ellátva. Ennek segítségével a forgalmazott üzenetek tárolhatók és visszakereshetők, így megtudható, hogy ki milyen adatokat és információkat adott át kinek, és tényleg az arra jogosultakat látták-e el a szükséges információkkal.

Fentiekből levonható az a következtetés, hogy a forgalomirányítás kommunikációjának védelme csak a belső vasútüzemi telefonhálózatok esetében éri el azt a szintet, ami kielégítőnek nevezhető a kibertámadásokkal szemben. A kommunikációs rendszerek támadása az ezáltal kiadható hamis rendelkezések révén alkalmas balesetek előidézésére, illetve az adatok megszerzésével (lehallgatással, üzenetek olvasásával) olyan adatok szerezhetők, amelyek felhasználhatók terrorcselekmények elkövetéséhez. A kommunikáció védelme tehát kiemelt jelentőségű.

IV.2.1.3 A biztosítóberendezések adatforgalmának vizsgálata

A vasúti közlekedés biztonságos lebonyolításának alapja, hogy a biztosítóberendezések megfelelően működjenek és megfelelő kommunikációjuk biztosított legyen. Az esetleges terrorakciók ezt a rendet akarják megbontani a nem megfelelő működéssel (például hamis jelzési képek kivezérlésével), illetve a berendezések egymás közötti kommunikációjának megakadályozásával (például foglaltságérzékelés megszüntetésével).

A régebbi típusú biztosítóberendezéseknél a „kommunikáció” szerkezeti függést jelentett az egyes elemek között, amelyet villamos indukció útján vagy vonóvezeték segítségével értek el. A nagyobb biztonságot segédberendezések (például retesz) alkalmazásával alakították ki. A korszerű biztosítóberendezések már informatikai úton oldják meg az egyes berendezéselemek közötti kommunikációt. A kommunikáció történhet:

- a kezelőfelület és az egyes állítható elemek között (jelzők, kitérők, stb.);
- önműködő üzemben a berendezések között;
- a pálya menti berendezések és a vontatójármű között.

A vasúti forgalomlebonyolítás biztonsága és ezáltal a rendszer működőképességének fenntartása érdekében kiemelten fontos a hibamentes kommunikáció biztosítása. A kommunikáció különböző típusú hálózatokon keresztül bonyolódik.

A *belső hálózat* elsősorban egy berendezésen belül, azok moduljai között van kiépítve. Maga a berendezés fizikailag zárt térben található, ezért az illetéktelen behatolás elleni védelem mechanikusan biztosítandó (belépési jogosultság ellenőrzése révén). A kis távolságok miatt lehetséges csak a gyártó által engedélyezett eszközök (kábelek) használata. Adatbiztonság szempontjából a legmegfelelőbb az lenne, ha a vasúti biztosítóberendezések egy belső hálózatba kapcsolva működnének. Ez megkövetelné, hogy valamennyi biztosítóberendezés egy gyártótól érkezzen, mert csak ebben az esetben lenne garantálható valamennyi elem gyártó általi engedélyezettsége.

Ez azonban a már üzemelő biztosítóberendezések eltérősége miatt sem biztosítható, másrészt pazarlás lenne a különböző gyártóktól származó biztosítóberendezések miatt párhuzamos kábelezést végrehajtani. Az alkalmazott megoldás az egyes alrendszerhálózatok összevonása révén *zárt hálózatok* kialakítása, de ezek már nem tekinthetők belső hálózatnak. Ebben az esetben a hálózat zártságát (azaz a kívülről történő csatlakozás megakadályozását) az üzemeltetőnek kell biztosítania, mert ennek feltételét ő tudja garantálni, a kivitelező nem. A zárt hálózat biztonsági problémája a késett adatok továbbítása a belső hálózat felé. A probléma kiküszöbölhető, amennyiben az átviteli csatorna robusztus (nem érzékeny az adatvesztésre,

mert meghibásodáskor is valamennyire működőképes marad), mert ebben az esetben a késett információtovábbítás valószínűsége elegendően csekély.

A harmadik esetben az adatátvitelre egy szolgáltató *nyílt hálózatán* keresztül kerül sor (például e-mail). A védett hálózat kapujába tűzfalat kell állítani, amely megakadályozza a behatolást egyúttal titkosítva a védett hálózatot. A védelem a tűzfal „erősségétől” függ. A nyílt hálózat vasúti felhasználása nem egyezik meg a vasúti biztonságfilozófiával, mert a hálózathoz könnyű hozzáférést biztosít illetéktelenek számára is.

Az előforduló kommunikációs hibákat és azoknak az egyes hálózattípusokon mérhető előfordulási gyakoriságát az 5. táblázat foglalja össze.

fsz.	hiba típusa	I. osztályú belső, zárt hálózat	II. osztályú zárt hálózat	III. osztályú nyílt hálózat
1.	ismétlés (egy adat kétszer jelenik meg a rendszerben)	ritkán előfordulhat	közepes előfordulás	gyakori előfordulás
2.	kimaradás (egy adat nem jelenik meg a rendszerben)			
3.	elváltozás (egy adat hibásan jelenik meg a rendszerben)			
4.	késés (egy adat nem kellő időben jelenik meg a rendszerben)			
5.	beszúrás (nem oda illő adat jelenik meg a rendszerben)			
6.	sorrendváltozás (az adatok sorrendje felcserélődik)	ritkán előfordulhat		
7.	hamisítás (egy adat értékét szándékosan megváltoztatják)	nagyon ritkán fordul elő	nagyon ritkán fordul elő	

5. táblázat: Az adattovábbító hálózatok hibalehetőségei és azok előfordulási gyakoriságai
forrás: [203] felhasználásával saját szerkesztés

A hálózati adatátvitelben bekövetkező hibák (szándékolt) előfordulásakor balesetek is bekövetkezhetnek, például ha egy továbbhaladást tiltó jelzési kép késve jelenik meg a jelzőn és a mozdonyvezető nem kezdi meg időben a fékezést. Ezért a korszerű biztosítóberendezéseknél kiemelten fontos, hogy a kommunikáció belső vagy zárt hálózaton történjen, mert ezekben az esetekben a hibák előfordulási gyakorisága elviselhető kockázatot jelent.

Különösen fontos kiemelni, hogy a biztosítóberendezések tekintetében az adattovábbításba való beavatkozásnak a balesetek bekövetkezésben van jelentősége, mert a támadások közvetlenül ezek előidézésére irányulnak, kevésbé az információk megszerzésére. Miután az **elektronikus biztosítóberendezések** közvetlenül vezérlik a vonatok forgalmát és állítják a pálya mozgatható alkatrészeit, az ilyen típusú berendezések **kibertámadások elleni védelme az egész vasúti közlekedési alágazat védelmi célú felkészítésének egyik legjelentősebb feladata.**

IV.2.2 Információvédelmi lehetőségek

A vasúti informatikai adatok védelme elsősorban azt jelenti, hogy az adatokat csak a jogosultak láthassák, azokat csak ők használhassák fel és az adatok tárolásakor se férhessenek hozzá illetéktelenek. A védelmi megoldások között a további kritikus infrastruktúra ágazatoknál sok jó példa található. Szakirodalmi elemzéssel, a vasúti közlekedési alágazatra való adaptálhatóság szempontjából vizsgálom a kritikus infrastruktúra ágazatok különböző információvédelmi gyakorlatát annak érdekében, hogy a területen még nem alkalmazott eljárások átvehetők legyenek. Ehhez vizsgálom a MÁV Zrt. informatikai biztonsági szabályzatát is (a továbbiakban MÁV IBSZ) [204]. Az egyes védelmi megoldásoknál alapelvnek tekintem, hogy azok feleljenek meg a CIA-elv¹³⁴ célkitűzéseinek [205]:

- bizalmasság (confidentiality);
- sértetlenség (integrity);
- rendelkezésre állás (availability).

A különböző védelmi módszerek kidolgozást rengeteg szabvány, ajánlás segíti, az értekezés szempontjából elsősorban azok a már megvalósult és alkalmazott módszerek, eljárások a fontosak, amelyek a vasúti közlekedés területén reális védelmet tudnak nyújtani az adattovábbítás területén elkövethető támadások ellen. A módszerek érinthetik:

- a kockázatok elemzését;
- az emberi tényezőt (valamint kiválthatóságát) és
- az elektronikus adatcserét.

A módszereket és eljárásokat a Muha – Krasznay szerzőpáros tanulmánya [206] alapján választottam ki, vasúti alkalmazhatóságukat a többi kritikus infrastruktúra ágazatban¹³⁵ a szakirodalmakban bemutatott használhatóságuk és elért eredményességük, valamint a MÁV IBSZ összevetésével határoztam meg.

IV.2.2.1 Kockázatelemzés

A MÁV IBSZ meghatározása szerint a kockázatelemzéskor szükséges azonosítani az informatikai rendszerek gyenge pontjait és informatikai fenyegetettségét és ezek alapján meghatározni a kockázati esemény által okozott potenciális kárértéket és a kockázati esemény bekövetkezésének gyakoriságát [203]. Ezt az eljárást minden kritikus infrastruktúra szektorban meg kell tenni, mert ez az alapja az informatikai eszközök kiválasztásának és védelmének.

¹³⁴ Confidentiality – Integrity – Availability

¹³⁵ 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről 1. melléklet

Hasonló következtetésre jut [207] szakirodalom a bankszektor és [208] szakirodalom a villamosenergia-szektor területén.

Az elemzés eredményeként meghatározott kockázati elemek előfordulási gyakoriságát és az általuk okozott kár mértékét 6-6 osztályba sorolva mátrixba lehet rendezni (49. ábra).

		kárárték						
		jelentéktelen	kisebb	nagyobb	jelentős	különösen nagy	különösen jelentős	
		1	2	3	4	5	6	
gyakoriság	különösen gyakori	6	7	8	9	10	11	12
	nagyon gyakori	5	6	7	8	9	10	11
	gyakori	4	5	6	7	8	9	10
	közepes	3	4	5	6	7	8	9
	ritka	2	3	4	5	6	7	8
	nagyon ritka	1	2	3	4	5	6	7

49. ábra: Kockázati mátrix
forrás: [204] alapján saját szerkesztés

Adott kockázati tényező két értékét össze kell adni és a számértéket meg kell keresni a kockázati mátrixban. A mátrix számértékei 2-4 között elviselhető kockázatot, 5-9 között nem elviselhető kockázatot, 10-12 között katasztrofális kockázatot jelentenek. Az így kapott besorolás alapján lehet eldönteni, hogyan kezeljük egy adott kockázatot. A kockázatkezelés olyan intézkedéseket meghozatalát jelenti, amelyek minimalizálják a nem kívánt események bekövetkezését. Ugyanakkor a kockázat teljesen nem szüntethető meg, mivel a technikai fejlődés révén a kibertámadásokat elkövetők eszköztára is fejlődik, továbbá előfordulhat, hogy valamilyen kockázat ellen nem tervezünk védekezést, így maradványkockázattal minden esetben számolni kell.

Az ábráról leolvasható, hogy csak a közepes, ritka és nagyon ritka előfordulás bizonyos esetei tekinthetők elviselhető kockázatúnak, így az 5. táblázattal összevetve igazolható az adatátviteli hálózatoknál az I. és II. osztályú hálózatok alkalmazásának szükségessége.

IV.2.2.2 Az emberi tényező kiválthatósága

A vasúti közlekedésben sok esetben szükséges a vonat- és tolatási mozgások szóbeli szabályozása. Ezek elsősorban telefonon adott vagy rádióforgalmazási közlemények. Az ember azonban a számítógépeket is kezeli, vagy legalább felügyeli és képes a rendszerek működésébe beavatkozni. Látható tehát, hogy a vasúti közlekedés irányításban az ember jelentős mértékben vesz részt. Az infrastruktúra fejlesztések sok esetben az előerő kiváltására irányulnak, így a leggyengébb láncszemnek számító munkavállalói tevékenység szűnne meg ezáltal, viszont a gépek felletti emberi ellenőrzés kiváltása még a távoli jövőbe vész. Ezért az ember még sokáig jelen lesz az irányítási folyamatokban, így szükséges, hogy ezeket a pozíciókat megfelelő személyek töltsék be. Ez alatt értem a foglalkoztatást (kiválasztás, alkalmassági ellenőrzés, stb.), a lojalitást (ne akarjon a cégnek ártani), a megfelelő oktatást és képzést.

Külön érdemes foglalkozni a social engineering¹³⁶ kérdésével. Az esetleges informatikai támadás a korábban vázoltak szerint információk megszerzésére is irányulhat, amely legkönnyebben emberektől szerezhető meg például segítségkérés formájában [206]. A támadásra használt csatorna lehet a számítógépes hálózat (például e-mail), illetve a távközlési hálózatok (például telefon). A kibertámadások eme formája elleni védekezés lehetséges eszköze tehát az élömunka kiváltása, illetve a továbbiakban ismertetendő védelmi eljárások.

IV.2.2.2.1 Hozzáférési jogosultság

Az adatokhoz való hozzáférési jogosultsággal szintén mindegyik kritikus infrastruktúra szektor foglalkozik. Nem szükséges ágazatonként kiemelni a védelem ilyen formájának létjogosultságát. Elsősorban azok a védelmi intézkedések sorolhatók ide, amelyek szabályozzák [206]:

- a felhasználók felhatalmazását a rendszer használatára;
- az általuk futtatható alkalmazásokat;
- az általuk kezelhető információkat (olvasás, létrehozás, törlés, küldés, stb.).

Fontos kérdés tehát annak tisztázása, hogy ki férhet hozzá az adatokhoz, illetve ki milyen tevékenységet végezhet a rendszerben. A vasútirányítási munka megköveteli, hogy az ebben résztvevők minden szükséges adathoz hozzáférjenek, hogy adott esetben a szükséges intézkedéseket meg tudják hozni. Megfelelő intézkedés csak a megfelelő adatok, információk birtokában hozható meg. Ugyanakkor pontosan tisztázni kell, hogy egyes munkakörök betöltői

¹³⁶ pszichológiai befolyásolás (a felhasználó megtévesztése és ezáltal adatokhoz való hozzáférés)

számára milyen adatok szükségesek munkájuk végzéséhez és ennek megfelelően kell biztosítani az adatokhoz való hozzáférést.

Az adatokhoz való hozzáférés jogosultságfüggő. Az állomási szinten dolgozó munkavállaló csak a saját állomási adatait éri el. A területi szintű munkavállaló, mint például a forgalmi vonalirányító, a hatókörzetének területi szintű adataihoz fér hozzá. A hálózati adatok összességét csak a hálózati feladatokkal felruházott dedikált munkakörökben dolgozó munkavállalók láthatják. A vállalkozó vasúti társaságok csak a saját menetvonalukkal kapcsolatos információkhoz, adatokhoz férnek hozzá, más társaságok adatait nem láthatják, így menetvonal-konfliktus feloldásához mindig szükséges a pályavasút közreműködése, amely szervezet rendelkezik a szükséges információkkal a konfliktusba került menetvonalakról.

A hiba- és zavarelhárítás a biztosítóberendezéseken biztonságkritikus pontként értelmezhető, ugyanis ilyenkor hozzá lehet férni az irányító áramkörökhöz, illetve szoftverekhez. A jelfogófüggéses berendezéseken a kezelőfelületen túl az illetéktelen beavatkozások kiküszöbölésére ólomzárral lezárt burkolatok és ajtók találhatóak. Az ólmok sértetlenségét szolgálat átadáskor az átadó és az átvevő személyzet ellenőrzi. A hiba- és zavarelhárítást végző műszerész természetesen az ólomzárakat eltávolíthatja, és a munka elvégzése után a saját névre szóló és sorszámmal ellátott ólomfogóval visszaólmozza a berendezést a megfelelő helyeken. Így saját kézjeggyel látja el a munkavégzését.

Az elektronikus biztosítóberendezések esetében a bejelentkezési jogosultság a felhasználók számára egyedileg kerül kiosztásra. Ez csak a kezelésre jogosít, a szoftver módosítását még a hiba- és zavarelhárító személyzet sem tudja elvégezni. A szoftver módosítása (javítása) az azt szállító cég feladata, és az új verzió betöltése előtt a módosított rész tesztelésen esik át. A tesztelésen megfelelt, tanúsított szoftver verzió betöltése, biztosítóberendezési kikapcsolás keretében, vonatmentes időszakban történik. Így biztosítható a rendelkezésre állás folytonossága a vonatközlekedés ideje alatt, illetve egy észlelt probléma ilyenkor van a legkisebb hatással a vonatforgalom lebonyolítására.

Az adatokhoz való hozzáférésnek különösen nagy jelentősége van a különleges engedély alapján közlekedő vonatok esetében, hiszen a rajtuk utazó védett személy, vagy a velük szállított veszélyes anyag miatt az ellenük megkísérelt terrorcselekmények hatása jelentős negatív következményekkel járhat. Az ilyen vonatok közlekedésnek előkészítésében éppen ezért az informatika kevés szerepet kap. A menetrendek, vonatközlekedési tervek továbbra is papíron készülnek (lásd II.4.3.5 pont), ez viszont megnöveli az emberi tényező szerepét. Ezért egyes esetekben szükséges lehet a védelmi-biztonsági erők által nyújtott fizikai védelem is.

A hozzáférési jogosultság azonosítása és hitelesítése logikai úton történhet [206]:

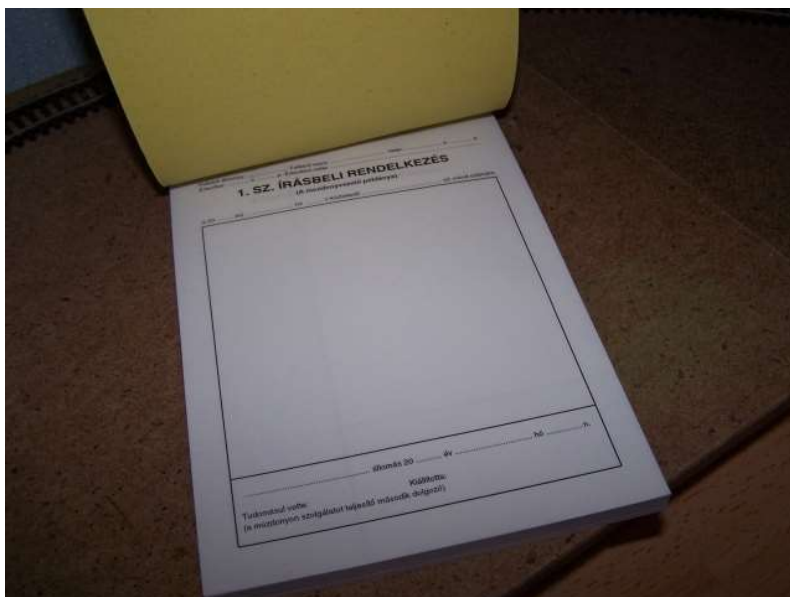
- tudásalapú hitelesítéssel (jelszavakkal és kódokkal);
- tulajdonalapú hitelesítéssel (tulajdonolt eszköz bevonása az azonosításba);
- tulajdonságalapú hitelesítéssel (biometria alkalmazásával).

IV.2.2.2.2 Digitális aláírás

A digitális aláírás vonatforgalom területén történő használhatóságának feltétele, hogy a szükséges kriptográfiai protokollok rendelkezésre álljanak. A kriptográfia az adatok átvitelének és tárolásának védelmi módszere, elsősorban a felhasználók hitelesítésére szolgál [206]. Az ilyen protokollok és algoritmusok használata szintén a teljes kritikus infrastruktúra szektorra kiterjedt már, a Ködmön – Csajbók szerzőpáros cikke az egészségügyben történő felhasználását mutatja be. Az ilyen jellegű főbb védelmi megoldás a digitális aláírás. Az eljárás lényege, hogy a digitális aláírásból egyértelműen igazolható a küldő személye. A MÁV IBSZ csak az elektronikus levelekkel kapcsolatban foglalkozik az elektronikus aláírással, mint egy dokumentum hitelesítője, ugyanakkor a felhasználására további lehetőség is kínálkozik.

A vonatközlekedés lebonyolításakor szükséges utasítások vonatszemélyzethez történő eljuttatása Írásbeli rendelkezésen történik (lásd II.3.3.2 pont). Az Írásbeli rendelkezés kézbesítése a legtöbb esetben személyesen történik, amely művelet kiváltható elektronikus úton kézbesíthető üzenetekkel. A II.3.3.2 pont alapján a rendelkezés kézbesítése munkakörhöz kötött és ezt a vonatszemélyzet felé jelezni kell. Az Írásbeli rendelkezés (50. ábra) használatakor a megfelelő rovatokból tudható, hogy:

- hol, mikor, melyik vonat részére állították ki;
- ki állította ki és írta alá;
- a tartalma nem változott meg az aláírás után;
- az aláírók (átadó és átvevő) nem tudják letagadni az aláírás tényét.



50. ábra: Írásbeli rendelkezés

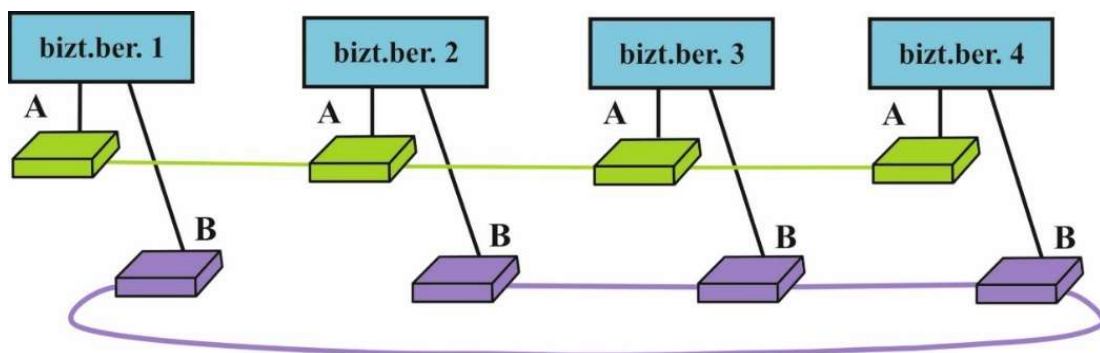
forrás: <https://forum.index.hu/Article/showArticle?go=99276932&p=1&t=9119466>

A digitális formátumú Írásbeli rendelkezés (51. ábra) továbbításkor ugyanezeket a feltételeket kell teljesíteni, beleértve a továbbító jogosultságát a kézbesítésre. A feltételek a digitális aláírás használatával elégíthetők ki. Az állomás forgalmi szolgálattevője, vagy más, a vonatok közlekedésekor rendelkezésre jogosult munkavállaló által digitálisan aláírt és elektronikus úton a mozdony- és a vonatkísérő személyzetnek eljuttatott és a náluk lévő berendezés által hitelesített rendelkezés érvényessége ugyanúgy biztosítható, mint a kézzel aláírt és személyesen kézbesített papíralapú Írásbeli rendelkezésé. Természetesen a papír alapú rendelkezéshez hasonlóan a tudomásulvétel tényét is digitálisan kell igazolni. Meg kell azonban jegyezni, hogy bár a digitális aláírás valóban képes védelmet nyújtani a digitális üzenetek elleni támadásokkal szemben, azonban a mozdonyvezetőnek a rendelkezéseket vezetés közben kell elolvasni, megérteni és azoknak megfelelően cselekedni, akár közvetlenül az értesítés vétele után. Vagyis a menet közben digitálisan megkapott rendelkezés olvasási ideje alatt a mozdonyvezető nem tud a vezetésre koncentrálni, illetve a vonat is több (száz) méter utat tesz meg, aminek közlekedésbiztonsági kockázata van.

IV.2.2.3.1 Redundáns védelem

A megfelelő adatátvitel biztosítása többek között azt jelenti, hogy az adatokat védjük a sérülések, támadások ellen, valamint biztosítjuk a berendezések közötti kommunikációképeséget és megakadályozzuk azt, hogy a berendezések ne tudjanak kommunikálni egymással (például kábelvágás következtében). Ez a CIA elv szerint a rendelkezésre állás biztosítását jelenti. Ennek egyik lehetséges módja a redundancia alkalmazása. A redundáns védelem szinte valamennyi kritikus infrastruktúra szektorban alkalmazott elem.

Redundancia alkalmazható maguknál a berendezéseknél (egységeknél), illetve az átviteli csatornánál is (52. ábra). Az átviteli csatorna duplázása térben is elkülönül egymástól (például egyik kábel az alépítmény alatt, a földben fut, a másik pedig a felsővezeték tartó oszlopokon). A korszerű vasúti biztosítóberendezések (bizt.ber.) saját maguk képesek szabályozni, hogy a két út közül melyik legyen az elsődleges (zöld), aktív, azaz melyik a működőképes, illetve a másodlagos, passzív (lila) adatátviteli út. Ugyanakkor képesek azt is jelezni, ha a passzív út valamilyen oknál fogva meghibásodik [202].



52. ábra: Elsődleges és másodlagos adatátviteli utak biztosítóberendezések között
forrás: [202] alapján saját szerkesztés

A vasúti adatátvitel területén az értekezés korábbi részeiben már mutattam be olyan redundáns védelmi megoldásokat, amelyekkel az adatvesztés megakadályozható. A vezetőállás jelző a pályamenti jelzők jelzési képének megismétlése, vagyis a jelzési parancsok redundanciája, a főjelzőkben alkalmazott pótvörös izzó, pedig a közlekedés biztonsága miatt szükséges duplázás.

A fenti **térbeli redundancia** alkalmazásokon túl **az időben is alkalmazható redundancia**. Ennek egyik lehetséges megvalósítása az adatfeldolgozás kétszeri végrehajtása és a kapott eredmények összehasonlítása. Az adattovábbítás akkor sikeres, ha a két eredmény megegyezik, ekkor a szükséges beavatkozás elvégezhető [211].

További alkalmazási terület a több munkaállomással rendelkező központokban kialakítható tartalék munkaállomás, amelyet nem használnak és valamely munkaállomás meghibásodásakor üzembe lehet helyezni. Ezért a munkaállomást úgy kell kialakítani, hogy bármely, más funkciókkal rendelkező állomás szerepét át tudja venni. Éppen ezért kulcskérdés az állomás hozzáférésszükségletének kialakítása. A hozzáférési jogosultság az átveendő állomás jogosultsága szerint változik, és ezt a rendszernek képesnek kell lennie kezelnie. A vasúti irányítási feladatok szükségessé teszik, hogy a közlekedés felelős irányítója (legyen az országos, területi, vagy helyi szinten) minden időpillanatban képes legyen a szükséges beavatkozások elvégzésére, így a pótállomáson időkiesés nélkül kell a munkát átvenni. Ez a szükséges protokollok kiépítését igényli, ami költségnövelő hatású, de biztonsági előnye jelentős.

IV.2.2.3.2 A blokklánc technológia vasúti alkalmazhatósága

A blokklánc egy összetett kriptográfián alapuló, rekordrögzítő és szerződés-kikényszerítő technológia, amelynek biztonsági megoldása alkalmas lehet olyan adatok továbbításra, amik nem kerülhetnek illetéktelenek kezébe [212], [213]. Az eljárás forradalmasíthatja a digitális világot, azáltal, hogy zárt blokkláncok működése révén a rendszer felhasználói közötti adatsomagok továbbítását a külvilág számára elérhetetlenné teszi, vagyis képes biztosítani a szükséges digitális védelmet. Ennek megfelelően vasúti felhasználhatóságát is érdemes megvizsgálni.

A digitális aláírás már tulajdonképpen egy blokklánc egy biztonsági kulcspárjának tekinthető [214], a már ismertetett módon azonosítja az Írásbeli rendelkezést kiadó forgalmi szolgálattevőt és a visszaigazoló mozdonyvezetőt.

A blokklánc technológia révén azonban a vasúti forgalomirányítás is új alapokra helyezhető. A **zárt láncok** meghívott szereplői (kapacitásfoglalásra jogosult szervezetek) a menetvonalak megrendelői és az infrastruktúra-kezelők. A menetvonalmegrendelésekre egy-egy **okosszerződés** épül. A vonat leközlekedtetése a szerződésben foglalt tranzakciók végrehajtását jelenti, amelynek ellenértékét a megrendelők kifizetik. Minden egyes közlekedési esemény egy tranzakciónak minősül (például egy váltón történő áthaladás) [215]. A szerződés egyik legfőbb pontja a felelősség kérdésének tisztázása. Ezért a zárt blokklánc szabályait állami hatóságnak kell meghoznia és azokat a szereplőknek a belépéskor el kell fogadniuk.

A közlekedési biztonság szempontjából kiemelkedően fontos, hogy a szerződés állapotáról, vagyis egy adott vonat helyzetéről a többi résztvevő azonnal értesülhessen, hogy a szükséges intézkedéseket meg tudja tenni. Ehhez az szükséges, hogy a fizikai valóság és annak

digitális reprezentációja megegyezzen. Elengedhetetlen, hogy egy fizikai elem és annak digitális leképezése kölcsönösen megbízható legyen mind az állapotreprezentáció, mind pedig az állapotváltozások tekintetében. Egy fizikai kapcsolónak megbízhatóan ugyanabban az állapotban kell maradnia, kivéve az állapotváltozások időtartamát (például egy térköznek addig kell foglaltnak lennie, amíg abban ténylegesen vonat tartózkodik), és nem változtathatja meg az állapotát anélkül, hogy a digitális leképezés erre utasítást adna (például a vonat kihaladt a térközből). Ha egy fizikai elem állapotában erőszakos úton változás áll be (például egy lezárt váltót erőszakkal állítanak át), ez a digitális reprezentációban is meg kell jelenjen, ami a blokk azonnali megváltozását eredményezi. Ez közvetlenül kihat a blokkokat használó okosszerződésekre, így a közlekedő vonatokra. Előbbi példánál maradva, a váltó erőszakos átállítása a szerződés módosulását jelenti, amely esetben a szerződés végrehajtása felfüggesztésre kerül, vagyis a vonat megáll. Ennek feltétele, hogy a fizikai elem és annak informatikai reprezentációja között a szinkronizáció elektronikus úton rendelkezésre álljon [216], vizsgálendő ugyanakkor ennek időszükséglete. Egy 2019-es spanyol tanulmány kihívásként azonosítja a blokkláncok használatakor a tranzakció visszaigazolásának idejét [217].

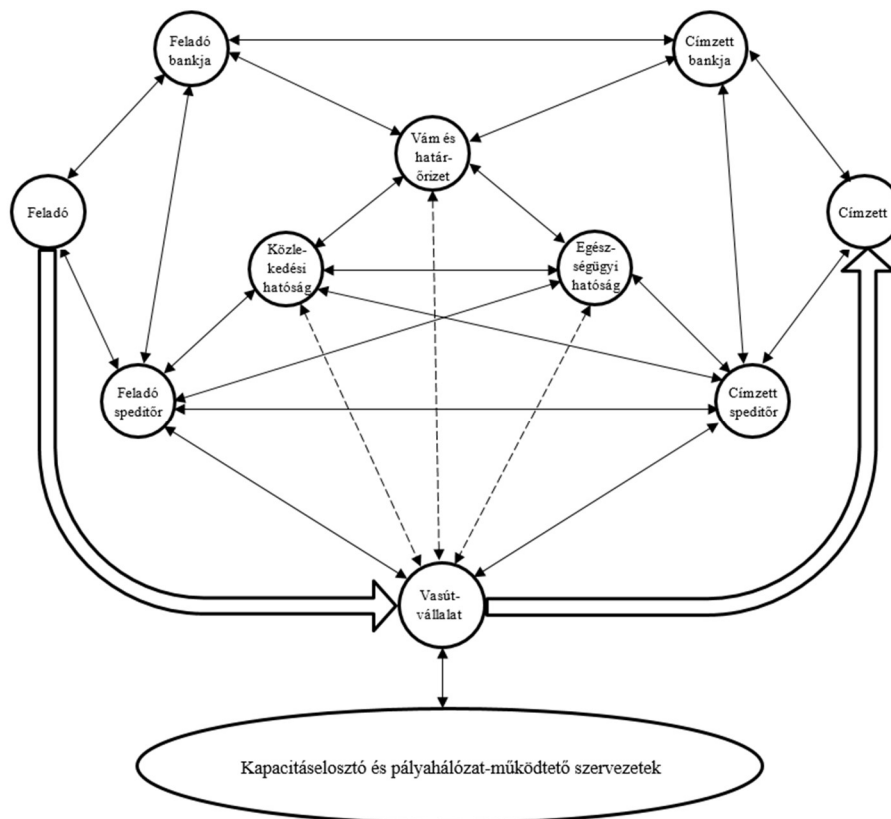
IV.2.3 Az okosszerződések szerepe a védelmi célú felkészítésben

A blokklánc technológiára épülő okosszerződés a vonatok közlekedésével kapcsolatban a közlekedési biztonságon kívül a működési modell további hatásterületeit érintheti. Alkalmazásával megvalósulhat az áru- és utasvédelem, valamint az ellátási láncok biztonsága. Ennek érdekében a zárt blokklánc szereplőit ki kell egészíteni a rend- és honvédelmi, valamint a VÁM szervekkel, így a vonatok valós közlekedése a hatóságok előtt is ismert lesz, akik ennek megfelelően meg tudják tenni a szükséges intézkedéseket. A III. fejezetben meghatározott együttműködési lehetőségek egyik módja lehet tehát **a vonatok közlekedésre vonatkozó okosszerződések megvalósulásának hatósági figyelemmel kísérése, illetve a szükséges hatósági intézkedések belefoglalása a szerződésbe**. Amennyiben egy vonat adott állomásról történő indulásának feltétele valamilyen hatósági intézkedés megtétele, a szerződés vonatindításra (vágányútbeállításra) vonatkozó pontja csak akkor teljesíthető, ha a hatósági intézkedés már lezárult. Ez egyrészt garantálja, hogy a vonat csak a hatósági vizsgálatok elvégzése után indulhat el és garantálhatja, hogy maguk a vizsgálatok le is zajlottak. Ennek egyes vonatok tekintetében kiemelt jelentősége van. Hasonlóképpen, amennyiben a szerződésbe belefoglaljuk bizonyos paraméterek megadását (például utaslétszám), akkor a

szerezés maga előre jelezheti a hatóság részére az ehhez szükséges határellenőrzési létszámot, így a menetrend tartható lesz.

