

Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában

Oktatói kötet

Szerkesztette

Gócze István – Padányi József

logisztikai felderítés
árvízvédelem automatika
űrstratégia VR-eszközök
természeti hatások polgári védelem
közlekedési járművek adatgyűjtés kamerák
rizikótényezők védőeszközök
telemedicina képességek környezetbiztonság
mesterséges intelligencia aktivitás



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában

Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában

A katonai műszaki tudományok tudományág
időszerű kérdései, aktuális tudományos kutatási
eredményei

Oktatói kötet

Szerkesztette:

Göcze István – Padányi József



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Budapest, 2023

Szerkesztette
Göcze István – Padányi József

Szerzők

Berek Lajos	Kóródi Gyula
Berek Tamás	Kovács Zoltán Tibor
Bolgár Judit	Krajnc Zoltán
Csaba Zágon	Lukács László
Csath Magdolna	Négyesi Imre
Ember István	Novoszát Péter
Fejes Zsolt	Ocskay István
Földi Ferenc	Péliné dr. Németh Csilla
Gávay György	Répás József
Hegedűs Ernő	Szűcs Attila
Hornyacsek Júlia	Taksás Balázs
Horváth Attila	Tóth Bence
Kirovne Rác Réka Magdolna	Vég Róbert László

Szakmai lektorok

Berek Tamás
Bíró Tibor
Haig Zsolt
Horváth Attila
Kátai-Urbán Lajos
Németh András
Padányi József
Palik Mátyás
Tóth Bence

Kiadja a Nemzeti Közszołgálati Egyetem
Ludovika Egyetemi Kiadó
A kiadásért felel: Deli Gergely rektor

Székhely: 1083 Budapest, Ludovika tér 2.
Kapcsolat: kiadvanyok@uni-nke.hu

Felelős szerkesztő: Kamarás- Vida Krisztina
Olvasószekesztő: Csinta Áron
Korrektor: Bruckner Nóra
Tördelőszerkesztő: Stubnya Tibor

DOI: https://doi.org/10.36250/01130_00

ISBN 978-615-6598-40-0 (elektronikus PDF)
ISBN 978-615-6598-41-7 (ePUB)

© A szerkesztők, 2023
© A szerzők, 2023
© A kiadó, 2023

Minden jog védve.

Tartalom

<i>Berek Lajos – Berek Tamás – Répás József: A komplex vagyonvédelem értelmezése</i>	
a modern közlekedési és az autonóm harctéri járművek vonatkozásában	11
Bevezetés	12
Intelligens közlekedési járművek	13
Autonóm működést nyújtó járművek	16
A járművek automatizáltsága, az autonóm járművek megjelenése	17
Technológiai újítások és sajátosságok	20
Új kockázatok és sérülékenységek	21
A komplex vagyonvédelem fogalma és tartalma	22
A járművekben tárolt adatok	25
A harctéri járművek biztonságának fokozása, valamint az autonóm működésű harctéri járművek alkalmazhatósága és biztonsága	26
Összefoglalás	27
Felhasznált irodalom	28
<i>Berek Tamás – Ember István: Vegyi töltetű robbanótestek azonosításának nehézségei</i>	29
Bevezetés	29
A II. világháború során gyártott különleges lőszer és tölteteik	31
Különleges lőszer	32
10,5 cm-es 1938/1933 M. „kód” gránát	33
10,5 cm-es 1938/1933 M. „KI” gránát	34
10,5 cm-es 1938/1933 M. „m” gránát	35
Az azonosítás gyakorlati nehézségei	38
Összefoglalás	43
Felhasznált irodalom	43
<i>Bolgár Judit: Pszichés kockázati tényezők veszélyhelyzetek kezelése során</i>	45
Bevezetés	45
Veszélyhelyzetek kezelésének katasztrófavédelmi szervezeti és jogi keretei	46
Önkéntes szervezetek	47
A jogi háttér elemzése	47
A munkavédelmi törvény megalkotása és befolyása a munkapszichológiára	48
A munka- és egészségvédelem európai irányelvei	49
Az EU-OSHA-ról	49
Hazai szervezetirányítási előzmények	50
A munkapszichológia és az egészségpszichológia, illetve a munkavédelem és az egészségvédelem kapcsolata	51
A rendvédelmi szervek egészségvédelmi jogi keretei	51
A mentális állóképességről	52
Pszichoszociális kockázatok	54
A munkahelyi pszichoszociális kockázatok forrásai és tünetei	54
Javaslat egy lehetséges átfogó standardizált vizsgálati eljárás mérőeszközeinek alkalmazására és kutatási célfelhasználására	56
Teszt a mentális állóképesség felmérésére (MÁQ)	56
Tünetbecslő skálák	57
Többdimenziós skálázás a pszichés kockázatok pontosítására	58
Mentális egészségfejlesztő program	58
Összefoglalás	59
Felhasznált irodalom	59

<i>Csaba Zâgon: Konténerek megjelenése a polgári és katonai logisztikai folyamatokban</i>	63
Bevezetés	64
Kutatási módszerek	64
A közlekedés és az áruszállítás kapcsolata a hadviseléssel	64
A kihívás felismerése a katonai logisztika térfelén	66
A feltalálók	67
Az elterjedés előtt álló akadályok: a szabványosítás problémája	71
Az innováció folyamata	74
A hadsereg mint az innováció motorja	76
A konténerek katonai felhasználásának irányai napjainkban	79
Összefoglalás	80
Felhasznált irodalom	81
<i>Csath Magdolna – Taksás Balázs: A védelmi ipar mint a nemzeti ellenállóképesség- és versenyképesség-javítás gazdasági ágazata</i>	83
Bevezetés	83
Versenyképesség és ellenálló képesség	84
Nemzeti innovációs rendszerek és innovációs ökoszisztémák	86
Nemzeti innovációs rendszerek	86
Innovációs ökoszisztémák, klaszterek	87
Néhány fontos leszűrhető tanulság	87
Értékláncok	88
A védelmi ipar és a nemzetgazdaság kapcsolatrendszere	91
A nemzetgazdaság hozzájárulása a védelmi iparhoz	92
A védelmi ipar hozzájárulása a nemzetgazdasághoz	95
Összefoglalás	96
Felhasznált irodalom	97
<i>Fejes Zsolt – Kóródi Gyula: A telemedicina változó szerepe katonai környezetben</i>	99
Bevezetés	99
Helyzetkép	100
A jogszabályi környezet alakulása	102
A vészhelyzet és a telemedicina kapcsolata	104
Kormányzati törekvések Magyarországon	104
Katonai vonatkozások, katonai környezet	105
Haderőfejlesztés, katona-egészségügyi képességfejlesztés	105
Katona-egészségügy és telemedicina	106
Következtetések, javaslatok	107
Szerzői megállapítások	108
Szerzői javaslatok	109
Összefoglalás	109
Felhasznált irodalom	110
<i>Földi Ferenc: A lövészkatona alapvető kézi löfegyverével vívott harcának elemzése</i>	111
Bevezetés	112
Az elemi eszközrendszer meghatározása	112
Az R és elemeinek funkcióanalízise	114
Az R fő funkciója	114
A humán tényező fő funkciója	115
Az Rf funkciói	115
A fegyver fő funkciója	115
A lövedék fő funkciója	116
Összefoglalás	123
Felhasznált irodalom	123

<i>Hegedűs Ernő – Vég Róbert László: Mérnökök a magyar haditechnikai fejlesztés történetében – Hóra Nándor és Jendrassik György</i>	125
Bevezetés	126
Hóra Nándor	126
Jendrassik György	131
Összefoglalás	139
Felhasznált irodalom	140
<i>Hornyacsek Júlia: A lakosság védelmének korszerű módszerei napjaink kihívásainak tükrében</i>	143
Bevezetés	144
A lakosságvédelem értelmezése	144
Az új kihívások és a lakosságvédelem összefüggései, a lakosságvédelemmel szembeni alapvető követelmények	148
Az új kihívások és a lakosságvédelem összefüggései	148
A lakosságvédelemmel szemben támasztott követelmények	151
A háborús időszak lakosságvédelem főbb feladatai, a szükségelszállás elméleti és gyakorlati kérdései	152
A háborús időszak lakosságvédelem feladatai a várható károk tükrében	152
A szükségelszállás és a befogadás elméleti és gyakorlati kérdései	154
Összefoglalás	157
Felhasznált irodalom	157
<i>Horváth Attila: Az ellátási lánc biztonságáról</i>	159
Bevezetés	160
Az ellátási láncokról általában	161
Szükséges-e az ellátási láncok biztonságának új értelmezése?	163
A hagyományos értelemben vett biztonsági megközelítés	164
Mire terjedjen ki az ellátási láncok biztonságának tágabb értelmezése?	166
Megoldási lehetőségek	168
Összefoglalás	169
Felhasznált irodalom	170
<i>Kirovné Rácz Réka Magdolna: Az aszályok kezelésének fejlődési mérföldkövei Magyarországon</i>	173
Bevezetés	174
Az aszály kialakulásához vezető tényezők	174
Az aszály előfordulási esélye Magyarországon az elmúlt évtizedekben használt módszerek alapján	176
Víz többlet, vízhiány – árvíz, belvíz, aszály – Magyarországon	177
Az éghajlatváltozás hatása az aszályra	179
Az aszályok kezelésének mérföldkövei	180
Összefoglalás	182
Felhasznált irodalom	182
<i>Dr. Kovács Zoltán Tibor – Ember István: A közszolgálati tűzserészet aktuális kihívásai</i>	185
Bevezetés	185
A tűzserészet kialakulása Magyarországon	186
A közszolgálati tűzserész-szakfeladatok	189
A változó időjárás	196
A hatástalanított robbanótestek	197
Összefoglalás	200
Felhasznált irodalom	201

<i>Prof. dr. Lukács László: A KMDI katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területének alapítása, elért eredményei és továbbfejlesztésének lehetőségei</i>	203
Bevezetés	204
A műszaki tisztek képzése Magyarországon az 1800-as évek végétől napjainkig	204
A katonai műszaki infrastruktúra tudomány szak/kutatási terület megalapítása	210
Kudarok és eredmények – a bolognai folyamat és a Magyar Honvédség átalakításának hatása a műszaki tanszéken folyó oktató- és kutatómunkára	215
A Nemzeti Közszerológati Egyetem megalakításának hatása a kutatási területre	223
Összefoglalás	227
Felhasznált irodalom	228
<i>Négyesi Imre: A mesterséges intelligencia és a katonai kiképzés, oktatás kapcsolatának megjelenése a NATO és az EU dokumentumaiban</i>	231
Bevezetés	231
Az Európai Unió dokumentumai	232
Az állandó strukturált együttműködés (PESCO) projektjei	242
Összefoglalás	247
Felhasznált irodalom	247
<i>Novoszáth Péter: Polgári és katonai repülőterek fenntarthatósági stratégiája</i>	251
Bevezetés	251
Globális fenntarthatósági szabványok	252
SDG 13: klímapolitika	253
SDG 3: jó egészség és jó közérzet	254
Gyorsabb kilábalás a Covid–19-járványból, a fenntartható kilábalás felé	254
A jövő fenntartható repülőterének kiegyensúlyozott üzleti modellre kell épülnie	254
Nemzetközi kezdeményezések a repülőter fenntarthatóságáért	256
Repülőterei akkreditációs program a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére	256
Egyéb nemzetközi repülési kezdeményezések a repülőterek fenntarthatóságáért	257
Fenntarthatósági kérdések a katonaságnál	259
A katonaság kapcsolatai a helyi közösségekkel a fenntartható fejlődés kontextusában	261
Az Egyesült Államok nemzetvédelmi minisztériumának klímaalkalmazkodási terve	262
Az Egyesült Államok klímaalkalmazkodási stratégiai keretrendszere	263
Összefoglalás	264
Felhasznált irodalom	265
<i>Ocskay István – dr. Gávy György – dr. Hegedűs Ernő: A Leopard 2A4 harckocsi szerkezetének és üzemben tartásának vizsgálata a Magyar Honvédség igényei tükrében</i>	269
Bevezetés	270
A harckocsi szerepe a Magyar Honvédségben napjainkban	270
A T–72 típusú harckocsi	270
A Magyarországra érkezett T–72 típusú harckocsik főbb jellemzői	271
A Leopard 2A4 harckocsi bemutatása és karbantartási lehetőségei	273
A Leopard 2A4 harckocsi védettségét biztosító rendszerek	275
A harckocsi tűzerejét biztosító rendszerek	277
A harckocsi mozgékonyágát biztosító rendszerek	279
A tervszerű fenntartási rendszer a Magyar Honvédségben	281
A Leopard 2A4 harckocsi üzemben tartása	283
Osztrák és német példák a Leopard 2 üzemben tartására és annak szervezeti háttere	284
Hazai lehetőségek a Leopard 2 üzemben tartására	286
Összefoglalás	286
Felhasznált irodalom	287

<i>Péliné dr. Németh Csilla: Éghajlatváltozás – szélsőségek – biztonság</i>	289
Bevezetés	290
Az éghajlatváltozás és a biztonság kapcsolata	291
Éghajlati és időjárási szélsőségek	293
Az extrém időjárás hatásai a katonai tevékenységre	296
Klímaadaptáció és a kibocsátások csökkentése	297
Energiamix és a meteorológiai előrejelzések fejlesztése	299
Összefoglalás	301
Felhasznált irodalom	301
<i>Dr. Krajnc Zoltán – Szűcs Attila: Légvédelmirakéta-fegyverek az orosz–ukrán konfliktusban (előzetes elemzés)</i>	305
Bevezetés	305
Az orosz–ukrán háború előzményei, a felek potenciális stratégiai céljai	307
A konfliktus releváns légvédelmirakéta-fegyverrendszerei	309
S-300 (S-300 P, PT, PS, PM, PMU és V légvédelmirakéta-fegyvercsalád)	311
2K12 Kub. NATO-kód: SA–6 Gainful	312
9K37 BUK-M1. NATO-kód: Gadfly SA-11	313
2K22 Tunguska. NATO-kód: SA-19 Grison	313
9K33 Osa. NATO-kód: SA-8 Gecko	314
9K35 Sztrela-10. NATO-kód: SA-13 Gopher	314
9K330 Tor. NATO-kód: SA–15 Gauntlet	315
Pantsir. NATO-kód: SA-22 Greyhound	315
S-125 Neva/Pechora. NATO-kód: SA-3 Goa	316
IRIS-T SL	317
NASAMS	317
Stormer HVM	318
ZSU-23-4 Shilka	318
Flakpanzer Gepard	319
AZP S-60	319
ZU-23-2	320
Mistral	320
PPZR Piorum	321
Strela-2. NATO-kód: SA7 Grail	321
Strela-3. NATO-kód: SA-14 Gremlin	322
Igla. NATO-kód: SA-18 Grouse	322
Starstreak	322
FIM-92 Stinger	323
Martlet	323
A konfliktus légi műveletei: a légierő alkalmazásainak sajátosságai	324
Befejezés helyett: a légvédelmirakéta-csapatok alkalmazásának összegzett tapasztalatai	328
Felhasznált irodalom	329
<i>Taksás Balázs: Az orosz–ukrán háború tanulságai védelmi ipari szempontból vizsgálva</i>	333
Bevezetés: mit tudunk, és mit nem tudunk?	334
Az értékláncokhoz történő hozzáférés kiemelt fontossága	335
A hadviselés változása és annak hatása a védelmi iparra	338
A polgári cégek szerepének növekedése	341
Védelmi ipari kapacitáskorlátok	343
A gazdasági túlélőképesség és a reziliencia újra előtérbe kerülése	346
A társadalom általános és védelmiipar-specifikus tudásának fontossága	347
Összefoglalás	348
Felhasznált irodalom	349

<i>Dr. Tóth Bence: A főjelző szintű vasúthálózati modellek pontossága</i>	353
Bevezetés	353
A magyarországi vasúthálózat térközzintű gráfmodellje	355
Állomások	355
Térközők	355
Jelzők és pálya	356
Irányváltás	357
Számítási módszerek és a hálózatot leíró mennyiségek	359
Szoftverkörnyezet	359
Kapcsolatköztiség	359
Zavarok modellezése	360
Eredmények	360
Átlagos úthossz	361
Kapcsolatköztiség – térközzintű modell	362
Kapcsolatköztiség – állomásszintű modell	365
Vonalszakaszok zavarának hatása a menetvonalakra – térközzintű modell	367
Vonalszakaszok zavarának hatása a menetvonalakra – állomásszintű modell	369
Összefoglalás	371
Felhasznált irodalom	371

A komplex vagyonvédelem értelmezése a modern közlekedési és az autonóm harctéri járművek vonatkozásában

A modern közlekedési eszközök és az egyre autonómabb működést nyújtó járművek esetében a technológiai újításoknak és sajátosságoknak köszönhetően új kockázatok, valamint sérülékenységek jelennek meg, amelyekre már a tervezési fázisban reagálni kell. A biztonságtechnika, az infokommunikáció és a közlekedéstudomány együttműködésével ezek a járművek a jövő közlekedését jelentősen át fogják alakítani. Tanulmányunkban ennek kockázataira reagálva értelmezzük a komplex vagyonvédelem fogalmát és tartalmát, a védendő értékek tekintetében a járművekben tárolt adatokra helyezjük a hangsúlyt. Az egymásra épülő védelmi rendszer egyes szintjei alapján meghatározzuk azokat a területeket, amelyek a járműre, továbbá a vezetőre vonatkozó és a járműben keletkező – a pálya és a környezet érzékeléséből származó – adatok védelmére alkalmazhatók. A tanulmány egy részében kitérünk a szárazföldi haderőnem csapatainál alkalmazható autonóm működésű harctéri járművek biztonságára is.

Kulcsszavak: komplex védelem, önvezető jármű, harctéri önvezető járművek

Interpretation of Complex Asset Protection in Relation to Modern Transport and Autonomous Battlefield Vehicles

In the case of modern means of transport and vehicles that are increasingly autonomous, technological innovations and specificities are revealing new risks and vulnerabilities to be addressed at the design stage. With the collaboration of safety technology, infocommunications and transport science these vehicles will significantly remodel the transport of the future. In response to the related risks in our study we interpret the concept and content of complex asset protection, and in terms of the values to be protected we focus on the data stored in the vehicles. Based on the individual levels of the interdependent protection system, we define the areas that can be applied to the protection of vehicles, as well as data relating to the driver and generated in the vehicle from track and environmental perception. Part of the study also covers the safety of autonomous battlefield vehicles that can be used by ground forces.

Keywords: complex safety, autonomous car, autonomous battlefield vehicles

Bevezetés

A komplex védelem mint kategória szorosan kapcsolódik a biztonsághoz, amely többféle módon határozható meg, és amelyet a tudományos irodalomban sokféleképpen definiáltak. Tanulmányunkban a személy- és vagyonvédelemben használt fogalmat vesszük alapul, amely szerint „[a] biztonság személyek, illetve szervezetek azon állapota, amelyet a létüket, illetve rendeltetészerű működésüket veszélyeztető tényezők és az azokkal szemben alkalmazott védelmi erőforrások együtthatása határoz meg”¹. A biztonság alanya, a veszélyeztető tényezők, illetve az alkalmazott védelmi erőforrások konkretizálásával a fogalom szinte bármely területen alkalmazható. A veszélyeztető tényező gyengíti, a védelmi erőforrások erősítik a biztonságot.

Tanulmányunkban modern és autonóm működésre képes járművek biztonságát vizsgáltuk, amely több irányból is megközelíthető. Egyfelől beszélhetünk a járművek üzembiztonságáról, amely kiemelten fontos terület, több tényező befolyásolja. Néhány meghatározó tényező: az alkalmazott alkatrészek minősége, korszerűsége, megbízható működése; a járművek tervezésének és gyártásának minősége, a gyártási fegyelem; a forgalomba helyezés előtti alapos vizsgálatok, kísérletek, tesztek stb. Ahogy már jeleztük, az üzembiztonság kiemelt jelentőségű terület, azonban kutatásunk nem terjed ki annak vizsgálatára és befolyásoló tényezőire.

A másik terület a járművekkel kapcsolatos vagyonbiztonság. Ez a jármű tulajdonosával szembeni, a jármű kárára elkövetett szándékos jogellenes magatartás. Ez speciális vagyonbiztonsági tevékenység, sokrétű, elsősorban mechanikai és elektronikai, összességében technikai eljárások, technikák és módszerek összessége, amely előerős felügyelettel biztosítja a jármű őrzését. Ez magába foglalja a jármű konstrukciójából adódó védelmet, amely késlelteti, akadályozza, esetleg megakadályozza a jármű eltulajdonítását.

A harmadik terület a járművek helyváltoztatásával, lokalizációjával, mozgásával, a mozgás környezetével és a járműben utazók biztonságával kapcsolatos kérdések megválaszolásával foglalkozik. A bevezető részben szükséges a téma szűkítése. A címben a közlekedési és a harctéri járművek kifejezést használtuk. Tanulmányunkban nem foglalkozunk vízi, légi és űrjárművekkel, de föld alatti és felszíni kötöttpályás járművekkel sem. Az általunk közreadott megállapítások és javaslatok adaptálhatóságát vizsgálni szükséges ezen járműtípusokra is.

A jelenlegi világnépességi adatok alapján az urbanizáció hosszú távú hatásai már most is kitapinthatók. A városi területek népességnövekedése olyan társadalmi, technológiai és biztonsági kihívásokat teremt, amelyek a jövőben egyre nagyobb hatással bíró tényezők lesznek. Minden egyén valamilyen szinten felhasználója a közlekedési rendszereknek, akár utasként, fogyasztóként, akár üzemeltetőként. Az úthálózat kapacitásának bővítési lehetősége korlátozott, nem építhető végtelen mennyiségű és hosszúságú úthálózat, ezért a közlekedési rendszerek intelligens közlekedési rendszerekké válása, a *smart* mobilitás megvalósítása nyújt költséghatékony megoldást. Az intelligens városi rendszerek kialakítása

¹ BEREK Lajos – BEREK Tamás – BEREK László (2016): *Személy- és vagyonbiztonság*. Budapest: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar.

egy a kihívásokra adott lehetséges válaszok közül, azonban nyilvánvaló kölcsönhatások lépnek fel a különböző városi rendszerek között. A kiber-fizikai rendszerek (*cyber-physical system* – CPS) már szerepet játszanak mindennapjainkban, az okosgyáraktól kezdve a közlekedési hálózatokig. A CPS koncepciója képes biztosítani a szükséges technológiát, a megvalósítás keretrendszerét. A kiber-fizikai rendszerek fő mozgatórugója a közlekedésben a versenyképesség, a rugalmasság, az összetett funkciók és képességek biztosítása az energiahatékonyság és a biztonság növelése érdekében.² A közlekedési kiber-fizikai rendszerek közötti folyamatos és gyors kommunikáció segítségével hatékony, visszajelzés-alapú interakció valósítható meg a kiberrendszer és a fizikai rendszer között.³

A fizikai környezetet kiegészítő virtuális elemek folyamatos fejlesztése tapasztalható, és ennek fényében számos, a biztonsággal összefüggő kérdés merül fel. Az egyes architektúrák összessége mint a rendszerek alapstruktúrája a rendszer működését, viselkedését biztosító modulok közti kapcsolatokon alapul. A komplex informatikai környezet önmagában is új kihívásokat jelent a különböző automatizált rendszerek számára, különösen az intelligens városi megvalósításokban.⁴ Ezen különböző kihívásokat, problémákat főként az eszköz vagy a rendszer szoftverében kezelik. Az információtechnológiában bekövetkező forradalmi változások lehetővé teszik a városi ellátási rendszerek nagy ütemű fejlesztését. A közlekedési hálózat az egyik olyan fontos elem, amely számottevő fejlődésen fog keresztülmenni. A fejlesztések és az innovációk középpontjában a járművek és a közlekedés biztonsága, teljesítménye, gazdaságossága és kényelme áll, ami növeli a funkcionalitást, és környezetbarátabb, „okosabb” eszközöket, rendszereket eredményez. Ezen rendszerfejlesztések eredményeképp az alkalmazó szervezetek és felhasználók adatigénye jelentős lesz (az út mentén elérhető szolgáltatások, közlekedési információk, alternatív útvonalak, biztonsági értesítések stb.).

Intelligens közlekedési járművek

Az Európai Unióban a közutak biztonsági mutatói világviszonylatban rendkívül jónak számítanak. Azonban továbbra is napi szinten, magas számban fordul elő halálos kimenetelű és súlyos sérüléssel járó közúti baleset. Az ezredforduló óta felére csökkent a halálos áldozattal járó közlekedési balesetek száma, köszönhetően az uniós, nemzeti és régiós szabályozásoknak, ennek ellenére évente több mint 25 000 ember hal meg és több mint 135 000 sérül meg súlyosan ilyen balesetben. „A közúti közlekedés biztonságáról szóló, 2017. márciusi vallettai nyilatkozatban az uniós tagállamok nemzeti kormányai vállalták, hogy tovább csökkentik a halálos kimenetelű és a súlyos sérüléssel járó közúti balesetek számát, és arra kérték a Bizottságot, hogy uniós szinten koordinálja a fellépést. Felszólították a Bizottságot arra, hogy »készítsen új közúti közlekedésbiztonsági szakpolitikai keretet

² Andrei C. NAE – Ioan DUMITRACHE (2015): Airborne Collision Avoidance System as a Cyber-Physical System. *Incas Bulletin*, 7(4).

³ Lipika DEKA – Mashrur CHOWDHURY (2019): *Transportation Cyber-Physical Systems*. [H. n.]: Elsevier.

⁴ TOKODY Dániel – SCHUSTER György (2016): Driving Forces Behind Smart City Implementations. The Next Smart Revolution. *Journal of Emerging Research and Solutions in ICT*, 1(2), 1–16.

a 2020 utáni évtizedre, beleértve a közúti közlekedésbiztonság teljesítményének értékelését az e nyilatkozatban foglalt célok és számszerű célkitűzések figyelembevételével». Vállalták, hogy 2030-ra a 2020-ban mért számokhoz képest felére csökkentik a súlyos balesetek számát az EU területén.⁵ További célkitűzésként határozták meg az úgynevezett „Vision Zero”-t, azaz hogy 2050-re ne legyen súlyos sérüléssel járó vagy halálos kimenetelű közlekedési baleset az európai utakon.

A közlekedési információk és információforrások feltérképezése, kiépítése és kooperatív használata a mobilitási piac minden résztvevője számára fontos feladat. A fejlett, kooperatív közlekedési rendszerek – mint információforrások – kialakulása útján új szolgáltatások és alkalmazások jönnek létre, amelyek rendkívül nagy mennyiségű adatot indukálnak. Az információk sokaságának kiértékelése és feldolgozása a jövőbeli, teljes mértékben autonóm közlekedés alapja. „Az intelligens közlekedési rendszerek olyan fejlett alkalmazások, amelyek tényleges (emberi) intelligencia megtestesítése nélkül biztosítanak innovatív szolgáltatásokat a különböző közúti közlekedési módokhoz és forgalmi menedzsmenthez kapcsolódóan.”⁶

Az intelligens közlekedési rendszerek fő elemei az intelligens járművek és járműrendszerek, amelyek „a járművekbe épített – az emberi feldolgozásnál – fejlettebb (gyorsabb, nagyobb számítási kapacitással rendelkező stb.) érzékelő és beavatkozó rendszerek segítségével”⁷ támogatják a közlekedésbiztonság növelését, az infrastruktúra hatékony kihasználását, az utazási kényelem növelését, a környezeti terhelés csökkentését, a járművezetés hatékonyságának növelését.⁸

Az intelligens közlekedési járművek rendszereinek funkció szerinti csoportosítása:

- észlelést támogató rendszerek;
- menetdinamikai támogató rendszerek;
- veszélyre figyelmeztető rendszerek;
- vészhelyzeti támogató rendszerek;
- kapacitás- és hatékonyságnövelő rendszerek;
- járművezetői kényelmet fokozó rendszerek;
- ellenőrző rendszerek.

Az észlelést támogató rendszerek célja a járművezető vizuális észlelésének támogatása, például a holtterfigyelésben, a tárgyak, jelenségek felismerésében vagy éjszaka infravörös kamerák segítségével az emberi szem által nem érzékelhető hullámhosszon. Ezen rendszerek felismerik a jelzőtáblákat, vagy figyelmeztetik a vezetőt abban az esetben, ha ébersége

⁵ Európai Bizottság (2018): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Európa mozgásban. Fenntartható mobilitás Európában: biztonságos, összekapcsolt és tiszta közlekedés. 2.*

⁶ Az Európai Parlament és a Tanács 2010/40/EU (2010. július 7.) az intelligens közlekedési rendszereknek a közúti közlekedés területén történő kiépítésére, valamint a más közlekedési módokhoz való kapcsolódására vonatkozó keretről (EGT-vonatkozású szöveg).

⁷ CSISZÁR Csaba – FÖLDES Dávid – CSONKA Bálint (2018): *Közlekedési információs rendszerek*. Budapest: Akadémiai.

⁸ CSISZÁR–FÖLDES–CSONKA 2018.

csökken.⁹ A menetdinamikai támogató rendszerek olyan, vészhelyzeti szituációban vagy üzemi körülmények között aktiválódó rendszerek, amelyek biztosítják a stabil úttartást, a járművek kormányozhatóságát, szabályozzák a fékerőt, megakadályozzák a kerekek kipörgését. A járművek stabilitásának és kormányozhatóságának fenntartásával – a kormány-, a hajtás- vagy a fékrendszerbe történő beavatkozással – segítik a vezetőt a jármű feletti irányítás megtartásában. A menetdinamikai támogató rendszerek közé tartoznak például a blokkolásgátló, kipörgésgátló vagy fékerőelosztó rendszerek vagy a járműstabilitás kontrollját végző menedzsmentrendszer.

A veszélyre figyelmeztető rendszerek vizuális jelekkel, hanghatásokkal vagy egyéb ingerek által potenciális veszélyforrásokra figyelmeztetik a jármű vezetőjét. A figyelmeztetést kiválthatja például a sáv elhagyása vagy egy ütközéshez közeli állapot, a kipörgésgátló működése vagy a V2X¹⁰ kommunikáció során szerzett egyéb információ. A figyelmeztető rendszerek és a vészhelyzeti támogató rendszerek közti kapcsolat által az észlelt vészhelyzet vagy baleset elkerülhetővé válik. A kooperatív közlekedési rendszerek elterjedésével, a különböző kommunikációs csatornák felhasználásával hatékonyabb lesz a baleset-megelőzés, és csökken a vészhelyzetek kialakulásának lehetősége.

A vészhelyzeti támogató rendszerek a vészhelyzet kialakulásakor, balesetveszély vagy baleset esetén lépnek működésbe, ha a járművezető nem vagy nem kellő időben avatkozott be. Vészhelyzeti támogató rendszerek kapcsolódhatnak magához a járműhöz, az infrastruktúrához vagy a járműhöz és az infrastruktúrához egyaránt. A támogató rendszerek közé tartoznak a vészhelyzet vagy baleset esetén aktiválódó passzív biztonsági rendszerek, amelyek célja a vezető és az utasok védelme, ilyen például az ütközéskor aktiválódó utasvédelem vagy az e-call-rendszer.¹¹

A kapacitás- és hatékonyságnövelő rendszerek célja a hatékony üzemanyag-felhasználás és a pályakapacitás kihasználásának segítése. Az adaptív sebesség- és távolságtartó rendszerek, a sebességváltás esedékességét jelző rendszerek és a járműszerelvények mozgását összehangoló rendszerek elsősorban a járművek hajtás- és fékrendszerét szabályozzák.

A járművezetői kényelmet fokozó rendszerek célja egyes vezető által elvégzendő feladatok, funkciók ellátása. A kényelmi rendszerek közé tartozik például az adaptív fényszóró-vezérlés, a sebességfüggő szervokormány, az esőérzékelős ablaktörlő, a *head-up display* és a hangvezérlés. A vezetői feladatokat támogató rendszerek közé tartoznak a sávtartó

⁹ GKICenter (2022): *A járművezetőt a vezetésben támogató berendezések*.

¹⁰ V2X: „jármű és minden lehetséges dolog közötti együttműködés, kommunikáció lehetővé teszi, hogy összekapcsolja az összes járműtípust és a különféle infrastrukturális rendszereket. Ez a kapcsolat magában foglalja az autókat, az autópályákat, a hajókat, a vonatokat, a repülőgépeket, valamint a gyalogosokat stb. is, ezáltal megvalósítva a teljes körű kooperativitást a (TOKODY Dániel et al. [2018]: Kiberbiztonság az autópárházban. *Bánki Közlemények*, 1(3), 73). A V2X kommunikáció lehetővé teszi a járművek kommunikációját a közlekedés szereplőivel és a közlekedés megvalósulásához szükséges infrastruktúrával egyaránt, optimalizált és biztonságosabb közlekedést eredményezve (TOKODY et al. 2018: 71–77).

¹¹ Az automatikus segélyhívó rendszer olyan szolgáltatás, amelyet a 2018. március 31-e után gyártásba kerülő és az EU-ban értékesített új személyautó-típusoknak és kis haszonjárműveknek biztosítaniuk kell. A rendszer balesetkor automatikusan és azonnal vészjelzést küld a segélyhívó telefonszámra (Magyarországon a 112-es számra), továbbítja a jármű legfontosabb adatait (például a szenzorok jelzéseit, hogy kinyílt-e a légzsák, a GPS-koordinátákat, az utasok számát).

rendszerek, a *stop and go* rendszer, a parkolási asszisztens és az elöl lévő járművet automatikusan követő rendszer is.

Az ellenőrző rendszerek mind a vezető, mind a jármű ellenőrzésére szolgáló megoldások. A digitális tachográf, a fedélzeti jármű-diagnosztikai vagy a fogyasztás- és károsanyagkibocsátás-ellenőrző rendszer segítségével a járművek működése ellenőrizhető, emellett lehetővé teszik a jármű működésének utólagos elemzését is.¹²

Az intelligens közlekedési rendszerek mögötti motivációt a járműipar átalakulása generálja. Az átalakulás megfigyelhető a járművek hajtásában is: egyre növekvő számban jelennek meg hibrid és elektromos hajtású járművek. Egyes gyártók terveik szerint 2030-ra már teljes mértékben elektromosautó-gyártóvá válnak; az előrejelzések alapján ekkorra az új autók kb. 60%-a lesz elektromos. Az elmúlt években az autóipar fejlődése egyre inkább a hálózatba kapcsolt és autonóm képességekkel rendelkező irányba mutat. A mai modern járművek összekapcsolt és valamilyen hozzáadott értéket képviselő funkciókat megvalósító rendszerekkel vannak felszerelve, hogy növeljék a felhasználói élményt és elősegítsék a biztonságos használatot.

Autonóm működést nyújtó járművek

A közlekedési hálózat és minden programozható biztonságkritikus rendszer tervezése és kialakítása során a funkcionalitás elvét szem előtt tartva kiberbiztonsági szempontokat is figyelembe kell venni tehát a jövőben.

Ez a biztonsági kihívás fokozottan jelenik meg a közlekedésbiztonság területén, tekintettel arra, hogy a járműiparban az autonóm, önvezető járművek fejlesztése az intelligens közlekedési rendszerek kialakítása mellett viharos gyorsasággal zajlik.

A technológiai fejlődés – mindenekelőtt az összekapcsoltság és az automatizálás terén – új lehetőségeket teremt. Már jogszabályi szinten is megjelenik a fejlesztési célú autonóm jármű fogalma a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról szóló 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendeletben. Ez az alábbi módon határozza meg a fejlesztési célú autonóm járművet: „olyan fejlesztési célú jármű, amely részben vagy teljesen automatizált működések fejlesztésére szolgál, és amelyben a jármű vezetőjének minősülő tesztvezető tartózkodik, aki az automatizáltság szintjétől függően vagy bármely, a közlekedés biztonságát veszélyeztető helyzetben, a működés közben szükséges mértékben kézi irányítást gyakorol, illetve a kézi irányítást bármikor átveheti a jármű felett.”¹³ A definíció alapján látható, hogy az emberi beavatkozás vagy annak lehetősége még mindig elsődleges szempont, a ténylegesen autonóm járművek megjelenését a szakértők többsége a 2025–2030 közötti évekre jóslja. Kevésbé optimista megítélés szerint viszont 2040-től válhat a mobilitás természetes és meghatározó részévé az önvezető rendszereket alkalmazó technológia. Az autonóm járművek szenzorai segítségével érzékelik környezetüket, az összegyűjtött

¹² GKICenter 2022; CSISZÁR Csaba – SÁNDOR Zsolt Péter (2014): *Közlekedési informatika; Intelligens közlekedési rendszerek (ITS) alapismeretei* (2019).

¹³ 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról 2. § (3b) bekezdés b) pont.

információkat kiértékelik, felmérik a valós szituációt. A felmérés eredményeként emberi beavatkozás nélkül hoznak döntéseket, amelyek alapján aktiválják a beavatkozó komponenseket, ezzel szabályozva, módosítva helyzetüket, állapotukat. Tehát a járművek képesek lesznek önálló döntéshozatalra, működésük befolyásolására, minimalizálják a kritikus járműállapotok és -helyzetek kialakulásának lehetőségét. A biztonság és a megbízhatóság növelése mellett javítják az üzemeltetés hatékonyságát is.¹⁴

Az emberi tényező hatásának csökkentésére, ellensúlyozására, a vezető nélküli járművekre való átállás hosszú távon nagyobb biztonságot eredményez a közlekedésben. Az átmeneti időszakban azonban új kockázatok jelennek meg, amelyek részben az automatizált járművek vegyes forgalomban való működésével, részben pedig a vezető és a jármű közötti összetett interakcióval, illetve a kiberbiztonsági kérdésekkel kapcsolatosak. Más kihívások a demográfiai változásokból és a személyes mobilitás különböző megközelítéseiből erednek majd.¹⁵

A hagyományos járművek a ténylegesen autonóm társaik megjelenése után – figyelembe véve a járművek jelenlegi átlagéletkorát – még legalább 10-15 évig jelen lesznek a közlekedésben. A két eltérő rendszer alapján működő járművek közti kommunikáció nem vagy csak nagy kompromisszumokkal alakítható ki, így a „vegyes közlekedési módok eredményeként zavarok sokaságát fogja indukálni, például az utakon történő áramlásokban akadályokkal, torlódásokkal kell számolni”.¹⁶ A teljesen autonóm közlekedés ezen zavarokat kiküszöböli a jövőben, egyúttal csökkenti a környezetterhelést is.

Az autonóm technológia célkitűzései emberek milliói számára biztosítanak új mobilitási lehetőségeket. Ezek a járművek életet menthetnek, segíthetnek az ügyintézés gördülékenyebbé tételében, a munkahelyre való ingázásban, vagy elszállíthatják a gyerekeket az iskolába, de a harctéri és a katasztrófaelhárítási tevékenységekben is nagy szerepet kaphatnak a jövőben.¹⁷

A járművek automatizáltsága, az autonóm járművek megjelenése

Az okosvárosok koncepciója mentén kutatások folynak az intelligens közlekedési infrastruktúra feltételeinek terén is. Az okos-közlekedéss rendszerek mint innovatív üzleti megoldás hozzájárulnak a fenntartható fejlődéshez, és azon túl kényelmi funkciókkal is szolgálnak.

Az intelligens járművek, járműrendszerek elterjedésének feltétele az intelligens közlekedési infrastruktúra. Az intelligens közlekedési rendszerek alkalmazásának egyik célja lehet a gazdaságosság a szállítási kapacitás növelése révén, a kevesebb baleset elérése és a károsanyag-kibocsátás csökkentése. Az autonóm járművek terjedésének össztársadalmi előnye van, és alkalmazásuk elsődleges színtere – az egyre többfelé kialakuló okosvárosok

¹⁴ GÁSPÁR Péter – SZIRÁNYI Tamás (2017): *Érzékelők az autonóm járművekben*.

¹⁵ Európai Bizottság (2018): *A Bizottság közleménye*.

¹⁶ CSIZMADIA Zoltán – RECHNITZER János szerk. (2021): *Az önvezető járművek világa*. Budapest: Akadémiai.

¹⁷ Waymo (2021): *Waymo Safety Report*.

szerves részeként – a városi közlekedés lesz. Az elmúlt időszakban a városi környezetben folyamatosan emelkedett a járművek száma és ezzel egyidejűleg a városi forgalom. A dinamikus bővülés az előrejelzések szerint a jövőben tovább folytatódik. Az autonóm járművek új lehetőségeket kínálnak a közlekedéshez kapcsolódó problémák megoldására.

„Egy várost akkor nevezünk okos városnak, ha a fenntartható gazdasági fejlődést a hagyományos és digitális infrastruktúrában, a humán és a társadalmi tőkébe való kiegyensúlyozott befektetés révén, az érintett közösség érdekeltjeinek bevonásával, aktív részvételével, környezettudatos módon éri el. Az okos városokban a technológiai és az intelligens szolgáltatások komplex, életminőségről, hatékonyságról, ökológiai és gazdasági fenntarthatóságról szóló célok eszközei, amelyek más eszközökkel együtt alkalmazva tudnak sikeresek lenni.”¹⁸

Az okosváros rendszerek rendszerét (*system of systems*) jelenti. „Az okos városban az információtechnológiát összekapcsolják az infrastruktúrákkal, eszközökkel, személyekkel, szervezetekkel stb. a szociális, gazdasági és környezeti problémák megoldása érdekében. A részrendszerek más-más célhierarchiával működnek, miközben a teljes rendszer céljainak eléréséhez magasabb rendű koordináció szükséges. A legfontosabb szereplők: a város irányító szervezete (várostervezés, adminisztráció), a felhasználók (vállalkozások, városlakók) és az infrastruktúrákat (például közlekedés, energia, kommunikáció, hulladékgazdálkodás, vízgazdálkodás) működtető szervezetek.”¹⁹

Az új, modern és egyre intelligensebb városi környezetben nem könnyű értelmezni a járművek „önvezető” jelzőjének jelentését. Az automatizáció szintjeit meghatározó főbb szervezetek:

- NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration;
- SAE – Society of Automotive Engineers;
- BAST – Bundesanstalt für Straßenwesen.

Az NHTSA átvette a SAE keretrendszerét az automatizáció szintjeire vonatkozóan.²⁰ A SAE J3016 sorszámú ajánlásában az egyes gyártók által létrehozott termékek önvezető képességének (milyen mértékben és milyen körülmények között képesek az önvezetésre) egyértelmű meghatározása és mérése érdekében hatszintű követelményrendszert vezetett be:

- SAE 0. szint esetén nincs automatizálás. Minden esetben a járművezető irányítja az autót, folyamatos figyelmet kell biztosítani a jármű vezetéséhez, felügyelnie kell a vezetéstámogató rendszerek működését, jelzéseit. A biztonságos közlekedés érdekében a járművezetőnek kell kormányoznia, fékeznie vagy gyorsítania. A támogató funkciók figyelmeztetést és pillanatnyi asszisztenciát nyújtanak (például automatikus vészfékezés, holtterfigyelés, sávelhagyási figyelmeztetés).

¹⁸ RAB Judit – SZEMEREY Samu (2016): Az Okos Város Fejlesztési Modellről. *Információs Társadalom*, 16(3), 146–156.

¹⁹ GÁSPÁR Péter – NÉMETH Balázs – BOKOR József (2019): *Járműirányítás*. Budapest: Akadémiai.

²⁰ LUKOVICS Miklós et al. (2018): Az önvezető autók és a felelősségteljes innováció. *Közgazdasági Szemle*, 65(9), 949–974.

- SAE 1. szint esetén vezetéstámogatást biztosít a jármű. Minden esetben a jármű-vezető irányítja az autót, folyamatosan figyelnie kell a vezetéstámogató rendszerek működését, jelzéseit. A biztonságos közlekedés érdekében a járművezetőnek kell kormányoznia, fékeznie vagy gyorsítania. Ezek a funkciók (kormányzás vagy fékezés/gyorsítás) támogatást nyújtanak a járművezető részére (például sávközépen tartás vagy adaptív tempomat).
- SAE 2. szint esetén részleges automatizálást biztosít a jármű. Minden esetben a járművezető irányítja az autót, folyamatosan figyelnie kell a környezetet és a vezetéstámogató rendszerek működését, jelzéseit. A biztonságos közlekedés érdekében a járművezetőnek kell kormányoznia, fékeznie vagy gyorsítania. Ezek a funkciók (kormányzás és fékezés/gyorsítás) támogatást nyújtanak a járművezető részére (például *highway pilot*, sávközépen tartás és adaptív tempomat).
- A SAE 3. szintnél jelenik meg az automatizált vezetési szolgáltatás. Ezen szinttől kezdve feltételes automatizálást biztosít a jármű. A teljeskörűen automatizált irányítás egyes vezetési módokban jelenik meg, a járművezető nem vezet (akkor sem, ha a vezetőülésben ül), mással is foglalkozhat, amikor az automatizált vezetéstámogató rendszerek aktívak. A támogató rendszer jelzése esetén a vezetőnek át kell vennie az irányítást, amihez a rendszernek kellő időt (akár több másodperc) kell hagynia a járművezető számára, a szükséges beavatkozás elvégzése érdekében. Ezek a funkciók korlátozott módon, előre meghatározott helyzetekben képesek a jármű vezetésére (például automatizált vezetés forgalmi dugóban).
- SAE 4. szint esetén magas fokú automatizálást biztosít a jármű. Teljes körű irányítás jelenik meg egyes vezetési módokban, amelyekben a járművezető felügyeletére abszolút nincs szükség. A járművezető nem vezet (akkor sem, ha a vezetőülésben ül), mással is foglalkozhat, amikor az automatizált vezetéstámogató rendszerek aktívak. A vezetői beavatkozásra, az irányítás átvételére ezen rendszereknél nincs szükség. Ezek a funkciók korlátozott módon, előre meghatározott helyzetekben képesek a jármű vezetésére (például vezető nélküli helyi taxi, *shuttle*-busz).
- A SAE 5. szintű járművek értelmezhetőek teljesen automatizált járművekként. A teljes körű gépi irányítás minden vezetési módban rendelkezésre áll, akár járművezető nélkül is. A járművezető nem vezet (akkor sem, ha a vezetőülésben ül), mással is foglalkozhat, amikor az automatizált vezetéstámogató rendszerek aktívak. A vezetői beavatkozásra, az irányítás átvételére ezen rendszereknél nincs szükség, a jármű minden helyzetben, bármilyen körülmények között képes irányítani, vezetni önmagát.²¹

A járművek közötti kommunikáción kívül a V2X (*vehicle-to-everything*) kommunikáció is hozzájárul az okosváros koncepciójához. A járművek fizikai rendszerei mellett egyre hangsúlyosabb szerep jut a komplex kiber-fizikai rendszereknek. Ezen közlekedési rendszerek zavarérzékenységét jól mutatta be Simon Weckert, aki Berlin forgalmas útjain gyalogosan egy kis piros kocsit húzott maga után, benne 99 okostelefonnal. A készülékeken

²¹ GÁSPÁR–NÉMETH–BOKOR 2019.

a Google Maps alkalmazást futtatta, amely a lassú tempót közlekedési dugónak érzékelte, ezért a forgalmat a valóságban elkerülő útvonalak irányába terelte. A létrehozott forgalmi szituáció ugyan csak a virtuális világban létezett, mégis következményekkel járt a való világ működésére nézve. Jól látható a virtuális és a fizikai világ összehangoltsága, egymásrautaltsága és kiber-fizikai kölcsönhatása.²²

Technológiai újítások és sajátosságok

Az autóiipari fejlesztések kiberbiztonság-szempontrú megközelítése új és fejlődő terület. A járművek és a járműrendszerek biztonságorientált alkalmazása nem kizárólag a tervező feladata. A járművek hálózatba kapcsolásával azok az egymás közt megosztott adatok alapján fognak reagálni adott közlekedési szituációra, fognak abban döntéseket hozni. Ezen döntések biztosítása és hatékony megvalósítása érdekében márkafüggetlen és nemzetközi, határokon átvélő infrastrukturális megoldások kidolgozása és alkalmazása szükséges, amellyel a közös, integrált európai kooperatív közlekedési rendszerben elérhetővé válik a megfelelő funkcionális biztonsági szint.

A technológia fejlődésével a járművek funkcionális biztonsága a bennük található hardver- és szoftverelemektől vált függővé. Gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a piacra kerülő gépjárművek általában ki vannak téve a kibertámadásokból származó hatásoknak. Ez annak is betudható, hogy a tervezési fázisnál csak részben érvényesülnek kiberbiztonsági szempontok. Jellemzően a kényelmi funkciókat megvalósító járműfedélzeti rendszerek (például navigációs rendszerek, Bluetooth-kapcsolat, *in-car* internet) a megvalósítás során nem kapnak megfelelő védelmet. Ezen gyengeségeket kihasználva elérhetővé válnak olyan biztonsági funkciók, amelyeknek a működése megzavarható, vagy a gépjármű felett a részleges irányítás átvehető lesz akár közvetlen fizikai kapcsolat nélkül is. Ahogy a hagyományos járművek üzemeltetői, úgy az autonóm járműrendszerei is felelősek járművük biztonságáért, így a járművek és a járműrendszerek kiberbiztonságára is figyelemmel kell lenniük a jövőben.²³

Az autóiipari kiberbiztonság a járművekben és a közlekedési rendszerekben kezelt információk bizalmasságának, sértetlenségének és rendelkezésre állásának biztosítását jelenti, a járművek, a járműveket használók, a járműhöz kapcsolódó szoftverek és szolgáltatások, eszközök, illetve hálózatok komplex környezetében. A mai modern autók átlagosan 70–100 db vezérlőegységet, ECU-t (*electronic control unit*) tartalmaznak egyes funkcióik megvalósítására, de bizonyos modellek akár ennek a dupláját is használhatják szolgáltatásaik biztosításához.

Az egyre szélesebb körű sebesség-, biztonság-, költség-, funkcionalitás- stb. igények, az automatizált vezetés által generált elvárások, a járművek közötti kommunikáció és a járművek nagymértékű elektronizáltsága miatt egyre inkább szoftverorientálttá

²² BÓDI Antal (2022): *Közlekedésbiztonság fokozását megalapozó Komplex ITS Ökoszisztéma kialakításának kérdései*. PhD-értekezés. Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola. 36–38.; a National Initiative for Cybersecurity Careers and Studies weboldala.

²³ TOKODY et al. 2018.

válnak a járműveink. A jelenlegi járműhálózati struktúrák nem biztosítják ezen célok hatékony megvalósítását. A gyártók egyre inkább elmozdulnak a funkcióktól a szolgáltatások irányába. A járművekben alkalmazott hálózati architektúráknak ezen változásokhoz kell alkalmazkodniuk. Az új igényekre a központosított rendszerek (*centralized system*) és a komplex szoftverek jelentik a megoldást.

A járművek hálózatba kapcsolása által új fenyegetések jelennek meg, például a termékbiztonságra, az adatintegritásra és az adatbiztonságra, továbbá az interoperabilitásra vonatkozóan. Az ISO 26262-1:2018 szabvány a közúti járművek elektronikus rendszerének funkcionális biztonságára nézve határoz meg szabályokat és tervezési irányelveket. A szabvány megköveteli az interfészekre vonatkozó biztonsági eljárások használatát, azonban széles körben alkalmazott, átfogó, formalizált, járműipar-specifikus kiberbiztonsági szabványok még nem állnak rendelkezésre. A Nemzetközi Szabványügyi Szervezetnél (ISO) a kiberbiztonsági szabvány kidolgozása javaslati szakaszban van, a SAE szabványát 2021 decemberében frissítették. A *SAE J3061TM* kapcsán írt *Cybersecurity Guidebook for Cyber-physical Vehicle Systems* első kiadása 2016 januárjában jelent meg. A dokumentum gyakorlati útmutatást ad az ipari, kormányzati és kutatási eredmények alapján az úgynevezett jó gyakorlatokra (*best practices*), amelyek alkalmazhatóak a járműiparban vagy más kiber-fizikai rendszerekben (például katonai járművek).

További szabványok is hatással vannak az autóipari fejlesztésekre, a tervezési folyamat vonatkozásában. Ilyenek például az általános IT-biztonsági szabványok (ISO/IEC 27001:2013, ISO/IEC 15408) vagy a V2X kommunikációhoz tartozó szabványok (IEEE 1609.2, ETSI TR 102 638 V1.1.1). A kockázatelemzés és a kockázatértékelés elvégzése alapkőve annak, hogy olyan fejlesztésbiztonsági koncepció és követelmény-előírás készülhessen, amely már rendszerterv szintjén foglalkozik a mélységi védelem (*defense in depth* – DiD) kialakításával, valamint hogy a védelmi megoldásokat egymásra épülő rétegekként alakítsák ki. A biztonság több, mint hozzáadott elem a fejlesztési folyamatban, a tervezési folyamat szerves részét kell hogy képezze a koncepció fázisától a tervezés, a gyártás, az üzemeltetés, a szervizelés szakaszán át a rendszer leszereléséig, a járművek teljes életciklusában.²⁴

Új kockázatok és sérülékenységek

A modern járművek számos támadható felülettel rendelkeznek, a járművek ellen irányuló, kibertérből érkező támadások száma az elmúlt években növekvő tendenciát mutatott. A járművek és a járműrendszerek védelme érdekében szükséges:

- a járművek közötti kommunikáció biztonságának és információs rendszereik fizikai infrastruktúrája védelmének biztosítása;
- működésbiztonságuk megvalósítása, annak érdekében, hogy a közlekedési folyamatok megzavarása ellen védett legyen a rendszer;

²⁴ TOKODY et al. 2018.

- a járművek által gyűjtött és tárolt információk védelme a továbbított adatokhoz való jogosulatlan hozzáférés, törlés és módosítás ellen;
- az informatikai és információs rendszerek védelme a fizikai fenyegetésektől, például a járművezérlő egységekhez való illetéktelen hozzáférés megakadályozása;
- a közlekedési rendszer mint kritikus infrastruktúra kibervédelmének megvalósítása.

Napjainkban is alkalmaznak a különböző ellátási szervezetek olyan rendszereket, amelyek a meghatározott mérőpontokról származó adatok gyors kiértékelése és feldolgozása révén azonnal be tudnak avatkozni raktározási, szállítmányozási vagy szolgáltatási folyamatokba az optimalizáció jegyében. A modern járművek esetén az információ felvételére szolgáló eszközök, érzékelő- vagy szenzorhálózatok (például kamera, radar, ultrahang és LiDAR-szenzorok) biztosítják a környezetről, a valós világ folyamatairól és objektumairól történő információgyűjtést. Ezen információk feldolgozása által meghatározhatóvá válik a jármű helyzete, elhelyezkedése a környezetben vagy akár a többi járműhöz viszonyítva. Detektálhatók a környezet statikus és dinamikus objektumai, kategorizálás után (például kerékpár, gyalogos, tábla, jármű) meghatározható relatív pozíciójuk és sebességük. Az objektumok, valamint a környezeti tényezők változatossága miatt kihívást jelent a környezet minél pontosabb érzékelése. A különböző közlekedési szituációk értékelésében nagy szerepet kap a mesterséges intelligencia, az adattudomány és a gépi tanulás. Az adatok és a feldolgozási eredmények validálása, verifikációja is hozzájárul a közlekedés biztonságához.

Az adatok egyre nagyobb szerepet kapnak a sikeres és stabil működés érdekében, így egyre nagyobb értéket is képviselnek. Ezeknél a folyamatoknál a biztonság mellett az információ- és adatbiztonságot támogató környezet megteremtése alapvető követelmény.

A modern járművek és a jövőbeli autonóm társaik által hozzáférhető adatok forrása lehet a jármű saját szenzorhálózata vagy a V2X kommunikáció révén elérhető egyéb jármű, infrastruktúra, gyalogos stb. adatai, illetve a különböző felhőalapú rendszerek (például gyártói vagy szolgáltatói felhőalkalmazások), a közúthálózat-üzemeltető informatikai rendszere stb.

A komplex vagyonvédelem fogalma és tartalma

A komplex vagyonvédelem egymással szorosan kapcsolódó és összefüggő összetevőkből álló rendszer. Célja a kockázatok előfordulási valószínűségének és az egyes, mégis bekövetkező kockázati események káros következményeinek minél nagyobb mértékű csökkentése.

A komplex vagyonvédelem fő komponensei:

- mechanikai védelem;
- elektronikai védelem;
- élőerős védelem;
- megelőző intézkedések.

A komplex védelem komponenseit egyenként vagy akár egyszerre is alkalmazhatják, azonban a magas szintű biztonság a fentiek összehangolt, optimális, arányos alkalmazásával érhető el, ez a komplex őrzés-védelem vagy az őrzés-védelem komplexitása.²⁵

A gépjárművédelem a leggyakoribb felfogás szerint az objektumvédelemhez hasonlóan jól körülhatárolható terület köré épül, a védelmi eszközrendszer olyan arányban történő szervezésével, amely a várható támadási irányoknak megfelelően kiépítve a veszély nagyságával arányos védelmet képes biztosítani. A jogosulatlan behatolás elleni védelemnek az utóbbi időkig néhány speciális eset kivételével elsősorban a perimétervédelmet ellátó fizikai védelmi rendszer túlóldalaról indított, annak megbontásával vagy más úton történő leküzdésével végrehajtott behatolásokra kellett felkészülnie.

Már jelenleg is kihívásként jelentkezik az objektumvédelemben alkalmazott eszközök kibertámadással szembeni sérülékenysége. Egyre több olyan berendezést alkalmazunk, amely önálló intelligenciával és döntési képességgel van felruházva, és emellett valamilyen felügyeleti szoftverrel folyamatosan kommunikál. Ez olyan támadási felületet jelent, amelynek védelme érdekében a pontosabb tervezés, a precízebb kivitelezés mellett gondosabb üzemeltetési magatartást kell megkövetelni a felhasználoktól. Megfelelő informatikai tudás birtokában a külső behatoló akár mesterszintű felhasználói jogosultságokkal felülvezérelheti a komplex védelmi rendszert. Ezért a komplex objektumvédelemnek ki kell terjednie a megfelelő szintű informatikai védelemre is. Figyelemmel kell tehát lenni arra, hogy az objektumvédelemben alkalmazott korszerű alrendszerek kényelmi szolgáltatásai mellett újabb támadási felület jelenhet meg, így az objektumvédelem komplexitása további aspektusokkal egészül ki.²⁶

Az autonóm önvezérlő rendszerek üzemeltetésekor hasonló kihívásokkal kell szembenézni. A járműgyártás kezdeti időszakában a motorizáció, a tömeggyártás, a járműipar folyamatos fejlődése révén a közlekedési járművek egyre szélesebb körben elterjedtek. Egyre gyorsabbá is váltak, ami új kockázatokat jelentett a közlekedésben. Annak érdekében, hogy a gyártók a járművek biztonsági szintjét is növeljék, csökkentsék az újonnan megjelenő kockázatokat, megkezdődött a járműbiztonsági eszközök fejlesztése is. A járművek számának növekedésével azok egyre többször szenvedtek balesetet és ütköztek össze, azonban előfordult, hogy gyalogosok is érintettekké váltak, egyre gyakrabban előfordultak halálos kimenetelű balesetek is. A balesetek okainak vizsgálata alapján nem minden esetben volt egyértelmű a felelősség kérdése. A járművezetők viselkedése, a jármű konstrukciója, a nagy sebességű utak tervezése stb. mind az okok közé sorolódott. A közlekedésben rejlő lehetőségek kiaknázására és előnyeinek megőrzése érdekében a járművezetői viselkedésre és a járművek belső környezetére helyeződött a hangsúly. A komplex védelem összetevőit tekintve a mechanikai és elektronikai védelem korszerűsítése kezdődött meg, a járművezető képességeinek fejlesztése mellett.²⁷

Egyre több biztonsági megoldást dolgoztak ki a balesetek számának csökkentésére, azok hatásának mérséklésére. Az egyre összetettebb biztonsági fejlesztések célja

²⁵ VASS Attila – BEREK Lajos (2015): Napenergia és az elektronikai jelzőrendszer, villamos energia hálózattól távol lévő objektumok védelmének lehetőségei. *Hadmérnök*, 24(2), 41–57.

²⁶ TÓTH Levente (2018): A komplex objektumvédelem kihívásai napjainkban. *Bolyai Szemle*, 27(1), 35.