A védelmi-biztonsági szervek bevonása a szerződésbe lehetővé teszi a vonatok közlekedésének védelmi felügyeletét. A védelem szükségessége következhet a szállított személyektől, illetve az áru neméből kifolyólag is. A II.4.3.5 pontban meghatározott céllal közlekedő vonatok menetrendjének elkészítése okosszerződésbe foglalva megoldhatja a szükséges titkosítási problémákat, illetve a szerződésbe csak a feltétlenül szükséges szereplőket kell bevonni. A bevont védelmi-biztonsági szervek láthatják a szerződés pontjainak teljesülését, vagyis a vonat közlekedésnek minden pillanatát. Természetesen ez a védelmi módszer nem helyettesíti a szükséges fizikai (fegyveres) védelmet, hanem közlekedés felügyeletét erősíti. Ugyanakkor az egyes pontok azonnali beazonosítása rendkívül gyors reakciót tesz lehetővé a védelmi-biztonsági szervek részéről.

Fábos Róbert doktori értekezésben megállapította, hogy a polgári közúti közlekedés információs rendszerének alapösszefüggései érvényesek a katonai szállításokra [218]. Ebből a logikából kiindulva a vasúti szektorban is hasonló következtetésre juthatunk, ugyanis mind az infrastruktúra, mind pedig a járműpark kettős felhasználásából adódóan nem lehet jelentős eltérés a polgári és a katonai vasúti szállítási folyamat között. A vasúti áru fuvarozás tevékenységek információkapcsolati diagramját Kovács János alkotta meg 2002-ben írt doktori értekezésében [219], amelynek aktualizált változatát mutatja az 53. ábra. Az ábra alapján meghatározható a tehervonatok közlekedéséről szóló okosszerződés szereplői, a zárt blokklánc tagjai. Fontos megjegyezni, hogy a vonatok közlekedéséről szóló szerződéseknek nem része az áru adás-vételi folyamata, így a feladó és a címzett ilyen formában nem részese a szerződésnek, ugyanakkor mint a be- illetve kirakások felelősei, szükséges információval rendelkezniük a vonatok közlekedéséről. A feladó ezen kívül az utólagos rendelkezések kiadásához is igényelhet információkat a szerződés aktuális állapotáról.



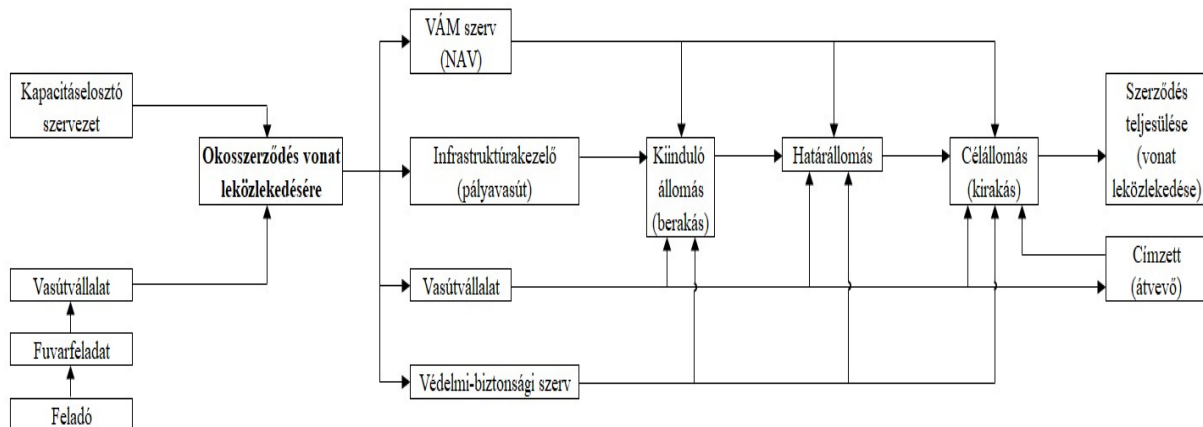
53. ábra: A vasúti árufuvarozás információkapcsolati ábrája¹³⁷
forrás: [219] alapján saját szerkesztés

Az okoszerződések, mint kapacitáshányadot biztosító kontraktusok, kevés kivételtől eltekintve nem azonnali közlekedésre vonatkoznak, így a szerződésbe foglalt paraméterek alapján lehetőség van az útvonal fizikai védelmének megszervezésére. Normál állapotban is fontos a katonai mozgatási-szállítási feladatok teljesíthetősége, de különleges jogrendi időszakban ennek kiemelt jelentősége van. A nemzeti ellenállóképesség egyik kulcskérdése a védelmi igények kielégíthetősége, amelynek egyik alappillére a közlekedési rendszer működőképessége. A bloklánc technológiára épülő okoszerződések védelmi szervek általi felügyelete lehetőséget biztosít a védelmi célú felkészítés feladatainak megvalósítására. Az 54. ábra az 53. ábra leképezésével az okoszerződések védelmi biztonságban betöltött hatásmechanizmusát mutatja a vonatok közlekedésének függvényében (a pénzügyi tranzakciók védelmét nem érinti, spedítőr közreműködésétől eltekintek).

Az ábrán a védelmi-biztonsági szervek és a VÁM szervek biztosítják a vonatok védelmi biztonságát. A védelmi-biztonsági szervek alatt értek minden olyan szervezetet, ami az 53. ábrán is hatóságként megjelenik, így kifejezetten a rendőrséget, az egészségügyi szervezeteket

¹³⁷ Folytonos nyilak: szükséges kapcsolatok, szaggatott nyilak: lehetséges kapcsolatok

(állat- és növényegészségügy), a honvédséget, a terrorelhárítási szerveket, a katasztrófavédelmet, a közlekedési hatóságot, stb.



54. ábra: Az okosserződések védelmi biztonságban betöltött hatásmechanizmusa
forrás: saját szerkesztés

Amennyiben a védelmi-biztonsági szervek az okosserződések révén kellő időben megfelelő mennyiségű és minőségű információval rendelkeznek, akkor egyes, kialakuló veszélyek megelőzhetők, így **a vonatok közlekedésére kötött okosserződéseknek a közlekedésbiztonság fokozásán túl a védelmi biztonság növelésében is jelentős szerepük lehet.**

IV.2.4 A kibervédelem erősítésének szükségessége

A II.6 pontban elvégzett vizsgálataim eredményei is rávilágítottak arra, hogy a vasúti közlekedési alágazat informatikai rendszerei kitéttek az információs terrorizmusnak. Ezzel egyidejűleg azonban a technikai fejlődés érzékelhetően az informatika irányába tolja el a védelmi megoldásokat, már csak azért is, mert ezzel elősegíthető a gyenge láncszemként értelmezett ember ellenőrzési folyamatokból történő kiiktatása.

A dróntechnológia alkalmazása szintén megköveteli a kibervédelem folyamatos jelenlétét, mert a felügyeleti, majd pedig a későbbiekben irányítási rendszer részeként alkalmazott vezeték nélküli légi járművekről a felügyeleti, irányítási központoknak, valamint a vasúti járműveknek történő adattovábbítási folyamatba nem avatkozhatnak be illetéktelenek.

A IV.2 pont korábbi alpontjaiban bemutatott védelmi megoldások hatásossága azonban csak akkor biztosítható, ha azokat nem lehet informatikai úton támadni és a gépi irányítási-ellenőrzési folyamatokba kívülről beavatkozni. Ehhez mindenképpen szükséges a kibervédelem további erősítése, hogy a gépi ellenőrzési folyamatok ténylegesen csak a hibák előfordulásakor jelezzenek, illetve a későbbiekben a mesterséges intelligencia előre törésével be is avatkozzanak. Ebben a fázisban már ténylegesen sem engedhető meg bármiféle hibás

döntés, illetve beavatkozás. Ugyanakkor Horváth Attila cikkében felhívja a figyelmet, hogy a mesterséges intelligencia alkalmazása is biztonsági kihívásokat jelent [220].

Fentiek miatt mindenféleképpen javaslom a kibervédelem vasúti szakterületen történő erősítését és a legújabb védelmi módszerek adaptálását.

IV.3 RÉSZKÖVETKEZTETÉSEK

A vasúti közlekedési infrastruktúra csak akkor képes polgári és katonai feladatait ellátni, ha védjük a lehetséges támadások és káros hatások ellen. Ehhez megfelelő védelmi módszerek és eljárások kellene, amelyek vagy adaptálhatók más kritikus infrastruktúra ágazatoktól, vagy egyedileg szükséges azokat kifejleszteni. Ebben a fejezetben a vasúti infrastruktúra hármas felosztásának megfelelően az egyes részterületek védelmi célú felkészítésének konkrét megoldásait vizsgáltam.

Vizsgálataim eredményeként **javaslatot tettem** a szempontrendszerben meghatározott fizikai és kibervédelem innovatív megoldásaira. A pálya védelmére irányuló vizsgálatból megállapítottam, hogy annak védelmi rendszerei léteznek ugyan, azonban a nagy kiterjedés miatt a hálózat valamennyi eleme nem védhető. A fizikai védelmi megoldások kijátszhatók, a pályához megfelelő eszközökkel hozzá lehet férni.

Az állomások tekintetében a védelmi megoldások már fejlettebbek, a digitális technika érezhetően jelen van. A nagy tömegek miatt lehetőleg el kell kerülni sorok kialakulását, ezt pedig a védelmi-ellenőrző berendezések helyes darabszámának meghatározásával lehet megtenni. Ezt egy próbaszámítással **igazoltam**. Különösen fontos annak rögzítése, hogy a különböző utascsoportok másként viszonyulnak az ellenőrzés miatt megnövekedő eljutási idő növekedéshez. Erre, illetve a kérdőíves felmérés válaszaira alapozva a fejezetben **meghatároztam** az utasok számára elfogadható vasútállomási védelmi rendszereket. Az utasforgalmi létesítmények védelmét szolgáló kamerás megfigyelő berendezések és egyéb érzékelő berendezések kialakításánál figyelembe kell venni a GDPR¹³⁸ szabályokat is, amelynek kérdéseivel a Felderítő Szemlében megjelent cikkünkben foglalkoztunk [221].

Az áru fuvarozási létesítmények esetében döntő fontosságú a veszélyesanyag-szállítás biztonságának megőrzése. A vasútüzemi területek tekintetében pedig a forgalomirányító helyiségekbe történő illetéktelen behatolás megakadályozása jelenti a szükséges védelmet. A vizsgálatban **megállapítottam**, hogy erre ezek a létesítmények nincsenek felkészítve. A szabad úrszelvény biztosítása tekintetében a vasúti útátjárók számítanak kritikus elemnek. A teljes

¹³⁸ General Data Protection Regulation – általános adatvédelmi szabályok

biztonság a ma alkalmazott módszerekkel nem biztosítható, a vonatmentes időben az útátjáróba behaladó és ott leállított jármű képes jelentős balesetet okozni.

A fizikai védelem kialakításánál fontos szempont, hogy a pálya sérülésekor, a mentés és építés eszközei (például anyagvonatok, daruszerelvény, 55. ábra) az infrastruktúra kezelők és a vasútállatok birtokaiban legyenek, amelyeket ilyen esetekben haladéktalanul rendelkezésre kell bocsátani.



55. ábra: Daruszerelvény

forrás: <http://iho.hu/hir/oriasit-kerult-a-baleseti-daru-180901>, fotó: Vörös Attila

A fejezetben javaslatokat tettem új védelmi megoldásokra, amelyek más szektorokban ismertek és alkalmazzák azokat, ugyanakkor magyarországi vasúti alkalmazásuk nem ismert. Külön kiemelném a **drónok használatának lehetőségét** a vasúti pálya védelmében. Ennek érdekében **azonosítottam a védelmi célú felhasználás polgári és katonai hatásait**, amelyekből a legfontosabb, közvetlen hatásokat kísérletekkel verifikáltam. Kísérleteim eredményei **rávilágítottak** arra, hogy bizonyos esetekben a technológia javítása szükségessé válhat a távoli irányítás és a precíz objektumfelismerés területén.

Az informatika a 21. század rohamosan fejlődő területe, amely egyre inkább a közlekedési rendszerek irányítási folyamatainak meghatározó megoldásává válik. A vasúti forgalomlebonnyolítás informatikai folyamatainak elemzésekor vizsgáltam a vasúti menetrendi adatok felhasználhatóságát, a forgalmi személyzet kommunikációját, illetve a biztosítóberendezések kezelésének adatvédelmét. **Megállapítottam**, hogy a gépi adattovábbítás védelmét leginkább belső vagy zárt hálózatok alkalmazásával lehet biztosítani.

A fejezetben vizsgáltam az egyre szélesebb körben alkalmazott blokklánc technológia vasúti védelmi felhasználhatóságát, amelynek keretében az áru fuvarozás információs kapcsolataira **alkalmaztam** a blokklánc alapú okos szerződéseket. Ez alapján **meghatároztam az okos szerződések védelmi célú felkészítésben elérhető hatásmechanizmusát**.

Megállapítottam, hogy a blokklánc nyújtotta informatikai védelmi szint és a védelmi hatóságok bevonása a szerződésekbe képes megfelelő védelmet biztosítani a tehervonatok közlekedésnek szervezéséhez és lebonyolításához. A technológia természetesen az egész vasúti közlekedési alágazatra kiterjeszhető (például a jegyértékesítésre is). További fejlesztésekkel pedig kialakulhat a vasúti közlekedésben releváns adatok egyszerre hiteles és publikus követhetősége, amelyeket össze lehet szervezni egy komplex ITS¹³⁹ ökoszisztémába, és ami egyben biztosítja a közlekedés, mint létfontosságú rendszer elem megfelelő szintű fizikai és kibervédelmét [222]. A biztonsági intézkedéseknek ebben az esetben a következő területekre kell irányulniuk [223]:

- irányítás, kockázatkezelés és ökoszisztéma menedzsment;
- megelőzés;
- védelem;
- ellenállóképesség.

Azokban az esetekben, amikor a védelem nem használható, az adatok tulajdonosának, illetve a közszolgáltatások megrendelőjének kell megfontolnia, hogy bizonyos nyilvános információk illetéktelen kezekbe kerülve katasztrófák bekövetkezéséhez is vezethetnek. Ezeket az adatokat, ha nem is minősített adatnak kellene tekinteni, de minimálisan üzleti titokként kellene kezelni.

A fejezetben bemutatott védelmi felkészítést szolgáló megoldások vizsgálatainak eredményei alapján kijelenthető, hogy a fizikai védelmi megoldások mellett a legújabb **kibervédelmi megoldások hatásosak** és ezért szükségesek az emberi ellenőrző szerep gépi kiváltásához, ezáltal a vasúti infrastruktúra jelenkori védelmi célú felkészítési feladatának magasabb szintű ellátásához. Ebből következően **rámutattam, hogy a vasúti szakterületen a kibervédelem erősítésére van szükség**. A védelmi biztonság ilyen irányú növelése pedig az I. fejezetben meghatározottak szerint erősíti a vasúti szektor közlekedési biztonságát, mellyel a kutatásom társadalmi hasznossága is bizonyítható.

¹³⁹ Intelligent Transportation System – intelligens közlekedési rendszer

A KUTATÓMUNKA ÖSSZEGZÉSE

ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

A vasút népszerű közlekedési mód. Sokan választják utazásuk, illetve az áru fuvarozási igények kielégítésének eszközéül. Az európai közlekedéspolitikai a 21. század harmadik évtizedében még inkább előtérbe helyezte az alágazatot azáltal, hogy mint környezetbarát szállítási módnak, nagyobb szerepet szán neki a szállítási piacon. A várható növekedés hatására a vasúti pályák kihasználtsága nőni fog, ugyanakkor sok helyen az infrastruktúra állapota nem teszi lehetővé a forgalom növekedését. A szűk keresztmetszetek feloldása infrastruktúra-fejlesztési beruházásokkal lehetséges.

A vasúti pályákat azonban nem csak polgári vonatok használják. A katonai mozgatási-szállítási feladatok elvégzésének egyik lehetséges eszköze a vasúti közlekedési alágazat. A normál időszaki és különleges jogrendi katonai közlekedési igények maradéktalan kielégítése azonban csak olyan infrastruktúrán lehetséges, amelyet megfelelően felkészítettek a katonai célú igénybevételre.

Az Európai Parlament Kutatási Központjának katonai mobilitással foglalkozó kutatása megállapította, hogy a katonai mozgatási-szállítási feladatok elvégzését lefedő katonai mobilitás megteremtését a közlekedési infrastruktúrák fejlesztésének polgári-katonai megközelítésével lehet elősegíteni. A közlekedési infrastruktúrára vonatkozó katonai követelmények kidolgozása a kiindulópontja a katonai mobilitás hatékony és összehangolt megközelítésének az egész EU-ban [224]. Ezért olyan tudományos kutatások szükségesek, amelyek feltárják a polgári és a katonai közlekedési fejlesztési érdekeket, valamint javaslatokat tesznek olyan védelmi követelményekre, innovatív módszerekre és megoldásokra, amelyek elősegítik a közlekedésfejlesztési és a védelmi érdekek azonos irányultságát a fenti célok teljesülése érdekében.

Ennek elérésére doktori kutatásaimban a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésével foglalkoztam, mint olyan katonai és létfontosságú rendszervédelmi követelményrendszerrel, amely meghatározhatja a közlekedésfejlesztési beruházásokat. Kutattam azokat a védelmi és biztonsági megoldásokat és módszereket, amelyek a szektor védelmi célú felkészítésének keretében megfelelőek lehetnek a rendszert érő káros hatások ellen. Célom egy olyan dolgozat elkészítése volt, amely alapos tudományossággal határozza meg a vasúti közlekedési alágazat védelmi célú felkészítésének feladatait, úgy, hogy közben figyelemmel van a szektor közlekedési piacon elérhető versenyképességére. Szászi Gábor

doktori értekezésének összefoglalásában kijelenti, hogy a vasúti közlekedést nem lehet külön polgári és katonai rendszerre bontani [24].

Megítélésem szerint értekezésem is hasonló eredményt mutat a tekintetben, hogy a védelmi és közlekedésfejlesztési érdekek vizsgálata kimutatta: a szektor fejlődését csak az egyirányba mutató gondolkodás biztosítja a hatékonyság és a biztonság növelésére irányuló fejlesztések révén. Ezek a célok elérhetők közlekedésfejlesztési beruházásokkal, ugyanakkor szükséges biztosítani, hogy a rendszer működőképes maradjon, mert a fejlesztések előnyei csak így realizálhatók. Másrészt a beruházások magas költsége és értéke, gazdasági és társadalmi hasznossága megköveteli megfelelő szintű védelem kialakítását. Ezek a biztonsági igények szükségessé teszik a közlekedési rendszerek védelmét, amelyet a meglévő elemek védelmi célú felkészítésével, illetve az új elemek tervezésekor a védelmi érdekek érvényesítésével lehet elérni.

A védelmi célú felkészítést és a védelmi érdekek érvényesítését segítheti, ha kialakíthatók olyan innovatív eljárások és módszerek, amelyek alkalmazásával a rendszer biztonsága növelhető. Ennek megfelelően értekezésemben megalkottam a vasúti infrastruktúrák komplex védelmi célú felkészítésének követelménymodelljét, valamint az infrastruktúra beruházások védelmi célú tervezéséhez használható, polgári-katonai megközelítésen alapuló szempontrendszert. Ezeken túlmenően javaslatot tettem olyan innovatív védelmi megoldásokra és módszerekre, amelyek jelentős mértékben hozzájárulhatnak a vasúti alágazat biztonságosabbá tételéhez, ezáltal pedig a polgári és katonai közlekedési rendszerekben betöltött szerepének növeléséhez.

Értekezésemben kutatásaim eredményeként a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítésének alábbi innovatív módszereit dolgoztam ki.

A vasúti szektor közlekedési és védelmi biztonságának, valamint jelenkori polgári és katonai szerepének vizsgálata alapján **meghatároztam egy vasútvonal (állomásköz) védelmi biztonsági mutatóját (VBM_v)**, amely megmutatja egy adott vonal védelmi tartalékait, illetve rávilágít a védelmi célú infrastruktúra-fejlesztések szükségességére. Az értékelési mutató használata a védelmi-biztonsági rendszerek fejlesztésének egyik fontos paramétere lehet.

A közlekedési és védelmi biztonsági rendszer vizsgálatából megállapítottam, hogy a rendszerek együttes alkalmazása egymást erősítő hatással jár, vagyis a vasúti közlekedés biztonsága nagyobb mértékben fokozható.

A polgári és katonai szerepből levezethető mozgatási-szállítási feladatok támasztotta infrastruktúra használat védelmi célú felkészítés (létfontosságú rendszerelem védelem)

keretében történő biztosítása a hon- és katasztrófavédelmi mozgatási-szállítási keresleti igények kielégíthetőségének feltételeként értelmezhető.

Fenti kutatási eredményeimre alapozva levonató az a következtetés hogy a vasúti szektor közlekedési és védelmi biztonsági egymást erősítő hatása, valamint a polgári és katonai közlekedési rendszerekben betöltött szerepe meghatározó jelentőségű a védelmi célú felkészítés feladatainak meghatározásában, ezáltal pedig az infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítésben rejlő lehetőségek kiaknázásában.

Megalkottam a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének fogalmát és követelménymodelljét. A modell meghatározza a védelmi célú felkészítés jelenkori feladatait. A modell működéséhez szükséges vizsgálatok a működőképesség fenntartására, a helyettesíthetőség megoldására, valamint a rendszer sebezhetőségének minimalizálására irányultak. A vizsgálatok lefolytatásával arra kerestem a választ, hogy milyen feladatok elvégzése szükséges ahhoz, hogy a modell kimeneteként meghatározott biztonságos vasúti infrastruktúrán a kívánt szolgáltatási színvonal és a katonai mobilitás megvalósítható legyen. A vizsgálat kiemelt része volt a helyettesíthetőség kérdése, amelynek keretében **továbbfejlesztettem a legrövidebb utak meghatározására kidolgozott gráfelméleti modellt** a vasúti védelmi biztonsági mutató élsúlyokba való beépítésével, valamint **a személy-és áruszállításra kiterjeszhető konkurenciamutató meghatározásának módját és értelmezését** a VBM_v helyettesítési küszöb értékébe történő beintegrálásával.

A vizsgálatok eredményeiből megállapítottam, hogy a vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítése akkor tekinthető eredményesnek, ha az alágazat komplex rendszerként képes reagálni a bekövetkező rendkívüli eseményekre, amelynek eredményképp egy biztonságos vasúti közlekedési rendszeren megvalósítható a katonai mobilitás, illetve a pályavasúti szolgáltatások megfelelően magas színvonala.

A védelmi célú felkészítés szükségessége az új infrastruktúra elemek tekintetében is kiemelt fontosságú. Ebben az esetben a felkészítést már a tervezési fázisban el kell kezdeni. Kutatásaim eredményeként a VBM_v felhasználásával **kidolgoztam a vasúti infrastruktúra beruházások polgári-katonai szempontú tervezésekor a fejlesztési és védelmi érdekek összhangját biztosító szempontrendszer**, mellyel már a vasúti infrastruktúra beruházások tervezési időszakában meghatározhatók az együttműködési lehetőségek feltárása mellett a szükséges védelmi intézkedések és megoldások. A szempontrendszer alkalmazásával a védelmi és versenyképességi összhang megteremthető.

Az elvégzett vizsgálatok alapján vontam le azt a következtetést, hogy a versenyképességet biztosító, vasúti infrastruktúrához kapcsolható fejlesztések és a védelmi célú

intézkedések között kapcsolat mutatható ki. E szerint a vasúti szektor versenyképessége és ezáltal szerepének növelése csak akkor tartható fenn, ha a szükséges védelmi intézkedések nem ellentétes irányúak az infrastruktúra-fejlesztési elképzelésekkel, és a két érdek összhangja megteremthető.

Javaslatot tettem a szempontrendszerben meghatározott fizikai és kibervédelmi megoldásokra. A kibertámadások erősödése és a fizikai védelem egyes esetekben nem elégséges volta miatt szükséges, hogy a vasúti infrastruktúra védelme az informatikai védelem irányába mozduljon el. Ennek érdekében **meghatároztam a drónok védelmi felhasználásának polgári és katonai hatásait**, amelyek közül a közvetlen hatásokat kísérletekkel verifikáltam. Ugyancsak **meghatároztam** a legújabb kibervédelmi megoldások egyikeként alkalmazott blokklánc technológiát magában foglaló **okosszerződések védelmi célú felkészítésre gyakorolt hatásmechanizmusát**.

A vizsgálatok eredményeként megállapítottam, hogy a védelmi folyamatokban az ember az egyik gyenge láncszem, így a magasabb biztonság elérésének érdekében szükséges az ember védelmi szerepének minimalizálása, a dróntechnológia erőteljesebb használata, illetve erősíteni kell a gép-gép közötti adatsere folyamatok informatikai védelmét. Ebből arra következtettem, hogy a megfelelő fizikai védelem kialakítása mellett a vasúti közlekedés védelmi szintje fokozható azáltal, hogy az emberi ellenőrző tevékenységet – különösen az adattovábbítás területén – kiváltják a nagyobb biztonságot nyújtó gépi ellenőrzési folyamatok. **Szükséges azonban rámutatni arra, hogy ez a megállapítás csak a kibervédelem vasúti szektorban történő széleskörű kiterjesztésével lehet teljes**, ezért szükséges annak szektoron belüli erősítése, különös tekintettel a blokklánc alapú okosszerződések alkalmazásának elősegíthetőségére.

Összességében úgy ítélem meg, hogy a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítése eredményes lehet mind a védelmi feladatok ellátásában, mind pedig a szektor versenyképességének megtartásában. **A kidolgozott módszerek, valamint az innovatív együttműködési és védelmi megoldások alkalmazásával elérhető a biztonsági szint növelése, a pályavasúti szolgáltatási színvonal emelése, továbbá a polgári és a – katonai logisztika közlekedési támogatási alrendszerén keresztül megvalósuló – katonai mobilitás megteremtése.** Ezzel kitértem célomat elértem: kutatási eredményeim felhasználásával **a vasúti közlekedési alágazat** működőképes, biztonságos, ügyfél- és környezetbarát közlekedési alágazattá válhat, amely **képes megfelelni** mind a polgári, mind pedig a katonai mobilitási igényeknek, ezáltal pedig **a nemzeti ellenállóképesség kritériumainak**.

Véleményem szerint értekezésem választ adhat Horváth Attilának „A terrorizmus csapdájában” című monográfiájának végén feltett kérdésére [225]: a létfontosságú rendszerelemek megfelelő felkészítésével, a védelmi-biztonsági szint és reagálóképesség növelésével nem vagyunk tehetetlenek a ránk leselkedő veszélyekkel szemben.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. ***Kidolgoztam a vasúti szektor védelmi célú felkészültségi szintjét meghatározó vasúti védelmi biztonsági mutatót (VBM_v).*** A mutató közlekedési és polgári-katonai szempontból a védelmi biztonsági követelményekkel arányosan határozza meg, hogy az adott vasútvonal mekkora védelmi kapacitástartalékokkal rendelkezik, így alkalmas a vasúti védelmi célú infrastruktúra-beruházások és a közlekedés biztonságát javító intézkedések szükségességének alátámasztására.
2. ***Definiáltam a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének fogalmát és követelményeit,*** amelyeket az ok-okozati kapcsolatok alapján ***követelménymoddellé transzformáltam.*** ***Azonosítottam a modell hatásterületeit és elemeit,*** amelyeket szakirodalmi vizsgálatok alapján ***verifikáltam.*** A helyettesíthetőség pontosabb meghatározásához ***továbbfejlesztettem*** az alkalmazott gráfelméleti modellben a legrövidebb utak algoritmusának élsúlyozási módszerét a vasúti védelmi biztonsági mutató élsúlyokba való beépítésével, valamint a konkurenciamutató meghatározásának módját és értelmezését a VBM_v helyettesítési küszöb értékébe történő integrálásával.
3. ***Kidolgoztam a vasúti infrastruktúra-beruházások polgári-katonai megközelítésén alapuló, azok védelmi célú tervezését elősegítő szempontrendszert,*** amelynek elemeit folyamatábrában foglaltam össze. A szempontrendszer figyelembe veszi a biztonsági elvárásokat, valamint a hatóságok és a vasúti társaságok együttműködési lehetőségeit. Alkalmazásával a vasúti infrastruktúra beruházások tervezési időszakában meghatározhatók a követelménymoddell kimeneteinek eléréséhez szükséges védelmi intézkedések és megoldások, amelyekkel az alágazat védelmi és versenyképességi összhangja megteremthető.
4. ***Meghatároztam a legújabb informatikai védelmi megoldásoknak a vasúti szektor védelmi célú felkészítésében betölthető szerepeit:***
 - a. ***meghatároztam a drónok védelmi célú felhasználásának polgári és katonai hatásait,*** a közvetlen hatásokat drónokkal végzett kísérletekkel ***igazoltam;***

- b. **meghatároztam** a blokklánc alapú okosszerződéseknek a védelmi célú felkészítésre gyakorolt **hatásmechanizmusát**, amelyet a vasúti árufuvarozás információkapcsolati diagramjának leképezésével *verifikáltam*.

Fentiekből következően *rámutattam*, hogy a vasúti szektor védelmi célú felkészítésében az **informatikai védelmi eszközök hatásosak**, ugyanakkor a szükséges fizikai védelem kialakítása mellett **a dróntechnológia, valamint a kibervédelem erősítésére van szükség**, különös tekintettel a blokklánc alapú okosszerződések alkalmazhatóságának elősegítésére.

Az egyes fejezetekben megfogalmazott kutatási problémára alapuló vizsgálatokat és hipotéziseket, valamint a kutatási részcélokat és az elért tudományos eredményeket összefoglalóan a 9. sz. mellékletben található Kohéziós táblázat tartalmazza.

A KUTATÁS EREDMÉNYEINEK KITERJESZTHETŐSÉGE, TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK

A kutatási eredmények elsősorban a szándékos emberi cselekedetek elleni védelmi felkészítést szolgálják, ugyanakkor rombolásokat, károkozásokat nem csak a terroristák tudnak véghezvinni, hanem természeti hatások és a gondatlan emberi magatartásformák is. Ezért az elért eredmények hasznosíthatók a katasztrófavédelem, a rendvédelem és azon belül is a közlekedésbiztonság területén.

Az elmúlt időszak extrém időjárási körülményei sok esetben tették próbára a közlekedési ágazat és elsősorban a vasúti alágazat szakembereit a megfelelő pótlás megszervezésére. Értekezésem ebben a tekintetben is megfelelő alapot adhat a szükséges forgatókönyvek, veszélyhelyzeti pótlási megoldások kidolgozásához.

Éppen ezért, bár a vasúti közlekedés szabályai speciálisak, az értekezésben magalkotott modell, fogalom- és szempontrendszer más közlekedési alágazatok és kritikus infrastruktúra ágazatok esetében is képes lehet meghatározni a szükséges védelmi intézkedéseket.

A vizsgálatok eredményei rávilágítottak a szakmai oktatás fontosságára, amelynek része lehet a tudatos, rendellenességek kiszűrésére irányuló felkészítés. Így a közlekedési rendszerek védelmi célú felkészítését a vasúti és országvédelmi szakmai oktatással egyidőben is el lehet kezdeni.

Az egyes védelmi megoldások vizsgálatainak eredményei kifejezetten előtérbe állították a kibervédelmi kutatások szükségességét a vasúti szakterületen is. Az egyik legfontosabb további kutatási területnek tartom az adatsere folyamatok biztonságának növelésére irányuló vizsgálatokat, illetve a drónok objektumfelismerő képességének növelését.

A jövőbeni vasúti hálózat komplex védelmi célú felkészítését segítheti elő a tervezett új vasúti infrastruktúra elemek helyettesíthetőségének vizsgálata. Az értekezés formai keretei miatt a konkrét vizsgálatokat cikkekben végeztem el annak érdekében, hogy a helyettesíthetőségi kérdések már a beruházások kiviteli tervezésével egyidőben eldőlhessenek.

Ezen kívül a közúti-vasúti kereszteződések, mint kritikus pontok védelmi megoldásai lehet az a kutatási terület, ahol az értekezés gondolati fonala tovább vihető. Az ezen a területen elérhető biztonsági szint növelés egyrészt tovább erősítheti a védelmi célú felkészítés sikerességét, másrészt jelentős közlekedésbiztonsági színvonalemelkedést hozhat el, amely megmentett emberéletekben mutatkozhat meg leginkább.

Fentiekén kívül a terület lehatárolása miatt javaslom a kutatások további irányaként az értekezésben nem vizsgált jármű és személybiztonság vizsgálatát.

AJÁNLÁSOK

Értekezésemet abból a célból írtam, hogy meghatározzam a vasúti közlekedési alágazat védelmi célú felkészítésének a versenyképességet nem hátráltató innovatív módszereit és megoldásait, illetve elősegítsem a közlekedéstervezési és védelmi együttgondolkodást, ezért dolgozatomat ajánlom:

- a nemzeti együttműködési és ellenálló képesség megteremtésén dolgozó védelmi igazgatási szakembereknek;
- közlekedési és védelmi szakpolitikai döntéselőkészítő szakembereknek;
- a létfontosságú, elsősorban a közlekedési rendszerelemek kijelölésével és felkészítésével foglalkozó szakembereknek;
- a védelmi szféra terrorizmus elleni küzdelemmel foglalkozó szakembereinek, kiemelten a kibervédelmi szakembereknek;
- olyan szakembereknek, akik közlekedési infrastruktúra- és szolgáltatásfejlesztési beruházásokat terveznek, azokról, valamint finanszírozásukról döntenek;
- a vasúti közlekedésbiztonság erősítésén dolgozó szakembereknek;
- a közlekedési veszélyhelyzetek elhárításán dolgozó szakembereknek haváriatervek készítéséhez;
- a katonai közlekedési támogatás tervezésével és lebonyolításával foglalkozó szakembereknek;
- az országvédelem és a katonai műveleti logisztika oktatásával foglalkozó szakembereknek, oktatási segédletként;
- a témakörrel foglalkozó kutatók részére, további kutatási témák inspirációjaként.

Az értekezés megírásának kettős céljából levezetve a felhasználhatóság is kétrétű: egyrészt közlekedésfejlesztési, másrészt védelmi-biztonsági célú felhasználása lehetséges.

A disszertáció 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 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 infrastruktúravédelmi rendszerek kialakításához. Az egyes védelmi megoldások elősegíthetik a közlekedésbiztonsági célok megvalósítását, azáltal, hogy nagyobb biztonságot nyújtanak a (vasúti) közlekedés szereplői számára.

A közlekedés- és járműtudományok területén a közlekedési rendszerek hálózati problémáinak kezelésére nyújthat hasznos információkat a helyettesíthetőségi kérdések megválaszolása.

Ugyancsak segítséget nyújthat a tervezett építési és fenntartási tevékenység, illetve a természeti hatások okozta kapacitásszűkülési problémák megoldásaihoz.

A védelmi-biztonsági szakterületen az eredmények hasznosíthatók az egyes kritikus infrastruktúra ágazatok üzemeltetői biztonsági terveinek elkészítéséhez, a haderő működését szolgáló megbízható közlekedési rendszer kialakításához, valamint a hadszíntérfelderítés végrehajtásához.

A katonai mozgatási-szállítási feladatok lebonyolításának tervezéséhez szintén szolgálhat hasznos információkkal, amely elősegítheti szövetségi feladataink maradéktalan és magas szintű végrehajtását.

A katonai műszaki tudományok területén alapot adhat a további védelmi kutatásokhoz és ösztönözheti a szakembereket, hogy kidolgozzák – különösképpen a kibervédelem legújabb módszereinek alkalmazhatóságában – a vasúti alágazat és a társ közlekedési alágazatok specifikus védelmi célú felkészítésének módszereit.

A blokklánc technológián alapuló okosszerződések által megalkotott (közlekedési) védelem elősegítheti a vasúti hálózat kapacitásnövelését, ezáltal a szükséges honvédelmi szállítási kapacitások rendelkezésre bocsátását.

A kutatás elméleti megalapozását, egyes részeredményeit és azok gyakorlati felhasználóságát a következőkben felsorolt cikkekben, tanulmányokban és konferenciaelőadásokon mutattam, illetve társszerzőkkel közösen mutattuk be.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBÓL ÉS A HOZZÁ KAPCSOLHATÓ TERÜLETEKBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

Magyar nyelvű lektorált folyóiratcikkek és szaktanulmányok

1. Lévai Zsolt: A vasúti szektor védelmi lehetőségei terrorakciók ellen; Közlekedéstudományi Szemle, 69:5, 2019, pp. 50-71., DOI: 10.24228/KTSZ.2019.5.5
2. Lévai Zsolt: Vasút és terrorizmus: „puha” célpontok a terroristák célkeresztjében; Katonai Logisztika, 27:4, 2019, pp. 86-113., DOI: 10.30583/2019/4/086
3. Lévai Zsolt: A vasúti alágazat jelenkori kapcsolódása a közlekedési támogatás rendszeréhez; Katonai Logisztika, 28:1-2, 2020, pp. 198-223., DOI: 10.30583/2020/1-2/198
4. Lévai Zsolt: A határvédelmi követelményeknek való megfelelés vizsgálata és továbbfejlesztésének lehetőségei a vasúti határállomásokon I. rész: Általános határvédelmi követelmények és a vasúti határállomások üzemi folyamatai; Katonai Logisztika, 28:3, 2020, pp. 114-140., DOI: 10.30583/2020.3.114
5. Lévai Zsolt: A határvédelmi követelményeknek való megfelelés vizsgálata és továbbfejlesztésének lehetőségei a vasúti határállomásokon II. rész: A személy-, a teher- és a katonai szállítás vizsgálata és javaslatok megfogalmazása; Katonai Logisztika, 28:4, 2020, pp. 104-131., DOI: 10.30583/2020.4.104
6. Lévai Zsolt – Üveges András József: A vasúti közlekedés informatikai adatvédelme; Felderítő Szemle, 19:2, 2020, pp. 103-139.
7. Lévai Zsolt: A katonai közlekedési támogatás vasútföldrajzi alapú vizsgálata; Földrajzi Közlemények, 144:4, 2020, pp. 380-395., DOI: 10.32643/fk.144.4.3
8. Horváth Attila – Lévai Zsolt: A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása; In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2021, pp. 131-146.
9. Tóth Bence – Lévai Zsolt: Budapest vasúti elkerülhetőségének barnamezős alternatívái; In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2021, pp. 231-252.
10. Szajkó Gyula – Lévai Zsolt: A vasúthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor; Hadtudományi Szemle, 14:1, 2021, pp. 27-51., DOI: 10.32563/HSZ.2021.1.3

11. Albert Ágota – Tóth Sándor – Üveges András József – Lévai Zsolt: A közlekedési rendszerek és az információs terrorizmus kapcsolata; *Felderítő Szemle*, 20:1, 2021, pp. 18-58.
12. Lévai Zsolt – Albert Gábor: Vasúti infrastruktúra beruházások tervezése a kritikus infrastruktúra védelem szempontjainak figyelembevételével; *Közlekedéstudományi Szemle*, 72:1, 2022, pp. 5-19., DOI: 10.24228/KTSZ.2022.1.1
13. Lévai Zsolt – Albert Gábor – Horváth Attila: A vasútvonalak átbecsátóképességének hatásai az áruszállítás versenyképességére és az országvédelemre; In: Földi László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III.*, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2022, pp. 291-306.
14. Lévai Zsolt – Tóth Bence: A vasútállomásokon alkalmazható védelmi intézkedések és az utazási idő összefüggésének turizmusbiztonsági szempontú vizsgálata; In: Földi László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III.*, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2022, pp. 307-322.
15. Szászi Gábor – Lévai Zsolt: A védelmi felkészítés követelményeinek érvényesülése a Budapesti Vasúti Agglomerációs Stratégia által javasolt új hálózati elemek esetében; *Közlekedéstudományi Szemle*, 72:4, 2022, pp. 29-45. DOI: 10.24228/KTSZ.2022.4.3
16. Lévai Zsolt: A katonai-védelmi követelmények érvényesülésének vizsgálata a 142-es Budapest – Lajosmizse – Kecskemét vasútvonal tervezett fejlesztése kapcsán; *Hadmérnök*, 17:2, 2022, pp. 33-51., DOI: 10.32567/hm.2022.2.3
17. Lévai Zsolt – Horváth Attila: Veszélyes árut szállító tehervonatok közlekedésnek védelme; *Közlekedés és Mobilitás*, 1:1, 2022, pp. 1-9, DOI: 10.55348/KM.9
18. Lévai Zsolt: A vasúti közlekedés elvárt biztonsági szintjének kutatása az utasok kikérdezésével: *Eredmények és következtetések*; *Katonai Logisztika*, 30:3-4, 2022, pp. 129-154, DOI: 10.30583/2022-3-4-129
19. Maros Dóra – Lévai Zsolt: Kibertámadások a vasúti közlekedésben; *Városi Közlekedés*, 58:4-59:1, 2023, pp. 20-25.
20. Lévai Zsolt – Szűcs-Vásárhelyi Nóra: A természeti hatások által okozott közlekedési problémák vizsgálata a Dunakanyarban; In: Gócze István – Padányi József (szerk.): *Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában – Hallgatói kötet*, Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2023, pp. 145-165.
21. Lévai Zsolt: Az informatikai védelmi innováció szükségességének vizsgálata a vasúti közlekedésben; *Einnováció*, 1:2, 2023, pp. 47-67.

Idegen nyelvű lektorált folyóiratcikkek

1. Tóth, Bence – Lévai, Zsolt: The strategic role of the former railway bridge at Dunaföldvár; *Hadtudomány*, 31:E-szám, 2021, pp. 67-83., DOI: 10.17047/Hadtud.2021.31.E.67
2. Lévai, Zsolt: The Complex Requirement Model for the Defence Preparation of the Railway Infrastructure; *Katonai Logisztika*, 31:1-2, 2023, pp. 96-126., DOI: 10.30583/2023-1-2-096

Magyar és idegen nyelvű konferenciaközlemények

1. Lévai Zsolt: A vasút lehetséges válaszai a legújabbkori kockázati kihívásokra; In: Horváth Gábor – Gaál Bertalan – Horváth Balázs (szerk.): *Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2019 Conference on Transport Sciences: Alternatív-Autonóm-Kooperatív-Komparatív Mobilitás (Tanulmánykötet)*, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2019, paper: 21, 18 p.
2. Lévai Zsolt: A szolgáltatásfejlesztési és a védelmi célok közötti összhang megteremtésének lehetőségei a vasúti határállomásokon; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): *X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2020 – X. International Conference on Transport Sciences Győr 2020*, Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020, paper: 28, 24 p.
3. Lévai Zsolt – Kormányos László – Tóth Bence: Zavarok kezelése ütemes menetrendi szerkezetű vasútvonalakon; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): *XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”*, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2021, pp. 550-560.
4. Tóth Bence – Lévai Zsolt: Új vasúti Duna-hidak helyszíneinek kvantitatív analízise a vasúthálózat szempontjából; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): *XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”*, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2021, pp. 496-505.
5. Lévai Zsolt – Albert Gábor: Vasútfejlesztés és kritikus infrastruktúra védelem; In: Hamarné Szabó Mária (szerk.): *Közlekedésfejlesztés Magyarországon 2021*, Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara, Budapest, 2021, pp. 85-94.

6. Lévai Zsolt: A Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia által javasolt új budapesti vasúthálózat helyettesíthetőségének vizsgálata; In: Horváth Gábor – Horváth Balázs (szerk.): XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr: After pandemic – before autonomous transport; Közlekedéstudományi Egyesület (KTE), Győr, 2022, pp. 342-354.
7. Horváth, Attila – Lévai, Zsolt: Protecting the railway infrastructure from the hazards of freight trains carrying dangerous goods; In: Lesenciuc, Adrian (Editor-in-chief): Redefining Community in Intercultural Context, Vol. 11., No. 1., ‘Henri Coanda’ Air Force Academy Publishing House, Brasov, Romania, 2023, pp. 144-152.

Egyetemi jegyzet

1. Lévai Zsolt: Közlekedésbiztonság; Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2019, 207 p., ISBN 978-963-531-012-8 (elektronikus)

Konferenciaelőadások

1. Lévai Zsolt – Béres Barna: A vasúti forgalom lebonyolításával kapcsolatos informatikai adatok védelme; Közlekedéstechnikai napok konferenciasorozat IV. rész: Vasúti informatika a kezdetektől napjainkig, Közlekedéstudományi Egyesület, Budapest, 2019. 11. 07.
2. Lévai Zsolt: Kritikus közlekedési infrastruktúrák fejlesztésének matematikai modellezése; A matematika és a fizika időszerű kérdései konferencia, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Természettudományi Tanszék, Budapest, 2020. 09. 01.
3. Albert Ágota – Üveges András József – Lévai Zsolt: Személyszállítási utastájékoztatási rendszerek kiberfenyegetettsége; Robothadviselés 2021 konferencia, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Elektronikai Hadviselés Tanszék – Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 2021. 11. 24.
4. Lévai, Zsolt: A new complex model for the critical infrastructure protection in transportation; New Challenges in Military Logistics in the 21th Century Conference, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Műveleti Logisztikai Tanszék, Budapest, 2022. 09. 14.
5. Albert Ágota – Lévai Zsolt: A vasúti közlekedés adat- és kibervédelmi kockázatai, különös tekintettel az új innovatív technológiákra; Közlekedéstechnikai napok konferenciasorozat VII. rész: Vasúti informatika a kezdetektől napjainkig, Közlekedéstudományi Egyesület, Budapest, 2022. 11. 16.

6. Lévai Zsolt: A vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítése a helyettesítési lehetőségek vizsgálatával; A Közlekedéstudományi Egyesület és a MH Tartalékképző és Támogató Parancsnokság, Logisztikai Támogató Igazgatóság, Közlekedési Osztály közösen szervezett konferenciája, Budapest, 2022. 12. 07.

A vasúti versenyképesség vizsgálata témakörben megjelent publikációk

Lektorált folyóiratcikkek és szaktanulmányok

1. Molnár Balázs – Lévai Zsolt: A kör négyszögesítése: Budapest lehetőségei a kelet-közép-európai vasúti városlátogató turizmus esetében; Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok, 6:3, 2021, pp. 27-43., DOI: 10.15170/TVT.2021.06.03.02
2. Schváb Zoltán – Lévai Zsolt: A vasúti árufuvarozás versenyképességének javítása az árufuvarozási folyosók fejlesztésével; In: Duleba Szabolcs (főszerk.): Logisztikai évkönyv 2022, Magyar Logisztikai Egyesület, 2021, pp. 172-183., DOI: 10.23717/LOGEVK.2022.16
3. Lévai Zsolt – Munkácsy András – Schváb Zoltán: Határ menti együttműködési lehetőségek a közforgalmú közlekedésben; Külügyi Műhely, 3:2, 2021, pp. 6-27., DOI: 10.36817/km.2021.2.1
4. Oszter Vilmos – Berényi János – Lévai Zsolt: A környezetbarát logisztikai megoldások kutatása a CORCAP projekt példáján keresztül; Közlekedéstudományi Szemle, 72:3, 2022, pp. 4-16., DOI: 10.24228/KTSZ.2022.3.1
5. Molnár Balázs – Lévai Zsolt: Dolce Vita – Olaszország biztonságos vasúti elérésének kérdései; Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok, 7:4, 2022, pp. 74-93., DOI: 10.15170/TVT.2022.07.04.06

Magyar és idegen nyelvű konferenciaközlemények

1. Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Vasút és turizmus: lehetséges válaszok a globális klímaváltozás kihívásaira; In: Albert Tóth Attila – Happ Éva – Printz-Markó Erzsébet – Kupi Marcell – Török Nikolett (szerk.): Multidiszciplinaritás a turizmusban: X. Nemzetközi Turizmus Konferencia (Tanulmánykötet), Széchenyi István Egyetem, Győr, 2020, pp. 81-98.

2. Berényi János – Lévai Zsolt: CORCAP – a környezetbarát áruszállítási folyosók kialakítása útján; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2020 – X. International Conference on Transport Sciences Győr 2020; Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020, paper: 38, 12 p.
3. Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Greta Thunberg EuroNight: a vasút és a repülés változó versenyhelyzete; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2020 – X. International Conference on Transport Sciences Győr 2020, Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020, paper: 45, 20 p.
4. Lévai Zsolt – Molnár Balázs – Munkácsy András: A turisztikai célú vasúti utazások piaci változásának turizmusbiztonságra gyakorolt hatásai; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2021, pp. 222-233.
5. Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Vasútfejlesztés és versenyképesség a Budapest – Zágráb viszonylaton; In: Horváth Gábor – Horváth Balázs (szerk.): XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences, Győr: After pandemic – before autonomous transport; Közlekedéstudományi Egyesület (KTE), Győr, 2022, pp. 712-723.
6. Szander, Norina – Jenei, Tamás – Lévai, Zsolt – Munkácsy, András: Investigation of the modal shift of road freight transport to rail and waterways; In: Zanne, Marina – Bajec, Patricija – Twrdy, Elen (editors): ICTS 2022 20th International Conference on Transport Science: Maritime, Transport and Logistics Science, Conference proceedings; University of Ljubljana, Faculty of Maritime Studies and Transport, Portoroz, Slovenia, 2022, pp. 351-359., ISBN 978-961-7041-11-8 (PDF)
7. Lévai Zsolt – Molnár Balázs: A Magyarország és Olaszország közötti nagysebességű vasúti közlekedés megvalósíthatóságának vizsgálata; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): XIII. International Conference on Transport Sciences / XIII. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Győr – Multimodality and sustainability / Multimodalitás és fenntarthatóság; Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2023, pp. 259-269.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Horváth Attila: Közlekedési hálózat és az ország védelmi képesség kapcsolata (védelmi követelmények a közlekedésfejlesztésben); biztonságpolitika.hu – Biztonságpolitikai szakportál, 2009, pp. 1-9., online: https://old.biztonsagpolitika.hu/documents/1277414270_horvath_attila_kozlekedesi_halozat_es_az_oroszag_vedelem_kepesseg_kapcsolata_-_biztonsagpolitika.hu.pdf (letöltve: 2018. 12. 29.)
- [2] Wolmar, Christian: The railways and war; BBC History Magazine, 2010, online: <https://www.christianwolmar.co.uk/2010/11/the-railways-and-war/> (letöltve: 2022. 12. 26.)
- [3] Horváth Attila: Az ellátási láncok biztonságáról; In: Gőcze István – Padányi József (szerk.): Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában – A katonai műszaki tudományok tudományág időszerű kérdései, aktuális tudományos kutatási eredményei – Oktatói kötet; Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2023, kiadás alatt
- [4] Horváth Attila: A közúti, vasúti és vízi közlekedés terrorfenyegetettségének jellemzői; In: Tóth Péter (szerk.): Válaszok a terrorizmusra II. – A politikai marketing csapdájában, MÁGUSTUDIÓ, Budapest, 2006, pp. 321-336.
- [5] Vámos Éva: Kreatív ellentmondások: 2020-as trendek a turizmusban; turizmus.com, 2020, online: <https://turizmus.com/utazas-kozlekedes/kreativ-ellentmondasok-2020-as-trendek-a-turizmusban-1168613> (letöltve: 2021. 03. 30.)
- [6] Európai Unió Kommunikációs Főigazgatóság: 2021 a vasút európai éve; online: <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/eu-affairs/20210107STO95106/2021-a-vasut-europai-eve> (letöltve: 2021. 03. 30.)
- [7] Russon, Mary-Ann: The cost of the Suez Canal blockage; BBC, 2021. 03. 29., online: <https://www.bbc.com/news/business-56559073> (letöltve: 2021. 04. 25.)
- [8] Kádár Pál: Gondolatok a védelmi-biztonsági szabályozás reformjának egyes kérdéseiről; Honvédségi Szemle, 150:1, 2022, pp. 3-19.
- [9] Kőszegvári Tibor: A hadtudomány mai problémái, területei és új fogalma; Hadtudomány – A Magyar Hadtudományi Társaság folyóirata, 17:1, 2007, online: http://mhtt.eu/hadtudomany/2007/1/2007_1_2.html (letöltve: 2020. 02. 05.)
- [10] Forgács Balázs: Hadelmélet; Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2017
- [11] NATO Logistics Handbook, 2012, online: https://www.nato.int/docu/logi-en/logistics_hndbk_2012-en.pdf (letöltve: 2023. 03. 05.)

- [12] Krajnc Zoltán (főszerk.): Hadtudományi Lexikon Új kötet; Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2019
- [12a] Horváth Attila: Logisztikai támogatás funkcionális területei szócikk
- [12b] Siposné Kecskeméthy Kálra: Katonaföldrajz szócikk
- [12c] Siposné Kecskeméthy Kálra: Védelemföldrajz szócikk
- [12d] Kovács Zoltán: Hadiút szócikk
- [13] Tálás Péter: A nemzetközi terrorizmus és szervezett bűnözés hatása a nemzetközi biztonságra és Magyarország biztonságára; Tanulmány, Budapest, 2007, online: <https://kisebbssegkutato.tk.hu/uploads/files/archive/904.pdf> (letöltve: 2022. 02. 03.)
- [14] 2021. évi XCIII. törvény a védelmi és biztonsági intézkedések összehangolásáról
- [15] 1508/2022. (X. 21.) Korm. határozat a védelmi felkészítés egyes kérdéseiről
- [16] Pederson, P. – Dudenhofer, D. – Hartley, S. – Permann, M.: Critical Infrastructure Interdependency Modeling: A Survey of U.S. and International Research, Idaho National Laboratory, Idaho Falls, USA, 2006
- [17] Petit, Frédéric – Verner, Duane – Brannegan, David – Buehring, William – Dickinson, David – Guziel, Karen – Haffenden, Rebecca – Phillips, Julia – Peerenboom, James: Analysis of Critical Infrastructure Dependencies and Interdependencies, Argonne National Laboratory, Argonne, USA, 2015
- [18] Hromada, Martin – Lukáš, Luděk: Conceptual design of the resilience evaluation system of critical infrastructure elements and networks in selected areas in Czech republic, In: 2012 IEEE Conference on Technologies for Homeland Security (HST), 2012, pp. 353-358.
- [19] Leitner, Bohus – Móczová, Lenka – Hromada, Martin: A new approach to Identification of Critical Elements in Railway Infrastructure; Procedia Engineering, 187, 2017, pp. 143-149.
- [20] Medveczky Mihály: A nemzetgazdaság minősített időszakos teljesítőképessége vizsgálatának elméleti alapjai és a gazdaságmozgósítás tervezésének lehetséges korszerűsítésének irányai; Doktori (PhD) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2004
- [21] Taksás Balázs: A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei; Honvédségi Szemle, 148:2, 2020, pp. 125-135, DOI: 10.35926/HSZ.2020.2.12
- [22] Tóth Bálint – Helmeczi Gusztáv: Védelmi követelmények a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium közlekedési szakterületén; Katonai Logisztika, 14:2, 2006, pp. 37-55.

- [23] Padányi József: Új típusú biztonsági fenyegetések, Magyarország biztonsága; In: Kiglics Norbert (szerk.): II. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia Tanulmánykötet, Pannon Egyetem, Nagykanizsa, 2017, pp. 21-28.
- [24] Szászi Gábor: A vasúti infrastruktúrával szemben támasztott újszerű védelmi követelmények kutatása, a továbbfejlesztés feltételrendszerének vizsgálata; Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2013, DOI: 10.17625/NKE.2014.028
- [25] Bababeik, Mostafa – Khademi, Navid – Chen, Anthony: Increasing the resilience level of a vulnerable rail network: The strategy of location and allocation of emergency relief trains; *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 119, 2018, pp. 110-128., DOI: 10.1016/j.tre.2018.09.009
- [26] Janić, Milan: Modelling the resilience of rail passenger transport networks affected by large-scale disruptive events: the case of HSR (high speed rail); *Transportation* 45, 2018, pp. 1101-1137., DOI: 10.1007/s11116-018-9875-6
- [27] Young, Richard R. – Gordon, Gary A. – Plant, Jeremy F.: *Railway Security: Protecting Against Manmade and Natural Disasters*; Routledge, New York, USA, 2018
- [28] Laïci, Tania: *Military mobility – Infrastructure for the defence of Europe*; European Parliamentary Research Service PE 646.188, 2020
- [29] International Civil Aviation Organization: *Civil Military Cooperation in Air Traffic Management (Cir 330)*; IACO, Quebec, Canada, 2011
- [30] Scott, Darren M. – Novak, David C. – Aultman-Hall, Lisa – Guo, Feng: Network Robustness Index: A new method for identifying critical links and evaluating the performance of transportation networks; *Journal of Transport Geography*, 14:3, 2006, pp. 215-227., DOI: 10.1016/j.jtransgeo.2005.10.003
- [31] Campbell, James F. – Smith, Douglas L. – Sweeney II, Donald C.: A Robust Strategy for Managing Congestion at Locks on the Upper Mississippi River; In: Sprague Jr., Ralph H. (editor): *Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences*, 2009, pp. 1-10., DOI: 10.1109/HICCS.2009.549
- [32] Pawlisiak, Mieczysław: Transport kolejowy przewozach wojskowych – Rail transport in military transport; *Systemy Logistyczne Wojsk*, 51/2019, pp. 119-130.

- [33] Hermes, Georg: Staatliche Infrastrukturverantwortung – Rechtliche Grundstrukturen netzgebundener Transport- und Übertragungssysteme zwischen Daseinsvorsorge und Wettbewerbsregulierung am Beispiel der leitungsgebundenen Energieversorgung in Europa; Jus Publicum 29, Mohr Siebeck, Tübingen, Deutschland, 1998, DOI: 10.1628/978-3-16-158153-3
- [34] Munkácsy András: A közlekedés alapfogalmai, a közlekedés szerepe a turizmusban; In: Jászberényi Melinda – Munkácsy András (szerk.): Közlekedés, mobilitás, turizmus, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2018, online: <https://mersz.hu/jaszberenyi-munkacsy-kozlekedes-mobilitas-turizmus/> (letöltve: 2022. 09. 03.)
- [35] Erdősi Ferenc: A kommunikáció (közlekedés-távközlés) szerepe a terület és településfejlődésben, VÁTI Dokumentációs Osztály, Budapest, 2000
- [36] Altunok, Taner: Modeling Homeland Security Transportation Including Critical Infrastructures; In: Tahmisoglu, Mete – Özen, Çınar (editors): Transportation Security Against Terrorism, IOS Press BV, Amsterdam, Netherlands, 2009
- [37] Lévai Zsolt: Közlekedésbiztonság; egyetemi jegyzet, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2019, ISBN 978-963-531-012-8 (elektronikus)
- [38] Arató Károly: Vasúti technika és biztonság; In: Kisbakonyi József (szerk.): Vasúti üzemtan I. kötet – Vasútállomások technológiája 1. rész, Közlekedési Dokumentációs Rt., Budapest, 1994, pp. 115-119.
- [39] Ronyecz Lilla: Létfontosságú rendszerek és létesítmények védelmével kapcsolatos kockázatelemzési módszertan szakirodalmának bemutatása; Védelem Tudomány, 3:3, 2018, pp. 112-132.
- [40] Lévai Zsolt: A vasúti szektor védelmi lehetőségei terrorakciók ellen; Közlekedéstudományi Szemle, 69:5, 2019, pp. 50-71., DOI: 10.24228/KTSZ.2019.5.5
- [41] Rinaldi, Steven M. – Peerenboom, James P. – Kelly, Terrence K.: Critical Infrastructure Interdependencies; IEEE Control Systems Magazine, 21:6, 2001, pp. 11-25., DOI: 10.1109/37.969131
- [42] United Nations Office of Counter-Terrorism – Counter-Terrorism Committee Executive Directorate: The protection of critical infrastructures against terrorist attacks: Compendium of good practices, 2018
- [43] Horváth Attila: A kritikus infrastruktúra védelem komplex értelmezésének szükségessége; In: Horváth Attila – Bányász Péter (szerk.): Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből – Kiemelten a közlekedési alrendszer, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 2013, pp. 18-37.

- [44] Petrakos, Nikolaos – Kotzanikolaou, Panayiotis: Methodologies and Strategies for Critical Infrastructure Protection; In: Gritzalis, Dimitris – Theocharidou, Marianthi – Stergiopoulos, George (Editors): Critical Infrastructure Security and Resilience (Theories, Methods, Tools and Technologies), Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland, 2019, pp. 17-33., DOI: 10.1007/978-3-030-00024-0
- [45] Boyer, Chris: Critical Infrastructure Partnership Overview 2017; online: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JCJUMMKzR8YJ:https://www.oecd.org/going-digital/digital-security-in-critical-infrastructure/digital-security-workshop-february-2018-%2520Boyer.pdf+%&cd=13&hl=hu&ct=clnk&gl=hu> (letöltve: 2022. 01. 09.)
- [46] Európai Bizottság: Zöld Könyv a létfontosságú infrastruktúrák védelmére vonatkozó európai programról COM (2005) 576 végleges, Brüsszel, 2005, online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0576> (letöltve: 2022. 10. 26.)
- [47] The Critical Infrastructure Protection in France: Objectives and challenges; General Secretariat for Defence and National Security, Paris, France, 2017
- [48] Fiumara, Franco: The Railway Security: Methodologies and Instruments for Protecting a Critical Infrastructure; In: Setola, Roberto – Sforza, Antonio – Vittorini, Valeria – Pragliola, Concetta (Editors): Railway Infrastructure Security; Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland, 2015, pp. 25-63., DOI: 10.1007/978-3-319-04426-2
- [49] Bundesministerium des Innern und für Heimat (BMI): Deutsche Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen; Berlin, Deutschland, 2022
- [50] Parfomak, Paul W.: Vulnerability of Concentrated Critical Infrastructure: Background and Policy Options; CRS Report for Congress, Congressional Research Service, Washington, USA, 2008
- [51] Az Európai Unió Tanácsának 2008/114/EK Irányelve az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről, Brüsszel, 2008
- [52] Pursiainen, Christer H. : Critical infrastructure resilience: A Nordic model in the making? International Journal of Disaster Risk Reduction, 27, 2018, pp. 632-641. DOI: 10.1016/j.ijdr.2017.08.006

- [53] Abele-Wigert, Isabelle – Dunn, Myriam: International CIIP Handbook 2006 VOL. 1. An Inventory of 20 National and 6 International Critical Information Infrastructure Protection Policies; Center for Security Studies, Eidgenössische Technische Hochschule, Zurich, Switzerland, 2006
- [54] Nagy Rudolf: A kritikus infrastruktúra védelme elméleti és gyakorlati kérdéseinek kutatása; Doktori (PhD) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Hadmérnöki Doktori Iskola, Budapest, 2011
- [55] SHERPA Project Brochure; UIC, 2018, online: https://sherpa-rail-project.eu/IMG/pdf/sherpa_project_brochure.pdf (letöltve: 2019. 06. 09.)
- [56] 65/2013. (III. 8.) Korm. rendelet a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény végrehajtásáról
- [57] 161/2019 (VII. 4.) Korm. rendelet a közlekedési létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- [58] Czére Béla: A vasút története; Corvina Kiadó, Budapest, 1989
- [59] Boffey, Daniel: Revival of Trans Europe Express „key to EU’s carbon neutrality”; The Guardian, 2021. 01. 20., online: <https://www.theguardian.com/world/2021/jan/20/revival-of-trans-europe-express-key-to-eu-carbon-neutrality> (letöltve: 2022. 01. 12.)
- [60] Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Greta Thunberg EuroNight: a vasút és a repülés változó versenyhelyzete; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): X. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2020 – X. International Conference on Transport Sciences Győr 2020; Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék – Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2020, paper: 45, 20 p.
- [61] Schváb Zoltán – Lévai Zsolt: A vasúti áru fuvarozás versenyképességének javítása az áru fuvarozási folyosók fejlesztésével; In: Duleba Szabolcs (főszerk.): Logisztikai évkönyv 2022, Magyar Logisztikai Egyesület, Budapest, 2021, pp. 172-183, DOI: 10.23717/LOGEVK.2022.16
- [62] Szászi Gábor: Katonai logisztika; In: Lakatos Péter (szerk.): Logisztika a közszolgálatban, Dialóg Campus Kiadó, Budapest, 2018, pp. 165-216.
- [63] Magyar Honvédség Közlekedési Támogatás Doktrína; Magyar Honvédség Közlekedési Főnökség, Budapest, 2005
- [64] Nyitrai István: A közlekedési hálózat képességeinek hatása a szövetséges katonai erő magyarországi műveleteire; Honvédségi Szemle, 146:5, 2018, pp. 90-104.