²⁷ National Museum of American History (é. n.)

a vezetők, az utasok, a gyalogosok, a környezet és magának a járműnek a védelme volt, mire eljutottunk a mai modern, számítógép-vezérlésű automatikus rendszerekig. A kifejlesztett megoldások két fő területre oszthatóak: aktív és passzív biztonságra. Passzív biztonsági megoldások alatt azon elemeket/rendszereket értjük, amelyek feladata az utasok védelme, valamint az okozott kár csökkentése, vagyis reaktív védelmi intézkedéseket foglalnak magukban. Idetartozik a jármű külső és belső mechanikai védelme, a különböző elektronikus jelzőrendszerek, a fékek és az abroncsok, a biztonsági öv, a világítás, a kamera stb. A járművek fizikai védelmére alkalmazott intézkedések közé tartozik például a motortér elektromechanikai védelme, a kormány- és a váltózár, valamint az indításgátló biztonsági kapcsolók beépítése.²⁸

Az aktív biztonsági rendszerek értelmezhetőek technológiaként, mint preventív és proaktív védelmi megoldások, amelyek célja a balesetek megelőzése. Ezek alkalmazása a modern járművekben már kötelező elemként jelenik meg. Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2019/2144 rendelete előírja olyan fejlett vezetéstámogató rendszerek (*advanced driver assistance system* – ADAS) új járművekbe való beépítését, amelyek tovább növelik a közlekedés biztonságát, megkönnyítik a vezetői tevékenységeket, csökkentik a halálos kimenetelű közlekedési balesetek számát.²⁹ Ilyen például a(z):

- intelligens sebességszabályozó;
- indításgátló alkoholszonda előkészítése;
- járművezető fáradékonyágát és figyelmét érzékelő figyelmeztető rendszer;
- járművezető figyelmetlenségét érzékelő fejlett figyelmeztető rendszer;
- vészfékjelzés;
- tolatóradar;
- eseményadat-rögzítő.³⁰

Az önvezető járművek megvalósítása felé vezető úton állomások lehetnek a járművezetőt felülbíráló rendszerek, amelyek segítségével olyan esetekben is fékezhet automatikusan a jármű, ha a vezető gyorsítani tervezett.³¹ Az automatikus sebességkorlátozó rendszerek a szabályok betartására is szolgáló eszközként jelenhetnek meg, egyre szélesebb körben.

A jövőben egyre hatékonyabb védelmet kell kialakítani annak érdekében, hogy biztonsági rendszereik biztosítsák a modern járművek sértetlenségét és rendelkezésre állását, a járműben található felhasználói, működési és környezeti adatok (beleértve a pályainformációkat) bizalmasságát, sértetlenségét és rendelkezésre állását annak érdekében, hogy az egyre inkább autonóm módon működő járművek biztonságos elemei a jövő közlekedésének. Az aktív és passzív biztonsági eszközök és a járművek védelme komplex feladat, amelynek ki kell térnie többek között a járművek belső rendszerei és a járművek és a környezeti rendszerek, a pálya közötti kommunikáció védelmére, a zavarás és jogosulatlan

²⁸ P.T.B. Pajzs Kft. (é. n.)

²⁹ ELLIOTT 2016.

³⁰ Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019

³¹ Sudhir NERURKAR (2020): ADAS – The Next Step Towards Safer Cars in India. *LinkedIn*, 2020. január 29.

hozzáférés elleni védelemre, a járműben és a kapcsolódó rendszerekben kezelt adatok, valamint a szállítói lánc és a közlekedési informatikai rendszerek védelmére is.³²

Látható, hogy a járművek komplex védelme kibővíti a komplex vagyonvédelem egyes területeit: a technológiai fejlődésnek köszönhetően egyre hatékonyabb (külső és belső) mechanikai védelmi megoldások jelennek meg, amelyek nemcsak a jármű, hanem vezetőjének és utasainak védelmét is szolgálják. Az elektronikai védelem a vezető és a közlekedés többi résztvevője részére történő jelzéseket biztosító jelzőrendszerek mellett a közlekedésbiztonság aktív szereplőjévé vált. Napjainkra a jármű bizonyos esetekben aktívan beavatkozik a vezetésbe. Az élőerős védelem fogalma a járművek esetén nem az élőerővel való védekezést, hanem a személyek (vezető, utasok és gyalogosok) védelmét jelenti, amely részben a belső mechanikai védelem, részben az oktatások és az egyre hatékonyabb képzések által valósul meg. A megelőző intézkedések közé sorolhatóak a különböző biztosítások, továbbá az elektronikai védelemhez tartozó fejlett vezetéstmogató rendszerek, amelyek a jármű működésébe, közlekedésébe is képesek beavatkozni.

A járművekben tárolt adatok

Mind a járművekben, mind a környezeti, pálya- és szolgáltatói rendszerekben nagy mennyiségű adat jön létre. Ezeket a rendszer továbbítja, tárolja, így védelmükről gondoskodni kell. Az autonóm járművek várható napi adatmennyisége elérheti a 4 GB-ot is, amelybe beletartoznak például a jármű központi egységének/fejegységének, a fedélzeti kamerának, a szenzoroknak, a vezérlőegységeknek az adatai, a jármű- és rendszerinformációk (például sorozatszám, alkatrész-azonosító), a telepített alkalmazások adatai (például időjárás, navigáció, Facebook, Twitter), a járműhöz csatlakoztatott eszközök adatai (például mobiltelefon, USB-meghajtók), a navigációs adatok (például előzmények, mentett helyek, korábbi úti célok), az eszközinformációk (például eszközazonosító, híváslista, kontaktkok, SMS-ek) és az események (például ajtónyitás/-zárás, a világítás be-/kikapcsolása, Bluetooth-kapcsolatok, WIFI-kapcsolatok, sebesség, kormányászög, kilométeróra-állás, vezetői figyelmeztetések).

A közlekedési infrastruktúra és a jármű között továbbított információk közé tartoznak például az adott útszakaszra vonatkozó forgalmi információk, a jelzőlámpák státuszai és aktuális jelzésképe, a közelben elérhető parkolók helye és az aktuális szabad férőhelyek száma, a baleset, a sávzárás. A jármű és a közlekedési infrastruktúra között továbbított adatok közé tartoznak például a pozíció-, sebesség- és irányadatok, a jármű státuszadatai, az útvonaladatok vagy a diagnosztikai adatok.

³² TOKODY et al. 2018.

A harctéri járművek biztonságának fokozása, valamint az autonóm működésű harctéri járművek alkalmazhatósága és biztonsága

Mielőtt a személyzet nélküli vagy autonóm harctéri járművek alkalmazhatóságával foglalkoznánk, célszerűnek tartjuk a harctéri járművek védelmét áttekinteni. Nem véletlen, hogy nem a harcjárművek kifejezést használjuk. Véleményünk szerint a harctéri járművek csoportjába beletartoznak nemcsak a harcjárművek, hanem a harctámogató és a kiszolgáló erők járművei is. A harctéri járművek minél közelebb végzik tevékenységüket a harcérintkezés vonalához, annál jobban vonatkoznak rájuk az e részben leírtak. Ezen járművek alkalmazásánál is fontos az üzembiztonság, amely vizsgálata nem tárgya jelen tanulmánynak.

A fejlesztés egyre inkább a személyi állomány védelmét, esetenként annak robotokkal való helyettesítését, kiváltását helyezi előtérbe. A harctéri járműveknek igen sok követelménynek kell megfelelniük, többek között: teljesítmény, tűzerő, védettség, terepjáró képesség, hatékonyság. Ezek sokszor egymással ellentétes követelmények.

Talán a harcjárműfejlesztés és -gyártás tekintetében a legszembetűnőbb az izraeli hadiipar fejlesztése. Izraelben a 70-es években indult a Merkava program, amelynek célja a Közel-Keleten jól alkalmazható, a személyi állomány részére a lehető legbiztonságosabb harckocsi kifejlesztése volt. Ehhez megvizsgálták a korábbi háborúk veszteségeit. Következtetések szerint ha a harckocsik találatot kaptak, ami leggyakrabban szemből vagy elöl oldalról történt, a kezelőszemélyzet harcképtelenné vált, a motor és más fődarabok üzemképesek, esetenként javíthatók voltak. A programban a vizsgálat kapcsán a motort a jármű orrába helyezték át, és a harckocsit egy sor passzív és aktív védelmi rendszerrel látták el. Ezáltal megalkották az egyik legbiztonságosabb harckocsit.

Az iraki, afganisztáni és csecsenföldi harcok veszteségeinek elemzése alapján megállapították, hogy az ott alkalmazott gyalogsági harcjárművek igaz, hogy nagy tűzerővel rendelkeztek, de védettségük nagyon gyenge volt (BMP, Bradley, BTR). Ezért a Merkava harckocsik mellé megtervezték és megalkották a Nammer gyalogsági harcjárművet. Ezeket a Merkava harckocsik alváza és páncélzata felhasználásával készítették. A Nammer védettsége teljesen azonos a harckocsikéval, ezáltal azokat követheti a harcmezőn, illetve nagy biztonsággal azok harcrendjében is mozoghat. Ezen alapokon és ezek mintájára különböző támogató és kiszolgáló járműveket is kifejlesztettek.

Ezen példa alapján is elmondható, hogy a biztonság elérésének egyik útja a védettség növelése. A másik lehetőség a személyzet nélküli „intelligens” vagy részben távirányított harcjárművek kifejlesztése. Az utóbbiak alkalmazására már a II. világháborúban is találunk példákat.

Jelenleg a személyzet nélküli aknafelderítő és -mentesítő eszközök használata a leggyakoribb. Várhatóan rövidesen megjelennek a korszerű hadseregek fegyvertárában a viszonylag kis méretű, csendes, akár egymással együttműködni képes fedélzeti számítógéppel és helymeghatározó rendszerrel ellátott harcjárművek. Ezek kifejlesztéséhez sok tapasztalatot szereznek a hold- és Mars-járók megalkotásával és alkalmazásával. A járművek fejlesztése során a biztonság tekintetében előtérbe kerül az informatikai és a kiberbiztonság. Az autonóm harctéri járművek rejtett módon, a terep védőképességének

kihasználásával, akár éjjel, csendben, rejtve képesek megközelíteni a célpontokat, és közletről nagy pontossággal, jelentősen kisebb teljesítményű, ezáltal könnyebb lőszerrel vagy rakétával megsemmisíteni az ellenséges objektumot. Kialakíthatók olyan járművek is, amelyek emberi irányítás nélkül tudnak a harcponalból sebesülteket kimenteni vagy az arcvonalban harcoló katonáknak harci vagy más anyagot, utánpótlást szállítani.

Összefoglalás

A jövőben az okos-, mobileszközök térhódítása az infokommunikációs technológiában egyértelműen megmutatkozik. Környezetünkben olyan szenzorok érzékelik állandóan különböző folyamatok állapotait, amelyek képesek kommunikálni egymással az interneten keresztül. A technológia fejlődésének köszönhetően az internetre csatlakozó eszközök száma folyamatosan emelkedik az IoT terjedése révén, ami lehetővé teszi, hogy mindennapos használati tárgyaink is az internetre kapcsolódjanak. Az IoT megjelenik az okosváros-konceptiókban, de a kritikus infrastruktúrában is.³³

Az okosrendszerek a jövőben számos, a mindennapi életünket meghatározó és arra hatással bíró folyamatot fognak felügyelni, hozzájárulva egyebek mellett kényelmünkhöz, élhető környezetünkhöz, a fenntartható fejlődéshez, valamint a biztonsághoz. A biztonságosabb életet lehetővé tevő megoldások azonban újabb és újabb biztonsági kihívásokat teremtenek, amelyekre a biztonságtechnika területén is fel kell készülnünk.

A komplex védelem mint kategória szorosan kapcsolódik a biztonsághoz, amely többféle módon írható körül, és amelyet a tudományos irodalomban sokféleképpen definiáltak. Tanulmányunkban a személy- és vagyonvédelemben használt fogalmat alapul véve határoztuk meg a komplex védelem járművekhez kapcsolódó egyes összetevőit. Az aktív és passzív védelmi megoldásokat rendszereztük a komplex védelem fogalmában. Ismertettük, hogy az intelligens közlekedési rendszerek segítségével hatékonyan javítható a közúti közlekedés biztonsága, hatékonysága, azonban egyre szélesebb körben kell gondoskodni a járműhöz és a vezetőhöz kapcsolódó adatok védelméről. Tanulmányunkban az egyre inkább önvezetővé váló járművek önvezető képesség szerinti csoportosítása mellett a vonatkozó biztonsági követelményeket is ismertettük.

Az intelligens járművek megjelenésével új kockázatok jelennek meg mind a közúti, mind a harctéri alkalmazásban. Mindkét területen elsődleges szempont a jármű, a vezető és az utasok, valamint az adatok védelme.

³³ HAIG Zsolt (2018): *Információs műveletek a kibertérben*. Budapest: Dialóg Campus.

Felhasznált irodalom

- 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról. Az Európai Parlament és a Tanács 2010/40/EU irányelve (2010. július 7).
- BEREK Lajos – BEREK Tamás – BEREK László (2016): *Személy- és vagyónbiztonság*. Budapest: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar.
- BÓDI Antal (2022): *Közlekedésbiztonság fokozását megalapozó Komplex ITS Ökoszisztéma kialakításának kérdései*. PhD-értekezés. Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola.
- CSISZÁR Csaba – SÁNDOR Zsolt Péter (2014): *Közlekedési informatika*.
- CSISZÁR Csaba – FÖLDES Dávid – CSONKA Bálint (2018): *Közlekedési információs rendszerek*. Budapest: Akadémiai.
- CSIZMADIA Zoltán – RECHNITZER János szerk. (2021): *Az önvezető járművek világa*. Budapest: Akadémiai.
- DEKA, Lipika – CHOWDHURY, Mashrur (2019): *Transportation Cyber-Physical Systems*. [H. n.]: Elsevier.
- ELLIOTT, Amanda (2016): What Future Car Technologies Will Make Roads Safe? *Prescouter.com*, Online: <https://www.prescouter.com/2016/11/future-car-technologies-safety/>
- Európai Bizottság (2018): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Európa mozgásban. Fenntartható mobilitás Európában: biztonságos, összekapcsolt és tiszta közlekedés*.
- GÁSPÁR Péter – SZIRÁNYI Tamás (2017): *Érzékelők az autonóm járművekben*.
- GÁSPÁR Péter – NÉMETH Balázs – BOKOR József (2019): *Járműirányítás*. Budapest: Akadémiai.
- GKICenter (2022): *A járművezetőt a vezetésben támogató berendezések*. Online: https://www.gkicenter.hu/kisaru/a_jarmuvezett_a_vezetsben_tmogat_berendezsek.html
- HAIG Zsolt (2018): *Információs műveletek a kibertérben*. Budapest: Dialóg Campus.
- Intelligens közlekedési rendszerek (ITS) alapismeretei* (2019). Online: https://ktkg.bme.hu/wp-content/uploads/2019/01/5_eloadas_BSc-1.pdf
- LUKOVICS Miklós et al. (2018): Az önvezető autók és a felelősségteljes innováció. *Közgazdasági Szemle*, 65(9), 949–974.
- NAE, Andrei C. – DUMITRACHE, Ioan (2015): Airborne Collision Avoidance System as a Cyber-Physical System. *Incas Bulletin*, 7(4).
- National Museum of American History (é. n.): *Automobile Safety*. Online: <https://americanhistory.si.edu/america-on-the-move/essays/automobile-safety>
- NERURKAR, Sudhir (2020): ADAS – The Next Step Towards Safer Cars in India. *LinkedIn*, 2020. január 29. Online: <https://linkedin.com/pulse/adas-next-step-towards-safer-cars-india-sudhir-nerurkar>
- P.T.B. Pajzs Kft. (é. n.): *Pajzs, biztonságtechnika*. Online: <https://www.pajzs.hu/pajzs-biztonsagtechnika>
- RAB Judit – SZEMEREY Samu (2016): Az Okos Város Fejlesztési Modellről. *Információs Társadalom*, 16(3), 146–156. Online: <http://dx.doi.org/10.22503/infars.XVI.2016.3.7>
- Regulation (EU) 2019/2144 of the European Parliament and of the Council of 27 November 2019. Online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/2144/oj>
- TOKODY Dániel – SCHUSTER György (2016): Driving Forces Behind Smart City Implementations. The Next Smart Revolution. *Journal of Emerging Research and Solutions in ICT*, 1(2), 1–16.
- TOKODY Dániel et al. (2018): Kiberbiztonság az autópárhán. *Bánki Közlemények*, 1(3), 71–77.
- TÓTH Levente (2018): A komplex objektumvédelem kihívásai napjainkban. *Bolyai Szemle*, 27(1), 35.
- VASS Attila – BEREK Lajos (2015): Napenergia és az elektronikai jelzőrendszer, villamos energia hálózattól távol lévő objektumok védelmének lehetőségei. *Hadmérnök*, 24(2), 41–57.
- Waymo (2021): *Waymo Safety Report*.

Vegyí töltetű robbanótestek azonosításának nehézségei

A tűzszerész-szakfeladatok során a vegyi töltetű gránátok hatástalanítása kihívásokkal teli. A szakembereknek tűzszerész- és vegyivédelmi ismeretekkel is rendelkezniük kell, hogy biztonságosan elvégezhessék ilyen feladataikat. A II. világháborúban használt, magyar vegyi töltetű tűzérési gránátok pusztán vizuális azonosítása esetenként azonban aggályos lehet. Van néhány olyan paraméter, amely a gyári jelzések hiányában egyezést mutat más, nem vegyi töltetű gránátokéival. Ezek az egyezések szükségessé tehetik, hogy a vizuális robbanótest-azonosítást technikai eszközök alkalmazásával egészítsék ki a szakemberek.

Kulcsszavak: robbanótest, ABV, tűzszerészet, II. világháború, tűzérési gránát

Difficulties in Identifying of Projectiles Filled with Chemical Agents

The disarming of projectiles filled with chemical agents is a challenge during an explosive ordnance disposal operation. The operators have to be familiar with the necessary EOD and CBRN knowledge in order to perform their task safely. However, the visual identification of the explosive ordnances filled with chemical agents produced in Hungary during World War II may be a concern in some cases. There are some parameters that, in absence of factory marking, are consistent with those of other non-chemically charged grenades. The potential matches of projectile bodies may make it necessary for professionals to complete the identification process with the application of some technical equipment.

Keywords: explosive ordnance, CBRN, explosive ordnance disposal, World War II, projectile

Bevezetés

A tűzszerész-szakfeladatok jelentős részéről elmondható, hogy hatalmas felkészültséget igényel a szakemberektől, és szinte minden esetben életveszélyes. Alapvetően a hivatás sajátja, hogy a tűzszerészkatona saját életét teszi kockára nap mint nap. Éppen ezért elengedhetetlen a terület folyamatos kutatása és a lehetséges eredmények integrálása

¹ Egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hatstudományi és Honvédtisztképző Kar; e-mail: berek.tamas@uni-nke.hu; ORCID ID: 0000-0001-8358-6139.

² Tanársegéd, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hatstudományi és Honvédtisztképző Kar e-mail: ember.istvan@uni-nke.hu; ORCID ID: 0000-0002-9877-0366.

a szakfelkészítésbe. Mindezek mellett az ilyen irányú vizsgálatok összhangban vannak a hadtudomány és a katonai műszaki tudományok fő kutatási irányjaival.³ Fontos tehát eredményeket elérni, amelyek segíthetik a szakembereket kihívásokkal teli munkájuk során.

Ha lehet rangsorolni az ezen a szakterületen jelentkező különböző feladatok veszélyességét, akkor minden bizonnyal az atom-, biológiai és vegyi⁴ kategóriába sorolható robbanótestek hatástalanítása az egyik legnagyobb kihívás. Ilyen esetben nem kizárólag tűzszerészszaktudás szükséges a sikeres feladat-végrehajtáshoz, hanem a vegyivédelmi szakterület megbízható ismerete is, ugyanis ezen eszközök hatástalanítása jelentős kockázatokat hordoz magában. Tekintettel arra, hogy a hatástalanítás sikertelensége a tűzszerészcsoporthoz kívül hatással bírna a lakosságra, a környezetre, művelési területen az adott katonai műveletre, specialistákból összeállított csoport alkalmazására van szükség.

Ebben a vonatkozásban Magyarországon a közszolgálati feladatok végrehajtása során korántsem hétköznapi, amikor ilyen eszközöket kezelnek a szakemberek, de ettől függetlenül fel kell készülni egy-egy ilyen feladat szakszerű és biztonságos végrehajtására. Tanulmányunkban nem vizsgáljuk külön az ilyen eszközök felhasználásával készült improvizált robbanótesteket,⁵ mert a terrorizmus – mint meghatározó biztonsági kihívás⁶ – ilyen vonatkozású fegyverei önálló elemzésre érdemesek.

Vizsgálatunk azokra a két világháború között tervezett, gyártott és rendszerbe állított tűzérési gránátokra fókuszál, amelyek töltetének beazonosítása az azok hatástalanítása során alkalmazott módszer szempontjából kiemelt jelentőségű. Ezek a különleges lőszer, bár belső kialakításuk némileg eltér egymástól, külsőleg teljesen megegyeznek, azonosak a repesz-romboló gránátokkal.

Feltételezésünk szerint a II. világháború során alkalmazott 10,5 cm-es űrméretű magyar 1938/1933 M. tűzérési gránátcsalád egyes típusainak beazonosítása kizárólag vizuális módszerekkel nem minden esetben lehetséges teljes bizonyossággal.

Ennek alátámasztása érdekében írásunkban kísérletet teszünk azok átfogó vizsgálatára, amelynek érdekében hadtörténelmi, tűzszerész- és vegyivédelmi szakmai forrásokat tártunk fel. A kutatás során kizárólag a fent meghatározott gránátcsaládot vizsgáltuk, különös tekintettel annak vegyi változataira, bár vélhetően az eredmények hasonlóságot mutatnak majd a magyar 10 cm-es 1933 M. és a szintén magyar 10,5 cm-es 1933 M. vegyi töltetű gránátok vonatkozásában is.

³ BODA József et al. (2016): A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (16), 1–23.

⁴ Rövidítve ABV; angol megfelelője: chemical, biological, radiological and nuclear; rövidítve: CBRN.

⁵ Bővebben: KOVÁCS Zoltán (2012a): Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 37–52.; KOVÁCS Zoltán (2012b): Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(különszám), 35–44.

⁶ Bővebben: TOMOLYA János – PADÁNYI József (2012): A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22(3–4), 34.; DARUKA Norbert (2012): Terroristák és taktikák, avagy védekezz, ha tudsz. *Repüléstudományi Közlemények*, 24(különszám), 35.

A II. világháború során gyártott különleges lőszeres és tölteteik

A magyar „gázgránátok” története is az I. világháború időszakában kezdődött el. A vegyi fegyverek fejlesztésének területén németországi kutatók a világháború első éveiben már jelentős eredményeket értek el. A vegyi fegyver első tömeges alkalmazására – amely meghozta a katonai sikert – 1915. április 22-én került sor. A gáztámadások igen hatásosnak bizonyultak, így egyre gyakoribb lett alkalmazásuk, amelynek a sikerét látva az Osztrák–Magyar Monarchia hadvezetése saját gázalakulat felállításáról határozott, és ugyan az fennállása során több kísérletet követően csupán egyetlen gáztámadást hajtott végre, a vegyi fegyverek a háborút követő években is helyet kaptak a katonai gondolkodásban.

Bár az I. világháború gáztámadásait a közvélemény mélységesen elítélte, és nemzetközi egyezmények is tiltották, annak addig soha nem tapasztalt pusztítóképessege miatt a két világháború közti évek katonai tanulmányai a vegyi fegyvert gyakran említik, mint az elkövetkezendő háború(k) hatásos fegyverét.⁷

„A jövő háborúja a történelem tanulsága szerint nem ott fog kezdődni, hol az előző abba maradt. A vegyi és a technikai haladást már a békeévekben is figyelembe kell venni. Ha még azt is hozzáfűzzük, hogy a jövőben gáztámadások az anyaországot is érhetik, sokkal nagyobb mértékű gázhalálozással kell számolnunk [...]”⁸

Mivel a korlátozások a két háború között jelentősen megnehezítették a fegyverkezést hazánkban, ezért bravúrosnak tekinthető módszerekkel sikerült a hadvezetésnek elérnie, hogy 1939-ben hét, különböző vegyi töltetű tüzérségi gránátot rendszeresítsenek.⁹

Ezek a típusok a következők voltak:¹⁰

- 10 cm-es 1933 M. „K1” gránát;
- 10,5 cm-es 1933 M. „K1” gránát;
- 10,5 cm-es 1938/1933 M. „K1” gránát;
- 15 cm-es 1933 M. „K1” gránát;
- 10 cm-es 1933 M. „m” gránát;
- 10,5 cm-es 1938/1933 M. „m” gránát;
- 15 cm-es 1933 M. „m” gránát.

A fenti vegyi töltetű tüzérségi gránátok gyors rendszeresítéséhez az is hozzájárulhatott, hogy a már rendszerben lévő repesz-romboló¹¹ hatású gránátok lövedéktesteik képezték az alapot, és a gyújtószerkezet¹² is ismert típus lett. Természetesen a belső kialakítás

⁷ BEREK Tamás (2004): Az Osztrák Magyar Monarchia hadseregének első gáztámadása az olasz hadszíntéren. *Bolyai Szemle*, 13(1), 85–95.

⁸ BRAUNER Iván Miklós őrgy. (1931): *Gáz harc a világháborúban*. TGY 468. 6.

⁹ KOVÁCS Vilmos (1997): A Magyar Királyi Honvédség vegyi harcanyaggal töltött lövedékei. *Hadtörténelmi Közlemények*, 110(3), 523–540.

¹⁰ KOVÁCS 1997: 541–542. (4. és 5. táblázat).

¹¹ A korabeli szabályzatokban, iratokban repeszhatású gránátként mutatják be a típust, de napjainkban helyes megnevezése repesz-romboló, főleg mivel állítható gyújtószerkezettel szerelték.

¹² 33 M. feigyűjtő.

eltérő a repesz-romboló típusnál, a ködanyaggal, a kénmustárral vagy klark mérgező harcanyaggal töltött változatoknál.¹³

Jelenlegi ismereteink szerint a fenti vegyi típusokból jelentős mennyiséget gyártott le a magyar hadiipar. Ez hozzávetőleg 72 000 db vegyi töltetű gránátot jelent 1940. szeptember 24-ig. Ekkor azonban a harcanyagok gyártása még korántsem fejeződött be, mert a II. világháború végéig több százezer db tűzéségi gránát megtöltéséhez elegendő harcanyagot készleteztek. Sajnos a fellelhető adatok homályosak a készletek felhasználásáról.¹⁴ Az is fontos információ ezekkel a különösen veszélyesnek mondható eszközökkel kapcsolatban, hogy az elérhető dokumentáció alapján nem alkalmaztak belőlük egy db-ot sem, illetve a tárolt készletet feltételezhetően a Szovjetunióba és Németországba szállították el 1945-ben.¹⁵

A különböző mérgező harcanyagokat az I. világháború során széleskörűen alkalmazták. A mérgező harcanyagokat minden más harcanyagnál hatásosabbnak tartották, mivel a korabeli fegyverek hatásával szemben védelmet biztosító erődített védelmi létesítményekben elhelyezett személyi állomány ellen is hatásosan lehetett alkalmazni.¹⁶

Tekintettel arra, hogy a vegyi fegyverek hatékony alkalmazásának feltétele a meglepetés és a hatásos harctéri koncentráció, a mérgező harcanyagok célba juttatásának gyakorta alkalmazott fegyverneme volt a tűzéség. A tűzéségi eszközökkel végrehajtott gáztámadások továbbá a gázfúvatásokkal szemben nem igényeltek hosszadalmas előkészítést, és kevésbé függtek az időjárástól. A hatásos koncentráció kialakításához azonban nagy mennyiségű lőszert kellett felhasználni, tekintettel a tűzéségi lőszeresek őrtartalmára. Az egyre gyakrabban kialakuló állásharcok viszonylagosan állandó körülmények révén kedvező feltételeket teremtettek a szemben álló feleknek ahhoz, hogy jelentős mennyiségben felhalmozzanak tűzéségi célba juttató eszközöket és lőszereket, köztük mérgező harcanyaggal töltött lőszereket a tűzéség számára.

Különleges lőszeresek

A rendszeresített köd-, gyújtó- és gázlővedékeket összefoglaló elnevezéssel különleges lőszeresek néven tartották nyilván. Alkalmazásuk módja általában tűzéségi lőutasítások titkos mellékletében volt szabályozva.

Ezeknek a lőszereknek az egyik fő jellegzetessége, hogy a hagyományos repesz-romboló gránátokhoz képest kevesebb robbanóanyagot tartalmaznak, annyit csupán, amennyi lehetővé teszi a gránáttest üregébe töltött vegyi töltet kijuttatását.

A különleges lőszeresek alkalmazásakor a lehetséges veszteségek minimalizálása érdekében a lővedék robbanásának a becsapódás pillanatában kellett bekövetkeznie, ezért ezeket a lőszereket pillanatgyújtóval szerelték. A magyar gyártású köd- és gázgránátokban

¹³ Kovács 1997: 540.

¹⁴ Kovács 1997: 537–540.; 546–547.

¹⁵ Kovács 1997: 550.

¹⁶ *Harcászati szabályzat I. rész. Harcászati elvek* (1924). Budapest: M. Kir. Honvédelmi Minisztérium.

33. M. pillanatgyújtó, a német gyártású 10,5 cm ködgránátban német KL.A.Z. 23. Nb. pillanatgyújtó található.¹⁷

Tüzérségi lőszerekkel együtt alkalmazták, nehezebb volt felismerni a gáztámadást, minden tüzérségi tűznél lehetett számítani gázlövésre, jellemző volt az állandó gázképződés, a légénység kifáradása.

Gyakran éjszaka és ködös időben alkalmazták. Éjszaka még nehezebb volt a felderítés helyzete. A pihentetett személyi állomány riadóztatva nehezebben vette fel a gázálarcot. Az atmoszferikus ködben szintén nehéz volt a csapás felderítése, a gázlövés felismerése csak akkor volt lehetséges, amikor már a csapatok benne voltak a gázfelhőben. Az atmoszferikus köd kialakulásának feltételei ugyanolyan kedvező hatással vannak a mérgező harcanyagok megmaradására.¹⁸

10,5 cm-es 1938/1933 M. „köd” gránát

Állandó jellegű és hevenyészett állások ellen egyaránt bevethető volt vakítóköd létrehozása céljából 8 m/s szélességgig. A viszonylag magas lőszerfelhasználás miatt alapvetően rövid mozzanatok biztosítása céljából alkalmazták.¹⁹ Tekintettel a fentiekre, valamint a ködösítés sikerét befolyásoló számos tényező – szélirány, szélesség, hőmérséklet, páratartalom, a levegő függőleges stabilitása, a terep növényzettel való borítottsága stb. – változékonysága miatt az I. világháborút követően külön ködhatáslövő kísérleteket folytattak le e különleges lőszertípus harcban történő hatásos felhasználása érdekében.²⁰

A 10,5 cm-es ködgránátot 1939-ben rendszeresítették a 37 M. könnyű tarackhoz. 16,28 kg tömegű lőszerbe mintegy 1,56 kg ködsavat töltöttek a lövedék száján keresztül. 5 db, 0,1615 kg össztömegű préselt trotilal szerelték, és gyártási jellegzetessége, hogy benyúló robbantópersellyel rendelkezik.²¹

Az ezekben a lőszertípusokban alkalmazott „ködsav” felerészben tartalmazott kén-savanhidridet (SO_3), valamint klórszulfonsavat (HOSO_2Cl). Mindkettőre jellemző, hogy a vízzel hevesen reagál, jelentős hőfelszabadulással.

A folyékony és gáz-halmazállapotú, a klórszulfonsavban jól oldódó kén-savanhidrid erős oxidálószer. Vízzel hevesen reagál, nagy mennyiségű hőfelszabadulás kíséretében.²² A levegőbe kerülve annak víztartalmával történő reakciója következtében kén-sav (H_2SO_4) képződik, amely kondenzálódik. A keletkező kén-savcseppek higroszkóposáguk miatt további nedvességet kötnek meg, fokozva ezzel a köd fedőképességét.

¹⁷ *Lőszer ismertetés. III. rész* (1941). Budapest: Honvédelmi Minisztérium.

¹⁸ *Olaszországi harcra vonalon lefolyt gázharcok értékesítése a csapatkiképzésre*. 3528/1918. sz. honvédelmi miniszteri rendelet 1918.

¹⁹ *Műszaki erődharci kiképzési segédlet*. 1. füzet 1. melléklet (1942). Budapest: Attila Nyomda RT.

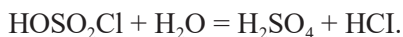
²⁰ *Jelentés ködlövés hatáskísérleteiről* (1942). Budapest: M. Kir. Honvéd Haditechnikai Intézet.

²¹ *Lőszer ismertetés* 1941: 65.

²² SIMON Ákos (1990): *Mérgező-, gyújtó- és ködösítő anyagok*. Budapest: BJKMF.

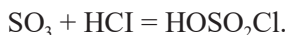
A klórszulfonsav (klór-kénsav) a kénsav és a sósav nem teljes anhidridje. Szintelen, könnyen mozgó folyadék, amely a levegő víztartalmával való bomlása következtében erősen füstölgő.²³

Reakciója a vízzel igen hevesen játszódik le, robbanásszerű sistergéssel, amely során a klórszulfonsav kénsavra és sósavra bomlik:²⁴



A levegő nedvességtartalmával ez a bomlás lassan megy végbe, és a képződő kénsav és sósav továbbra is vizet vesz fel a levegőből, és finom ködcseppeket alkot.

A ködképződés folyamata a kénsavanhidrid és a klórszulfonsav keveréke esetében abban áll, mint külön-külön az egyes komponenseknél. Az így keletkezett aeroszolrendszer alapját a különbözőképpen hidrolizált kénsav apró cseppjei képezik.²⁵ A keverékbe adagolt kénsavanhidrid a klórszulfonsav vízzel történő reakciója eredményeképp keletkezett sósavval reakcióba lépve klórszulfonsavat alkot:



A lőszer robbanását követően tehát a keverék gáznemű komponensei hidrolizálnak a levegő nedvességtartalmával, és a képződő kénsav kondenzálódik. A ködlőszerek raktározása során megosztottan tárolták azokat, elkülönítve a lőszert a gyújtótól és a robbanótöltettől, így a ködsavval töltött gránátok a gyújtó és a robbanótöltet nélkül kerültek a ládába a szállítás és a tárolás során.²⁶

10,5 cm-es 1938/1933 M. „KI” gránát

Elsődleges alkalmazási célja az ellenség gázálarca alá való kényszerítése volt. Illanó mérgező harcanyagként 8 m/s szélsébség alatt volt bevethető. Erődített állások ellen csak magas gázkoncentrációban volt alkalmazható, inkább hevenyészett térközi berendezésekre, állásokra alkalmazták.²⁷ Az 1939-ben a 10,5 cm-es 37 M. könnyű tarackhoz rendszeresített, 14,96 kg tömegű lőszer mintegy 0,59 kg vegyi töltetet tartalmazott, amelyet 6 db 0,5076 kg össztömegű préselt trotil volt hivatott a robbanás pillanatában a külvilágba juttatni.²⁸

Töltete klark (eredeti nevén Clark–Chlorarsinkampstof). A klarkokat az ingerlő mérgező harcanyagok közé soroljuk, azonban arzéntartalmuk miatt általános mérgező hatással is rendelkeznek. Hatásuk az expozíciót követően késleltetve jelentkezik, és még

²³ SIMON 1990.

²⁴ BALOGH János (1987): *Az álcázó ködösítés alapjai*. Budapest: ZMKMF.

²⁵ SIMON 1990: 295.

²⁶ *Lőszer ismertetés* 1941: 23.

²⁷ *Műszaki erődharc...* 1942.

²⁸ *Lőszer ismertetés* 1941: 73.

később, tiszta térfélen is fokozódik egy ideig. Ez a hatás gyakorta azt a vélelmet keltette a tapasztalattal nem rendelkező katonákban, hogy a gáztámadás közben felvett gázálarc nem nyújt védelmet a bevetett „harci gázzal” szemben.

A klarkok jelentősége abban rejlett, hogy az I. világháború idején rendszeresített gázálarcok szűrőbetétei nem nyújtottak védelmet ellenük, ezért gyakran fojtó hatású fosz-génnel vegyesen alkalmazták azokat. A gázálarc alá bejutó klark erős ingerlő hatásával arra készítette annak viselőjét, hogy levegye a gázálarcot, aminek következtében kitetté vált a levegőben terjengő foszgén mérgezésének. E tulajdonságuk miatt gázálarctörőknek is nevezték ezeket a mérgező harcanyagokat.

Klark 1, difenilarzinklorid

Erős orr- és garatingerlő, súlyosabb esetben tüdőingerlő tulajdonsággal rendelkezik.

A klark 1-et 1886-os felfedezését követően először 1917-ben vetették be a németek. A kis illékonyaságú színtelen kristályos anyag vízben alig, szerves oldószerekben viszont jól oldódik. Erős ingerlőhatása miatt igen gyakran és eredményesen alkalmazták a gáz-támadások során. Hevítésre gőzzé alakul, amely a levegőbe kerülve lehül, és aeroszol formájában kondenzálódik.²⁹

Klark 2, difenilarzincianid

Fehér színű kristályos anyag, amely keserűmandula-illattal rendelkezik. Oldékonysága a klark 1-hez hasonló. Technikai állapotában viszkózus folyadék. A klark 2 ingerlőtulaj-donsága hasonló a klark 1-éhez, azonban annál erősebb és hatása is tartósabb.³⁰

A mérgező harcanyagot bádoglemezből készített, úgynevezett klarkszelencébe töl-tötték a lőszertestbe történő elhelyezés előtt. Gyártása körülményes és költséges volt.³¹

A 10,5 cm-es klarkgránátokba a mérgező harcanyagot tartalmazó „Kl” szelencét már a gyártás során rögzítették, robbanótöltetüket azonban közvetlenül az alkalmazási helyre történő kiszállításuk előtt helyezték el.³²

10,5 cm-es 1938/1933 M. „m” gránát

Megmaradó hatása miatt a harcászati szabályzatok olyan területekre javasolták alkal-mazni, amelyeket az alkalmazó csapatok nem terveztek birtokba venni. Mind erődített, mind hevenyészett állások ellen bevethető volt.³³

²⁹ PARRAGH Gábor et al. (1964): *A vegyi és biológiai fegyver*. Budapest: Zrínyi.

³⁰ PARRAGH et al. 1964: 57–59.

³¹ *A különleges lőszer gyártása és töltése* (1941). Budapest: [k. n.].

³² *Lőszer ismertetés* (1941): 23.

³³ *Műszaki erődharc...* 1942.

Az 1939-ben a 10,5 cm-es 37 M. könnyű tarackhoz rendszeresített, 15,65 kg tömegű lőszer vegyi töltete mintegy 1,38 kg volt, amelyet a lövedék száján töltöttek be. 2 db trotil préstesttel szerelték.³⁴

A gránát töltete: kénmustár. A mustár típusú vegyületek közül a legmérgezőbb vegyület a kénmustár. 1822-ben szintetizálta Despretz, de a tömeggyártását lehetővé tevő módszerek kidolgozására, valamint harcászati alkalmazási lehetőségei kimunkálására az I. világháború idején került sor William Lommel és Georg Wilhelm Steinkopf vezetésével. Tömeges alkalmazásban vegyi fegyverként 1917. július 12-én vetették harcba Ypernnél. Az új vegyület a korábbiakban alkalmazott mérgező harcanyagokhoz képest nemcsak a légutakon, hanem az egész testfelületen keresztül képes volt pusztító hatását kifejteni.

A kénmustár (2, 2'-diklórdietilszulfid) vegytiszta állapotban színtelen, sűrű, magas forráspontú, nehezen illanó folyadék. Mivel nem túl alacsony hőmérsékleten (+10–14 °C alatt) már megdermed, igen gyakran fagyáspontcsökkentő anyagokkal adalékolják. Sűrűsége a víznél valamivel nehezebb: 1,29 g/cm³. A gyártás közben keletkező szennyeződések hatására a kénmustár sárgára színeződik, s jellegzetes, tormára, fokhagymára emlékeztető szúrós szagúvá válik. Vízben gyengén, szerves oldószerekben jól oldódik, igen lassan hidrolizál, a terepen napokig, sőt hetekig megmarad.³⁵ Alkalmazható gőz-, aeroszol- és folyadékállapotban. A kénmustár egyik jellegzetes tulajdonsága, hogy gőzének, aeroszoljaainak belégzése, a folyadékcseppeknek a bőrön vagy az emésztőrendszeren keresztüli felszívódása különösebb ingerhatást nem okoz, a mérgezés tünetei csak hosszabb-rövidebb lappangási idő után jelentkeznek.

A mustárok, így a kénmustár is alkálalószer, két reaktív klór-etil funkciós csoporttal rendelkezik. Alkilező hatása következtében számos, biológiailag fontos molekulát képes átalakítani. A mustár típusú anyagok hatása többértű, a ribonukleinsav (RNS), a fehérjék, a sejtmembránt alkotó komponensek alkilezése, a DNS károsítása, sejtosztódást gátló hatásai miatt citosztatikum, emellett mutagén és sejtméreg is. A mustárok hatásai részben hasonlítanak az ionizáló sugárzások hatásaira, ezért radiomimetikus vegyületeknek is szokás nevezni őket.³⁶

A bőrfelületre került kénmustár hatásának első tünetei a szennyeződést követő 4–8 órán belül lépnek fel, a bőrön vörös foltok, majd apróbb hólyagok keletkeznek. A bőrpír mellett kialakuló hólyagok 1–2 napon belül összefolynak nagyobb hólyagokká, megtelnek sárgás folyadékkal és feszülnek. A test egyes területein, például a könyök-, comb- vagy térdhajlatban megjelenő hólyagok kifejezetten nehezítik a mozgást. A megduzzadt hólyagok sérülékenyek, és általában 2–3 nap múlva maguktól kifakadnak, a helyükön gennyes, üszkös fekély keletkezik, mivel a bőr alatti szövetek sejtjei is elpusztulnak, így a seb hosszú időn keresztül további fertőzések forrása lehet. Ha az előfertőződést sikerül

³⁴ *Lőszer ismertetés* 1941: 79.

³⁵ HAVAI Gábor (1998): *Vegyivédelmi ismeretek*. Budapest: ZMNE.

³⁶ *Kézikönyv az ABV védelmi műveletek egészségügyi vonatkozásairól (vegyi)* (2010). [H. n.]: MH Dr. Radó György Honvéd Egészségügyi Központ.

megakadályozni, a sebek 20–30 nap alatt – egyébként 2–3 hónap alatt – gyógyulnak be, durva hegképződés mellett.³⁷

A *kénmustárgőzők* vagy *-aeroszolk* belégzése után a tünetek 4–6 óra múlva észlelhetők, szúrós fájdalmat okoznak az orrban, a torokban, gyakran a hangszálak károsodása miatt a sérült elveszti hangját. Enyhébb mérgezés esetén az elváltozások néhány napon belül megszűnnek, súlyosabb esetben azonban fekélyes légsőhurut, tüdőgyulladás lép fel, amely halálos kimenetelű is lehet. A kénmustár gőzeivel szemben különösen érzékenyek a szemek és a testhajlatok, ezeken a helyeken a gyulladás 2–4 óra után már jelentkezik. A szem érzékenyebb a mustár típusú harcanyagokra, mint a légzőrendszer és a bőr. Az alsóíngerküszöb-koncentrációnál, ahol a mustár szaga alig érzékelhető, kis expozícióval társulva a légzőrendszerre nem fejt ki érzékelhető hatást, némi látencia elteltével azonban már a szem könnyezni kezd. A szennyezett élelmiszer vagy víz elfogyasztásával az emésztőrendszerbe került kénmustár a nyálkahártya pusztulását okozza, hatása egy órán belül megmutatkozik, erős nyálfolyás, hányás, gyomorfájdalmak, hasmenés formájában. Súlyos esetben az emésztőrendszerben perforáció léphet fel, amely később hashártyagyulladásához vezet. A bőrre került kénmustárcseppek viszonylag egyszerűen hatástalaníthatók aktív klórtartalmú anyagok segítségével, azonban a szervezetbe már felszívódott mérgező harcanyag ellen igazán hatásos ellenszert még nem sikerült kidolgozni. Bár (az I. világháborús adatok alapján) viszonylag kevés sérült elhalálozásával kell számolni, a kénmustár igen súlyos általános mérgezőképességgel is rendelkezik, amely – a már ismertetett hámszövetpusztító hatáson túl – a szív, a vérérendszer, az idegrendszer, a máj maradandó károsodását okozza.

A 10,5 cm-es 1938/1933 M. „m” gránátról is elmondható, hogy megosztottan raktározták és szállították, elkülönítve a gyújtótól és a robbanótöltettől.³⁸

A vegyi lőszer gyártása során különös figyelmet kellett fordítani a lőszertestek megfelelő tömítésére. A lövedék légmentes zárását biztosító tömítés az egyes típusoknál eltérő, ami támpontot adhat azok későbbi azonosítása során. A köd- és a kénmustárgránátok esetében a lövedéktest és a robbantópersely is tömítőfelülettel van ellátva. Az ezek között elhelyezett tömítőgyűrű egyedi sajátosságot mutat. A ködgránátban evergyűrű van, míg a mustárlőszernél lágyólom-, amelyek kialakításukban azonosak, azonban anyagukban különböznek. A klarkgránátok nem rendelkeznek külön tömítéssel, mivel a bennük elhelyezett klarkszelence a töltést követő lehegesztésnek köszönhetően légmentesen zárt.³⁹

Vegyí töltetű lőszer megsemmisítése a repesz-romboló gránátok esetében megszo-

³⁷ HAVAI 1998.

³⁸ *Lőszer ismertetés* 1941: 28.

³⁹ *A különleges lőszer...* 1941.

Az azonosítás gyakorlati nehézségei

A vegyi töltettel rendelkező lőszer hatástalanításának folyamata meghatározhatóan különbözik a hagyományos robbanóeszközök hatástalanításától. A robbanószerkezetekre kidolgozott hatástalanítási eljárások nem mindegyike alkalmazható ezekben az esetekben ugyanis. Biológiai vagy vegyi anyag kiszabadulásának veszélyét figyelembe véve nagyobb lehet a veszélyeztetett terület, így megnövelt biztonsági távolságokat kell tartani, ami befolyással bír az evakuálási zóna határaitra is. A hatástalanítás során a tűzszerész-védőruházatot ki kell egészíteni ABV-védelmet biztosító elemekkel, ami fokozza a tűzszerészek leterheltségét. A személyzet igénybevétele fokozottabb lesz úgy fiziológiai, mint pszichikai értelemben. Annak megállapítása, hogy a (robbanó)szerkezet tartalmaz-e ABV-anyagot, vagy sem, alapvető fontosságú, azonban ennek meghatározása megnöveli a hatástalanítási folyamat idejét.

A tűzszerész-szaktevékenység egyik legfontosabb mozzanata tehát az előkerült robbanótest beazonosítása. Ez a részfeladat annyira jelentős, hogy csak minden kétséget kizáró esetben lehetséges a szakembereknek kijelenteni, hogy milyen konkrét típussal állnak szemben. Ennek a jelentősége azért nagy, mert a több száz változat közül lehet, azaz kell választani, és a hiba több ember életébe is kerülhet.

Jelen esetünkben azt vizsgáljuk meg, hogy a 10,5 cm-es magyar 1938/1933 M. tűzéségi gránátok vizuális azonosítása milyen támpontok alapján lehetséges. Ehhez először is az alkalmazott gyújtószerkezetet szükséges felismerni. Alapvetően a 33 M. pillanatgyújtó az, amelyet a vizsgált gránátcsaládnál alkalmaztak.⁴⁰ Ez az eszköz tulajdonságait tekintve:⁴¹

- fejgyújtó szerkezet;
- biztonsági típusú: a gyújtási lánc egy eleme el van szeparálva az élesedési folyamat végéig, esetünkben ez az elem a gyutacsőmb, amely detonátorperselyben található;
- élesedése tehetetlenségi és centrifugális erők hatására megy végbe;
- állítható: a vese alakú bevágás alatt található állítócsappal választható a pillanat-hatású vagy késleltetett működés;
- anyaga alumínium, a tetején rézkupakkal.



1. ábra: Magyar 33 M. gyújtószerkezet

Forrás: Ember István felvétele

⁴⁰ Lőszer ismertetés 1941: 66., 74., 79.

⁴¹ Az elemzés alapja: Tűzéségi lőszer és gyújtók [é. n.]. [H. n.]: Haditechnikai Intézet, 36.

A gyújtószerkezet tehát alumíniumból készült és kis méretű rézkupakkal szerelt, ami viszonylag könnyen meghatározhatóvá teszi az előkerült gránát magyar nemzetiségét. Ez még törött gyújtószerkezet esetén is viszonylag könnyű feladat, tekintve, hogy a vese alakú mélyedés, amely a gyújtószerkezet alsó részén helyezkedik el, szintén egyedinek, nemzeti sajátosságnak nevezhető.

Ezek után a következő fontos azonosítási szempont a gránát külső felépítése. Jelen esetben teljesen tipikus kialakítású tűzérési gránátról beszélhetünk mind a négy vizsgált típus esetében, hiszen a repeszváltozatból fejlesztették ki a mustár-, a klark- és a köd-verziót.⁴²

A gránáttestet távolharc alakú,⁴³ hosszú, de arányos fejrész⁴⁴ jellemzi. A fejrészen a mustár- és a repeszváltozatnál szájsavár található, míg a köd- és a klarktöltetű típusnál becsavarható fejrészlőről beszélhetünk, amelyet jól azonosítható illesztés jelez. A hengeres részt két központozó felület övezi, és egy viszonylag vastag réz vezetőgyűrű.⁴⁵ A gránáttest vezetőgyűrű mögötti része szűkül a nyomjelző nélküli fenéklapig. A gyári körülmények között elkészült gránátok tábori zöld vagy piros festést kaptak, amelyet egyéb jelzések egészítettek ki. Esetünkben a legfontosabb az alábbi három festett megkülönböztető jelzés:

- Kénmustártöltet esetén: a gránáttest piros, a hengeres részen 60 mm átmérőjű sárga körfelület, benne 20 mm magas „m” beütés;⁴⁶
- Klarktöltet esetén: a gránáttest piros, a hengeres részen 60 mm átmérőjű kék körfelület, benne 20 mm magas „Kl” beütés;⁴⁷
- Ködtöltet esetén: a gránáttest alapszíne, akár a 1938/1933 M. repeszgránáté, tábori zöld, a hengeres részen 60 mm átmérőjű fehér körfelület, amelynek közepében 20 mm magas „K” beütés.⁴⁸

Jól látszik, hogy a gyári állapotú gránátok azonosítását a festett jelzések triviálissá teszik, persze csak akkor, ha nem merül fel az átfestettség⁴⁹ lehetősége. Azt azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az alapvetően talajból előkerülő robbanótestek színjelölése csak igen ritkán beazonosítható, az ilyen eszközök felülete túlnyomó részt korrodált. A színjelölést tehát nem tekinthetjük minden kétséget kizáró azonosítási lehetőségnek, vagy csak igen ritka esetben.

A gyakorlati tapasztalatok arra is rávilágítottak, hogy a lövedékek felületére gyárilag beütött különböző, akár a töltetek típusát mutató jelzések is szinte a felismerhetetlenségig

⁴² Kovács 1997: 540., 548.

⁴³ Bővebben: TÜFE/59 *Tűzérési löszerek*. Segédlet (1951). Budapest: Honvédelmi Minisztérium. 54. (47. ábra), 123. (93. ábra); valamint TÜFE/136 *Löszér anyagismeret* (1972). Budapest: Honvédelmi Minisztérium. 97., 104. (36. ábra).

⁴⁴ A gyújtószerkezet és az alatta található íves rész, amely a felső központozó felületig nyúlik.

⁴⁵ Vezetőabroncsnak is nevezik.

⁴⁶ *Löszér ismertetés* 1941: 79.

⁴⁷ *Löszér ismertetés* 1941: 74.

⁴⁸ *Löszér ismertetés* 1941: 66.

⁴⁹ Ember István személyes tapasztalata tűzszerész-szaktevékenység során, hogy a szovjet gyártmányú robbanótestek esetében az éles gránátok gyújtószerkezeteit vak gyújtószerkezetekre cserélték, és gyakorló jelzést festettek rájuk. A fő töltet ilyen esetben nem változott.

roncsolódtak az évtizedekig talajban szunnyadó gránátok felületén lezajló korrozív folyamatok következtében.

Előkerülhetnek ezekhez a robbanótestekhez hasonlóak is, amelyektől szintén elengedhetetlen, hogy meg tudjuk különböztetni az eszközeinket. A teljesség igénye nélkül bemutatunk néhány hasonló tüzérségi gránátot és megkülönböztetésük lehetőségét. Az első ilyen nagyon hasonló robbanótest a 10,5 cm-es német repesz-romboló gránátok közül a Feldhaubitze Granate 38.⁵⁰ Ahogy a 2. ábrán látható, valóban jelentős a hasonlóság a két robbanótest között, de a gyújtószerkezetek eltérnek egymástól. Ezentúl a vezetőgyűrű anyaga is megfelelő támpont lehet az azonosításban, mivel a német tüzérségi gránátok esetében általában nem rézből készült ez az alkotóelem. E két szempont elegendő, hogy a szakemberek meghatározhassák az azonosítandó robbanótestek gyártó országát.



2. ábra: 10,5 cm-es német repesz-romboló tüzérségi gránát FH. GR. 38 (felül) és 10,5 cm-es magyar repesz-romboló tüzérségi gránát 1938/1933 M. (alul)

Forrás: Ember István felvétele

A következő hasonló robbanótestek a 10 cm-es magyar 1933 M. tüzérségi gránátok változatai lehetnek. Ebben az esetben a gyújtószerkezet megegyezik minden vizsgált változatnál, és a vezetőgyűrű anyaga sem lehet támpont az egyezés miatt. A gránátok alakja azonban jelentősen eltér hosszúságban, illetve a vezetőgyűrű mögötti rész is felismerhetően rövidebb a 10 cm-es 1933 M. gránátnál (3. ábra). Ezek alapján a robbanótestek megbízhatóan megkülönböztethetők külső jegyeik alapján.

⁵⁰ Rövidítve: FH. GR. 38.



3. ábra: 10,5 cm-es magyar repesz-romboló tűzérési gránát 1938/1933 M. (felül) és 10 cm-es magyar repesz-romboló tűzérési gránát 1933 M. (alul)

Forrás: Ember István felvétele

Meg kell említeni a 10,5 cm-es magyar 1933 M. tűzérésgigránát-változatokat is. Itt szintén nem lehetséges a gyújtószerkezet alapján meghatározni a típusokat. A 10,5 cm-es magyar 1933 M. repesz-romboló gránát azonban 2 db vezetőgyűrűvel rendelkezik, és hossza is nagyobb (4. ábra).

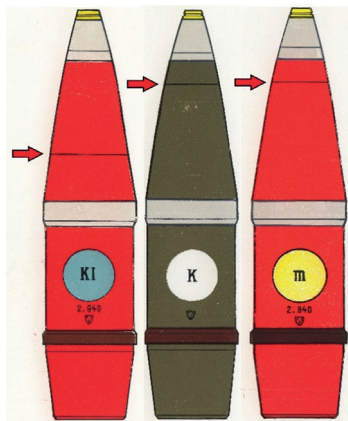


4. ábra: 10,5 cm-es magyar repesz-romboló tűzérési gránát 1938/1933 M. (felül) és 10,5 cm-es magyar repesz-romboló tűzérési gránát 1933 M. (alul)

Forrás: Ember István felvétele

Végül a vizsgált magyar 1938/1933 M. gránátok típusainak egymástól történő megkülönböztetését elemezzük. Ez jelentős kérdés, mert tűzszerészszakmai szempontból jelentősen eltér a repesz-romboló hatású, a köd-, a mustár- vagy a klarkanyaggal töltött robbanótest kezelése. Ebben a vonatkozásban a legnagyobb probléma, hogy színjelölés hiányában a repesz-romboló és a klarköltetű változat minden látható paraméterében megegyezik. A helyzet a köd- és a mustártöltetűek esetében szintén azonos. A repesz-romboló

és a klarktöltetű gránáttest fejsavarral rendelkezik a fejrész alsó harmadában, míg a köd- és a mustártöltetű változat szájsavarral készült.



5. ábra: 10,5 cm-es magyar 1938/1933 M. klarktöltetű tűzészégi gránát fejsavarral (bal oldalon); ködtöltetű tűzészégi gránát szájsavarral (középen); mustártöltetű tűzészégi gránát szájsavarral (jobb oldalon)
Forrás: a szerzők szerkesztése a *Lőszer ismertetés* 1941: 53., 39., 47. ábra alapján

A fenti folyamat jól illeszkedik egy valós azonosítási eljáráshoz, ahol először a gyártó országot, majd az űrméretet és a pontos típust határozzák meg a szakemberek.⁵¹ Ez a helyzet determinálja, hogy vizuális módszerekkel kizárólag két-két típusra szűkítve lehet meghatározni az adott robbanótest lehetséges változatait. Mivel jelentős eljárásbeli különbségek adódhatnak a hatástalanításkor, ezt a ténytet érdemes komolyan figyelembe venni.



6. ábra: 10,5 cm-es magyar repesz-romboló tűzészégi gránát 1938/1933 M. fejsavarral (felül) és 10,5 cm-es magyar tűzészégi ködgránát 1938/1933 M. szájsavarral (alul)
Forrás: Ember István felvétele

⁵¹ Több más fontos paraméter mellett.

Az jól látható tehát a fenti adatokból, hogy még korrodált állapotban is van lehetőség a többi nemzet hasonló eszközeitől, illetve az egyező ürméretű magyar tűzérési gránátoktól megkülönböztetni a 10,5 cm-es magyar 1938/1933 M. változatokat. Azonban a vizuális azonosítás nem elegendő ahhoz, hogy minden kétséget kizáróan meghatározhassuk, hogy melyik típussal állunk szemben. Ez utóbbi a repesz-romboló és a mustártöltetű, valamint a köd- és a klarktöltetű gránátok hasonlósága miatt van.

Összefoglalás

A feltételezésünk igazolása érdekében elvégzett elemzés egyértelműen rámutat arra, hogy a kizárólag vizuális módszerekkel végzett azonosítás korlátokkal rendelkezik. Alapvetően lehetséges a vizsgált gránátcsalád típusainak beazonosítása, sőt a négy vizsgált eszköz további két csoportra is bontható, de a minden kétséget kizáró azonosítás kérdéses marad. Véleményünk szerint kizárólag arra az állításra alapozni egy ilyen súlyú kérdést, hogy a mustár- és a klarktöltetű eszközöket nem használták fel a II. világháború során, a raktári készletet pedig maradéktalanul elszállították más országokba, a szerény számú fellelhető dokumentáció⁵² okán aggályos lehet. A téma további vizsgálatát tervezzük annak érdekében, hogy javasoljunk olyan módszert vagy eljárást, amely a megfelelő technikai eszközök segítségével megkönnyítheti a tűzszerész-szakemberek munkáját a vizsgált 10,5 cm-es magyar 1938/1933 gránátok minden kétséget kizáró azonosítása során.

Felhasznált irodalom

- A különleges lőszer gyártása és töltése* (1941). [H. n.]: Budapest.
- BALOGH János (1987): *Az álcázó ködösítés alapjai*. [H. n.]: ZMKMF.
- BEREK Tamás (2004): Az Osztrák Magyar Monarchia hadseregének első gáztámadása az olasz hadszíntéren. *Bolyai Szemle*, 13(1), 85–95.
- BEREK Tamás (2016): ABV (CBRN) tűzszerészcsoporthoz, mint a biztonsági kihívásokra adott válaszlépés. *Bolyai Szemle*, 25(4), 22–34. Online: [https://nkrepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20\(CBRN\)%20t%20zszer%E9szcsoporthoz,%20mint%20a%20biztons%E1gi%20kih%E1d%20v%E1sokra%20adott%20v%E1laszl%E9p%E9s.pdf?sequence=1](https://nkrepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20(CBRN)%20t%20zszer%E9szcsoporthoz,%20mint%20a%20biztons%E1gi%20kih%E1d%20v%E1sokra%20adott%20v%E1laszl%E9p%E9s.pdf?sequence=1)
- BODA József et al. (2016): A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (16), 1–23. Online: <http://med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702>
- BRAUNER Iván Miklós (1931): *Gázharc a világháborúban*. TGY 468.
- DARUKA Norbert (2012): Terroristák és taktikák, avagy védekezz, ha tudsz. *Repüléstudományi Közlemények*, 24(különszám), 33–41. Online: https://epa.oszk.hu/02600/02694/00059/pdf/EPA02694_rtk_2012_2_0033-0041.pdf
- Harcászati szabályzat I. rész. Harcászati elvek* (1924). Budapest: M. Kir. Honvédelmi Minisztérium.
- HAVAI Gábor (1998): *Vegyvédelmi ismeretek*. Budapest: ZMNE.

⁵² Kovács 1997: 550.