- [65] AJP-4.4 Allied Joint Doctrine for Movement (Edition C Version 1); NATO Standardization Office (NSO), 2022
- [66] Szenes Zoltán: Elrettentés és védelem: a NATO új haderómodellje; *Hadtudomány*, 32:2, 2022, pp. 3-17., DOI: 10.17047/HADTUD.2022.32.2.3
- [67] Engqvist, Maria: A Railhead Too Far: The Strategic Role of Railroads during Russia's Invasion of Ukraine; FOI Memo: 7954, Swedish Defence Research Agency, Stockholm, Sweden, 2022, 6 p.
- [68] Ferris, Emily: Russia's Military Has a Railroad Problem; *foreignpolicy.com*, 2022. 04. 21., online: <https://foreignpolicy.com/2022/04/21/russias-military-has-a-railroad-problem/> (letöltve: 2023. 03. 24.)
- [69] Irk Ferenc: Közúti balesetek; Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1979
- [70] Horváth Attila – Lévai Zsolt: A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása; In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2021, pp. 131-146., ISBN 978-963-531-439-3 (elektronikus)
- [71] Molnár Balázs – Lévai Zsolt: A kör négyszögesítése: Budapest lehetőségei a kelet-közép-európai vasúti városlátogató turizmus esetében; *Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok*, 6:3, 2021, pp. 27-43., DOI: 10.15170/TVT.2021.06.03.02.
- [72] Szander, Norina – Jenei, Tamás – Lévai, Zsolt – Munkácsy, András: Investigation of the modal shift of road freight transport to rail and waterways; In: Zanne, Marina – Bajec, Patricija – Twrdy, Elen (editors): *ICTS 2022 20th International Conference on Transport Science: Maritime, Transport and Logistics Science, Conference proceedings*; University of Ljubljana, Faculty of Maritime Studies and Transport, Portoroz, Slovenia, 2022, pp. 351-359., ISBN 978-961-7041-11-8 (PDF)
- [73] Carlson, J. M. – Doyle, John: Complexity and robustness; *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99:1, 2002, pp. 2538-2545., DOI: 10.1073/pnas.012582499
- [74] Grass, Evnika: Bewertung von Resilienz im Schienenverkehr; Eingereichte Abschlussarbeit zur Erlangung des Grades Master of Arts im Studiengang Verkehr und Logistik, Karl-Scharfenberg-Fakultät der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, Deutschland, 2018
- [75] Strandh, Veronica: Exploring vulnerabilities in preparedness – rail bound traffic and terrorist attacks; *Journal of Transport Security*; 2017/10, pp. 45-62., DOI: 10.1007/s12198-017-0178-5

- [76] Perrow, Charles: The next catastrophe: reducing our vulnerabilities to natural, industrial and terrorist disasters; Princeton University Press, Princeton, USA, 2011
- [77] Manandhar, Rejina – McEntire, David A.: Disasters, Development and Resilience: Exploring the Need for Comprehensive Vulnerability Management; In: Kapucu, Naim – Liou, Kuotsai T. (editors): Disaster and Development Examining Global Issues and Cases (Environmental Hazards), 2014th Edition, Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland, 2014, pp. 19-38.
- [78] KTI – NKE HHK: A vasúti infrastruktúra fejlesztés és a kritikus infrastruktúra védelem kapcsolata; tanulmány, megrendelő: Innovációs és Technológiai Minisztérium, Témaszám: 3140-903-2-9, Budapest, 2020, 79 p.
- [79] Callaway, Duncan S. – Newman, M. E. J. – Strogatz, Steven H. – Watts, Duncan J.: Network robustness and fragility: Percolation on random graphs; Physical Review Letters, 85, 5468, American Physical Society, 2000 DOI: 10.1103/PhysRevLett.85.5468
- [80] Berche, B. – von Feber, C. – Holovatch, T. – Holovatch, Yu.: Resilience of public transport networks against attacks; The European Physical Journal B, 71, 2009, pp. 125-137. DOI: 10.1140/epjb/e2009-00291-3
- [81] Horváth Attila – Tóth Bence: A magyarországi vasúthálózat támadásokkal szembeni ellenállósága; Hadtudomány, 2019:E-szám, pp. 93-104, DOI: 10.17047/HADTUD.2019.29.E.93
- [82] Magyarország Alaptörvénye (2011. április 25.)
- [83] 2011. évi CXIII. törvény a honvédelemtől és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről
- [84] 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról
- [85] 1393/2021 (VI. 24.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról
- [86] 94/1998. (XII. 29.) OGY határozat a Magyar Köztársaság biztonság- és védelempolitikájának alapelveiről
- [87] 2005. évi CLXXXIII. törvény a vasúti közlekedésről
- [88] 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Kibervédelmi Stratégiájáról
- [89] Duchaj István: A katonai közlekedési rendszer felkészítéséről; Hadtudomány – A Magyar Hadtudományi Társaság folyóirata, 7:2, 1997, pp. 114-120.
- [90] 22/2014. (IV. 18.) NFM rendelet a közlekedési és energetikai szervek honvédelmi feladatairól

- [91] Az Európai Parlament és a Tanács 2008/57/EK Irányelve a vasúti rendszer Közösségen belüli kölcsönös átjárhatóságáról (2008. június 17.), online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0057&from=HU>
(letöltve: 2022. 04. 12.)
- [92] MÁV Zrt. F. 2. sz. Forgalmi Utasítás és Függelékei
- [93] Megyeri Jenő: Vasútépítéstan; Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2001
- [94] Kisbakonyi József: Vasúti üzemszervezés IV. (Személyközlekedési üzemtan); Tervezési segédlet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1989
- [95] Herczeg Károly: Autóbuszállomások, vasútállomások; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981
- [96] Harmatos János – Kárpáti László – Lévai Zsolt: Állomási és forgalmi technológiák; MÁV Rt. Baross Gábor Tisztképző Intézet, Budapest, 2004
- [97] Lévai Zsolt – Tóth Bence: A vasútállomásokon alkalmazható védelmi intézkedések és az utazási idő összefüggésének turizmusbiztonsági szempontú vizsgálata; In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2022, pp. 307-322.
- [98] Tóth Bence: A magyarországi vasúthálózat zavarainak gráfelméleti alapú vizsgálata; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor – Gaál Bertalan (szerk.): Közlekedéstudományi Konferencia – Technika és technológia a fenntartható közlekedés szolgálatában, Széchenyi István Egyetem Közlekedési Tanszék, Győr, 2018, pp. 505-519.
- [99] Tokody Dániel: Intelligens vasúti informatikai és biztonsági rendszerek fejlesztése; Doktori (PhD) értekezés, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2020, DOI: 10.23715/SDA.2021.2.4
- [100] MÁV Zrt. F. 1. sz. Jelzési Utasítás
- [101] Czére Béla (főszerk.): A vasúti technika kézikönyve 2. kötet; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977
- [102] Maros Dóra – Lévai Zsolt: Kibertámadások a vasúti közlekedésben; Városi Közlekedés, 58:4-59:1, 2023, pp. 20-25.
- [103] Zobory István – Gáti Balázs – Kádár Lehel – Hadházi Dániel: Járművek és mobil gépek I.; BME Közlekedésmérnöki Kar, Budapest, 2012
- [104] MÁV Zrt. E. 2. sz. Fékutasítás
- [105] 55/2015. (IX. 30.) NFM rendelet a vasúti pályahálózathoz történő nyílt hozzáférés részletes szabályairól

- [106] 79/2023. (III. 13.) Korm. rendelet a nemzetgazdaság védelmi és biztonsági felkészítésének, mozgósításának, valamint a tartalékolás végrehajtásának szabályozásáról
- [107] Union International des Chemins de fer: Capacity (UIC Code R 406); Paris, France, 2013
- [108] Feller Tibor – Hídvégi Gábor – Köller László: A nemzetgazdaság és a nemzetbiztonság által igényelt „kritikus infrastruktúra” hálózatok komplex szemléletű vizsgálata (tanulmány); Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozat, Budapest, 2010
- [109] Szászi Gábor: A vasút, mint kritikus infrastruktúra; In: Horváth Attila – Bányász Péter (szerk.): Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből – kiemelten a közlekedési alrendszer, tanulmánykötet, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 2013, pp. 167-190.
- [110] Tóth Bence: Forgalmatlan de nélkülözhetetlen – a magyarországi vasúthálózat redundanciavizsgálata; In: Horváth Gábor – Gaál Bertalan – Horváth Balázs (szerk.): Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2019 – Conference on Transport Sciences: Alternatív-Autonóm-Kooperatív Mobilitás (tanulmánykötet), Széchenyi István Egyetem, Győr, 2019, Paper: 39, 9 p.
- [111] Jenelius, Erik: Redundancy importance: Links as rerouting alternatives during road network disruptions; Procedia Engineering 3, 2010, pp. 129-137.
- [112] Tóth Bence: Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközpontok zavara esetén; Hadmérnök, 13:1, 2018, pp. 118-132.
- [113] MÁV Rt. Műszaki Táblázatok II. (Pályaadat táblázatok)
- [114] Ruzitska Lajos: A budapesti nagyvasúti pályaudvarok rendezése; történeti áttekintés; külföldi példák; az új Nyugati (központi) és az új Déli (budai) pályaudvar alagutas összekötése a Duna alatt átvezetendő új vonallal; Különlenyomat a Magyar Mérnök- és Építész-egylet közlönye 1939. évi 1-3. sz. havi füzetéből, Budapest, 1939
- [115] Tóth Bence – Lévai Zsolt: Új vasúti Duna-hidak helyszíneinek kvantitatív analízise a vasúthálózat szempontjából; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): XI. Közlekedéstudományi Konferencia – „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2021, pp. 496-595.
- [116] V0 Magyarország Konzorcium: KÖZOP-2.5.0-09 „V0” Budapestet délről elkerülő vasútvonal kialakítása – Megvalósíthatósági tanulmányterv; Magyar Logisztikai Szolgáltató Központok Szövetsége, Budapest, 2012

- [117] Tóth Bence – Lévai Zsolt: Budapest vasúti elkerülhetőségének barnamezős alternatívái; In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2021, pp. 233-256.
- [118] Tóth, Bence – Horváth, István: How the Planned V0 Railway Line Would Increase the Resilience of the Railway Network of Hungary Against Attacks; *Academic and Applied Research in Military and Public Management Science*, 18:3, 2019, pp. 109-129., DOI: 10.32565/aarms.2019.3.6
- [119] Kristóf János – Lévai Zsolt: Vágányzári forgalmi technológiák a gyakorlatban; *Forgalom (a MÁV Rt. Forgalmi Szakigazgatóságának szakmai lapja)*, 4:1, 2004, pp. 3-6.
- [120] Horváth Attila – Lévai Zsolt: A magyarországi vasúthálózat létfontosságú elemeinek azonosítása; In: Földi László (szerk.): Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I., Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2021, pp. 131-146.
- [121] Németh Ernő – Tóth Bálint: Történelmi áttekintés a 150. éves magyar vasút és a honvédelem kapcsolatáról; *Katonai Logisztika*, 4:3, 1996, pp. 202-218.
- [122] Lévai Zsolt – Kormányos László – Tóth Bence: Zavarok kezelése ütemes menetrendi szerkezetű vasútvonalakon; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): XI. Közlekedéstudományi Konferencia – „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2021, pp. 550-560.
- [123] Albert Gábor – Tóth Árpád: A párhuzamosság, helyettesíthetőség számszerűsítése a közforgalmú közlekedésben; *Közlekedéstudományi Szemle*, 58:3, 2008, pp. 30-35.
- [124] Lévai Zsolt – Szűcs-Vásárhelyi Nóra: A természeti hatások által okozott közlekedési problémák vizsgálata a Dunakanyarban; In: Gócze István – Padányi József (szerk.): Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában – Hallgatói kötet, Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2023, pp. 145-165.
- [125] Hesterman, Jennifer: *Soft Targets*; In: Fagel, Michael J. – Hesterman, Jennifer (editors): *Soft Targets and Crisis Management: What Emergency Planners and Security Professionals Need to Know*, Routledge, New York, USA, 2017
- [126] Az Európai Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak és a Tanácsnak: Negyedik eredményjelentés a hatékony és valódi biztonsági unió megvalósításáról (COM(2017) 41 final), Brüsszel, 2017

- [127] Fábos Róbert: A közlekedési informatikai rendszerek sérülékenysége; In: Horváth Attila – Bányász Péter (szerk.): Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből – Kiemelten a közlekedési alrendszer, Tanulmánykötet, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 2013, pp. 191-225.
- [128] Boaz, Ganor: Defining Terrorism – Is One Man’s Terrorist Another Man’s Freedom Fighter? International Institute for Counter-Terrorism, 2010. 01. 01., online: <https://www.ict.org.il/Article/1123/Defining-Terrorism-Is-One-Mans-Terrorist-Another-Mans-Freedom-Fighter#gsc.tab=0> (letöltve: 2019. 09. 26.)
- [129] Libicki, Martin C. – Chalk, Peter – Sisson, Melanie: Exploring Terrorist Targeting Preference; RAND Corporation, Santa Monica, USA, 2007
- [130] Strandh, Veronica: Responding to Terrorist Attacks on Rail Bound Traffic – Challenges for Inter-organizational Collaboration; PhD Dissertation, Umeå University Department of Political Science & Department of Surgical and Perioperative Sciences, Section of Surgery, Umeå, Sweden, 2015, ISBN 978-91-7601-318-2
- [131] De Cillis, Francesca – De Maggio, Maria Carla – Pragliola, Concetta – Setola, Roberto: Analysis of criminal and terrorist related episodes in railway infrastructure scenarios; Homeland security & emergency management, 10:2, 2013, pp. 1-30., DOI 10.1515/jhsem-2013-0003
- [132] Horváth Attila: A városi személyközlekedés terrorfenyegetettsége; Új Honvédségi Szemle, 60:4, 2006, pp. 114-126.
- [133] Horváth Attila: A terrorizmus és a média kapcsolatáról; Acta Humana, 4:5, 2016, pp. 33-44.
- [134] Kormányos László: Az integrált vasúti személyszállítási szolgáltatásrendszer feltételeinek kidolgozása; Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedési Tudomány Doktori Program, Budapest, 2009
- [135] Lévai Zsolt – Molnár Balázs: Vasút és turizmus: lehetséges válaszok a globális klímaváltozás kihívásaira; In: Albert Tóth Attila – Happ Éva – Printz-Markó Erzsébet – Kupi Marcell – Török Nikolett (szerk.): Multidiszciplinaritás a turizmusban: X. Nemzetközi Turizmus Konferencia (Tanulmánykötet); Széchenyi István Egyetem, Győr, 2020, pp. 81-98.
- [136] A Bizottság (EU) 2021/1328 Végrehajtási Rendelete az (EU) 2021/1153 európai parlamenti és tanácsi rendelet értelmében a kettős felhasználású infrastruktúrával kapcsolatos intézkedések egyes kategóriáira alkalmazandó infrastrukturális követelmények meghatározásáról; Brüsszel, 2021. 08. 10.

- [137] Koralova-Nozharova, Petya: European Green Deal and transport sector development – opportunities or restrictions; SHS Web of Conferences 120, 04004, Business and regional development, 2021, pp. 1-9., online: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112004004> (letöltve: 2022. 02. 13.)
- [138] Mosóczi László: Magyarország közlekedéspolitikája; XXI. Közlekedésfejlesztési és Beruházási Konferencia előadása, Bük, 2021, online: <https://www.ktenet.hu/uploads/Bukfurd%202021/Dr%20Mosoczi%20Laszlo.pdf> (letöltve: 2022. 02. 13.)
- [139] Rixer Attila – Turi József István: Stratégiatervezési alapelvek és alapelemek a vasúti infrastruktúra-fejlesztés tervezésében az Osztrák Vasutak Infrastruktúra Vállalata példáján; Közlekedéstudományi Szemle, 66:4, 2016, pp. 4-21.
- [140] Borza Viktor – Földiák János: A gyorsforgalmi úthálózattal versenyképes vasúti hálózathoz szükséges nagysebességű hálózatok Magyarországon; In: Horváth Gábor – Gaál Bertalan – Horváth Balázs (szerk.): Közlekedéstudományi Konferencia Győr 2019 Conference on Transport Sciences: Alternatív – Autonóm – Kooperatív – Komparatív Mobilitás (Tanulmánykötet), Széchenyi István Egyetem, Győr, 2019, paper: 20, 10 p.
- [141] Borza Viktor – Földiák János: Északi NSV, a magyarországi nagysebességű vasúthálózat budapesti bevezetésének utolsó, hiányzó eleme; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): XIII. International Conference on Transport Sciences / XIII. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia Győr – Multimodality and sustainability / Multimodalitás és fenntarthatóság; Közlekedéstudományi Egyesület, Győr, 2023, pp. 447-457.
- [142] 1994/2021 (XII. 28.) Korm. határozat a Budapesti Vasúti Agglomerációs Stratégia elfogadásáról
- [143] Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia; online: <http://bvs.hu/budapest-vasuti-strategia-bvs-es-kornyezeti-ertekeles/> (letöltve: 2022. 01. 23.)
- [144] Albert Gábor – Szűcs Hajnalka: Vonattal Ferihegyre? Közlekedéstudományi Szemle, 68:6, 2018, pp. 15-34., DOI: 10.24228/KTSZ.2018.6.2
- [145] KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont: Áruforgalmi logisztikai koncepció kidolgozása Záhony és térségére – Helyzetfeltárás; tanulmány, Budapest, 2020, 222 p.
- [146] 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

- [147] European Commission: Action plan on military mobility 2.0; JOIN(2022) 48 final, Brussels, 2022
- [148] Szászi Gábor: A nemzeti közlekedési infrastruktúra – a fejlesztési stratégiában meghatározott fejlesztési célok katonai aspektusai; *Katonai Logisztika*, 24:3, 2016, pp. 462-482.
- [149] European Union: Network of logistic hubs in Europe and support to operations (NetLogHubs); online: <https://www.pesco.europa.eu/project/network-of-logistic-hubs-in-europe-and-support-to-operations/> (megtekintve: 2022. 10. 11.)
- [150] Kerényi Levente: A Budapesti Vasúti Agglomerációs Vasúti Stratégia hatása a katonai vasúti szállítási feladatok végrehajthatóságára; *Közlekedéstudományi Szemle*, 72:3, 2022, pp. 17-31., DOI: 10.24228/KTSZ.2022.3.2
- [151] Lévai Zsolt: A vasúti közlekedés elvárt biztonsági szintjének kutatása az utasok kikérdezésével: Eredmények és következtetések; *Katonai Logisztika*, 30:3-4, 2022, pp. 129-154, DOI: 10.30583/2022-3-4-129
- [152] Kádár Pál: A védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolt irányítása és keretrendszere; *Védelmi-biztonsági Szabályozási és Kormányzástani Műhelytanulmányok 2022/12.*, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Védelmi-Biztonsági Szabályozási és Kormányzástani Kutatóműhely, Budapest, 2022, 20 p.
- [153] Horváth Attila: A közlekedési és logisztikai rendszer védelmi felkészítésének szabályozási és szervezeti aspektusai; *Védelmi-biztonsági Szabályozási és Kormányzástani Műhelytanulmányok*, 2022/35., Nemzeti Közszolgálati Egyetem Védelmi-biztonsági Szabályozási és Kormányzástani Kutatóműhely, Budapest, 2022, 17 p.
- [154] Szászi Gábor: A védelmi szempontból meghatározó repülőterek vasúti kapcsolatának helyzete Magyarországon; *Repüléstudományi Közlemények*, 21:különszám, 2009, pp. 1-22.
- [155] Magyarország Nemzeti Integrált Határigazgatási Stratégiája 2022-2028; online: <https://cdn.kormany.hu/uploads/document/3/3c/3c4/3c49c6e18dd55df59bacf292da09c52106085134.docx> (letöltve: 2022. 11. 01.)
- [156] Kovács Gábor: A határrendészetben ható törvényszerűségek és elvek érvényesülése az illegális migráció elleni küzdelemben; In: Gaál Gyula – Hautzinger Zoltán (szerk.): *Modernkori veszélyek rendészeti aspektusai*, Pécs, 2015, pp. 221-231. (Pécsi Határőr Tudományos Közlemények 16)

- [157] Kui László: A határellenőrzés elveinek és követelményeinek érvényesülési lehetőségei Magyarországon; *Hadtudományi Szemle*, 11:2, 2018, pp. 268-286.
- [158] Balla József: A határellenőrzés ideiglenes visszaállításának támogatása, erő-eszköz szükséglete; *Határrendészeti Tanulmányok*, 15:2, 2018, pp. 4-28.
- [159] Balla József: A biometrikus adatokat tartalmazó úti és személyazonosító okmányok biztonságnövelő hatása a határ- és közbiztonság alakulására; Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2013, DOI: 10.17625/NKE.2014.009
- [160] WYG Engineering Ltd.: Regional approach for implementing passenger border controls on moving trains; Novi Beograd, Serbia, 2009, online: <https://transport.ec.europa.eu/system/files/2016-09/2009-07-regional-approach-for-implementing-passenger-border-controls-on-moving-trains.pdf> (letöltve: 2022. 02. 17.)
- [161] Gitta Ferenc: A három betű hatalma; *Indóház extra*, 2013/3, pp. 7-10.
- [162] Szászi Gábor: A vasúti közlekedési rendszer jövője az ország védelmi felkészítési rendszerében; In: Duleba Szabolcs (főszerk.): *Logisztikai Évkönyv 2014*, Magyar Logisztikai Egyesület, Budapest, 2013, pp. 189-195.
- [163] Lévai Zsolt – Albert Gábor: Vasúti infrastruktúra beruházások tervezése a kritikus infrastruktúra védelem szempontjainak figyelembevételével; *Közlekedéstudományi Szemle*, 72:1, 2022, pp. 5-19., DOI: 10.24228/KTSZ.2022.1.1
- [164] Evans, Andrew W.: The economics of railway safety; *Research in Transportation Economics*, 43, 2013, pp. 137-147., DOI: 10.1016/j.retrec.2012.12.003
- [165] Szászi Gábor: A „Közlekedés Operatív Program” és annak védelmi aspektusai II. rész; *Katonai Logisztika*, 15:4, 2007, pp. 115-138.
- [166] Gere Lóránt: Átszállási időveszteségek minimalizálása közlekedésszervezési intézkedésekkel; *Budapesti Műszaki Egyetem, Tudományos Diákköri Konferencia*, 2014
- [167] Lévai Zsolt – Molnár Balázs – Munkácsy András: A turisztikai célú vasúti utazások piaci változásának turizmusbiztonságra gyakorolt hatásai; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): *XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”*, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2021, pp. 222-233.
- [168] Horváth Attila: A felszíni közlekedés terrorfenyegetettsége és a védelem lehetőségei; In: Péter Tamás (szerk.): *Innováció és fenntartható felszíni közlekedés konferencia 2007*, BMF – Magyar Mérnökakadémia, Budapest, 2007, pp. 1-8.

- [169] Ministry of Civil Aviation (Commission of Railway Safety): Railway accident investigation report on Derailment of 2301 Up Howrah – New Delhi Rajdhani Express train at km. 508/19-21 between Rafiganj and Deo Road stations on Gaya-Mughalsarai Grand Chord Double line Broad Gauge Electrified Section of Mughalsarai Division of Eastern Railways on 09-09-2002, online: <https://indianculture.gov.in/flipbook/2321> (megtekintve: 2022. 01. 19.)
- [170] Pyrgidis, Christos N.: Railway Transportation Systems – Design, Construction and Operation; CRC Press, Boca Raton, USA, 2016
- [171] Antal Örs: A budapesti metróhálózat vegyi terrortámadás elleni felkészültségének vizsgálata az 1995-ös tokiói merénylet tükrében; *Hadmérnök*, 9:2, 2014, pp. 193-210.
- [172] Sostarics György – Balogh Vilmos: Vasúti járművek; Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1991
- [173] Arató Károly: Vasútállomások technikai rendszere; In: Kisbakonyi József (szerk.): Vasúti üzemtan I. kötet: Vasútállomások technológiája 1. rész, Közlekedési Dokumentációs Rt., Budapest, 1994, pp. 115-258.
- [174] Érsek László: Ütügyi jogszabály-módosító javaslatok; In: MAUT: Szintbeni közúti-vasúti átjárók jogi és műszaki fejlesztése, a szabályozás felülvizsgálata, Projekt-összefoglaló publikációk, Budapest, 2015
- [175] Magrini, M. – Moroni, D. – Palazzese, G. – Pieri, G. – Azzarelli, D. – Spada, A. – Fanucci, L. – Salvetti, O.: An Intelligent Transportation System for Safety and Integrated Management of Railway Crossings; *International Journal of Transport and Vehicle Engineering*, 9:7, 2015, pp. 1438-1444.
- [176] Finger, Matthias – Bert, Nadia – Bouchard, Kathryn – Kupfer, David: Rail passenger security: is it a challenge for the Single European Railway Area? In: Finger, Matthias – Bert, Nadia – Bouchard, Kathryn – Kupfer, David (editors): 13th Florence Rail Forum, European Transport Regulation Observer, 2016/4, Florence, Italy
- [177] Bánfi Miklós – Kózel Miklós – Soltész Tamás – Tóth János: Beléptető kapuk utasforgalmi szimulációja a budapesti gyorsvasúti hálózaton; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor – Gaál Bertalan (szerk.): Közlekedésszervezés és irányítás a 21. században – Közlekedéstudományi Konferencia, Győr, 2016, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2016, pp. 267-279.
- [178] Baron, Nacima – Le Bot, Nils: Railway station boarding controls: issues and limits. Performing security to secure performance? *Cybergeog: European Journal of Geography*, document 952, 2020, DOI: 10.4000/cybergeog.35341

- [179] Szászi Gábor – Tóth Bence: Döntéselőkészítési módszerek; Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2019
- [180] Stettner, Elisa: Sicherheit am Bahnhof – Überwachungsmaßnahmen zur Abwehr terroristischer Anschläge; PhD Dissertation, Duncker & Humblot, Berlin, Deutschland, 2017, ISBN 978-3-428-15157-8
- [181] Nyitrai Endre: A drónok alkalmazásának lehetőségei a rendőrségi feladatok ellátása során; Rendőrségi Tanulmányok, 3:1, 2020, pp. 94-119.
- [182] Balogh Zsuzsanna: AIGIS – A repülőterek védelmében; Repüléstudományi Közlemények, 23:2 különszám, 2011, 7 p., online: http://epa.oszk.hu/02600/02694/00055/pdf/EPA02694_rtk_2011_2_Balogh_Zsuzsanna.pdf (letöltve: 2022. 06. 18.)
- [183] Horváth Hermina – Kátai-Urbán Lajos: Veszély-elhárítási tervezés a vasúti rendezőpályaudvarokon; Katasztrófavédelmi Szemle, 20:2, 2013, pp. 16-18.
- [184] Szily István: Az állomások és nyíltvonali szolgálati helyek üzemi folyamata és térbeli elrendezése, kialakításának elvei; In: Kisbakonyi József (szerk.): Vasúti Üzemtan I. kötet: Vasútállomások technológiája 2. rész, Közlekedési Dokumentációs Rt., Budapest, 1994, pp. 26-80.
- [185] Kazinczy László: Vasúti pályák; BME, Budapest, 2004, online: http://www2.uvt.bme.hu/kazinczy/1.%20Oktat%C3%A1si%20anyagok_/1.2.%20Jegyzetek_/1.%20Vas%C3%BAti%20p%C3%A1ly%C3%A1k_.pdf (letöltve: 2022. 01. 30.)
- [186] Flammini, Francesco – Pragliola, Concetta – Smarra, Giovanni: Railway Infrastructure Monitoring by Drones; 2016 International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), 2016, pp. 1-6.
- [187] Horváth, Balázs – Horváth, Richárd: Video based data collection in transportation; In: Horváth Balázs – Horváth Gábor (szerk.): XI. Közlekedéstudományi Konferencia – Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2021, pp. 148-156.

- [188] Flammini, Francesco – Naddei, Riccardo – Pragliola, Concetta – Smarra, Giovanni: Towards Automated Drone Surveillance in Railways: State-of-the-Art and Future Directions; In: Blanc-Talon, Jacques – Distant, Cosmio – Philips, Wilfried – Popescu, Dan – Scheunders, Paul (editors): Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems. 17th International Conference, ACIVS 2016. Lecture Notes in Computer Science Vol. 10016, 2016, Springer International Publishing AG, Cham, Switzerland, DOI:10.1007/978-3-319-48680-2_30
- [189] Working Group on the Trans-Asian Railway Network: Inspection and monitoring of railway infrastructure using aerial drones; UN Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, 2019 (ESCAP/tarn/wg/2019/4)
- [190] Szajkó Gyula – Lévai Zsolt: A vasúthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor; Hadtudományi Szemle, 14:1, 2021, pp. 27-51., DOI: 10.32563/HSZ.2021.1.3
- [191] Nogales, Borja – Silva, Miguel – Vidal, Ivan – Luís, Miguel – Valera, Francisco – Sargento, Susana – Azcorra, Arturo: Using Aerial and Vehicular NFV Infrastructures to Agilely Create Vertical Services; Sensors, 21:1342, 2021, DOI: 10.3390/s21041342
- [192] Müller, Vincent C.: Editorial: Risks of Artificial Intelligence; In: Müller, Vincent C. (editor): Risks of general intelligence, CRC Press – Chapman & Hall, London, United Kingdom, 2016, pp. 1-8., DOI: 0000-0002-4144-4957
- [193] Russel, Stuart – Dewey, Daniel – Tegmark, Max: Research Priorities for Robust and Beneficial Artificial Intelligence; AI Magazine, 36:4, 2015, pp. 105-114.
- [194] Dietterich, Thomas G. – Horvitz, Eric: Benefits and Risks of Artificial Intelligence; medium.com, 2015, online: <https://medium.com/@tdietterich/benefits-and-risks-of-artificial-intelligence-460d288cccf3> (letöltve: 2023. 03. 12.)
- [195] Munk Sándor: A kritikus infrastruktúrák védelme információs támadások ellen; Hadtudomány; 18:1, 2008, pp. 95-106.
- [196] Lévy-Bencheton, Cédric – Darra, Eleni: Cyber Security and Resilience of Intelligent Public Transport – Good practices and recommendations; ENISA, Heraklion, Greece, 2015
- [197] Haig Zsolt – Kovács László – Ványa László: Az elektronikai hadviselés, a SIGINT és a cyberhadviselés kapcsolata; Felderítő Szemle, 10:1-2, 2011, pp. 183-209.
- [198] Jabłonski, Adam – Jabłonski, Marek: Digital Safety in Railway Transport – Aspects of Management and Technology; Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland, 2022

- [199] Kovács László: A kiberbiztonság stratégiai megközelítése; MTA Doktori értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2018
- [200] Haig Zsolt: Az információbiztonság komplex értelmezése; Hadmérnök, különszám a Robothadviselés 6. tudományos konferencia előadásaiból, 2006, 9 p., online: http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/haig_rw6.pdf (letöltve: 2022. 08. 21.)
- [201] VPE Kft. 2022/2023. menetrendi időszakra vonatkozó Hálózati Üzletszabályzat a MÁV Zrt. és GySEV Zrt. nyílt hozzáférésű vasúti pályahálózata igénybevételének feltételeiről; online: <https://www2.vpe.hu/halozati-uzletszabalyzat-husz/husz-2022-2023> (megtekintve: 2023. 01. 20.)
- [202] MÁV Zrt. F. 3. sz. Utasítás az üzemirányítási és az operatív irányítási szolgálat ellátására
- [203] Kővári Mátyás: Biztosítóberendezés online? Vasúti Vezetékvilág, 1:3, 2017, pp. 20-26.
- [204] MÁV Zrt. 46/2015. (XI. 20. MÁV Ért. 19.) EVIG sz. utasítás A MÁV Zrt. Informatikai Biztonsági Szabályzatáról
- [205] Samonas, Spyridon – Coss, David: The CIA Strikes Back: Redefining Confidentiality, Integrity and Availability in Security; Journal of Information System Security, 10:3, 2014, pp. 21-45.
- [206] Muha Lajos – Krasznay Csaba: Az elektronikus információs rendszerek biztonságának menedzselése; Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Vezető- és Továbbképzési Központ, Budapest, 2018
- [207] Cser Orsolya: Pénzügyi biztonság és kiberbiztonság a banki rendszerek területén; Hadmérnök, 9:1, 2014, pp. 153-163.
- [208] Bonnyai Tünde – Görgey Péter – Krasznay Csaba (szerk.): Villamosenergetikai ipari felügyeleti rendszerek kiberbiztonsági kézikönyve; Nemzetbiztonsági Szakszolgálat Nemzeti Kibervédelmi Intézet, Budapest, 2020
- [209] Ködmön József – Csajbók Zoltán Ernő: Információbiztonság az egészségügyben; Orvosi Hetilap, 156:27, 2015, pp. 1075-1080.
- [210] Fenyves László: A FOR rendszer, szolgáltatásai, kapcsolódása más rendszerekhez, a fejlesztés irányai; előadás prezentáció, KBSZ szakmai nap, 2009. 10. 28.
- [211] Héray Tibor: Megbízhatóság és biztonság a műszaki gyakorlatban; Széchenyi István Főiskola, Győr, 1995
- [212] Vágújhelyi Ferenc: Blockchain a közigazgatásban; Új Magyar Közigazgatás, 10:3, 2017, pp. 63-69.