- Jelentés ködlövés hatáskísérleteiről* (1942). Budapest: M. Kir. Honvéd Haditechnikai Intézet.
- Kézikönyv az ABV védelmi műveletek egészségügyi vonatkozásairól (vegyi)* (2010). [H. n.]: MH Dr. Radó György Honvéd Egészségügyi Központ.
- KOVÁCS Vilmos (1997): A Magyar Királyi Honvédség vegyi harcanyaggal töltött lövedékei. *Hadtörténelmi Közlemények*, 110(3), 523–550. Online: <https://militaria.hu/hadtorteneti-intezet-es-muzeum/hadtortenelmi-kozlemenyek-letoltes>
- KOVÁCS Zoltán (2012a): Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 37–52. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20t%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf
- KOVÁCS Zoltán (2012b): Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(különszám), 35–44. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_k_05%20IED%20elleni%20v%C3%A9delem%20-%20Kov%C3%A1cs_Z.pdf
- Lőszer ismertetés. III. rész* (1941). Budapest: Honvédelmi Minisztérium.
- Műszaki erődharckiképzési segédlet. 1. füzet 1. melléklet* (1942). Budapest: Attila Nyomda RT.
- Olaszországi harcvezetésen lefolyt gázharcok értékesítése a csapatkiképzésre. 3528/1918. sz. honvédelmi miniszteri rendelet* 1918.
- PARRAGH Gábor et al. (1964): *A vegyi és biológiai fegyver*. Budapest: Zrínyi.
- SIMON Ákos (1990): *Mérgező-, gyújtó- és ködösítő anyagok*. Budapest: BJKMF.
- TOMOLYA János – PADÁNYI József (2012): A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22(3–4), 34–67. Online: https://mhht.eu/hadtudomany/2012/3_4/HT_2012_3-4_Tomolya_Padanyi.pdf
- TÜFFE/59 *Tüzéregi lőszer*. Segédlet (1951). Budapest: Honvédelmi Minisztérium.
- TÜFFE/136 *Lőszer anyagismeret* (1972). Budapest: Honvédelmi Minisztérium.
- Tüzérségi lőszer és gyújtók* [é. n.]. [H. n.]: Haditechnikai Intézet.

Bolgár Judit

Pszichés kockázati tényezők veszélyhelyzetek kezelése során

A tanulmány a mentális állóképesség pszichés jellemzői alapján rámutat a pszichoszociális kockázatok szakmaspecifikus jellegére. Felhívja a figyelmet néhány olyan vizsgáló, felmérő, valamint prevenciós eljárásra, amelyet érdemesnek gondol adaptálásra, figyelembe véve a tevékenységre jellemző specifikus pszichés kockázatokat.

Kulcsszavak: egészségvédelmi irányelvek, mentális állóképesség, specifikus pszichés kockázatok, vizsgálati, kezelési eljárások

Psychological Risk Factors During the Management of Emergency Situations

Based on the psychological characteristics of mental stamina, the study points to the profession-specific nature of psychosocial risks. It draws attention to some investigative, assessment and prevention procedures that it thinks are worth adapting by taking the specific psychological risks of the activity into account.

Keywords: guidelines for health protection, mental stamina, specific psychological risks, examination and treatment procedures

Bevezetés

A munkavégzéssel kapcsolatos pszichés károsodások megelőzésében és kezelésében, illetve a munkavégzők felkészítésében annak érdekében, hogy az ilyen jellegű terheléseket elviseljék, Magyarország jó példával jár elől, s teljesen jogos ezt leszögezni. Nemzetközi összehasonlításban sincs miért szégyenkezni ezen a területen, ezt számos publikált vizsgálat igazolja. Nem ennek ellenére, hanem éppen ezért elérkezettnek tekinthető az idő arra, hogy a kutatási eredmények szélesebb körben hasznosuljanak, és lehetőség nyíljon olyan átfogó, a szervezeti-vezetési kultúra és a feladatok speciális, mentális egészségre gyakorolt hatása alapján kialakított vizsgálati eszköz és kutatási irányterv megalkotására, amely nem csupán a hazai, hanem nemzetközi kitekintésben is hasznos lehet. Jelen tanulmány célja tehát olyan, a mentális és pszichés kockázatokat érintő felmérési (kutatási) és lehetséges gyakorlási módszer együttes bemutatása a katasztrófavédelem területén dolgozó állomány számára, amely lehetőséget adhat a mentális állóképesség

javítására vagy megőrzésére, egyebek között a pszichoszociális kockázati tényezők hatékony kezelésére. A fentiek megfontolása alapján érdemes röviden áttekinteni a hazai pszichoszociális munkavédelem jogi és intézményi állapotát is, ugyanis ezek is hatással vannak az intézményi, szervezeti feladatokra. Ezek tükrében érdemes ajánlásokat megfogalmazni olyan standardizálható vizsgálatokra, amelyek tartósan segítenék eddig is eredményes nemzetközi szereplésünket.¹

Kutatások, egészségvédelemre vonatkozó törekvések eddig is elérhetőek voltak, de ezek többnyire egy-egy helyi szervezet vagy speciális mentési feladatokat ellátó szervezet kezdeményezései mentén szerveződtek, s így nem hordozhatták a szélesebb, országos tapasztalásokat. A tanulmány szándéka szerint néhány, már elvégzett kutatás és gyakorlat alapján olyan ajánlásokat fogalmaz meg, amelyek a standardizálás követelményeit figyelembe véve lehetővé tennék ezek szélesebb körű alkalmazását, s ennek megfelelően jelentős fejlődés lenne elérhető a munkatevékenységgel járó, mentális, pszichés eredetű kockázatok kezelésében, csökkentésében.

Veszélyhelyzetek kezelésének katasztrófavédelmi szervezeti és jogi keretei²

A Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság (KKB) veszélyhelyzetek kezelésére operatív munkacsoportokat működtet. Ezek feladata az adott helyzet kezelésével kapcsolatos gyors és szakmailag adekvát döntéshozatal, valamint a helyszíni események segítése. Főbb tevékenységéhez kapcsolódó munkacsoportjai a következők: vezetői, operátori, értékelő, elemző, támogató, valamint kríziskommunikációs és lakossági tájékoztató munkacsoport.

A Bizottság 2012 óta valós kockázaton alapuló veszélyelhárítási terveket készít a működési szintnek megfelelően, a központi veszélyelhárítási tervtől a munkahelyi veszélyelhárítási tervig. Ezek a tervek azokat az általános és specifikus műveleti intézkedéseket tartalmazzák, amelyek a valószínű veszélyek következményeinek elhárítása vagy csökkentése érdekében segítik a döntéshozókat, illetve az események kezelőit az eredményes feladat-végrehajtásban.

A működés eredményességét segíti, hogy az érintettek bevonásával rendszeresen hajtanak végre gyakorlatokat. A gyakorlatok tapasztalatait beépítik a további tervezési munkába (a gyakorlatok tapasztalatairól több beszámoló is megjelent a hazai szakfolyóiratokban és a szervezetek honlapján), de azok kevésbé alkalmasak egzakt kutatási eredményekként történő figyelembevételre. A hazai szakirodalomban – elsősorban a tűzoltók és néhány önkéntes szervezet esetében – korrekt empirikus kutatásra is található példa. A tevékenység jogi szabályozása a várható veszélyhelyzet kezelésével, illetve más (például személyügyi) kérdésekkel kapcsolatban a KKB által kiadott határozatokban követhető nyomon.

¹ A katasztrófavédelem mellett a honvédség és így a hadtudomány is kiemelt figyelmet fordít a védekezésben részt vevő állomány mentális állapotára. Lásd: BODA József et al. (2016): A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (16), 1–23.

² A következő alapján: Veszélyhelyzetek kezelése [é. n.]. *BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság*.

Önkéntes szervezetek

A katasztrófavédelmi törvényben leírt feladatokban az Országos Katasztrófavédelmi Bizottság (OKF) több önkéntes szervezetre is számíthat. Olyanokra, amelyek megfelelnek a nemzeti minősítési rendszer követelményeinek. A szakterületek többek között: árvízi és vízi mentés; bűvártevékenység; kötéltechnikai (alpin technikai) mentő; keresőkutyás tevékenység; városi kutató és mentő, vagyis USAR (*Urban Search and Rescue*); valamint műszaki mentő. Jelenleg több mint 1300 minősített mentőszervezet működik hazánkban. Ezek közül többen nemzetközi minősítéssel is rendelkeznek, és külföldi mentőakciókban is részt vesznek.

Közülük kiemelendő a Baptista Szeretetszolgálat keretében működő Rescue 24 mentőcsapat és a Pest Megyei Kutató-Mentő Szolgálat, illetve a 2012-ben megalakult BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság égisze alatt működő HUNOR (Hungarian National Organisation for Rescue Services) nehéz felszerelésű speciális USAR-alakulat is. A közepes felszereltségű USAR-csapat pedig a HUSZÁR (Hungarian National Integrated Organisation for Rescue Services) elnevezést kapta. Mindkét szervezet alapításánál a cél az INSARAG (International Search and Rescue Advisory Group) terminológiáinak megfelelően az itthoni és külföldi katasztrófákra önkéntes alapon működő, professzionális mentőcsapat létrehozása volt.³ Az említett szervezetek interneten is hozzáférhető közleményekben adnak tájékoztatást szakmai felkészülésükről, eredményeikről, nemzetközi tapasztalataikról, amelyekből hitelt igazolónan kiderül az eredményes tevékenység.⁴ A segítők pszichés igénybeviteléről, stresszellenálló képességéről vagy ennek ellenkezőjéről azonban (minden bizonnyal nem véletlenül) elenyészően kevés utalás található. Feltételezve azt az állapotot, hogy a szigorú kritériumok alapján válogatott állomány minden tagja az átlagnál jelentősen nagyobb stressz, illetve pszichoszociális kockázat elviselésére képes, mégis fontos lehet olyan egzakt felmérés, empirikus kutatás, amely a feladatvégzéssel járó specifikus pszichés kockázatok feltárására koncentrál az esetleges preventív felkészítés érdekében. Továbbá tekintettel az alakulatok önkéntes alapon történő szerveződésére – sok hasznos információ nyerhető a résztvevők mentális egészségi státuszáról olyan kérdőíves vizsgálattal, amely az eseményt követően közvetlenül anonim lekérdezéssel a résztvevők mentálhigiénés, pszichohigiénés egészségi státuszáról és a tevékenység során átélt pszichés kockázatairól nyújtana információt.

A jogi háttér elemzése

A jelenlegi szervezeti és működési struktúrát a katasztrófavédelem 2012. január 1-jén történt integrációjával az ugyanakkor hatályba lépő 2011. évi CXCVIII. törvény a katasztrófavédelemről (és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról) alapján alakították ki, a 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet pedig a katasztrófavédelemről és a hozzá

³ ANTAL Örs – MUHORAY Árpád (2014): A földrengés-katasztrófák által okozott szerkezeti omlásokkal kapcsolatos kutatás-mentési feladatok alkalmazott módszerei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(1), 44–59.

⁴ Az INSARAG weboldala.

kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról intézkedett.

A kormányrendelet első része általános rendelkezéseket tartalmaz. Az első rész bevezetője összesen 36 olyan fogalmat definiál, amely egyértelmű használata elengedhetetlen a pontos feladat-végrehajtáshoz. Hasznos lehet ezeknek a definiált fogalmaknak az alkalmazása empirikus (kérdőíves) vizsgálat során, ugyanis az egységes fogalomértelmezés segít a helyzet valós (objektív) értékelésében. A VIII. fejezet foglalkozik az önkéntes mentőszervezetek működésének szabályaival. A fejezet 39. pontja a szervezet minősítéséhez szükséges, a személyi állománnyal kapcsolatos követelményeket tartalmazza. A 60. § (1) b) pontja szerint a minősített mentőszervezet tagjának rendelkeznie kell a vonatkozó jogszabályokban meghatározott egészségügyi, pszichikai, fizikai alkalmassággal. Ez abban az esetben, ha az állomány fluktuációja jelentős, veszélyeztetheti a szervezet minősítését. A fejezet 44. pontja a minősítésre történő felkészüléssel foglalkozik. Ezekben a részekben már indirekt módon megjelenik az az igény, hogy a végrehajtó állomány pszichoszociális terhelhetősége magas értékű legyen, lásd a rendszeres hazai gyakorlatokon: (65. § [1]) magas szintű együttműködésre, a pszichoszociális kihívások eredményes kezelésére van szükség. Már ebből az elvárásból következően is indokolt lenne olyan szervezet- és feladat-specifikus, a pszichés, pszichoszociális kockázatokat felmérő, a hazai munka- és szervezeti kultúrát tükröző lista összeállítása, amellyel rendszeresen értékelhető lenne az állomány mentális egészségi állapota, stresszellenálló képessége. (Meg kívánom jegyezni, hogy az idegen nyelvű kérdőívek pusztá lefordítása nem teszi azokat alkalmassá arra, hogy a hazai sajátosságokról objektív képet nyújtsanak. Ehhez előbb standardizálni kell azokat, hogy megfeleljenek az objektivitás, a validitás, a reliabilitás kritériumának.)⁵

A munkavédelmi törvény megalkotása és befolyása a munkapszichológiára

A fejezet a felügyeleti intézmények utóbbi 30 évben történő alakulását, a jogi háttér rendeződését, valamint a munka-, szervezet- és egészségpszichológiában alakult szemléletformálódást szándékszik röviden bemutatni. Jóllehet a hazai munkapszichológia bázisán a korábbiakban is értékes és jelentős kutatások folytak (elsősorban a többműszakos munkakörök, illetve a képernyős munkahelyek pszichés kockázatait illetően), de mivel a munka világában is újabb és újabb stresszhatások érik a munkavállalókat, amelyek a szervezeti átalakításokkal, a szervezet profilváltásával, a technikai innovációval, a generációs különbségekből adódó pszichoszociális kockázatokkal is kapcsolatba hozhatók, szükség van az aktuális állapot jellemzőit feltáró kutatás elvégzésére.

⁵ RÓZSA Sándor – NAGYBÁNYAI NAGY Olivér – OLÁH Attila (2006): *A pszichológiai mérés alapjai. Elmélet, módszer és gyakorlati alkalmazás*. Bölcsész Konzorcium. 103–128.

A munka- és egészségvédelem európai irányelvei

Az 1989-ben elfogadott, a munkahelyi biztonságról és egészségvédelemről szóló európai keretirányelv (89/391/EGK) fontos állomás a munkahelyi biztonság és egészségvédelem egységes európai gyakorlatának kialakításában. Ezzel Európa-szerte garantált a biztonságra és az egészségvédelemre vonatkozó minimumkövetelmények meghatározása, de nem sérül a tagállamok saját helyzetének megfelelő intézkedések meghozatalának lehetősége.

1989-ben a keretirányelv rendelkezései az előzőkéhez képest több jelentős újítást hoztak.

Ezek közül megemlítenéd:

- a „munkakörnyezet” fogalmának újradefiniálása, amelyet a Nemzetközi Munkaügyi Szervezet (ILO) 155. számú egyezményével összhangban határoztak meg, és amely a műszaki biztonságot, valamint a megbetegedések általános megelőzését figyelembe vevő modern megközelítést alkalmaz;
- a kockázatértékelés módszertani alkalmazása, és fő elemeinek meghatározása.

A keretirányelv (89/391/EGK) tehát közös alapelveket határozott meg, és a kockázatértékelést helyezte a munkavédelmi jogszabályok középpontjába. 1994-ben megalapították az Európai Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Ügynökséget (EU-OSHA), amely jelenleg 27 tagállamban működtet fókuszpontot.

Az EU-OSHA-ról⁶

Az EU-OSHA fókuszpontjainak az a rendeltetése, hogy segítsék az adott országot az egészségesebb, biztonságosabb és termelékenyebb munkahelyek létrehozásában a rendelkezésére álló információk átadásával.

Minden fókuszpont igazgatja saját, a kormány által kinevezett képviselőiből, szerveiből és a munkaadói, valamint a munkavállalói képviselőkből álló háromoldalú hálózatát. A nemzeti hálózat az adott tagállami helyzetet tükrözi, és nem az EU-OSHA határozza meg a felépítését. Ugyanakkor a nemzeti fókuszpont azzal járul hozzá az EU-OSHA munkájához, hogy biztosítja az információ eljuttatását az Ügynökséghez. A nemzeti fókuszpontok aktívan részt vesznek a központi kampányok tervezésében és végrehajtásában.

A hálózat hozzájárul az EU-OSHA munkájához és a termékek, valamint az információk nemzeti érdekelt felek részére történő terjesztésének mechanizmusához. Az egyes kormányok által az EU-OSHA hivatalos képviselőjévé kinevezett fókuszpontok jellemzően a munkahelyi biztonságért és egészségvédelemért felelős illetékes nemzeti hatóságok, és elsődlegesen hozzájárulnak az EU-OSHA munkaprogramjainak végrehajtásához.

⁶ EU-OSHA [é. n.]: *National Focal Points*.

A jelenlegi szervezeti stratégia a 2018–2023 közötti időszakra vonatkozik, és hat kiemelt területet határoz meg. Ezek:⁷

1. Hiteles és jó minőségű adatok biztosítása az új és kialakulóban lévő kockázatokról, amelyek megfelelnek a politikai döntéshozók és a kutatók igényeinek, és lehetővé teszik számukra, hogy időben és hatékonyan cselekedjenek.
2. Pontos és átfogó kép biztosítása az aktuális munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi kockázatokról, azok egészségügyi hatásairól, valamint azok megelőzésének és kezelésének módjáról.
3. Releváns eszközök biztosítása a kisebb munkahelyek számára az egészség és a biztonság kezeléséhez, valamint a közvetítők bevonása ezen eszközök továbbfejlesztésébe és terjesztésébe.
4. A munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi üzenet eljuttatása több érintetthez azáltal, hogy az Ügynökség közvetítőivel együtt felhívja a figyelmet a munkahelyi kockázatokra és azok megelőzésére.
5. A munkahelyi egészségvédelemmel foglalkozó szervezetek közösségének támogatása olyan új anyagokkal, amelyek elősegítik és megkönnyítik a magas színvonalú tudásanyag létrehozását és fenntartását.
6. Olyan hálózatiépítési tevékenység működtetése, amely biztosítja, hogy az Ügynökség tevékenységei megfeleljenek a legfontosabb érdekelt felek igényeinek, elősegítsék a háromoldalúságot európai és tagállami szinten, és lehetővé tegyék a hálózatok számára, hogy aktívan részt vegyenek az Ügynökség tevékenységében.

A stratégiai célok magukba foglalják mindazokat a tevékenységeket, amelyek feltétlenül szükségesek (de nem elégségesek) a munkavállalók optimális mentális egészségi állapotának megőrzéséhez, a stresszártalmak, a pszichoszociális kockázatok csökkentéséhez, így releváns stratégiai szempontrendszer adhatnak egy leendő kutatáshoz.

Hazai szervezetiirányítási előzmények

A Technológiai és Ipari Minisztérium (TIM) honlapján az Országos Munkabiztonsági és Munkaügyi Főfelügyelőséggel kapcsolatban (OMMF) a Munkavédelem Foglalkoztatás Felügyelet oldalon történeti áttekintést olvashatunk. Eszerint a munkavédelmi törvény 1994. január 1-jén lépett hatályba, de ekkor még a „munkavédelem” és a „munkaegészségügy” feladatait két különböző szervezet, az OMMF és az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) végezte.

2007 áprilisában további változás történt, s ennek következtében jelenleg Magyarországon egységes munkavédelmi hatóság működik. Ez biztosítja a munkavédelmi törvényben és az ehhez kapcsolódó utasításban előírtak betartását. A szakmai irányításban

⁷ EU-OSHA Multi-annual Strategic Programme 2018-2023 (2019).

az Országos Munkahigiénés és Foglalkozás-egészségügyi Intézet (OMFI) is közreműködik.

A munkapszichológia és az egészségpszichológia, illetve a munkavédelem és az egészségvédelem kapcsolata

2010 októberében az OMMF-ről szóló 295/2006. (XII.23.) Korm. rendelet alapján⁸ megszületett az OMFI alapító okirata, amelyben alaptevékenységként az alábbiak szerepelnek:

- A munkavállalók egészségének javításával, a betegségek megelőzésével összefüggő tudományos kutató-, elemző-, oktató-, képző-, továbbképző tevékenység, ezzel összefüggő tájékoztató anyagok (jegyzetek, módszertani útmutatók, szakmai folyóiratok) kiadása, egyéb szervezőfeladatok ellátása.
- A munkahigiéné, a foglalkozás-egészségügy területén kutatási, fejlesztési feladatokban működik közre, illetőleg ilyen jellegű kutatásokat önállóan is végez.
- Munkahigiénés vizsgálatokat végez (munkakörnyezeti műszeres és biológiai expozíciós mutatóvizsgálatok) természetes és épített környezetben.

A fejezetből szándékaim szerint kiviláglik, hogy az elmúlt 30 évben jelentős szervezet-alakítási és jogalkotási törekvés követhető nyomon, amely célja a munka mentálhigiénés⁹ feltételeinek biztosítása, a munkavállalók testi-lelki egészségének, mentális állóképességének megőrzése, a károsító hatások megelőzése, kiszűrése, illetve kezelése.

A fejezetben röviden ismertetett irányítással, jogi háttérrel, szervezeti működéssel kapcsolatos információ elősegítheti olyan kutatási koncepció vagy terv kidolgozását, amely a katasztrófavédelemmel, katasztrófaelhárítással foglalkozó szervezetek vezetői és szakállománya számára szervezet- és feladat-specifikusan tárja fel a rendeltetésszerű tevékenységgel járó, a mentális egészséget befolyásoló pszichés kockázatokat, valamint a szervezeti kultúrára, munkakultúrára jellemző pszichoszociális kockázatokat.

A rendvédelmi szervek egészségvédelmi jogi keretei

A rendvédelmi szervek esetében (idetartoznak a katasztrófavédelmi szervezetek is) az egészségvédelmi-megelőzési feladatok már a belépést megelőzően munkaalkalmassági vizsgálatokkal veszik kezdetüket. A fizikai egészség, a pszichés alkalmasság és a fizikai

⁸ 15/2007. (MüK. 5.) SZMM utasítás az Országos Munkahigiénés és Foglalkozás-egészségügyi Intézet Alapító Okiratának kiadásáról és közzétételéről.

⁹ A pszichohigiéné szó szinonimája. Jelentése: „szemlélet- és elméletrendszer, interdiszciplináris közelítésmód, amely a pszichés működési zavarok megelőzési lehetőségeire és az egészséges lélektani folyamatok és személyközi kölcsönhatások fejlesztésére vonatkozik, illetve társadalmi gyakorlat, amely intézmények, szervezetek, embercsoportok – magukat egészségesnek érző emberek – mozgósítására és megváltoztatására irányul.” BUDA Béla (1994): *Mentálhigiéné*. Budapest: Animula Egyesület, 6.

állóképesség triászát tartalmazó alkalmasságvizsgálati rendszert a 45/2020. (XII. 16.) BM rendelet (a belügyminiszter irányítása alatt álló egyes rendvédelmi feladatokat ellátó szerveknél foglalkoztatott hivatásos állomány és rendvédelmi igazgatási alkalmazotti állomány alkalmasságvizsgálatáról) alapján használják.¹⁰ A rendelet II. fejezete a hivatásos állomány alkalmasságvizsgálatához kapcsolódik. A fejezet 3. pontja a hivatásos állomány alkalmasságvizsgálati rendszerét tartalmazza, amelyen belül az 5. § leírja a megvalósítandó „Kétlépcsős Integrált Alkalmasságvizsgálati Rendszer” (KLIR) alapelveit. A KLIR-t a rendvédelmi szerv a Komplex Kompetencia Alapú Kiválasztási és Képzési Rendszer (KOMP-rendszer) elnevezésű informatikai keretrendszer igénybevételeével hajtja végre. A KOMP-rendszerben alkalmazott tesztbatteria kiválasztásakor alapvetően a kompetenciaalapú kiválasztás, felkészítés és továbbképzés megfontolásai érvényesülnek, és kevésbé fókuszál az egyéni mentális egészségi kockázatokkal kapcsolatos preventív és interventív támogatásra. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy a veszélyhelyzetek, konfliktusok, krízishelyzetek pszichikai szempontból sérülésmentes megélésének és eredményes kezelésének egyik legfontosabb alappillére a helyzethez illeszkedő optimális mentális állóképesség kialakítása.

A mentális állóképességről

A mentális állóképesség biztosítja az egyén számára, hogy nehéz körülmények között is cselekvőképes maradjon, ne veszítse el önbizalmát, és megőrizze kognitív képességeit a problémák megoldására, valamint önkontrollját, józan ítélőképességét, döntés- és cselekvőképességét. Martin E. P. Seligman és munkatársai¹¹ kísérletileg igazolták, hogy ha olyan helyzetbe kerülünk, hogy elveszítjük a kontrollt az adott eseménnyel kapcsolatban (a krízis- és katasztrófhelyzetek általában ilyenek), akkor a motiváció, az érzelmek és a tanulás zavarai jelentkezhetnek. Viselkedésünkre a „tanult tehetetlenség” állapota lesz jellemző, amely az irányíthatatlanság nyomán felmerülő problémákra utal.¹² A veszélyhelyzettel való megküzdésben kudarcot megélt személy pszichés jellemzői a következők:

- beszűkült, csak a részleteket (az egészet nem) észlelő figyelem;
- rendezetlen gondolatsorok, a problémamegoldó képesség jelentősen romlik, esetleg teljes döntésképtelenség következik be;
- lelassult munkatempó, pótcselekvések, cselekvési automatizmusok;
- kontrollálatlan érzelmi-indulati megnyilvánulások;
- a szociális kapcsolatokat önérdékű (személyes biztonságra törekvő) megnyilvánulások vezérlik;
- serkentő- és/vagy nyugtatószer használata.

¹⁰ Új normák a rendvédelmi állomány alkalmassági vizsgálatáról. *FRSZ.HU*, 2021. január 5.

¹¹ Christopher PETERSON – Steven F. MAIER – Martin E. P. SELIGMAN (1993): *Learned Helplessness. A Theory for the Age of Person Control*. New York – Oxford: Oxford University Press.

¹² A tanult tehetetlenséget először az 1960-as években írták le laboratóriumi állatok körében, azóta számos olyan emberi problémára alkalmazták, amely nem megfelelő passzivitással és demoralizációval jár.

A mentális egészség, mentális állóképesség romlása, sérülése kockázatot hordoz mind az egyén, mind a munkavállaló számára. Jelentősen befolyásolja a munka eredményességét, de még fokozottabban a munkabiztonságot.

A katasztrófavédelmi feladatokat ellátó állomány körében jelentkező, annak tagjait terhelő váratlan, kiszámíthatatlan feladatok és kihívások rendkívüli módon megnövelik fizikai és pszichikai igénybevételüket. Ezek hatására az arra hajlamos személyi állomány körében nagy valószínűséggel nő az előre nem látható egészségkárosodás és előfordulásának kockázata. Végül e körülmények meghatározhatják nemcsak az állomány túlélőképességét, hanem az akár veszélyhelyzetben, akár normál körülmények között jelentkező feladatai teljesítését is.¹³

Ezért különösen érdemes megfontolni, hogy a Magyar Honvédségben történt vizsgálatokhoz és kutatásokhoz hasonlóan a pszichikailag és általában a mentális állóképesség szempontjából különösen igénybe vett állománynál készüljön egységes vizsgálattervezet.

Hornyacsek Júlia tizenöt hazai és külföldi katasztrófaesemény mentális egészségkárosító hatását vizsgálva a mentőerőket érő alábbi legfontosabb tényezőket emeli ki:¹⁴

- halottak, súlyos sérültek, elhullott állatok látványa, sérülés, erős fizikai, szellemi megterhelés, nagy anyagi károk, épületek, közművek, utak romosodása, az alapvető ellátás zavara vagy átmeneti hiánya;
- rendkívüli élethelyzetekbe kényszerítés, közösségbe kényszerítés (kitelepítés), az alapvető szükségletek kielégítésének akadályoztatása, saját sérülés, a mentendők, valamint a társak vesztesége miatti helytállás, a mentésben való részvétel kényszerítése és felelőssége;
- túlmotivált környezet: hangok, fények, szagok, sérültek, leszakadt testrészek, pusztulás és esetleg halottakkal, elpusztult állatokkal való munka stb.;
- a megfeszített mentőmunka ellenére is előfordul, hogy meghal a mentendő egyén;
- átmeneti zavarodottság mind a hivatalok, mind a mentőerők, mind a lakosok részéről, amely növeli a mentési időtényezőt, és egyben fokozza a lelki nyomást;
- az érintettek és a mentőerők saját pszichés reakcióinak megváltozása, amelyet önmaguk sem tudnak átmenetileg értelmezni és kezelni (agresszió, dühkitörés, sírógörcs stb.).

Mindezek hatása alatt kell a mentőmunkát végezni, koncentrálni és a legjobb megoldásokat megtalálni a mentésre, s ez magában a mentőerőben is sajátos pszichés folyamatot indít be.

¹³ BOLGÁR Judit (2013): Viselkedési kockázat veszélyhelyzetben. *Repüléstudományi Közlemények*, (2), 33.

¹⁴ HORNYACSEK Júlia (2012): A tömegkatasztrófák pszichés hatása a beavatkozó állományra, az alapvető korai és késői pszichés jelenségek, valamint a negatív következmények elkerülésének lehetséges módjai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(1), 146–148.

Pszichoszociális kockázatok

A munkavédelmi törvény (Mvt.) 87. § 1/H.¹⁵ szerint „[a] munkavállalót a munkahelyén érő azon hatások (konfliktusok, munkaszervezés, munkarend, foglalkoztatási jogviszony bizonytalansága stb.) összessége, amelyek befolyásolják az e hatásokra adott válasz reakcióit, illetőleg ha ezzel összefüggésben stressz, munkabaleset, lelki eredetű szervi (pszichoszomatikus) megbetegedés következik be.”

A törvény munkabalesetként értelmezi a lelki egészségkárosodást, valamint a foglalkozási betegségeknek utal a pszichoszociális kóroki tényezőkre visszavezethető egészségkárosodásokra. A munkahigiénés vizsgálatok tartalmazzák a pszichoszociális tényezők feltárását, kezelését. A veszélyforrások között a fiziológiai, az idegrendszeri és a pszichés igénybevétel is szerepel.

A munkahelyi pszichoszociális kockázatok forrásai és tünetei

A pszichoszociális kockázatok forrásai főként az alábbi eseményekre vezethetők vissza:

- a munkaszervezet és a munkafolyamat hiányosságai (extrém fizikai és/vagy pszichikai terhelés, az információ bizonytalansága, teljesítmény- és/vagy döntéskényszer, túl nagy felelősség, túlzott elvárások, illetve azok hiányossága vagy bizonytalansága, esetleg felkészültségi hiányosságok);
- a munkafeltételek hiányosságai (egészségkárosító fizikai jellemzők, mint például magas zajszint, szennyezett levegő, rossz megvilágítás, extrém magas vagy alacsony hőmérséklet, az információ elakadása vagy teljes hiánya, hiányos vagy nem megfelelő munka- és munkavédelmi eszközök, az aktív és a pihenőidő arányainak torzulása, a munkahigiéné¹⁶ feltételeinek hiányossága);
- a szociális feltételek hiányosságai (vezetési-vezetői alkalmatlanság, jelentős fluktuáció, konfliktusos munkaközösség és/vagy izoláció, a társas kapcsolatok hiánya, a belső kommunikáció hiányossága, a szervezeten belüli képzési-továbbképzési lehetőség hiánya vagy fogyatékossága).

A tünetek az egyén és a szervezet szintjén is jelentkezhetnek. Ezek megjelenése az egyén (munkavállaló) szintjén:

- szomatikus, pszichoszomatikus tünetek: magas vérnyomás, mozgásszervi panaszok (súlyos esetben mozgáskiesés, bénulás), szív- és érrendszeri rendellenességek, gyomor- és bélrendszeri panaszok, állandó fáradtságérzés, alvászavarok, táplálkozási zavarok (indokolatlan hízás, fogyás), különféle abúzusok (alkohol, drog, cigaretta);

¹⁵ 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről.

¹⁶ A munkahigiéné definíciója: a munkakörnyezeti egészségi veszélyek előrelátásának, felismerésének, kezelésének és értékelésének tudománya, amelynek célja a munkát végzők egészségének és jóllétének védelme, általában a közösség megóvása.

- a kognitív képességek zavarai (figyelemzavar, szórakozottság, feledékenység, a koncentrációs képesség romlása, döntésképtelenség, kényszerszorgodlatok, gondolati automatizmusok megjelenése a gondolkodási folyamatban);
- a motiváció és az érzelmi élet zavaraira visszavezethető tünetek: indulatlabilitás (például fokozott síráskészség), eltompultság, fokozott agresszióra, indokolatlan dühkitörésre való hajlam, depresszív megnyilvánulások, telítődés, súlyos esetben kiégés (*burnoutszindróma*);
- viselkedési, munkamagatartási zavarok: aszociális, antiszociális magatartási minták „előbukkanása”, a segítség fokozott elvárása, a szociális környezet iránti érdeklődés elvesztése, meggondolatlan, kapkodó viselkedés, a családi, baráti, munkatársi kapcsolatok megromlása, elvesztése, elzárkózás, magába fordulás.

A fenti problémák megjelenése generálisan érintheti a munkavállalót, sőt a kisközösséget is, ami egyben azt is jelenti, hogy ha a jelzett „tünetek” nemcsak a munkavégzés, feladatvégzés során jelentkeznek, hanem a magánéletben is, feltétlenül indokolt a szakszerű vizsgálat és a gyors kezelés. Ha ugyanis a tünetek krónikussá válnak, már nem rendellenességről, átmeneti károsodásról, hanem maradandó betegségről beszélhetünk, ami kérdésessé teszi a munkaalkalmasságot.

A fenti tünetek a szervezet működésére, hatékonyságára is kihatnak, hiszen ha több munkavállalónál tapasztalható, akkor növekszik a hiányzások száma, a munkahelyi fluktuáció, ami „ördögi körként” működik, ugyanis a magas hiányzási szám és fluktuáció az egészséges munkavállalók számára jelent fokozott mentálhigiénés-pszichoszociális kockázatot. A túlterhelés hatására előfordulhatnak olyan kognitív (észlelési-figyelmimemóriabeli) zavarok, amelyek fokozzák a balesetveszélyt, és olyan magatartási fegyelmezési problémákat okozhatnak, amelyek oka és egyben okozata is a motiváció, az elkötelezettség csökkenése, a munkahatékonyság romlása, a türelmetlenség, az agresszív megnyilvánulások.

A pszichoszociális kockázatok jelentős stresszhordozók. Nem egyszerű „beazonosításuk”, illetve a munkavállalók, munkáltatók szembesítése sem velük. Különösen érzékeny a probléma kezelése hierarchikus felépítésű szervezeteknél. Ezeknél a szervezeteknél ugyanis az alá-fölé rendeltségi viszonyok, a „szükségyszerű” intézményi bürokrácia, a sajátos szervezeti struktúra, a szervezetátalakítás módja és gyakorisága és még sok más tényező „szükségyszerűen” magában hordoz pszichoszociális kockázati tényezőket. Nehéz tehát azokkal a kérdőívekkel jól hasznosítható információt szerezni, amelyek a szervezeti-vezetési struktúrától függetlenül kívánják felmérni a munkahelyi pszichoszociális kockázatokat.

Pirger Tamás felmérte a különböző rendvédelmi szervek szubkulturális jellemzőit,¹⁷ amely vizsgálat szerint még a rendvédelem szervezetein belül is jelentős különbségek adódnak. Megállapítása szerint a katasztrófavédelmi szervezet háromszintű lineáris funkcionális szervezet. A szervezeti működés sajátosságaiából adódó, más típusú

¹⁷ PIRGER Tamás (2017): Mely értékekben különböznek a rendvédelmi szubkulturák? *Belügyi Szemle*, (1), 98–99.

intézményeknél pszichoszociális kockázatként kezelendő tényezők így ebben az esetben nem relevánsak.

Mindazonáltal érdemes megismerkedni azzal a kezdeményezéssel, amelyet a Semmelweis Egyetem kutatócsoportja évek óta gyakorol, történetesen egy Dániában kidolgozott, a munkahelyi pszichoszociális kockázatokat felmérő kérdőív magyarországi változatának adaptálásával.¹⁸

A katasztrófavédelmi feladatokkal kapcsolatban pszichoszociális kockázatok tekintetében alapvetően két fontos szempont veendő figyelembe: egyrészt az elvégzendő feladattal kapcsolatos személyes döntéshozatal lehetősége, másrészt a feladatvégzésből következő pszichofiziológiai megterhelés idő- és intenzitásbeli jellemzőinek (veszélyesség, kockázat, bizonytalanság, extrém fizikai igénybevétel) feltérképezése.

Javaslat egy lehetséges átfogó standardizált vizsgálati eljárás mérőeszközeinek alkalmazására és kutatási célfelhasználására

A fejezetben – a teljesség igénye nélkül – olyan vizsgáló, felmérő eljárások, valamint alkalmazható preventív gyakorlati módszerek alkalmazására teszek javaslatot, amelyek – legjobb tudomásom szerint – jelenleg nem szerepelnek a katasztrófavédelem hivatásos állományának pszichológiai felmérő- és értékelőrendszerében, de amelyeket megfelelő adaptációs eljárások után egységesen lehetne alkalmazni. Ehhez természetesen megelőző empirikus kutatásra van szükség. A tanulmány alapvető szándéka egy ilyen átfogó kutatás inspirálása.

Teszt a mentális állóképesség felmérésére (MÁQ)

A mentális állóképesség felmérésére szolgáló teszt kialakítására és standardizálására 2006 óta vannak kezdeményezések a hazai egyetemeken. A Magyar Honvédség szakállományának „látókörébe” is ekkor került a teszt. Azóta számos publikáció született a vizsgálóeljárás szakmaspecifikus produkciófelületének kialakítására vonatkozóan.

2022-ben Hornyák Beatrix PhD-disszertációjában mutatta be a teszt katonai feladatokra történő adaptálását, standardizálását. A megjelent szakcikkek¹⁹ és az elkészült disszertáció hasznos módszertani ismereteket tartalmaz a teszt specifikus felhasználására vonatkozóan. A kutatás során 20 olyan tényezőt azonosítottak, amely szerepet játszik a mentális állóképesség (a reziliencia) meglétében.²⁰ Ezek olyan egyéni szintű

¹⁸ NISTOR Katalin et al. (2015): Kopenhágai Kérdőív a Munkahelyi Pszichoszociális Tényezőkről II (COPSOQ II) magyar verziójának pszichometriai jellemzői. *Mentálhigiéne és Pszichoszomatika*, 16(2), 179–207.; a COPSOQ II kérdőív jelenleg is letölthető a <http://munkahelyistresszinfo.hu/> oldalról.

¹⁹ Ilyen többek között: SZILÁGYI Zsuzsanna et al. (2014): A mentális állóképesség-vizsgálatok bevezetésének lépései a Magyar Honvédség állományában (2006–2009). *Hadtudományi Szemle*, 7(1).

²⁰ HORNYÁK Beatrix (2022): *A mentális állóképesség mérésének és fejlesztésének lehetősége a Magyar Honvédség hivatásos és szerződéses személyi állományának körében*. PhD-disszertáció-tervezet.

faktorok (pozitív megküzdés, pozitív affektus, pozitív gondolkodás, viselkedéskontroll, fizikai erőnlét, altruizmus), családi szintű faktorok (érzelmi kötelékek, kommunikáció, támogatás, közelség, gondoskodás, alkalmazkodóképesség), egység-/szervezetszintű faktorok (pozitív parancsnoki klíma, csapatmunka, kohézió), közösségi szintű faktorok (valahová tartozás, közös értékek, kapcsolódások, kollektív hatékonyság), amelyek többsége minden bizonnyal a katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladatok esetében is fontos tényező lehet, és csak a feladat specifikuma alapján igényel finomítást. A teszt produkciófelületéről, standardizálásának feladatairól szakszerű leírás található a felhasznált szakirodalomban, valamint az említett PhD-disszertációban.

Tünetbecslő skálák

Tünetbecslő skálák alkalmazására gyakran kerül sor a klinikai pszichológiai gyakorlatban, hiszen a diagnózis felállítása és a javasolt kezelés kialakítása elsősorban a kezelendő panaszai alapján történik. V. Komlósi Annamária és munkatársai²¹ a vizsgáló eljárások hazai adaptációját is elvégezték. Ezek a tesztek azonban elsősorban a klinikai gyakorlat számára relevánsak, és kevésbé veszik figyelembe azokat a specifikus tényezőket, amelyek a veszélyhelyzetek kezelésével kapcsolatban nap mint nap szükségszerűen előfordulhatnak.

Detréné Nóra PhD-disszertációja²² több olyan tünetlistát tartalmaz, amellyel empirikus vizsgálatot végzett. A tesztek klinikai pszichológiai megközelítésűek (a DSM-IV alapján diagnosztizáláshoz szükséges tételeket tartalmazzak), és elterjedten alkalmazzák őket a klinikai gyakorlatban. Ez megkönnyítheti egyes vizsgáló eljárások katasztrófavédelmi „adaptációját”. A teszt kedvező pszichometriai jellemzőkkel rendelkezik, így adaptálása könnyen elvégezhető. A teszt az „életesemények tünetlistája”²³ (*Life Events Checklist*), amely 17 tételes önkitöltős kérdőív a lehetséges traumatizáló eseményekkel kapcsolatban, és 10-15 perc alatt kitölthető. A teszt instrukciójában differenciál arra vonatkozóan is, hogy a kitöltővel megtörtént-e az esemény, vagy csak szemtanú volt, illetve ismerősével történt-e meg. Tekintettel arra, hogy a kérdőív validálása a magyar populáción még nem történt meg, ez üttörő feladatnak számítana a katasztrófavédelmi szakállomány részéről.

²¹ V. KOMLÓSI Annamária et al. (2017): A vonásönbecslés/-önértékelés kérdőíves mérésének lehetőségei. Elméleti és módszertani konklúziók két önbecslés/önértékelés kérdőív magyar adaptációja nyomán. *Alkalmazott Pszichológia*, 17(2), 73–108.

²² DETRENÉ URBÁN Nóra (2015): *A stressz-rezisztencia és a pszichológiai reziliencia fejlesztésének és fenntartásának szükségessége a védelmi szektorban*. PhD-értekezés.

²³ A tesztet a PhD-dolgozat 3. számú melléklete tartalmazza.

Többdimenziós skálázás a pszichés kockázatok pontosítására

Jackovics Péter József PhD-disszertációjában²⁴ egy mentési gyakorlat során alkalmazott módszert mutat be annak feltárására, hogy matematikai statisztikai eljárás segítségével hozzon felszínre veszélyes tevékenységgel kapcsolatos esetleg nem tudatosuló döntési mechanizmusokat.

Az eljárás a többdimenziós skálázás (*Multidimensional Scaling*, MDS) módszere, olyan szubjektív jellemzők értékelésén alapuló, azokat valószínűsítő statisztikai elemző eljárás, amelyek az adatok háttérét, azok rejtett szerkezetét tanulmányozzák. „Az MDS módszere arra szolgál, hogy segítségével az adott tárgyakra vonatkozó bemeneti adatokból (az észlelt hasonlóságokból, különbségekből) rendszerezett módon lehessen létrehozni olyan geometriai reprezentációkat, amelyek a tárgyak észlelt viszonyát egy kellő dimenziószámú térben a legkisebb torzítással tükrözik vissza.”²⁵ Matematikai modellezés alapján felszínre hozhatók stresszhelyzetben, veszélyhelyzetben vagy akár krízishelyzetben hozott döntéseink „rejtett dimenziói”. Ezeknek a személyes szubjektív jellemzőknek fontos szerepe van veszélyhelyzetben hozott döntéseinket tekintve, és egyéni „mintázattal” rendelkeznek. A módszer ugyan statisztikai elemzési felkészültséget igényel, de a kiválasztás, felkészítés során a nyert információk jól felhasználhatók. Az adatok a többdimenziós skálázás módszerével nyerhetők, így a szubjektív vélemények feldolgozása több személy együttes véleményalkotásának elemzésével objektívebbé tehető.

Az MDS módszer széles körben alkalmazható olyan esetekben, amelyekben valamilyen módon csoportosítást, kategorizálást szeretnénk létrehozni az esetleges pszichés kockázat tartalmi pontosítására, ezzel közelebb hozva a felkészítést a kritikus helyzetben megélt kockázatokhoz.

Mentális egészségfejlesztő program

Az amerikai hadseregben elsősorban a missziós feladatok ellátása kapcsán jelentkező pszichés kockázatok kezelésére szerveznek átfogó mentális egészségmegőrző, egészségfejlesztő programokat. Ezekben a helyzetekben ugyanis a közvetlen életveszély, illetve a szemtanúként megélt sokkhatások súlyos pszichés kockázatot jelenthetnek. Ami a pszichés kockázatokot illeti, katasztrófavédelmi, mentési feladatok során a pszichotrauma tartalma ugyan más, de élettani, pszichés traumatizáló hatás szempontjából hasonló, így az amerikai hadsereg által alkalmazott tréningmódszerek hasznos adaptációs lehetőséget nyújtanak. A program 2008 óta működik, új tapasztalatokkal frissülve. A program elnevezése az átfogó katonai alkalmassági, azaz *Comprehensive Soldier Fitness* (CFS) program, amely alapvetően a súlyosabb pszichés károsodás megelőzését szolgálja. Célja, hogy

²⁴ JACKOVICS Péter József (2019): *A különleges mentések és az arra felkészítő katasztrófavédelmi gyakorlatok vizsgálata alkalmazott matematikai és pszichológiai megközelítéssel*. PhD-értekezés.

²⁵ A PhD-dolgozatban található hivatkozás: LEHOTA József (2001): *Marketingkutató az agrárgazdaságban*. Budapest: Mezőgazda.

növelje a pszichológiai erőt és a pozitív teljesítményt, valamint csökkentse a maladaptív reakciók előfordulását. A program pozitív szemléletű és négy programelemet tartalmaz:

- az érzelmi, szociális, családi és lelki alkalmasság felmérése;
- személyre szabott tanulási modulok az alkalmasság javítására ezeken a területeken;
- formális rugalmassági képzés;
- a hadsereg mesterei ellenálló képességű oktatóinak (MRT-k) képzése annak érdekében, hogy beosztottaikba jobb gondolkodási készségeket és ellenálló képességet neveljenek.

A program proaktív módon biztosítja a résztvevők számára, hogy ellenállóbbá váljanak, és célja, hogy növelje a pszichológiai teljesítőképességet, eltolja a normál pszichológiai teljesítmény „görbéjét”. A program általános és egyénre szabott modulokat is tartalmaz.

Összefoglalás

Jogos hivatkozással a jelentős magyarországi eredményekre, az áttekintett szervezeti és jogi feltételeket is figyelembe véve indokoltnak tekinthető olyan vizsgáló, felmérő eljárások, valamint preventív gyakorlati módszerek alkalmazása, amelyek – legjobb tudomásom szerint – jelenleg nem szerepelnek a katasztrófavédelem hivatásos állományának pszichológiai felmérő- és értékelőrendszerében, de amelyeket megfelelő adaptációs eljárások után egységesen lehetne használni. A tanulmány alapvető szándéka egy ilyen átfogó kutatás inspirálása.

Felhasznált irodalom

- 15/2007. (MüK. 5.) SZMM utasítás az Országos Munkahigiénés és Foglalkozás-egészségügyi Intézet Alapító Okiratának kiadásáról és közzétételéről. Online: http://ommf.gov.hu/letoltes.php?d_id=1545
1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300093.tv>
1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről a végrehajtásáról szóló 5/1993. (XII. 26.) MüM rendelettel egységes szerkezetben. Online: http://munkahelyikockazatbecsles.hu/data/files/munkavedelmi_torveny_NOC3yB.pdf
- ANTAL Örs – MUHORAY Árpád (2014): A földrengés-katasztrófák által okozott szerkezeti omlásokkal kapcsolatos kutatás-mentési feladatok alkalmazott módszerei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(1), 44–59.
- BODA József et al. (2016): A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (16), 1–23.
- BOLGÁR Judit (2013): Viselkedési kockázat veszélyhelyzetben. *Repüléstudományi Közlemények*, (2), 32–38.

- BOLGÁR Judit – CSOMÓS István (2012): A rendőrségi bevetési feladatok követelményeihez kapcsolódó kiválasztási eljárások fejlesztése, különös tekintettel az extrém stressz reakciókra. *Hadtudományi Szemle*, 5(2), 268–278.
- BUDA Béla (1994): *Mentálhigiéné*. Budapest: Animula Egyesület.
- CORNUM, Rhonda – MATTHEWS, Michael D. – SELIGMAN, Martin E. P. (2011): Comprehensive Soldier Fitness: Building Resilience in a Challenging Institutional Context. *American Psychologist*, 66(1), 4–9.
- CZÉTÉNYI Rita (2013): Országos munkahelyi stressz felmérés indul. *Semmelweis Médiasarok*, 2013. november 15. Online: <https://semmelweis.hu/mediasarok/2013/11/15/orszagos-munkahelyi-stressz-felmeres-indul/>
- DETRÉNÉ URBÁN Nóra (2015): *A stressz-rezisztencia és a pszichológiai reziliencia fejlesztésének és fenntartásának szükségessége a védelmi szektorban*. PhD-értekezés.
- EU-OSHA [é. n.]: *A munkahelyi biztonságról és egészségvédelemről szóló keretirányelv*. Online: <https://osha.europa.eu/hu/legislation/directives/the-osh-framework-directive/the-osh-framework-directive-introduction>
- EU-OSHA Multi-annual Strategic Programme 2018-2023 (2019). Online: <https://osha.europa.eu/en/publications/eu-osha-multi-annual-strategic-programme-2018-2023>
- EU-OSHA [é. n.]: *National Focal Points*. Online: <https://osha.europa.eu/en/about-eu-osha/national-focal-points/focal-points-index>
- EU-OSHA [é. n.]: *Pszichoszociális kockázatok és a munkahelyi stressz*. Online: <https://osha.europa.eu/hu/themes/psychosocial-risks-and-stress>
- HORNACSEK Júlia (2012): A tömegkatasztrófák pszichés hatása a beavatkozó állományra, az alapvető korai és késői pszichés jelenségek, valamint a negatív következmények elkerülésének lehetséges módjai. *Műszaki Katonai Közöny*, 22(1), 143–189.
- HORNÁK Beatrix (2016): Mentális állóképesség és egészségmagatartás. *Honvédségi Szemle*, 144(4), 93–101.
- HORNÁK Beatrix (2022): *A mentális állóképesség mérésének és fejlesztésének lehetősége a Magyar Honvédség hivatásos és szerződéses személyi állományának körében*. PhD-disszertáció-tervezet.
- JACKOVICS Péter József (2019): *A különleges mentések és az arra felkészítő katasztrófavédelmi gyakorlatok vizsgálata alkalmazott matematikai és pszichológiai megközelítéssel*. PhD-értekezés. Online: https://lib.uniobuda.hu/sites/lib.uniobuda.hu/files/Jackovics_Peter_ertekezes.pdf
- LEHOTA József (2001): *Marketingkutatás az agrárgazdaságban*. Budapest: Mezőgazda.
- LIENERT, G. A. (1974): *Teszt szerkesztés és tesztanalízis*. [H. n.]: Felsőoktatási Pedagógiai Kutatóközpont.
- LŐRINCZ Géza (2011): *A többdimenziós skálázáson alapuló statisztikai módszerek*. Diplomamunka.
- MÜNNICH Ákos szerk. (2005): *A mentális egészséget és egészségmagatartást befolyásoló tényezők*. Debrecen: Didakt.
- NAGY Károly Jenő [é. n.]: *A munkahigiéne fogalma, területei, feladatai*. NNK Munkahigiénés és Foglalkozás-egészségügyi Főosztály. Online: https://nnk.gov.hu/attachments/article/108/01_Nagy_Karoly_forum_2019-05-08.pdf
- NISTOR Katalin et al. (2015): Koppenhágai Kérdőív a Munkahelyi Pszichoszociális Tényezőkről II (COPSOQ II) magyar verziójának pszichometriai jellemzői. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*, 16(2), 179–207.
- PETERSON, Christopher – MAIER, Steven F. – SELIGMAN, Martin E. P. (1993): *Learned Helplessness. A Theory for the Age of Person Control*. New York – Oxford: Oxford University Press.

- PIRGER Tamás (2017): Mely értékekben különböznek a rendvédelmi szubkultúrák? *Belügyi Szemle*, (1), 97–109. Online: <http://real.mtak.hu/117713/1/PirgerBelugyiSzemle2017.ev1.szam97-109.pdf>
- RÓZSA Sándor – NAGYBÁNYAI NAGY Olivér – OLÁH Attila (2006): *A pszichológiai mérés alapjai. Elmélet, módszer és gyakorlati alkalmazás*. Bölcsész Konzorcium. Online: <http://mek.niif.hu/05500/05536/05536.pdf>
- SZILÁGYI Zsuzsanna et al. (2014): A mentális állóképesség-vizsgálatok bevezetésének lépései a magyar honvédség állományában (2006–2009). *Hadtudományi Szemle*, 7(1), 158–178.
- Új normák a rendvédelmi állomány alkalmassági vizsgálatáról. *FRSZ.HU*, 2021. január 5. [https://frsz.hu/2021/01/05/uj-normak-az-egeszsegi-pszichologiai-es-fizikai-alkalmassagvizsgalatrol/Veszelyhelyzetek kezelése \[é. n.\]. BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Online: \[www.katasztrofavedelem.hu/26424/veszelyhelyzetek-kezelese\]\(http://www.katasztrofavedelem.hu/26424/veszelyhelyzetek-kezelese\)](https://frsz.hu/2021/01/05/uj-normak-az-egeszsegi-pszichologiai-es-fizikai-alkalmassagvizsgalatrol/Veszelyhelyzetek%20kezelese%20%5B%5C.%20n.%5D.%20BM%20Orszagos%20Katasztrofavedelmi%20F%26oigazgat%26o%20s%26a%26g.%20Online%3A%20www.katasztrofavedelem.hu/26424/veszelyhelyzetek-kezelese)
- V. KOMLÓSI Annamária et al. (2017): A vonásönbecsülés/-önértékelés kérdőíves mérésének lehetőségei. Elméleti és módszertani konklúziók két önbecsülés/önértékelés kérdőív magyar adaptációja nyomán. *Alkalmazott Pszichológia*, 17(2), 73–108.

Vákát

Csaba Zágon

Konténerek megjelenése a polgári és katonai logisztikai folyamatokban

Az innováció története

A tanulmány célja a polgári és a katonai logisztikai szolgáltatások terén egyaránt elterjedt egységrakomány-képzésből kiinduló innovációs folyamatok bemutatása, amelyek a kereskedelmi szabványkonténerek és rajtuk keresztül az intermodális szállítás elterjedéséhez vezettek. A kutatás során a témához kapcsolódó szakirodalom feltárását és elemzését végeztem el. Ennek során párhuzamba állítottam a polgári és a katonai logisztika térfelén egyaránt jelentkező újításokat. Rámutattam az innovációt és az új megoldások elterjedését serkentő és hátráltató tényezőkre, különösen a szabványosítás előtt álló kihívásokra. A témában magyar nyelven kevés irodalom olvasható, amely egyszerre jeleníti meg a polgári és a katonai logisztika tapasztalatait, egyúttal történeti áttekintésre vállalkozik.

Kulcsszavak: egységrakomány, konténer, polgári logisztika, katonai logisztika

Containers in Civil and Military Logistics Processes

The Story of Their Innovations

This study aims to describe the innovation processes starting from unit-load training widespread both in civil and military logistics services and having led to the introduction of standard freight containers and, through them, intermodal transport. I conducted a review and analysis of the relevant literature during the research. In doing so, I compared innovations from both civil and military logistics. I highlighted the factors that stimulate and hinder innovation and the diffusion of new solutions, particularly the challenges of standardisation. There is little literature on the subject in Hungarian that presents both civil and military experience of logistics while at the same time providing a historical overview.

Keywords: unit loads, containers, civil logistics, military logistics



Bevezetés

Ez a tanulmány a katonai műszaki tudományok tudományághoz szorosan kapcsolódó témát választott, mégis inkább történeti jellegű leírásra vállalkozik az áruszállító konténerek elterjedése, illetve az azt lehetővé tevő innovációt mozgató előnyök és az azt hátráltató tényezők ismertetése érdekében. Ennek során figyelembe veszi a katonai szállítási igények, illetve a katonai szervezetek szempontjait és az újítás és az elterjedés előtt álló kihívásokat.

A kereskedelmi áruszállítás problémája egyidős az árutermelés kialakulásával, hiszen a termék előállítása, az ehhez szükséges beszállítók, valamint a fogyasztók közötti távolságot valamilyen módon le kellett küzdeni. A kialakuló sokszereplős ellátóláncok tagjai közötti több mozzanatból álló logisztikai szolgáltatások egyebek mellett tartalmazzák az áruk elszállításához szükséges eljárásokat, módszereket is. Ezek fejlődése során az egységrakomány-képzés előnyeinek felismerése lett a kiindulópont az áruszállító konténerek alkalmazásának innovatív ötletéhez. Az ötlet, mint látni fogjuk, több országhoz és különböző közlekedési alágazatokhoz tartozó, később ismertté vált vagy a névtelenségben maradt kísérletező kedvű feltalálóknak köszönhető, amely egyaránt felkeltette a gazdasági haszon által mozgatott civil logisztikai szereplők, valamint a katonai szervezetek figyelmét. A konténeres áruszállítás elterjedéséhez még egy elengedhetetlenül fontos lépés is kellett: a konténerek kezeléséhez, mozgatásához szükséges gépek, berendezések és infrastruktúra szabványosítása, amely több lépésben megy végbe, lényegében napjainkig tart. Ezt a fontos tevékenységet mozgásban tartó szereplők között szintén megtalálhatók a civil és a katonai logisztika képviselői egyéni és szervezeti szinten egyaránt.

Kutatási módszerek

A tanulmány megírását másodlagos kutatás segítette, amelyet a téma különböző aspektusainak feldolgozásához publikált művek feltárására és elemzésére alapoztam. Az NKE Egyetemi Központi Könyvtár és Levéltár forrásai, illetve előfizetés alapján elérhető nemzetközi tudományos adatbázisokon¹ keresztül megismerhető releváns irodalmak voltak segítségemre. Ezeket az irodalmakat elemeztem a kereskedelmi konténerek feltalálásához és elterjedéséhez vezető innovációs folyamatok, az ebben részt vevő civil és katonai szereplők és a döntéseiket befolyásoló szempontok alapján.

A közlekedés és az áruszállítás kapcsolata a hadviseléssel

A közlekedési technológia az idők kezdetétől fogva a tengerek, a területek és az erőforrások ellenőrzésének és meghódításának eszköze volt. A 16. századtól kezdve az európai hatalmak voltak az elsők, amelyek a katonai potenciál szempontjából jelentősen javított-

¹ Elsősorban a Scopus és a ProQuest adatbázis.

ták a tengeri, illetve a vasúti közlekedést, az áruszállítás és a hadviselés technológiáit, és így képesek voltak tengeri, valamint szárazföldi kereskedelmi útvonalakat létesíteni szerte a világon, ami egyebek közt lehetővé tette a kapcsolattartást a jelentős földrajzi távolságra lévő gyarmatokkal is. Ebben az időszakban a vasút egyúttal a területi hódítás eszköze is volt, különösen Észak-Amerikában, ahol a nemzetépítés, és Afrikában, ahol a gyarmatosítás céljait szolgálta. A technikai fejlődéssel a folyamat a 19. század közepén felgyorsult. A korai globalizációnak ezt a korszakát az jellemezte, hogy az európai gyarmatosító hatalmak katonai előnyeiket saját érdekükben használták fel a piacokhoz és az erőforrásokhoz való hozzáférés érdekében.²

Ezeknek az útvonalaknak a zavarmentes működését is biztosítani kellett, amely igény a katonai stratégiai gondolkodásban megjelent szárazföldön és tengeren egyaránt. A felek érdekei szerint katonai erejüket az infrastruktúra-hálózat megóvása vagy pusztítása érdekében alkalmazták, miközben maguk a hadseregek is az említett útvonalak átjárhatóságától függtek.³

Az államok közötti fegyveres versengés eszközeként a 18–19. században megjelenő tömeghadseregek a korábbiakhoz képest lényegesen nagyobb kihívást jelentettek ellátási igényükkel. Az Eric J. Hobsbawm által használt elnevezéssel a „birodalmak korának” nevezett időszak⁴ hadviselése egyre nagyobb volumenű utánpótlási igényt támasztott, és még nyilvánvalóbbá tette a hatékony szállítás és logisztika iránti igényt.

A darabáruk tengeren túli szállításának időigényessége és költségessége tarthatatlannak bizonyult. Ennek felismerésében a katonai szállítások is jelentős szerepet játszottak. Később, a 20. században több katonai hatalom szembesült azzal a logisztikai kihívással, amelyet hadseregük eredeti állomáshelyeitől távoli állomásoztatása, illetve expedíciós jellegű alkalmazása jelentett.

A szállítás szerepe a nemzetközi konfliktusok támogatásában három döntő szempontot hívott életre a haderő szemszögéből. Először is biztosította a katonai egységek gyorsabb mozgósítását és bevetését. Másodszor hozzájárult stratégiai és műveleti mobilitásukhoz a hadszíntéren. Harmadszor biztosította a folyamatos működésükhöz nélkülözhetetlen áruk, például élelmiszer, üzemanyag és lőszer, hatékony utánpótlását.⁵ Napjaink hadseregei már nem létezhetnek hatékony logisztikai biztosítás nélkül. Ennek megléte – mint feltétel – a haderő alkalmazásánál elengedhetetlen, másrészt a hadviselés részévé vált a saját erők ellátását biztosító logisztikai láncok megszakításmentes fenntartása éppúgy, mint az ellenség logisztikai rendszerének rombolása. Ezek a stratégiai célok a mai fegyveres konfliktusokban folyamatosan tetten érhetők.

² Jean-Paul RODRIGUE (2020): *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge. 251.

³ Vö. Sam J. TANGREDI (2006): Tengeri hatalom: elmélet és gyakorlat. In John BAYLIS et al. (szerk.): *A stratégia a modern korban. Bevezetés a stratégiai tanulmányokba*. Budapest: Zrínyi, 149–177.

⁴ Eric J. HOBBSAWM (2004): *A birodalmak kora (1875–1914)*. Budapest: Pannonica.

⁵ RODRIGUE 2020: 251.

A kihívás felismerése a katonai logisztika térfelén

Egy amerikai katonai logisztikai példán keresztül világítom meg, hogy konténerek alkalmazása nélkül mekkora kihívással kell egy hadseregnek és a logisztikai biztosításában részt vevőknek megbirkózni, ha a feladat a csapatok tengerentúli alkalmazásával jár.

1954-ben készült egy, a szövetségi kormány által finanszírozott tanulmány, amely feltárta, hogy mennyire elmaradott volt a rakománykezelés. Az amerikai hadsereg által bérelt SS Warrior nevű hajót választották a vizsgálat tárgyának, amely meglehetősen tipikus C-2 típusú teherhajó volt, és a vizsgált időszakban Brooklyn és a németországi Bremerhaven kikötője között ingajáratban közlekedett. A példa szerinti konkrét útja során a kereskedelmi hajókra jellemző mintegy 5100 tonna rakományt szállított az Európában állomásozó csapatok ellátására. A rakomány főként élelmiszereket, de háztartási cikkeket, postai küldeményeket, valamint gépek és járművek alkatrészeit is tartalmazta, továbbá a hajó 53 járművet is szállított. A rakomány elképesztő mennyiségű, 194 582 egyedi tételből állt, mindenféle méretben és áruelevezéssel. Ezek az áruk 151 különböző amerikai városból 1156 különálló szállítmányban érkeztek Brooklynba. Az első szállítmány több mint egy hónappal a hajó indulása előtt érkezett meg a kikötői dokkba. Minden egyes árucikket raklapra helyeztek, mielőtt a tranzitárunknak elkülönített területen tárolták volna. A raklapokat a munkások a hajó rakterébe daruval engedték le, ahol aztán az emberek kézzel vették le az egyes árucikkeket, és helyezték el, illetve rögzítették azokat a hajón. A rakomány rögzítése során 5031,69 dollár értékű faanyagot és kötelet használtak fel, hogy minden árut az út alatt biztonságosan a megfelelő helyen tartsanak. A rakodómunkások vasárnap kivételével napi nyolcórás műszakban dolgoztak, és 6 naptári napra volt szükségük (beleértve egy sztrájk miatt kiesett napot is) a hajó teljes berakodásához. Az Atlanti-óceánon való átkelés 10 és fél napot vett igénybe, és a németországi kirakodás, ahol a rakodómunkások nemcsak egy műszakban, hanem éjjel-nappal váltásban dolgoztak, 4 napot vett igénybe. Összességében a hajó az út teljes időtartamának felét a kikötőben töltötte. Az utolsó rakomány 33 nappal azután érkezett meg végső rendeltetési helyére, hogy a Warrior kikötött Bremerhavenben. Ez 44 nappal azután történt, hogy elhagyta Brooklynt, és 95 nappal azután, hogy az első Európába tartó árut elküldték az amerikai kiindulóállomásról.⁶

Természetesen egy hajó nem volt elég az amerikai csapatok ellátásának gigászi feladatára, hanem folyamatosan több ingázott az Atlanti-óceánon keresztül Amerika és Európa között a katonai utánpótlás szállítása miatt.

A kihívás megvilágítása érdekében egy másik – véleményem szerint az előzőnél sokkal közismertebb – példát is bemutatok.

Képzeljük el, hogy az előbbieik ismeretében mekkora logisztikai kihívást jelenthetett a II. világháborúban a nyugati front megnyitását megelőzően 1,1 millió amerikai katona átdobása az Egyesült Királyságba vagy a széles körben ismert többnemzeti művelet,

⁶ Marc LEVINSON (2016): *The Box. How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*. Princeton: Princeton University Press, 43–46.

a normandiai partraszállás⁷ lebonyolítása, illetve azt követően az Európában harcoló csapatok logisztikai biztosítása! A partraszállást, és ami azután jött, logisztikai szempontból tovább nehezítette, hogy az ellenség nem szándékozott kiengedni kezei közül az atlanti kikötőket, amelyeken keresztül a művelet logisztikai igényét biztosítani lehetett volna. Egy erődített kikötő épségben elfoglalása az 1942. augusztusban történt dieppe-i partraszállás tapasztalatai szerint reménytelen vállalkozásnak tűnt. Ezt az előrelátást a későbbi események is igazolták, mert bár az atlanti kikötőket a partraszállás után csak jóval később sikerült elfoglalni, köztük elsőnek Cherbourg kikötőjét, ezek hosszú ideig alkalmatlanok voltak hajók kiszolgálására a kikötői berendezések nagy fokú rombolása, illetve a kapacitások szűkössége miatt, és csak lassan tehermentesítették a kihívás előrelátása alapján megépített és a tengeren a helyszínre vontatott két mobil kikötőt. A hadtörténészek által Mulberry kikötők néven említett úszó és rendeltetési helyen telepíthető eszközök kitűnőre vizsgáztak az utánpótlás partra juttatásában annak ellenére, hogy az egyiket egy vihar néhány nap működést követően elpusztította.⁸ Ezek nélkül jóval tovább tartott volna a művelet, ami a háború elhúzódását is okozhatta volna, ha az utánpótlás, illetve a katonai járművek kirakodása a kikötői rámpán nem lett volna ilyen gyorsan lehetséges.

Az előbb említett két példán keresztül érdemes megfigyelni, hogy az emberi erőforrás oldaláról is jelentős különbség, ha nincs lehetőség hatékony intermodális szállítási megoldás választására (itt konténerek alkalmazása, illetve gyakorlatilag a Ro-Ro-szállítás lehetőségére gondolok).

A katonai logisztikai biztosítás térfeléről választott példa arra is felhívja a figyelmet, hogy nem mindegy, mekkora egy logisztikai feladat emberierőforrás-igénye. A szabványkonténerek alkalmazása lehetővé teszi szintén szabványos rakodógépek használatát, ami nemcsak felgyorsítja a folyamatot, hanem az emberi erőforrásokkal is takarékosan bánt. Missziós feladat végrehajtása esetén, ahol jelentős tartalékok híján igencsak véges erőforrások állnak rendelkezésre, ez különösen jelentős kérdés. Ráadásul a támogató feladatokra fordítandó relatív kisebb erőforrásigény segít a harcoló és a támogató feladatkörök közötti optimálisabb arányok biztosításában. Ezek az előnyök a koreai háború alatt már kezdtek megmutatkozni.

A továbbiakban tekintsük át, hogy mely feltalálóknak köszönhető a kereskedelmi konténerek és a hozzájuk kapcsolódó intermodális szállítás újítása!

A feltalálók

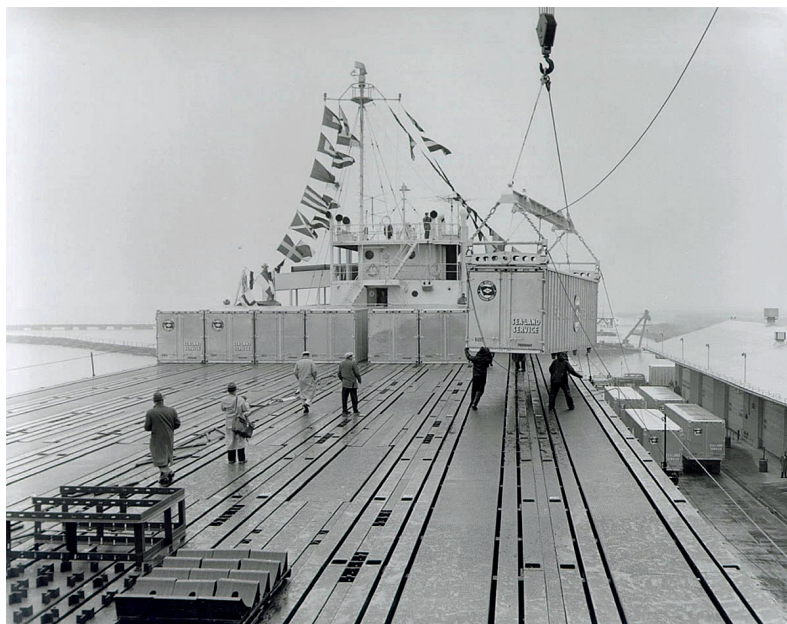
Az áruszállító konténerek feltalálójaként sokan az amerikai Malcolm McLeant (1913–2001) ünneplik, aki egykori kamionsofőrként felvetette az egységrakomány-képzés

⁷ „Bolero” hadművelet (2019). In KRAJNC Zoltán (főszerk.): *Hadtudományi lexikon. Új kötet*. Budapest: Dialóg Campus, 105.; „Overlord” hadművelet. In KRAJNC Zoltán (főszerk.): *Hadtudományi lexikon. Új kötet*. Budapest: Dialóg Campus, 858.

⁸ Bruce QUARRIE (1999): *The Ardennes Offensive*. Oxford: Osprey; Adrian R. LEWIS (2016): Mulberry. *Encyclopedia Britannica*, 2016. március 3.

szükségességét, és saját vállalkozásában sikeresen alkalmazta azt. Ő maga – aki fél életét közúti fuvarozóként dolgozta le – úgy emlékszik vissza az ötletére, hogy órákig állt sorban a Jersey City-i mólónál, hogy lerakodják a teherautóját. A várakozás közben azon gondolkodott, hogy miként lehetne felgyorsítani a teherautóról a hajóra való átrakás folyamatát. Rájött, hogy gyorsabb lenne, ha egyszerűen csak felemelnék a teljes teherautót a hajó fedélzetére.⁹

Az ötlet ekkor még az egységrakomány-képzés egy másik megközelítéséről szólt, amelynek során a két közlekedési alágazat együttműködése úgy történt, hogy a közúti szállítóeszközt rakománnyal együtt vette fedélzetére a hajó.¹⁰ A szabvány szerint épített konténerek alkalmazása csak később jelent meg.



1. ábra: Konténerek rakodása 1956-ban az első konténerszállító hajó, az *Ideal-X* fedélzetére
Forrás: SeaLand/Maersk társaság gyűjteménye

McLean szerint e gondolat még 1937 végén pattant ki a fejéből, majd 18 évvel később továbbgondolta azt, és ekkor jöttek számításba a konténerek. 1955-ben vett egy háborús

⁹ LEVINSON 2016: xi-xiii.

¹⁰ A kamionok fedélzetre vétele itt még daruval történt. Ezt tovább egyszerűsítő kombinált szállítási mód, amely során megfelelően kiépített rakodórampák és áthidaló szerkezetek segítségével képesek a kamionok a hajó fedélzete és a part között saját kerekükön közlekedni. Az úgynevezett Ro-Ro-szállítás (a rövidítés a „Roll-on Roll-off rendszer” elnevezésből származik) a kombinált szállítás fejlődésének kétségkívül leg-sikeresebb, konténerizációtól eltérő másik iránya. SZEGEDI Zoltán – PREZENSZKI József (2017): *Logisztika-menedzsment*. Budapest: Kossuth, 150. A hajóra való felhajtást segítő rampák alkalmazásával egyidejűleg felmerült, hogy a háború után a hadsereg kiselejtezett partra szálló hajói kisebb átalakításokkal alkalmasak Ro-Ro-hajónak. Sok ilyen átépítés történt az USA-ban, és ezeket használták a part menti kereskedelem-ben kamionok és rakományuk szállítására. LEVINSON 2016: 41.

tartalékkészletből kielejtezett T2 típusú tartályhajót, és átépítette úgy, hogy a folyékony rakomány szállítása mellett alkalmas legyen 35 láb hosszú konténerek fogadására is a felső fedélzeten. Az *Ideal-X* nevű hajóval 1956-ban elindította a konténeres tengeri áruszállítást. Az első út április 26-án a New Jersey állambeli Newark kikötője és a texasi Houston kikötője között történt, és csak öt napig tartott.¹¹

A hajó 58 db 35 láb hosszú (8 láb széles és 8 láb magas) alumíniumkonténert szállított, valamint 15 000 tonna ömlesztett kőolajat tartalmazó normál rakományt. A konténerek berakodása kevesebb mint nyolc óra alatt történt, amely szokatlanul rövid időnek számított ilyen mennyiségű darabáros rakomány esetén.¹² A konténerizáció kezdeti kísérletei a tengeri hajóra, illetve hajóról az átrakodási idő és költségek csökkentését célozták. A konténerizáció előtt egy teherhajó jellemzően ugyanannyi időt tölthetett a kikötőben be- és kirakodással, mint amennyi időt a tengeren a tényleges szállítással.¹³

McLean zseniális ötletének 1937-es keletkezésére azonban valójában nincsenek bizonyítékok, és ha csak a megvalósítást vesszük figyelembe, akkor arra jutunk, hogy a hajózási társaságok és a vasutak már emlékeztet Jersey Citybe tett utazása előtt is kísérleteztek konténerekkel az Egyesült Államokban. Tulajdonképpen a konténerek már széles körben használatosak voltak Észak-Amerikában és Európában, amikor McLean első hajója 1956-ban útnak indult,¹⁴ mint ahogy korábban az amerikai hadsereg példáját is láttuk, legfeljebb a kísérletezés, illetve a korai elszigetelt alkalmazás ténye nem volt közismert.

A konténeres szállítás kezdeti sikerét látva 1960-ban a New York-i/New Jersey-i Kikötői Hatóság úgy döntött, hogy Newark mellett megépíti a világ első kikötői konténerterminálját, a Port Elizabeth tengeri terminált, előre látva a konténeres áruszállításban rejlő gazdasági lehetőséget. Ezt követően a világon egyre többen ismerték fel annak a követelményét, hogy a kikötők alkalmasak legyenek a konténerek fogadására és speciális igényeik kiszolgálására, amelyet konténerterminálok növekvő számú megépítésével igyekeztek elérni. Ez szintén fontos mérföldkő a globális konténeres ellátóláncok kialakulásában, hiszen így már nemcsak a „doboz”, a dobozokat mozgó gépek és az ehhez a tevékenységhez szükséges eljárások szabványosítása történt meg, hanem a kikötői, majd később a „száraz kikötők” képzavarral illetett szárazföldi konténertermináloké is.

Még 1960-ban McLean megalapította SeaLand Company nevű cégét (utalva a szállítási módok közötti együttműködésre), amely 1965-ben a világon elsőként rendszeres tengeri konténerszállítási szolgáltatással kötötte össze Észak-Amerikát Európával.¹⁵ Ez az útvonal tekinthető a konténeres áruszállítás első kontinenseken átívelő rendszeres kapcsolatának.

¹¹ European Conference of Ministers of Transport (1980): *Transport and the Challenge of Structural Change. Introductory Reports and Summary of the Discussion*. Paris: OECD, 142.

¹² Jean-Paul RODRIGUE – Claude COMTOIS – Brian SLACK (2013): *The Geography of Transport Systems*. London – New York: Routledge. 62.; Daniel M. BERNHOFEN – Zouheir EL-SAHLI – Richard KNELLER (2016): Estimating the Effects of the Container Revolution on World Trade. *Journal of International Economics*, 98, 36–50.

¹³ LEVINSON 2016: xii.; RODRIGUE–COMTOIS–SLACK (2013): 62.

¹⁴ LEVINSON 2016: xii.

¹⁵ RODRIGUE–COMTOIS–SLACK 2013: 63.

A konténerszállítás megszületése és kezdeti fejlődése az 1950-es és 1960-as években főként az Egyesült Államokban történt, amely McLean mellett egy másik autodidakta üzletember, Graham Brush nevéhez köthető. Brush a vasúti szállítás területéről érkezett, ezért őt elsősorban a vasút-tenger kapcsolat foglalkoztatta. Még 1929-ben alapította meg Seatrain nevű cégét, hogy kifejelessze a vasúti tehervagonok tengerentúli szállítását speciálisan erre a célra tervezett hajókon.¹⁶ Ez a terv amerikai szabványnak megfelelő, zárt áruszállító tehervagonok tengeri szállításával foglalkozott, majd elvezetett a konténerizáció problémájához.

1979. szeptember 24–28. között Isztambulban ülésezett a közlekedési miniszterek európai konferenciája.¹⁷ A szervezet által rendezett nemzetközi szimpózium a közlekedésgazdaságtan elméletéről és gyakorlatáról szólt. Ennek során tekintettek vissza, és elevenítették fel a konténerek alkalmazásának kezdeteit. Megállapították, hogy Nagy-Britanniában már 1830-tól használtak postavonatokhoz kapcsolt platós vasúti kocsikat, amelyekre portáldaruval emeltek fel postakocsikat. Ez lehetett a Ro-La,¹⁸ a kombinált áruszállítási mód őse. Az 1930-as évektől alkalmaztak Európa különböző részein közúti és vasúti kombinált szállítási technológiákat konténerek segítségével. Jeroen de Haas említést tesz könyvében még az előbb említettnél is korábbi időpontról.¹⁹ Angliában a modern konténerekhez hasonló dobozokat már 1792-ben használtak vasúti és lóvonatú járműveken áruszállításra.²⁰

Kétségtelen azonban, hogy a technológia ugrásszerű fejlődése a tengeri szállításnak köszönhető.²¹ Azt hiszem, hogy e tényekre alapozva biztonsággal kijelenthetjük, hogy az áruszállítással foglalkozó szakembereket folyamatosan foglalkoztatta olyan újítások kidolgozása, amelyek segítségével az áruszállítást gyorsabbá, olcsóbbá és nem utolsósorban biztonságosabbá lehet tenni.

Nagyon sok innovatív gondolat, kísérlet, próbálkozás volt arra, hogy az egységrakomány-képzés területén megtalálják az ideális megoldást. Ezek az erőfeszítések azonban nem csak a polgári logisztika területéről származnak. A katonai logisztikusoknak legalább ilyen motiváló kihívásokkal kellett szembenézniük, ha nem még ennél is súlyosabbakkal. Ahogy arra Báthy Sándor rámutatott, a civil logisztikai lánc végén álló vevő, illetve a láncolat tagjai közötti együttműködést befolyásoló haszon tartja mozgásban a hálózatszerű rendszert. Katonai párjánál azonban a lánc végén a katonai szervezetben felhasználóként (és nem vevőként) találjuk meg a katonát, a technikai eszközt vagy az objektumot. A szereplők közötti együttműködést pedig – a gyártás kivételével – nem a gazdasági haszon, hanem a felhasználói igények hatékony kielégítése, a katonai feladatok megoldása, másként fogalmazva a katonai siker motiválja.²² Míg polgári társánál a logisztika kudarca az ellátási lánc megszakadásában és az elmaradt

¹⁶ Jeroen DE HAAS (2016): *Gard Guidance on Freight Containers*. Arendal: Gard, 24–25.

¹⁷ European Conference of Ministers of Transport (ECMT).

¹⁸ Ro-La: Rollende Landstrasse, azaz „gördülő országút”.

¹⁹ ECMT 1980: 142.

²⁰ DE HAAS 2016: 24.

²¹ ECMT 1980: 142.

²² BÁTHY Sándor (2008): A honvédelmi célú tartalékok szerepe az ellátási láncban. *Hadmérnök*, 3(3), 88–95.

profitban mérhető, addig a katonai szervezetek ellátási rendszerének, a műveleti ellátási lánc megszakadásának ennél lényegesen súlyosabb következménye lehet, amely harci helyzetben az ellátás nélkül maradt katonai szervezetnek nemcsak a működését, hanem a túlélőképességét is veszélyeztetheti.

Horváth Attilával úgy gondoljuk, hogy a biztonságot nem elegendő a kereskedelmi ellátólánc egyes pontjain biztosítani, hanem annak teljes hosszában fenn kell tartani megfelelő színvonalon a konténeres szállítórendszer integritását a megszakításmentes hálózat működése érdekében.²³ A téma szakértői által „háztól házig biztonságnak” nevezett megközelítést mások is osztják,²⁴ amelynek befolyása van a lánc működésén keresztül a szállítmányok célba juttatása kapcsán az idő és a költség tényezőjére egyaránt. A kereskedelmi ellátóláncokban áramló áruk áramlási sebességének felgyorsítása és az ehhez kapcsolódó előnyök (a költségek és az emberi munkaerőigény csökkentése, a szállítóeszközök jobb kihasználása, a biztonság növelése) a sok befolyásoló tényező közül emelkednek ki. A katonai és nem katonai ellátóláncok működésében a konténerek megjelenése és globális elterjedése nemcsak egy zseniális feltalálónak, Malcolm McLeannek, hanem név szerint ismert és ma már a névtelenség homályába burkolódzó újítók sorának köszönhető.

Az elterjedés előtt álló akadályok: a szabványosítás problémája

McLean példájára visszatérve tulajdonképpen ő is saját szabványt alkotott, amikor vállalkozásában a 35 láb hosszú egység mellett döntött, és ennek kezelésére méretezett eszközeit. Ennek hátterében az húzódott meg, hogy akkoriban az Egyesült Államokban a szokásos teherautó-vontatmány (pótkocsi) mérete is pontosan ekkora volt. Ez a hossz viszont jórészt annak volt köszönhető, hogy ekkor még az államok közötti autópálya-hálózat²⁵ kiépülése előtt jártak, és a közúti szállításra használt normál utak fordulási sugara nem tette lehetővé a ma már elterjedtebb, hosszú pótkocsik használatát.²⁶

A konténerek korai alkalmazói nemcsak a kísérletezés örömet és siker esetén a haszon gyümölcseit nyerték, hanem állami beavatkozás hiányában azt is, hogy a szabványosítás

²³ HORVÁTH Attila – CSABA Zágon (2015): Critical Transport Infrastructure Protection: A Research on the Security of the Supply Chains. *Economics and Management*, 6(2), 47–54.

²⁴ ECMT (2005): *Container Transport Security Across Modes*. Paris: OECD, 57.

²⁵ Ennek létrejöttéhez is jelentős részben katonai indokok vezettek. 1919-ben egy katonai gépkocsikonvojval tesztelték a keleti parthoz közeli szövetségi főváros és a nyugati parton fekvő Los Angeles közötti út időigényét valóságos körülmények között. A vizsgálat csak a közúti szállítás igénybevételével számolt, lehetséges rendkívüli helyzetet modellezve. A 62 napig tartó átkelés rávilágított arra, hogy észszerű idő alatt a feladat nem teljesíthető. A tesztben még alezredeként részt vevő Dwight D. Eisenhower később 1941-ben F. D. Roosevelt elnök a Nemzeti Interregionális Autópálya Bizottság élére nevezte ki, aminek köszönhetően az 1952-ben megkezdődő munkálatokat Eisenhower már az USA elnökeként felügyelte. A rövidítve csak „Interstate Highway System”-ként hivatkozott és 48 500 mérföld hosszú autópálya-hálózat tiszteletére a Dwight D. Eisenhower National System of Interstate and Defence Highways nevet kapta. Michael A. MARTORELLI (2021): Developing the Interstate Highway System. *Financial History*, 136(3), 28–31.

²⁶ RODRIGUE–COMTOIS–SLACK 2013: 63.

kérdésébe nagyobb beleszólást kaptak, hiszen másutt nem vagy csak kevés tapasztalat állt rendelkezésre.

Az 1950-es évek végére megjelenő konténerigényeket több gyártó is igyekezett kielégíteni. A New York-i The Marine Steel Corporation például ebben az időben nem kevesebb mint 30 különféle méretű konténert gyártott.²⁷ Hamar nyilvánvalóvá vált, hogy szükség van egy könnyebben kezelhető méretrendszerre, és ennek elterjesztéséhez az egységesítésre. Ehhez figyelembe kellett venni a tengeri, a vasúti és a közúti áruszállítási alágazatok igényeit is (ekkor még a légi áruszállítás bekapcsolása a konténerizációba nem merült fel), hiszen a cél az intermodalitás és az interoperabilitás megteremtése volt kombinált konténeres szállítási rendszer létrehozásával.

Intermodalitás alatt különböző áruszállítási módok (közlekedési alágazatok) hatékony együttműködését értjük, amelynek célja a felhasználó- és környezetbarát áruszállítási rendszer megvalósítása. Ez egyrészt a közlekedési alágazatok vertikális együttműködésében nyilvánulhat meg – például vasúti szállításról átrakást követően közúton érkezik célba az áru –, másrészt a kombinált szállítási módok valamelyikével történhet (például közúti csereszekrény szállítása vasúton). Mindkét esetben az áruszállítási hálózatban csomópontok (áruforgalmi központok, logisztikai központok, terminálok) kiépítése szükséges. Ezek működése gyakran országok közötti összehangolást igényel. Az összehangolt működésnek műszaki feltételei is vannak, amelyek közé tartozik például az egységrakományképző eszközök fejlesztése, a konténerek szabványosítása és rendszeresítése.²⁸

Interoperabilitás alatt pedig az eltérő szállítási módok közötti átjárhatóság biztosítását értik, a csatlakozó rendszerek zavartalan együttműködési feltételeinek megteremtésével. Ezek lehetnek műszaki-technikai jellegű feltételek, mint például a különböző szállítási módok által egyaránt kezelhető konténerek vagy a vasúti közlekedésben azonos nyomtáv alkalmazása, vagy szervezési jellegű feltételek is, amelyekre példa a kombinált szállítás szakszerű szervezése, a menetrendek észszerű illesztése, a telematikai rendszerek alkalmazása. Az interoperabilitás biztosításának jogi feltételei is lehetnek, mint például a kereskedelmi lánc résztvevői felelőssége kérdésének pontos szabályozása.²⁹

A szabványosításnál azonban nem volt elegendő a konténerekre vonatkozó nemzeti, majd nemzetközi szabványok³⁰ kidolgozása, hanem számítani kellett az árumozgatásban részt vevő gépek egységesítésének kihívásaira is. Olyan méretrendszert kellett tehát kialakítani, amely mindhárom közlekedési alágazat számára és a gépek szempontjából egyaránt megfelelő.

Az USA Tengerészeti Hivatala 1958-ban megelégtelte a konténerek mérete terén kialakult kaoszt, és két bizottságot hozott létre a szállítmányozók, a hajóépítők, a haditengerészet és más fontos szereplők részvételével. Az egyik bizottság foglalkozott a méret

²⁷ LEVINSON 2016: 170–201.

²⁸ SZEGEDI–PREZENSZKI 2017: 123.

²⁹ SZEGEDI–PREZENSZKI 2017: 123.; vö. Incoterms-szabványok.

³⁰ Napjainkra a Nemzetközi Szabványügyi Testület (ISO) gondozásában 141 szabvány érhető el az áruszállító konténerekre vonatkozóan. Közülük talán a legfontosabb az áruszállító konténerek ISO 830 számú szabványa, de található például a biztonságos konténerek feltételeire, a rádiófrekvenciás áruszállítókonténer-nyomkövetőkre, a konténerek automatikus azonosítására vagy a konténermozgató eszközökre és még sok más kapcsolódó dologra is szabvány. Lásd részletesen a testület internetes oldalát: <https://iso.org>

szabványosításával, a másik pedig tanulmányozta a megfelelő konténerek tömeges gyártásához szükséges műszaki feltételeket. A szabványosításhoz az érintettek egyezsége jutása szükséges, ezért ezek a szervezetek az egyeztetések és a viták színterei lettek.

Felmérés is készült arra vonatkozóan, hogy az Egyesült Államokban az állami szektoron kívül hány és milyen méretű konténer létezett. Az 1959-re elkészült kutatás 58 ezer ilyen konténerről beszélt, amelyek közül 43 ezernek az alapja a 8×8 láb méretű négyzetnél kisebb volt (kiskonténerek), 15 ezer pedig ennél nagyobb. Ezek jórészt két tengeri szállítással foglalkozó cég, a Pan-Atlantic Steamship Corporation SeaLand és a Matson tulajdonában voltak.³¹

A Matson nagy érdekeltséggel rendelkezett az élelmiszer-tartósító iparban, és portfóliójának jelentős részét a konzervananasz szállítása tette ki. Márpedig ha ezzel a rakománnyal egy 35 láb hosszú konténert megtöltöttek, az messze túllépte a konténermozgató targoncák teherbírását, és ezért a cég a 24 láb hosszú konténereket preferálta. Természetesen a szabványosítási tárgyalásokon is az üzleti érdekeinek megfelelő méretek szabványosítását képviselte. A Grace Line nevű cég, amelyik a Venezuela kanyargós hegyi útjain való szállításban látott üzletet, a 17 láb hosszú dobozok elterjesztését javasolta. Volt még két további szempont a szabványosításnál. Az egyik a már említett tényező, hogy olyan konténerméretek kell választani, amelyek minden szállítási alágazat számára megfelelnek, és nemcsak az egyik számára ideálisak. A másik az időzítés kérdése, vagyis az, hogy végül is mikorra kell megállapodni a szabványokban.³² A vasutak példája mutatja, hogy azok már több évtizede léteztek, mielőtt az összeegyeztethetetlen nyomtávok súlyos problémaként jelentek volna meg. A konténerszállítás vadonatúj volt, és a szabványosítás erőltetése az iparág fejlődése előtt mindenkit olyan konstrukciókhoz köthetett, amelyek később nem bizonyultak volna kívánatosnak. Gazdasági szempontból tehát minden ok megvolt arra, hogy kétségbe vonják az 1958-ban megkezdett állami szabványosítási folyamat kívánatos voltát. Ha a kormányhivatalok akkoriban rutinszerűvé tették volna a költség-haszon tanulmányok készítését, akkor valószínűleg soha nem kezdődött volna el a konténerek szabványosításának teljes folyamata. A két legnagyobb konténerflottát birtokló társaság azonban mégis kimaradt az általuk létrehozott ipar szabványosítását elvégző bizottságból, mert nem kértek állami támogatást ehhez, és így egyszerűen nem hívták meg őket. A bizottságok – szerencsére – nem egy konténerméretben állapodtak meg, hanem „méretcsaládot” hoztak létre. Hamar megegyeztek 8 láb szélességben a hazai elvárások alapján, és néhány tengerentúli vasúti társaság keskenyebb szállítási képességét figyelmen kívül hagyták. Nagy vita volt a magasság terén, ahol a tengeri szállítók a 8 láb, míg a közúti fuvarozók a 8 és fél láb magasság mellett érveltek – utóbbiak azért, mert így nemcsak több áru fér el egy konténerben, hanem a targoncák is képesek a konténer belsejébe hajtani. A bizottság kompromisszumos döntést hozott azzal, hogy legalább 8, legfeljebb 8 és fél láb magasságú konténert vár el. A konténerek hossza nehezebb kérdésnek bizonyult. A család méreteinek meghatározásakor a modularitás és a felcserélhetőség játszott szerepet, továbbá az, hogy két rövidebb konténer rátehető legyen

³¹ LEVINSON 2016: 170.

³² LEVINSON 2016: 173.

egy hosszabbra annak károsodása nélkül, ezért a maximális tömeg meghatározása is kulcsfontosságúvá vált.³³

A példa jelzi, hogy a szabványosításnak többféle szempontot kellett figyelembe vennie ahhoz, hogy biztosítsa az eszköz előnyeinek optimális kihasználhatóságát. Lehetséges továbbá, hogy egyszerre több szabvány is egymás mellett él, és számtalan próba, gyakorlati tapasztalat alapján dől el, hogy kinek melyik válik be, ami befolyásolja a szabványos eszközök elterjedését.

A manapság leginkább elterjedt fémkonténerek a 20 és 40 láb hosszú, illetve 8 láb széles és 8 és fél láb magas szárazáru befogadására alkalmas konténerek, amelyek a világ konténerflottájának mintegy 90%-át teszik ki. Tengeri forgalomban gyakoriak még a 45 láb hosszú változatok. De hogy miért pont ezekre esett a választás a többféle, különböző, már használt méret közül, annak is részben katonai okai voltak, hiszen nemcsak a polgári, hanem a katonai szállítás igényeit is célszerű volt figyelembe venni a felcserélhetőség és a moduláris kialakítás érdekében.

Az innováció folyamata

A technológiai újítások (csakúgy, mint az újonnan megjelenő áruk és szolgáltatások) elterjedéséhez messze nem elegendő, hogy valaki jó ötlettel álljon elő. Az ötlet kipattanása és a bevált elgondolás helyi, sőt globális elterjedése időigényes folyamat, és messze nem lineáris jellemzőkkel rendelkezik az idő múlásával összevetve. Az elterjedés jelenségét több tudomány művelői is vizsgálták, amely modellezéséhez eloszlási függvények nyújtottak segítséget. A tanulmánynak nem célja ezek részletes ismertetése, mivel azonban nem kerülhető meg teljesen ez a téma, röviden foglalkozom ezzel. Everett M. Rogers úgy tartja, hogy „[a]z elterjedés az a folyamat, amelynek során egy újítást bizonyos csatornákon keresztül idővel egy társadalmi rendszer tagjai között kommunikálnak.”³⁴ A Carl Friedrich Gauss német matematikus által felfedezett természeteseloszlás-függvényen³⁵ alapszik Rogers elmélete, amely szerint az időigényes korai alkalmazást erőteljes felfutó fázis követi – azt követően, hogy az összes szereplő nagyjából 10–20%-át kitevő korai felhasználók már adaptálták az új technológiát. Ez az arány szükséges ahhoz, hogy az újdonság áttörést érjen el, és eljusson a gyors felfutási fázisba.³⁶ Itt már rendelkezésre állnak a korai alkalmazói tapasztalatok, és ez is hozzájárul ahhoz, hogy viszonylag rövid idő alatt sokan döntenek az újdonság mellett. Végül fogyatkozni kezdenek azok a lehetséges felhasználók, akik még nem alkalmazzák az új technológiát, ezért az elterjedési arány 100%-ához közelítve a görbe ellaposodik, és csak csekély növekedést mutat a csúcspontig. Rogers S-görbéjén nem látszik, azonban az elterjedtségi csúcstól előbb-utóbb hanyatlás követi, amely újabb és újabb innovációk elterjedésének biztosít helyet a vizsgált szektorban. Ezt a hullámozó elterjedési jelenséget felfedezője

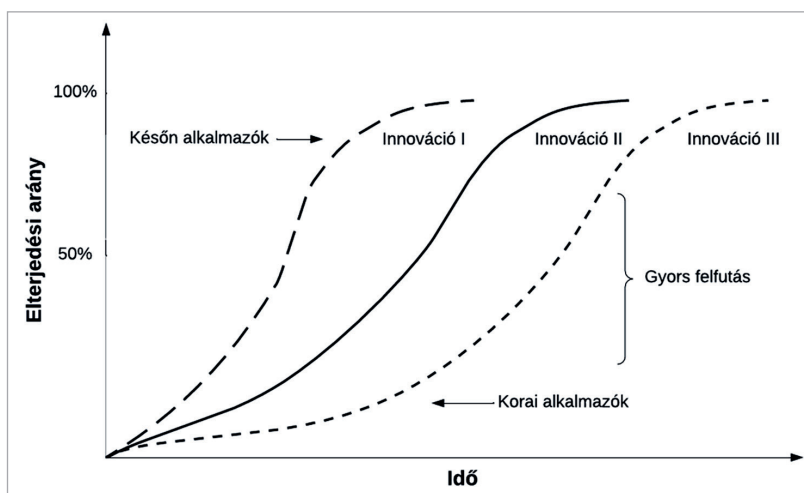
³³ LEVINSON 2016: 171–176.

³⁴ Everett M. ROGERS (2003): *Diffusion of Innovations* [ePub]. New York: The Free Press, 74.

³⁵ Másik ismert elnevezése: haranggörbe.

³⁶ ROGERS 2003: 75–76.

után Kondratyev-ciklusnak vagy K-ciklusnak nevezik. David Guerrero és Jean-Paul Rodrigue mérései alapján 45–60 éves periódusként írható le a konténerek elterjedésének ciklusa, habár a szerzők is megemlítik, hogy vitatott a konténerizáció K-ciklusként történő leírhatósága.³⁷ Figyelembe véve a korai kísérletezőkre talált és az említett időkeret jóval megelőző „lappangó ötletek” példáit, lehetséges, hogy a konténerizációra nem alkalmazható Kondratyev elmélete. Ettől függetlenül az elterjedés hullámszerűségét e tanulmány szerzője nem vitatja.



2. ábra: Rogers elterjedési görbéi (S-görbék) három, különböző terjedési sebességgel rendelkező innováció esetén

Forrás: a szerző szerkesztése ROGERS 2003: 74. alapján

Guerrero és Rodrigue előbbi, illetve Rodrigue és Theo Notteboom cikkére³⁸ alapozva azonban fontos megemlíteni, hogy a konténeres áruszállítás elterjedése szempontjából elsődleges tengeri szállítás területén az eddig tapasztaltak alapján legalább öt hullámot lehet elkülöníteni. Ezeket számos tényező hatása váltotta ki, amelyek között említhetők például az azokban a kereskedelmi szegmensekben érdekelt szereplők, ahol a konténerizáció versenyelőnyöket biztosított. Szintén idetartozik a kikötők építése és a közöttük húzódó hálózati kapcsolat folyamatos fejlődése, továbbá a kikötőnek a hálózatban betöltött szerepe vagy ezek megváltozása. Említést érdemelnek a konténerszállító hajók építésében megjelenő újabb és újabb generációk. A konténerszállító hajók raktérméretei a szabványos nagy konténerek méreteihez igazodnak, egyes típusaik (a konténerek egymásra helyezésével) 6–10 ezer konténer szállítására is alkalmasak.

A fejlődés lépcsőfokaira térve az említett szerzők úgy gondolják, hogy az első hullám a korai alkalmazóké volt, amely időben 1956 és 1975 közé esett. Ezek az úttörő projektek

³⁷ David GUERRERO – Jean-Paul RODRIGUE (2014): The Waves of Containerization: Shifts in Global Maritime Transportation. *Journal of Transport Geography*, (34), 151–164.

³⁸ Jean-Paul RODRIGUE – Theo NOTTEBOOM (2009): The Geography of Containerization: Half a Century of Revolution, Adaptation and Diffusion. *GeoJournal*, 74(1), 1–5.

az Észak-Amerika, Nyugat-Európa és Japán néhány kikötője közötti kereskedelem terén korlátozottan zajlottak. A második hullám az előbbieket közvetlen kereskedelmi partnereire terjedt ki, és időben 1970 és 1985 közé esett. Így kapcsolódtak be kikötők a karibi és a mediterrán térségből, illetve az „ázsiai tigrisek”. Ezt a hullámot a konténerizáció bevezetése iránti erőfeszítésnek tekinthetjük. A harmadik hullám már az új nagy nemzetközi piacokon való elterjedést szolgálta. Ez a nagymértékű terjedés már elért több kikötőt Latin-Amerikában, a Közel-Keleten és Dél-, illetve Délkelet-Ázsiában. Az 1980 és 1990 közé eső szakasznak a mozgatója a globális ellátási láncok kialakítása volt, amely érdekében nagy átrakodási csomópontokat hoztak létre. Napjaink legnagyobb forgalmú konténerkikötője, Szingapúr is ekkor kapcsolódott be a rendszerbe, összekötve főként a távol-keleti árutermelést az európai fogyasztókkal. A negyedik hullám, amelyet két külön részre osztottak, 1995-ben kezdődött a kínai nagy kikötők becsatlakozásával: ahogy Rodrigue nevezte, „a kínai hullámmal”³⁹ a konténer a világgazdaság szabványos szállítószerkezetévé vált. 2000-től a globális ellátási láncok bővülése és a jobb hozzáférés érdekében új átrakodási csomópontok alakultak ki. Ekkor jut el a konténerhajók építése a Panama-csatorna méreteit túllépő, úgynevezett Post-Panamax szabványhoz. Az ötödik hullám a 2005 után épített új kikötőkhöz kapcsolódik, amelyek az addigra forgalmi csúcsokat és így torlódásokat elszenvedő nagy forgalmú kikötők kiváltására jöttek létre. A ma is zajló hullám újabb redundáns hálózatok létrehozásával igyekszik a konténeres áruszállítás további fejlődését szolgálni.

A hadsereg mint az innováció motorja

Az újítások gyakran fegyveres konfliktusokhoz kapcsolódóan vagy azok eredményeként következnek be. A háborús erőfeszítések, a hadsereg sikeres alkalmazásához köthető motivációk felgyorsítják az innovációt, és a technikai fejlődést szolgálják. Ilyenkor régi ötletek is előkerülnek, amelyek újfent kipróbálása, továbbfejlesztése, a velük történő kísérletezés, illetve az elgondolások finomítása, kidolgozása mind a fejlődést szolgálja. A konténerkoncepció sem kivétel ez alól.

Az amerikai hadsereg a II. világháború alatt kezdett kísérletezni a konténerekkel, hogy gyorsan eljuttassa az élelmiszert és a lőszert a frontvonalakra, és időt nyerjen a kikötőkben történő be- és kirakodás során. A konténeres technológia elterjedéséhez az első lökést a katonai szállítási igények adták: 1942 és 1945 között az Egyesült Államok már rendszeresen használt kisebb konténereket az európai hadszíntéren lévő haderő ellátásához. További szempont volt a szállítás során bekövetkező károk (elvesztés, sérülés, dézsmálás) csökkentése is.

Az amerikai katonai jelentések a koreai kikötőkbe érkezéskor bekövetkezett törésekről számolnak be, mivel a koreai rakodók arra törekedtek, hogy a lehető leggyorsabban szállítsák el az árut. Számos jelentés érkezett lopásról is, mivel a tételek nem voltak biztosítva, és kisebb mennyiségben könnyen kivehetők voltak egy tételből vagy kötegből.

³⁹ RODRIGUE–NOTTEBOOM 2009.

A koreai háború során Puszan kikötőbe érkezett és ott kirakodott ládák majdnem 90%-át a koreai rakodómunkások elejtették és összetörték. A rakománydézsmálás is mindennaposná vált. A hadsereg a kikötőn keresztül érkező összes élelmiszer-mennyiség 10%-át vesztette el ilyen okok miatt.⁴⁰

A fentiek elkerülésére stabil acélkerettel ellátott, téglatest alakú dobozokat terveztek, amelyek megbízhatónak bizonyultak a szállításhoz, de nem lehetett egymásra rakni őket. Ezek a kezdeti konténerek viszont jól elférnek a vasúti kocsikon, a platós teherautókon és a hajók rakterében. A dobozokat folyamatosan optimalizálták, de a háborúnak vége lett, mielőtt bárkinek is sikerült volna megterveznie az első olyan robusztus és egymásra rakható konténerrendszert, amelyet ma ismerünk.

A koreai háború adott újabb lendületet a katonai konténerek ügyének. Az amerikai hadsereg szállító alakulatai előálltak a „Transporterrel”, amely merev, hullámosított fémlemezből készült újrafelhasználható konténer volt, amely valamivel több mint 4000 kilogrammnyi rakományt tudott szállítani. A mai felfogásunk szerint kis méretű⁴¹ konténernek számító Transporter hossza 8 láb 6 hüvelyk, szélessége 6 láb 3 hüvelyk, magassága pedig 6 láb 10 hüvelyk volt, egyik végén dupla ajtóval, négy felső sarkán pedig emelőgyűrűkkel. A négy tonna hasznos teher szállítására képes konténer tesztelésének a hadsereg mindössze 67 db-bal indult neki, de azonnal világossá vált, hogy az eszköz nagyon hasznos lesz, különösen a koreai háború közvetlen kezdetén.

1951-ben további 100 Transportert vásároltak a távol-keleti parancsnokságon belüli használatra. Japánból Koreába, majd vasúton az előretolt ellátási pontokra érzékeny, kritikus és értékes tárgyak szállítására használták őket.

A kísérlet, illetve a konténerekkel végzett logisztikai műveletek tanulmányozása bizonyította a konténer hatékonyságát. 1952 végén a Transporterrel szerzett tapasztalatok alapján továbbfejlesztették a katonai konténert „Container Express”, röviden CONEX konténerrendszerré. A CONEX mérete és kapacitása nagyjából megegyezett alapjául szolgáló módosított elődjével, és szintén modulárisan alakították ki. Fontos újítás volt, hogy ezekből a dobozokból akár hármat is egymásra lehetett rakni, és szerkezetüknek köszönhetően bármilyen időjárási körülmények között meg tudták védeni tartalmukat. A koncepció katonai használatban megbízhatónak bizonyult.⁴²

A koreai háború alatt az Egyesült Államokból körülbelül 31,5 millió tonna hadianyagot szállítottak Koreába – több mint kétszer annyit, mint a II. világháború alatt Európába. A háború úttörő szerepet játszott a CONEX konténerszolgáltatásainak elterjedésében, amely 1951 júniusában kezdődött a konténerek Japánból Koreába történő szállításával.

A CONEX-szolgáltatást 1952 novemberére már az Egyesült Államokból is tesztelték. A konténerek átlagos szállítási ideje lerövidült, és az ohioi Columbusban található központi raktárból a San Franciscó-i kikötőn keresztül a japán Jokohamában található raktárba történő szállításához már csak 27 nap volt szükséges, amely korábban 55 napot vett igénybe.

⁴⁰ Container History [é. n.]. *GlobalSecurity.org*.

⁴¹ 20 láb hossz alatti méretű.

⁴² John P. DiMOIA (2020): Reconfiguring Transport Infrastructure in Post-war Asia: Mapping South Korean Container Ports, 1952–1978. *History and Technology*, 36(3–4), 382–399.

A CONEX 1952-re teljesen szabványossá vált, és gyakorlatilag szükségtelenné tette az úgynevezett darabos ömlesztett áruk szállítását, amely a háború korai szakaszában a logisztikusoknak még problémát jelentett. A CONEX megoldotta ezeket a problémákat, és hamar felgyorsította a kirakodási folyamatot a kikötőben, mivel a daruk, alkalmazkodva a szabványméretű konténerekhez, gyorsan képesek voltak kiszolgálni a rakodási igényeket.



3. ábra: Kis méretű katonai konténerek az olaszországi Camp Darby amerikai támaszpont termináljában
Forrás: Google Maps

A SeaLand Corporation első konténerhajója 1956-ban állt szolgálatba, majd ezután a tengeri áruszállítás konténeresítése két irányban fejlődött az Egyesült Államokban: a fent említett parti forgalomban, valamint a délkelet-ázsiai háborúkkal kapcsolatos katonai szállítások által támasztott igények szerint. 1966-ban, 10 évvel az első konténerhajó szolgálatba állítása után konténeres hajójáratot vezettek be az Atlanti-óceánon át, és ettől kezdve a konténeres hajózást az egész világon kezdték kiterjeszteni a hajózási társaságok.⁴³

A konténerek váltak a vietnámi háború alatti logisztikai támogatás gerincévé is. A hadszíntérre induló szinte minden nagyobb katonai egység konténerekben szállította pótalkatrészeit és ellátmányát. Sok konténer soha nem tért vissza a hadszínterről, ehelyett más célokra használták őket, például parancsnoki állásokká, gyógyszer tárákká,

⁴³ ECMT 1980: 142.

hordozható raktárakká vagy bunkerekké alakították át őket. A konténerek több millió négyzetméternyi fedett tárolóhelyet biztosítottak, amely a hadszíntéren hiányzott.

A kereskedelmi ipar elkezdte kifejleszteni a konténerek mozgatásának módszereit. A vietnámi konfliktus alatt a SeaLand Container Services, Inc. mutatta be először a kizárólag konténerek szállítására tervezett konténerhajókat. Ezeket a hajókat intermodális rendeltetésű konténerek szállítására tervezték, ezért azokat vasúton, teherautón, hajón, illetve bizonyos feltételekkel légi úton is lehet szállítani. Ma már ezeket az eszközöket nemcsak a polgári kereskedelmi forgalomban, de valamennyi katonai haderőnemenél is használják. Az intermodális konténerek használata a legtöbb iparosodott országban elterjedt, és mára a globális szállítási rendszerek talán legértékesebb eleme.

A konténerek katonai felhasználásának irányai napjainkban

Jól látható, hogy a szabványkonténerek rendkívül hasznos szolgálatot tesznek a katonai logisztika számára. Folyamatos innováció jellemzi a területet, ahol újabb és újabb elgondolásokat próbálnak ki, illetve beválásuk esetén honosítanak meg.

A darabáruk szállítása a haderő szemszögéből fegyverek, lőszer, különféle csomagolt anyagok, alkatrészek, ruházat, élelmiszer-ellátmány szállítását jelenti.

Az amerikai szárazföldi csapatoknál például olyan új rendszert vezettek be az ellátmányok tárolására a dandárharcscsoportok ellátásánál, amely az igények szerint rugalmasan variálható rekeszrendszerrel tette még hatékonyabb szállítóeszközzé a konténereket. Egy ötletes eljárással a konténerben található különféle típusú, méretű és elnevezésű áruk megtalálását, hozzáférhetőségét gyorsította fel, amelyet a csapatok könnyen elcsatíthatnak, és így az utánpótlásukat szolgáló eszközök rendeltetésüknek megfelelően használhatók fel.⁴⁴

A speciális, folyadék szállítására alkalmas konténerek szintén szállíthatók a konténerek befogadására alkalmas szállítóeszközökön, ezért akár víz vagy üzemanyag-ellátmány is célba juttatható a konténerek segítségével.

A katonai létesítmények mellett konténerek kezelésére alkalmas területeket, terminálokat alakítanak ki, ahol nemcsak maguk a konténerek, hanem a szállításukhoz szükséges gépjárművek és rakodógépek is helyet kapnak.⁴⁵

A tábori infrastruktúra kiépítése és működtetése terén is szerepet kapnak a konténerek. Léteznek már ballisztikai védelemmel ellátott, összecsatolható, napelemmel vagy hibrid energiaforrással szerelt egységek is. Egy önálló fejlesztési irány a lakókonténereké, illetve a tábori körülmények közt kiépíteni szükséges különféle szolgáltatások is konténerekbe telepíthetők. Itt a vezetési pontok, a tábori kórház, de a szervizkonténerek és hasonlóak is említhetők.

A fejlesztés további iránya a fegyveres harc megvívásához szükséges nagyobb méretű berendezések vagy fegyverrendszerek „konténeresítése”. Az akár több elemből álló esz-

⁴⁴ Infinite American [@InfiniteAmerican] (2019): The US Army Implements a New System of Storing Supplies for the Supply of Brigade Combat Teams. *YouTube*, 2019. január 7.

⁴⁵ Vö. Camp Darby példáját.

közt a helyszínre szállítva csekély emberierőforrás-igénnyel a szállító eszközzel, illetve az arra szerelt árumozgató berendezésekkel vagy akár szabványrakodógépekkel gyorsan lehet telepíteni. Ugyanilyen könnyű a konténerekből álló eszközök, létesítmények ismételt szétszerelése és új rendeltetési helyükre szállítása.⁴⁶

Innovatív megoldások fejlesztése is napirenden van. Ezek közül az összecsukható oldalfalú lakókonténereket említtem, amelyek szintén gyorsan telepíthetők kevés gépi, illetve kézi munkaerőigényük miatt. A tíz, illetve húsz láb hosszúságú CN-10 és CN-20 szabványméretű konténerekből összecsukott állapotban öt db helyezhető el egy hagyományos merev oldalfalú konténer helyén. Ennek megfelelően a konténerbérleti, -kiszállítási, valamint -telepítési költségek terén idő, eszköz és költség takarítható meg. Különösen az emelkedő fuvar költségek szempontjából releváns, hogy míg például 10 lábas merev falú konténerből 60 egyidejű szállításához tíz kamion szükséges, addig ugyanennyi mennyiségű, de összecsukható falú konténerhez már csak kettő. Légi szállítás esetén hasonlóképpen helytakarékos megoldás az összecsukható konténerek választása. Míg szárazföldi szállítás esetén egységnyi szállítóeszközön ötször, a légi szállításban négyszer annyi összecsukható oldalfalú konténer helyezhető el a jármű rakterében.⁴⁷

Összefoglalás

A polgári és a katonai logisztikai szolgáltatások terén egyaránt elterjedt egységrakományképzésből kiinduló innovációs folyamatok meglepően hosszú múltra tekintenek vissza. Néhány újító ötlet, amely végül a kereskedelmi szabványkonténerek elterjedéséhez és rajtuk keresztül az intermodális szállítás ma már globális előnyeihez vezetett, a 19. században fogant. A kutatás során a témához kapcsolódó szakirodalom feltárását és elemzését végeztem el. Ennek során párhuzamba állítottam a polgári és a katonai logisztika térfeléről egyaránt érkező újításokat és az új megoldások elterjedését serkentő és hátráltató tényezőket egyaránt. Különösen érdekes a szabványosítás előtt tornyosuló kihívások története, amelyben az állami hatósági szereplők mellett igen fontos szerepet játszottak az újítók ötletein alapuló új szállítmányozó vállalkozások. Meglepő módon a haderők igényeit kiszolgáló katonai logisztikusoktól is legalább ennyi fontos újító javaslat származik, és a folyamatos kísérletezés fontos áttörésekhez vezetett, amelyek

⁴⁶ A Kanadai Fegyveres Erők példáján keresztül ismerhetjük meg ennek kihívásait, amely 2011-ben beszüntette a harci műveleteket Afganisztán Kandahár tartományában. A hadianyagot és a felszerelést több útvonalon keresztül szállították vissza Kanadába. Közel 1500 tengeri konténert, illetve további 200 raklapnyi anyagot és 800 járművet vittek vissza Kanadába légi, tengeri és szárazföldi módon. Bohdan KALUZNY – Raman PALL (2013): *Simulating the Repatriation of Canadian Forces Materiel from Afghanistan*. In *ICORES—Proc. Int. Conf. Oper. Res. Enterp. Syst.* Barcelona. 66–75.

⁴⁷ Összehasonlításképp az Embraer KC-390 és az Airbus A400M ATLAS típus figyelembe véve. Lásd részletesen: OTT István Dániel (2022): *Konténerek katonai alkalmazásának új lehetőségei. Hazai gyártású összecsukható konténerrendszerek a haderőben I. rész. Haditechnika*, 56(1), 50–55.; OTT István Dániel (2022): *Konténerek katonai alkalmazásának új lehetőségei. Hazai gyártású összecsukható konténerrendszerek a haderőben II. rész. Haditechnika*, 56(2), 49–56.

aztán elterjedtek nemcsak az e téren élen járó Amerikai Egyesült Államokban, hanem más országokban is.

A témában csak kevés magyar nyelven írt irodalmi forrás található. Olyan pedig hiányzik, amely az innováció történeti áttekintésére, a tanulságok levonására úgy vállalkozik, hogy a polgári és a katonai logisztika területéről egyaránt merít.

Felhasznált irodalom

- BÁTHY Sándor (2008): A honvédelmi célú tartalékok szerepe az ellátási láncban. *Hadmérnök*, 3(3), 88–95.
- BERNHOFEN, Daniel M. – EL-SAHLI, Zouheir – KNELLER, Richard (2016): Estimating the Effects of the Container Revolution on World Trade. *Journal of International Economics*, 98, 36–50. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2015.09.001>
- Camp Darby, Pisa, Olaszország. A Google Maps szolgáltatása. 2022. Online: <https://google.com/maps/place/Camp+Darby/@43.6236836,10.3510251,17z/>
- Container History [é. n.]. *GlobalSecurity.org*. Online: <https://globalsecurity.org/military/systems/ground/container-history.htm>
- DE HAAS, Jeroen (2016): *Gard Guidance on Freight Containers*. Arendal: Gard.
- DI MOIA, John P. (2020): Reconfiguring Transport Infrastructure in Post-war Asia: Mapping South Korean Container Ports, 1952–1978. *History and Technology*, 36(3–4), 382–399. Online: <https://doi.org/10.1080/07341512.2020.1862990>
- European Conference of Ministers of Transport (1980): *Transport and the Challenge of Structural Change. Introductory Reports and Summary of the Discussion*. Paris: OECD. Online: <https://doi.org/10.1787/9789282107300-en>
- European Conference of Ministers of Transport (2005): *Container Transport Security Across Modes*. Paris: OECD. Online: <https://doi.org/10.1787/9789282103333-en>
- GUERRERO, David – RODRIGUE, Jean-Paul (2014): The Waves of Containerization: Shifts in Global Maritime Transportation. *Journal of Transport Geography*, (34), 151–164. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.12.003>
- HOBBSAWM, Eric J. (2004): *A birodalmak kora (1875–1914)*. Budapest: Pannonica.
- HORVÁTH Attila – CSABA Zágon (2015): Critical Transport Infrastructure Protection: A Research on the Security of the Supply Chains. *Economics and Management*, 6(2), 47–54.
- Infinite American [@InfiniteAmerican] (2019): The US Army Implements a New System of Storing Supplies for the Supply of Brigade Combat Teams. *YouTube*, 2019. január 7.
- KALUZNÝ, Bohdan – PALL, Raman (2013): Simulating the Repatriation of Canadian Forces Materiel from Afghanistan. In *ICORES–Proc. Int. Conf. Oper. Res. Enterp. Syst.* Barcelona. 66–75. Online: <https://scitepress.org/Papers/2013/42069/42069.pdf>
- KENNETH, Christopher (2015): *Port Security Management*. Boca Raton: CRC Press.
- KRAJNC Zoltán főszerk. (2019): *Hadtudományi lexikon. Új kötet*. Budapest: Dialóg Campus.
- LEVINSON, Marc (2016): *The Box. How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger*. Princeton: Princeton University Press.
- LEWIS, Adrian R. (2016): Mulberry. *Encyclopedia Britannica*, 2016. március 3. Online: <https://britannica.com/topic/Mulberry-artificial-harbours-World-War-II>

- MARTORELLI, Michael A. (2021): Developing the Interstate Highway System. *Financial History*, 136(3), 28–31. Online: <https://proquest.com/scholarly-journals/developing-interstate-highway-system/docview/2499446485/se-2>
- OTT István Dániel (2022): Konténerek katonai alkalmazásának új lehetőségei. Hazai gyártású összecsukható konténerrendszerek a haderőben I. rész. *Haditechnika*, 56(1), 50–55. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.1.10>
- OTT István Dániel (2022): Konténerek katonai alkalmazásának új lehetőségei. Hazai gyártású összecsukható konténerrendszerek a haderőben II. rész. *Haditechnika*, 56(2), 49–56. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.2.10>
- QUARRIE, Bruce (1999): *The Ardennes Offensive*. Oxford: Osprey.
- RODRIGUE, Jean-Paul (2020): *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.
- RODRIGUE, Jean-Paul – COMTOIS, Claude – SLACK, Brian (2013): *The Geography of Transport Systems*. London – New York: Routledge.
- RODRIGUE, Jean-Paul – NOTTEBOOM, Theo (2009): The Geography of Containerization: Half a Century of Revolution, Adaptation and Diffusion. *GeoJournal*, 74(1), 1–5. Online: <https://doi.org/10.1007/s10708-008-9210-4>
- ROGERS, Everett M. (2003): *Diffusion of Innovations* [ePub]. New York: The Free Press.
- SZEGEDI Zoltán – PREZENSZKI József (2017): *Logisztika-menedzsment*. Budapest: Kossuth.
- TANGREDI, Sam J. (2006): Tengeri hatalom: elmélet és gyakorlat. In BAYLIS, John et al. (szerk.): *A stratégia a modern korban. Bevezetés a stratégiai tanulmányokba*. Budapest: Zrínyi, 149–177.

A védelmi ipar mint a nemzeti ellenállóképesség- és versenyképesség-javítás gazdasági ágazata

A gazdasági biztonság és a katonai biztonság közötti kapcsolatot ma már eléggé egyértelműnek tekintjük. Ez a tanulmány azt mutatja be, hogy miként kapcsolódik össze a gazdasági erő a versenyképességen, az ellenálló képességen és az értékláncokon keresztül a védelmi ipari képességekkel. Ehhez elemezi a versenyképesség azon tényezőit, amelyek meghatározóak a védelmi ipar szempontjából is. A legvégén bemutatja a nemzetgazdaság és a védelmi ipar kölcsönös egymásra hatását és azt, hogy a gazdasági erő miért determinálja hosszú távon egy ország katonai erejét is.

Kulcsszavak: védelmi ipar, versenyképesség, ellenálló képesség, értéklánc

Defense Industry as a Tool for Improving Competitiveness and Resilience

Today, the strong connection between economic and military security is widely accepted. This paper presents how the economic power influences the capabilities of the defense industry through national competitiveness, economic resilience, and value chains. For this, it analyzes those factors of competitiveness which are the most important ones for creating a long-term sustainable national defense industry. In the end, the paper sums up the interactions between defense industry and national economy and explains how the economic power determines the long-term military capability of the countries.