- [213] Sipos Dániel: Blokklánc-technológia alkalmazása az ellátási láncokban; Multidiszciplináris tudományok, 10. kötet 2. szám, 2020, pp. 525 – 531, DOI: 10.35925/j.multi.2020.2.60
- [214] Lányi Márton: Blokklánc technológia a logisztika szolgálatában; Bánki Közlemények, 1:1, 2018, pp. 5-10.
- [215] DB Systel: Blockchain – The future of Railway Systems? The world’s first blockchain-based railway; online:
<https://blockchain.deutschebahn.com/resource/blob/5039978/de3ea0f6d2d84c8d12f59eb7d6e2f354/Download-The-world-s-first-blockchain-based-railway-data.pdf> (letöltve: 2023. 01. 01.)
- [216] Kuperberg, Michael – Kindler, Daniel – Jeschke, Sabina: Are Smart Contracts and Blockchains Suitable for Decentralized Railway Control? Ledger, 2020/5, pp. 36-61., DOI: 10.5915/LEDGER.2020.158
- [217] Fernández-Camarés, Tiago M. – Fraga-Lamas, Paula: A review on the Application of Blockchain to the Next Generation of Cybersecure Industry 4.0 Smart Factories; IEEE Access, 7:4, 2019, DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2908780
- [218] Fábos Róbert: A katonai közúti anyagszállítások tervezését, szervezését és végrehajtását támogató informatikai rendszerek jelenlegi helyzete, fejlesztésük lehetőségei; Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2013, DOI: 10.17625/NKE.2014.003
- [219] Kovács János: Az áruszállítási logisztikai folyamatok hatékony működését szolgáló informatikai rendszer; Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 2002
- [220] Horváth Attila: A létfontosságú rendszerelemek és a technológiai fejlődés új kockázatai II. rész (Kölcsönhatások és a mesterséges intelligenciák elterjedésének kihívásai); Hadtudomány, 2016:E-szám, pp. 216-228., DOI: 10.17047/HADTUD.2016.26.E.216
- [221] Albert Ágota – Tóth Sándor – Üveges András József – Lévai Zsolt: A közlekedési rendszerek és az információs terrorizmus kapcsolata; Felderítő Szemle, 20:1, 2021, pp. 18-58.
- [222] Bódi Antal: Közlekedésbiztonság fokozását megalapozó komplex ITS ökoszisztéma kialakításának kérdései; Doktori (PhD) értekezés, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2022

- [223] Liveri, Dimitra – Theocharidou, Marianthi – Naydenov, Rossen – ENISA: Railway Cybersecurity – Security measures in the Railway Transport Sector; ENISA, Heraklion, Greece, 2020, DOI: 10.2824/235164
- [224] Lucia, Pamela: On the way to a better military mobility; Railway Pro Magazine, 2022/12, No. 210, pp. 33-36., online: <https://online.fliphtml5.com/ylfj/cffu/#p=35> (letöltve: 2023. 03. 17.)
- [225] Horváth L. Attila: A terrorizmus csapdájában; Zrínyi Kiadó, Budapest, 2014

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni köszönetemet mindazoknak, akik segítségemre voltak vagy támogattak az értekezés elkészítésében. Így elsődlegesen tudományos témavezetőimnek: Prof. Dr. Horváth Attila ezredesnek és Dr. Tóth Bencének, illetve a Kooperatív Doktori Programban a KTI részéről vállalati szakértői feladatokat ellátó Albert Gábornak. Köszönöm interjúalanyaimnak, hogy gondolataikkal, javaslataikkal emelték az értekezés színvonalát. Szívből köszönöm édesanyámnak azt a támogatást, amivel végig kísért ezen a rögös úton.

Köszönöm bírálóimnak Dr. Szászi Gábornak és Dr. Berki Zsoltnak, hogy értekezésem építő kritikával illették és tanácsaikkal, javaslataikkal segítették munkámat.

Köszönöm továbbá azon kollégák és kollektívák segítségét és támogatását, akik nélkül ez a dolgozat nem jöhetett volna létre: Dr. Munkácsy András központvezetőnek és a KTI Közlekedésfejlesztési Kutatóközpont munkatársainak, a KTI Tudományos Tanácsának és az Intézet további munkatársainak, Dr. Horváth Balázs tanszékvezetőnek és a Széchenyi István Egyetem ÉÉKK Közlekedési Tanszék munkatársainak, a Katonai Műszaki Doktori Iskola vezetőjének, Dr. Padányi József vezérőrnagynak, oktatóinak, az NKE HHK KMDI és Dékáni Hivatal munkatársainak, az NKE FT RH JI Közbeszerzési Iroda munkatársainak, az NKE HHK Hadtáp, Pénzügyi és Katonai Közlekedési Tanszék, valamint Műveleti Logisztikai Tanszék munkatársainak, doktorandusztársaimnak, Dr. Albert Ágotának, Alpári-Nagy Imrének, Béres Barnának, Dr. Csaba Zágonnak, Dr. Fenyves Lászlónak, Dr. Maros Dórának, Molnár Baláznak, Nikl Andrásnak és csapatának, Schváb Zoltánnak, Seres Editnek és csapatának, Dr. Tóth Bálintnak, Tumik Péternek, valamint Veres Istvánnak. Külön köszönöm Soltész Emese, Erdélyi Csaba, Dr. Fábos Róbert és Pályi József értékes segítségét.

FÜGGELÉK

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A kutatási terület elhelyezkedése a védelmi felkészítés célrendszerében.....	13
2. ábra: A kutatási részterületek közötti összefüggések.....	14
3. ábra: A vonatközlekedés szabályozásának elemei.....	24
4. ábra: A közlekedési alágazatok CO ₂ kibocsátásának arányai az EU-27 országokban 2018-ban.....	33
5. ábra: A személyszállítási teljesítmények alakulása az EU-27 országokban 2007 – 2018 között.....	33
6. ábra: A nagysebességű vonalak hosszának alakulása Európában.....	34
7. ábra: Az áruszállítási teljesítmények alakulása az EU-27 országokban 2007 – 2018 között.....	34
8. ábra: A vasúthálózat sűrűsége az uniós tagállamokban.....	36
9. ábra: Katonai vasúti szállítások Magyarországon.....	38
10. ábra: A vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének követelménymodellje.....	51
11. ábra: Állomási peronfajták.....	57
12. ábra: A fények elhelyezkedése főjelzőkön.....	62
13. ábra: Lassúmenet jelző „kitűzése”.....	63
14. ábra: Rögzítő saru.....	73
15. ábra: Vágányzáró sorompó.....	73
16. ábra: Biztonsági betét.....	75
17. ábra: A térközátaladási idő elemei.....	77
18. ábra: A szolnoki és tokaji Tisza-hidak lehetséges helyettesítő útvonalai.....	83
19. ábra: A budapesti vasúthálózat kritikus elemei.....	86
20. ábra: Magyarországi javasolt nagysebességű vasúti pályák.....	101
21. ábra: Az utasok és a szakértők által fontosnak ítélt védelmi-biztonsági intézkedések az utasok preferenciája szerinti sorrendben.....	120
22. ábra: Az utasok ellenőrzési mód preferenciái az utazási idő növekedésének függvényében.....	120
23. ábra: A vasúti infrastruktúra beruházások polgári-katonai szempontú tervezésekor a fejlesztési és védelmi érdekek összhangját biztosító szempontrendszer folyamatábrája....	123

24. ábra: Védelmi kerítések Imst-Pitztal állomáson (Ausztria)	126
25. ábra: A vasúti pálya védelme érdekében alkalmazott műszaki megoldások Szár közelében.....	127
26. ábra: Zajvédő fal lakott területen.....	127
27. ábra: Életvédelmi kerítés a TGV vonala mellett (Franciaország)	128
28. ábra: Életvédelmi kerítés a vasúti pálya mellett Spanyolországban.....	129
29. ábra: Közös vasúti közúti híd Kiskörénél	130
30. ábra: Közös közúti-vasúti híd szétválasztott forgalommal	131
31. ábra: Vasúti alagút mellett kialakított közúti mentőalagút (Svájc)	132
32. ábra: A csatorna-alagút bejárata (Anglia)	133
33. ábra: Az új Gotthard-bázisalagút bejárata (Svájc)	133
34. ábra: A régi Gotthard-alagút bejárata (Svájc)	134
35. ábra: Az M3 metró szellőzőberendezése köztéri „szoborként”.....	134
36. ábra: Vasúti kitérő részei.....	136
37. ábra: Kitérő keresztezési része	137
38. ábra: Csúcssíneket összekötő rúd.....	137
39. ábra: Kampózár	138
40. ábra: Fizikai akadályok vasúti útátjáróban (Oroszország)	139
41. ábra: Útátjárót ellenőrző jelző	140
42. ábra: Felfegyverzett katonák Paris Gare de Lyon állomáson.....	144
43. ábra: Űr- és rakszelvény típusok, mértékegység: mm.....	146
44. ábra: Gyalogos felüljáró	147
45. ábra: Közúti felüljáró	147
46. ábra: Vasúti határkapu.....	148
47. ábra: A komplex információbiztonság elemei.....	157
48. ábra: Menetrendábra.....	159
49. ábra: Kockázati mátrix	165
50. ábra: Írásbeli rendelkezés	169
51. ábra: Digitális formátumú Írásbeli rendelkezés	170
52. ábra: Elsődleges és másodlagos adatátviteli utak biztosítóberendezések között	171
53. ábra: A vasúti árufuvarozás információkapcsolati ábrája	175
54. ábra: Az okoszerződések védelmi biztonságban betöltött hatásmechanizmusa.....	176
55. ábra: Daruszerelvény.....	178

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: Vasúti Duna-hidak	81
2. táblázat: Vasúti Tisza-hidak	81
3. táblázat: Magyarországi nagyvasúti alagutak	84
4. táblázat: Drónok védelmi célú felhasználásának polgári és katonai hatásai	151
5. táblázat: Az adattovábbító hálózatok hibalehetőségei és azok előfordulási gyakoriságai	163

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Az értekezés törzsszövegében és a mellékletekben található rövidítések listája.

Rövidítés	Idegen nyelvű jelentés	Magyar jelentés
AARMS	Academic and Applied Research in Military and Public Management Science	az NKE tudományos folyóirata
AI	Artificial Intelligence	mesterséges intelligencia
ÁVU		Állomási Végrehajtási Utasítás
BAVS		Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia
bizt. ber.		biztosítóberendezés
BME		Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
BNT		Befogadó Nemzeti Támogatás
CEF	Connecting Europe Facility	Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz
CIA	Confidentiality – Integrity – Availability	bizalmasság – sértetlenség – rendelkezésre állás
DB AG	Deutsche Bahn Aktiengesellschaft	Német Szövetségi Vasutak
DpD	distance per dot	távolság – képfelbontás arány
EÉVB		egyesített éberségi és vonatbefolyásoló berendezés
ENISA	European Union Agency for Network and Information Security	az Európai Unió Kiberbiztonsági Ügynöksége
ENSZ		Egyesült Nemzetek Szervezete
ERTMS	European Rail Traffic Management System	egységes európai vasútközlekedés-irányítási rendszer
ETA	Euskadi Ta Askatasuna	„Baszkföld és Szabadság” baszk terrorszervezet
ETCS	European Train Control System	európai vonatbefolyásoló rendszer
EU	European Union	Európai Unió
G8	Group of Eight	az Amerikai Egyesült Államok, az Egyesült Királyság, Franciaország, Japán, Kanada, Németország, Olaszország és Oroszország csoportja
GDPR	General Data Protection Regulation	általános adatvédelmi szabályok
GPS	Global Positioning System	globális helymeghatározó rendszer

Rövidítés	Idegen nyelvű jelentés	Magyar jelentés
GSM-R	Global System for Mobile – Rail	vasúti szélessávú távközlési hálózat
GySEV Zrt.		Győr – Sopron – Ebenfurti Vasút Zártkörűen Működő Részvénytársaság
HHK		Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
IBSZ		Informatikai Biztonsági Szabályzat
ICE	InterCityExpress	német nagysebességű expresszvonat
ITS	Intelligent Transportation System	intelligens közlekedési rendszer
JOA	Joint Operational Area	Összhaderőnemi Hadműveleti Terület
KDP		Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíjhoz
KH		Közlekedési Határozmányok
Korm. határozat		Kormányhatározat
Korm. rendelet		Kormányrendelet
KÖFE		központi forgalomellenőrzés
KÖFI		központi forgalomirányítás
KTI		KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság
MÁV Zrt.		Magyar Államvasutak Zártkörűen Működő Részvénytársaság
MH		Magyar Honvédség
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Észak-Atlanti Szerződés Szervezete
NFM		Nemzeti Fejlesztési Minisztérium
NKE		Nemzeti Közszolgálati Egyetem
NRF	NATO Responde Force	NATO Reagáló Erő
OGY		Országgyűlés
ORFK		Országos Rendőr-főkapitányság
PBIST	Planning Board for Inland Surface Transportation	szárazföldi felszíni közlekedést tervező testület
PESCO	Permanent Structured Cooperation	Az EU-tagállamok közötti védelmi együttműködés elmélyítését szolgáló projekt
PDD	Presidential Decision Directive	elnöki rendelet

Rövidítés	Idegen nyelvű jelentés	Magyar jelentés
PJB		Piaci pozíció erősítése, Jövedelmezőségi szint növelése, Biztonsági szint növelése
PPP	public-private partnership	a köz- és magánszféra együttműködése
RFC	Rail Freight Corridor	vasúti árufuvarozási folyosó
RID	Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses	Veszélyes Áruk Nemzetközi Vasúti Fuvarozásáról szóló Európai Megállapodás
Rk.		rendkívüli küldemény
Ro-La	Rollende-Landstrasse	gördülő országút (tehergépjárműveket szállító vasúti szerelvény)
RSOM	Receptoin, Staging, Onward Movement	fogadás, állomásoztatás, előre mozgatás
SBB	Schweizerische Bundesbahnen	Svájci Szövetségi Vasutak
SIMPLE	Railway Safety and Infrastructure for Mobility applied at level crossings	vasúti átjárók forgalmát ellenőrző szoftver
SHERPA	Shared and coHerent European Railway Protection Approach	az UIC vasúti kritikus infrastruktúra védelemmel foglalkozó programja
sms	short message service	rövid-üzenet küldő szolgáltatás
SNCF	Société Nationale des Chemins de fer Français	Francia Nemzeti Vasúttársaság
TEE	Trans-Europe Express	
TEN-T	Trans-European Network – Transport	Transzeurópai közlekedési hálózat
TGV	Train à grande vitesse	francia nagysebességű expresszvonat
TS		tank és szárazáru
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	vezető nélküli légi jármű (drón)
UIC	Union Internationale des Chemins de fer	Nemzetközi Vasútegyet
VPE Kft.		Vasúti Pályakapacitás-elosztó Korlátolt Felelősségű Társaság
VU		Végrehajtási Utasítás

MELLÉKLETEK

1. SZ. MELLÉKLET
MAGYARORSZÁG VASÚTI HÁLÓZATA (2022)



Forrás: KTI adatbázis

2. SZ. MELLÉKLET

AZ ÉRTEKEZÉSBEN FELHASZNÁLT VASÚTI UTASÍTÁSPONTOK

Jelen melléklet csak az értekezésben meghivatkozott utasításpontokat tartalmazza. Az egyes pontokban található további hivatkozások terjedelmi okokból nem szerepelnek a mellékletben. Az ábraszámok az utasítások eredeti ábraszámai. Valamennyi ábra forrása: MÁV Zrt.

A vasúti utasítások online elérhetősége:

E. 2. sz. Fékutasítás:

https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/e.2._fekutasitas_1.sz_.mod._egyes_eges_szerkezetben_2023.04.01-tol_hatalyos.pdf

F. 1. Jelzési Utasítás:

https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/f.1._sz._jelzesi_utasitas_1-4._mod._egyseges_szerkezetben_2023.04.01-tol_hatalyos.pdf

F. 2. sz. Forgalmi Utasítás:

https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/f.2._sz._forgalmi_utasitas_1-6._mod._egyseges_szerkezetben_2023.04.01-tol_hatalyos.pdf

F. 3. sz. Utasítás az üzemirányítási és az operatív irányítási szolgálat ellátására:

https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/f.3._sz._utasitas_az_uzemiranyitasi_i_es_az_operativ_iranyitasi_szolgalat_ellatasara_2022.03.01.pdf

F. 10. sz. Utasítás a védett személyek utazásainak, és különleges szabályozást igénylő vonatok közlekedésének lebonyolítására

https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/34-2020._vedett_szemelyek_utazasa_f.10.pdf

A VPE Kft. Hálózati Üzletszabályzatának online elérhetősége:

<https://vpe.hu/halozati-uzletszabalyzat-husz/husz-2022-2023>

F. 1. sz. Jelzési Utasítás

Fogalom meghatározások a Jelzési Utasítás és Forgalmi Utasítás előírásainak helyes értelmezéséhez

1.2.3. Bejárat jelző

A közlekedő vonatoknak a bejárat jelzővel fedezett szolgálati helyre történő behaladását engedélyező vagy megtiltó főjelző.

1.2.14. Fordítókorong

Függőleges tengely körül elfordítható hídszerkezet, amely lehetővé teszi a ráállított vasúti jármű egyik vágányról a másikra történő átállítását vagy megfordítását.

1.2.18. Jelzés

A vasútüzemben alkalmazott, meghatározott információ tartalmú közlési mód. A jelzés utasítja a jelzés megfigyelésére kötelezett dolgozókat valamely szolgálati ténykedés vagy biztonsági intézkedés végrehajtására, vagy valamely forgalombiztonság szempontjából fontos körülményre figyelmeztet.

1.2.26. Kijárat jelző

Olyan főjelző, amely a vonatoknak a biztosított állomásról, vonatindításra kijelölt sajátcélú vasúti pályahálózatról történő kihaladását vagy az állomás területén lévő következő főjelzőig (további kijárat jelző, állomásközt fedező jelző) történő továbbhaladását engedélyezi vagy megtiltja.

1.2.33. Szabványos állás (alapállás)

Az állomási és nyíltvonalai berendezések, valamint a hozzájuk tartozó jelzők, váltók és egyéb szerkezeti elemek vonatkozó közlekedés- és tolatásmentes időszakokra meghatározott helyzete.

1.2.41. Tolópad

A vágánytengellyel merőleges irányban eltolható szerkezet, amely alkalmas a ráállított vasúti jármű másik párhuzamos vágányra történő átállítására.

1.2.46. Vágányzáró sorompó

Olyan védelmi berendezés, amely egy vágányszakasz elzárására szolgál.

1.2.47. Vezetőállás jelző

A vonatbefolyásoló berendezés mozdonyok, vezérlőkocsik vezetőállásán elhelyezett tartozéka, amely jelzéseket, utasításokat ad a mozdonyvezető részére a pályamenti jelzők jelzése alapján.

A jelzők, jelzőeszközök, figyelmeztető jelek alkalmazására, a jelzések rendeltetésére, adására vonatkozó előírások

Eljárás eltérő értelmű egyidőben adott jelzések, továbbá kétes értelmű jelzések esetén

1.3.5. Egyidőben adott, de eltérő értelmű jelzéseket aggályosnak kell minősíteni, és közülük a forgalom szempontjából a biztonságosabbat kell figyelembe venni. Ha az eltérő értelmű egyidőben adott jelzéseket utasítás szerint adják, a jelzéseket az Utasításban meghatározott értelemmel kell tudomásul venni.

Ha valamely jelzés értelmezése során a legkisebb kétely merül fel:

- kétes előjelzés esetén fel kell készülni a főjelzőnél történő megállásra,
- más kétes jelzés esetén a vonatot és a tolatási mozgást a helyzet tisztázásáig meg kell állítani, álló helyzetből nem szabad elindulni.

A fényjelzők és jelzéseik

A biztosított fényjelzők jelzési rendszere

2.4.1. A biztosított fény főjelzők és előjelzőik sebességjelzést adnak, a velük adott azonos jelzések értelme mindig ugyanaz, bármilyen elnevezésű vagy rendeltetésű fényjelző adja azokat.

2.4.1.1. A sebességek a sebességjelzési rendszerben 0-160 km/h között jelezhetők.

2.4.1.2. A továbbhaladást engedélyező jelzések:

- jelzik a vonat elejével a jelző melletti elhaladásra engedélyezett sebességet,
- előjelzést adnak a következő jelzőn várható jelzésre.

A jelzések nem utalnak:

- a közlekedés irányára,
- a helytelen vágányra történő kihaladásra.

A TOLATÁSI MOZGÁST SZABÁLYOZÓ JELZŐK FAJTÁI, ALKALMAZÁSUK ÉS A VELÜK ADOTT JELZÉSEKRE VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS ELŐÍRÁSOK

A tolatásjelzők csoportosítása, jelzéseik és kezelésük

3.3.4. A fény tolatásjelzők jelzései:

3.3.4.1. Tilos a tolatás!

Kék fény (79. ábra).



79. ábra (részlet)

3.3.4.2. Szabad a tolatás.

Fehér fény (80. ábra).

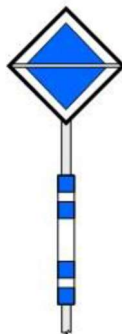


80. ábra (részlet)

3.3.5. Az alak tolatásjelzők jelzései:

3.3.5.1. Tilos a tolatás!

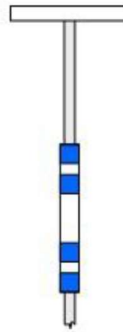
Csúcsára állított négyszögletes tábla kék lapjával a vágányra merőleges helyzetben (81. ábra).



81. ábra

3.3.5.2. Szabad a tolatás.

Vízszintes helyzetű tábla fehér sávja látható (82. ábra).



82. ábra

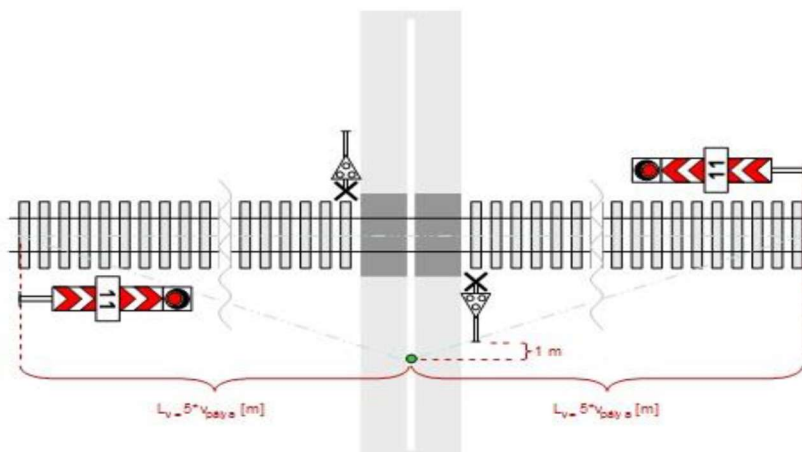
Útátjárójelző

Az útátjárójelző alkalmazása

4.2.1. A vasúti átjárók és (a közlekedési hatóság engedélye alapján létesített) önálló gyalogos-átkelőhelyek előtt (a 4.2.2. pontban foglaltak kivételével) Útátjárójelzőt kell elhelyezni.

4.2.1.1. Útátjárójelzőt kell elhelyezni az útátjárótól vagy az önálló gyalogos-átkelőhelytől számított L_v távolságra (100. ábra):

- nyíltvonalon mindkét irányból,
- állomási és az állomás (szolgálati hely) első váltójától mért L_v távolságon belül lévő útátjárók előtt csak a nyílt vonal felől.



100. ábra

Az Lv távolság a vasúti pályára engedélyezett sebesség km/h-ban megadott számértékének:

- ötszöröse útátjárók, többvágányú vasúti pályán lévő önálló gyalogos átkelőhelyek esetén,
- háromszorosa egy-, kétvágányú vasúti pályán lévő önálló gyalogos átkelőhelyek esetén.

4.2.1.2. Az Útátjárójelző fehér-vörös felfelé mutató nyilakat ábrázoló, álló téglalap alakú tábla (101. ábra).



101. ábra

4.2.1.3. Az Útátjárójelző középső részére szelvénytáblát kell elhelyezni, amely az útátjáró helyére utal. A szelvénytáblát fehér téglalap alakú táblán, fekete arab szám jelzi (101., 102. ábra).



102. ábra

4.2.1.4. A vonat által vezérelt fénysorompóval felszerelt nyíltvonalai útátjárók előtt elhelyezett Útátjárójelző felső részére, fénysorompóra figyelmeztető jelet (fehér alapon, fekete félhold alatt vörös pont) kell elhelyezni (102. ábra).

4.2.1.5. Az Útátjárójelző fokozott figyelműre hívja fel a mozdonyvezető figyelmét. Az útátjáróhoz történő közeledéskor Figyelj! jelzést csak akkor kell adni, ha adását személy-, vagyon- vagy forgalombiztonsági ok szükségessé teszi.

KÉZIJELZÉSEK ÉS HANGJELZÉSEK

A vonatközlekedés közben adható jelzések

5.1.1.3. Indulásra készen.

Nappal az egyik kar magasan tartva (171. ábra).



171. ábra

Sötétben a fehér fényű jelzőlámpa magasan tartva (172. ábra).



172. ábra

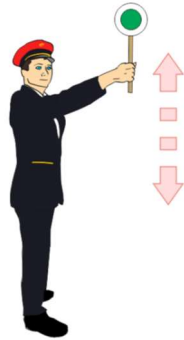
A személyszállító vonatknál szolgálatot teljesítő vezető jegyvizsgáló a jelzést nappal kör alakú, mindkét oldalán zöld szegélyű, közepén fehér színű kézi jelzőtárcsát magasan tartva köteles adni (173. ábra). A jelzés adásával kapcsolatos részletes előírásokat az F.2. sz. Forgalmi Utasítás tartalmazza.



173. ábra

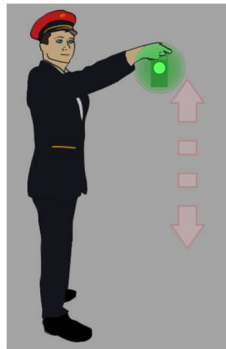
5.1.1.4. Felhívás az indításra.

A felhatalmazást végző dolgozó teste elejével a vonat felé, arcával a vonat mozdonyvezetője felé fordulva, a vonatindító jelzőeszközt nappal zöld lapjával a mozdonyvezető felé fordítva függőleges irányban fel- és lefelé mozgatja (174. ábra).



174. ábra

A felhatalmazást végző dolgozó teste elejével a vonat felé, arcával a vonat mozdonyvezetője felé fordulva, sötétben a zöld fényű jelzőlámpát a mozdonyvezető felé fordítva függőleges irányban fel- és lefelé mozgatja (175. ábra).



175. ábra

5.1.1.8. Megállj!

Nappal kibontott sárga jelzőzászló, más tárgy vagy az egyik kar körbeforgatása a vonat felé fordulva (182. ábra).



182. ábra

Sötétben bármilyen színű fényt adó kézi jelzőlámpa körbeforgatása a vonat felé fordulva (183. ábra).



183. ábra

A vonatok fogadására és megfigyelésére kötelezettek kézijelzéssel Megállj! jelzést kötelesek adni, ha:

- a vonat elején egy lámpa sem világít,
- személy-, vagyon- vagy forgalombiztonsági ok szükségessé teszi.

Nem szabad Megállj! jelzést adni, ha a megállás következtében a veszély fokozódhat. A vonatot megállító dolgozó köteles a mozdonyvezetővel a megállítást okát közölni.

A mozdonyvezető hangjelzései

5.3.8. Veszély!

A féket húzd meg! jelzés többször egymás után (●●● ●●● ●●●).

5.3.8.1. A Veszély! jelzést a közlekedő vonat mozdonyvezetője köteles adni minden olyan esetben, amikor annak adását szükségesnek tartja. A jelzés elhangzása után vonatkísérővel

közlekedő személyszállító vonatnál a vonatkísérő személyzet köteles először a vészfékváltót meghúzni, utána pedig a kéziféket működtetni.

5.3.9. A vonatot vészfékkel állították meg.

Egy hosszú, egy rövid, egy hosszú hang adása egymás után kétszer (— ● — — ● —).

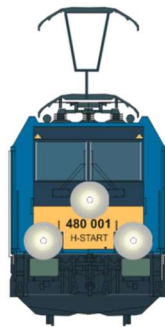
5.3.9.1. A vonatot vészfékkel állították meg jelzést a légfékezéssel közlekedő személyszállító vonat mozdonyvezetője akkor köteles adni, ha a vonat a vészfék meghúzása következtében állt meg.

5.3.9.2. A jelzést követően a vonatkísérők kötelesek megállapítani a vészfék meghúzásának okát, majd amennyiben a vonat tovább haladásának nincs akadálya, a vészfékváltót alapállásba helyezni.

A vonatok elejének és végének jelzésére, valamint a járműveken alkalmazandó jelzésekre vonatkozó előírások

A vonat elejének jelzése

6.1.1. A vonat elejét a mozdony vagy a vezérlőkocsi első homlokfalán azonos magasságban elhelyezett 2 db, valamint ezek fölött középen alkalmazott 1 db fehér fényű lámpával kell jelezni (201. ábra).



201. ábra

A tolt vonat elejét az első jármű homlokfalán lévő valamelyik lámpatámon elhelyezett 1 db fehér fényű lámpával kell jelezni (202. ábra).