Keywords: defense industry, competitiveness, resilience, value chain

Bevezetés

Korunk a bizonytalanság, a kiszámíthatatlanság, a nagy kockázatok kora. Ilyenkor felértékelődik a belső biztonság, az erős ellenálló képesség, a védelmi képesség. A védelmi ipar stratégiai ágazat, amely a gazdaság innovativitásához és versenyképessége javításához is hozzájárul. Ehhez fontosak a jól célzott fejlesztések és az, hogy a védelmi ipari értékláncok tudásszakaszainak minél nagyobb része legyen Magyarországon. Ez egyrészt csökkenti az ország függőségét, kitettségét, másrészt új, tudásalapú munkahelyeket teremt. Ha az innovatív védelmi ipar szervesen bekapcsolható a gazdasági rendszer egészébe, akkor erősíteni tudja annak korszerűségét, rugalmasságát és a változásokhoz való alkalmazkodásának képességét. A tanulmány az elméleti megalapozás után

értékeli a védelmi ipar és a többi gazdasági ágazat közötti innovációs ökoszisztémák jelenlegi fejlettségét és a kutatóintézetek, az egyetemek, valamint az állam hatékonyabb együttműködésére építhető továbblépési lehetőségeket, illetve azok feltételrendszerét. A védelmi ipar a gazdasági szerkezet része, ezért hatással van rá a gazdaság egészének innovativitása, szervezethez és a gazdasági szerkezetet befolyásoló állami szerepvállalás, kormányzati képesség is. Másrészt a nemzetbiztonság alapja a növekvő gazdasági erő, amely lehetővé teszi a védelmi ipar fejlesztéséhez szükséges erőforrások előteremtését. A tanulmányban ezekre a témákra is kitérünk.

Versenyképesség és ellenálló képesség

Korunkban a versenyképesség fogalma egyre inkább átértékelésre szorul, és a versenyképesség javítását az ellenálló képesség erősítésével célszerű összekapcsolni. A versenyképesség nemzetközi hírű szakértője, Porter még a termelékenységre, az erőforrások hatékony hasznosítására helyezte a hangsúlyt. Szerinte a versenyképességet elsősorban az határozza meg, hogy egy ország mennyire hatékonyan hasznosítja erőforrásait, az embert és tudását, a pénzt és a természeti erőforrásokat egyaránt.¹

Rosselet-McCauley hasonlóan fogalmaz. A versenyképesség szerinte is azt méri, hogy az ország hogyan hasznosítja erőforrásait: földjét, munkaerőjét, tőkéjét, technológiáit, infrastruktúráját, tudását és képességeit. Akkor fenntartható a versenyképesség, ha olyan hatékonyan hasznosítja az ország az erőforrásait, hogy az így elért eredmények segítségével folyamatosan javítani tudja az emberek életszínvonalát és életminőségét egyaránt. Az utóbbi azt jelenti, hogy nemcsak anyagiakban javul az emberek helyzete, hanem tudásuk és egészségük is javul, továbbá nem romlik természeti környezetük állapota sem.²

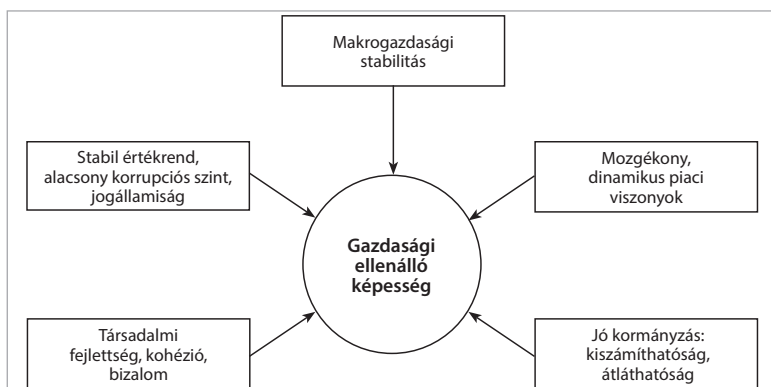
Később azonban az elemzők egyre inkább az innovációs képességek versenyképességre gyakorolt hatását hangsúlyozták. Az innovációs képesség az ellenálló képességet is erősíti, hiszen lehetővé teszi a környezeti változásokhoz való gyors és okos alkalmazkodást. De mit is értünk ellenálló képességen?

A gazdasági ellenálló képesség a gazdaság azon sajátossága, hogy a külső, elsősorban váratlan hatásoknak milyen mértékben tud ellenállni, azokat mennyire tudja kivédeni.³ A szerző az 1. ábrán látható öt tényezőtől teszi függővé az ellenálló képességet.

¹ Michael Eugene PORTER (1990): The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 1990. március–április.

² Suzanne ROSSELET-McCAULEY (2011): *Sustainable Competitiveness. A New Conceptual Framework*. Thesis. IMD Lausanne.

³ Lino Pascal BRIGUGLIO (2016): Exposure to External Shocks and Economic Resilience of Countries: Evidence from Global Indicators. *Journal of Economic Studies*, 43(6), 1057–1078.



1. ábra: A gazdasági ellenálló képességet befolyásoló tényezők

Forrás: BRIGUGLIO 2016: 1061.

Az 1. ábra szerint az ellenálló képesség sok tényezőtől függ, például a kormányzás minőségétől, kiszámíthatóságától és a társadalmi értékrendtől is. Természetesen alapvető fontosságú a makrogazdasági stabilitás is. Vannak olyan elemzések is, amelyek szerint az ellenálló képességet elsősorban a gazdaság bonyolultsága, komplexitása, sokszínűsége erősíti. Egy Harvard-kutatás a gyártott és értékesített termékek bonyolultságát tartja a legfontosabb tényezőnek.⁴ Azonban az alkalmazott módszertan nem veszi figyelembe, hogy a „bonyolultság”, a tudástartalom hol került bele a termékbe. Tekintettel arra, hogy az exportra termelt gépjárműveket bonyolult termékeknek tekintik a kutatók, ezért például Magyarország a vizsgált 133 ország között gazdasága bonyolultsága tekintetében az előkelő 9. helyen van. Csehország a 6., Szlovákia a 13. Viszont a versenyképességben bennünket jelentősen megelőző Dánia csak a 23. és Hollandia a 28. A módszertani probléma nyilvánvaló. Dániát és Hollandiát nem jellemzik összeszerelő autógyárak. A gépjárműveket viszont Magyarország csak összeszereli, és a bennük lévő tudás, innovativitás importként kerül az országba, ugyanis az értéklánc nagy tudást teremtő szakaszai nem Magyarországon vannak. A munkavállalók mechanikus szalagmunkával, teljesen leszábályozott környezetben végzik munkájukat, azaz új tudást nem teremtenek. Az értéklánc problémáira a következőkben még visszatérünk.

Amint azt az 1. ábrán látjuk, az ellenálló képesség fontos feltétele a mindenkori kormányzat adminisztratív képessége, amely 4 elemből tevődik össze: az elemző- és előretekinő, a szabályozó-, a koordináló- és a szolgáltatóképességből.⁵

Ezek biztos keretet teremtenek a vállalkozások számára saját stratégiai tervezésükhöz. Az elemző- és előretekinő képesség azt jelenti, hogy szakmailag felkészült a kormányzat arra, hogy a hosszabb távú tendenciákat értékelje, elemezze, a lehetséges bekövetkezők valószínűségét mérlegelje, és az egyes eshetőségekre gazdaságpolitikai válaszokat tudjon adni. A szabályozóképeség az intézményrendszer azon képességét jelenti,

⁴ Country & Product Complexity Rankings [é. n.]. *The Atlas of Economic Complexity*.

⁵ Martin LODGE – Kai WEGRICH szerk. (2014): *The Problem-solving Capacity of the Modern State*. Oxford: Oxford University Press.

amelynek segítségével a döntések megvalósításához szükséges mindennapi, részletes, operatív működés hatékonyan, ellentmondásoktól és zavaroktól mentesen biztosítható. A koordinálóképesség az állami intézményrendszer, az állami és az alacsonyabb szintű, például önkormányzati rendszer összehangolt működése biztosításának képessége. Végül a szolgáltatóképesség az állami működés társadalmi értékteremtő képességét méri. Azt mutatja meg, hogy az állami intézményrendszer mekkora erőforrásokkal mekkora értéket teremt a társadalom, a lakosság és a vállalkozások számára.

Nemzeti innovációs rendszerek és innovációs ökoszisztémák

Egy nemzetgazdaság innovativitását az egyes cégek innovativitásán és az állam innovációs ráfordításain túl az a rendszer határozza meg, amelynek szereplői az innováció kapcsán hatással vannak egymásra. Ezt nemzeti innovációs rendszernek nevezzük.

Nemzeti innovációs rendszerek

Az OECD így fogalmaz: a nemzeti innovációs rendszer tartalmazza valamennyi, az innovációban részt vevő szereplőt és kölcsönös kapcsolatrendszerüket. Ennek a kapcsolatrendszernek az együttműködési hatékonysága határozza meg az innováció és a technológiai haladás tempóját. Egy ország innovációs teljesítménye tehát attól függ, hogy ezek a szereplők miképpen tudnak együttesen, hatékonyan tudást teremteni és hasznosítani. A szereplők között kiemelkedően fontosak a vállalatok, az egyetemek, az állami kutató-intézetek és az ezekben alkotó emberek.⁶ Jól működő nemzeti innovációs rendszer nélkül egy ország gazdasága nem is lehet tudásalapú gazdaság, hiszen ha nincs tudásteremtő és -hasznosító rendszere, akkor nem is tudnak kialakulni a tudásteremtő hálózatok, amelyek a gazdaság tudásalapú fejlődését lehetővé tennék. A nemzeti innovációs rendszer fontos alrendszerei az ökoszisztémák és a klaszterek. A teljes innovációs rendszer és annak alrendszerei működési sikerének kulcsfeltétele az erős társadalmi bizalmi szint. Az innovációs rendszer sikeres működése az állam társadalmi-gazdasági kormányzásának színvonalától is erőteljesen függ. A kormányzás színvonala befolyásolja a bizalmi szintet. Fontos jellemző a becsületesség, a megbízhatóság, a morális viselkedés. Ha nem ezen jellemzők mentén működik a kormányzás, akkor a kapcsolatokban a résztvevők visszatartják a tudást, az információt, mivel azt hiszik, hogy azokat mások saját érdekeik szerint fogják hasznosítani.

Ejtsünk még néhány szót az ökoszisztémákról is, amelyek a nemzeti innovációs rendszer sikeres működésének fontos elemei!

⁶ OECD (1997): *National Innovation Systems*. Paris: OECD.

Innovációs ökoszisztémák, klaszterek

Az „ökoszisztéma” az ökológiai rendszerek kifejezés alkalmazása az innováció területén. Biológiai értelemben az ökoszisztéma élő organizmusok egymással és a környezetükkel való együttműködése adott területen belül.⁷ A gazdaság területén az ökoszisztéma-gondolkodás arra utal, hogy az innováció során a cégek egyre inkább egymásra és más szereplőkre vannak utalva ahhoz, hogy gyors és sikeres innovációt hajtsanak végre. Esetenként a „klaszter” kifejezést is használják, amely szorosabb, tervezettebb és szervezettebb együttműködést jelent a szereplők között, mint az ökoszisztémák esetén. Ezek működése különösen a biotechnológia, az elektronika és a gyógyszeripar területén jellemző. Alkalmazhatók azonban a védelmi ipari innováció és gyártás esetén is. A klasztereken belül gyors az információáramlás és a tudástovábbítás, ami lerövidíti az innováció piacra vitelét. A közös érdek a közös értékteremtés. Budden és Murray szerint ilyen ökoszisztémákat és klasztereket ott könnyű létrehozni, ahol erős kutatóintézetek és innovatív vállalkozások vannak, és ezeket támogatja az állami gazdaságpolitika.⁸ Nem tudnak viszont olyan helyeken létrejönni, ahol nem elég erős a bizalmi szint és általában a közös érdek megjelenítő társadalmi közeg. Cobben és Roijackers így fogalmaz: az ökoszisztéma kialakításának előfeltétele az érdekközösség, működésének alapja a bizalom.⁹ Ez egyben azt is jelenti, hogy a gyakorlatban egy ökoszisztéma sem képes sikeresen és hatékonyan működni csak külső/felső kényszer hatására.¹⁰

Néhány fontos leszűrhető tanulság

Először is nyilvánvaló, hogy a kisebb, főleg az erősen export-import függő országok jobban ki vannak téve a külső sokkhatásoknak. Ezért is nagyon fontos, hogy erőforrásaikkal nagyon gondosan gazdálkodjanak, és gazdaságuk szerkezetét okos fejlesztési hangsúlyokkal tegyék ellenállóvá és versenyképpé. Fontos megjegyezni azt is, hogy egy ország, főleg egy nem túl nagy méretű és gazdaságú ország nem fejleszthet ki sokféle különleges képességet. Ezért fontos az állami szerepvállalás: nem közvetlenül a fejlesztendő cég vagy ágazat kiválasztásában, hanem azon fejlesztendő képességek meghatározásában, amelyekkel az ország gazdasága a leghatékonyabban tud bekapcsolódni a változásokba. Ilyen fejlesztendő képesség nyilvánvalóan a védelmi képesség is. A védelmi ipar és a gazdaság egészének kapcsolatrendszere egyértelműen szoros: egyik sem tud sikeres lenni a másik nélkül.

⁷ G. Tyler MILLER – Scott E. SPOOLMAN (2008): *Living in the Environment. Concepts, Connections, and Solutions*. Belmont: Brooks Cole.

⁸ Philip BUDDEN – Fiona MURRAY (2022): Strategically Engaging with Innovation Ecosystems. *MIT Sloan Management Review*, 2022. július 20.

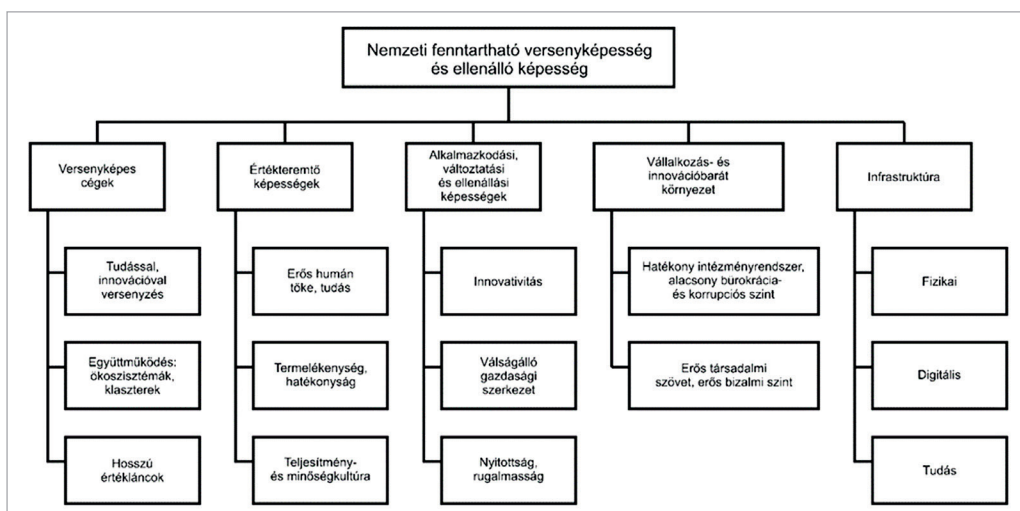
⁹ Dieudonnee COBBEN – Nadine ROIJACKERS (2018): The Dynamics of Trust and Control in Innovation. *Ecosystems International Journal of Innovation*, 7(1).

¹⁰ PONGRÁCZ Ferenc – HORVÁTH Klaudia (2022): Az innovációs együttműködések és a nemzeti versenyképesség összefüggésrendszere: az innovációs ökoszisztémák. In Csath Magdolna (szerk.): *Versenyképességi mozaik*. [H. n.]: Akadémiai.

Haass fontos dologra figyelmezteti az amerikaiakat. Szerinte Amerika biztonságát és prosperitását nem a külföld, hanem saját rossz gazdaság- és társadalompolitikája veszélyezteti. Ezen belül elsősorban az elfutó állami kiadások és az alacsony tudásberuházások. Másrészt az USA-nak van a legnagyobb modern hadserege, és ez az ország költ a legtöbbet fegyverkezésre. Mindez a gazdaság fejlesztésétől von el erőforrásokat – állítja Haass.¹¹

Hasonló gondolatokat fogalmaz meg Ronis is. A nemzetbiztonság szerint legalább annyira társadalmi, gazdasági és politikai kérdés, mint katonai. Majd felteszi a kérdést: hogyan lehet egy nemzet gazdasági és katonai szuperhatalom, ha nem tesz meg mindent azért, hogy a társadalom rendelkezék a megfelelő tudással és képességekkel?¹²

Az ellenálló képesség és a versenyképesség egyaránt sok feltételtől függő jellemző, és nem egyszerűsíthető le ezért vállalati vagy ágazati szintű eredményekre. A rendszer bonyolultságát a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A nemzeti fenntartható versenyképesség összefüggő rendszere

Forrás: a szerző szerkesztése

Értékláncok

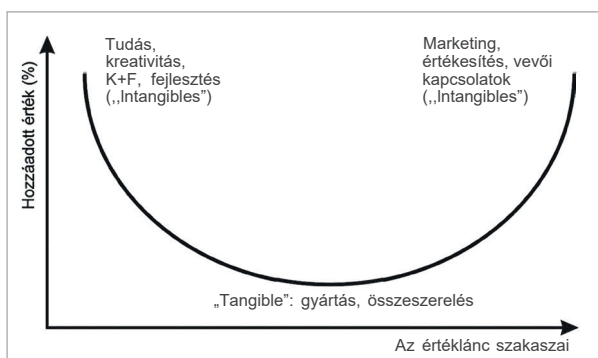
Általánosan igaz, hogy a versenyképesség és az ellenálló képesség függ attól, hogy egy országban milyen értékláncok, illetve az értékláncok mely szakaszai vannak jelen. A pandémia és a háború is bizonyítja, hogy a globális értékláncokon keresztül tovább terjednek a világ gazdaságban a különböző „sokkjelenségek”. Ezért az egyes országok gazdasági ciklusainak negatív jelenségei is felerősíthetik egymást. A legnagyobb negatív hatás azokat

¹¹ Richard N. HAASS (2013): *Foreign Policy Begins at Home*. New York: Basic Books.

¹² Sheila R. RONIS szerk. (2011): *Economic Security. Neglected Dimension of National Security*. Washington: National Defense University, Institute for National Strategic Studies.

az országokat éri, amelyek a fejlettebbekhez összeszerelő tevékenységre épülő exporttal kapcsolódnak.¹³

De mi is az értéklánc, és miben különbözik az ellátási lánctól? Az értéklánc azt írja le, hogy a teljes beszerzés, termelés és értékesítés során hol és mekkora új érték keletkezik. Az értékláncmenedzsment feladata a teljes folyamat mentén a keletkezett új érték maximalizálása minimális ráfordítással. Az ellátási lánc pedig azon cégek és folyamatok rendszere, amelyeken keresztül az *inputokból* (anyagok, félkész termékek, technológia) *outputok* (késztermékek) lesznek. Az ellátási lánc-menedzsment feladata a teljes rendszer költséghatékonyság szerinti optimalizálása. A beszállítási részt „*downstream*”, megelőző, a kiszállítási részt pedig „*upstream*”, következő szakasznak nevezzük. A cél tehát a működő rendszer működésének optimalizálása, az *inputok* időbeni beérkezésének és a termékek időbeni piacra kerülésének biztosítása.



3. ábra: A megfogható és nem megfogható elemek az értéklánc mentén

Forrás: XING–GENTILE–DOLLAR 2021.

Az értéklánc legfontosabb elemei az úgynevezett *intangible*, azaz nem megfogható, de nagy értéket teremtő tevékenységek, más névvel intellektuálistőke-elemek. Ahol ezek zajlanak, ott keletkezik a legtöbb haszon. Ilyen tevékenység a márkanévteremtés, az egyedi tervezési megoldások, a szabadalmak, a szerzői jogok, a szoftverek, az adatbázisok és a hatékony számítástechnikai és szervezési megoldások.

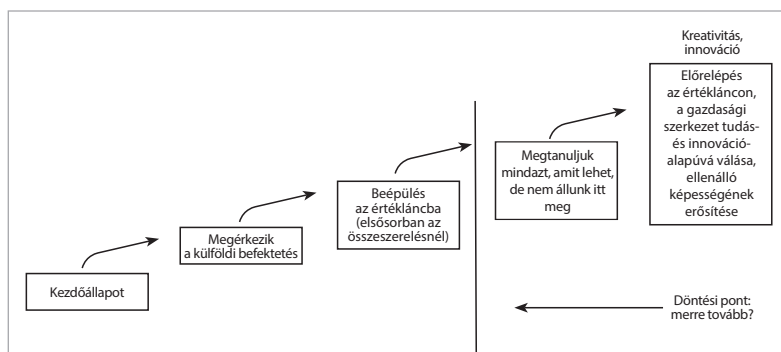
A nemzetközi elemzések arra hívják fel a figyelmet, hogy az értékláncon visszafelé (kutatás, fejlesztés) vagy előre felé (marketing, értékesítés) történő elmozdulás feltétele a humántőke-akkumuláció, a helyi tudásteremtés. Ezek az elmozdulások jobban fizető munkahelyek létrehozásával járnak együtt. Ahogyan a 3. ábrán látjuk, az értéklánc lényege, hogy a teljes termelési folyamatot részekre bontva azokat költségoptimalizálási szempontok szerint terítik szét a globális cégek a különböző országokban. A folyamat legfontosabb jellemzője, hogy a legkevesebb új érték a termelés helyén keletkezik. A nagy hozzáadott érték a termelést megelőző kutatási-fejlesztési és a termelést követő értékesítési, vevőkiszolgálási szakaszokban keletkezik, mivel az új tudásra, a kreativitásra itt van

¹³ Simone CIGNA – Vanessa GUNNELLA – Lucia QUAGLIETTI (2022): *Global Value Chains: Measurement, Trends and Drivers*. European Central Bank, (289).

a legnagyobb szükség. A termelési folyamat gépesített, mechanikus munka, amelyben az ember a gép kiszolgálójaként, betanított összeszerelőként és nem kreatív partnerként vesz részt. Az összeszerelő, munkaigényes tevékenységeket tipikusan alacsony bérű országokba telepítik a globális értékláncok működtetői.¹⁴

Ez a helyzet azzal jár együtt, hogy ha nőnek is a bérek, az ilyen országok munkavállalóinak nincs esélye a fejlett országok béreihez való felzárkózásra.

Az Eurostat adatai alapján Magyarországon az EU-átlag több mint kétszerese (2,14-szerese) a külföldi tulajdonú cégek aránya a gazdasági teljesítményben, miközben ezen cégek közül sokan csak alacsony hozzáadott értékű, nagy anyag- és energiaigényű összeszerelő tevékenységeket végeznek Magyarországon.¹⁵ Ennek veszélyeire az FM Global nemzetközi kockázatelemző szervezet is figyelmeztet. A kutatók 15 mutató segítségével vizsgálják 130 ország válságokkal szembeni ellenálló képességét. Az egyik fontos vizsgálati szempont az, hogy a globális értékláncok mely szakaszai vannak jelen egy országban. Minél inkább csak az összeszerelő tevékenységek a jellemzők, annál nagyobb az esélye annak, hogy válságok esetén – lásd pandémia, háború – az adott ország gazdasága bajba kerülhet. A 2022. évi rangsor – amely június 7-én jelent meg – szerint a globális láncok okozta bizonytalanság tekintetében Magyarország a 41. helyen van. A V4-ek között ennél rosszabb pozíciója csak Szlovákiának van (57. hely). A listát Szingapúr, Dánia, Hongkong és Finnország vezeti.¹⁶



4. ábra: A felzárkózás lehetséges szakaszai

Forrás: a szerző szerkesztése OHNO 2010. alapján

Egy tanulmány szerint a teljes kereskedelmen belül az értékláncokhoz kötött kereskedelem aránya 2019-ben Magyarországon közel 70%. Ez a V4-ek között, Szlovákia után, a második legnagyobb érték. A fejlett országokban, például Svédországban, Dániában, Németországban vagy Franciaországban ez az érték 50% körül van.¹⁷ Ez a magyar gazdaság erős külföldi cégektől való függőségét mutatja.

¹⁴ CIGNA–GUNNELLA–QUAGLIETTI 2022: 27.

¹⁵ European Commission (2021): *European Innovation Scoreboard*.

¹⁶ FM Global (2022): *The 2022 FM Global Resilience Index*.

¹⁷ Yuqing XING – Elisabetta GENTILE – David DOLLAR szerk. (2021): *Beyond Production. Global Value Chain Development Report*. [H. n.]: Asian Development Bank – Research Institute for Global Value Chains

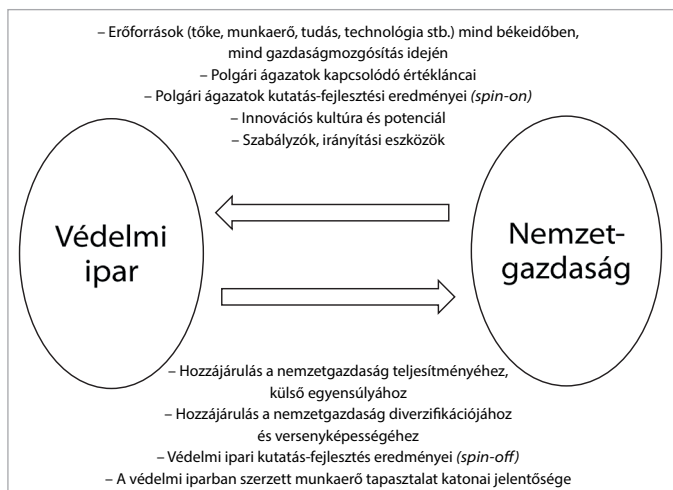
Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy az értékláncok folyamatos változásban, átalakulásban vannak, hiszen a létrehozásukat megalapozó üzleti modell, a globális költségoptimalizálás az azonnali (*just in time*) beszállításokkal az első nagyobb válság, a pandémia alatt működésképtelenné vált. Azonnal kiderült, hogy a biztonságot nem lehet feláldozni a költségcsökkentés oltárán.

Ha egy ország előre akar lépni a versenyképességben és az ellenálló képességben, akkor az értékláncokba a nagy hozzáadott értéket teremtő szakaszokban kell belépnie. Ezt bizonyítják Ohno kutatásai is, amelyeket az ázsiai országok körében végzett. Azt találta, hogy a versenyképesség javításához és az ellenálló képesség erősítéséhez helyi tudásteremtésre és innovációra van szükség.¹⁸

Ez a gondolat a magyar védelmi ipar értékláncainak kialakításakor is megfontolásra érdemes.

A védelmi ipar és a nemzetgazdaság kapcsolatrendszere

A védelmi ipar és a társadalmi-gazdasági rendszer kapcsolata sokrétegű, mint ahogy azt az 5. ábra is mutatja. A kapcsolat emellett oda-vissza irányú is, azaz nemcsak a társadalmi-gazdasági rendszer határozza meg jelentősen az ország védelmi iparának működését és képességeit, hanem – talán kevésbé egyértelműen, de – a védelmi ipar is nagy hatással lehet a gazdaságra és a társadalomra.



5. ábra: A nemzetgazdaság és a védelmi ipar kapcsolatrendszere

Forrás: a szerző szerkesztése

at the University of International Business and Economics – World Trade Organization – The Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization – China Development Research Foundation, 7.

¹⁸ Kenichi OHNO (2010): *Avoiding the Middle-Income Trap: Renovating Industrial Policy Formulation in Vietnam*. Hanoi–Tokyo: Vietnam Development Forum – National Graduate Institute for Policy Studies.

A tanulmány ezen fejezetében ezt az oda-vissza hatást mutatjuk be kicsit részletesebben, kiemelve néhány olyan tényezőt, amely fölött az elmúlt évtizedekben elsiklottunk, de amelyek napjaink turbulens és kiszámíthatatlan biztonságpolitikai környezetében újra fontossá váltak.

A nemzetgazdaság hozzájárulása a védelmi iparhoz

A korszerű, modern védelmi ipar létrejöttének általában 3 fontos pillére van:¹⁹ a fennálló biztonsági kihívások, a meglévő politikai akarat és a rendelkezésre álló erőforrások. A védelmi ipar bázisát jelentő erőforrások alatt azokat a tényezőket értjük, amelyek elengedhetetlenek a szektor napi működéséhez és a védelmi szektorral szemben támasztott három alapvető követelmény eléréséhez:²⁰ magas technológiai színvonalú eszközök előállítása, gazdaságosan és versenyképesen, az ellátásbiztonság garantálása mellett. Így tehát, amikor a védelmi ipar szükséges erőforrásbázisáról beszélünk, akkor a következő tényezők meglétét értjük alatta:²¹

- technológia és *know-how* (*brand*, tapasztalat, nemzetközi kapcsolatrendszer, nagy volumenű gyártási és értékesítési tudás);
- tőke;
- munkaerő;
- menedzsmenttudás;
- hazai beszállítói lánc (értéklánc), kapcsolódó ipar- és szolgáltatások;
- innovációs ökoszisztéma;
- K+F+I infrastruktúra.

Mindezen erőforrásokat a nemzetgazdaság és a társadalom biztosítja a védelmi ipar számára. Azonban utóbbi működése már békeidőben sem tekinthető teljesen piaci koordináción alapulónak, lévén jelentős állami beavatkozás jellemzi a védelmi termékek piacát. Egyrésztől monopszón vásárlóként, valamint – a többi ágánál szigorúbb – szabályozóként közvetlenül befolyásolja a védelmi ipar működését, másrésztől viszont gyakran megjelenik az iparágban a tőkebefektető, esetleg a tulajdonos szerepében is.²² Mindez a bürokratikus koordináció sokszor abban teljesedik ki, hogy jelentős állami szerepvállalás történik a szükséges erőforrások biztosításában is. Az állam úgy avatkozik be a gazdaság és a társadalom működésébe, hogy a védelmi ipar erőforrásigényei minél inkább ki legyenek elégítve, ahogy ezt a hazai védelmi ipari stratégia esetében is láthatjuk.²³ Módosítja a közép- és felsőfokú oktatási rendszer képzési portfólióját, kedvezményes

¹⁹ Hyun-Kum YOON (1991): *National Security: Defense, Development and Self-reliance Through Defense Industrialization – the Case of South Korea*. [H. n.]: University of Maryland College Park, 292–311.

²⁰ TAKSÁS Balázs (2019): Trinity of Defense Industry. *Economic and Management*, (1), 72–76.

²¹ TAKSÁS Balázs – HEGEDŰS Ernő (2022): A magyar védelmi ipar jövőképe. *Köz-gazdaság*, 17(1), 9–26.

²² TAKSÁS Balázs (2020): A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei. *Honvédségi Szemle*, 148(2), 125–135.

²³ TAKSÁS–HEGEDŰS 2022: 13–19.

hitellehetőségeket és egyéb pénzügyi forrásokat biztosít az ágazat vállalatai számára, aktív értékláncmenedzsmentet alakít ki, katalizálja a vállalatok közötti kapcsolatokat kiépülését, mentorálja az ágazatba bekapcsolódni szándékozó cégeket, a nemzetközi gazdasági diplomácia eszközeivel az ágazat számára szükséges területeken technológiai-intenzív beruházásokat vonz az országba.

Különleges jogrendi időszak esetén az állam szerepvállalása még egyértelműbben megnyilvánul. A gazdaságmozgósítás magasabb szintje esetén erőforrások közvetlen átcsoportosítása is végrehajtható a védelmi ipari vállalatok felé, hogy azok a megnövekedett keresletet minél nagyobb mértékben ki tudják elégíteni. Azonban azt mindenképpen meg kell jegyezni, hogy az állam nem rendelkezik mindenható erővel. Az erőforrásokat a társadalom és a nemzetgazdaság teremti, az állam csak felhasználásuk esetében tud priorizálni. Amennyiben erőforráshiány lép fel, ami legtöbbször a tudás és a technológia területén szokott felmerülni, akkor az állam nem lehet képes ezt a deficitet rövid távon megszüntetni. Ha például a nemzetgazdaságban nincsen meg az a tudás, hogy reaktív páncélzatot vagy ötödik generációs vadászgépet állítson elő, akkor bármilyen mértékű mozgósítást elrendelhet az állam, ezt a képességhiányt nem lesz képes megszüntetni.

Éppen ezért fontos beszélni a védelmi iparhoz kapcsolódó polgári ágazatokról. Ugyanis a védelmi ipar komplex rendszereiben rengeteg polgári terméket és szolgáltatást használ fel. Ebből adódóan ezek, illetve az ezeket előállító polgári ágazatok magas minőségű jelenléte nélkül komoly védelmi ipar nem képzelhető el, ahogy azt a 6. ábra is mutatja. Főleg, mivel a polgári technológiák szerepe folyamatosan nő a védelmi iparban.²⁴



6. ábra: A társadalom, a nemzetgazdaság, a védelmi ipar és a honvédelem alapvető egymásra épültsége
Forrás: TAKSÁS 2020: 128.

A fentiekből adódóan a védelmi ipar szempontjából is kulcsfontosságú az, amiről a harmadik fejezetben írtunk, hogy minél hosszabb és minél teljesebb értékláncok legyenek megtalálhatók az országban. Ez a globalizáció és az általa kialakított hatékonysági kényszer következtében nem könnyű kérdés, lévén a fejlett országok az alacsonyabb

²⁴ TAKSÁS Balázs (2021): Újjászülető védelmi ipar. *Haditechnika*, 55(1), 57–61.

hozzáadott értéket generáló értékláncelemeket a polgári ágazatokban jellemzően alacsonyabb bérköltségű országokba telepítették át. Míg a kevésbé fejlett országok esetében az a probléma, hogy nem rendelkeznek a magas hozzáadott értékű lánclemek (kutatás-fejlesztés és innováció, piacositás stb.) létrehozásához szükséges tudással, technológiával és tőkével.

A globalizáció részben hozzájárult annak a helyzetnek a kialakulásához is a 21. század elejére, hogy a háztartások összvásárlóereje már bőven meghaladja a kormányokét, hogy a nagyobb tőkevonzó képességgel, szabadabb technológia- és munkaerő-áramlással bíró polgári ágazatok váltak a technológiai fejlődés motorjává, és egyre inkább a technológia-beáramlás (*spin-on*) jellemzi a védelmi ipart.²⁵ Ez azt jelenti, hogy a kutatási-fejlesztési eredmények ma már jóval nagyobb arányban születnek polgári ágazatokban és magáncégeknek (mint például a techszektor vagy a biotechnológiai ágazat), mint korábban, és ezért védelmi célú „felfedezésük”, valamint adaptálásuk kulcsfontosságú feladatává vált a védelmi ipari cégeknek. Ezt támasztja alá az, hogy a technológiai szektorok cégei egyre nagyobb szeletet hasítanak ki mind a védelmi ipari beszállítói láncokból, mind a közvetlen katonai megrendelésekből szerte a világon.²⁶

Azaz ma már nem létezhet olyan helyzet, hogy egy országban erős a védelmi ipar, miközben a polgári ágazatok jelentős technológiai lemaradással küzdenek a legfejlettebb országokhoz képest. A védelmi ipar az élenjáró polgári technológiák nélkül képtelen a technológiailag legmagasabb szintű platformokat előállítani. Ahogy a 6. ábra is mutatja: amilyen a társadalom és a nemzetgazdaság általános versenyképessége, nagy részben olyan szintű lesz a védelmi ipar versenyképessége és a haderő ütőképessége is. Ezt támasztják alá az orosz–ukrán háború jelenbeli tapasztalatai is, amelyben az orosz védelmi ipar még a szakértőket is meglepő módon alulteljesít az orosz haderő felszerelését és támogatását illetően. Ami persze önmagában nem a védelmi ipari cégek felelőssége, hiszen ők is csak a nemzetgazdaság erőforrásaira, kutatási-fejlesztési eredményeire tudnak támaszkodni. Az orosz gazdaság általános versenyképtelensége így végső soron a katonai műveletek eredménytelenségeiben és magas veszteségrátájában ölt testet.

A védelmi ipar innovációs potenciálját is alapvetően meghatározza a nemzetgazdaság általános innovációs kultúrája és működési hatékonysága.²⁷ A szerzők az idézett műben úgy érvelnek, hogy amíg a magyar gazdaság általános innovációs képessége az Európai Unió sereghajtói között található, addig nem várható az, hogy a hazai védelmi iparban kiemelkedő innovációs teljesítmény szülessen. A magyar innovációs potenciál fejlődésének alapvető hátráltatója az általános innovációs kultúra hiánya, illetve egyre súlyosabb problémát fog okozni az oktatási rendszer minőségének hanyatlása is.

²⁵ TAKSÁS–HEGEDŰS 2022: 10.

²⁶ TAKSÁS 2021: 58.

²⁷ BUDAVÁRI Krisztina – TAKSÁS Balázs – HEGEDŰS Ernő (2022): A magyar védelmi ipar innovációs környezetének vizsgálata. *Hadtudomány*, 32(1), 113–134.

A védelmi ipar hozzájárulása a nemzetgazdasághoz

A védelmi ipar egyrészt önmagában a teljesítményével is hozzájárul a nemzetgazdaság működéséhez. Munkahelyet teremt, hozzáadott értéket és jövedelmet állít elő, növeli a nemzeti jövedelmet. Ahogy a harmadik fejezetben leírtuk, minél hosszabb és minél értékesebb értékláncok találhatók meg a hazai földön, annál nagyobb lesz ez a hozzájárulás a nemzetgazdaság teljesítményéhez. Ugyanis azt sosem szabad elfelejteni, hogy a védelmi ipar végső hazai vásárlója mindig az állam és az adófizetők. Tehát az az érv, hogy érdemes a védelmi ipart támogatni, mert hazai munkahelyeket tart fenn, nem biztos, hogy mindig megállja a helyét, mert ezen állami (adófizetői) kiadások alternatív elköltése adott esetben még több jövedelmet és még több munkahelyet hozhat létre. A védelmi ipar állami támogatása közgazdaságilag csak akkor állja meg a helyét, ha középtávon az ágazat minél hosszabb értékláncokat tud realizálni hazai földön, illetve képes lehet olyan versenyképes termékeket megalkotni (ezek egyáltalán nem feltétlenül kell hogy végtermékek legyenek), amelyekkel meg tudja vetni lábát a nemzetközi piacon is. (A nem közgazdasági haszonról később lesz szó.) Ugyanis önmagában a hazai haderő mint vásárló a világ egyetlenegy védelmi iparát sem tudja hosszú távon fenntartani. Ehhez versenyképes exportra van szükség, amely képes a védelmi ipar kapacitásait hosszú távon lekötni, és mindemellett hozzájárul a nemzetgazdaság külső egyensúlyának (fizetési mérlegének) fenntartásához is az exportbevételeken vagy egyéb jövedelembeáramlásokon (például leányvállalat hazautalt profitja) keresztül.

A védelmi ipar létrehozásának másik előnye lehet az, hogy növelheti a gazdaság diverzifikációját, ezáltal erősítheti annak versenyképességét és rezilienciáját. Minél több exportképes ágazata van egy gazdaságnak, annál válságállóbb. Ráadásul a védelmi ipar – mint ahogy éppen napjainkban is látjuk – sokszor anticiklikusan működik. Miközben a politikai vagy gazdasági válságok hatására a legtöbb ágazat termelése stagnál vagy éppen csökken, a védelmi iparé sokszor éppen ilyen időszakokban növekszik meg. Ez az anticiklikusság munkaerőt és beszállítói hálózatokat képes felszívni válságos időszakban, ami sokat jelent a gazdasági biztonság és stabilitás szempontjából.

Ugyan az előző alfejezetben az írtuk, hogy a polgári kutatás-fejlesztés eredményeinek egyre nagyobb a szerepe a védelmi ipar működésében, azért az kijelenthető, hogy a védelmi ipar továbbra is jelentős innovátor, és az itt keletkező új innovációk továbbra is jelentős hatással lehetnek a nemzetgazdaságra, amennyiben polgári alkalmazásuk módját sikerül megtalálni. Így tehát kölcsönös a hatás, azaz nemcsak a védelmi ipar épít a nemzetgazdaság általános innovációs eredményeire, hanem képességeivel ez a szektor is hozzájárul a nemzetgazdasági innovációs potenciál növekedéséhez.

Végül nem szabad megfeledkezni egy nagyon fontos tényezőről, amellyel a védelmi ipar hozzájárul nemcsak a nemzetgazdaság, hanem az egész társadalom biztonságához és jóllétéhez. Ennek a tényezőnek a fontosságát az orosz–ukrán háború mutatta meg számunkra, illetve korábban az iraki polgárháborúban láthattuk jelentőségét. A védelmi iparban szerzett jártasság ugyanis jelentős mértékben képes hozzájárulni az ország katonai ellenálló képességének kialakulásához is. Hiszen minél többen dolgoznak vagy dolgoztak valaha a védelmi iparban, annál többen képesek esetleges háború esetén

a kritikus fontosságú katonai eszközöket és rendszereket karbantartani, javítani, illetve egyes alkatrészek hozzáférhetetlensége esetén improvizatív megoldásokat találni, még a termelőeszközök jelentősebb mértékű pusztulása esetén is. Ez a haderő működéséhez elengedhetetlen és olyan mértékben kritikus fontosságú, hogy eldöntheti egy konfliktus sorsát. Ez a védelmi iparban szerzett jártasság legalább annyira hozzájárul az ukrán haderő helytállásához, mint a nyugati támogatás, és az Iszlám Állam is nagyban tudott támaszkodni katonai működőképessége fenntartása során a korábban jelentős iraki védelmi iparban tapasztalatot szerzett szakemberek tudására. Vagy gondoljunk bele, hogy mennyire hiányzott ez a tudás a Rákóczi-szabadságharc vagy az 1848–1849-es szabadságharc alatt hazánkból, amikor is külföldi (francia) tüzekeket és ágyúöntöket kellett hívni, mert nem volt meg ez a képesség (vagy nem elég nagy mértékben) a hazai társadalomban. A védelmi iparban szerzett tudás, jártasság hozzájárulása a nemzet biztonságához olyan tényező, amelyet statisztikailag aligha lehet mérni, mégis adott esetben a nemzet sorsát döntheti el.

Összefoglalás

A védelmi ipar és a nemzetgazdaság kölcsönhatása oda-vissza irányú. A nemzetgazdaság és a társadalom működése, kultúrája és versenyképessége alapvetően határozza meg a védelmi ipar sikerességének mértékét. Minél magasabb szintű az általános versenyképesség, a gazdasági ellenálló képesség és a nemzeti innovációs potenciál, valamint minél hosszabb és magasabb hozzáadottérték-tartalmú, tudásalapú értéklánc-tevékenységek jellemzik egy ország gazdaságát, annál inkább van lehetőség erős, jövedelemtermelő és hosszú távon is fenntartható védelmi ipar létrehozására. A védelmi ipar ugyanis nem önálló entitás, hanem az ország erőforrásaiból táplálkozik, millió szállal a társadalomhoz kapcsolódva. Az orosz–ukrán háború is megmutatja, hogy ahol általánosan alacsony a társadalom és a gazdaság versenyképessége, ott nem képes a védelmi ipar sikeresen támogatni egy háború megvívását még akkor sem, ha kiemelkedően jelentős történelmi hagyományokkal rendelkezik.

Azonban a védelmi ipar nemcsak fogyasztja a társadalom és a nemzetgazdaság erőforrásait, hanem képes azokhoz hozzájárulni is. Amennyiben a védelmi és iparpolitikának sikerül versenyképes védelmi ipari ágazatot kialakítani, úgy az nemcsak munkahelyeket és jövedelmeket teremt a társadalom számára, hanem növeli a gazdaság diverzifikáltságát, javítja külső egyensúlyát, növeli technológiai színvonalát, s gyakran anticiklikus működésével hozzájárul gazdasági stabilitásához. Emellett olyan humán képességek kialakulását segíti, amelyek kulcsfontosságúak lehetnek egy esetleges háború megvívásakor.

Ez az oda-vissza irányú kölcsönhatás jól mutatja, hogy a gazdaság modern törvényszerűségeinek megértése nélkül napjainkban egyetlen ország biztonsága sem garantálható, legyen szó a biztonság bármely – gazdasági, katonai stb. – dimenziójáról.

Felhasznált irodalom

- BRIGUGLIO, Lino Pascal (2016): Exposure to External Shocks and Economic Resilience of Countries: Evidence from Global Indicators. *Journal of Economic Studies*, 43(6), 1057–1078.
- BUDAVÁRI Krisztina – TAKSÁS Balázs – HEGEDŰS Ernő (2022): A magyar védelmi ipar innovációs környezetének vizsgálata. *Hadtudomány*, 32(1), 113–134. Online: <https://ojs.mtak.hu/index.php/hadtudomany/article/view/8791/7188>
- BUDDEN, Philip – MURRAY, Fiona (2022): Strategically Engaging with Innovation Ecosystems. *MIT Sloan Management Review*, 2022. július 20. Online: <https://sloanreview.mit.edu/article/strategically-engaging-with-innovation-ecosystems>
- CIGNA, Simone – GUNNELLA, Vanessa – QUAGLIETTI, Lucia (2022): *Global Value Chains: Measurement, Trends and Drivers*. European Central Bank, (289). Online: <https://ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op289~95a0e7d24f.en.pdf>
- COBBEN, Dieudonnee – ROIJAKKERS, Nadine (2018): The Dynamics of Trust and Control in Innovation. *Ecosystems International Journal of Innovation*, 7(1).
- Country & Product Complexity Rankings [é. n.]. *The Atlas of Economic Complexity*. Online: <https://atlas.cid.harvard.edu/rankings>
- European Comission (2021): *European Innovation Scoreboard*. Online: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/46013>
- FM Global (2022): *The 2022 FM Global Resilience Index*. Online: <https://newsroom.fmglobal.com/reseases/just-updated-2022-fm-global-resilience-index-enhaced-to-support-business-executive-seeking-long-ter-sustainable-outcomes>
- HAASS, Richard N. (2013): *Foreign Policy Begins at Home*. New York: Basic Books.
- LODGE, Martin – WEGRICH, Kai szerk. (2014): *The Problem-solving Capacity of the Modern State*. Oxford: Oxford University Press.
- MILLER, G. Tyler – SPOOLMAN, Scott E. (2008): *Living in the Environment. Concepts, Connections, and Solutions*. Belmont: Brooks Cole.
- OECD (1997): *National Innovation Systems*. Paris: OECD. Online: <https://oecd.org/science/inno/2101733.pdf>
- OHNO, Kenichi (2010): *Avoiding the Middle-Income Trap: Renovating Industrial Policy Formulation in Vietnam*. Hanoi–Tokyo: Vietnam Development Forum – National Graduate Institute for Policy Studies.
- PONGRÁCZ Ferenc – HORVÁTH Klaudia (2022): Az innovációs együttműködések és a nemzeti versenyképesség összefüggésrendszere: az innovációs ökoszisztémák. In CSATH Magdolna (szerk.): *Versenyképességi mozaik*. [H. n.]: Akadémiai.
- PORTER, Michael Eugene (1990): The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, 1990. március–április.
- RONIS, Sheila R. szerk. (2011): *Economic Security. Neglected Dimension of National Security*. Washington: National Defense University, Institute for National Strategic Studies.
- ROSSELET-MCCAULEY, Suzanne (2011): *Sustainable Competitiveness. A New Conceptual Framework*. Thesis. IMD Lausanne.
- TAKSÁS Balázs (2019): Trinity of Defense Industry. *Economic and Management*, (1), 72–76. Online: <https://unob.cz/en/Eam/Documents/EaM%201-2019.pdf#page=70>
- TAKSÁS Balázs (2020): A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei. *Honvédségi Szemle*, 148(2), 125–135. Online: <https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/article/view/50/49>

- TAKSÁS Balázs (2021): Újjászülető védelmi ipar. *Haditechnika*, 55(1), 57–61. Online: http://real.mtak.hu/121799/1/HT_2021-1_cikk_11.pdf
- TAKSÁS Balázs – HEGEDŰS Ernő (2022): A magyar védelmi ipar jövőképe. *Köz-gazdaság*, 17(1), 9–26. Online: <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/7241/1/1405-Article%20Text-5247-1-10-20220309.pdf>
- XING, Yuqing – GENTILE, Elisabetta – DOLLAR, David szerk. (2021): *Beyond Production. Global Value Chain Development Report*. [H. n.]: Asian Development Bank – Research Institute for Global Value Chains at the University of International Business and Economics – World Trade Organization – The Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization – China Development Research Foundation. Online: https://wto.org/english/res_e/booksp_e/00_gvc_dev_report_2021_e.pdf
- YOON, Hyun-Kun (1991): *National Security: Defense, Development and Self-reliance Through Defense Industrialization – the Case of South Korea*. [H. n.]: University of Maryland College Park.

A telemedicina változó szerepe katonai környezetben

A koronavírus-világjárvány során került a szerzők figyelmének előterébe a telemedicina intenzív térhódítása, amely ebben az időszakban világszerte az egészségügyi ellátás fajsúlyos eszközévé vált. Alkalmazására az orvostudomány számos területén sor került, köszönhetően a sajátos kihívásokra adott hatékony megoldásainak, multidiszciplináris és határterületi sokrétűségének. Ezzel egy időben a felhasználói oldal is hamar felismerte a korlátozott körülmények közötti működtetés előnyeit, ami a telemedicina további térnyerését és önállóodási folyamatát nagyban elősegítette. A szerzők a hazai publikációk szintéziséből készített tanulmányukban a magyar helyzetet elemezve összegzik a trend katonai környezetben várható alakulását.

Kulcsszavak: telemedicina, pandémia, stratégia, katona-egészségügy

Changing Role of Telemedicine in Military Environment

The intensive spread of telemedicine raised the attention of the authors during Covid-19 pandemic. Telemedicine became a specific tool of health care worldwide during this period, and has been used in many fields of medicine due to its effective solutions and its multidisciplinary and cross-border diversity. The user side quickly recognized the benefits of operating in limited conditions, which greatly facilitated the further expansion and independence of telemedicine at the same time. In their study the authors summarize the expected development of the trend in a military environment by analyzing the domestic situation.

Keywords: telemedicine, pandemic, strategy, military medicine

Bevezetés

Tanulmányunk elkészítésének célja, hogy összefoglaljuk a telemedicina hazai, katona-orvosi vonatkozású ismereteit, és felhívjuk a katonai és védelem-egészségtudományi területen dolgozó tudományos közösség tagjainak figyelmét a telemedicina új tartalmi elemeire, aktuális alkalmazási lehetőségeire, valamint azokra a beazonosított illeszkedési pontokra, amelyek e rendszerelem integrációját a hatékony betegellátás érdekében lehetővé teszik. A javasolt tervezési, rendszerintegrálási és fejlesztési teendőket a telemedicina és a magyar katona-egészségügy békeidős és műveleti feladatainak viszonyrendszerében, hazai és műveleti területen történt katonaorvosi tapasztalatainkat alapul véve határoztuk meg.

Az e-health, az e-egészségügy vagy a telemedicina szó mindössze pár évvel ezelőtt került be a köztudatba, idegenül hangzó kifejezésként, míg napjainkra kormányzati stratégia, egyre több publikáció, tudományos kutatás és elemzés foglalkozik az e-egészségügy jelenével, jövőbeni alkalmazási és fejlesztési lehetőségeivel.¹

Az elmúlt éveket és napjainkat jellemző dinamikus számítástechnikai, mobiltechnológiai és infokommunikációs fejlődés, a területet jellemző technológiai újítások folyamatos jelenléte az egészségügyi szektor teljes spektrumában változást hozott. Bizonyossá vált, hogy nem csak átmeneti jelenségről, hanem magabiztos növekedést és sok-sok innovációt mutató trendről van szó. Ennek megfelelően az egészségügyi, ezen belül a katonai-egészségügyi szakterületi fejlesztések is elképzelhetetlenné váltak infokommunikációs technológiák széles körű használata nélkül. A kommunikációs módszerek és szokások ilyen jellegű átalakulása magával hozta a hagyományos alapokon nyugvó orvos-beteg interakciók megváltozását is.² A WHO által 2020. március 11-én hivatalosan pandémiának nyilvánított Covid-19-járvány világszerte jelentős kihívások elé állította és állítja napjainkban is a modern egészségügyet. A tanulmány elkészítésének időpontjában kijelenthető, hogy összességében ismeretlen karakterisztikájú betegséggel nézünk szembe, ezért hosszú távon szükséges felkészülnünk a fertőződés kockázatának maximális csökkentése mellett is biztonsággal alkalmazható diagnosztikai és terápiás módszerek, platformok rendszerbe állítására. Az egészségügyi szolgáltatást kiegészítő, fentebb vázolt kritériumoknak megfelelő rendszerelemként definiálható a telemedicina eszköz- és képességrendszer is.

Helyzetkép

Általánosságban elmondható, hogy a telemedicina, bár egyre nagyobb mértékben vesz részt a „hétköznapi” gyógyítómunkában, a koronavírus-járvány előtt arányaiban még azokban az országokban sem volt jelentős, ahol nagyon jelentős lépések történtek az egészségügy digitális pályára állítása érdekében, illetve ahol a nagy földrajzi távolságok abszolút indokolták a telemedicina bevezetését.³ A koronavírus által okozott világjárvány közvetlen következményeként az egészségipar forszírozott ütemű digitalizálása kiemelt prioritásként jelenik meg egyre több külföldi és hazai stratégiai szintű kormányzati dokumentumban. Ezt a tényt támasztja alá a hazánkban 2017-ben már bevezetett Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér (EESZT) rendszerére történő fokozatos – valamennyi hazai egészségügyi szereplő részéről megkövetelt – átállás, a telemedicina hazai szabályozását biztosító törvények, rendeletek folyamatos, egyre részletesebb iránymutatást adó megjelenése. Ezen programok átfogó célja, hogy az egészségügyben mind szélesebb

¹ FEJES Zsolt (2016): Új lehetőségek a védelem-egészségügyi ellátásban: telemedicina. *Hadmérnök*, 11(1), 233–239.

² FEJES Zsolt – HELYES Marcell – MIHÓK Sándor (2020): A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában. *Hadmérnök*, 15(4), 195–208.

³ GYÖRFFY Zsuzsanna et al. (2020): A telemedicina lehetőségei a Covid-19-pandémia kapcsán a nemzetközi és a magyarországi tapasztalatok és ajánlások tükrében. *Orvosi Hetilap*, 161(24), 983–992.

körben alkalmazzanak olyan digitális alapú információs és kommunikációs technológiákat, amelyek egyaránt alkalmasak preventív tevékenység, diagnosztikus, gyógyító- és kiürítőfeladatok végzésére, támogatására, optimalizálására és követésére.

A kormányzati elvárás a rendszerelemek használatával kapcsolatban egyértelmű, hiszen alkalmazásukkal:

- növelhető az egészségügyi ágazat hatékonysága;
- könnyíthető az ellátáshoz való hozzáférés;
- valamint javítható a szolgáltatások biztonsága és minősége.

A telemedicina egyre szélesebb körben történő alkalmazásával olyan stratégiai célok megvalósítása kerül elérhető közelségbe, amelyek lehetővé teszik a minden összetevőjében magasabb minőségű egészségügyi ellátás biztosítását a lakosság számára. Kiemelendő, hogy a vonatkozó dokumentumokban megfogalmazottak szerint az egészségügy digitalizációjának egyszerre kell szolgálnia az egészségügyi ellátórendszer és a lakosság érdekeit.⁴ Ezen törekvésekkel összhangban az EESZT tehát minden bizonnyal hosszú távú platformja lesz a telemedicinális adatszolgáltatás és adatkezelés államilag finanszírozott rendszerének. Működésének alapja az ellátó intézmények, a kezelést végző orvosok és a gyógyszertárak közötti folyamatos elektronikus kapcsolat biztosítása, amely során az ellátás alatt keletkező írásos és képi információk digitalizált formában, online úton elérhetővé válnak minden jogosult résztvevő számára. A rendszer segítségével nyomon követhetők az ellátási utak, az elvégzett vizsgálatok, a felírt receptek és a szakorvosi beutalók. A szolgáltatófelülethez napjainkra a háziorvosi szolgálatok, a járó- és fekvőbeteg-ellátó intézmények, valamint az összes hazai gyógyszertár mellett a magánegészségügyi szolgáltatók nagy része is csatlakozott.⁵ Elindulása kedvező körülményeket teremtett a „tárolás és továbbítás” típusú technológiai megoldásoknak, a távkonzílium- és távdiagnosztikai alkalmazásoknak egyaránt, már a világjárvány kialakulása előtti időszakban is. A magyarországi egészségügyi gyakorlatban a telemedicina bevezetésére számos területen történtek kísérletek: léteznek telekardiológiai, teleradiológiai, teledermatológiai, telepszichiátriai és telepatológiai alkalmazások. Ezekkel kapcsolatosan az Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) telemedicina-pilotprogramot is szervezett, míg a magánszektor több szereplője is kínál *távmonitoring* típusú szolgáltatást, például idős vagy krónikusan beteg páciensek gondozása céljából, de akár említhetjük a magzati távfelügyelet rendszerét is. Hazánkban az alapellátás szintjén is hozzáférhető és az alkalmazott telemedicina-megoldások terén kiemelhető például az a telekardiológiai program, amelyet az Országos Mentőszolgálatnál vezettek be, ahol EKG-alapú távdiagnosztikai rendszer segíti a páciens gyors diagnózisát és a megfelelő ellátóhelyre való irányítását.⁶

⁴ Helyreállítási és Alkalmazkodási Tervvel érkezik a kórházreform (2021). *Medicalonline*, 2021. április 13.

⁵ FEJES Zsolt – MATUSZ Márk Péter (2021): A Covid-19 világjárvány hatása a telemedicina hazai fejlődésére, kapcsolata a haderőfejlesztési programokkal. *Hadmérnök*, 16(3), 219–227.

⁶ GYÖRFFY et al. 2020.

A világjárvány kialakulása kezdetétől fokozott terhet ró az egészségügyi ellátórendszerek teljes spektrumára, rendkívüli igénybevételt gyakorolva szinte valamennyi erőforrás-összetevőre (finanszírozás, eszközrendszer, humánerőforrás). Az ellátandó betegek száma többszörösére növekedett a rapidan terjedő fertőzések következtében úgy, hogy közben a lakosság korábbi egészségügyi ellátásra vonatkozó igénye, az ellátásra váró akut és krónikus esetek száma sem csökkent. Ez a trend jellemezte a globális események kezdetét és a világjárvány felívelő szakaszát egyaránt, amely rövid idő alatt az ellátási igény és az ellátóképesség között kialakuló diszkrepancia elmélyülését okozta világszerte úgy, hogy ezalól a legfejlettebb egészségügyi infrastruktúrával rendelkező országok sem jelentettek kivételt. Szinte napról napra vált érzékelhetővé az egészségügyi ellátórendszerek fokozatos kimerülése, mivel az újabb és újabb fertőzési hullámok nem adtak lehetőséget még időszakos megújulásra sem. Így az egyébként sem túl flexibilis ellátórendszerek – korlátozott reziliens képességek hiányában – egyre nehezebben bírkóztak meg azokkal az új kihívásokkal, amelyeket korábban már alkalmazott, többnyire hagyományosnak nevezhető módszerekkel próbáltak orvosolni.

Az akadozó ellátás új lehetőségek keresésére ösztönözte mind az ellátókat, mind az ellátást igénybe venni kívánókat, hiszen a kezelést igénylő, nem koronavírus okozta egyéb akut és krónikus kórképek száma a vírus terjedésével sem csökkent. Szükségessé vált tehát olyan megoldások alkalmazása is az ellátás biztosítása érdekében, amelyek elméleti szinten már léteztek, azonban gyakorlatban történő kipróbálásuk nem történt meg. A járvány terjedését megakadályozó, személyes találkozások minimalizálását célzó intézkedések betartásának kötelezettsége egyre inkább az online tér felé irányította az alkalmazók, a felhasználók és a fejlesztők figyelmét. Korábban elképzelhetetlen folyamatok indultak el, a teljes állami oktatás, szakmai konferenciák, tanfolyamok, tárgyalások kerültek át különösebb nehézségek nélkül rövid idő alatt az online térbe. A pandémia előrehaladása tehát az egészségügyi kutatások és fejlesztések számának jelentős növekedését, innovatív megoldások kikényszerítését is eredményezte. A fejlesztések érdekében – a megelőző évekhez viszonyítva – elképzelhetetlen mértékű erőforrás-allokáció jelent meg a nagy nemzetközi szervezetek, nemzeti kormányok, egyetemek, kutatóintézetek és magántulajdonú *startupok* vagy techóriások részéről egyaránt.⁷

A jogszabályi környezet alakulása

Magyarország vonatkozásában a koronavírus-világjárványt megelőző időszakot a koherenciát nélkülöző szabályozási környezet jellemezte, amely bizonyos tekintetben azonban még így is fejlettebb és előremutatóbb volt több más európai uniós tagországnál.