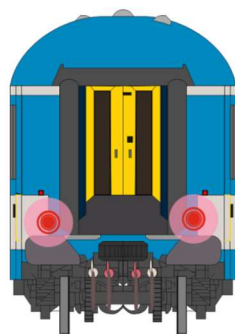


202. ábra

A vonat végének jelzése

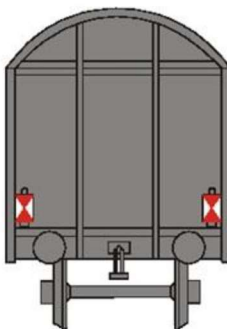
6.1.2. A vonat végének jelzésére a vonat utolsó járművének hátsó homlokl falán zárjelzőt kell alkalmazni, amely:

- a személyszállító vonat, személyszállító vonat kocsijaiból összeállított szerelvényvonat és mozdonyvonat végén 2 db, vörös fényel folyamatosan világító lámpa (203. ábra),



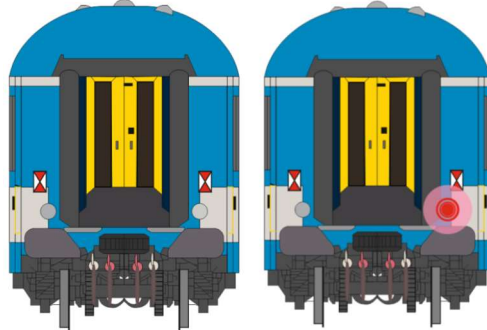
203. ábra (részlet)

- minden egyéb kategóriába sorolt vonat végén 2 db oldalt fehér háromszöget, alul és felül vörös háromszöget ábrázoló, fényvisszaverő kialakítású zárjelző tábla (204. ábra).



204. ábra

Ugyanígy kell azoknak a személyszállító vonatoknak, személyszállító vonatok kocsijaiból összeállított szerelvényvonatoknak és mozdonyvonatoknak a végét megjelölni, amelyek nem rendelkeznek 2 db vörös fénnel folyamatosan világító lámpával (205. ábra).



205. ábra

F. 2. sz. Forgalmi Utasítás

Fogalom meghatározások az utasítás előírásainak helyes értelmezése szempontjából

1.2.6. Állomási személyzet

A szolgálati helyeken – a vonatszemélyzet kivételével – a szolgálati helyre érvényes helyismereti vizsgával rendelkező és a parancskönyvi névjegyzékben szereplő forgalmi tevékenységet végző dolgozók gyűjtőelnevezése.

1.2.8. Állomásközi távbeszélő

Két állomás forgalmi irodáját összekötő távbeszélő, melyre a két forgalmi irodán kívül rá kell kapcsolni:

- a két állomásnak egymás felé eső végein a forgalmi irodától számított legtávolabbi váltókezelői szolgálati helyiségének,
- egyállítóközpontos biztosítóberendezéssel felszerelt állomásokon az állítóközpontnak,
- az állomások területéről nyílt vonalon lévő útsorompót kezelő dolgozók szolgálati helyiségének és
- a nyílt vonalon vonatfogadásra kötelezett dolgozók szolgálati helyiségének

távbeszélőjét.

Az állomásközi távbeszélőre rákapcsolt helyiségeknek a vágány felé eső külső falán – szükség esetén – erős hangot adó hangjelzőt kell elhelyezni, hogy a hívásokat a téren tartózkodó dolgozó is hallhassa.

Az állomásközi távbeszélő vonalra kapcsolódik a pályatelefon is.

1.2.11. Biztonsági betét

Központi állítású vagy központi reteszelésű váltóknál a váltó zárszerkezet vagy a csúcssín végállásban történő felvághatatlan rögzítésére szolgáló zárható szerkezet.

1.2.14. Csatlakozó állomás

Olyan állomás, ahonnan más pályahálózat működtető vasútvonala ágazik ki.

1.2.18. Elágazó állomás

Olyan állomás, ahonnan ugyanazon pályahálózat működtető más vasútvonala ágazik ki.

1.2.20. Ellenmenetet kizáró biztosítóberendezés

Olyan szerkezeti függést biztosít a két szomszédos szolgálati hely jelzői között, amely a két szolgálati hely közötti ugyanazon vágányra egyidejűleg csak az egyik szolgálati helyen lévő jelzőn teszi lehetővé a továbbhaladást engedélyező jelzés megjelenését.

Ellenkező irányú vonat részére a jelző akkor állítható továbbhaladást engedélyező állásba, ha az állomásköz felszabadult.

Az ellenmenetet kizáró biztosítóberendezés biztosítja az utolérés kizárását is úgy, hogy ugyanazon vágányra követő vonat részére továbbhaladást engedélyező jelzés ismételten csak az elől haladó vonatnak a másik állomásra vagy térközbe érkezése után jelenhet meg.

1.2.26. Fejállomás

Olyan állomás, melynek csak az egyik végéhez csatlakozik nyílt vonal.

1.2.34. Forgalmi szolgálattevő

A közlekedés, továbbá a tolatás irányítója. Az Utasításban előírt esetekben a tolatás vezetője állomáson (4.1.3.2.e), 4.1.17.). Vonat- és utasforgalmi ok miatt forgalmi szolgálattevő más szolgálati helyre is rendszerezhető.

Rendelkezéseit a szolgálati helyen, a nyílt vonalon és a vonatokon valamennyi forgalmi tevékenységet ellátó dolgozó köteles tudomásul venni és végrehajtani.

Egy állomáson egy időben több forgalmi szolgálattevő is végezhet szolgálatot. Teendőiket és hatáskörüket az ÁVU-ban, VU-ban kell szabályozni és egymástól elhatárolni.

Pályaelágazásra akkor szükséges forgalmi szolgálattevő, ha az elágazás biztosítóberendezése nincs szerkezeti függésben a forgalomszabályozást végző szolgálati hely biztosítóberendezésével. Megállóhely forgalmi szolgálattevőjének teendőit VU-ban kell szabályozni.

1.2.56. Középállomás

Két rendelkező állomás, vagy a rendelkező állomás és a vonal végpontja között fekvő állomás.

1.2.66. Mobiltelefon

Olyan hordozható telefonkészülék, mely összeköttetést biztosít más mobil- és vezetékes telefonokkal.

1.2.72. Mozdonyvezető (vasúti járművezető)

A mozdonynak minősülő jármű vezetője. Állomás területén kívül lévő vonatnál — az Utasításban szabályozott esetben állomás területén is — a közlekedéssel kapcsolatos rendelkezéseit a vonat- és a pályaszemélyzet köteles végrehajtani. Közlekedéssel kapcsolatos rendelkezései előtt a rendelkezésére álló értekező berendezésen köteles a két szomszédos forgalomszabályozást végző szolgálati hely forgalmi szolgálattevőjétől (forgalomirányítójától) utasítást kérni.

1.2.77. Nyílt vonal

Általában két szomszédos állomás területe közötti vonalszakasz.

1.2.114. Szolgálati hely

Forgalomszabályozási és/vagy kereskedelmi tevékenység ellátására kialakított hely. Típusait a pályahálózat működtető központi forgalmi szolgálati felsőbbsege határozza meg a szolgálati hely hálózati funkciójának figyelembe vételével.

1.2.119. Tolatás

A vonatok közlekedését kivéve vasúti járművek emberi vagy gépi erővel vágányon végrehajtott szándékos helyváltoztatása.

1.2.121. Tolatócsapat

A tolatószemélyzet közül a tolatásvezető és kocsirendező(k) vagy a vonali tolatásvezető és vonali kocsirendező(k) gyűjtőelnevezése. A tolatócsapat létszámát normál üzemi és attól eltérő körülményekre vonatkozóan az Utasításban és Függelékeiben előírtak figyelembe vételével ÁVU-ban, VU-ban kell meghatározni.

1.2.122. Tolatószemélyzet

A tolatásban résztvevő munkavállalók (mozdonyszemélyzet, tolatócsapat, váltóállító, útsorompót kezelő és útátjárót fedező dolgozók) gyűjtőelnevezése.

1.2.123. Tolómozdonnyal közlekedő vonat

Olyan vonat, melynél a vonat elején és végén is működő mozdony van, és a vonat végén lévő mozdony a vonattovábbítás elősegítése céljából erőt fejt ki, de nincs közöttük távvezérlő kapcsolat.

1.2.137. Vágányút

Vonatközlekedés közben az a vágányrész, amelyen:

- az érkező vonat a szolgálati helyet fedező jelzőtől a megállás helyéig (vágányút ellenőrzésnél az első kijárat váltóig vagy a vágány végét lezáró ütközőbakig),
- az áthaladó vonat a teljes áthaladásig (a szolgálati helyet mindkét irányból fedező jelzők között),
- az induló vonat az indulás helyétől a szolgálati helyet ellenkező irányból fedező jelző elhagyásáig

haladni fog.

Tolatás közben az a vágányrész, amelyen a tolatás történik.

1.2.144. Védőkocsi

A RID-ben és az Utasításban előírt esetekben a védőtávolság biztosítására alkalmazott kocsi. Védőkocsiként mindig csak olyan kocsit szabad használni, amely védelmet nem igényel (nem fertőtlenítendő, nem veszélyes áruval rakott, amelyen nincs a RID 1-9 sz. veszélyességi bárca egyike sem). Védőkocsiként felhasználható a tengelyátszerelt kocsik közvetítő kocsija is.

1.2.155. Vonatkísérő személyzet

A vonatkísérő személyzet:

- a kiszolgálást végző vonatokon szolgálatot teljesítő vonali tolatásvezető, vonali kocsirendező,
- a személyszállító vonatokon szolgálatot teljesítő vezető jegyvizsgáló, jegyvizsgáló,
- az Utasításban és Függelékeiben meghatározott vonatokon szolgálatot teljesítő vonali tolatásvezető, vezető jegyvizsgáló, műszaki, forgalmi, pályafenntartási, villamos felsővezetékes és biztosítóberendezési kísérő.

1.2.157. Vonatszemélyzet

A vonatnál szolgálatot teljesítő vonatkísérő és mozdonyoszemélyzet gyűjtőelnevezése.

1.2.158. Vonattalálkozás

Közlekedő vonatoknak az állomás más-más vágányán történő találkozása. Ellenkező irányú vonatoknak állomáson történő találkozása vonatkeresztezés. Azonos irányú vonatoknak

állomáson történő olyan találkozását, amikor a később érkező vonat az előbb érkezőt megelőzi, vonatmegelőzésnek nevezzük. Vonattalálkozás lebonyolítható állomáson és egyvágányú pályák forgalmi kitérőin.

1.2.160. Az utasítás szövegében előforduló kifejezések:

- b) Az „élőszóval” kifejezésen a közvetlenül szóban vagy a vasúti társaság által rendszeresített eszközön (továbbiakban: rendelkezésre álló értekező berendezésen) adott-vett közleményeket kell érteni.

Szolgálati magatartás

Közlemények nyugtázása, előjegyzése

1.4.16. Szolgálat közben élőszóval adott közleményekből a közleményt vevő dolgozó köteles a megértés ellenőrzéséhez szükséges részt — rövid közleményeknél a teljes szöveget — visszamondani. A közleményt adó dolgozó köteles ellenőrizni, hogy közleményét megértették-e. Szükség esetén a közleményt meg kell ismételni vagy annak tartalmát tisztázni kell. Amennyiben a közlemények visszaismétlése elmarad, intézkedni kell a mozgás megállítására, valamint az álló helyzetből történő elindulás megakadályozására.

Visszamondásra nem alkalmas értekező berendezésen csak tájékoztató közleményeket és balesetelhárítási intézkedéseket szabad közölni.

1.4.16.1. A közlekedéssel és tolatással kapcsolatban visszamondásra alkalmas értekező berendezésen adandó közleményekre és azok előjegyzésére vonatkozó előírásokat a 7. sz. Függelék tartalmazza.

1.4.16.2. Azok a váltókezelők, akik kizárólag tolatás részére állítanak váltókat csak:

- a berendezések hibáira, a fővágányok elfoglalására és felszabadulására vonatkozó jelentést,
- a tolatás megszüntetéséről szóló jelentést, és ha az ÁVU-ban, VU-ban a vonatok végének megfigyelésére kötelezettek, a vonatok teljes be- és kihaladására vonatkozó közleményt

kötelesek előjegyezni.

Ha rendkívüli ok miatt közlekedést szabályozó munkát is kell végezniük, akkor az 1.4.16. pontban foglaltak szerint kell eljárni.

A váltók használhatóságának ellenőrzése forgalmi szempontból

A használhatóság ellenőrzése a vágányút beállításakor

2.7.5. A vágányút beállításakor az átállítandó váltók használhatóságáról ugyanúgy kell meggyőződni, mint váltóállítás közben.

A vágányút beállításakor az át nem állítandó váltók használhatóságáról az alábbiak szerint kell meggyőződni:

- a) A villamos úton központból állított váltók használhatóságát az ellenőrző berendezés jelzi. Zavar esetén a Kezelési Szabályzat előírásai szerint kell eljárni.
- b) A vonóvezetékes központi állítású váltóknál próbaállítással kell meggyőződni a használhatóságról. Az állítóemelyűt legalább félállásig ki kell mozdítani, majd eredeti helyére vissza kell csappantani. Ha az állítóemelyű a megszokott erővel legalább félállásig elmozdul és visszacsappan, akkor a váltó használható. A próbaállítást a vágányút beállítása szempontjából érdekelt védőváltóknál is el kell végezni akkor, ha a váltók nincsenek lezárva vagy járművekkel elfoglalva.
- c) Helyszíni állítású váltók használhatóságáról a helyszínen tartandó váltóellenőrzés során kell meggyőződni.

A váltók használhatóságáról mindig az állításukkal megbízott dolgozó köteles meggyőződni.

Lezárási táblázat

2.10.5. A vágányút helyes beállításának ellenőrzése céljából valamennyi forgalmi irodában és a váltóállító dolgozók szolgálati helyiségében, helyiség hiányában a távbeszélő közelében Lezárási táblázatot kell elhelyezni. A Lezárási táblázatról vágányutanként leolvashatók az érintett és a védőváltók, valamint a velük függésben levő vágányzáró sorompók és kisiklasztósaruk helyes állása. A védőváltók helyes állásának jelét a Lezárási táblázaton be kell karikázni (9. sz. Függelék).

Vonóvezetékes központi állítású vagy helyszíni állítású központból reteszelt váltóknál a váltók helyes állásának ellenőrzésére a berendezésen Elzárási táblázatot kell elhelyezni (10. sz. Függelék).

Menetrendjegyzék

13.4. Menetrendjegyzéket kell biztosítani szolgálati helyenként (állomás, nyíltvonali pályaelágazás, térközöri, vonatjelentőőri, sorompókezelői szolgálati hely), amely 0.00 – 24.00

óraig időrendi sorrendben, táblázatos formában kötelezően legalább az alábbi adatokat tartalmazza. A vonat:

- számát,
- legnagyobb sebességét,
- előző állomásról való indulási idejét,
- adott szolgálati helyre történő érkezési idejét (áthaladási idejét),
- tartózkodását,
- indulási idejét,
- érkezési-indulási vágányának számát,
- következő állomásra történő érkezési idejét,

valamint egyéb kiegészítő jellegű információkat (közlekedési korlátozások, helytelen vágányon történő közlekedés stb.).

A pályavasúti informatikai rendszerben készülő dinamikus menetrendjegyzék a vonatok tényleges közlekedési adataival aktualizálva tartalmazza a szolgálati helyen közlekedő vonatok adatait. Pályavasúti informatikai rendszerrel nem rendelkező szolgálati helyekre vonatkozó Menetrendjegyzéket az állomásfőnök vagy megbízottja köteles elkészíteni.

14. A VONATOK FORGALOMBA HELYEZÉSE

A vonatok forgalomba helyezése, lemondása

14.1. A vonatokat minden menetrendváltás (éves, évközi, egyedi, azonnali menetvonal kiutalás és módosításai) alkalmával a kapacitás-elosztó és a pályavasúti informatikai rendszerbe történő automatikus betöltéssel vagy törléssel, forgalomba helyezettnek vagy lemondottnak kell tekinteni.

A vonatok forgalomba helyezése, lemondása – az egyedi és az azonnali menetvonal-igénylést is figyelembe véve – folyamatos.

Egyedi és azonnali menetvonal kiutalásokkal összefüggő menetrendváltás esetén, a Menetrendjegyzéken még nem szereplő vonatokról az informatikai rendszerrel nem rendelkező állomási személyzetet a vágányútbeállítás elrendelésével kell értesíteni.

14.1.1. Az éves, évközi, egyedi, azonnali menetvonal kiutalás és módosításai esetén a pályavasúti informatikai rendszerrel nem rendelkező:

- nyíltvonali útátjárókhoz kirendelt jelzőőröket,
- sorompókezelőket,
- térközőőröket,

- vonatjelentőőröket,
- egyéb nyíltvonali vonatfogadásra kötelezett dolgozókat

a vonatokról, a vonat számának (menetrend nélkül közlekedő munkagép, munkavonat, segélymozdony, segélyvonat megjelölésével), legnagyobb sebességének és előrelátható indulási idejének közlésével kell értesíteni.

A vonat számának közlése

14.2. A kiutalt menetvonalhoz vonatszám és menetrend tartozik. A vonatok menetrenddel történő ellátása a menetvonal tulajdonos vasúti társaság feladata.

A vonat számának megváltoztatása

14.3. A vonatszám megváltoztatása csak rendkívüli esetekben (pályaelzárásos baleset, időjárási okok stb.) új menetvonal megrendelésével lehetséges.

Közlekedő vonatok számának az útvonal valamelyik állomásán történő megváltoztatásáról a pályahálózat működtető személyzetét a pályavasúti informatikai rendszeren keresztül, a vonatszámát Írásbeli rendelkezéssel kell értesíteni.

A közlekedésszabályozás rendszere

15.1.2. A közlekedést szabályozó személyek a vonatközlekedést:

- távközlő berendezésen adott közleményekkel,
- Írásbeli rendelkezésekkel,
- jelzésekkel,
- állomási és vonali biztosítóberendezések kezelésével

szabályozzák.

Követő vonat indítása állomástávolságban

Alapszabály

15.3.1. Állomástávolságú közlekedésre berendezett pályán az elől haladó vonat után ugyanarra a vágányra csak akkor szabad követő vonatot indítani, ha az elől haladó vonat megérkezett a következő állomásra és erről visszajelentés érkezett. Ettől eltérni csak a visszajelentés vétele előtti közlekedésre előírt esetben lehet.

A vonat számának és előrelátható indulási idejének külön közleményben történő közlése

Alapszabályok

15.8.1. Vonatnak állomásról történő indítása (áthaladása) előtt a vonat számát, az előrelátható indulási idejét, legnagyobb sebességét a rendelkezésre álló értekező berendezésen külön közleménnyel általában a forgalmi szolgálattevőnek (forgalomirányítónak) kell közölnie:

- a) az engedélykérés-adást követően:
 - a vonat fogadására kötelezett nyíltvonali (térközör, vonatjelentőőr, útsorompót kezelő) dolgozóval,
 - jelzőőrrel,
 - a pályahálózat működtető területi forgalmi szolgálati felsőbbsege által kijelölt dolgozókkal,
 - a következő állomás területéről nyíltvonali útsorompót kezelő dolgozóval,
- b) sajátcélú vasúti pályahálózatot kiszolgáló vonat indítása előtt a sajátcélú vasúti pályahálózatban vonatfogadásra kötelezett dolgozókkal.

Az a) és b) alpontban felsorolt dolgozókat csak akkor kell külön közleménnyel értesíteni, ha az engedélykérés-adásban nem vettek részt.

A közleményt valamennyi vonat indítása (áthaladtatása) előtt le kell adni.

A közleményt a pályahálózat működtető területi forgalmi szolgálati felsőbbsege engedélye és az ÁVU-ban, VU-ban történt kijelölés alapján közölheti:

- a kijáraton oldalon szolgálatot teljesítő váltókezelő, akit a vágányút beállításának elrendelésekor kell utasítani a közlemény leadására,
- a forgalmi szolgálattevőtől (forgalomirányítótól) esetről-esetre kapott felhatalmazás után a forgalmi irodában szolgálatot végző ÁVU-ban, VU-ban kijelölt más forgalmi szolgálattevő, váltókezelő.

Ha a vonat számán, előrelátható indulási idején és legnagyobb sebességén kívül a vonattal kapcsolatban olyan adatot, értesítést vagy rendelkezést is kell közölni:

- amelynek az érdekelt dolgozókkal történő közlését az utasítások előírják, vagy
- amelyeket a vonattal továbbított rendkívüli körülmények miatt ezeknek a dolgozóknak is tudniuk kell,

akkor a vonat számát, előrelátható indulási idejét és a legnagyobb sebességét is a forgalmi szolgálattevő (forgalomirányító) köteles közölni.

A közleményt a tervezett indítás (áthaladtatás) előtt mindig olyan időben kell leadni, hogy:

- az előírt időben az állomáshoz legközelebb lévő útsorompót le lehessen zárni,

- a legközelebbi fedezendő útátjárót fedezni lehessen,
- ha a közlemény adásakor nem jelentkezik valamelyik nyíltvonali sorompókezelő vagy jelzőőr, akkor a vonat mozdonyvezetőjét a sorompókezelő vagy jelzőőr értesítésének elmaradásáról értesíteni lehessen.

15.8.1.1. Ha a közleményt nem a forgalmi szolgálattevő (forgalomirányító) adja le, és nem jelentkezik valamelyik nyíltvonali sorompókezelő vagy jelzőőr, akkor a közleményt adó köteles erről a forgalmi szolgálattevőnek (forgalomirányítónak) azonnal jelentést tenni.

Eljárás, ha nem jelentkezik valamelyik sorompókezelő vagy jelzőőr

15.8.4. Ha az egy hosszú vagy a két hosszú csengőjel elhangzása után valamelyik nyíltvonali vagy sajátcélú vasúti pályahálózaton szolgálatot végző sorompókezelő vagy jelzőőr nem jelentkezik, és nem teszi azt saját hívójelével történő külön hívásra sem, akkor az indítandó (áthaladtatandó) vonat mozdonyvezetőjét értesíteni kell arról, hogy, mely állomások között, mely szelvényben lévő útsorompó kezelőjét (útátjárót fedező jelzőőrt) nem lehetett értesíteni az előrelátható indulási időről.

Rendelkezések közlése a vonatszeméllyel

Alapszabályok

15.14.1.1. Írásbeli rendelkezést a forgalmi szolgálattevő (forgalomirányító) köteles kiállítani és kézbesíteni.

A forgalmi szolgálattevő (forgalomirányító) az Írásbeli rendelkezés kiállítására és kézbesítésére utasíthatja:

- a vele azonos állomáson lévő külső forgalmi szolgálattevőt,
- a távvezérelt, távkezelt, KÖFI szolgálati helyeken a jelenlétest,

úgy, hogy a Fejrovatos előjegyzési naplójába beírt rendelkezés szövegét részükre lediktálja.

Az Írásbeli rendelkezést diktálás esetén közvetlenül az Írásbeli rendelkezés tömbbe vagy az arra alkalmas munkahelyeken az elektronikus rendszerbe kell beírni.

Az Írásbeli rendelkezés kiállítására és kézbesítésére utasított dolgozó köteles a leírt szöveget az utasítást adónak visszaolvasni, majd a forgalmi szolgálattevő (forgalomirányító) neve után s. k. betűket írni és a rendelkezést aláírni. Az Írásbeli rendelkezés kiállítására és kézbesítésére utasított dolgozó a rendelkezés kézbesítéséről köteles az utasítást adónak jelentést tenni.

Nem kell utasítani:

- a pályaműködtetői kapacitásigény felhasználás nyilvántartására,

- a lassúmenetek nyilvántartására,
- a Szolgálati menetrend előállítására,

az ÁVU-ban, VU-ban előírtak szerint kötelezett forgalmi szolgálattevőt a felsorolt tevékenységekkel kapcsolatos Írásbeli rendelkezés kiállítására és kézbesítésére.

Az Írásbeli rendelkezés kiállításának módját a pályahálózat működtető az ÁVU-ban, VU-ban eltérő módon is szabályozhatja.

Az elektronikus formában (úton) adott Írásbeli rendelkezésekre vonatkozó előírásokat az alkalmazott informatikai rendszerek Kezelési Szabályzata tartalmazza.

A vonatok fogadása

A vonatok fogadása és megfigyelése állomásokon és a nyílt vonalon

15.16.13. A vonatok fogadására kötelezett állomási és nyíltvonalai dolgozók kötelesek a vonatokat a részükre kijelölt helyen idejében fogadni és megfigyelni.

A megfigyelésnek ki kell terjednie arra, hogy:

- a) nincs-e a vonatnál rakománycsuszamlás, úrszelvényen túlerő rakományrész, jármű- vagy áruégés, rakományszóródás,
- b) nincs-e a vonatnál kifelé nyíló nyitott vagy lengő kocsiajtó,
- c) nincsenek-e a vonatnál mélyen és rendellenesen lógó vagy úrszelvényen túlerő alkatrészek,
- d) nincs-e a vonatnál hönfutás vagy hönfutott csapágy, kerék- vagy tengelytörés, szoruló féktuskó,
- e) nincs-e a vonatnál kisiklott jármű,
- f) előírászerű jelzések vannak-e a vonat elején és végén,
- g) a vonatszemélyzet milyen jelzéseket ad,
- h) van-e olyan rendellenesség, amely a vonat biztonságos közlekedését veszélyezteti.

Ha az észlelt hiányosság a megfigyelt vonat és más vonatok biztonságos közlekedését nem veszélyezteti, akkor a nyílt vonalon a vonatot nem kell megállítani. Ebben az esetben a következő forgalomszabályozást végző szolgálati hely forgalmi szolgálattevőjét (forgalomirányítóját) az észlelt hiányosságról értesíteni kell. Az értesített forgalmi szolgálattevő (forgalomirányító) köteles a vonatot az állomásán megállítani és a hiányosság megszüntetésére intézkedni.

Ha a vonatfogadásra kötelezett dolgozó a vonatnál az előzőekben felsorolt hiányosságokat, a vonat közlekedését vagy a másik vágányon közlekedő vonatok biztonságát veszélyeztető rendellenességet észlel (pl. rakományszóródás, kifelé nyíló nyitott vagy lengő kocsiajtó stb.),

akkor köteles a vonatot az állomáson vagy a nyíltvonali szolgálati helyen megállítani. A megállításról állomáson a forgalmi szolgálattevőt (forgalomirányítót), nyílt vonalon pedig a két szomszédos forgalomszabályozást végző szolgálati hely forgalmi szolgálattevőjét (forgalomirányítóját) értesíteni kell. Az értesítést az adó és vevő dolgozó is köteles előjegyezni a Fejrovatos előjegyzési naplóba. Vonatszakadás esetén az Utasítás vonatszakadásra vonatkozó előírásai szerint kell eljárni.

Eljárás Megállj! jelzés esetén

15.17.2. Kézijelzéssel, vagy kitűzött Megállj! jelzővel megállított vonat csak a helyzet tisztázása, majd élőszóval kapott engedély után közlekedhet tovább.

A kitűzött Megállj! jelzővel megállított vonatnál, ha:

- a megállító dolgozó nem tartózkodik a helyszínen, vagy
- a vonatnál rendelkezésre álló értekező berendezésen nem létesíthető kapcsolat a forgalmi szolgálattevővel (forgalomirányítóval)

a mozdonyvezető köteles a megállás körülményeinek tisztázása céljából a legközelebbi távbeszélővel felszerelt szolgálati helyre küldeni:

- vonali tolatásvezetővel, vezető jegyvizsgálóval közlekedő vonatnál a vonali tolatásvezetőt, vezető jegyvizsgálót,
- figyelésre kötelezett dolgozóval közlekedő vonatnál a figyelésre kötelezett dolgozót.

A megállás körülményeinek tisztázására küldött dolgozók kötelesek a forgalmi személyzettel a helyzetet tisztázni, majd a forgalmi személyzettől kapott utasításokat kötelesek a mozdonyvezetővel közölni. A mozdonyvezető a kapott utasításokat köteles a menetokmányába előjegyezni és a továbbiakban azok alapján eljárni.

Ha a mozdonyvezető a vonatnál rendelkezésre álló értekező berendezésen csak a forgalmi vonalirányítóval tud értekezni, akkor rajta keresztül köteles a megállás körülményeit tisztázni. A forgalmi vonalirányító köteles tájékozódni, majd a megállás okát és a szükséges tennivalókat a mozdonyvezetővel és az érdekelt forgalmi szolgálattevőkkel (forgalomirányítókkal) közölni.

Csak mozdonyvezetővel közlekedő vonatnál, ha a megállás helyén a rendelkezésre álló értekező berendezésen összeköttetés nem létesíthető, a mozdonyvezető tájékozódás céljából köteles a legközelebbi szolgálati helyre menni. A mozdonyvezető a mozdonyt csak az E. 1. sz. Utasításban szabályozott módon hagyhatja el.

15.17.2.1. Önműködő biztosított térközjelzőkkel felszerelt pályán, jól működő vonatbefolyásoló berendezéssel közlekedő vonatnál, ha a mozdonyvezető nem kapott Írásbeli

rendelkezést a térbiztosító berendezés használhatatlanságáról és a vonat Megállj! jelzést adó vagy jelzést egyáltalán nem adó fehér árbócú önműködő biztosított térbiztosítóhoz érkezik, akkor a mozdonyvezető az alábbiak szerint köteles eljárni.

A Megállj! jelzést adó vagy jelzést egyáltalán nem adó fehér árbócú önműködő biztosított térbiztosítót a vonattal megállás nélkül, legfeljebb 15 km/h sebességgel – ETCS vonatbefolyásoló berendezés esetén a berendezés által engedélyezett és felügyelt sebességgel – szabad meghaladni.

A Megállj! jelzést adó vagy jelzést egyáltalán nem adó fehér árbócú önműködő biztosított térbiztosító meghaladása után a mozdonyvezető a vezetőállás jelzón kapott jelzések szerint közlekedhet. Ha a vezetőállás jelzón a térbiztosító foglaltságára utaló vörös színű jelzés jelenik meg, akkor a térbiztosítóban a vonat előtt jármű vagy vonat tartózkodik. A továbbhaladás sebessége legfeljebb 15 km/h lehet, és az elől haladó vonatot – ha a látási viszonyok lehetővé teszik –, legfeljebb 200 m-re szabad megközelíteni.

15.17.2.2. Önműködő biztosított térbiztosítókkal felszerelt pályán, jól működő vonatbefolyásoló berendezés nélkül közlekedő vonatnál, ha a mozdonyvezető nem kapott Írásbeli rendelkezést a térbiztosító berendezés használhatatlanságáról és a vonat Megállj! jelzést adó vagy jelzést egyáltalán nem adó fehér árbócú önműködő biztosított térbiztosítóhoz érkezik, akkor a mozdonyvezető az alábbiak szerint köteles eljárni.

A Megállj! jelzést adó vagy jelzést egyáltalán nem adó fehér árbócú önműködő biztosított térbiztosító előtt a vonatot meg kell állítani.

Ha megállás után megállapítható, hogy a következő térbiztosító foglalt, akkor a vonat csak a térbiztosító felszabadulása után közlekedhet tovább.

Ha megállás után a térbiztosító foglaltsága nem állapítható meg és a megállástól számított 2 percen belül a térbiztosító jelzón nem jelenik meg továbbhaladást engedélyező jelzés, a mozdonyvezető a megállástól számított 2 perc eltelté után a vonattal a következő főjelzőig – függetlenül annak jelzésétől – legfeljebb 15km/h sebességgel közlekedhet tovább.

Ha Megállj! jelzést adó vagy jelzést egyáltalán nem adó fehér árbócú önműködő biztosított térbiztosítótól a megállástól számított 2 perc eltelté után elindult vonat mozdonyvezetője a következő térbiztosítóban vonatot talál, a vonatot azonnal köteles megállítani. Ha az előtte levő vonat elindul, akkor azt a mozdonyvezető legalább 200 m távolságot tartva, legfeljebb 15 km/h sebességgel követheti a következő főjelzőig.

Ha a következő főjelző sem ad továbbhaladást engedélyező jelzést, a vonattal a főjelző előtt meg kell állni és a fentiekben előírtak szerint kell eljárni.

Vörös-fehér árbócú főjelző előtt megállt vonattal a jelző mellett az F. 1. sz. Jelzési Utasításban előírtak szerint szabad elhaladni.

15.17.2.3. Önműködő biztosított térközjelzőkkel felszerelt pályán – függetlenül attól, hogy van vagy nincs jól működő vonatbefolyásoló berendezés – a Megállj! jelzést adó vagy jelzést egyáltalán nem adó fehér árbócú önműködő biztosított térközjelző mellett:

- a megállás nélküli vagy
- a megállástól számított 2 perc eltelte utáni

továbbhaladásra vonatkozó előírás csak akkor alkalmazható, ha a fehér árbócú önműködő biztosított térközjelző előtti előjelzést is adó főjelző egy vagy két sárga fényel Megállj! jelzésre utaló előjelzést adott. Ellenkező esetben a vonatot azonnal meg kell állítani és továbbhaladni csak a rendelkezésre álló értekező berendezésen kapott engedély alapján szabad.

Magatartás vonatközlekedés közben

Figyelési kötelezettség

16.2.2. Vonatközlekedés közben a vonat elején lévő mozdonyvezető és a mozdonyvezető mellett figyelőszolgálatot ellátó dolgozó, tolt vonatnál pedig az első járművön tartózkodó vonatkísérő előre és hátra tekintéssel köteles figyelni:

- a vonatot,
- a pályát és a szomszédos vágányokat,
- az útátjárókat,
- a figyelmeztető jeleket,
- a jelzőkkel és jelzőeszközökkel adott jelzéseket,
- a váltóra történő ráhaladás előtt pedig a lehetőségekhez képest a váltó állását, a vágányutat és a Biztonsági határjelzők utáni térséget.

A távolbalátás vagy a szabadlátás korlátozottsága esetén fokozott gonddal kell figyelni a pálya mellett lévő jelzőket, jelzéseket és a vezetőállás jelző jelzéseit. A mozdonyvezető a vonat sebességét úgy köteles szabályozni, hogy a jelzéseket meg tudja figyelni és a továbbhaladást tiltó jelzést adó jelző előtt a vonattal meg tudjon állni.

16.2.2.1. Előfogati mozdonnyal közlekedő vonatnál a 16.2.2. pontban foglaltakat az előfogati mozdony mozdony személyzete köteles megfigyelni, a vonómozdony személyzete pedig olyan mértékben, amennyire a megfigyelés a vonómozdonyról lehetséges.

16.2.2.2. A mozdonyon (vezérlőkocsin) figyelésre kötelezettek a megfigyelés eredményét kötelesek egymással közölni, melyet a vevő dolgozó köteles megismételni.

F. 10. sz. Utasítás a védett személyek utazásainak, és különleges szabályozást igénylő vonatok közlekedésének lebonyolítására

4.1 A védett személyek utazásainak lebonyolítása

A hazai és külföldi állami vezetők (továbbiakban: védett személyek) utazásai megvalósíthatók:

- különvonattal,
- külön kocsi(k) közlekedtetésével,
- külön kocsiszakasz (fülke) igénybevételel.

A védett személye(k) utaztatására minden esetben külön kell rendelkezni, kivéve, ha a biztosítást végző szervezet ettől eltérő rendelkezést ad vagy a védett személye(k) utazási szándékát hivatalosan nem jelzik.

Amennyiben a külön kocsi(k) menetrend szerinti vonatokkal kerülnek továbbításra, a külön kocsiszakaszt (fülkét) is menetrend szerint közlekedő vonatokban jelölik ki és tartják szabadon.

4.7.1 Menetrendkészítés

4.7.1.1 A menetrend készítő szervezet feladatai

- c) A menetrendet állomástávolságú közlekedésre kell készíteni. Térközi közlekedésre csak akkor készíthető menetrend, ha a különvonat előtt és mögött biztosítóvonat is közlekedik, vagy a megrendelés más rendelkezést nem tartalmaz.
- d) A különvonat előtt és mögött közlekedő biztosítóvonat menetrendjét a különvonat engedélyezett legnagyobb sebességének, menetidejének és tartózkodási időnek, valamint az adott pályaszakaszon alkalmazható legnagyobb sebesség figyelembe vételével kell elkészíteni.

4.7.6.6 Vágányút lezárása és őrzése

Ha a különvonat előtt biztosítóvonat közlekedik és a két vonat azonos vágányra jár be: a biztosítóberendezést mindegyik vonat részére szabályszerűen kezelni kell, azonban a vágányutat a két vonat között a jelző ismételt szabadra állíthatóságának mértékéig – a Kezelési Szabályzat szerint – szabad feloldani.

Önműködő vágányút oldás esetén a berendezést olyan mértékig kell kezelni, hogy a jelzők a követő menet részére állíthatók legyenek, ügyelve arra, hogy a váltókat még ezeknél a berendezéseknél sem szabad a biztosítóvonat és a különvonat között állítani.

A vágányútban valamennyi csúccsal szemben érintett központi állítású váltót biztonsági betéttel kell lezárni amennyiben a biztosítást végző szervezet így rendelkezik. A biztonsági betétek felszerelése, illetve eltávolítása csak a forgalmi vonalirányító előzetes hozzájárulása után történhet meg.

A felszerelés megtörténtét a forgalmi vonalirányítónak az alábbi szöveggel jelenteni kell:

„Tisztelt forgalmi vonalirányító kolléga! XY állomásfőnök Z állomásról bejelentkezem. Jelentem, hogy a csúccsal szemben érintett váltókra a biztonsági betétek felszerelése megtörtént óra perckor.”

A különvonat és az esetleg mögötte haladó biztosítóvonat elhaladása után, ha a biztonsági betétek eltávolítása megtörtént:

„Tisztelt forgalmi vonalirányító kolléga! XY állomásfőnök Z állomásról bejelentkezem. Jelentem, hogy a biztonsági betétek felszerelése megtörtént óra perckor.”

Ha a vonatokat rendkívüli esetben nem biztosított váltókon kell közlekedtetni: a váltóellenőrzést a váltókezelő, a vezető váltókezelő, illetve a forgalmi szolgálattevő az ügyletre kirendelt dolgozóval együtt köteles megtartani. A váltóellenőrzés és jelzőállítás után a váltókezelő és az ügyletet tartó dolgozó együtt köteles a teret felügyelni, a vágányutat figyelni, a vonatot a vonatfogadásra kijelölt helyen várni és fogadni.

4.7.6.7 Útsorompók működtetése

A külön- és biztosítóvonatok közlekedésének idejében a vonali fényorompót, félsorompóval kiegészített fényorompót vonat által vezérelt üzemmódban kell működtetni.

A különvonat közlekedésekor, ha a fényorompó, félsorompóval kiegészített fényorompó berendezés visszajelentése zavart jelez és a vonat már útban van, a vonatszemélyzet értesítéséről haladéktalanul intézkedni kell a rendelkezésre álló értekező berendezésen. A zavar feloldását csak akkor lehet megkezdeni, ha az útátjáró felé vonat nincs útban, és az állomásköz felszabadult.

A jelzővel függésben nem lévő teljes sorompót a biztosító- és a különvonat közlekedése közötti időtartamban nem szabad felnyitni.

VPE Kft. Hálózati Üzletszabályzat 2022/2023

4.6.1 Túlterhelt pályaszakasz

A vasúti pályahálózat kiegyensúlyozottabb igénybevétele, a túlterhelt vasúti pályaszakaszok elkerülése, valamint a túlterheltség kialakulásának megelőzése érdekében a kapacitás-elosztó szervezet helyettesítő vasúti pályaszakaszt jelölhet ki. Amennyiben a VPE Kft. helyettesítő

vasúti pályaszakaszokat jelöl ki, azokat a menetvonal katalógussal együtt, azzal azonos módon hirdeti meg.

Ha egy adott vasúti pályaszakaszon a menetvonal-igények kielégítése az összehangolási eljárás keretében sem biztosítható, és az ennek következtében elutasított kapacitás igények elérik vagy meghaladják az adott pályaszakasz havi elméleti kapacitásának 10 százalékát, vagy az egy éven belül várhatóan benyújtásra kerülő menetvonal-igények nagy valószínűséggel nem elégíthetők ki, a VPE Kft. a vasúti pályahálózat érintett részét túlterhelt vasúti pályaszakaszaknak minősíti, és kezdeményezi a pályahálózat-működtetőnél a kapacitás-elemzés elvégzését és a túlterheltség megszüntetését célzó javaslatok megtételét.

Ha a VPE Kft. – a pályahálózat-működtető által szolgáltatott adatok alapján – észleli, hogy a túlterhelt vasúti pályaszakaszra vonatkozóan fenntartott kapacitás kihasználtsága valamely kapacitásigénylő tekintetében legalább egy hónapon keresztül 60% alatt van, erről a fenntartott kapacitással rendelkező kapacitásigénylőt három napon belül tájékoztatja, továbbá felszólítja, hogy nyolc napon belül nyilatkozzon arról, hogy fennállt-e olyan érdekkörén kívül álló ok, amely miatt a vasúti pályahálózat számára nem volt hozzáférhető, továbbá csatolja az azok igazolásához szükséges okiratokat.

Ha a kapacitásigénylő ezen kötelezettségének határidőben nem tesz eleget, vagy az érdekkörén kívül álló okot nem igazolja, a VPE Kft. a fenntartott kapacitást visszavonja. A VPE Kft. a döntéséről a kapacitásigénylőt, a vasúti pályahálózat-működtetőt, valamint a vasúti igazgatási szervet haladéktalanul értesíti.

A pályahálózat-működtető a kapacitásigénylőkkel és a VPE Kft-vel történő egyeztetés után a pályahálózat vagy annak egy része túlterheltté nyilvánítását követő hat hónapon belül kapacitáselemzést készít a túlterhelt pályaszakaszokról.

A pályahálózat-működtető a kapacitáselemzésben meghatározza a pályahálózat-kapacitás igények teljesítésének korlátait, valamint javaslatokat dolgoz ki a korlátok megszüntetésére. A kapacitáselemzés meghatározza a túlterheltség okait, valamint a túlterheltség enyhítésére irányuló rövid és középtávú intézkedéseket.

A kapacitáselemzés elvégzését követő hat hónapon belül a pályahálózat-működtető kapacitásbővítési tervet készít a kapacitásigénylőkkel folytatott konzultációt követően. A kapacitásbővítési terv meghatározza:

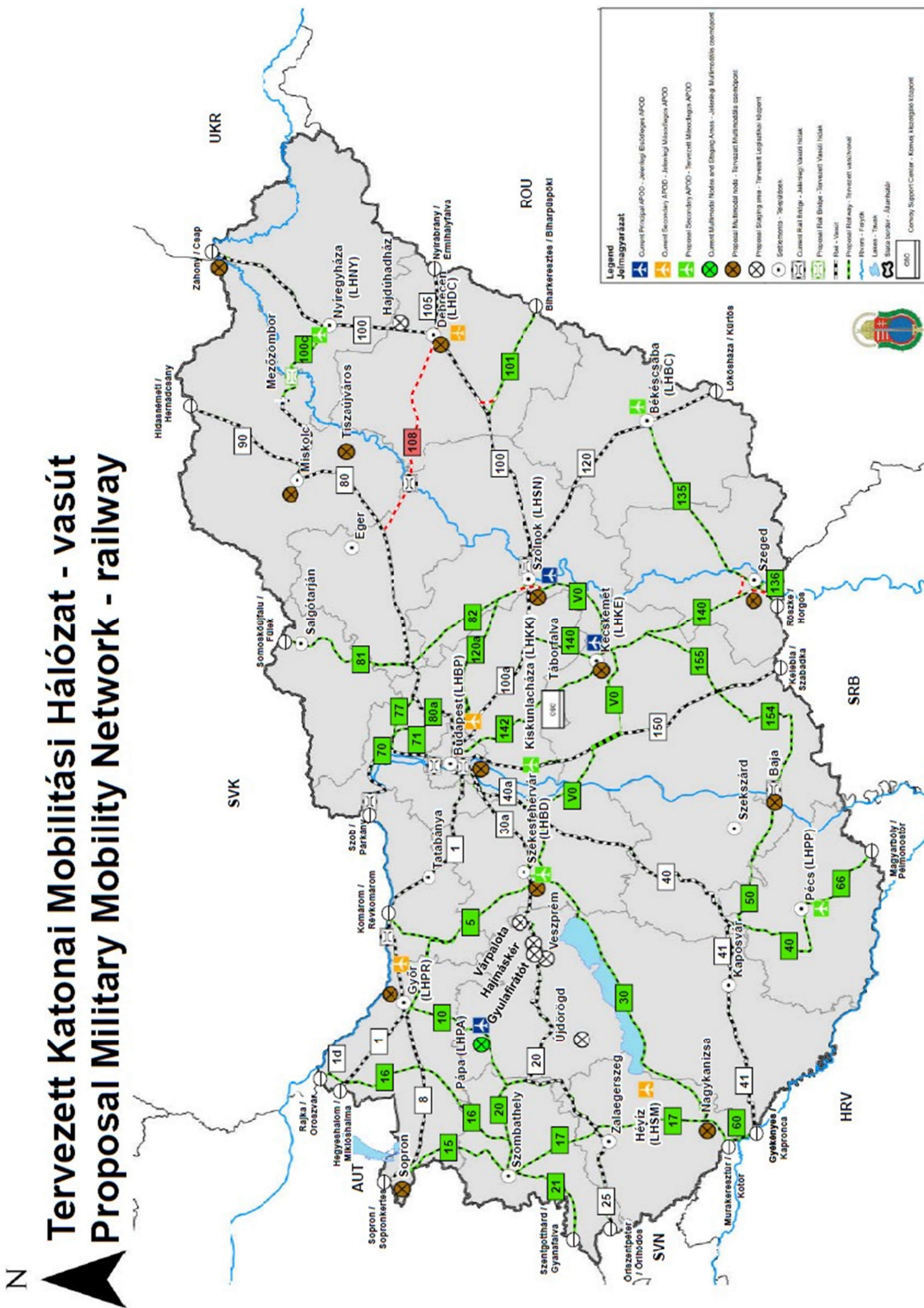
1. a túlterheltség okait,
2. a forgalom várható jövőbeli alakulását rövid, közép- és hosszú távon,
3. a vasúti pályaszakasz fejlesztésének korlátait,

4. a kapacitásbővítés lehetőségeit és költségeit, ideértve a hálózat-hozzáférési díjak várható változásait,
5. a lehetséges kapacitásbővítési intézkedéseket és a megvalósításukra vonatkozó költség-haszon elemzéseket,
6. a javasolt intézkedések megvalósításának ütemtervét,
7. az intézkedések megvalósításához szükséges pénzügyi fedezet (ezen belül az állami támogatás) mértékét.

A kapacitásbővítési tervet a pályahálózat-működtető az egyeztetések után esetlegesen fennmaradt véleménykülönbségeket is bemutatva küldi meg a VPE Kft. és a vasúti igazgatási szerv részére. Ha a kapacitásbővítési tervben meghatározott intézkedések állami támogatás felhasználását igénylik, akkor azt a pályahálózat-működtető a közlekedésért felelős miniszternek is megküldi. A kapacitásbővítési tervben foglalt intézkedések megvalósításáról a pályahálózat-működtető negyedévente beszámolót készít a vasúti igazgatási szerv részére.

3. SZ. MELLÉKLET

TERVEZETT KATONAI MOBILITÁSI HÁLÓZAT – VASÚT



forrás: MH Katonai Közlekedési Központ térképének felhasználásával saját szerkesztés

4. SZ. MELLÉKLET

UTASKIKÉRDEZÉSI KÉRDŐÍV ÉS A KIKÉRDEZÉS EREDMÉNYEI

1. Mekkora veszélyt jelent Ön szerint Magyarországra nézve a terrorizmus?
 - a. nem jelent veszélyt
 - b. alacsony veszélyt
 - c. jelentős veszélyt
2. Mekkora veszélyt jelent Ön szerint Magyarországra nézve a nemzetközi terrorizmus?
 - a. nem jelent veszélyt
 - b. alacsony veszélyt
 - c. jelentős veszélyt
3. Ön szerint az elmúlt időszakban az ország terrorfenyegetettsége...
 - a. nőtt
 - b. nem változott
 - c. csökkent
4. Ön mit tart terrorcselekedetnek? (több válasz is megjelölhető)
 - a. repülőgép eltérítés
 - b. vasúti baleset szándékos előidézése
 - c. közlekedési irányító rendszerek támadása (pl. repülőtéri irányítótorony)
 - d. informatikai rendszerek támadása (pl. termináli utastájékoztató rendszerek)
5. Ön szerint a vasúti közlekedés a terrorizmus szempontjából...
 - a. biztonságos
 - b. nem biztonságos
6. Ön szerint a vasútállomások a terroristák számára cselekményük elkövetése szempontjából...
 - a. ideális célpontok
 - b. nem ideális célpontok
7. Hogyan növelné a vasútállomások biztonságát?
 - a. nagyobb rendvédelmi jelenléttel
 - b. beléptető rendszerrel (az utazási időt megnöveli)
 - c. kamerákkal, informatikai eszközökkel (pl. fotocella)
 - d. személyazonosításra képes eszközökkel (pl. arcfelismerő rendszer)

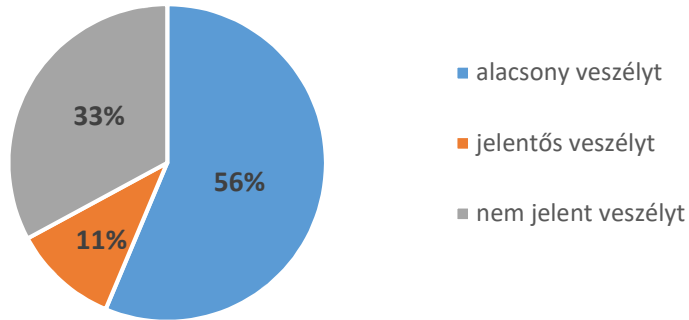
8. Hajlandó lenne a nagyobb biztonság érdekében több időt szánni egy-egy utazására?
- nem
 - maximálisan 5 perccel többet
 - 10-15 percet
 - 30 percet vagy többet
9. Hajlandó lenne a nagyobb biztonság érdekében vonatra szállása előtt biztonsági ellenőrzésnek alávetni magát?
- igen, bármilyennek
 - igen, de csak ellenőrző kapun való áthaladást
 - nem
10. Biztonságosnak tartja-e a vonatokat terrortámadások ellen?
- igen
 - nem
11. A nagyobb biztonság érdekében elfogadna-e fegyveres rendvédelmi jelenlétet a vonatokon?
- igen
 - nem
12. A nagyobb biztonság érdekében elfogadna-e fegyver nélküli rendvédelmi jelenlétet a vonatokon?
- igen
 - nem
13. A biztonságosabb utazás érdekében elfogadná-e az utazóközönség megfigyelését a vonatút alatt (pl. kamerával, biztonsági személyzettel):
- igen
 - igen, de nem mindenhol (pl. illemhelyiségben nem)
 - nem
14. Ön szerint a járművek szerkezeti kialakítása amennyire lehetséges védi a testi épséget sérülések ellen?
- igen
 - részben, de vannak olyan elemek, amelyek kifejezetten sérülésveszélyesek (pl. kiálló, hegyes tárgyak)
 - nem

15. Ön szerint elsődlegesen kinek a feladata a (vasúti) terrorizmus elleni küzdelem?
- a. NATO
 - b. EU
 - c. ENSZ
 - d. állam
 - e. vasútállalatok
16. Ön szerint a terrorizmus elleni intézkedések hasznosak lehetnek a kisebb bűncselekményeket elkövetők ellen is?
- a. igen
 - b. nem
17. Milyen rendszerességgel utazik vonaton?
- a. naponta
 - b. hetente
 - c. rendszertelenül, de többször
 - d. alkalmanként
18. Milyen távolságra utazik?
- a. 0-100 km
 - b. 100-300 km
 - c. 300 km-nél nagyobb távolságra
19. A biztonsági szempontokat mérlegelve választaná-e a vasutat a repülés helyett?
- a. igen, minden esetben
 - b. igen, de csak kisebb távolságú utazások esetén
 - c. nem
20. Amennyiben vasúton utazna egy hosszabb távon, a biztonsági szempontokat mérlegelve mikor utazna szívesebben?
- a. nappal
 - b. éjszaka

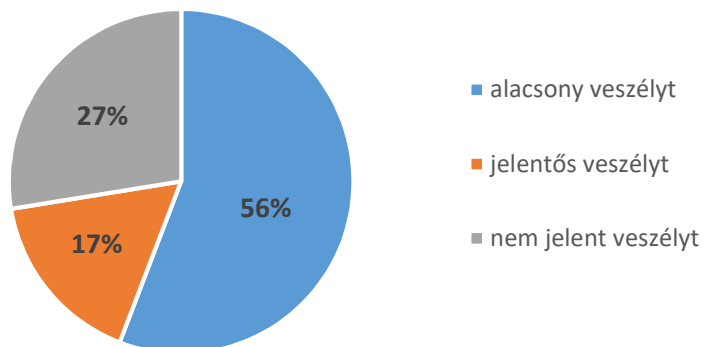
21. Ha éjszaka utazik vasúton, hány idegen útitárssal utazna együtt?
- a. senkivel (egyedül egy fülkében)
 - b. 1
 - c. 2
 - d. 3
 - e. 5
 - f. 7
 - g. sok (termes kocsiban akár 60-80 utassal együtt)
22. Biztonságban érzi magát egy zárható fülkéjű hálókocsiban éjszaka?
- a. igen
 - b. nem
23. Zavarja-e Önt biztonságérzetében, ha az Ön vonata éjszaka útközben sok helyen megáll?
- a. igen
 - b. nem
24. Mely országba/városba utazna szívesen vonattal?
- a. nappal:
 - b. éjszaka:
25. Neme?
- a. férfi
 - b. nő

Eredmények

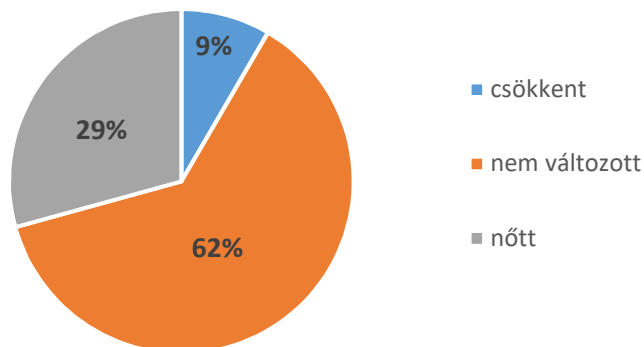
Mekkora veszélyt jelent Ön szerint Magyarországra nézve a terrorizmus?



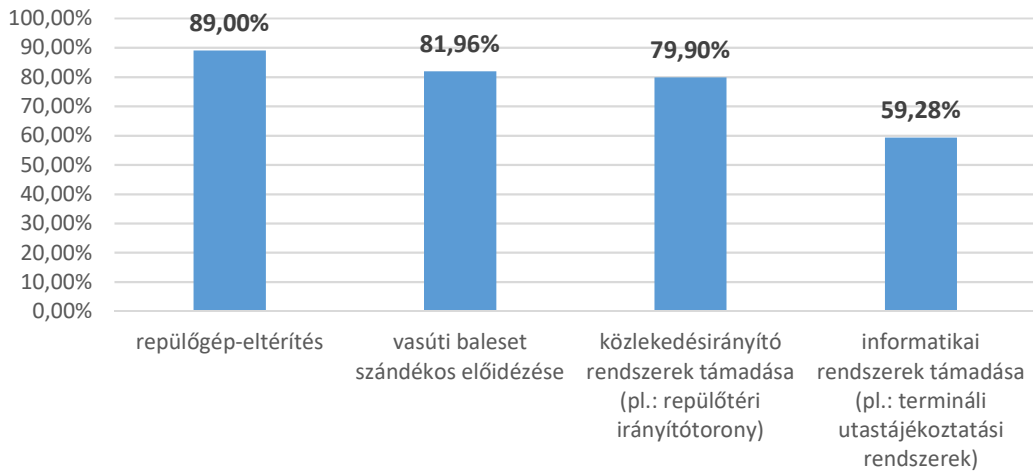
Mekkora veszélyt jelent Ön szerint Magyarországra nézve a nemzetközi terrorizmus?



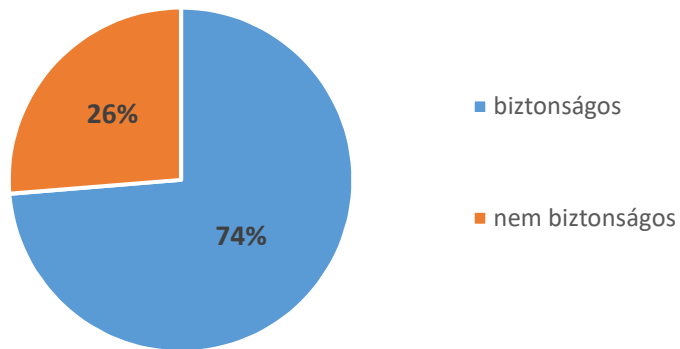
Ön szerint az elmúlt időszakban az ország terrorfenyegetettsége...



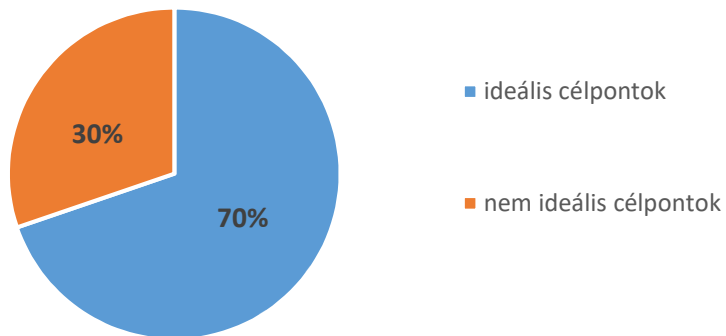
Ön mit tart terrorcselekedetnek? (több válasz is megjelölhető)



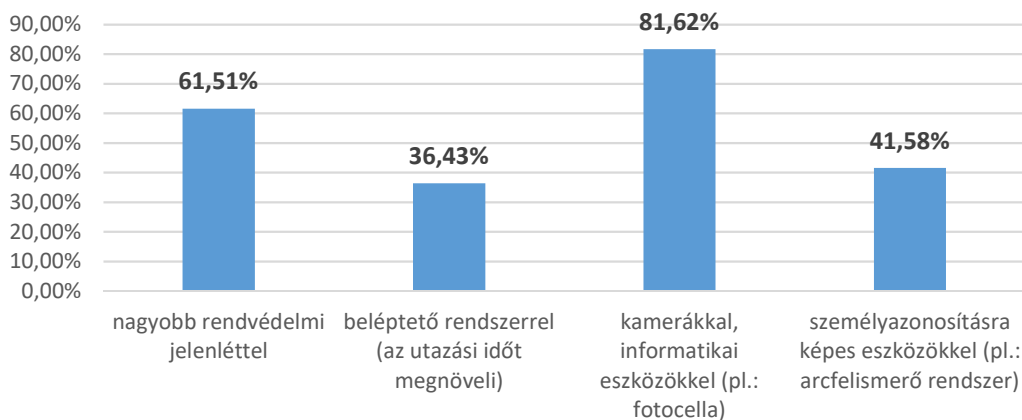
Ön szerint a vasúti közlekedés a terrorizmus szempontjából...



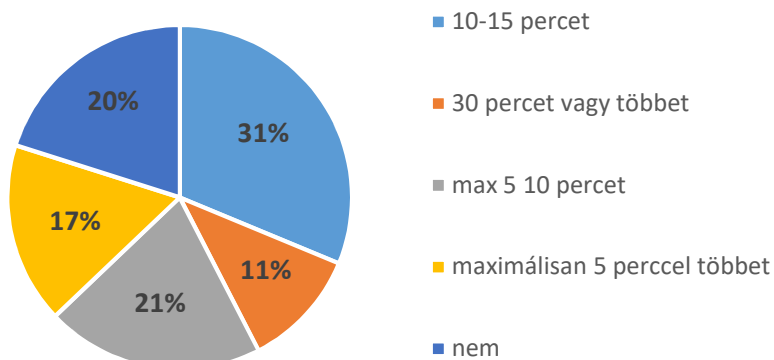
Ön szerint a vasútállomások a terroristák számára cselekményük elkövetése szempontjából...



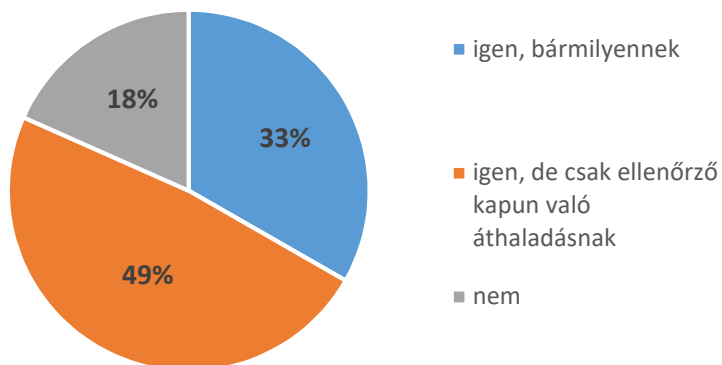
Hogyan növelné a vasútállomások biztonságát?



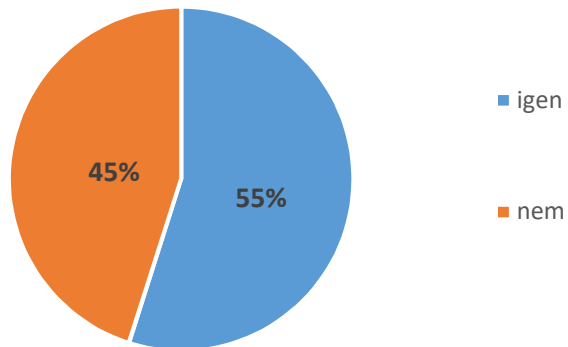
Hajlandó lenne a nagyobb biztonság érdekében több időt szánni egy-egy utazásra?



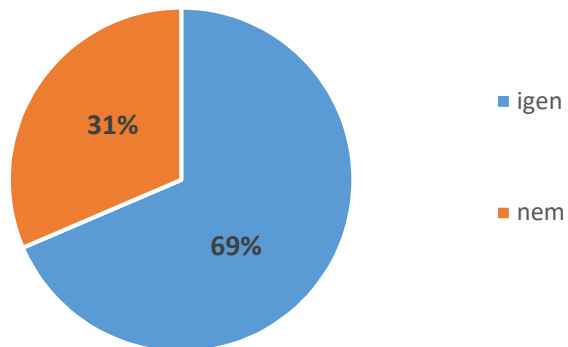
Hajlandó lenne a nagyobb biztonság érdekében vonatra szállás előtt biztonsági ellenőrzésnek alávetni magát?



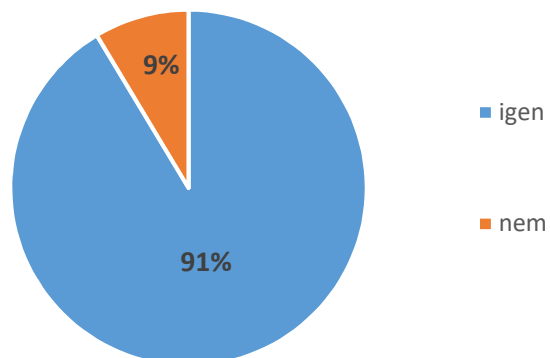
Biztonságosnak tartja-e a vonatokat
terrortámadások ellen?



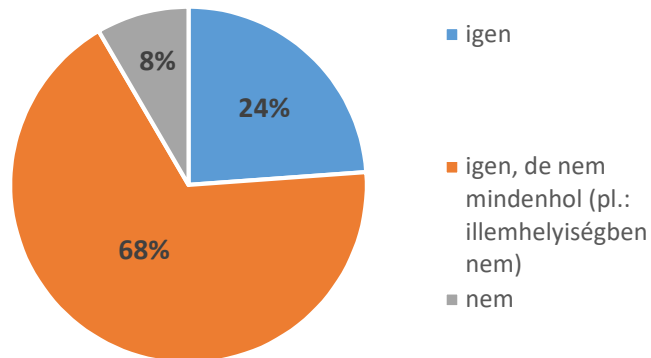
A nagyobb biztonság érdekében elfogadna-e
fegyveres rendvédelmi jelenlétet a vonatokon?



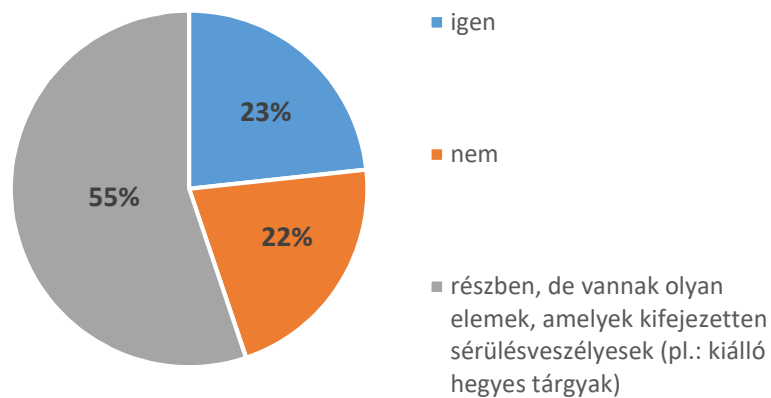
A nagyobb biztonság érdekében elfogadna-e
fegyver nélkül rendvédelmi jelenlétet a
vonatokon?