Alapként az egészségügy egyik legfőbb szabályozója, az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről (Eütv.) szabályrendszere szolgál. Ugyanakkor sem ez, sem az egészségügyi adatvédelmi törvény (az 1997. évi XLVII. törvény az egészségügyi és a hozzájuk

⁷ Országgyűlés Hivatala Közgyűjteményi és Közművelődési Igazgatóság Képviselői Információs Szolgálat (2020): Telemedicina. *Parlament.hu*, 2020. november 19.

kapcsolódó adatok kezeléséről és védelméről) nem szerepeltette fogalommeghatározásai között a telemedicina vagy a távorvoslás kifejezést.

A 28/2010. (V. 12.) EüM rendelet definiálja először a telemedicina fogalmát, míg a tele-radiológia és a telekonzultáció egyes részletei és minimumfeltételei a 60/2003. (X. 20.) ESzCsM rendelet mellékletei között találhatók meg.

A telemedicina vonatkozásában ugyancsak kiemelendő a 246/2015. (IX. 8.) az egészségügyi létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló ágazati kormányrendelet, amely a fent említett általános rendelkezéseket kiegészítve meghatározza az egészségügyre vonatkozó speciális szabályokat. A létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről szóló 2012. évi CLXVI. törvény (Lrtv.) meghatározása szerint létfontosságú rendszerelemnek minősül a törvény 1. számú mellékletében meghatározott ágazatok valamelyikébe tartozó minden olyan „szolgáltatás, eszköz, létesítmény vagy rendszer olyan rendszereleme, továbbá azok által nyújtott szolgáltatások, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához és [...] amelyek kiesése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna”.⁸ A törvény itt kifejezetten említi az egészségügyet mint létfontosságú rendszert.

A kibertérben megvalósuló betegellátás sajátossága, hogy a szolgáltatás természetéből fakadóan minden esetben két oldalról szemlélendő a tevékenység, hiszen egyszerre alkalmazandók rá az egészségügyi és az infokommunikációs szabályozások. Ebből fakadóan, amikor a telemedicinának az Lrtv. 1. melléklete szerinti ágazati besorolását szeretnénk meghatározni, felmerülhet a kérdés, hogy az egészségügyi ágazat mellett az infokommunikációs technológiák ágazat alá is besorolható-e az e-egészségügy mint létfontosságú rendszer. Bár a szabályozás jelenleg hatályos szövegezése ezt nem teszi lehetővé, tekintettel a telemedicina infokommunikációtól való függésére elképzelhető, hogy ez a terület a jövőben nemcsak egészségügyi alapon, de elektronikus információs rendszerként is védelemre lesz jogosult.⁹

2020 első felében – a járvány kitörésekor – hazai viszonylatban még mindig nem volt jelen az egységes törvényi szabályozás, ez sokkal inkább egyfajta szigetszerű, a telemedicinális rendszerek csak bizonyos elemeit szabályozó struktúrában valósult meg, többnyire különálló törvények és rendeletek formájában. Ennek kiküszöbölése érdekében Magyarország kormánya a veszélyhelyzet kihirdetését követő hónapban tisztázta az online vizit és a távkonzultáció lehetőségét a közfinanszírozott alap- és szakellátásban, ezzel megteremtette a szükséges és elengedhetetlen jogi hátteret a telemedicinális szolgáltatások bevezetéséhez.

Számos kérdés szabályozása továbbra is nyitott, azonban a pandémia következtében kihirdetett 157/2020. (IV. 29.) Korm. rendelet a veszélyhelyzet során elrendelt egyes egészségügyi intézkedésekről már megfelelő jogalapot teremt a telemedicinális ellátás teljes spektrumának szabályozására. A rendelet kijelenti, hogy megengedett a telemedicinális

⁸ 2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről. 1. § j) pont.

⁹ HELYES Marcell – FEJES Zsolt (2021): A Covid-19 világjárvány hatása a telemedicina védelmi besorolására. *Hadmérnök*, 16(1), 177–184.

szolgáltatások nyújtása, amelyek során nem szükséges feltétlenül az érintett felek személyes jelenléte. Ezen mérőföldkő egyértelművé teszi, hogy a szakma mellett a jogalkotó is kész a kibertér – mint a betegellátás 21. századi eszköze – felé nyitni, azt törvényhozás útján, kellő jogbiztonságot teremtve támogatni és elősegíteni.¹⁰

2021. február 10-én életbe lépett az 57/2021. (II. 10.) Korm. rendelet a veszélyhelyzet idején biztosított arcképes azonosítást lehetővé tevő videotechnológián alapuló telemedicináról. Ez a rendelet további előrelépést jelent abban a tekintetben, hogy az egészségügyi szolgáltató a telemedicina útján nyújtott egészségügyi szolgáltatásokat arcképes azonosítást biztosító, videójel és hang továbbítására alkalmas infokommunikációs eszköz útján is biztosíthatja.

A vészhelyzet és a telemedicina kapcsolata

Az egészségügyi ellátórendszerek összeomlásának megakadályozása érdekében az európai kormányok nagy része viszonylag hamar bevezetett olyan korlátozó intézkedéseket, amelyek során az elektív ellátásokat bizonytalan ideig halasztották. Tekintettel arra, hogy ezen ellátásokat a fizikai korlátozások ellenére a lakosság továbbra is igénybe kívánta venni, az ellátási spektrum egy bizonyos része – amely jogszabályi keretek mellett is végezhető ebben a formában – átköltözött az online térbe. Mindezen tényezők együttesen eredményezték azt a fejlesztési *boomot*, amely az *eHealth*, az *mHealth*, illetve a telemedicina-szolgáltatások területén jelenleg is zajlik.¹¹

A kialakult vészhelyzet kezelése a több irányból érkező megoldási lehetőségek mérlegelésére, majd alkalmazására adott lehetőséget. A figyelem egyre inkább a telemedicinára – mint orvos-beteg távoli fizikai kapcsolatán alapuló ellátási formára – terelődött, hiszen ez az ellátási forma a járvány ideje alatt meghozott szigorú intézkedések mellett is képes volt biztonságos formában alternatívát nyújtani a nem koronavírus-fertőzéssel orvoshoz forduló betegek folyamatos ellátásában is. Az ellátásbiztosítás érdekében felmerülő szükségletek egyúttal előrevetítették azon kormányzati szintű intézkedéscsomagok kidolgozásának fontosságát, amelyek a gyorsan változó környezetben hatékony alternatívát képesek nyújtani.

Kormányzati törekvések Magyarországon

A koronavírus-világjárvány magyarországi gazdasági és társadalmi hatásaira reagálva Magyarország Kormánya elkészítette Helyreállítási és Alkalmazkodási Tervét. A Helyreállítási és Alkalmazkodási Terv kilenc komponensből áll. A program finanszírozásához szükséges becsült forrásigény 5760 milliárd forint, amelynek mintegy hatoda az egészségügy fejlesztését érinti. A telemedicinális szolgáltatások fejlesztése két komponenshez

¹⁰ FEJES–MATUSZ 2021.

¹¹ FEJES–MATUSZ 2021.

(digitalizációs reform, illetve egészségügy) kapcsolódva jelenik meg. Az egészségügy komponensében megfogalmazottak szerint célja a minőségi egészségügyi szolgáltatások hozzáférhetőségének javítása az infrastrukturális, humán erőforrás- és informatikai feltételek megteremtése révén. A kormányzati szinten megszületett átfogó struktúraváltás melletti elkötelezettség komplex felmérés eredménye, amely vizsgálat szerint a hazai egészségügyi rendszer jellemzői: túlzott hospitalizáció, átláthatatlan betegutak, magas kórházban töltött átlagos napszám, az aktív ágyak kihasználatlansága, szegényes adatvagyon az ellátórendszer működéséről, teljesítményéről, területi hozzáférésebeli egyenlőtlenségek, az infrastruktúra és az eszközpark elavultsága.¹²

Ezen a ponton szoros párhuzam vonható az állami szinten megoldásra váró feladatok, valamint a Magyar Honvédség egészségügyi szolgálata területén jelentkező és mihamarabb hatékony megoldást igénylő jelenségek között.

Katonai vonatkozások, katonai környezet

A NATO évek óta működteti az Egészségügyi Híradó- és Információs Rendszerek Szakértői Panelje munkacsoportot, amelynek feladata a szövetség keretén belüli telemedicinális eszközök és lehetőségek alkalmazásának vizsgálata. Ennek ellenére még így sem áll a szövetség rendelkezésére egyetlen olyan szabvány vagy egyezmény sem, amely a telemedicinával kapcsolatos elgondolásokat, iránymutatásokat tartalmazza.¹³

Haderőfejlesztés, katona-egészségügyi képességfejlesztés

A Magyar Honvédség folyamatban lévő Honvédelmi és Haderőfejlesztési Programjának egyik fő eleme a Digitális Katona Program, amelynek fókuszában az ember, a katona áll. A program célja a katonai képességeknek és a katona személyének, mint individuumnak a 21. századba történő átvitele és a kor követelményeinek való megfeleltetése. A már zajló fegyverzeti és egyéb haditechnikai eszközök modernizálása mellett a digitális tartalmú elemek egy rendszerbe történő integrálása elengedhetetlen a program sikere és fenntarthatósága érdekében. A szintézis következtében valósulhat meg a feladatokban részt vevő egységek hatékony működtetése, amelynek alapja valamennyi résztvevő digitális rendszereken keresztül – a harc megvívásához vagy a kitűzött feladat ellátásához szükséges – információkkal történő folyamatos ellátása.¹⁴ A teljes digitális rendszer részét képezi majd az egészségügyi modul is, amely rendszer nem más, mint telemedicinális platform, amely *eHealth*- és *mHealth*-almodulok igénybevételén keresztül működik. E rendszerek békeidős alkalmazása jelentős segítséget nyújthat a Magyar Honvédség jövőbeni egészségügyi szolgálata számára mindennapi betegellátási feladataiban.

¹² Helyreállítási és ellenállóképességi eszköz (RRF) (2020). *Pályázat.gov.hu*.

¹³ FEJES 2016.

¹⁴ Szűcs László (2021): A Digitális Katona Program a Magyar Honvédség teljes gondolkodásmódját meg fogja változtatni. *Honvedelem.hu*, 2021. február 15.

A jövőbeni alkalmazás kapcsán keletkező tapasztalatok elősegíthetik a folyamatos fejlesztést igénylő digitális elemek naprakészen tartását, megújítását és hosszú távú, hatékony katonai alkalmazását hazai békeidős és műveleti környezetben egyaránt.

Katona-egészségügy és telemedicina

Annak érdekében, hogy a Magyar Honvédség egészségügyi szolgálata a közeljövőben akár a Digitális Katona Program, akár egyéb más fejlesztés keretén belül telemedicinális, *eHealth*-, *mHealth*-rendszerek alkalmazásába kezdjen – és ezeket hazai vagy műveleti progresszív betegellátási feladatai során hatékonyan, a betegbiztonság érdekében tudja alkalmazni –, stratégiai elképzelés kidolgozására van szükség. A stratégiai alapok egyik meghatározó eleme az a gondolat lehet, hogy nem a telemedicinát kell a jelenlegi rendszerbe illeszteni, hanem valamennyi egészségügyi képességfejlesztést már most úgy kell megtervezni, hogy ezek mindegyike digitális platformon működik majd.¹⁵

A Magyar Honvédség 2013-ban kiadott, jelenleg is érvényben lévő Összhaderőnemi Egészségügyi Doktrínájában foglaltaknak megfelelően az MH egészségügyi szolgáltatának feladata az MH teljes körű egészségügyi biztosítása mind béke, mind különleges jogrend időszakában. A Doktrínában megfogalmazottakkal összhangban összefoglalták azokat az egészségügyi biztosítási, illetve ehhez kapcsolódó egyéb tevékenységeket és feladatköröket, amelyek részleges vagy teljes telemedicinális támogatással megvalósíthatók:

- katonai alkalmasságvizsgálattal és -felülvizsgálattal kapcsolatos feladatok;
- haderővédelmi, prevenciós feladatok;
- gyógyítófeladatok;
- egészségügyi kiürítéssel, evakuálással kapcsolatos feladatok;
- katonapszichológiai tevékenység;
- egészségügyi kiképzési, oktatási feladatok;
- egészségügyi kutatással, fejlesztéssel kapcsolatos tevékenységek.

A telemedicina bevezetésének alapvető feltétele az egészségügyi informatikai rendszerek és a telekommunikációs eszközpark kompatibilissé tétele, a továbbiakban ezek szinkronizált alkalmazása. Széles körű megoldási lehetőségek állnak rendelkezésre okostelefon-applikációk és -szolgáltatások, videokonferencia-lehetőségek, *call centerek* használatára alkalmas telekommunikációs eszközök formájában, amelyek lehetővé teszik az orvos és a páciens térben elkülönülő fizikai elhelyezkedése ellenére is a folyamatos adat-és információcserét.

A valós idejű, illetve a telemonitorozást lehetővé tevő, valamint az általános tájékoztatási formát biztosító platformok köre meglehetősen tág, a kommunikáció napjainkban ezeken *random* kiválasztás, jellemzően személyes preferencia alapján zajlik (például Skype, MS Teams, Zoom, FaceTime, WhatsApp).¹⁶ Meglátásunk szerint szükségszerű

¹⁵ FEJES–MATUSZ 2021.

¹⁶ FEJES–MATUSZ 2021.

a felhasználásra alkalmas platformok katonai és egészségügyi követelmények szerint történő kiválasztása, valamint integrált rendszerelemként történő standardizálása.

A kihelyezhető érzékelők használatával ma már számos olyan fiziológiai paraméter is mérhető, amely korábban csak kórházi körülmények között volt monitorozható. Az elektronikusan, időrendben eltárolt adatok mindig rendelkezésre állnak, visszakereshetők, így az adatvesztés lehetősége kevésbé fenyeget, ellentétben a papíralapú dokumentációval. A biztonságos adattárolás kódrendszerű védelemmel megoldott, csakúgy, mint a hozzáféréssel kapcsolatos jogosultságkezelés. A ma használatos szoftverek döntő többsége képes értékelő funkciók elvégzésére is, megkönnyítve a diagnózis felállítását, adott esetben ezzel segítve a kapcsolódó és szükséges terápia meghatározását.¹⁷

A Magyar Honvédség jelenlegi struktúrájába illeszthetően a telemedicinális rendszerelemek több formában is képesek lehetnek támogatni a katona-egészségügyi képességek követelményeket, a Role 1 szinttől kezdődően egészen a Role 4 ellátási szintig, mind a hazai békeidős, mind a külhoni műveleti tevékenységek során. Az adat- és információcsere egyik legfontosabb közös platformja – elsősorban a hazai, békeidőszakban történő ellátás során – az EESZT, amely országszerte valamennyi csapategészségügyi rendelőben, illetve az MH Egészségügyi Központ Honvédkórház Járóbeteg Szakrendelő Intézetében és a fekvőbeteg-ellátást biztosító osztályokon egyaránt elérhető, képes biztosítani a felhasználók részére a hivatalos dokumentumokhoz történő hozzáférést. A telemedicinális alkalmazási formátumok a mindenkor szakmai és műveleti körülményeknek, lehetőségeknek megfelelően:

- komplex, egységes rendszerben;
- egymástól függetlenül, különálló módon;
- vagy egymáshoz kapcsolt moduláris formában egyaránt alkalmazhatók.

Szükséges ugyanakkor figyelembe venni, hogy a működést biztosító platformok alkalmazásával kapcsolatban az igények és a követelmények jelentősen eltérhetnek attól függően, hogy az alkalmazást milyen környezetben valósítjuk meg: hazai polgári ellátás, hazai békeidős katonai ellátás, külhoni környezetben zajló békeidős ellátás vagy külhoni környezetben zajló harctéri ellátás.

Következtetések, javaslatok

A telemedicinális elemek alkalmazásával áthidalhatóvá válik az ellátók és az ellátottak közötti térbeli fizikai távolság, így biztonsággal végezhetők diagnosztikus, terápiás és távfelügyeleti beavatkozások adott szakorvosi terület képviselőjének fizikai jelenléte nélkül is, mind a hazai csapategészségügyi ellátásban, mind műveleti területen, határok nélkül biztosítva a professzionális ellátás lehetőségét.

Használata során folyamatosan biztosítható az orvos-szakorvos konzílium, az orvos-beteg kapcsolat, amelynek következtében az ellátást igénybe vevő beteg/sérült szélesebb spektrumú

¹⁷ FEJES 2016.

egészségügyi ellátáshoz jut, így jelentősen nő az egészségügyi szolgáltatás biztonsága. Ugyancsak nő az egészségügyi ellátás hatékonysága a lecsökkent várakozási és utaztatási időnek köszönhetően. Alkalmazásával lerövidíthető a diagnózis felállítása és az alkalmazott terápiára tett javaslat között eltelt idő, ezzel lerövidülhet a gyógyulás ideje.¹⁸

Missziós alkalmazása során csökkenthető az idegen környezetben, más egészségügyi struktúrában zajló konzíliumok, kivizsgálások száma, elkerülhetővé válnak felesleges utaztatások, jelentősen csökken az állomány adatait érintő, lehetséges visszaélések rizikója, valamint a személyes biztonsággal kapcsolatos kockázat.

A telemedicina alkalmazása növeli az emelt szintű ellátóhelytől távol tevékenykedő katona-egészségügyi személyzet szakmai biztonságérzetét, lehetővé teszi az egészségügyi szakszemélyzet szakmai fejlődését, és emeli a beteg számára nyújtott egészségügyi szolgáltatás szakmai értékét. Segítségével növelhető a szekunder prevenció és a kontrollvizsgálatok hatékonyabb tervezése és végrehajtása, nő ezek hatásfoka. Szükség esetén külföldön is biztosítható a beteg egészségi állapotának folyamatos (24 órás) monitorozása, így adottá válik az azonnali beavatkozás lehetősége.

A pandémiához hasonló kritikus helyzetben alkalmazásával csökkenthető az orvos-beteg találkozások száma, aminek következtében tovább növelhető mind a szakállomány, mind a szolgáltatást igénybe vevők fizikai biztonsága, valamint az orvosi kapacitások volumene.¹⁹

Szerzői megállapítások

A világban és a hazánkban zajló trendekre, illetve a fentebb ismertetett jelenségekre alapozva a szerzők jelen tanulmány elkészítése során megállapították, hogy a telemedicinának nagy valószínűséggel már rövid távon is kiemelt szerepe lesz a jövő békeidős csapatorvosi feladatainak támogatásában, esetenként ezek pótlásában. A műveleti területen zajló egészségügyi biztosítás Role 1, Role 2 és Role 3 szintű feladatainak kiegészítő támogatásában a telemedicina szerepe megkerülhetetlen, rendszerbe integrálásával a hazai területen stacioner elemként működő Role 4 szintű ellátás egészségügyi szakfeladatai hatékonyan támogathatók. Telemedicinális eszközök alkalmazásával mind hazai, mind műveleti területen biztosíthatók a katona-egészségügyi ellátásban meghatározó diagnosztikus eljárások, terápiás módszerek, szükség esetén távfelügyelet, de fontos szerepük lehet a prevencióban vagy az oktatási, kiképzési tevékenységben is.²⁰ A szerzők meglátása szerint a katona-egészségügyi ellátás Role 1 – Role 4 szintjén a fentebb felsorolt telemedicinális formacsoportok bevezetése – megfelelő szakmai és vezetői támogatás és iránymutatás birtokában – néhány hónapos *pilotprogramot* követően a rendelkezésre álló infrastruktúra,

¹⁸ MATUSZ Márk Péter (2021): A Magyar Honvédség csapategészségügyének telemedicinális fejlesztési lehetőségei. *Hadtudományi Szemle*, 14(1), 173–188.

¹⁹ Országgyűlés Hivatala Közgyűjteményi és Közművelődési Igazgatóság Képviselői Információs Szolgálat 2020.

²⁰ KÓRÓDI Gyula (2006): A digitális katona személyi védelme a honvédorvos szemszögéből. *Hadmérnök*, (különszám).

szakszemélyzet és szaktudás bázisán a csapatorvosi és békeművelési feladatok vonatkozásában részben vagy egészében akár már rövid távon is megtörténhet.

Szerzői javaslatok

Az elmúlt év tapasztalatait összegezve a telemedicinális fejlesztésekhez szükséges stratégiai elképzelések szempontrendszerét az alábbi javaslat formájában foglaljuk össze.

A javasolt fejlesztésekhez szükséges stratégiai elképzelések kidolgozását megelőzően a képességfejlesztés követelményeinek, tervezett struktúrájának, integrációjának és alkalmazásba vételi lehetőségeinek kidolgozása – honvédegeszségügyi szempontrendszerek alapján – elengedhetetlen. A kidolgozásra váró stratégiai elképzelés kiindulómegállapításai az aktuális trendeket figyelembe véve az alábbiak lehetnek:

- A telemedicinális rendszerelemek katona-egészségügyi ellátásba történő integrációjának célja a hatékony, standardokon és szakmai irányelveken és protokollokon alapuló egészségügyi szakellátás nyújtása.
- Az egészségügyi ellátás elsődleges tervezési szempontja a jövőben is a maximális betegbiztonság és a minőségi betegellátás.
- Az egészségügyi, ezen belül a katona-egészségügyi ellátási folyamat progresszív szemlélete a jövőben is változatlan marad.
- A közeljövő egészségügyi diagnosztikai és terápiás rendszerelemei digitális platformon fognak működni.
- A szervezeti és az egyéni képzések végrehajtása folyamatosan jelentkező igény lesz, amelyet a dinamikus technikai fejlődés határoz meg.

Összefoglalás

A Magyar Honvédség feladatrendszerének ellátásához a szükséges számú, összetételű és megfelelően képzett állomány folyamatos rendelkezésre állásának biztosítása alapvető feladat. Ennek a feladatnak a teljesítéséhez elengedhetetlen a megfelelő színvonalú egészségügyi háttértámogatás, amelynek egyik lehetséges komponense a telemedicina. Tanulmányunkban rámutattunk, hogy számos, jelenleg ismert digitális platform és telemedicinális rendszer képes kiszolgálni a civil és a katonai betegellátás során felmerülő igényeket, napjainkra ennek jogszabályi keretrendszere is adottá vált. Rámutattunk azokra az illeszkedési pontokra, ahol a katonai orvosszakmai, illetve a katonai művelési oldalról támasztott követelményeknek megfelelően a polgári alkalmazásban már működő telemedicinális rendszerek a Magyar Honvédség egészségügyi ellátórendszerébe integrálhatók. Megállapítottuk, hogy a Magyar Honvédség jelenlegi struktúrájába illeszthetően a telemedicinális rendszerelemek több formában is képesek lennének kiszolgálni a katona-egészségügyi képességekvetelményeket Role 1 szinttől Role 4 szintig, mind békeidőben, mind művelési körülmények között.

Felhasznált irodalom

2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről.
- FEJES Zsolt (2016): Új lehetőségek a védelem-egészségügyi ellátásban: telemedicina. *Hadmérnök*, 11(1), 233–239. Online: http://hadmernok.hu/161_22_fejeszs.pdf
- FEJES Zsolt – HELYES Marcell – MIHÓK Sándor (2020): A telemedicina jogi szabályozása az Európai Unió két tagországában. *Hadmérnök*, 15(4), 195–208. Online: http://real.mtak.hu/124734/1/13_Fejes-Helyes-Mihok_195-207_HM2020_4.pdf
- FEJES Zsolt – MATUSZ Márk Péter (2021): A Covid-19 világjárvány hatása a telemedicina hazai fejlődésére, kapcsolata a haderőfejlesztési programokkal. *Hadmérnök*, 16(3), 219–227. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/5310/4724>
- GYÖRFFY Zsuzsanna et al. (2020): A telemedicina lehetőségei a Covid–19-pandémia kapcsán a nemzetközi és a magyarországi tapasztalatok és ajánlások tükrében. *Orvosi Hetilap*, 161(24), 983–992. Online: <https://akjournals.com/view/journals/650/161/24/article-p983.xml>
- HELYES Marcell – FEJES Zsolt (2021): A Covid-19 világjárvány hatása a telemedicina védelmi besorolására. *Hadmérnök*, 16(1), 177–184. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/4754>
- Helyreállítási és Alkalmazkodási Tervvel érkezik a kórházreform. *Medicalonline*, 2021. április 13. Online: http://medicalonline.hu/eu_gazdasag/cikk/a_helyreallitasi_es_alkalmazkodasi_tervvel_erkezik_a_korhazrefo
- Helyreállítási és ellenállóképességi eszköz (RRF) (2020). *Palyazat.gov.hu*. Online: www.palyazat.gov.hu/helyreallitasi-es-ellenallokepességi-eszköz-rrf
- KÓRÓDI Gyula (2006): A digitális katona személyi védelme a honvédorvos szemszögéből. *Hadmérnök*, (különszám). Online: http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/korodi_rw6.html
- MATUSZ Márk Péter (2021): A Magyar Honvédség csapategészségügyének telemedicinális fejlesztési lehetőségei. *Hadtudományi Szemle*, 14(1), 173–188. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hsz/article/view/367/4425>
- Országgyűlés Hivatala Közgyűjteményi és Közművelődési Igazgatóság Képviselői Információs Szolgálat (2020): Telemedicina. *Parlament.hu*, 2020. november 19. Online: https://parlament.hu/documents/10181/4464848/Infojegyzet_2020_81_telemedicina.pdf/26678aac-8d7c-8631-11cf-1cc9332435a?t=1605857740475
- Szűcs László (2021): A Digitális Katona Program a Magyar Honvédség teljes gondolkodásmódját meg fogja változtatni. *Honvedelem.hu*, 2021. február 15. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/a-digitalis-katona-program-a-magyar-honvedseg-teljes-gondolkodasmodjat-meg-fogja-valtoztatni.html>

A lövészkatona alapvető kézi lőfegyverével vívott harcának elemzése

A lövészkatona alapvető lőfegyverével (Individual Combat Weapon – ICW) folytatott harca mérnöki szemlélettel, elemi eszközrendszerként, funkcióanalízissel elemezhető. Az elemi eszközrendszer fő képessége: a pontosság, a hatásosság és a használhatóság fogalmának bevezetésével és elemzésével, az elemi eszközrendszer alkotóelemeinek egymásra hatásának összevetésével lehetőség van az ICW-k mélyreható vizsgálatára. A 20. század közepétől napjainkig tartó időszakban a NATO és a Szövetségen kívüli legtöbb nyugati haderő legjellemzőbb ürmérete az $5,56 \times 45$ mm-es lett, amelynek legnagyobb számban gyártott alapfegyvere az M16 rohampuska és változatai. Emiatt ezen a fegyveren a legjobb bemutatni a funkcióanalízis folyamatát és eredményeit, illetve a jövő várható tendenciáit.

Kulcsszavak: lövész, alapvető egyéni lőfegyver, rohampuska, funkcióanalízis, pontosság, hatásosság, használhatóság, M16

Analysis of Infantrymen's Combat Operating Their Primary Individual Firearm

From an engineering perspective, infantrymen's combat operating their primary individual firearm can be analyzed by function analysis. By introducing and analyzing the concepts of accuracy, effectiveness and usability, and by comparing the mutual effects of these elements, it is possible to conduct an in-depth examination of individual service firearms. Since the middle of the 20th century until today the most widespread caliber in NATO and most western armies has been the 5.56×45 , which is fired by the M16 assault rifle and its variants. For this reason, it is best to present the process and results of the function analysis, as well as the expected future trends, on this weapon.

Keywords: infantryman, primary individual firearm, assault rifle, function analysis, accuracy, effectiveness, usability, M16

¹ Nyugállományú katona, szerződéses óraadó, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola. E-mail: foldifdr@t-online.hu

Bevezetés

Már a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolájában (ZMNE KMDI) megkezdett tanulmányaim legelején foglalkozni kezdtem annak vizsgálatával, hogy egy, máskülönben teljesen egyértelműnek tűnő harcászati kérdés (a lövészkatona kézfegyveres harca) elemzése lehetséges-e nem csupán a hadtudományok szempontjából, hanem sokkal hangsúlyosabb mértékben a műszaki (mérnöki) fogalomrendszer alapján is.² Ehhez elengedhetetlen volt a rendszerszemléletű megközelítés. A funkcióanalízis-eljárás követelményei alapján tisztáznom kellett, és egyértelmű jellemzőkkel kellett leírnom, hogy mi lesz vizsgálatom konkrét tárgya. Miután ez az eljárás valóságos tárgyat kíván meg, ebben az esetben a lövészkatona kézfegyverekkel vívott harca minden tulajdonságát bíró, legkisebb, de még vizsgálható elemi eszközrendszerének mint anyagi valóságnak a meghatározása lett az első feladatomban. Ezzel foglalkozom az első részben, a másodikban az eszközrendszer képességekvetelményeivel, míg a harmadikban a jellemző és a NATO-n belül kiemelten elterjedt 5,56 mm-es űrméretű kézfegyver elemzését és fejlődését mutatom be.

Az elemi eszközrendszer meghatározása

Természetesen a harc logikájából következően könnyen feltételezhettem, hogy a legkisebb harcoló egységnek a katonát kell tekintenem a fegyverével, amit azonban bizonyítanom is kellett. Egy 2006-os tanulmányomban erről részletesen értekeztem.³ Ehhez a legtöbbet Sir John D. P. Keegan munkásságából merítettem,⁴ többek között, hogy a csata során a harc célja „az emberi szenvedés erőszak útján való okozása”,⁵ amelynek eredménye „az emberi csoportok dezintegrációja”.⁶ Ez „egyikük, vagy másikuk előbb morális, majd fizikai összeomlásához vezet”, és úgy érhető el,⁷ hogy „az ellenségnek olyan mértékű fizikai szenvedést kell okozni, hogy valóban legyőzöttnek érezze magát. Ehhez mindenkor ember ember elleni küzdelemre van szükség.”⁸ A szerző e meglátása adta meg számomra a kulcsot az elemi eszközrendszer meghatározásához, amely tehát nem más, mint a katona a maga fegyverével. Mivel Keegan erre a megállapítására a csaták hosszú sorának tanulmányozása alapján jutott el, ezúttal meg merem engedni magamnak, hogy ne foglalkozzak olyan mélységben a katona és személyi fegyvere történelmi fejlődésével,

² 1978 óta foglalkoztam a kézfegyverek használatának különböző kérdéseivel, később, 1986 óta a Magyar Néphadsereg Haditechnikai Intézet (HTI) Fegyver-lőszer osztály kézfegyver-fejlesztő főtisztjeként szolgáltam több mint 12 évig. Ennek alapján az átlagosnál sokkal több információra tettem szert, főleg több évtizedes lőtéri gyakorlati tapasztalataim alapján (lőpróbák, „nyúzópróbák”, több százezer lövés leadásával).

³ FÖLDI Ferenc (2006a): Gondolatok a fegyver szerepéről a harcban. *Hadmérnök*, 1(1), 83–101.

⁴ John KEEGAN (2000): *A csata arca*. Ford. Kőrös László. Budapest: Aquila.

⁵ KEEGAN 2000: 37.

⁶ KEEGAN 2000: 346.

⁷ KEEGAN 2000: 344.

⁸ KEEGAN 2000: 343–344.

mint ahogy azt egy későbbi tanulmányomban megtettem,⁹ hanem abból kiemelve eredményeimet rögtön a 21. század viszonyaira lebontva, a lövészkatona és tűzfegyvere elemi rendszerét elemeztem tovább. Ez a tűzfegyver a lövészkatona alapvető lőfegyvere. Annak tisztázása, hogy mi okozza az emberi szenvedést, különösebb irodalomkutatás nélkül is felismerhető volt számomra: ez nem más, mint az emberi szervezetet ért traumahatás, amely lehet fizikai vagy lelki egyaránt. Ezt a traumahatást már minimális orvosi ismeretekkel is le lehetett fordítani az emberi szervezetet erő energia hatására. Ezt az energiát neveztem el *elsődleges károsító energiának*.¹⁰ A kérdés már csak az volt, milyen energiából lehet ezt az energiát előállítani, és milyen módon lehet az emberi testbe eljuttatni. A vizsgálatom tárgyát képező 20. századi lőfegyver az ismert módon a lőpor elégetéséből keletkező gázok termikus energiájának döntő többségét használja erre a célra, de csak közvetítő anyagi valóság, a *lövedék* segítségével, amelynek fedezi a mozgási energiáját a röppályán (ez a *transzportáló energia*), és a maradék mozgási energia a célnál válik becsapódási energiává, de a célon belül lesz *károsító energiává*. Ami alapesetben csak akkor igaz, ha a célt nem védi valamiféle ballisztikai védőelem, vagy a *lövedék* nem lép ki a testből, és visz magával a becsapódási energiából valamekkora hányadot. Miután az energia szempontjából a károsítás meghatározhatóvá vált, már csak annak mértékét kellett meghatároznom, ami az egyik legnehezebb feladattá vált a szakirodalom sokszor egymással is ellentmondó adatai alapján. Végül önkényesen ezt az értéket 150 J-ra tettem.¹¹ Ehhez a *károsító energiához* viszont szükség volt a lőporgázok által generált maximális energiára (az átmeneti ballisztika zónája végén, ahol a legmagasabb), ami további elemzéseket igényelt, de már figyelembe kellett vennem az energiát birtokló anyagi valóság, a *lövedék* szerepét is, mert könnyen belátható, hogy a röppályán a *lövedékre* a környezet hatásain kívül a *fegyver* részéről a csőtorkolat minősége és a huzagolás megfelelősége lehet hatással. A *fegyver* karakterisztikáját alapul véve a hatásos célzott lőtávolság ritkán haladja meg a 400 m-t (mert a károsítás elérésére biztosan el is kell találni a célt). Ezen a lőtávolságon, ha a *lövedék* becsapódási energiája $E_b \sim 630$ J, akkor a torkolati $E_0 > 2$ kJ, ez bőven fedezi a szükséges *károsító energiát*.¹² Megállapítható, hogy ilyen lőtávolságban a jelenleg rendszerben álló 7,62 mm-es 43M és 5,56 mm-es SS109 NATO ürméretű *lövedékekhez* rendszeresített gépkarabélyok vagy rohamfegyverek mindegyike kielégíti ezt a torkolatienergia-követelményt, ha azokkal biztos találat elérhető.¹³ Amennyiben viszont a célszemély szabványos lövedékálló védőmellényt visel,¹⁴ akkor csak a kiegészítő betéteinek területén kívüli célfelületek támadhatók eredményesen. Ám a hivatkozott szabvány

⁹ FÖLDI Ferenc (2018): A lövészkatona, mint elemi eszközrendszer vizsgálata a harcban. A „lövészkatona” harcának eszközrendszere a műszaki fejlesztő szemszögéből. *Hadmérnök*, 13(3), 50–67.

¹⁰ FÖLDI 2018: 53., 56. A másodlagosan károsító energiát hordozó lövedék a célba csapódva nem mozgási, hanem detonációt okozó kémiai energiával rombol. Ebben az esetben a kézfegyverről lőhető gránátokról van szó.

¹¹ FÖLDI 2018: 54.

¹² Például a *Löfe/1. A korszerűsített 7,62 mm-es AKM-63 géppisztoly leírása és karbantartási utasítása* (1964). [H. n.]: A Honvédelmi Minisztérium Kiadása. 3. melléklet. 72.

¹³ FÖLDI Ferenc (2006b): Gondolatok a pontosságról. *Hadmérnök*, 1(1), 110.

¹⁴ MSZ K 1114-1: 1999. Testpáncélok. K5–K8 védelmi fokozat (3.2.9.5.–3.2.9.8. pont). 7.; „szabályos találat okozta áthatolás nem megengedett”: 2.6. pont. 5.

csak adott számú lövés elviselését írja elő. Ha ennél több találatot lehet sorozatlövessel elérni a célfelületen, akkor természetesen megtörténhet a cél kikapcsolása, mert amit a hat századmásodperc alatt becsapódó, $\sim 1,6$ kJ energiájú *lövedékek*¹⁵ az emberi testtel még behatolás nélkül is megtennének, az megítélésem szerint bőven elegendő a harc képtelenné tételhez. A *lövedék* tehát az energiaátadás nélkülözhetetlen eleme, de ugyanakkor önmagában nem elemezhető az elemi eszközrendszerben (amelyet R jelöléssel láttam el), ahogy a *fegyver* sem, mert csak a kettő egymásra hatásában értékelhető. Kimondhattam, hogy a *fegyver* és a *lövedék* együtt az R tárgyi (technikai) részrendszerét képezi (ezt R_f megjelöléssel illettam). Miután a lövészkatona harcának elemi eszközrendszeréről van szó, az R másik eleme maga a *lövész*, a humán faktor (a maga fizikális-mentális és szellemi állapotával, kiképzettségi szintjével és szinten tartottságával), amely szintén elválaszthatatlan a funkcióelemzés során. Tehát az R két elemezhető részből tevődik össze, a humán tényezőtől és az R_f részrendszerből. Ezek közül a második már alkalmas a műszaki szemléletű funkcióelemzésre, míg az első inkább a humán vizsgálatok körébe tartozik.

Az R és elemeinek funkcióanalízise

Első lépésként meghatároztam, hogy az R milyen képességekkel kell hogy bírjon az ellenfél harcból való kiiktatásának eléréséhez, amiről részletesen publikáltam is. Ezek: a *pontosság* képessége,¹⁶ a *hatásosság* képessége¹⁷ és a *használhatóság* képessége,¹⁸ azaz ebben a sorrendben a cél eltalálásának képessége, a leküzdéséhez szükséges *károsító energia* átadásának képessége és az R_f és a humán tényező illeszthetőségének képessége. Az alapkövetelmények meghatározása után lehetségessé vált a funkcióanalízis alá vont R fő és kiegészítő funkcióinak meghatározása, majd ezek alapján a rendszer elemeinek ugyanilyen szempontú elemzése is.

Az R fő funkciója

A *lövésztől* származó elhatározás alapján a háromdimenziós tér meghatározott pontjába meghatározott időben olyan mértékű *károsító energiát* transzportál, hogy az abban a térpontban tartózkodó kiválasztott célobjektumot biztosan harc képtelenné tegye vagy rombolja. Mellékfunkciója: a fő funkció szerinti képesség kötött számú¹⁹ reprodukálása és más energiafajta alkalmazása (általában önvédelmi célra, például a szoros közelharcban az emberi izomerő mint energiaforrás és a *fegyver* és kiegészítői mint eszközök). Ebben a felosztásban a két kiegészítő funkció egyes elemei esetleg keveredhetnek, de ez természetesnek tekinthető.

¹⁵ 600 lövés/perc tűzgyorsasággal számolva.

¹⁶ FÖLDI 2006b: 102–125.

¹⁷ FÖLDI Ferenc (2006d): Gondolatok a hatásosságról. *Hadmérnök*, 1(3), 67–84.

¹⁸ FÖLDI Ferenc (2006c): Gondolatok a használhatóságról. *Hadmérnök*, 1(3), 48–66.

¹⁹ A R a rendelkezésre álló *lövedékmennyiség*, azaz a *lövész* rendelkezésre álló tölténymennyiség.

A humán tényező fő funkciója

Alapvetően az arra jogosult személy parancsára vagy saját akaratából vagy kényszerítő körülmények hatására megindítja a lövésfolyamatot, amely folyamat eredményeképpen megtörténik a *károsító energia* átadása a kiválasztott célnak. Mellékfunkciója: az R_f hordozása, kezelése (a szükséges kapcsolások, beállítások elvégzése), üzemben tartása (karbantartás, javítás). A fő funkció ellátásának minőségét a *lövész* személyi jellemzői határozzák meg, legfőképp a *lövész* alkalmassága, valamint pillanatnyi testi, mentális állapota. A mellékfunkciók szoros kapcsolatban vannak a fő funkciókkal, és megállapítható, hogy azok ellátásának elhanyagolása jelentősen zavarja a fő funkció ellátását.

Az R_f funkciói

Az R_f funkcióit szétválasztva kívántam elemezni, tekintettel arra, hogy azt az egyes elemek összevont funkciói adják, továbbá e funkciók kölcsönhatását is könnyebb a továbbiakban részletesen elemezni.

A fegyver fő funkciója

Megindítja az energiatranszportálást a háromdimenziós tér *lövész* által meghatározott pontjába (irányba állítja, és elindítja a *lövedéket*), és ezt a funkcióját az elfogadható *pontossági* határokon belül szélsőséges körülmények között is *megbízhatóan* képes ellátni, a *lövész* által meghatározott mennyiségű ismétlődéssel. Mellékfunkciói:

- lehetővé teszi a *lövésznek* a megbízható célzást;
- biztosítja a *lövésznek*, hogy a lövésfolyamat során ne vétson olyan lényeges hibát, amely jelentősen befolyásolná a lövés *pontosságát*;
- az elfogadható szintre csökkenti a lövésből a *lövészre* jutó terhelést;²⁰
- biztosítja a *lövész* számára a *használhatóságot*;
- indíthat másodlagos károsító energiát hordozó (gránátot) *lövedéket*;
- legalább korlátozottan biztosítja egy más energiatípusú felhasználását is önvédelemre,²¹ illetve az alaprendeltetéstől eltérő harctevékenységre.

A második–negyedik funkció minősége az ergonómiai kialakítás függvénye. Az utolsónak felsorolt mellékfunkció általában elengedhetetlen, tekintettel az R mellékfunkcióinál a testközeli önvédelem képességére.

²⁰ A hátraható erőt mérsékeli, a keletkező hőenergiát a környező levegőnek adja át (nem a *lövész* testének).

²¹ Például szoros közelharc esetén rohamkéssel (levehető szuronnal) látható el, illetve szerkezeti szilárdsága alkalmassá teszi ütések, csapások leadására és kivédésére egyaránt.

A lövedék fő funkciója

A *károsító energiát a fegyvertől* a háromdimenziós térben pontosan meghatározott helyre, a tér jól leírható részét magába foglaló célba szállítja, és ott megfelelő hatásfokkal átadja annak. Mellékfunkciói: felszabadítja a másodlagosan ható *károsító energiát* (gyújtó/robbanó *lövedék*), megmutat(hat)ja a *lövésznek* a célzási pont és a találat közötti eltérést (vagy a röppályának, vagy a becsapódás helyének, vagy mindkettőnek a láthatóvá tételével) a célzashelyesbítés lehetőségének biztosítása érdekében. Látszólag a *lövedék* a legkevésbé bonyolult elem, ugyanakkor kölcsönhatásban vizsgálva semmiképp sem elhanyagolható hatással van mind a *fegyverre*, mind a *humán tényezőre*, ezzel együtt az *R*-re.

Az *R* elemeinek részletes elemzését követően rátérek arra, melyek azok a legfontosabb kölcsönhatások, amelyek meghatározzák az *R* működését, továbbá a *pontosságot*, a *hatásosságot* és a *használhatóságot*.

A *lövész* szempontjából: az *R* tudatos elemeként fizikai, szellemi és felkészültségi szintje pillanatnyi eredőjének megfelelően alapvetően meghatározza (de csak az *R_f*-en keresztül) az *R pontosságát*, ismereti szintjének és hozzáállásának megfelelően befolyásolhatja az *R* működőképességének fenntartását.

A *fegyver* szempontjából: a *transzportációs energia* létrehozóképességének minősége, *pontossága*, a *lövedék* röppályára állításának képessége, ergonómiai kialakítása (mérete, kezelhetősége és tömege) a *lövész* és a *lövedék* pontosságával együttes hatásban határozza meg az *R pontossági* képességét. A *használhatóság* képességének kérdéskörébe tartozik az ergonómiai kialakítás. Ennek egy aspektusát külön is vizsgáltam a szállíthatóság tárgyalásánál. Megállapítottam, hogy a fegyvercső és a teljes *fegyver* hosszának aránya, a fegyverszerkezet kihasználtsági foka ($\eta_{kf} = L_{cső}/L_{fegyver}$), illetve a *lövedék* torkolati energiájának egységnyi fegyverhosszra eső mértéke, az energiakinyerési tényező ($E_{kinyer} = I_0/L_{fegyver} = [J/mm]$) fontos jellemzője lehet az *R_f*-nek, ez utóbbi alkalmas minden kézi tűzfegyver összehasonlítására is.²² Ha figyelembe vesszük, hogy a *lövedék* torkolati energiájának mennyiségét alapvetően a fegyvercső hossza határozza meg (mert abban zajlik a termodinamikai folyamat döntő hányada, bizonyos megkötésekkel tekinthető a termikus munkát végző szerkezeti hosszak). Minden más alkatrésze a *fegyvernek*, a csőfart lezáró szerkezeti elemen kívül, csak az *R_f lövésszel* való összekapcsolhatóságát (a *használhatóság* képességét) szolgálja.

A *lövedék* szempontjából: tömege a *fegyveren* keresztül befolyásolja a *lövész* terhelését (folyamatos terhelhetőségét). A röppálya mentén a mozgási energia vesztesének mértéke, továbbá a *károsító energia* átadási képessége a célnak döntő mértékben befolyásolja az *R hatásosságot*.

Kölcsönhatások a teljes lövésfolyamatban: a célzás, az elsütés, a ballisztikai folyamatok (belső, átmeneti, kül-, célballisztikai) és az abban részt vevő *R*-elemek, alkatrészek részletes elemzésével állapítottam meg, hogy milyen kölcsönhatások lépnek fel az *R*-ben, és milyen hatással vannak két legfontosabb jellemzőjére. A *lövész* a fegyvercsőfurat

²² FÖLDI 2018: 52. Minél magasabb az η_{kf} és az E_{kinyer} , annál jobb az *R_f* használhatósága.

megfelelő térbeli helyzetének beállításával (célzás) és folyamatos megtartásával (az elsütési, bel- és átmeneti ballisztikai tartományában) csak a *pontosságra* hat.²³ A bel- és átmeneti ballisztikai fázisban a *lövész*, a *fegyver* és a *lövedék* van kölcsönhatásban, és ez mind a *pontosságot*, mind a *hatásosságot* befolyásolja. Az R_f ergonómiája viszont erősen befolyásolja a *lövészt* a csőfurat megtartásában a lövés dinamikus hatása alatt. A *lövedéket* röppályáján már sem a *lövész*, sem a *fegyver* nem befolyásolhatja, de teljesen ki van szolgáltatva a környezet összes hatásának. A *lövedék* már sem a külballisztikai, sem a célballisztikai fázisban nem tud visszahatni sem a *lövészre*, sem a *fegyverre*.

Az R *pontossági* és *hatásossági* képességére a *lövésztől* a célíg tartó térrész környezeti viszonyai drámai befolyással vannak. Az átjárható közeg hőmérséklete, nyomása (ezekből a sűrűsége), más anyaggal való telítettsége (pára, por stb.), áramlási viszonyai a *lövedék* sebességvesztésének mértékét és a tervezett röppályán való megmaradásának képességét határozzák meg. A szinte követhetetlenül sok egymásra ható tényező és a kölcsönhatások alig átlátható és rendszertelenül változó kuszasága eredményeképp a *lövedék*-közeg egymásra hatás előre nem pontosan számítható, csak jósolható. Emiatt tudomásul kell venni, hogy minden lövés-találat összefüggés valamilyen valószínűségi kapcsolatban van egymással, amely nem lehet 100%-os. Az R és elemeinek egymás közti, valamint a környezetnek és a célobjektumnak az R -rel és elemeivel való kölcsönhatásait részletesen elemezve megállapítottam, hogy a lövésfolyamat olyan folyamat, amelyre jellemző, hogy a folyamat során fellépő hatások rendre rontják az R elméleti hatásfokát, mivel minden tényező az R bemeneti hibáinak hatását erősíti fel. Ennek alapján feltártam az R képességeit meghatározó általános követelményeket. A *pontosságot* illetően kívánatos lenne az „egy lövés, egy találat” forgatókönyv, a célobjektum azonosíthatóságáig terjedő, illetve a csak a célobjektum eredményesen támadható olyan felületrészt felismerhetővé tevő lőtávolság, amelyen az alkalmazott *lövedék* képes a szükséges mértékű *károsító energiát* a célnak átadni. Ezzel lehet megakadályozni a járulékos veszteség (*collateral damage*) vagy a baráti tűz bekövetkezését. Viszont ez a két lőtávolság nem azonos, értelemszerűen a második sokkal kisebb is lehet. A *hatásosság* ebben az esetben azt jelenti, hogy a *becsapódási energia* a célíg tartó ballisztikai görbe teljes hosszában haladja meg a ballisztikai védőelem nélküli testet harcképtelenné tevő *károsító energiát*.

Az R működőképessége, *pontosságának* és *hatásosságának* megőrzési képessége elengedhetetlen minden reálisan feltételezhető környezeti hatásban és a *fegyver* teljes élettartamában.²⁴ Ez a *megbízhatóság* feltétele, amely megköveteli, hogy az R_f tervezett, lövésekben számított élettartamában²⁵ 5% működési hibahatáron belül őrizze meg megbízhatóságát 233–333 K hőmérséklet-tartományban, homokvihárban, néhány durvább behatás után is.²⁶ A *pontosság képessége* nem romolhat annyira, az élettartam végére sem,

²³ Mert a *lövedék* v_0 csőtorkolati sebességvektorának térbeli helyzete határozza meg tervezett röppályáját.

²⁴ Az R_f haditechnikai ellenőrző vizsgálata ennek a követelménynek az érvényesülését ellenőrzi, lőtéren, éles lövések leadásával, több *fegyverrel*, *lövesszel* és különböző gyártású tölténnyel.

²⁵ Legalább 10 000 lövés, de lehet több is.

²⁶ Például 2,5 méter magasból betonra leejtgetés, 4 km vonszolás különféle talajokon! HTI Technológiai Utasítás (HTI TU).

hogy e képesség mérőszámai (MOA, $T_{s_{x-y}}$) duplájukra nőjenek.²⁷ A *hatásosság* képességét meghatározó *lövedék* torkolati sebessége sem csökkenhet 10%-nál jobban.²⁸ Ezzel meghatároztam az *R* működőképességének legfontosabb számszerűsített jellemzőit, ahol a *megbízhatósági* képességek egy része természetesen a lövésre is vonatkozik (a humán tényezőnél a kiválasztással és a kiképzettséggel biztosítják), de a követelményeket teljeskörűen és alapvetően az *R_f*-re alkalmazzák (a tárgyi tényezőnél műszaki követelmény).

A közelmúlt, a jelen és a várható közeljövő *R_f*-rendszerének alapvető jellemzői a képességei, amelyeket az előbb részletesebben bemutatam. Most ezeket az elveket a NATO-ban minden érintett által jól ismert 5,56 mm-es M16 fegyversaládra és $5,56 \times 45$ mm-es töltényre vetítve kívánom elemezni a rendszeresítését követő időszaktól máig, a már lefektetett funkcióanalízis elvei alapján, azaz a *pontosság*, a *hatásosság* és a *használhatóság* képességének szemszögéből. A továbbiakban erre *R_f*-rendszerként fogok hivatkozni, egészen a 2022. év elejéig. Bár az *R_f* előlétele is megérne egy részletes elemzést, de épp a terjedelmi korlátok miatt ezt az elemzést már az M16 néven 1964-ben rendszeresített *R_f*-el indítom, hogy azután a típusváltozatok során keresztül érzékeltethessem a változások hatását a három képességre.

Az 5,56 mm-es M16 fegyver és az $5,56 \times 45$ mm-es M193 töltény *R_f*-*pontossági* képességét a töltény minősége határozta meg, mert a fegyver ergonomiai kialakítása maximális mértékben biztosította a *lövész* és a fegyver egymáshoz illesztését (erről majd a *használhatóságnál* írok), lehetővé téve a *lövésznek* a pontos célzást, az elsütést és a fegyver lövés közbeni megtartását. A töltény egy kissé átfogalmazott 222 Remington sporttöltényből született meg 1950-ben. A gázelveteles, hosszú gázátvezető csővel táplált belső dugattyús (a zárkeret a henger, a zártest a dugattyú) gázmotoros fegyver a 3,55 g-os, 18,8 mm hosszú *lövedéket* 503 mm hosszú csővéből 380 Mpa csúcshőnyomáson 990 m/s sebességgel és 1,76 kJ torkolatközelbeli energiával indította.²⁹ Ezt viszont a *lövedék* nem túl barátságos küllálszertípusai jellemzői miatt³⁰ igen hamar elvesztette.³¹ Ez a *pontosság* képességét is érintette, például 100 m távolságból diopteres irányzékával még eredményesen tudott harcolni fejalakméretű célok ellen, de 400 m lőtávolságból már nem,³² mert a könnyű *lövedék* teljesen ki volt szolgáltatva a környezet hatásainak. Emiatt erősen kérdéses volt a találat állóalakra széles vagy növényzettel fedett környezetben. A *hatásosság* képessége szempontjából az *R_f*-*lövedéke* 400 J feletti *károsító energiájával* még 400 m távolságban is kiiktathatta a harcban a célszemélyt, ha a *lövedék* eltalálta. Átütőképességét jellemezte 100 m-en a D-944 PSZH ajtó páncéllemezeének átlövése,

²⁷ MOA = Minute of Angle (szögperc). A szóráskép-értékelésnél az összes találatot magába foglaló kör átmérőjével és a csőtengely torkolati pontjával képzett egyenes kúp kúpszöge. $T_{s_{x-y}}$ a találatokat lefedő négyzet terület. Adott lőtávolságon ez a kör/négyzet legyen kisebb a cél támadható felületénél!

²⁸ Szintén HTI TU-követelmények. A felsorolt változások a gyári, új minőségű fegyver adataihoz képest értendőek.

²⁹ M16 Rifle [é. n.]. Wikipedia. A Range and accuracy bekezdés első táblázata.

³⁰ Az $l/d = 18,8/5,69 = 3,3$, a keresztmetszeti terhelés $= 0,14 \text{ g/mm}^2$, a torkolati fajlagos energiasűrűség $= 0,07 \text{ kJ/mm}^2$. A d itt a *lövedék* tényleges átmérője, amely értelemszerűen nagyobb, mint az űrméret.

³¹ Joshua GILLEM (2023): 5.56 NATO Ballistics and Cartridge Guide. *Gunners Den*, 2023. február 2. 300 m közelében már csak 716 J, a torkolatnak alig 40%-a.

³² A HTI „0” ponti löfolyosón végzett vizsgálataink mutatták ki, XM16E1 fegyverrel löve.

saját HTI-méréseink szerint. A *pontosság* problémáját azzal kompenzálták, hogy már az alap M16 változat képes volt *másodlagos károsító energiát* hordozó *lövedékeket* (gránátot) lőni, kezdetben 22 mm-es puskagránátot a csőtorkolati szerelvényről külön indító vaktölténnyel, majd később már élestölténnyel is indítva. Azonban ezek a gránátok sem a *pontosság*, sem a *hatásosság*, sem a *használhatóság* szempontjából nem bizonyultak kielégítőnek, ezért már az M16A1 változatnál megjelentek a fegyvercső alá rögzített 40 × 46 mm-es M203 gránátlövő fegyverek, kezdetben a mellső markolat acélra cserélésével, később mellső csatoló sínek közvetítésével. Ez a megoldás a gránáttípusok sokfélesége által jelentősen kiterjesztette az *R* képességeit, főleg kisebb területcélók ellen. A *használhatóság* képességére jellemző volt, hogy kivitele és kezelése a lehető legnagyobb mértékben megfelelt a *lövész* igényeinek.

A *fegyver pontossági* képességével kapcsolatban nem volt igazolható a hazai szakirodalomban elterjedt nézet, hogy a *lövészt* veszélyeztette a merev fogantyúba illesztett nézőke miatt túlzottan magasra kiemelt irányzóvonal.³³ Ugyanakkor a *használhatóság* magas fokát biztosította a fegyvercsőfurat tengelyének meghosszabbításába eső tusa/tusatalp,³⁴ a tökéletesen kivitelezett változó keresztmetszetű mellső és a hátsó markolat, az alacsony elsütő erő és a különleges merev hordfogantyú, benne a kétállású nézőkével. A könnyűfém ötvözetű toknak és a műanyag elemeknek köszönhetően 3 kg-nál némiképp kisebb tömege sem volt túlzó a töltényhez képest, a lövésből származó hátrahatás a *lövészt* 4,3 J energiával terhelte.³⁵ A tölténytár kiürülésekor hátul maradó zár és kioldógombja biztosította a gyors csőretöltést, ez és a könnyen be- és kikapcsolható tár kimagasló túlélőképességet adott a *lövésznek*. Megbízhatóság szempontjából viszont a gázmotor igen szerényen teljesített, mert poros-homokos közegben (a homokolási próbán) rendre elbukott folyamatos elakadásai miatt. Ugyanakkor nagyon érzékeny volt a sáros, vizes környezetre is. Tartóssági vizsgálatnak gyári, új *fegyver* hiányában nem tudtuk alávetni. Saját korábbi tapasztalataink alapján egyértelművé vált, hogy a kellemetlenül gyakori töltési akadályok az ürítés elakadásából származnak, mert a hüvelyvonó egyszerűen letépte a hüvelyperem egy szegmensét, és a hüvely beleragadt a töltőűrbe, azt onnan nem lehetett kipiszkálni, mert a mellső zárbetét zártkoszorú-kialakítása miatt még lehajtott cső mellett sem lehetett a hüvelyperemhez hozzáférni. Ez a hiba egy 5 mm átmérőjű, kellő hosszúságúra vágott hegesztőpálca torkolat felőli betolásával egyszerűen és gyorsan javítható volt. Persze ez a megoldás nem volt kivitelezhető harci alkalmazás közben.³⁶

A *lövedék* érintő *pontossági* képesség legnagyobb problémáját az alacsony l/d viszonya és magas pálya menti sebességvesztése jelentette, amely jelentősen csökkentette a *lövedék* állékonyságát a rőppályán.³⁷ A *hatásosság* képességét is kétségek övezték.

³³ Mert kevesebb mint 10 mm-rel volt csak magasabban, mint egy AK-é. 100 m-ről ez észre sem vehető.

³⁴ Továbbá a csőfurat tengelyébe eső gázmotor erővektorának, az ugyanabban mozgó helyretelő rugónak, a kiegyenlítőnek és a kompenzátorként is működő langrejtőnek is köszönhető alacsony csőfelugrási hajlam.

³⁵ M16 Rifle [é. n.]: a *Recoil* bekezdés táblázata.

³⁶ E. Stoner nem tervezett tisztítóvesszőt a *fegyverhez*, hanem áteső zsinórral kívánta megoldani a fegyvercső tisztítását. Megítélésem szerint az is közrejátszott, hogy az M163 töltény nem amerikai, hanem távol-keleti gyártásból származott, nem megfelelő anyagminőségben, és nem bírta ki a kézi ürítésnél (222 Remington) sokkal nagyobb dinamikus terhelést.

³⁷ A *lövedék* hosszának és átmérőjének hányadosa a pörgettyűhatás stabilizálóképességét befolyásolja.

A már-már legendás hidrodinamikai lökő hullám hatására képződő, a nyirokrendszert károsító nagy nyomást még 100 m-en sem tudtuk igazolni a HTI-lőtéri vizsgálatokon speciális mérési módszerrel, teljesen feltöltött, légmentesen lezárt vékony falú bádogg-tartályra lövéssel legfeljebb 25 m-en belül történt néhány tartályszétvetés, a *lövedékek* inkább csak áthaladtak rajta.

A felsorolt hiányosságok és a hadsereg nyomása arra készítette a Colt céget, hogy jelentős átalakításokba kezdjen. Ennek első lépése egy javított *fegyver* elkészítése volt (krómozott töltőürrrel, később végig a csőfuratban is, zárolásrészegítő nyomólappal és 30 töltényes tárral), amelyet végül M16A1 néven rendszeresítettek. Ez azonban nem volt elegendő a *pontosság*, a *hatásosság* és a *használhatóság* képességének jelentős javítására, ugyanis jól látható lett, hogy az M193 töltényben nincs meg a szükséges teljesítménytöbblet. Az eddigi hibákból okulva a következő, most már valóban radikálisabb változást az M16A2 *fegyver* hozta, mert ez az R_f már az új M855 (SS109) töltényt tüzelte,³⁸ továbbá több távolságban állítható hátsó irányzéka lett, valamint kivetett hüvelyterelője a tok jobb oldalán, nehezebb lett a csőve, és továbbfejlesztették a mellső markolatát, a pisztoly-markolatát és a tusatalpját. Új tűzváltót kapott, amely öntöltő és háromlövéses tűzlökési üzemmódot tett lehetővé (az akkor modernnek tartott elvek szerint, mert a 700–950 lövés/perc tűzgyorsaság még nem rángatta el a *lövészt*). Viszont a *fegyver* csőfurat-huzagolása egy fordulatának hosszát 304,8 mm-ről 177,8 mm-re kellett változtatni az új, M855 *lövedék* stabilitásának biztosítása érdekében. Ezután az M193 *lövedéket* az M16A2, az új M855 *lövedéket* az M16A1 *fegyverből* nem volt értelme kilőni, mert a magok egész rövid lőtávolságon már elfordultak, majd elhagyták a számított röppályát. Jól mutatta ezt, hogy a céllapon nem kerek, hanem lencse alakú nyomot hagytak. A *fegyver* az M855 (SS109) töltény már 4,02 g-os, 23 mm hosszú *lövedékét* 508 mm-es fegyvercsőből 380 Mpa csúcsnyomáson mintegy 948 m/s sebességgel és 1,8 kJ torkolati energiával lötte ki.³⁹ Ez az R_f *pontossági* képességét némileg javította. *Hatásosságát* a *lövedék* orrába beépített edzett acélkúp viszont jelentősen növelte: ezt a mögötte levő teljes ólomtömeg úgy ütötte át a kemény célon, mint kalapács a szöveget. A töltényt a NATO 5,56 × 45 mm NATO megjelöléssel 1980. október 28-án szabványosította a STANAG 4172 szabványban.