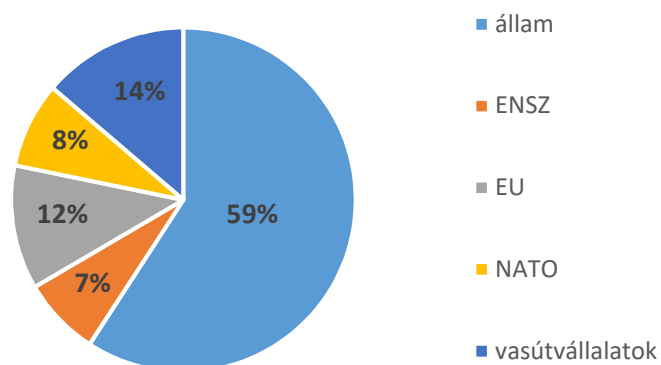
A biztonságosabb utazás érdekében elfogadná-e az utazóközönség megfigyelését a vonatút alatt (például kamerával, biztonsági személyzettel)



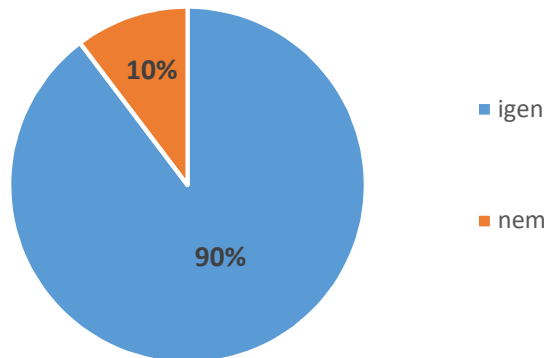
Ön szerint a járművek szerkezeti kialakítása amennyire lehetséges védi a testi épséget sérülések ellen?



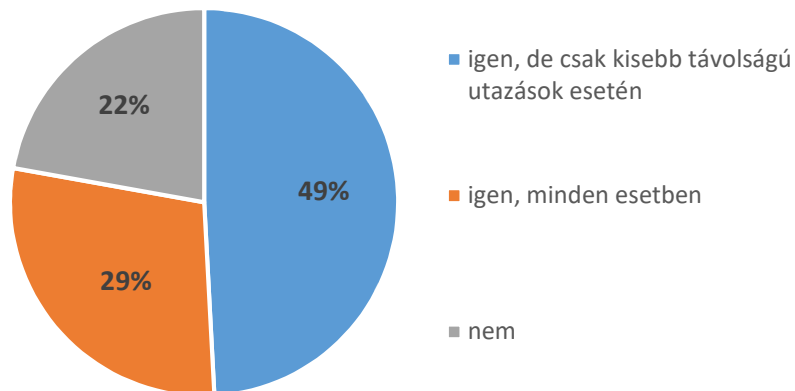
Ön szerint elsődlegesen kinek a feladata a (vasúti) terrorizmus elleni küzdelem?



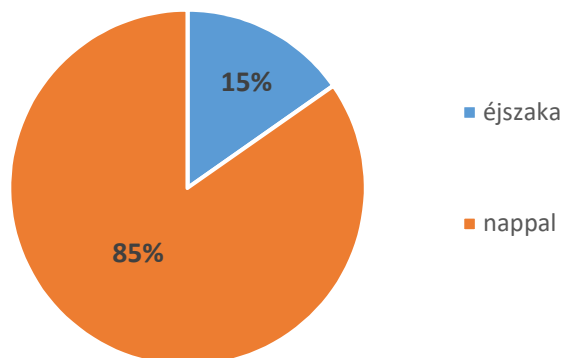
Ön szerint a terrorizmus elleni intézkedések
hasznosak lehetnek a kisebb bűncselekményeket
elkövetők ellen is?



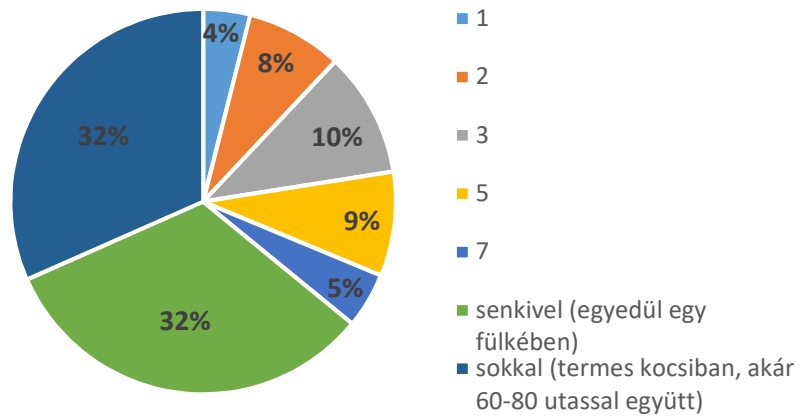
A biztonsági szempontokat mérlegelve
választaná-e a vasutat a repülés helyett?



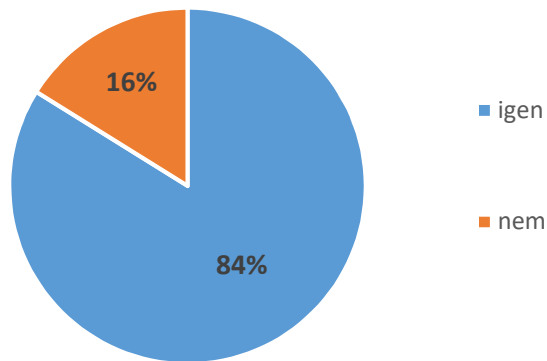
Amennyiben vasúton utazna egy hosszabb távon,
a biztonsági szempontokat mérlegelve mikor
utazna szívesebben?



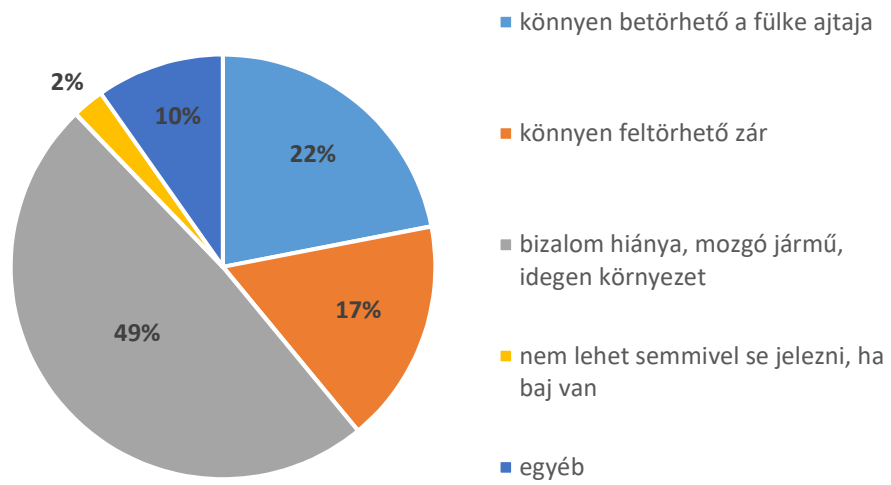
Ha éjszaka utazik vasúton, hány idegen utitárssal utazna együtt?



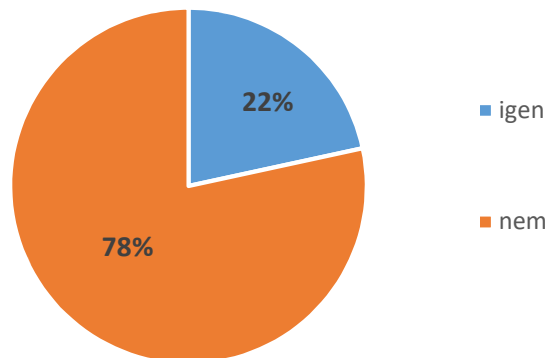
Biztonságban érzi magát egy zárható fülkés hálókocsiban éjszaka?



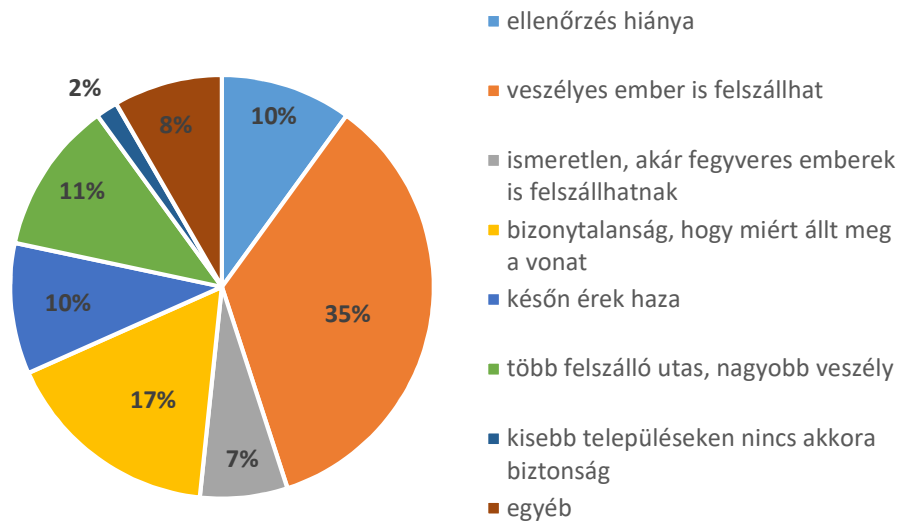
Ha nem, miért nem érzi magát biztonságban?



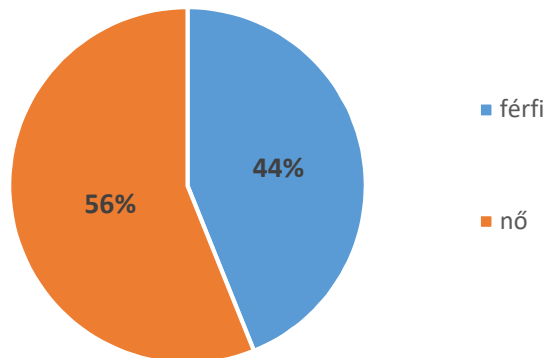
Zavarja-e Önt biztonságérzetében, ha az Ön vonata éjszaka útközben sok helyen megáll?



Ha igen, miért nem érzi magát biztonságban?



Neme?



5. SZ. MELLÉKLET

INTERJÚALANYOK A KÖZLEKEDÉSI SZÉKTORBÓL

Név	Szervezet	Interjú időpontja
Dr. Berényi János	KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.	2022. 11. 18.
Dr. Berki Zsolt	FŐMTERV Zrt.	2022. 11. 18.
Bíró Koppány Ajtony	Magyar Logisztikai Szolgáltató Központok Szövetsége	2022. 11. 11.
Dr. Farkas Gyula	Railcargo Hungaria Zrt.	2022. 09. 12.
Hódosi Lajos	HUNGRAIL Magyar Vasúti Egyesület	2022. 12. 06.
Dr. Horváth Balázs	Széchenyi István Egyetem	2023. 03. 28.
Prof. Dr. Michalkó Gábor	Pannon Egyetem	2023. 04. 03.
Pósalaki László	MÁV Zrt.	2023. 01. 10.
Dr. Rónai Péter	MÁV Zrt.	2023. 05. 18.

6. SZ. MELLÉKLET
INTERJÚALANYOK A VÉDELMI SZÉKTORBÓL

Név	Szervezet	Interjú időpontja
Kocsis Ákos alezredes	MH Katonai Közlekedési Központ	2022. 10. 14.
Mogyorósi József ezredes	Magyar Honvédség Parancsnoksága	2022. 09. 23.
Pataki Zsolt ezredes	Honvédelmi Minisztérium Védelmi Igazgatási Főosztály	2022. 10. 07.
Dr. Prandtstetter, Matthias	Austrian Institute of Technology GmbH.	2023. 03. 23.
Sárkány István Róbert alezredes	MH Katonai Közlekedési Központ	2022. 10. 14.
Prof. Dr. Szenes Zoltán vezérezredes	Magyar Hadtudományi Társaság	2022. 10. 28.

7. SZ. MELLÉKLET MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYVEK

Mérési jegyzőkönyv

Felvéve: 2023. 04. 26.

Helyszín: Budapest, Gyermekvasút Hárs-hegyi alagút északi bejárat

Mérés időpontja: 10:00 – 11:30

Időjárási körülmények: felhős, száraz, gyengén szeles

Szélerősség: 7 km/h

Légi jármű típusa: DJI Matrice 300 RTK

Légi jármű vezetője: Péntek Roland

Jelen van a KTI részéről: Albert Gábor, Lévai Zsolt; az Intermap Kft. részéről: Péntek Roland

Feladatleírás: a légi járművel fel kell tární az alagút járatát, azonosítani kell a vágányokat, az oda nem illő objektumokat. Cél, hogy az alagút görbületét követve átrepessük a drónt, valamint videófelvételt és képsorozatot készítsünk az alagút belsejéről, ami alapján a későbbiekben mm pontos 3D modell készülhet.

A feladat megoldása:

Az alagút északi bejáratához pakoltuk le felszerelést, mivel innen terveztük az indulást. A repülés előtt besétáltunk átnézni az alagutat, hogy vannak-e veszélyes belőgó objektumok. Az átnézés során talált, befelé sétálva első „menekülőfülkéig” nem találtunk semmilyen zavaró objektumot a járatban, ezért indulásként odáig terveztük a berepülést.



A drón tetejére egy akkumulátoros reflektort szereltünk, a sötét alagút bevilágítása érdekében. A felszállás után minden paraméter repülésnek megfelelő volt; akkumulátorok teljesen feltöltöt


állapotban, Tripod módba kapcsolva, jelvesztés esetén lebegő üzemmódba állítva, ezért elindítottam egy full HD videó felvételt, majd lassan berepültem az alagútba. Az alagút ezen része északról dél, délkeleti irányba kanyarodik, amelyet a repülés során le kellett követni. A menekülőfűlkét megközelítve hirtelen jelvesztés történt, emiatt a beállított egy helyben lebegő üzemmódban bízva elengedtem a távirányítást a drónnak, majd elindultam az alagútba befelé, hogy közelebb menjek hozzá. Sajnos a lebegés helyett, a sötétben valószínűleg megzavarodó szenzorok miatt, lassan kelet felé kezdett húzni a drón az alagútban. Pár másodperc után elérte a propellere az alagút falát, azok letörtek, majd emiatt oldalra billent a drón, neki csapva a tetejére szerelt reflektort a falnak és onnan a földre zuhant. Mivel az alagúton 5-10 percn belül várható volt egy vonatszerelvény áthaladása, ezért besiettünk, összeszedtük a drón darabjait és gyorsan kivittük az alagútból. A felszállópontra visszasétálva átnéztem a sérüléseket és megállapítottam, hogy a repülést nem tudjuk folytatni, így a 4K felbontású videó és a 40 MP képek készítését ki kell hagynunk. Összecsomagoltam a felszerelést és elhagytuk a helyszínt. A repülés során készült full HD felbontású videó felvételt az irodában feldaraboltam képkockáira.


Eredmény: az elkészült videófelvelekek és fényképek külön átadva

Megjegyzés: a feladat teljesítése során a légi jármű műszaki meghibásodás következtében az alagút falának csapódott és lezuhant.

kmf.


Lévai Zsolt
KTI


Albert Gábor
KTI


Nikl András
Intermap Kft.

**KTI Magyar Közlekedéstudományi és
Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.**
1119 Budapest, Than Károly utca 3-5.
10.

Mérési jegyzőkönyv

Felvéve: 2023. 05. 24.

Helyszín: Budapest, Óbudai erőmű iparvágánya (forgalomból kizárva)

Mérés időpontja: 9:30 – 13:30

Időjárási körülmények: napos, száraz, szeles

Szélereősség: 20 km/h

Légi jármű típusa: DJI MAVIC 3E

Légi jármű vezetője: Nikl András

Jelen van a KTI részéről: Soltész Emese, Lévai Zsolt; az Intermap Kft. részéről: Nikl András

Feladatleírás: a légi járművel fel kell tární a nyíltvonali szakaszt, azonosítani az oda nem illő objektumokat, a szomszédos vágányon a felsővezetékét olyan mértékben megközelíteni, hogy megfelelő minőségű felvételek készüljenek, de a légi jármű ne jelezzen interferenciát. Cél, hogy a pálya vonalát követve reptessük a drónt, valamint videófelvételt és képsorozatot készítsünk a pályáról, ami alapján a későbbiekben mm pontos 3D modell készülhet.

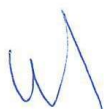
A feladat megoldása:

A kívánt területet automata repüléssel „oblique” és „linear térképezési üzemmódban repülve hajtottuk végre. A repülési magasság 40 m volt. Ezután kézi üzemmódba váltva alacsonyabb, 10-20 méteres magasságokban repülve készítettünk felvételeket a sínekről és közvetlen környezetükről.

Eredmény: az elkészült videófelvételek és fényképek külön átadva

Megjegyzés: -

kmf.



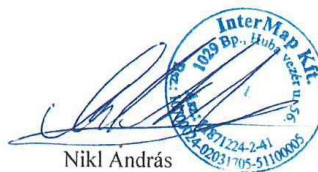
Lévai Zsolt

KTI



Soltész Emese

KTI



Nikl András

Intermap Kft.

KTI Magyar Közlekedéstudományi és
Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.
1119 Budapest, Than Károly utca 3-5.
10.

8. SZ. MELLÉKLET
DRÓNFEKVÉTELEK ÉS 3D MODELLEK

1. Alagúti mérés



Az alagút bejárata



Az alagút belseje



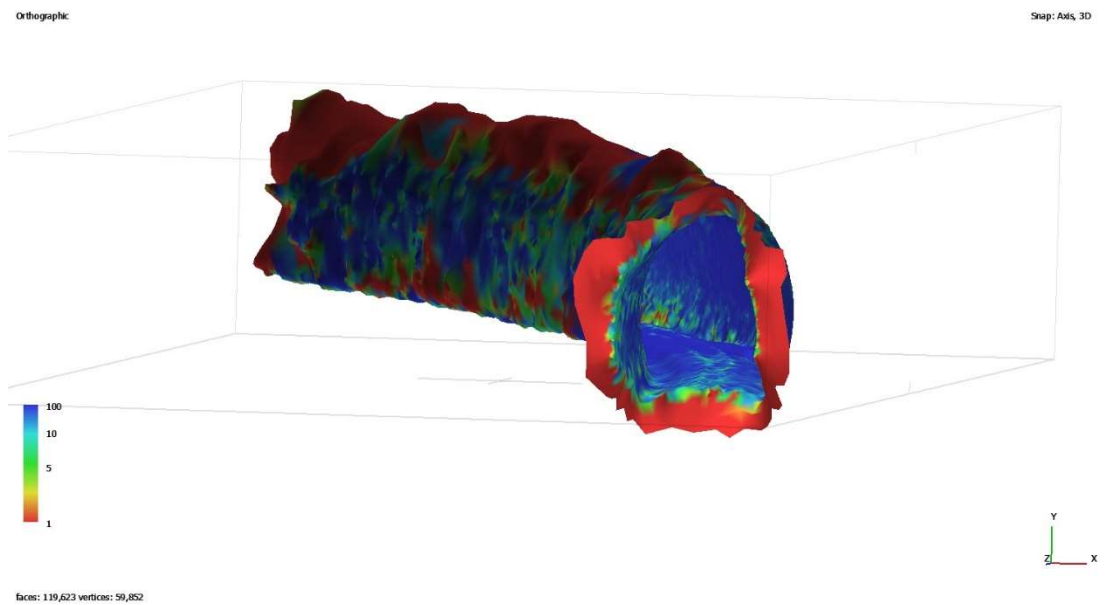
Az alagút belseje a biztonsági beállóval



A biztonsági beálló



Az alagút 3D modellje



Az alagút confidence modellje



Az alagút bejáratának méretei a modell alapján



A beálló távolsága az alagút bejáratától a modell alapján



A nyomtávolság meghatározása a modell alapján



Az alagút emelkedésének számítása a 3D modell alapján

A pálya emelkedése a számított hosszérték és a magasság hányadosából adódóan 44,7%-re adódik, amely paraméter alapján csak fogaskerekű vontatás lenne megvalósítható a pályán (az adhéziós vontatás maximális emelkedési értéke 30-35%). Látható tehát, hogy ennek a paraméternek a számítására a 3D modell nem szolgáltatott megfelelő eredményt.



A beálló mélységének meghatározása a modell alapján

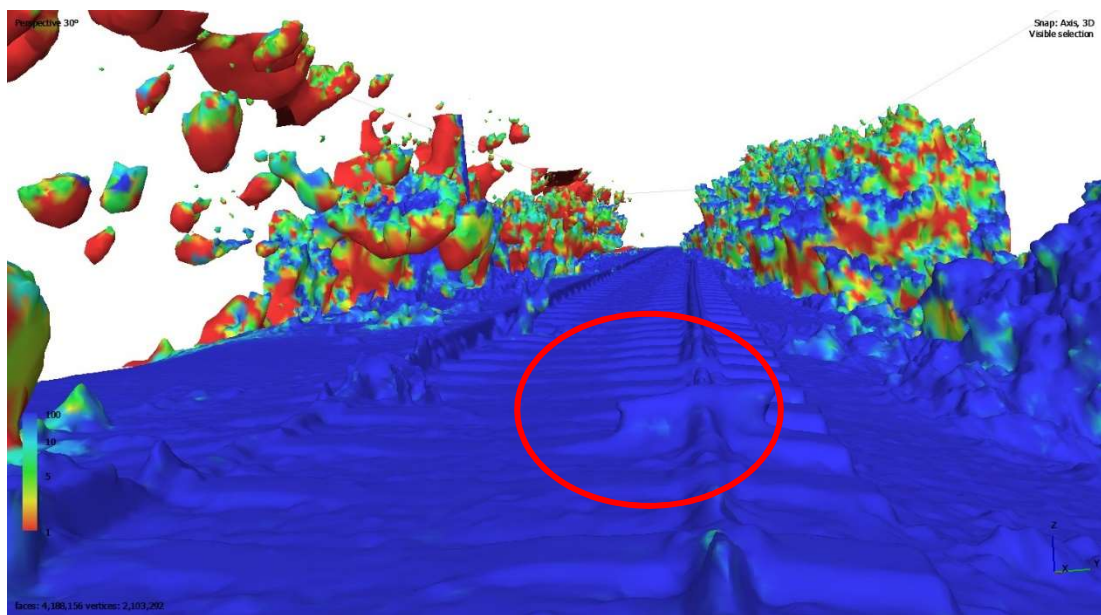
2. Nyíltvonali mérés



A pálya látképe (részlet)



A pálya 3D modellje és drónnal mért hossza



A pálya confidence modelljének részlete a ráhelyezett faággal



A sínszál mellé helyezett doboz felismerhetősége és mérete (a vasóságban 307 mm)



A nyomtávolság megállapítása a modell alapján (a valóságban 1435 mm)



A sínfej méretének megállapítása a modell alapján
(a valóságban 66,8 mm = 48 kg/fm sínprofil)



A sínillesztési hézag méretének megállapítása a modell alapján
(a valóságban 5,1 mm)



A sínillesztés fényképfelvételen



A sínre helyezett kő méretének megállapítása a modell alapján (a valóságban 93 mm)



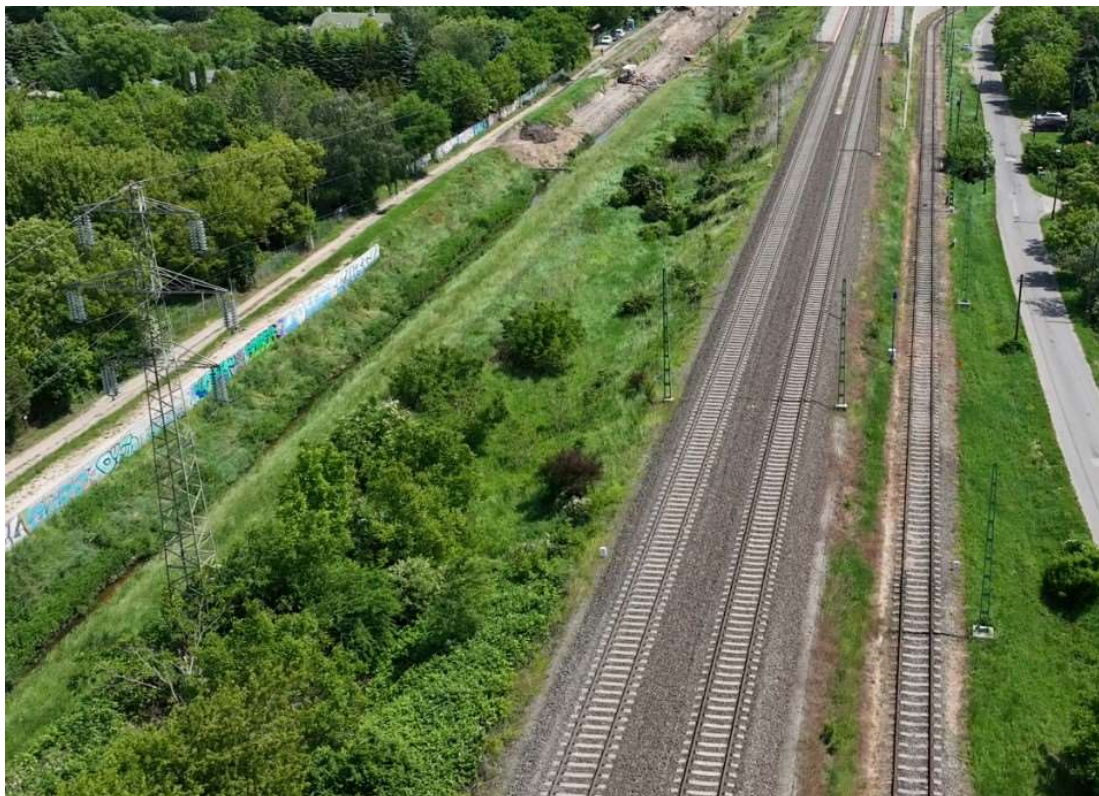
A keresztaljak mért távolságai a sínszálak mellett



A pályára helyezett tárgyak felismerhetősége drónfelvételen



Az ágyzatba rejtett sárga doboz felismerhetősége drónfelvételen (csak 15 m repülési magasságból készített felvételen és megfelelő nagyítás mellett látható)



Felsővezetékekkel ellátott pálya megközelítése

9. SZ. MELLÉKLET
KOHÉZIÓS TÁBLÁZAT

Fejezet	A tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási rész cél	Tudományos eredmény
I.	<p>A vasúti szektor közlekedési és védelmi biztonságának vizsgálata.</p> <p>A vasúti közlekedési alágazat jelenkori szerepének vizsgálata a polgári és katonai közlekedési rendszerekben.</p>	<p>A vasúti közlekedési alágazat biztonsági szintje és jelenkori szerepe meghatározó jelentőségű az infrastruktúra-fejlesztés polgári-katonai megközelítésében rejlő lehetőségek kiaknázásában, ezen keresztül pedig a védelmi célú felkészítés feladatainak meghatározásában.</p>	<p>Feltárni a vasúti közlekedés közlekedési és védelmi biztonságának összefüggéseit.</p> <p>Meghatározni a vasúti közlekedés jelenkori helyét a polgári közlekedés és a katonai közlekedési támogatás rendszerében.</p>	<p>Kidolgoztam a vasúti szektor védelmi célú felkészültségi szintjét meghatározó vasúti védelmi biztonsági mutatót (VBMv). A mutató a közlekedési és a polgári-katonai szempontból a védelmi biztonsági követelményekkel arányosan határozza meg, hogy az adott vasútvonal mekkora védelmi kapacitástartalékokkal rendelkezik. Így alkalmas a vasúti védelmi célú infrastruktúra-beruházások és a közlekedés biztonságát javító intézkedések szükségességének alátámasztására.</p>
II.	<p>A védelmi célú felkészítés komplexitásának vizsgálata.</p>	<p>A vasúti infrastruktúra védelmi célú felkészítése akkor tekinthető eredményesnek, ha az alágazat komplex rendszerként képes reagálni a bekövetkező rendkívüli eseményekre, amelynek eredményeképp egy biztonságos vasúti közlekedési rendszeren megvalósítható a katonai mobilitás, illetve a pályavasúti szolgáltatások megfelelően magas színvonala.</p>	<p>Meghatározni a védelmi célú felkészítés követelményeit és feladatait, illetve az ezzel elérendő célokat.</p>	<p>Definiáltam a vasúti infrastruktúra komplex védelmi célú felkészítésének fogalmát és követelményeit, amelyeket az ok-okozati kapcsolatok alapján követelménymodellé transzformáltam. Azonosítottam a modell hatásterületeit és elemeit, amelyeket szakirodalmi vizsgálatok alapján verifikáltam. A helyettesíthetőség pontosabb meghatározásához továbbfejlesztettem az alkalmazott gráfelméleti modellben a legrövidebb utak algoritmusának élsúlyozási módszerét a vasúti védelmi biztonsági mutató élsúlyokba való beépítésével, valamint a konkurenciamutató meghatározásának módját és értelmezését a VBMv helyettesítési küszöb értékébe történő beintegrálásával.</p>

Fejezet	A tudományos probléma	Hipotézis	Kutatási rész cél	Tudományos eredmény
III.	A vasúti infrastruktúra-fejlesztések irányainak vizsgálata a védelmi célú felkészítés polgári-katonai megközelítésén keresztül.	A vasúti szektor versenyképessége és ezáltal a szállítási láncokban betöltött szerepének növelése csak akkor tartható fenn, ha a szükséges védelmi intézkedések nem ellentétes irányúak az infrastruktúrafejlesztési elképzelésekkel, és a két érdek összhangja megteremthető.	<p>Meghatározni a vasúti alágazatot igénybe vevők biztonsággal kapcsolatos elvárásait.</p> <p>Meghatározni az iparági szereplők és a hatóságok együttműködési lehetőségeit a nagyobb biztonság elérhetősége érdekében.</p> <p>Kidolgozni a tervezett vasúti (kritikus) infrastruktúra-beruházások polgári-katonai megközelítésén át a fejlesztési és védelmi érdekek összhangját biztosító eljárásrendet.</p>	Kidolgoztam a vasúti infrastruktúra-beruházások polgári-katonai megközelítésén alapuló, azok védelmi célú tervezését elősegítő szempontrendszer t, amelynek elemeit folyamatábrában foglaltam össze. A szempontrendszer figyelembe veszi a biztonsági elvárásokat, valamint a hatóságok és a vasúti társaságok együttműködési lehetőségeit. Alkalmazásával a vasúti infrastruktúra beruházások tervezési időszakában meghatározhatók a követelménymodell kimeneteinek eléréséhez szükséges védelmi intézkedések és megoldások, amelyekkel az alágazat védelmi és versenyképességi összhangja megteremthető.
IV.	Az ember szerepének csökkentésére irányuló vizsgálatok a védelmi célú felkészítés keretében alkalmazható innovatív megoldásokon keresztül.	A fizikai védelmi megoldások mellett a legújabb kibervédelmi megoldások hatásosak és ezért szükségesek az emberi ellenőrző szerep gépi kiváltásához, ezáltal a vasúti infrastruktúra jelenkori védelmi célú felkészítési feladatának magasabb szintű ellátásához.	<p>Meghatározni a védelmi célú felkészítés és a közlekedésfejlesztés összhangját biztosító innovatív védelmi megoldásokat és módszereket.</p> <p>Meghatározni az informatikai védelmi eszközök védelmi célú felkészítésben elérhető hatásosságát.</p>	Meghatároztam a legújabb informatikai védelmi megoldásoknak a vasúti szektor védelmi célú felkészítésében betölthető szerepeit: a) meghatároztam a drónok védelmi célú felhasználásának polgári és katonai hatásait, a közvetlen hatásokat drónokkal végzett kísérletekkel igazoltam; b) meghatároztam a blokklánc alapú okoszerződéseknek a védelmi célú felkészítésre gyakorolt hatásmechanizmusát, amelyet a vasúti áru fuvarozás információkapcsolati diagramjának leképezésével verifikáltam. Fentiekből következően rámutatottam, hogy a vasúti szektor védelmi célú felkészítésében az informatikai védelmi eszközök hatásosak, ugyanakkor a szükséges fizikai védelem kialakítása mellett a dróntechnológia, valamint a kibervédelem erősítésére van szükség, különös tekintettel a blokklánc alapú okoszerződések alkalmazhatóságának elősegítésére.