Az 1997 júliusában elfogadott M16A4 lett az M16-sorozat ötödik generációja. Még vastagabb csövet, levehető hordfogantyút és felső Picatinny sínt kapott az optika és egyéb kiegészítő eszközök felszereléséhez. Továbbá a mellső markolat aljára is sín került a mellső fogantyú (később beépített villalábbal), illetve hasonló szerelvények elhelyezésére. Az elődeinél alig jobb képességű *fegyver* viszont visszakapta a hosszúsorozat-lövés lehetőségét. Mindeközben (gyakorlatilag az M16A1-től kezdve) megindult a klasszikus puskaméretű fegyverhossz egyre radikálisabb csökkentése a *használhatóság* jelentős javítására, amely alapvetően a csőhossz kurtítását jelentette 508 mm-ről egészen 210 mm-re, ez végül 41 m/s torkolati sebességsökkenést és 1,56 kJ-ra csökkent torkolati energiát

³⁸ Az SS109 az eredetit tervező belga FN Herstal cég típusjele.

³⁹ 5,56 × 45mm NATO [é. n.]. *Wikipedia*. Az $l/d = 3,34$, a keresztmetszeti terhelés = 0,16 g/mm², a torkolati fajlagos energiasűrűség = 0,07 kJ/mm². 300 m közelében mozgási energiája már csak 819 J, a torkolatának 46%-a.

jelentett.⁴⁰ Továbbá a merev tusát teleszkópossá alakították át, 82 mm hossznyeréssel és átalakított többcélú válltámasszal és váll-lappal. Mindezek az átalakítások a *pontosság* képességén belül a célzás hatékonyságát is szolgálták, főleg az éjszakai harcban, a modern passzív éjjellátó műszerek felszerelésének elősegítésére. Ennek a tevékenységnek mintegy az oldalvívén az amerikai tengerészgyalogság (US Marine Corps – USMC) nyomására a 80-as években kifejlesztették az M16A2 rohampuska rövidebb változatát M4 Carbine megjelöléssel, és az USMC 21. századi meghatározó lőfegyvereként tekintettek rá. Máig. Az M4 1994-ben lett az amerikai fegyveres erők rendszeresített *fegyvere*, azóta mintegy 90 módosításon esett át (M4A1), megerősítették a csövét, javították az ergonómiáját, megkapta a *SOPMOD Block1 kit* tartozékcsomagot.⁴¹ Ezzel úgy tűnt, hosszú időre megoldódik az amerikaiak minden 5,56 mm-es űrméretproblémája, legalábbis a *fegyvert* érintően, de nem! Az iraki és afganisztáni tapasztalatok azt mutatták, hogy hiába használnak már szinte utópisztikus *fegyvert*, ha a töltény teljesítménye semmiképp nem tudja azt követni. A 2000-es évek során az USMC úgy ítélte meg, hogy az ellenség AK *fegyverei* nagyobb távolságból képesek fenyegetni, amit az M855 tölténnyel nem lehet ellensúlyozni,⁴² mert a tálibok nagyobb távolságú támadásainak visszaverésére még az M855 töltény is kevésnek bizonyult. Ugyanakkor az afgán tapasztalatok azt jelezték, hogy az M855 töltény *lövedékéhez* túl sovány az afgán élőerő, mert közelharc esetén az simán áthatol rajta, bennmaradó *károsító energiája* alacsony, stophatása szinte semmi, ha nem ronszol létfontosságú szervet, akkor nem is kapcsolja ki az ellenfelet a harcból.⁴³ Ezen megfigyelések alapján készült el az M855A1 fokozott teljesítményű töltény, amelynek szintén 4,02 g-os félköpenyes *lövedéke* van, acélból készült kétlépcsős kúpáthatolóval a csúcán, emögött bizmut-ón ötvözet biztosítja a kalapácsolást (mint ahogy az M855 *lövedéknek* az ólomtömege). Az 1,85 kJ torkolati energiájú *lövedék* bizonyos források szerint sokkal durvább hidrodinamikus és termikus sokkot ébreszt az emberi szövetekben, mint elődje.⁴⁴ A 25,2 mm hosszú *lövedék* stabilabb a röppályán. Ugyanakkor erősen belelóg a hüvelybe (az azonos töltényszármazék tartani kellett az adogatási problémák elkerülése érdekében). Ezért más összetételű löport kellett alkalmazni, és nagyobb energiájú csapantypút. A 425 Mpa csúcshőnyomás a *lövedéket* 960 m/s torkolati sebességre gyorsította, így torkolati energiája 1,85 kJ-ra nőtt.⁴⁵ Emiatt a *lövedék* nemcsak állékonyságban, hanem a röppálya menti mozgásienergia-megtartásban is előrelépett. Célballisztikai vizsgálatokkal bizonyították, hogy a *lövedék* az emberi testben robbanásszerű jelenséget produkál, ahelyett, hogy átszaladna rajta. Csakhogy az M16A4 és az M4A1 *fegyver* nem bírta ki ezt a teljesítménynövekedést, már 6000 lövés után repedések, törések következtek be

⁴⁰ 5,56 × 45mm NATO [é. n.]: a *Performance* bekezdés táblázata.

⁴¹ SOPMOD [é. n.]. *Wikipedia*. A Block1 kit 5 különféle optikai irányzékot, kétféle célmegjelölőt és fegyverlámpát, hangtompítót (csőszerezéssel), mellsőmarkolat-villalábat, M203 gránátvetőt (irányzékával) és különféle szintakaró egységeket tartalmaz.

⁴² Joseph P. AVERY (2012): Physics Demands a New Basic Combat Weapon. *Military Review*, 2012. július–augusztus, 8.

⁴³ AVERY 2012.

⁴⁴ John L. PLASTER (2014): Testing The Army's M855A1 Standard Ball Cartridge. *NRA American Rifleman*, 2014. május 21.

⁴⁵ PLASTER 2014; az adatok alapján $l/d = 4,43$, a torkolati fajlagos energiasűrűség $= 0,073 \text{ kJ/mm}^2$.

a zárszerkezetben, és kiegészések az ütőszegfuratban.⁴⁶ 2006-ban az USMC pályázatára (mások között) a Heckler & Koch német fegyvergyár merészen átszerkesztette Stoner fegyverszerkezetét. A Stoner-gázmotort állítható gázátömlő furatos, dugattyús, ütőrudas gázmotorra cserélték, a szabadon lengő fegyvercsövet megvastagították. A töltő-ürítő mechanizmust csillapító elemekkel egészítették ki, és a zárfejezést is átalakították. Az ütőszeg rugóval és ütőszeg-biztosítóval látták el.⁴⁷ Ez a *fegyver* (a HK 416 újragondolása) azt jelentette (számomra), hogy befejeződött a dolgozatomban eddig vizsgált *R_f* hatvanéves története, miután az USMC végül 2011-ben elkezdte M27 IAR (Infantry Assault Rifle) néven a *fegyvert* bevezetni, majd 2017-ben döntött az M16A4/M4A1 *fegyver* lecseréléséről.⁴⁸ Az M27 IAR *R_f* most már érezhető javulást hozott a *pontosság* és a *hatásosság*,⁴⁹ sőt még a *használhatóság* képességsomagjában is, kiemelten a *megbízhatóság* nőtt számottevően az 5,56 mm-es űrméretű *R_f* német újragondolásában. Közben bekövetkezett még egy töltényközjáték. Az egyes társadalmi szervezetek által túl durvának ítélt M855A1 töltény mellé bevezették az MK318 MOD 0 jelű töltényt.⁵⁰ A nyitott csúcsú (*open tip*), 4 g-os, 22,7 mm hosszú, réztestű, csak az orrában ólommal feltöltött, 891 m/s sebességű, 1,6 kJ torkolati energiájú *lövedékkel*,⁵¹ amelyik járműkarosszéria-lemezeken és üvegeken áthatol, de a szikárabb emberi szövetekben is durván gombásodik, gyakorlatilag a becsapódási energia szinte teljes mértékben *károsító energiává* konvertálódik, magas lesz a stophatás.⁵² Úgy látszott, minden rendeződött. Ám az itt – helyhiány miatt – részletezni nem kívánt német–amerikai ellentét hatására felső szintű politikai döntés született, az USMC válthat, de a szárazföldi haderőnem (US Army) marad M16A4/M4A1 *fegyvereinél*.

Az általam vizsgált 5,56 × 45 mm-es űrméretű *R_f*-részrendszer az elmúlt 60 évben leginkább a *használhatóság* (ezen belül is a megbízhatóság), majd a *hatásosság*, végül a *pontosság* képességében is érezhetően javult, de semmiképp sem kimagasló mértékben. Követhető volt, hogy ezt a javulást mindig a töltény (benne a *lövedék*) fejlesztésével kezdték, amit a *fegyver* fejlesztése követett, majd eljutottak arra a szintre, ahol a *fegyvert* már nem lehetett tovább fejleszteni, új szerkezetet kellett választani.

Ma pedig a 2022-ben a US Army által az M4-család leváltására rendszeresített SIG 6,8 × 51 mm űrméretű M5 AR a Vortex M157 NGFCS optikai és kommunikációs rendszerével már új világ hírnöke, mert mindhárom *R_f*-képesség tekintetében elképzelhetetlen mértékben előrelépett, de ez már önálló tanulmányt érdemel.

⁴⁶ The 855A1 (2017). *Small Arms*, 2017. december 11.

⁴⁷ HK416 A5 Rifle Calibre 5,56 mm x 45 Maintenance Manual (2014). Oberndorf: Heckler & Koch GmbH. 102. 1. Fig. 1a, 21. Fig. 21a.

⁴⁸ M27 Infantry Automatic Rifle [é. n.]. *Wikipedia*.

⁴⁹ A 420 mm-es csőből a *lövedék* 890 m/s kezdősebességgel és 1,6 kJ energiával indul.

⁵⁰ Steve JOHNSON (2010): USMC Adopt New 5.56mm MK318 MOD 0 Ammunition. *TFB Newsletter*, 2010. február 17.

⁵¹ JOHNSON 2010: MK318 szakasz. *USMC Adopts New Open-tip 'SOST' 5.56 Ammo*.

⁵² Külballisztikai jellemzői az M855A1 *lövedék*hez képest alig változtak, csak az l/d csökkent 3,99-re.

Összefoglalás

Reményeim szerint sikerült bizonyítanom, hogy az általam felállított funkcióanalízis-eljárás működőképes és alkalmas technikai adatokkal és kísérletekkel alátámasztott bármely alapvető R-eszközrendszer elemzésére és abból lényeges tanulságok levonására, illetve azonos rendeltetésű eszközrendszerek összehasonlítására egyaránt.

Felhasznált irodalom

- 5.56×45mm NATO [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/5.56%C3%9745mm_NATO#mw-head
- AVERY, Joseph P. (2012): Physics Demands a New Basic Combat Weapon. *Military Review*, 2012. július–augusztus. Online: https://armyupress.army.mil/Portals/7/military-Review/Archives/English/MilitaryReview_20120831_art004.pdf
- FÖLDI Ferenc (2006a): Gondolatok a fegyver szerepéről a harcban. *Hadmérnök*, 1(1).
- FÖLDI Ferenc (2006b): Gondolatok a pontosságról. *Hadmérnök*, 1(1).
- FÖLDI Ferenc (2006c): Gondolatok a használhatóságról. *Hadmérnök*, 1(3).
- FÖLDI Ferenc (2006d): Gondolatok a hatásosságról. *Hadmérnök*, 1(3).
- FÖLDI Ferenc (2018): A lövészkatona, mint elemi eszközrendszer vizsgálata a harcban. A „lövészkatona” harcának eszközrendszere a műszaki fejlesztő szemszögéből. *Hadmérnök*, 13(3).
- GILLEM, Joshua (2023): 5.56 NATO Ballistics and Cartridge Guide. *Gunners Den*, 2023. február 2. Online: <https://gunnersden.com/556-nato-ballistics/>
- HK416 A5 Rifle Calibre 5,56 mm x 45 Maintenance Manual (2014). Oberndorf: Heckler & Koch GmBH.
- JOHNSON, Steve (2010): USMC Adopt New 5.56mm MK318 MOD 0 Ammunition. *TFB Newsletter*, 2010. február 17. Online: <https://thefirearmblog.com/blog/2010/02/17/usmc-adopt-new-5-56mm-mk318-mod-0-ammunition/>
- KEEGAN, John (2000): *A csata arca*. Ford. Kőrös László. Budapest: Aquila.
- Löfe/I. *A korszerűsített 7,62 mm-es AKM-63 géppisztoly leírása és karbantartási utasítása* (1964). [H. n.]: A Honvédelmi Minisztérium Kiadása.
- M16 Rifle [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/M16_rifle
- M27 Infantry Automatic Rifle [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.wikipedia.org/wiki/M27_Infantry_Automatic_Rifle
- MSZ K 1114-1: 1999. Testpáncélok.
- PLASTER, John L. (2014): Testing The Army's M855A1 Standard Ball Cartridge. *NRA American Rifleman*, 2014. május 21. Online: <https://americanrifleman.org/content/testing-the-army-s-m855a1-standard-ball-cartridge/>
- SOPMOD [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <https://en.wikipedia.org/wiki/SOPMOD>
- The 855A1 (2017). *Small Arms*, 2017. december 11. Online: <https://smallarmssolutions.com/home/the-m855a1>

Vákát

Mérnökök a magyar haditechnikai fejlesztés történetében – Hóra Nándor és Jendrassik György

Hóra Nándor nevéhez fűződik a magyar haditechnikai fejlesztés korai szakaszában több jármű – motorkerékpár és gépkocsi – megtervezése és megépítése. Talán legfontosabb és főként katonai vonatkozású fejlesztése egy láncalp volt, amelyet több katonai járművön is alkalmaztak. Egész élete során, mind civilként, mind katonaként járművek fejlesztésével és javításával foglalkozott, ami sok további műszaki megoldást alapozott meg. Kortársa, Jendrassik György gépészmérnök dízelmotorokat, dízel-adagolószivattyút, turbófeltöltőt és légszűrő gázturbinát tervezett – utóbbi fejlesztését katonai repülőgépbe törekedtek beépíteni a II. világháború végén, ám a prototípus egy bombázás során megsemmisült. Jendrassik hőcserélőjárműgázturbina-kísérletei megalapozták a későbbi évtizedek harcjárműgázturbina-fejlesztéseit.

Kulcsszavak: harckocsi, láncaltapas futómű, harcjármű, járműtechnika, haditechnikai fejlesztés

Engineers in the History of Hungarian Military Technology Development – Nándor Hóra and György Jendrassik

Nándor Hóra is credited with the design and construction of several vehicles – motorcycles and automobiles – in the early stages of Hungarian military technology development. Perhaps his most important and mainly military-related innovation was a crawler track which was used with several military vehicles. Throughout his life, both as a civilian and as a soldier, he was involved in the development and repair of vehicles, which led to lots of technical solutions. His contemporary, the mechanical engineer György Jendrassik designed diesel engines, a diesel displacement pump, a turbocharger and a propeller gas turbine. The latter one was intended to be built into a military aircraft at the end of World War II, but the prototype was destroyed during a bombing raid. Jendrassik's experiments with the heat exchanger vehicle gas turbine laid the foundations for the development of combat vehicle gas turbines in later decades.

Keywords: tank, crawler track, fighting vehicle, automotive technology, military technology development

¹ Adjunktus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar; e-mail: hegedus.erno@uni-nke.hu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8457-5044>.

² Egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar; e-mail: veg.r Robert@uni-nke.hu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9786-6702>.

Bevezetés

A tanulmány két, a járműtechnikai fejlesztésekben és a haditechnikai kutatásban-fejlesztésben egyaránt jelentős életutat bejáró mérnök munkásságát tekinti át. *Hóra Nándor* mechanikus, esztergályos, gépjárműkonstruktor volt, aki motorkerékpárt, négykerekeű benzinmotoros járműveket, páncélozott járművekhez hernyótalpas járószerkezetet, teherautó hátsó kerekeinek helyére szerelhető láncfalppárt, páncélozott jármű félláncfalpas változatának futóművét, árokásó gépet, illetve háromkerekeű áruszállító járműveket tervezett és gyártott. *Jendrassik György* gépészmérnök a dízelmotorok és a gázturbinák fejlesztése terén ért el kimagasló eredményeket. Tervezett dízel-adagolószivattyút, dízel-motorokat, indítást könnyítő eltolható vezérműtengelyt, turbófeltöltőt és gázturbinákat.

Hóra Nándor

Hóra Nándor (Budapest, 1876. április 30. – Budapest, 1963. november 30.): mechanikus, esztergályos, gépjárműkonstruktor.³ A Velodron Kerékpáriskola Vállalatnál (Budapest VI. Városligeti fasor 42.) tanult kerékpárműszerész-szakmát, majd később szakmunkásként is a vállalatnál dolgozott. Mivel aktív kerékpárversenyző volt, szakmájával egybeesett a sport iránti érdeklődése is. Hóra 1894–1897 között élvonalbeli kerékpárversenyző volt.⁴ A múlt század végén a Velodron Kerékpáriskola Vállalat az országban elsőként – a kerékpáron kívül – motoros járművek behozatalával és javításával is foglalkozott. A vállalatnál szerelték össze az első négykerekeű Peugeot gyártmányú postautót. Hóra ezáltal megismerhette ezen járművek szerkezetét, javítását és karbantartását. Munkája során sok problémával találkozott a De Dion-Bouton posta részére beszerzett háromkerekeű járműveknél. Egy egyhengeres, fekvő hengerelrendezésű stabil motorral is kísérletezett, amelyet a későbbiekben járműbe tervezett beépíteni.

Miután megismerte az új járműveket, önállósította magát, és 1901-ben megnyitotta saját „Aurore” automobil- és kerékpárkészítő műhelyét Budapesten a VIII. kerületi Lujza utca 20. szám alatt. Műhelyében először kerékpárok készítésével és javításával foglalkozott, amelyeket Aurore márkanéven hozott forgalomba. 1902-ben gyártotta le a Hóra Tridem háromszemélyes kerékpárt. Ezek után viszont motoros járművek készítésébe fogott.⁵ Két motorkerékpárt készített Aurore néven, amelyeknek motorja is saját szerkesztésű volt. Az első 84 mm-es hengerfurat-átmérővel készült, a második 75 mm-es volt. Mindkét motor Zedel mintára készült, vezérelt szívó- és kipufogószeleppel, valamint szárazzelemes gyújtással rendelkező egyhengeres szíjhajtásos motor volt.⁶

Mivel a posta kiírta pályázatát a négykerekeű automobilmek szállítására, így a két-kerekűek előállítását után Hóra is nekiállt saját gépkocsija elkészítésének (az első

³ Életrajzi bibliográfia [é. n.]. *Dr. Kovács Pál Könyvtár és Közösségi Tér.*

⁴ HÓRA Nándor [é. n.]. In Kenyeres Ágnes (főszerk.): *Magyar életrajzi lexikon.*

⁵ BÖDÖK Zsigmond (2005): *Magyar feltalálók a közlekedés történetében.* Dunaszerdahely: Nap, 148–149.; BÖDÖK Zsigmond (2003): *Magyar feltalálók az automobilmek történetében.* Dunaszerdahely: Nap, 39–40.

⁶ ZSUPPÁN István (1994): *A magyar autó.* Budapest: Zrínyi, 22–23.

Magyarországon gyártott négykerekű benzinmotoros jármű Hóra Nándor nevéhez fűződik). Hóra négykerekű járművében elől helyezte el a 4,5 LE-s egyhengeres, vízűtéses De Dion-Bouton-motort. Saját gyártmányú volt a hűtő, amely két rézlemez közé forrasztott 400 rézcsőből állt. Alváza U-profilú acélból készült, nyitott vezetőüléssel és hátul zárt csomagterrel rendelkezett. Mivel a határidőre nem tudott elkészülni a járművel, és a posta csak jelentős kötbérrel vette volna át, így a járművet 1903-ban a Gáspár-féle bajuszkötőgyárnak adta el.⁷

A Postamúzeumban (Budapest, Benczúr utca 27.) megtalálható egy korabeli alkatrészeket is tartalmazó jármű-rekonstrukció, amely egy Hóra Nándor-féle alvázra szerelt Csonka–Dion–Ganz-motorral ellátott, kéthengeres, léghűtéses, elsőkerék-meghajtású, nyitott vezetőállású kísérleti gépkocsi. Ennek a járműnek a hátsó kereke faküllős, tömör-gumi borítású futófelülettel rendelkezik, első kereke szintén faküllős, faabronccsal és vas futófelülettel lett ellátva. A raktér fölött a benzintartály található, két oldalt gyertyás kocsilámpa kapott helyet (1. ábra).⁸



1. ábra: A Magyar Királyi Posta járműtelepén (Mátyás tér 15.) összeszerelt, posták közötti közvetítésre használt gépkocsi elképzelt, nem dokumentált rekonstrukciója

Forrás: <https://hu.museum-digital.org/singleimage?imagenr=403955>

Hóra 1902-ben egy másik négykerekű járművet is készített, amely lényegében négykerekű segédmotoros kerékpár volt két üléssel. A járművet 2,2 LE-s (1,6 kW) egyhengeres

⁷ ZSUPPÁN István (1978): Alkotók és alkotások. *Autó-motor*, 1978. március, 24–25.

⁸ KOVÁCS Gergelyné – MAKKAI VÁRKONYI Ildikó (2006): *A kocsiszekértől a postautóig. Kalauz a balatonszemesi Postamúzeum kiállításához*. Budapest: [k. n.].

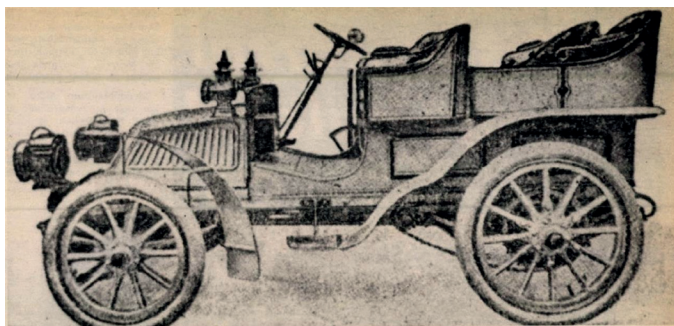
De Dion-Bouton-motorral szerelte, amelyet a váltóval együtt a hátsó tengelyre helyezett el. Végsebessége 25 km/h volt. A 3,4 liter térfogatú benzintartály 50 km megtételére volt elegendő. Ez a jármű, az úgynevezett quadcikli a Közlekedési Múzeumban ma is megtalálható (2. ábra).⁹



2. ábra: Hóra-féle quadcikli

Forrás: <https://magyarjarmu.hu/tag/hora-nandor/>

1904-ben tonneau-mintájúra elkészítette saját négyülékes járművét, amelynek alváza szintén U-profilú acélból készült, és egy 8 LE-s De Dion-Bouton-motort szerelt bele. A sebességváltót az ülés alatt helyezte el, valamint a jármű lengőtengelyes hátsóhíddal rendelkezett (3. ábra).



3. ábra: Az 1904-ben elkészült tonneau-modell

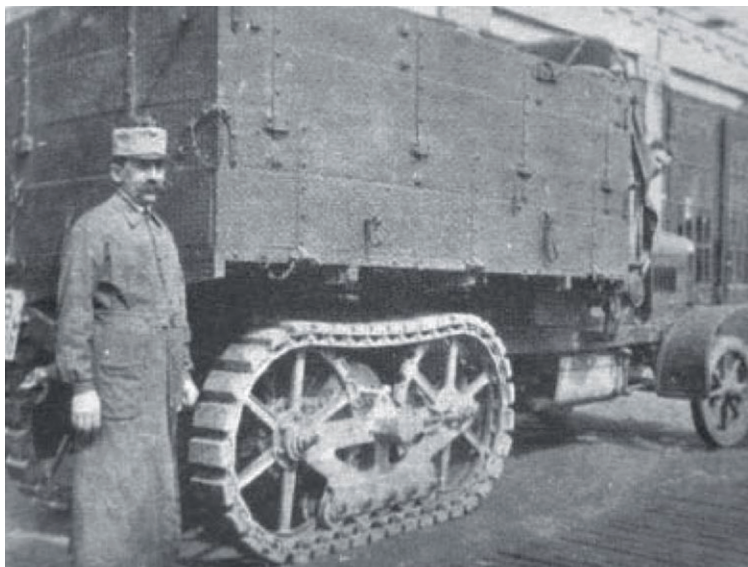
Forrás: ZSUPPÁN 1978: 25. 2. kép

Tervei között szerepelt, hogy járműveibe saját maga készít motort, sebességváltót és porlasztót, viszont a jármű elkészítése nem hozott hasznot, így a tervekből csak a váltó

⁹ DOMONKOS Csaba (2020): Első próbaútját 115 évvel ezelőtt tette meg Csonka János postautója – A neves feltaláló a Budai várba ment a maga vezette járművel. *PestBuda*, 2020. június 2.; BÁLINT Sándor (2008): Autógyártás Magyarországon. *Autóvilág*, (69), 15.

és a porlasztó mintapéldányának elkészülése valósult meg. Anyagi problémái miatt műhelyét is fel kellett számolnia, és mint alkalmazott vállalt munkát a továbbiakban (az amerikai Caterpillar budapesti traktorképviseletének egyik műszaki vezetője lett). 1913-ban részt vett egy 30 napos szántóversenyen Galántán, amelyet meg is nyert egy Caterpillar „motoros szántó és egyetemes mezőgazdasági vontatógép”-pel.¹⁰

Az I. világháború ideje alatt, 1914-ben a Wiener Neustadt-i (Austro-Daimler A. G.) gyár műszaki gépkísérleti osztályának katonai vezetője lett, ahol a Daimler–Benz–Holt-típusú páncélozott járművek kísérleteit végezte. Rábízták egy hernyótalpas járászerkezet megtervezését, amely biztosítja a hadsereg teherautói számára a terepen vagy akár úttalan utakon történő közlekedést. A Caterpillar-vontatóknál már alkalmazott hernyótalpas megoldást vette mintaként, és teherautó hátsó kerekeinek helyére szerelhető lánctalp-párt konstruált (1915-ben), de a tervezésnél és a prototípusnál végül nem jutott tovább, sorozatgyártásra nem került (4. ábra).¹¹



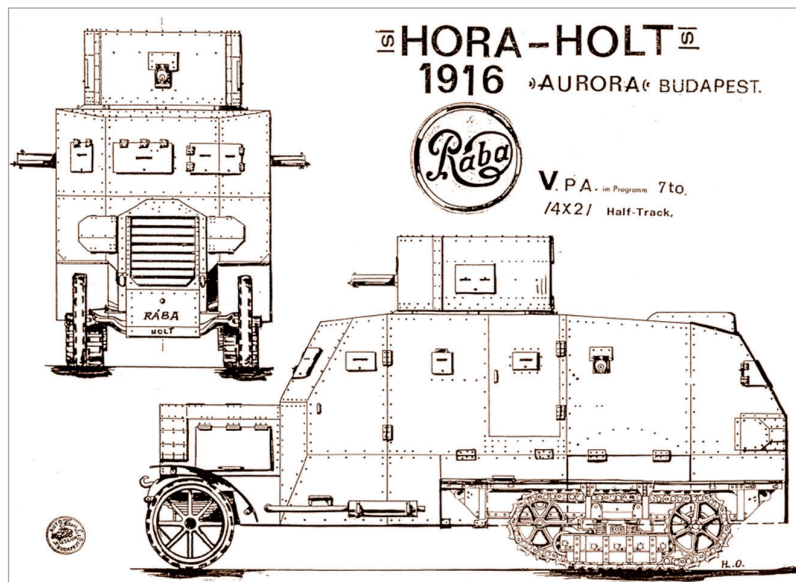
4. ábra: Hóra Nándor egy általa tervezett féllánctalpas futóművű Praga jármű mellett

Forrás: FARKAS 2017: 64. 3. ábra

Szerkesztett egy 30 tonna teherbírású, ágyúszállításra készült négy egységből álló hernyótalpas járászerkezetet, amelyet Caterpillar vontatóval lehetett mozgatni, és amelyet Győrben gyártottak. 1916-ban készítették el a RÁBA V.PA páncélozott jármű féllánctalpas változatát, amelyet Hóra–Holt-rendszerű Caterpillar-lánctalppal szereltek. Ennek a járműnek a kivitelezését a budapesti Aurora cég végezte el (5. ábra).

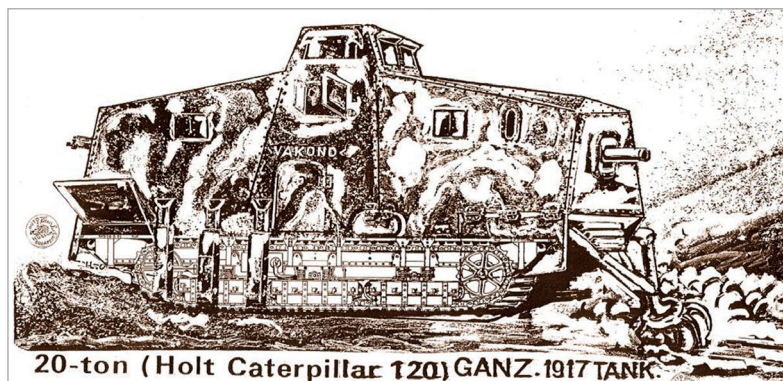
¹⁰ RÉZ Gyula (2012): Az első Caterpillar traktorok Magyarországon. *Mezőgazdasági Technika*, 2012. június, 38–39.

¹¹ KOVÁCSHÁZY Miklós (2009): A lánctalp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója. *Hadmérnök*, 4(2), 249.



5. ábra: A budapesti Aurora cég által átépített Hóra–Holt-páncélautó prototípusa 1916-ban
 Forrás: HAJDÚ–SÁRHIDAI 2005: 17. 19. kép

Hóra Nándor vezetésével Wiener Neustadtban elkészült a „Vakond” árokásó gép terve (6. ábra).¹²

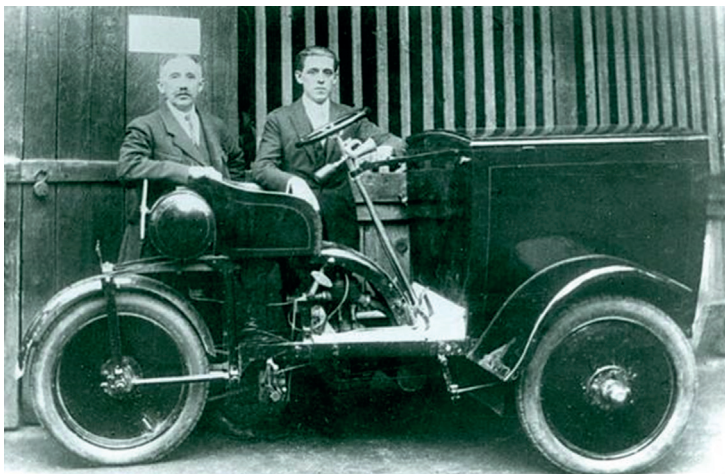


6. ábra: A „Vakond” árokásó gép fantáziarajza
 Forrás: VARGA [é. n.]: 16.

Az I. világháború után a Magyar Abroncs- és Kerékgépgyár Rt. üzemvezetője lett. 1927-ben fiával, ifj. Hóra Nándorral Rákosszentmihályon újra gépműhelyt nyitott, ahol autó- és motorjavítási munkák (ez volt a fő profil) mellett szívó-nyomó kutak gyártásával is foglalkoztak. 1931-től háromkerekű áruszállító járművek gyártásába fogtak. A 600 cm³-es

¹² VARGA A. József [é. n.]: *A magyar harc- és gépjármű-fejlesztések története*. [H. n.]: MH ÖLTP, 16–17.

JAP-motorral szerelt kisáruszállítókat 4+1 sebességfokozatú sebességváltóval látták el, amelyből 15 db készült el. 10 db-ot az *Est* című újságnál lapkihordásra használtak, 5 db-ot pedig gyógyszerzállításra a Mihály-féle gyógyszerkereskedésnél (7. ábra). Ezeknek a járműveknek a gyártása is veszteséges lett, ami miatt fia kénytelen volt otthagyni apja műhelyét. Idősebb Hóra Nándor továbbra is működtette műhelyét, és különböző javítási munkákat vállalva élete végéig fenntartotta vállalkozását.¹³



7. ábra: Idősebb és ifjabb Hóra Nándor egy általuk 1931-ben tervezett és gyártott gyorsteherkocsival
Forrás: ZSUPPÁN 1978: 25. 4. kép

Jendrassik György

Jendrassik György (Budapest, 1898. május 13. – London, 1954. február 8.) Széchenyi-díjas magyar gépészmérnök volt, aki a dízelmotorok és a gázturbinák fejlesztése terén ért el kimagasló eredményeket. Középiskolai tanulmányait a mai Vörösmarty Mihály Gimnáziumban végezte el, ahol könnyen tanult, de eleinte csak közepes átlagot ért el. A matematika és a fizika viszont nagyon érdekelte, hatodikos korában már tudott differenciál- és integrálszámításokat végezni, levezette a repülőgépszárnyak légellenállási képleteit. Tanulmányi eredményei javultak, és 1916-ban letett érettségijével osztályának legjobb tanulója lett.¹⁴ 1916-ban megnyerte a Matematikai és Fizikai Társulat fizikaversenyét.¹⁵ Érettségi után 18 évesen behívták katonai szolgálatra, ahol a kassai lovastüzérekhez vonult be, de állandó egészségügyi problémái miatt leszerelték, így 1916 őszén megkezdhette gépészmérnöki tanulmányait a budapesti Magyar Királyi József Műegyetemen. Az 1919/1920-as tanévben Kármán Tódor támogatásával ösztöndíjat nyert el a Berlin-Charlottenburg-i Technische Hochschuléra, ahol tanulmányai mellett látogatta

¹³ ZSUPPÁN 1994: 23.

¹⁴ BÖDÖK 2005: 117–118.; Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.]: *Jendrassik György*.

¹⁵ Sumida (2021): Jendrassik György és a gázturbina. *Sumida Magazin*, 2021. július 22.

világhírű fizikusok (A. Einstein, M. Planck) előadásait is. Tanulmányútjáról hazatérve 1922-ben kitűnő minősítéssel szerezte meg gépészmérnöki oklevelét.¹⁶

1922-ben lépett be a Ganz gyárba, ahol a tanulmányi osztályon dolgozott, amely a vállalat központjához tartozott. Első munkája a holland tengerparti helyi érdekű villamosvasút részére szállított önhordó, acélvázaskocsik szilárdsági számítása és a terhelési próbák előkészítése volt. 1930-ban felügyelő, 1936-ban igazgató lett, 1939. december 29-től vezérigazgató-helyettesként dolgozott, majd 1942. július 30-án vezérigazgató lett. Még a tanulmányi osztályon dolgozott, amikor felmerült a gondolat, hogy a nagyobb teljesítményű, stabil dízelmotorokat tovább kellene fejleszteni, hogy járművek és kisebb teljesítményt igénylő iparágak számára is gazdaságosak legyenek. 1926-ban szabadalmaztatta a róla elnevezett dízel-adagolószivattyút. Kiemelkedő szerepe volt az addig főként stabil üzemben alkalmazott dízelmotorok kis és közepes – járműüzemre is alkalmas – kategóriájának kifejlesztésében. Az 1927-től gyártott Ganz–Jendrassik-féle dízelmotorok „három fő újítást tartalmaztak: osztott (előkamrás) égéstér a jobb keverékképzés elérésére magasabb üzemi fordulatszám érdekében, dekompressziós berendezés az indítás és a normál üzemi állapot elérésének meggyorsítására, rugós befecskendezőszivattyú”.¹⁷

Egyik legfontosabb motorfejlesztési szabadalma a dízelmotorok indításának könnyítését célozta, amelynek katonai jelentősége a téli harckocsi-üzemeltetésnél szinte felbecsülhetetlen lett volna. (Az eltolható vezérműtengelyen lévő, indítást segítő bütyök a szívószelepet csak késleltetve, a szívóütem végén, a dugattyú alsó holtponthelyzete előtt nyitott ki, így a késleltetve beáramló levegő fokozottan felmelegedett. Ezzel az eljárással a dízelmotor $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten is nagy biztonsággal, könnyen – előmelegítés nélkül és kis erőbevitellel – volt indítható.) Az 1933-as moszkvai *nemzetközi tehergépkocsi-versenyen* harmadik díjat nyert. A Jendrassik-motoros tehergépkocsi motorjának újdonsága – az előkamrás égéstér és a Jendrassik-adagolószivattyú mellett – az említett indítóberendezés volt. Ezek a megoldások később évtizedeken keresztül jellemzői voltak a Ganz gyár vasúti dízelmotorjainak. „Az újításokkal megszületett egy olyan dízelmotor-konstrukció, mely kisebb méretével és tömegével, valamint nagyobb fordulatszámával a vasútüzem követelményeinek jobban megfelelt, mint az akkori nagy, nehéz és lassú fordulatú, hajózásban használt dízelmotor.”¹⁸ Ugyanakkor – amint az a moszkvai teherautó-versenyen való részvételből is látható – Jendrassik nem csak vasúti üzemre szánta motorjait. Főként négy- és hathengeres motorjait a konstruktőr teherautók, autóbuszok és személygépkocsik hajtására tervezte. Magyarországon különböző gyártmányú és típusú teher- és személygépkocsikba építettek ilyen négy- és hathengeres motorokat. A motorokat rövid idő múlva már nemcsak itthon, hanem szabadalmát megvásárolva külföldön (Hollandiában, Spanyolországban, Belgiumban, Franciaországban, Ausztriában, Romániában) is készítették. A Jendrassik-motorok széles választékban: 4, 6, 8 hengeres álló, valamint 12 és 16 hengeres V-elrendezésű kivitelben készültek.¹⁹ A harcjárműhajtás szempont-

¹⁶ Jendrassik György [é. n.]. *BME OMIKK*; TERPLÁN Zénó (1996): A Jendrassik család és a fiatal Jendrassik György. In TERPLÁN Zénó: *Jendrassik György*. Budapest: Akadémiai.

¹⁷ GROH WERNER Péter [é. n.]: A dízelvonatás Magyarországon. *Gigant Club* – MÁV.

¹⁸ GROH WERNER [é. n.].

¹⁹ ZSUPPÁN 1994: 76.

jából elméletileg számításba vehető motortípusok közül elsőként készült el 1934-ben a hathengeres, 1200 percenkénti fordulatszámon 160 kW teljesítményt leadó dízelmotor.

A háború előestéjén a Jendrassik-motorok már készen álltak. A VI JaR 170/240-es motor, majd a XII Jv 170/240 motorok első példányai 1939-ben készültek el.²⁰ Jendrassik a soros hathengeres motor mellett a harcjárműbe építés szempontjából kedvező, tömör szerkezeti kialakítású V-6-os motort is tervezett.²¹ A Hispano Suiza gyár részére kidolgozta egy hathengeres autóbusz-nyersolajmotor tervrajzait.²² Igen sikeres dízelmotor-konstrukcióit nemcsak a spanyol Hispano, de a brit Vickers és a holland Stork is megvásárolta. Jendrassik V-motorok forgattyús mechanizmusával kapcsolatos fejlesztőmunkája, a kompakt V-motorok gyártásának lehetősége jelentős előrelépés volt egy esetleges harcjármű-dízelmotor kialakítása felé. Hathengeres, hozzávetőleg 2500 kg tömegű, 32,6 liter hengerűrtartalmú motorja 1200-as percenkénti fordulatszámon 220 LE-t teljesített, míg a kétszeres űrtartalmú, 5000 kg tömegű tizenkét hengeres változat 440 LE-t. Jendrassik gázturbina-fejlesztés területén elért eredményei visszahatottak a dízelmotor-fejlesztésre is. Már világhírű motorjaihoz turbófeltöltőt tervezett, a kísérleti motor teljesítményét csupán a középnyomás emelésével sikerült 50%-kal megnövelni, ez az eredmény 1944-ben szenzációként hatott (8. ábra). Sajnos, a kísérletek során nyert tapasztalatokat a gyakorlatban már nem tudták felhasználni, mert a munkálatokat Budapest ostroma miatt be kellett szüntetni.²³

A turbódízel-kialakítású V-12-es motor 600 LE teljesítményre volt képes, kedvező, 180 g/LEh fajlagos fogyasztási érték mellett. Ugyanakkor a 65 liter lökettérfogatú, 1250-es percenkénti maximális fordulatszáma – a Jendrassik-féle hidegindító-rendszert is alkalmazó – öntöttvas hengerblokkos turbódízelmotor szerkezeti tömege 5000 kg volt.²⁴ Ez szinte lehetetlenné tette a V-12-es motor harcokcsiban történő alkalmazását (csak alumínium motorblokk- és hengerfej-öntvény alkalmazásával csökkenthették volna a motorblokk tömegét).²⁵ Elméletileg a Jendrassik turbóprogram hosszú távon lehetővé tette volna egy V-6-os, 330–350 LE teljesítményű, nehéz harcokcsiba beépíthető motorvariáns létrehozását. Ez a 2500 kg tömegű erőforrás azonban még mindig túlzottan nagy tömegű és kis teljesítményű lett volna. Így, habár elméletileg a magyar járműipar rendelkezett nehézharcokcsi-kategóriában is alkalmazható teljesítményű (600 LE) dízelmotorral, ennek tömege jelentősen meghaladta a szovjet V-2 dízel 1000 kg-os, illetve a német Maybach HL-230 motor 1300 kg-os tömegét, ami a gyakorlatban nem tette lehetővé a harcjárműbe építést. A 63 liter lökettérfogatú Jendrassik-dízel beépítési térfogata is

²⁰ A római szám a hengerszámot, a J a Jendrassik-motort, az arab számok a hengerfurat/löketviszonyt jelentik milliméterben. GROH WERNER [é. n.].

²¹ GYARMATI József (1998): Katonai tehergépkocsi és harcokcsi gyártás Magyarországon a 30-as és a 40-es években. *Katonai Logisztika*, (4), 228–237.; GYARMATI József (2000b): *Haditechnikai ismeretek*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 132.

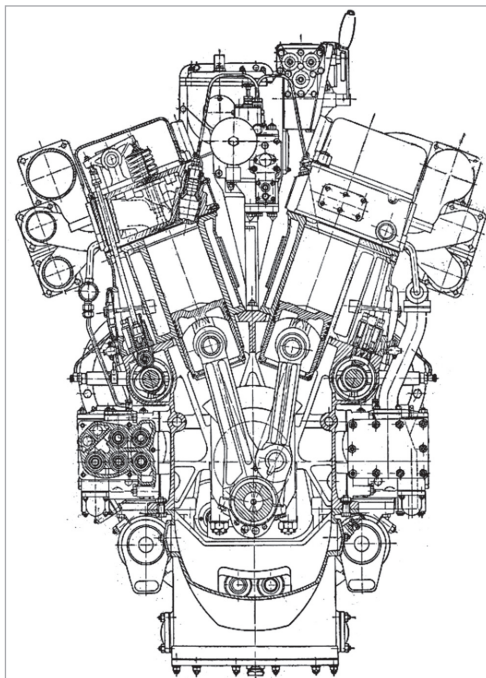
²² Jendrassik György [é. n.].

²³ Jendrassik György [é. n.].

²⁴ JUREK Aurél (1961): *Belsőégésű motorok*. Budapest: Tankönyvkiadó, 725–726.

²⁵ GYARMATI József (2000a): A II. világháború harcokcsijai. *Katonai Logisztika*, 8(1), 206–222.; GYARMATI József (2002): Fontosabb katonai tehergépkocsi- és harcokcsikonstrukciók Magyarországon a 30-as és a 40-es években. In LAIB Lajos (2000a): (szerk.): *Terepen mozgó járművek*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás, 26–33.

másfélszerese volt a 39 literes V-2 dízelének. Vélhetőleg ezzel a túlzott szerkezeti tömeggel (és a térfogattal) függ össze, hogy habár a dízelmotor beépítése a felvetés szintjén szóba került a WM Tas nehéz harckocsinál, annak beépítését elvetették. A Tas-program tervezési fázisa során ugyanis – a T-34-es példája alapján – megvizsgálták, majd a rendelkezésre álló idő és gyártókapacitás hiányában elvetették egy korszerű dízelmotor rendszeresítését.²⁶



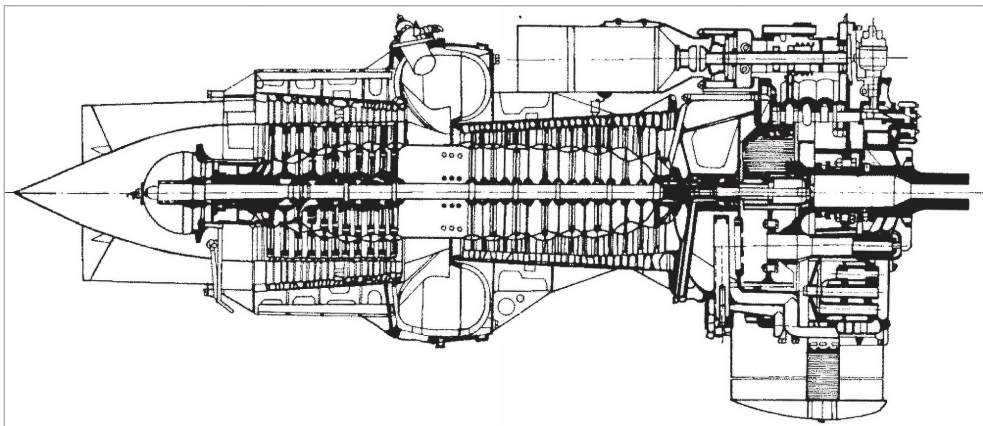
8. ábra: Magyar V-12 hengerelrendezésű, 600 LE teljesítményű Ganz–Jendrassik-turbódízelmotor 1944-ből
Forrás: JUREK 1961: 728.

Összességében a Jendrassik-dízelmotorok tömeg-teljesítmény arányát turbófeltöltő alkalmazásával hiába javították jelentős mértékben, a megfelelő mértékű javulást (fajlagos tömegcsökkenést) pusztán ezzel a megoldással nem érheték el. A kis szerkezeti tömeget biztosító alumínium hengeröntvény technológiájának alkalmazása még a turbófeltöltő használata esetén sem volt megkerülhető, így a magyar Jendrassik-dízelmotor nem volt alkalmas a harcjárműmeghajtás feladatára. A közvetlen befecskendezésű, dugattyúkamrás szovjet V-2 harckocsi-dízelmotor 75%-kal magasabb, 2100-as percenkénti fordulatszámra volt képes. Az alumínium motorblokk mellett ez volt a másik oka kedvező fajlagos tömegének. Ilyen magas fordulatszámra az előkamrás Jendrassik-motor nem volt képes.

Jendrassik György gépészmérnök – ekkor már mint a Diesel-rendszerű motorok jelentős szakértője – 1929. március 12-én jelentette be az első gázturbinára vonatkozó

²⁶ BÍRÓ Ádám (1993): A 44 M. Tas nehéz harckocsi terve 1943–44-ben. *Haditechnika*, (1), 12.

szabadalmát.²⁷ Az angol Frank Whittle 1937-re építette meg első gázturbinás repülőgép-hajtóművét. Jendrassik György az angol fejlesztőkkel egy időben, 1937-ben kezdte meg gázturbinája gyakorlati fejlesztését, építését a Ganznál. 1938 végére megépült első gázturbinája 100 LE-s teljesítménnyel és 21,2%-os hatásfokkal. Jendrassik Györgynek tehát sikerült jó hatásfokú gázturbina-prototípusát kifejleszteni. Mind kompresszora, mind turbinája igen jó hatásfokú volt (a fokozati hatásfok 80% feletti). Ennek megalkotásával számos külföldi szabadalmat is elnyert. Első gázturbináját több száz órás sikeres próbajáratásnak vetette alá.



9. ábra: Jendrassik Cs-1 jelű gázturbinájának metszete

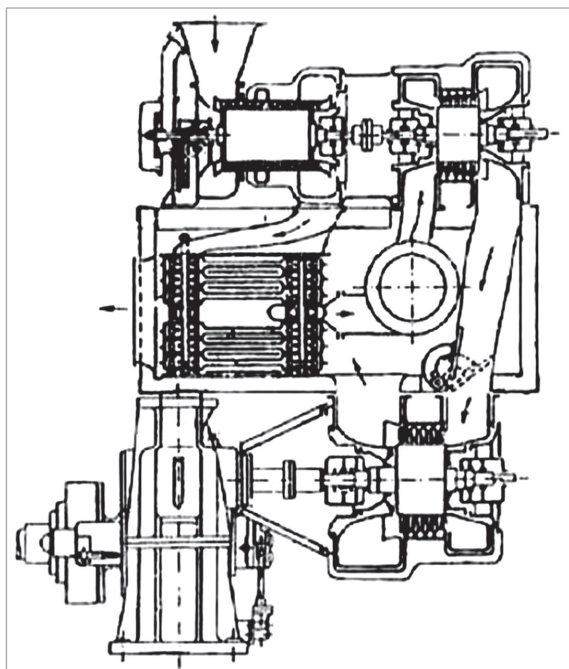
Forrás: http://real-j.mtak.hu/11408/2/HT_2015-2_teljes_red.pdf

Ezután Jendrassik egy 1000 LE-s légsavaros repülőgép-gázturbina tervezésébe fogott. 1940-re elkészítette a Cs-1 jelű, 1000 LE-re tervezett légsavaros repülőgép-gázturbinát (9. ábra). A világ első működőképes repülőgépbe épített gázturbinás sugárhajtóműve a Hans von Ohain által tervezett Heinkel He S3 volt. Ezt a hajtóművet He 178 repülőgépbe építve 1939-ben hajtották végre a világ első sugárhajtású repülését, tehát világelsőséget itt sem ért el Jendrassik, de a nagyhatalmak fejlesztőmérnökeivel szinte párhuzamosan haladt. Viszont Jendrassik légsavaros repülőgép-gázturbinája – mint tengelyteljesítményt leadó lapátos gépként gázturbina-körfolyamattal működő repülőhajtómű – az elsők között volt a világon. Konstrukcióiban Jendrassik nagyszámú olyan megoldást alkalmazott, amely a mai gázturbinák építésében már szinte gépelemnek számít, és külföldön is bejelentett szabadalmak kapcsolódnak hozzá (például csapágyfelfüggesztés, a rotorszerkezet konstrukciója). A turbina előtti gázhőmérséklet 550 °C volt. Az RMI-1 típusjelzésű Jendrassik-gázturbinás, két hajtóműves romboló repülőgép munkálatait azonban 1944-ben megakadályozta egy, a ferihegyi repülőteret ért bombatámadás.

Ezzel párhuzamosan Jendrassik kísérleteket folytatott járművek részére szánt, 300 LE-s hőcserélős gázturbinával is. Jendrassik György már a Ganz gyár vezető fejlesztőmérnöke volt, amikor 1936-ban elkezdett gázturbina-fejlesztéssel foglalkozni.

²⁷ Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.].

Prof. dr. Pásztor Endre, a BME professzor emeritusa írta Jendrassik György Ganznál fejlesztett hőcserélős gépjármű-gázturbinájáról: a földi, stabil, nagy méretekkel és tömeggel rendelkező gázturbinák már Jendrassik előtt is voltak, és többé-kevésbé sikeresen is működtek. Hatásfokuk azonban alacsony volt, a fajlagos jellemzők gyengék voltak, így haditechnikai alkalmazásra (repülőgépek, harckocsik, hadihajók) gondolni sem lehetett. Ő volt az első, aki bebizonyította, hogy kis méretben, teljesítményben is lehet kedvezően működő gázturbinát készíteni. Jendrassik egy 300 LE-s vasúti (nehéz közúti) jármű-gázturbina építésébe kezdett. Ebben már felhasználta első gázturbinája tapasztalatait. A kompresszor és a turbina áramlástechnikai és konstrukciós megoldása azonos volt az elsővel, lényegében csak méretbeli különbségek voltak. Ez a gázturbina kifejezetten nehéz járművek továbbítására készült, ezért munkaturbinával egészítette ki. A munkaturbina itt a hidraulikus nyomatékvtáló szerepét töltötte be, amely azóta is lényeges és jellemző tartozéka a nehéz gépjárműveknek, nem utolsósorban a gázturbinával épített harckocsiknak, vontatóknak. Jendrassik felismerte, hogy a járműgázturbina a maga szükségképpen szerény nyomásviszonyával hőcserélő nélkül nem lehet versenyképes a dugattyús motorokkal, ezért hőcserélőt alkalmazott, valószínűleg elsőként a járműgázturbinák építésének történetében. Jendrassik munkássága után a járműgázturbinák azóta kivétel nélkül hőcserélővel készülnek (10. ábra).

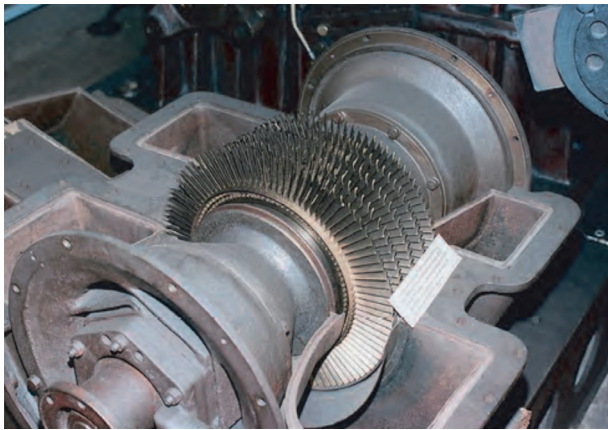


10. ábra: Jendrassik Cs-1 jelű gázturbinájának metszete

Forrás: PÁSZTOR 2015: 9.

Jendrassik megalapozta a páncélos járművekben és a nehéz vontatókban a gázturbinák alkalmazási lehetőségét. Munkássága nyomán egyre terjed a gázturbinák alkalmazása

harckocsikban és nehéz terepjáró járművekben. Gázturbinás meghajtású harci járműveket Svédországban, a Szovjetunióban és az Egyesült Államokban fejlesztettek, illetve építettek. Jendrassik ezzel is megelőzte korát. Ezek a fejlesztések már csak a háború után történtek. Németországban azonban kiterjedt harcjárműgázturbina-kísérletek zajlottak a II. világháború alatt, amelyeket elsősorban a kerozin (petróleum) üzemanyag alkalmazhatósága motivált. 1944-re a németek már számos nehéz harckocsiba szánt kísérleti gázturbinát megépítettek, ám ezek csak fékpadon jártak, nem építették be őket. Jendrassik konstrukciójában még egy különleges megoldást is alkalmazott, amely a gyakran megálló járművekben különös fontosságú az üres járási fogyasztás csökkentése érdekében. A gázturbinák üres járási fogyasztása a dugattyús motorokhoz mérten viszonylag magas, és ez akadályozza a gyakran manőverező járművekben történő alkalmazásukat (11. ábra).



11. ábra: Jendrassik Cs-1 jelű gázturbinájának metszete

Forrás: ZAINKÓ 2013.

A JR-300-as járműgázturbina főbb műszaki adatai:

- Effektív teljesítmény: $P_{eff} = 300$ LE;
- Nyomásviszony: $r_k = 3$;
- A tüzelőtér utáni hőmérséklet: $t_3 = 550$ °C.

Ez viszonylag alacsonynak tűnik, viszont figyelembe kell venni, hogy ezt a gázturbinát 1937–1938 táján szerkesztették, az akkori hőálló anyaglehetőségek figyelembevételével.

A hőcserélő hatásossága (hatásfoka) 60%. Ennél nagyobb hatásosság esetén a hőcserélő hőátadó felülete, térfogata, tömege hatványozottan növekszik, és ez akadályozza járműgázturbinákban történő alkalmazását. Ennél nagyobb hatásosságú „hőcserélő” még beépíthető méretekkel csak az úgynevezett „forgó” hőcserélőkkel érhető el. Jendrassik korában a forgó hőcserélő járműgázturbinákban történő sikeres alkalmazásához a műszaki feltételek még nem álltak rendelkezésre. A járműgázturbinák jelenleg már kizárólag forgó hőcserélőkkel készülnek. A Jendrassik által alkalmazott, a 8. ábrán látható hőcserélő úgynevezett „felületi” hőcserélő, ahol a hőátvitel a hőcserélőben részt vevő lemezfelület két oldala közötti stacionárius hőátadással történik.

- A kompresszor fordulatszáma 19 000/min;
- A munkaturbina fordulatszáma 12 600/min;
- A kihajtó tengely fordulatszáma 1000/min;
- A kihajtó tengelyen mért effektív hatásfok: η_{eff} 22%.

A fenti jellemzők (az alacsony t_3 ellenére) lényegében még most is megállják helyüket, bizonyítva ezzel Jendrassik rendkívüli képességeit.

A JR-300-as járműgázturbina alkalmazását a II. világháború megakadályozta. A háború után, megfelelő átvizsgálás után a gázturbinát üzembe helyezték. Tökéletesen működött. Tényleges használatba a háború után nem került, erre az akkori gazdasági viszonyok nem voltak megfelelőek.²⁸

A járműgázturbina tervezése 1940-ben kezdődött, és 1941-re már el is készült az első erőforrás. A gép Árpay Árpád finommechanikai üzemében készült el (az öntvények a Ganz gyárban). Az ellenőrző mérésekre a Magyar Királyi Technológiai és Anyagvizsgáló Intézetet kérte fel Jendrassik György. 1941-re a járműcélra alkalmazható 300 LE-s JR 300-as hőcserélős gázturbinából három db elkészült.²⁹ Brodszky Dezső arról számolt be, hogy 1942 februárjára elkészült egy új, kisebb ellenállású hőcserélő, és így a próbák ennek a résznek a beiktatásával folytatódhattak. Ezt követően „1943 júniusában – írta a továbbiakban Brodszky professzor – a rekuperátort forgódobos regenerátorral (136 611 számú szabadalom) cseréltük ki”.³⁰

A Ganz gyárat 1946-ban államosították, de ő továbbra is a gyár vezérigazgatója maradt. Jó nyelvismerete miatt (tökéletesen beszélt angolul, franciául, németül és spanyolul), valamint hogy a háború alatt megszakadt gazdasági kapcsolatokat újraélessze, gyakran utazott külföldre. Főként a személyét ért támadások miatt egy argentin üzleti útvjáról nem tért haza. 1948-ban törölték a Magyar Tudományos Akadémia tagjai közül, valószínűleg emigrációja miatt. Londonban telepedett le véglegesen, ott a Metropolitan Vickers cégnek lett az igazgatója, majd Development Ltd. néven saját vállalatot alapított. Londoni emigrációja alatt 1951-ben Magyarországról bizottság kereste fel az itthoni kapcsolatok végleges felszámolása miatt. A jövőt illetően lemondott itthoni szabadalmairól, a múltra vonatkozó igényét viszont továbbra is fenntartotta, és addig gyártott motorjai után részesedés ítéltetett meg neki nemzetközi bíróság útján. Halála után, 1989-ben a Magyar Tudományos Akadémia rehabilitálta, 1990-ben posztumusz Széchenyi-díjat kapott.³¹

²⁸ PÁSZTOR Endre (2015): Jendrassik György, a „gázturbina úttörőjének” munkássága és érdemei a haditechnika fejlődésében. *Haditechnika*, (2).

²⁹ ZAIKÓ Géza (2013): Jendrassik György a légszaváros gázturbina magyar úttörője. *Képes Repülés – Repülés Képekben*, 2013. május 9.

³⁰ ZAIKÓ 2013.

³¹ BÖDÖK 2005: 120–121.; Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.].

Összefoglalás

Hóra Nándor (Budapest, 1876. április 30. – Budapest, 1963. november 30.): mechanikus, esztergályos, gépjárműkonstruktor. Munkásságának főbb állomásai:

- Két *motorkerékpárt* készített Aurore néven, amelynek motorja is saját szerkesztésű volt.
- Az első Magyarországon gyártott *négykerekű benzinmotoros jármű* Hóra Nándor nevéhez fűződik.
- 1902-ben egy másik négykerekű járművet is készített, amely lényegében *négykerekű segédmotoros kerékpár volt két üléssel*.
- 1904-ben tonneau-mintájúra elkészítette saját *négyülékes járművét*.
- 1914-ben a Wiener Neustadt-i (Austro-Daimler A.G.) gyár műszaki gépkísérleti osztályának katonai vezetője lett, ahol a Daimler–Benz–Holt-típusú páncélozott járművekhez végezte *hernyótalpas járószerkezet* megtervezését.
- Teherautó hátsó kerekeinek helyére szerelhető *lánctalppárt konstruált* 1915-ben.
- *Ágyúszállításra készült hernyótalpas járószerkezetet* szerkesztett, amelyet Caterpillar-vontatóval lehetett mozgatni.
- 1916-ban készítették el a *RÁBA V.PA páncélozott jármű füllánctalpas változatát*.
- Hóra Nándor vezetésével Wiener-Neustadtban elkészült a „*Vakond*” árokásó gép terve.
- 1931-től *háromkerekű áruszállító járművek* gyártásába fogott.

Jendrassik György (Budapest, 1898. május 13. – London, 1954. február 8.) Széchenyi-díjas magyar gépészmérnök, aki a dízelmotorok és gázturbinák fejlesztése terén ért el kimagasló eredményeket. Munkásságának főbb állomásai:

- 1926-ban szabadalmaztatta a róla elnevezett *dízel-adagolószivattyút*.
- 1927-től gyártották a *Ganz–Jendrassik-féle dízelmotorokat*.
- *Motorfejlesztési szabadalma* a dízelmotorok –15 °C hőmérsékletig történő indításának könnyítését célozta, *eltolható vezérműtengely* alkalmazásával.
- *Négy- és hathengeres motorokat konstruált* teherautók, autóbuszok és személygépkocsik hajtására.
- *12 és 16 hengeres V-elrendezésű dízelmotorokat tervezett* vasúti üzemre.
- 1939-ben a Hispano Suiza gyár részére kidolgozta egy *hathengeres autóbusznyersolajmotor* tervrajzait.
- Motorjaihoz *turbófeltöltőt tervezett*, a V-12 hengerelrendezésű, 600 LE teljesítményű Ganz–Jendrassik-kísérletimotor teljesítményét csupán a középnyomás emelésével sikerült 50%-kal megnövelni 1944-ben.
- 1929. március 12-én jelentette be az *első gázturbinára vonatkozó szabadalmát*.
- 1938 végére megépült *első gázturbinája*.
- 1940-re elkészítette a Cs–1 jelű, 1000 LE-re tervezett *légcsavaros repülőgép-gázturbinát*, amely az elsők között volt a világon.

- 1941-ben kísérleteket folytatott járművek részére szánt, 300 LE-s JR–300-as *hőcserélős gázturbinával*, ezzel megalapozta a páncélos járművekben és a nehéz vontatókban a gázturbinák alkalmazási lehetőségét.
- 1943 júniusában hőcserélős gázturbináján a rekuperátort *forgódobos regenerátorral* (136 611 számú szabadalom) cserélte le.

Felhasznált irodalom

- BÁLINT Sándor (2008): Autógyártás Magyarországon. *Autóvilág*, (69). Online: <http://fokusz.info/index.php?cid=1752456410&aid=1959551248>
- BÍRÓ Ádám (1993): A 44 M. Tas nehéz harckocsi terve 1943–44-ben. *Haditechnika*, (1).
- BÖDÖK Zsigmond (2003): *Magyar feltalálók az automobilon történetében*. Dunaszerdahely: Nap.
- BÖDÖK Zsigmond (2005): *Magyar feltalálók a közlekedés történetében*. Dunaszerdahely: Nap.
- DOMONKOS Csaba (2020): Első próbaútját 115 évvel ezelőtt tette meg Csonka János postautója – A neves feltaláló a Budai várba ment a maga vezette járművel. *PestBuda*, 2020. június 2. Online: https://pestbuda.hu/cikk/20200602_elso_probautjat_115_evvel_ezelott_tette_meg_csonka_janos_postaautoja_a_neves_feltalalo_a_budai_varba_ment_a_maga_vezette_jarmuvel
- Életrajzi bibliográfia [é. n.]. *Dr. Kovács Pál Könyvtár és Közösségi Tér*. Online: <https://gyori-konyvtar.hu/internetes-szolgáltatások/adatbázisaink/eletrajzi-bibliografia?mit=Hi#n46>
- FARKAS Zoltán (2017): Láncaltapas futóművek. I. rész. *Haditechnika*, 51(5).
- FRANG Zoltán (1999): Vasúti közlekedéstechnika. In KOLLEGA TARSOLY István (főszerk.): *Magyarország a XX. században IV.* Szekszárd: Babits.
- GROH WERNER Péter [é. n.]: A dízelvontatás Magyarországon. *Gigant Club* – MÁV. Online: http://www2.chem.elte.hu/gigant_club/mav/dizel.html
- GYARMATI József (1998): Katonai tehergépkocsi és harckocsi gyártás Magyarországon a 30-as és a 40-es években. *Katonai Logisztika*, 6(4), 228–237.
- GYARMATI József (2000a): A II. világháború harckocsijai. *Katonai Logisztika*, 8(1), 206–222.
- GYARMATI József (2000b): *Haditechnikai ismeretek*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem.
- GYARMATI József (2002): Fontosabb katonai tehergépkocsi- és harckocsikonstrukciók Magyarországon a 30-as és a 40-es években. In LAIB Lajos (szerk.): *Terepen mozgó járművek*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás, 26–33.
- HAJDÚ Ferenc – SÁRHIDAI Gyula szerk. (2005): *A Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézetől a HM Technológiai Hivatalig 1920–2005*. Budapest: HM Technológiai Hivatal.
- HÓRA Nándor [é. n.]. In KENYERES Ágnes (főszerk.): *Magyar életrajzi lexikon*. Online: <https://arcanum.com/hu/online-kiadványok/Lexikonok-magyar-eletrajzi-lexikon-7428D/h-75B54/hora-nandor-75E2A/>
- Jendrassik gázturbinák*. Online: http://remotelab.energia.bme.hu/index.php?page=jendrassik_turbines&lang=hu
- Jendrassik György [é. n.]. *BME OMIKK*. Online: <https://dokutar.omikk.bme.hu/archivum/magyarok/htm/jendrassikrov.htm>
- JUREK Aurél (1961): *Belsőégésű motorok*. Budapest: Tankönyvkiadó.

- KOVÁCS Gergelyné – MAKKAI VÁRKONYI Ildikó (2006): *A kocsiszekértől a postautóig. Kalauz a balatonszemesi Postamúzeum kiállításához*. Budapest: [k. n.]. Online: <https://bu.hu.museum-digital.org/pdf/publicinfo.php?oges=516973&lang=hu>
- KOVÁCSHÁZY Miklós (2009): A láncfal, mint a harcok egyik legfontosabb alkotója. *Hadmérnök*, 4(2).
- PÁSZTOR Endre (2015): Jendrassik György, a „gázturbina úttörőjének” munkássága és érdemei a haditechnika fejlődésében. *Haditechnika*, (2).
- RÉZ Gyula (2012): Az első Caterpillar traktorok Magyarországon. *Mezőgazdasági Technika*, 2012. június.
- Sumida (2021): Jendrassik György és a gázturbina. *Sumida Magazin*, 2021. július 22. Online: <https://sumidamagazin.com/2021/07/22/jendrassik-gyorgy-es-a-gaszturbina/>
- Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.]: *Jendrassik György*. Online: <https://sztnh.gov.hu/hu/magyar-feltalalok-es-talalmanyaik/jendrassik-gyorgy>
- TERPLÁN Zénó (1996): A Jendrassik család és a fiatal Jendrassik György. In TERPLÁN Zénó *Jendrassik György*. Budapest: Akadémiai. Online: <https://arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/MuMaTu-a-mult-magyar-tudosai-1/jendrassik-gyorgy-2F51/a-jendrassik-csalad-es-a-fiatal-jendrassik-gyorgy-2F63/>
- VARGA A. József [é. n.]: *A magyar harc- és gépjármű-fejlesztések története*. [H. n.]: MH ÖLTP.
- ZAINKÓ Géza (2013): Jendrassik György a légsaváros gázturbina magyar úttörője. *Képes Repülés – Repülés Képekben*, 2013. május 9. Online: <https://kepesrepules.wordpress.com/2013/05/09/jendrassik-gyorgy-a-legcsavaros-gaszturbina-magyar-uttoroj/>
- ZSUPPÁN István (1978): Alkotók és alkotások. *Autó-motor*, 1978. március.
- ZSUPPÁN István (1994): *A magyar autó*. Budapest: Zrínyi.

Vákát

A lakosság védelmének korszerű módszerei napjaink kihívásainak tükrében

Napjaink új kihívásai, a megváltozott biztonsági környezet és a rendkívüli helyzetek miatt a lakosság kitettsége és sérülékenysége megnőtt. A védelmi szférának azonosítania kell, hogy melyek azok a lakosságvédelmi feladatok, amelyekre a jövőben szükség lehet, és ezek tervezésére, szervezésére, végrehajtására fel kell készülnie. Felmerül a kérdés, hogy mennyiben változott a klasszikus értelemben vett lakosságvédelem és az anyagi javak védelme, milyen követelmények támaszthatók a tevékenységgel szemben, milyen feladatok várhatók az új kihívások tükrében. Ebben a tanulmányban a szerző a kérdések megválaszolása érdekében vizsgálja a lakosságvédelem fogalma értelmezésének változásait, a várható veszélyeztető tényezőket, ezek hatásait és az azokkal összefüggő lakosságvédelmi feladatokat. Elemezve a lakosságvédelemmel kapcsolatos alapvetéseket, megfogalmazza a kialakítás követelményeit. Bemutatja egy kevésbé kutatott, a fegyveres összeütközés, katasztrófa vagy tömeges migráció során szükségessé váló feladat, az ideiglenes befogadás, szükségelszállásolás legfontosabb szabályait.

Kulcsszavak: lakosságvédelem, anyagi javak védelme, reziliencia, új kihívások, kárterület, szükségelhelyezés, befogadás, szükségétáborok

Modern Methods of Protecting the Population in Reflection of Today's Challenges

Due to today's new challenges, the changed security environment and emergencies, the population's exposure and vulnerability have increased. The defense sector should identify the population protection tasks that may come up in the future and one should prepare for planning, organizing and implementing them. The question arises as to how much population protection in the classical sense and the protection of property have changed, what requirements can be imposed on the activity, what tasks can be expected in the light of the new challenges. In this study the author examines the changes in the interpretation of the concept of population protection, the expected risk factors, their impacts and the related population protection tasks in order to answer these questions. Analyzing the fundamentals related to population protection, she formulates the requirements for its design. She presents the most important rules of a less-researched task that occurs during an armed conflict, a disaster or mass migration, namely temporary reception and emergency accommodation of refugees.

Keywords: population protection, protection of property, resilience, new challenges, incident area, emergency accommodation, reception, emergency camps

Bevezetés

A mindennapi történések bizonyítják, hogy napjainkban a veszélyeztető tényezők száma megszorodott, a hagyományos veszélytípusok mellett új kihívásokkal kell szembenéznie az emberiségnek.¹ Bizonyítást nyert továbbá, hogy a biztonság ellen ható tényezők révén kiváltott negatív hatások természete is megváltozott, az általuk okozott kárterületek új jellemzőket mutatnak, hatásaik egyre összetettebbé váltak.

Ez ahhoz vezetett, hogy a lakosság veszélyekkel szembeni kitettsége is nőtt. Ezekre a jelenségekre a társadalmak megpróbálnak adekvát választ adni. Célul tűzték ki, hogy a kihívásoknak megfelelő védelmi rendszereket működtetnek, védelmi stratégiát és terveket készítenek. Az új biztonsági környezet megköveteli, hogy a megfelelő védelmi szint kialakítása mellett a védekezés módja és eszközei is feleljenek meg a várható veszélyeknek. A védelmi szférában a lakosságot és az anyagi javakat veszélyeztető negatív hatásokra való felkészülésben fókuszba került ezek védelmének kérdésköre. Az állampolgárok veszélyekkel szembeni kitettsége csökkentésének feltétele, hogy a lakosságvédelemnek az adott országban tervszerűen felépített és működtetett rendszere és végrehajtó szervezetei legyenek. Másik feltétel, hogy a hivatásos mentőerők és a védekezésben részt vevő valamennyi szervezet felkészült legyen.

Felmerül a kérdés, hogy melyek azok a kihívások, amelyek a tudományos kutatások és a kockázatelemzések alapján a jövőben a térségünkben igazoltan várhatók, és számolni kell káros hatásukkal. További kérdés, hogy ennek tükrében a lakosság védelme érdekében milyen elvárások fogalmazhatók meg, továbbá milyen módszerek állnak rendelkezésünkre a veszélyekkel szembeni kitettség csökkentésére. Az is vizsgálandó kérdés, hogy a fegyveres küzdelem vagy migráció esetén (napjainkban különösen) aktuális szükségesszállásolás vagy befogadás során milyen szabályoknak kell érvényesülnie a befogadóhelyeken.

A fenti kérdések megválaszolása céljából ebben a tanulmányban azonosítom a várható kihívásokat, azok kárterületének főbb jellemzőit, hatásaikat, valamint a lakosságvédelem alapvető formáit, továbbá a szükségbefogadás néhány kérdését annak érdekében, hogy javaslatot tegyek a lakosságvédelem átfogó megközelítésű értelmezésére és az új kihívásokból adódó kockázatoknak megfelelő lakosságvédelem korszerű módszerére.

A lakosságvédelem értelmezése

Annak érdekében, hogy a lakosságvédelmi kérdéseket átfogóan elemezni tudjuk, meg kell vizsgálnunk a várható veszélyeket, azok lehetséges hatásait, és meg kell határoznunk

¹ Az állítást igazoló és a témát átfogóan megközelítő tanulmányok: Teknős László (2022): A természeti eredetű katasztrófák és események növekvő tendenciáinak vizsgálata, elemzése, katasztrófavédelmi szempontú értékelése. *Védelemtudomány*, 7(2), 166–197.; GAZDAG Ferenc – REMEK Éva (2018): *A Biztonsági tanulmányok alapjai*. Budapest: Dialóg Campus; Szenes Zoltán et al. szerk. (2011): *Biztonsági tanulmányok – biztonságpolitika*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem; HORNYACSEK Júlia (2017a): A biztonságunkat veszélyeztető tényezők és a katasztrófák elleni védekezés átfogó megközelítése. *Hadmérnök*, 12(1), 84–114.

a kihívások okozta helyzetek és a lakosságvédelem összefüggéseit. Ennek elemzésekor ki kell térni a lakosságvédelem értelmezésére is, mert az nem egységes. A szakirodalomban és a különböző védelmi területeken más és más fogalmakat társítanak hozzá. Ezt a tevékenységet a különböző szakágazatok, védelmi szervezetek, de a jogszabályok is eltérő módon értelmezik és nevesítik. Sok esetben csak a mentő lakosságvédelem által lefedett tevékenységeket értik alatta. Ezek alapvetően: a lakosság kitelepítése, kimentése és befogadása, valamint egyéni védőeszközökkel való ellátása.² Megint más megközelítésben a lakosságvédelem a biztonságot szavatoló tevékenységek összessége, amely kontextusban a biztonság nem más, mint:

„[...] egyéneknek, csoportoknak, országoknak, régióknak (szövetségi rendszereknek) a maguk reális képességein és más hatalmak, nemzetközi szervezetek hatékony garanciáin nyugvó olyan állapota, helyzete (és annak tudati tükröződése), amelyben kizárható vagy megbízhatóan kezelhető az esetlegesen bekövetkező veszély, illetve adottak az ellene való eredményes védekezés feltételei.”³

A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló kormányrendelet kibővíti a mentő lakosságvédelmet a lakosság riasztásával, tájékoztatásával.⁴ Ezen túlmenően megfogalmazza, hogy mit jelentenek a védendő létfenntartáshoz szükséges anyagi javak, amelyeket szintén védeni kell: „a lakosság alapvető ellátását és életfeltételeit biztosító anyagok, eszközök, rendszerek és készletek összessége, különösen az ivóvíz-, az élelmiszer-, a takarmány-, a gyógyszerkészletek és a haszonállatok.”⁵ E tanulmányban a lakosságvédelem kérdéskörébe beleértjük az anyagi javak védelmével kapcsolatos teendőket is.

Teknős László megállapítása szerint „[a] lakosságvédelem fogalma alatt értelmezhető minden olyan módszer, eljárás, intézkedés, melyek a lakosság veszélyhelyzetre történő felkészítését, a fegyveres összeütközés és a különböző katasztrófák idején a lakosság életben maradásának feltételeit biztosítják”.⁶

A kifejezés gyakran nem fogalomértelmezésként, hanem célmeghatározásként jelenik meg. Nikodém Edit szerint „a lakosság és az anyagi javak védelmének célja, hogy védelmet nyújtson az ország veszélyeztetett területein életvitelszerűen élő vagy ott tartózkodó személyek részére, valamint a létfenntartásukhoz és az állam működőképességének biztosításához szükséges létesítmények, közművek, erőforrások és értékek biztonságát garantálja”.⁷ Más elemzések a kifejezés értelmezésekor kitérnek a végrehajtók körére is: lakosságvédelem alatt a veszélyeztető hatások tükrében szervezett feladat- és intézkedési

² TÓTH Rudolf (2009): A lakosságvédelem aktualitása, helye, szerepe napjaink új kihívásainak tükrében. *Polgári Védelmi Szemle*, 5(2), 55.

³ AMACZI Viktor – ÁCS Tibor (1995): *Hadtudományi lexikon*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 27.

⁴ 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról. 24–25.

⁵ 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet 1. § 27.

⁶ TEKNŐS László (2015): *A lakosság és az anyagi javak védelmének újszerű értékelése és feladatai a klímaváltozás okozta veszélyhelyzetben*. PhD-értekezés. Nemzeti Közszerológiai Egyetem, 228.

⁷ NIKODÉM Edit (2013): A lakosságvédelem megvalósulása és eszközrendszere hazánkban. *Hadmérnök*, 8(2), 271.

rendszert értik, amelynek megvalósítását egymással együttműködő védelmi szervezetek, igazgatási szervek és az állampolgárok végzik.⁸

A lakosságvédelem kapcsán meg kell említenünk egy fontos, napjainkban elterjedt fogalmat is, a rezilienciát. A reziliencia:

„[...] azon személyes és környezeti tényezőket foglalja magába, amelyek elősegítik a veszélyeztetett életkörülmények ellenére történő sikeres alkalmazkodást, enyhítik a stressz negatív hatásait és lehetővé teszik a változásokkal való adaptív megküzdést. Emellett az egyéni megküzdési módokat próbára tévő túlzott stresszt követően, a normál működéshez való visszatérés képességét is jelöli.”⁹

A leggyakrabban előforduló események a katasztrófák, amelyek következményeinek felszámolása jelentősen függ attól, milyen a lakosság rezilienciája, ezért már vizsgálták azt is, hogy az egyébként a pszichológiában elterjedt fogalom mennyiben alkalmazható, és mit jelent a védelmi szférában. A katasztrófákkal szembeni reziliencia értelmezését az 1. ábra mutatja. Jól látható, hogy tevékenységrendszer (célja, érdekében végzendő feladatai vannak) és elért állapotot is jelent. Állapot, amely az információközvetítés, a sikeres megelőzés, a sebezhetőség és az érzékenység csökkentése, a lakosság veszélyekre való felkészítése, hatékony védelme és a kiinduló állapothnál jobb helyzet kialakítása által érhető el.



1. ábra: A katasztrófák elleni reziliencia

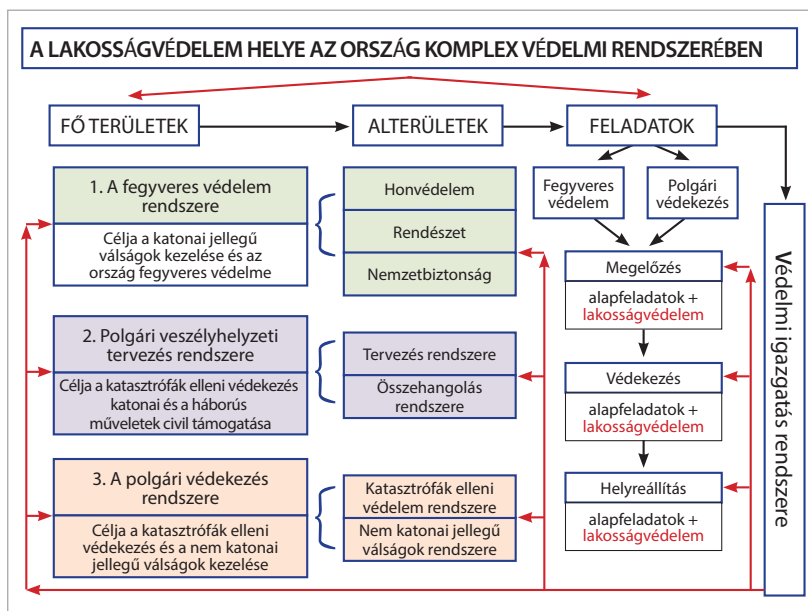
Forrás: HORNYACSEK 2017b: 31.

⁸ HORNYACSEK Júlia (2019a): A lakosságvédelem korszerű értelmezése, helye, szerepe a védelmi rendszerben és a védelmi igazgatással való összefüggései. In HORNYACSEK Júlia (szerk.): *A védelmi igazgatás rendszere és a honvédelmi igazgatással való kapcsolatának elméleti és gyakorlati összefüggései*. Budapest: Dialóg Campus, 141.

⁹ Kiss Enikő Csilla et al. (2015): A 25-ítemes Connor-Davidson Reziliencia Skála magyar adaptációja. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*, 16(1), 93–113.

Korábban lakosságvédelmen elsősorban a *kollektív védelem* (helyi védelem: óvóhelyi védelem és helyi elzárkózás; távolságvédelem: kitelepítés, kimenekítés, befogadás és visszatelepítés), valamint az *egyéni védelem* (légzésvédelem, bőrvédelem, egyéni sugárdózismérés, egyéni készítmények, gyógyszerek alkalmazása és egyéni mentesítés) feladatait értették, azaz a mentő lakosságvédelmet. Napjainkban az új kihívások tükrében fogalmának pontosításához célszerű azt komprehenzív megközelítésben értelmezni. Ez azt jelenti, hogy a lakosságvédelem magába foglalja a mentő lakosságvédelmet, amelynek a fenti feladatok továbbra is részét képezik, de kiegészül a megelőzést és a védekezést célzó feladatokkal, amelyeket a polgári védelem egyéb feladatai köréből már ismerünk. A fentiek értelmében a lakosságvédelem tartalma bővül a polgári védelem ismert egyéb tartalmi elemeivel.

Ebben a kontextusban a lakosságvédelem: „[...] olyan összetett tervezési, szervezési és intézkedési feladatrendszer, amelynek célja békeidőszakban és/vagy fegyveres küzdelem idején a lakosság életének megóvása, a túlélés feltételeinek megteremtése, az élethez szükséges alapvető anyagi javak védelme, a lakosság és a védelmi erők felkészítése a veszélyek kialakulásának megakadályozására vagy eszkalálódásának csökkentésére, továbbá a lakosság felkészítése a rendkívüli helyzetekben irányadó magatartási szabályokra.”¹⁰



2. ábra: A lakosságvédelem helye az országvédelem komplex rendszerében

Forrás: HORNYACSEK 2019a: 143.

A fogalomértelmezésen túl meg kell határoznunk a lakosságvédelem helyét a védelem komplex rendszerében, amelyet a 2. ábra foglal össze. Jól látható, hogy a védelmi feladatok két fő csoportra oszthatók, a fegyveres védelem és a polgári védekezés rendszerére,

¹⁰ HORNYACSEK 2019a: 141.

amelyeket a polgári veszélyhelyzeti tervezés köt össze. Mindkettő további alterületekre csoportosítható, amelyekhez meghatározott feladatok köthetők attól függően, hogy az adott veszélyeztető tényezőnek milyen hatása van, és milyen a kialakult kárterülete. Ezek a feladatok a megelőzés, a védekezés és a helyreállítás időszakában jelennek meg, és mindháromban szükség van a lakosság és az anyagi javak védelmét célzó tevékenységekre. A feladatok végrehajtása össztársadalmi feladat, amelynek összehangolására a védelmi igazgatás rendszere hivatott.

Az új kihívások és a lakosságvédelem összefüggései, a lakosságvédelemmel szembeni alapvető követelmények

A lakosság és az anyagi javak védelmének tervezése és megvalósulása elsősorban a veszélyeztető tényezőktől függ. Ezek azonosítására több kutatás folyt, számos tanulmány készült, amely más és más szempont szerint vizsgálja a kérdést.¹¹

Ezek az elemzések rámutattak arra, hogy a korábban ismert veszélyforrások nem tűntek el, de emellett napjainkban új kihívásokkal is szembe kell nézni, amelyek „átírják” a védelmi protokollokat is.

Az új kihívások és a lakosságvédelem összefüggései

A 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról összefoglalja a hazánkban várható veszélyeket, amelyek kezelése érdekében megfelelő védelmi szintet kell kialakítani. Ezek között a veszélyek között ki kell emelni a kibertér sérülékenységet, a tömeges migráció, az importfüggőség, az energiahiány kérdéskörét, valamint a fegyveres konfliktusok, a háború veszélyét, de nem zárhatók ki a terrorcselekmények sem. A környezet terhelése és veszélyeztetése szintén növekvő mértéket ölt, nőtt a katasztrófák száma, a járványok és a migráció is kihívás elé állítja a védelmi rendszert.¹²

¹¹ Néhány elemzett, a veszélyeztető tényezőket bemutató, prognosztizáló és a témához támpontokat adó tanulmány: TÁLAS Péter – GAZDAG Ferenc (2008): A biztonságot veszélyeztető tényezőkről I. *Nemzet és biztonság: Biztonságpolitikai Szemle*, (4), 3–12.; HORNYACSEK Júlia (2019): Az éghajlatváltozás hatása a hazai településekre és a lakosság biztonságára a települési jellemzők tükrében. In FÖLDI László – HEGEDŰS Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén*. Budapest: NKE, 429–467.; TÁLAS Péter szerk. (2021): *A globalizált világ kihívásai*. Budapest: Ludovika; PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika; PADÁNYI József (1994): *A Magyar Honvédség műszaki csapatainak lehetőségei és feladatai békeidőben a természeti- és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában*. PhD-értekezés; KAISER Ferenc (2018): *Túlnépesedés, erőforrás szűkösség, „élettér” konfliktusok. Confessio – a Magyarországi Református Egyház Figyelője*, 40(1), 21–29.

¹² TÓTH András – SIPOSNÉ KECSKEMÉTHY Klára (2017): Magyarország legjelentősebb természeti katasztrófái – online katasztrófatérkép. *Műszaki Katonai Közlöny*, 12(4), 167.; *Természeti értékeink – veszélyeztető tényezők* [é. n.]. *Fertő-Hanság Nemzeti Park*; KAISER Ferenc – TÁLAS Péter (2012): *Politikai erőszakformák. Nemzet és Biztonság*, (5–6), 133.

A katasztrófák vonatkozásában a 2011. évi CXXVIII. törvény¹³ veszélyhelyzetként nevesíti a várható rendkívüli eseményeket és az azokat kiváltó helyzeteket.

„A veszélyhelyzet [...] az Alaptörvény 53. cikkében meghatározott olyan helyzet, amelyet különösen a következő események válthatnak ki:

- a) elemi csapások, természeti eredetű veszélyek, különösen:
 - aa) árvízvédekezés során, ha az előrejelzések szerint az áradó víz az addig észlelt legmagasabb vízállást megközelíti és további jelentős áradás várható, vagy elháríthatatlan jégtorlasz keletkezett, vagy töltésszakadás veszélye fenyeget,
 - ab) belvízvédekezés során, ha a belvíz lakott területeket, ipartelepeket, fő közlekedési utakat, vasutakat veszélyeztet és a veszélyeztetés olyan mértékű, hogy a kár megelőzése, az újabb elöntések elhárítása meghaladja az erre rendelt szervezetek védekezési lehetőségeit,
 - ac) több napon keresztül tartó kiterjedő, folyamatos, intenzív, megmaradó hóesés vagy hófúvás,
 - ad) más szélsőséges időjárás következtében az emberek életét, anyagi javait a lakosság alapvető ellátását veszélyeztető helyzet következik be,
 - ae) földtani veszélyforrások.
- b) ipari szerencsétlenség, civilizációs eredetű veszélyek, különösen:
 - ba) a veszélyes anyagokkal és hulladékokkal történő tevékenység során a szabadba kerülő anyag az emberi életet, egészséget, továbbá a környezetet tömeges méretekben és súlyosan veszélyezteti,
 - bb) nem tervezett radioaktív kiszóródás és egyéb sugárterhelés, amely a biztonságot kedvezőtlenül befolyásolja és a lakosság nem tervezett sugárterhelését idézi elő.
- c) egyéb eredetű veszélyek, különösen:
 - ca) tömeges megbetegedést okozó humánjárvány vagy járványveszély, valamint állatjárvány,
 - cb) ivóvíz célú vízkivétellel érintett felszíni és felszín alatti vizek haváriaszerű szennyezése,
 - cc) bármely okból létrejövő olyan mértékű légszennyezettség, amely a külön jogszabályban meghatározott riasztási küszöbértéket meghaladja,
 - cd) a kritikus infrastruktúrák olyan mértékű működési zavara, melynek következtében a lakosság alapvető ellátása több napon keresztül, vagy több megyét érintően akadályozott.”¹⁴

Ezek szerteágazóak, de lakosságvédelmi feladatok mindegyiknél szükségesek lehetnek.

A fent felsorolt események bekövetkeztekor különböző hatásokat érzékelhetünk, és valószínűsíthetőleg összetett kárterületekkel kell számolni, amelyek a lakosságot is érinti. A védelmükre megfelelő intézkedésekkel kell válaszolni. Ennek érzékeltetésére néhány veszélyeztető helyzetet, főbb hatásait, valamint a fontosabb lakosságvédelmi

¹³ 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. 5. fejezet 20.

¹⁴ 2011. évi CXXVIII. törvény 44. §.

teendőket az 1. táblázat szemlélteti. Bár a feladatok csak töredéke került bele, de jól látható, hogy adott esetben ezek ellátásához nagy fokú felkészülésre, tervszerűsége és összehangolásra van szükség.

1. táblázat: A veszélyeztető tényezők, azok hatásai és a lakosságvédelmi feladatok

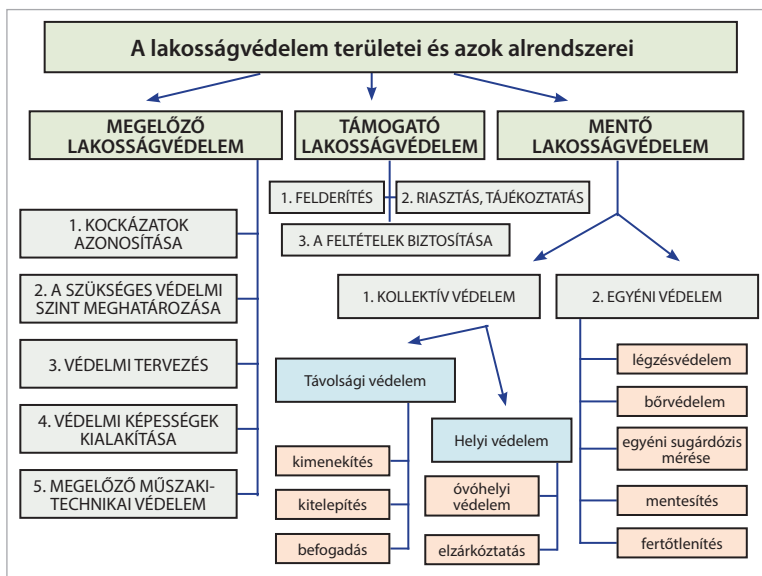
Veszélyeztető tényező	Lehetséges főbb hatás	Főbb lakosságvédelmi teendők
Illegális migránsok tömeges érkezése ¹⁵	A területen élők száma nő, nem elegendő az infrastruktúra, romlik a közbiztonság	Ellátási feladatok, egészségügyi feladatok, befogadás szervezése, szükségelhelyezés stb.
Váratlan fegyveres támadás	Háborús kárterület kialakulása, épületek, közművek romosodása, a közlekedés zavarai	Riasztás, tájékoztatás, szükség esetén a lakosság kitelepítése, anyagi javak kivonása, menekültek befogadása, óvóhelyi védelem stb.
Jelentős károkat okozó kibertámadások	A kritikus infrastruktúra zavara, ellátási zavarok	Tájékoztatás, lakosságellátási feladatok, az infrastruktúra zavarainak javítása stb.
Terrorcselekmény elkövetése	Átláthatatlan helyzet, sérültek, anyagi károk, az infrastruktúra sérülése, a termelés kiesése	Tájékoztatás, lakosságellátási feladatok, az infrastruktúra sérüléseinek kiküszöbölése stb.
Energiaellátási gondok	A termelés kiesése, a lakossági igények ellátatlansága	Tájékoztatás, a termelés átstrukturálása, szükséghelyzeti energiaellátás stb.
Tömegpusztító fegyverekkel, nukleáris, radiológiai, biológiai vagy vegyi szennyező anyagokkal végrehajtott támadás vagy terrorcselekmény	Összetett, támadóanyag-specifikus kárterület	Riasztás, tájékoztatás, a lakosság kivonása, befogadása, mentesítés, az egészségügyi kapacitás növelése, menekültek ellátásával összefüggő feladatok stb.
A lakosság tömeges és súlyos megbetegedésének kockázatát hordozó járvány	Az egészségügyi kapacitás csökkenése, a termelés zavarai	Tájékoztatás, az egészségügyi kapacitás növelése, termelés-átcsoportosítás
Nagyobb ár- és kiterjedt belvizek kialakulása, valamint más természeti katasztrófák	Az infrastruktúra sérülése, a közlekedés zavarai	Kitelepítés, befogadás, szükség-el szállásolás

Forrás: a szerző szerkesztése¹⁶

A lakosság kitettsége csökkentéséhez napjainkban a lakosságvédelem olyan rendszerére van szükség, amelyben a korábbi klasszikus mentő lakosságvédelem kiegészül a megelőző és a támogató lakosságvédelmi területekkel, és feladatait a végrehajtók begyakorolják, a szükséges eszközöket tartalékolják. Ezt a 3. ábra szemlélteti. A felvázolt rendszer jó eséllyel tudja szavatolni, hogy a felmerülő feladatok mindegyike megoldható legyen, és tervszerűen lehessen rájuk készülni.

¹⁵ Meg kell jegyezni, hogy a menekülteket ez esetben beleértjük a lakossággal végzendő teendők körébe.

¹⁶ A veszélyeztető tényezők forrása: 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról VII.



3. ábra: A hatékony lakosságvédelmi rendszer főbb területei és alterületei

Forrás: HORNYACSEK 2019a: 143.

A lakosságvédelemmel szemben támasztott követelmények

A hatékony védelemhez nem elég, hogy a lakosságvédelmi rendszert kiépítik, annak meg kell felelnie bizonyos általános követelményeknek. A lakosságvédelmi tevékenység a védelmi szféra keretében zajlik, amelynek meglévő elemei, tulajdonságai, jellemzői vannak, azaz kiindulóhelyzete, amely kihat a követelményekre (2. táblázat).

2. táblázat: A korszerű lakosságvédelemmel szembeni alapvető elvárások és követelmények

Kiinduló helyzet	Követelmény
Van működő védelmi rendszer, amellyel szemben megfogalmazódtak a követelmények és az elvárások.	Illeszkedjen az ország egységes védelmi rendszeréhez, vegye figyelembe a honvédelmi és katasztrófavédelmi elvárásokat és követelményeket!
A veszélyeztető tényezők közt új kihívások is vannak, negatív hatásuk kihat a lakosságra.	Vegye figyelembe a mindenkor aktuális kihívások és veszélyforrások lakosságra gyakorolt hatásait!
A hatékony védekezés feltételei esetenként eltérőek. A védekezési módszerek változnak.	Legyen rugalmas, folyamatosan kövesse az új kihívások veszélyeztető hatásait, vegye figyelembe a hatékony védekezés korszerű elveit, módszereit!
A védekezésben közreműködő szervezetek, szervek egymással összefüggő rendszert alkotnak, ezért munkájukat össze kell hangolni.	A védekezés szervezeti kialakítása és technikai háttere illeszkedjen az adott terület veszélyeztetettségéhez, tegye lehetővé a védelmi szervezetek gyors riasztását, alkalmazását, a védelmi erők és képességek átcsoportosítását!

Kiinduló helyzet	Követelmény
A veszélyeztetettség mértéke esetenként eltérő, a védelmi szervezetek különböző képességekkel rendelkeznek.	A lakosságvédelmi képességek kialakítása legyen arányos a veszélyeztetettség mértékével, vegye figyelembe más védelmi szervezetek védelmi képességeit és az ország gazdasági és teherbíró képességét!
A tevékenység lakosságvédelmi tervek alapján folyik.	A lakosságvédelmi tervek legyenek reálisak, könnyen kezelhetők, tartalmazzák a veszélyeztetettség típusát, a védekezéshez szükséges erőforrásokat és azok felhasználásának formáját, módját!
A lakosság tájékoztatás és felkészítés útján nyer ismereteket a helyzetről.	A lakosság ismerje az adott terület veszélyeztetettségét, az ellenük való védekezés formáit, legyen tisztában a magatartási szabályokkal és a védekezési kötelezettségekkel!
A védekezésben részt vevők köre széles, ugyanakkor eltérő a végrehajtási gyakorlatuk.	Legyen képes az együttműködésre más védelmi rendszerekkel, szervekkel és szervezetekkel!
A feladat-végrehajtás összehangolásában a védelmi igazgatási rendszernek van fő szerepe.	Feleljen meg a védelmi igazgatási rendszer elvárásainak és követelményeinek!

Forrás: a szerző szerkesztése

A háborús időszaki lakosságvédelem főbb feladatai, a szükségelszállásolás elméleti és gyakorlati kérdései

A kétpólusú világrend megszűnésével még a védelmi szakemberek is úgy vélték, hogy nem kell számolni térségünkben háborúval vagy más fegyveres konfliktussal. Napjainkra ez a remény szertefoszlott. Vizsgáljuk meg, hogy a fegyveres védelem feladatain túl milyen feladatokat kell végezni háború esetén a lakosság biztonsága érdekében!

A háborús időszaki lakosságvédelem feladatai a várható károk tükrében

A békeidőszaki lakosságvédelmi feladatok végrehajtására készült protokollok hazánkban naprakészek. A délszláv válság, az ukrajnai események ráirányították azonban a figyelmet arra, hogy a háborús időszaki lakosságvédelmi feladatokra is készülni kell. A katonai műveletekre való felkészülés alapja azok csoportosítása, lényegi elemeik meghatározása, a megfelelő műveleti tervezés. Deák János cél és kiterjedés szerint csoportosította a műveleteket, valamint az alkalmazott eszköz alapján.¹⁷ Ezek a csoportok más és más feladatokat és megoldásokat jelentenek, de a lakosság védelmét mindegyik feladatrendszer tartalmazza. A háború és a hagyományos, precíziós, vegyi, nukleáris stb. fegyverek alkalmazása során a lakosságot érintő veszélyek és károk és a helyzet általános jellemzői jól prognosztizálhatók.

Ezek az alábbiak:

- korlátozott állampolgári jogok, a szabad mozgás és az életfeltételek korlátozódása;
- energia-, üzemanyag- és élelmiszer-ellátási zavarok;

¹⁷ DEÁK János (2005): Napjaink és a jövő háborúja. *Hadtudomány*, 15(1).

- háborús migráció, azaz az állampolgárok szervezett vagy spontán mozgása, lakóhelyelhagyás, menekültek érkezése, befogadási feladatok megjelenése;
- az egészségügyi kapacitások csökkenése;
- hadkötelezettség, állampolgárok bevonása a védelembe, a meghagyások érvényesítése.

Hagyományos fegyverek alkalmazása során:

- épületek, közművek rombolódása, romosodása;
- helyi vagy összefüggő tűzterületek;
- a hadművelleti területen hagyott, ellenőrizetlen lőszer és robbanóanyag okozta károk;
- utak, vasutak romosodása, közlekedési akadályok, nehézségek;
- tömeges halálozás, fertőzésveszély, járványok.

Precíziós fegyverek alkalmazása során:

- a kiválasztott célpontok teljes rombolása, pusztulása;
- helyi tűzterületek kialakulása;
- közművek, utak, vasutak kismértékű, helyi rombolódása;
- korlátozott mennyiségű haláleset.

Vegyifegyverek alkalmazása során:

- területek nagymértékű vegyi szennyezése;
- növényzet, állatok és emberek tömeges megbetegedése, halál, pusztulás, fertőzésveszély;
- víz- és élelmiszerhiány, ellátási zavarok;
- az állampolgárok részleges vagy tömeges területelhagyása.

Nukleáris fegyverek alkalmazása során:

- nagy kiterjedésű területek teljes rombolódása, összefüggő tűzterületek kialakulása, épületek, közművek teljes vagy súlyos rombolódása, a terület és környezetének sugárfertőzése;
- tömeges halálozás, az állatok pusztulása, a környezet teljes vagy részleges sugárszennyezése, fertőzésveszély;
- ivóvíz, valamint élelemhiány, egészségügyi ellátási zavarok;
- a terület szervezett vagy tömeges elhagyása.

A fenti lehetséges hatások miatt nem nélkülözhető a háborús és fegyveres műveletek vonatkozásában a lakosságvédelem tervezése.¹⁸ A háborús időszaki lakosságvédelem alapvető célja a katonai műveletek hatásainak csökkentése, a lakosság életének megóvása és az ellátás biztosítása. Konkrét feladatait tekintve célszerű a védelmi és biztonsági

¹⁸ DEÁK 2005.

tevékenységek összehangolásáról szóló szabályzásból kiindulni.¹⁹ A fegyveres összeütközések időszakában a lakosság biztonsága érdekében alapvetően a békeidőszaki polgári védelmi feladatokat és néhány speciálisan háborús időszaki feladatot kell ellátni. Ezek a következők:

- „a) a riasztás,
- b) a kiűrités és a befogadás,
- c) az óvóhelyek létesítése, fenntartása, működtetése,
- d) az elsötétítési rendszabályok kidolgozása, alkalmazása,
- e) a lakosság és a lakosság ellátásához szükséges nemzetgazdasági javak mentése, szállítása,
- f) az elsősegélynyújtás, a lelki gondozás,
- g) a tűzoltás,
- h) a veszélyes vagy szennyezett területek megjelölése,
- i) a vegyi és sugárfelderítés, a vegyi és sugármentesítés, a fertőtlenítés és a hasonló óvintézkedések,
- j) a szükségelszállásolás és -ellátás,
- k) a szükségintézkedések összessége a hadműveletek által sújtott területek rendjének helyreállítására és fenntartására,
- l) a közreműködés a létfontosságú, vagy a lakosság ellátásához nélkülözhetetlen termelői kapacitásokat biztosító, illetve szolgáltatásokat nyújtó infrastruktúrák működőképességének fenntartásában, működési feltételeinek gyors helyreállításában,
- m) a járvány- és közegészségügyi, továbbá a kegyeleti és a halaszthatatlan adminisztrációs feladatok ellátása,
- n) az a)–m) pont szerinti feladatok végrehajtásához szükséges további kiegészítő tevékenységek, ideértve többek között a tájékoztatást, a tervezést és szervezést, valamint a készletek fenntartását és biztosítását.”²⁰

A fenti feladatok mindegyikének elemzésére e tanulmányban nincs lehetőség, ezért célszerű kiemelni egyet, amely szinte minden ilyen esetben előfordul. Ez a kitelepítés követő vagy a menekültek megjelenése esetén végzendő szükségelszállásolás vagy befogadás. Megjegyzendő, hogy a polgári védelmi kötelezettséghez kapcsolódó feladatok végrehajtását (benne a lakosságvédelmi feladatokat is) fegyveres összeütközés idején a honvédelmi feladatok elsődlegességével kell megszervezni.

A szükségelszállásolás és a befogadás elméleti és gyakorlati kérdései

A rendkívüli események kapcsán lakóhelyét elhagyó lakossági csoportok befogadása (tervszerű, várható) vagy a szükségelszállásolás (nem várt, nem tervezett) történhet

¹⁹ 2021. évi XCIII. törvény a védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról.

²⁰ 2021. évi XCIII. törvény 8. § (4).

úgy, hogy már meglévő objektumokban helyezik el az érkezőket, és történhet táborhelyen. A tábori befogadóhely lehet ideiglenes, amikor egy bázisról, máshonnan szervezik az ellátást, a táborban csak a legfontosabb feladatokat látják el, és továbbküldik őket. Lehet hagyományos, amikor a befogadottak ellátása a tábori körülmények között, tábori ellátóközrözetekben és -pontokon az ellátásra kijelölt szervezetek útján történik. A telepített táborokban az ellátáshoz a tábori eszközökön túl tartós infrastruktúra használata vagy annak kiépítése is megtörténik. A befogadóhelyek kialakításához a 234/2011. (XI. 10.), a 253/1997. (XII. 20.), a 38/1995. (IV. 5.) Korm. rendeletben, a 18/1998. (VI. 3.) NM rendeletben meghatározottakat és a WHO-ajánlásokat²¹ kell figyelembe venni.

A befogadóhellyel szemben támasztott általános követelmények az alábbiakban foglalkozhatók össze:

Megfelelő távolságra helyezkedjen el a veszélyeztetett területtől, legyenek meg a feltételei a befogadottak számára az alapvető ellátásnak! A tartózkodásra és szállásra szolgáló helyiségek legyenek jól szellőztethetőek! A befogadóhelyen legyen lehetőség az alapvető kulturális igények (vallási, közösségi) kielégítésére, ezért az ehhez szükséges helyiségeket is ki kell jelölni vagy alakítani, és ezek rendeltetését egyértelműen kell jelölni! Legyen kialakítva a házirend, az eszközök használati rendje! Szükség lehet a lelki segítségnyújtásra, valamint a gyermekek és más különös gondoskodást igénylő személyek alapvető ellátására.²²

A befogadóhelyen minimum az alábbi tevékenységeknek kell helyet adni:

- vezetési és szervezési munka;
- üzemeltetés;
- raktározás, anyagmozgatás;
- mosakodás, tisztálkodás, ellátás (élelmiszer, ivóvíz, egyéb szükségletek);
- áramellátás, vízellátás, szennyvízelvezetés, fűtés, hűtés;
- mosás, szárítás, fertőtlenítés;
- egészségügyi ellátás, gyógyszerellátás;
- kártevők elleni védekezés;
- sport, kulturális programok;
- szállás;
- közrend, a szabályok betartásának biztosítása;
- javítás, szervizelés, karbantartás;
- lelki segítségnyújtás.

A fenti feladatok ellátása történhet épületekben, sátrakban és konténerekben, valamint szabadtéren. Célszerű könnyen és gyorsan felállítható pneumatikus sátrakat (lásd: 4. és 5. ábra) alkalmazni.

²¹ WHO (2018): *The Sphere Handbook. Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response*. Genova: Sphere Association.

²² 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet 51. §.



4. ábra: Vezetési pont



5. ábra: Szálláshely

Forrás: http://abv-technika.hu/kitelepites_pneumatikus_sator.php

A befogadóhelyeknél a szálláshelyek mérete mellett a légtér nagysága is fontos. Személyenként legalább $3,5 \text{ m}^2$ alapterület, minimum 10 m^3 légtér kell, az ágyak között 75 cm térköz legyen, légszere $20\text{--}30 \text{ m}^3/\text{óra}$ mértékben szükséges, az átlaghőmérséklet érje el a $15\text{--}19 \text{ }^\circ\text{C}$ -ot! Biztosítani kell a vészkijáratokat, a világítást és a tűzbiztonságot is. Kiemelt kérdés a vízellátás, amelyet a vízbevitelhez, az alapvető higiénés szükségletekhez és a főzési szükséglethez kell igazítani, azaz napi minimum 15 liter/főben célszerű megállapítani. A fertőzésveszély megelőzése érdekében az illemhelyek száma is kötött. Amennyiben 200 fő alatt van a létszám, akkor nemenként külön illemhely kell. Nőknek 15 fő/WC , férfiaknak 40 fő/WC , 1 vizelede vagy 2 WC az előírt. 200 fő feletti létszámnál ennek a kétszerese.²³ A szálláshelyek fűtése és hűtése szintén kulcskérdés. Ehhez napjainkban már korszerű, energiatakarékos eszközök állnak rendelkezésre, de a szálláshelyek tájolása, elhelyezése is befolyással bír arra, hogy mennyi energiával oldható meg a feladat.

A tábori eszközök nagyban befolyásolják a befogadottak életminőségét. Ezekkel szemben a követelmények az alábbiak:

- tartósság;
- jó telepíthetőség;
- rendszerszerű alkalmazhatóság;
- rugalmas felhasználás;
- szállíthatóság;
- könnyen alkalmazhatóság.²⁴

Ezen túlmenően legyenek jól beszerezhetők, szervizelhetők és célszerű többfunkciós eszközöket rendszeresíteni, legyenek az alkatrészeik pótolhatók, cserélhetők! Gondoskodni kell rendszeres ellenőrzésükről.

²³ Milyen feltételeket kell teremteni befogadó helyeken? ÁNTSZ-ajánlás.

²⁴ ERDŐDI Zsolt Béla (2017): A tábori elhelyezési eszközrendszer modernizálásának lehetőségei. *Honvédségi Szemle*, 145(3), 101.

Összefoglalás

Összességében megállapítható, hogy a klasszikus veszélyeztető tényezők mellett megjelentek az új kihívások, amelyek hatásai egyre összetettebbek, ezért a lakosságvédelem értelmezését, feladatainak meghatározását ezekhez kell igazítani. Javasolt feladat- és intézkedési rendszerként felfogni és a mentő lakosságvédelem feladatain túl kiterjeszteni a tanulmányban bemutatott megelőző és támogató lakosságvédelem feladataira. A lakosságvédelemmel szemben támasztott követelmények megfogalmazása mellett a jövőben úgy kell a feladatokat meghatározni, hogy azok adekvát választ adjanak a napjaink új kihívásai következtében kialakult helyzetekre. Nagy hangsúlyt kell fektetni a fegyveres időszaki/háborús lakosságvédelemre való felkészülésre. Mivel a rendkívüli helyzetekben mindenképpen számolni kell a lakosság mozgásával, fontos, hogy a befogadásra, a szükségelszállásolásra felkészüljön a védelem rendszere.

A tanulmányban összegeztem ennek főbb feladatait, a legfontosabb követelményeket, bemutattam a szükségtáborban elvégzendő tevékenységeket, valamint a legfontosabb minimumszabványokat. A hatékony lakosságvédelem alapvető feltétele a fentiekén túl a feladatokra való felkészülés és azok összehangolt gyakorlása, valamint a lakosságfelkészítés és a tájékoztatás rendszerének kialakítása, fejlesztése.

Felhasznált irodalom

- 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.
2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról.
2021. évi XCIII. törvény a védelmi és biztonsági tevékenységek összehangolásáról.
- 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról.
- AMACZI Viktor – ÁCS Tibor (1995): *Hadtudományi lexikon*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság.
- DEÁK János (2005): Napjaink és a jövő háborúja. *Hadtudomány*, 15(1). Online: https://mhtt.eu/hadtudomany/2005/1/2005_1_3.html
- ENDRŐDI István (2019): A polgári védelmi felkészítés új kihívásai napjainkban. *Polgári Védelmi Szemle*, 14(különszám), 11–27.
- ERDŐDI Zsolt Béla (2017): A tábori elhelyezési eszközrendszer modernizálásának lehetőségei. *Honvédségi Szemle*, 145(3), 98–118.
- GAZDAG Ferenc – REMEK Éva (2018): *A Biztonsági tanulmányok alapjai*. Budapest: Dialóg Campus.
- HORNYACSEK Júlia (2017a): A biztonságunkat veszélyeztető tényezők és a katasztrófák elleni védekezés átfogó megközelítése. *Hadmérnök*, 12(1), 84–114.
- HORNYACSEK Júlia (2017b): A mentési időszak feladatai és szerepe egy közösség katasztrófákkal szembeni rezilienciájának kialakításában. *Hadmérnök*, 12(különszám, KÖFOP), 25–48.
- HORNYACSEK Júlia (2019a): A lakosságvédelem korszerű értelmezése, helye, szerepe a védelmi rendszerben és a védelmi igazgatással való összefüggései. In HORNYACSEK Júlia (szerk.):

- A védelmi igazgatás rendszere és a honvédelmi igazgatással való kapcsolatának elméleti és gyakorlati összefüggései.* Budapest: Dialóg Campus, 133–152.
- HORNACSEK Júlia (2019b): Az éghajlatváltozás hatása a hazai településekre és a lakosság biztonságára a települési jellemzők tükrében. In FÖLDI László – HEGEDŰS Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén.* Budapest: NKE, 429–467. Online: https://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/11183/adaptacios_lehetosegek_az_eghajlatvaltozas_kovetkezmenyeihez_a_kozszolgalat_teruleten.pdf
- KAISER Ferenc – TÁLAS Péter (2012): Politikai erőszakformák. *Nemzet és Biztonság*, (5–6), 133–156. Online: <http://confessio.reformatus.hu/v/378/>
- KAISER Ferenc (2018): Túlnépesedés, erőforrás szűkösség, „élettér” konfliktusok. *Confessio – a Magyarországi Református Egyház Figyelője*, 40(1), 21–29.
- KISS Enikő Csilla et al. (2015): A 25-ites Conor-Davidson Reziliencia Skála magyar adaptációja. *Mentálhigiéné és Pszichoszomatika*, 16(1), 93–113.
- Milyen feltételeket kell teremteni befogadó helyeken?* ÁNTSZ-ajánlás. Online: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/401-milyen-felteteleket-kell-teremteni-a-befogado-helyeken.pdf>
- NIKODÉM Edit (2013): A lakosságvédelem megvalósulása és eszközrendszere hazánkban. *Hadmérnök*, 8(2), 269–282.
- PADÁNYI József (1994): A Magyar Honvédség műszaki csapatainak lehetőségei és feladatai békeidőben a természeti- és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában. PhD-értekezés.
- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre.* Budapest: Ludovika.
- SZENES Zoltán et al. szerk. (2011): *Biztonsági tanulmányok – biztonságpolitika.* Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem.
- TÁLAS Péter – GAZDAG Ferenc (2008): A biztonságot veszélyeztető tényezőkről I. *Nemzet és biztonság: Biztonságpolitikai Szemle*, (4), 3–12. Online: http://www.nemzetesbiztonsag.hu/cikkek/gazdag_ferenc_talas_peter-a_biztonsagot-veszelyeztet_tenyez_kr_l_i.pdf
- Tálas Péter et al. szerk. (2021): *A globalizált világ kihívásai.* Budapest: Ludovika. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/16247/A_globalizalt_vilag_kihivaisai_elektronikus.pdf
- TEKNŐS László (2015): *A lakosság és az anyagi javak védelmének újszerű értékelése és feladatai a klímaváltozás okozta veszélyhelyzetben.* PhD-értekezés. Budapest: Nemzeti Közszerológiai Egyetem.
- TEKNŐS László (2022): A természeti eredetű katasztrófák és események növekvő tendenciáinak vizsgálata, elemzése, katasztrófavédelmi szempontú értékelése. *Védelemtudomány*, 7(2), 166–197. Online: <https://www.vedelemtudomany.hu/articles/VII/2/2022-0408-teknos.pdf>
- Természeti értékeink – veszélyeztető tényezők [é. n.]. *Fertő-Hanság Nemzeti Park*. Online: <https://ferto-hansag.hu/hu/termeszetvedelem/termeszeti-ertekeink/veszelyezteteto-tenyezok.html>
- TÓTH András – SIPOSNÉ KECSKEMÉTHY Klára (2017): Magyarország legjelentősebb természeti katasztrófái. *Műszaki Katonai Közöny*, 12(4), 148–169.
- TÓTH Rudolf (2009): A lakosságvédelem aktualitása, helye, szerepe napjaink új kihívásainak tükrében. *Polgári Védelmi Szemle*, 5(2), 55–73.
- WHO (2018): *The Sphere Handbook. Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response.* Genova: Sphere Association.

Az ellátási lánc biztonságáról

Az ellátási lánc biztonságának és a logisztikai folyamatok megbízható működésének biztosítása messze túlmutat a gazdaságbiztonsági kérdéseken és problémákon. A globális méreteket öltő ellátási láncok működése bizonyítható módon meghatározza a termelési, elosztási és értékesítési folyamatokat. A SARS-CoV-2 vírus okozta káros következmények hatása bizonyítottan, a kezdeti jelenségek, viszonylag pozitív tapasztalatok ellenére a vártnál nagyobb mértékben meghatározta a gazdaság működését, amit néhány nélkülözhetetlen alkatrész hiánya felnagyított. Az ellátási láncok esetleges zavarainak kockázataira a szakemberek a járványt megelőző időszakban már felhívták a figyelmet. A jelenlegi helyzetet olyan, korábban nem várt események is nehezítik, mint az orosz–ukrán háború közvetlen és közvetett következményei. A tanulmány az ellátási láncok jelenlegi működésének jellemzőit elemzi, illetve azokra a kérdésekre keresi a választ, hogy a logisztikai folyamatok mennyiben befolyásolják a gazdaság és az államok működési mechanizmusait és lehetőségeit.

Kulcsszavak: ellátási lánc, biztonság, gazdasági biztonság, kihívások

On Supply Chain Security

Ensuring the security of a supply chain and that of the reliable operation of logistics processes goes far beyond economic security issues or problems. The running of global-scale supply chains determines the processes of production, distribution, and sales in a perceptible way. The impact of the harmful consequences caused by the SARS-CoV-2 virus, as it has been proven, influenced the operation of economy to a greater extent than expected, and its effect was increased by the lack of some essential components. As early as before the pandemic, experts drew attention to the risks of possible disruptions in supply chains. The current situation is further complicated by previously unexpected events, such as the direct and indirect consequences of the Russo–Ukrainian war. This study attempts to analyse the characteristics of the present operation of supply chains, and seeks answers to the questions to what extent logistical processes influence the operational mechanisms and possibilities of economy and states.

Keywords: supply chain, security, economic security, challenges

Bevezetés

Az ellátási láncokról és azok működési zavarairól még a gazdasági és műszaki kérdésekben járatos „átlag” állampolgár soha nem hallott és nem olvasott annyit, mint az elmúlt években a SARS-CoV-2 vírus okozta világjárvány különböző hullámaiban, a már-már aggasztó méreteket öltő energiaár-emelkedés vagy a chiphiány miatt. Az orosz–ukrán háború egyik közvetett következménye a fosszilis energiahordozók áremelkedése és hiányának kockázata mellett az orosz nyersanyagok beszerzési nehézsége – ilyen például az autógyártásban kulcsszerepet betöltő palládium. Az ellátási láncok működési zavarainak hatásai az országhatárokon túlmutatnak, akár kontinentális vagy globális szinten jelentkezhetnek. A posztmodern korszakban számos olyan – akár a létfenntartáshoz elengedhetetlenül szükséges (például élelmiszerek) – árukhoz (anyagokhoz) és szolgáltatásokhoz férünk hozzá, amelyeket az ellátási láncok közvetítésével fogyasztunk el, használunk vagy veszünk igénybe. Az ellátási láncok folyamatainak biztonsága a globális gazdaság működőképességének szükséges, de nem elégséges feltétele. Ilyen tekintetben tehát gazdaságbiztonsági kérdés.¹

Az ellátási láncok lehetséges működési zavarainak megelőzése biztonsági szempontból messze meghaladja a gazdaság kereteit, és a biztonság minden szegmensét, így a katonai biztonságot is érinti.² Ennek bizonyítására elégségesnek tartom a neves francia gondolkodó, Jean Baudrillard nézeteire hivatkozni, aki a fejlettebb országokra egységesen „Nyugatként” tekintett, és szerinte a fejlett Nyugat és a világ kevésbé fejlett része közötti különbségek és kölcsönös függőségi keretek határozzák meg a globalizmus működési mechanizmusát és jellemzőit.³ Ez a függőség azonban folyamatosan érdekellentétet okoz, nem csupán a fejlett és tőlük elmaradottabb országok között, hanem a viszonylag „gazdagnak” számító régiók és államok között is. A nyersanyagokhoz vagy piacokhoz való hozzájutás érinti a geopolitikai folyamatokat. Ez ad magyarázatot arra, hogy Kína miért terjeszkedik az afrikai országokban. Ennek célja nem más, mint az energiahordozókhoz, nyersanyagokhoz és piacokhoz való hozzáférés biztosítása.⁴

Napjainkban az ellátási láncok működési zavaraival szembesülünk, amelyek hatását közvetve vagy közvetlenül érezzük, helyenként elszenvedjük. Néhány évvel ezelőtt elképzelhetetlennek tűnt, hogy egy új gépjárműre több hónapot kell a megrendeléstől az átvételig várni. Ez az államszocializmus korában általános gyakorlat volt, de azóta több mint 30 év telt el, és a hosszú várólista szinte elképzelhetetlennek tűnt. A jelenlegi helyzetben az ellátási láncok biztonságával kapcsolatban a főbb tendenciák jellemzésére vállalkozom, mivel határozott szakmai-tudományos álláspontom szerint a problémát befolyásoló tényezők folyamatos és gyors változása figyelhető meg, és könnyen lehet,

¹ HORVÁTH Attila (2016): Az ellátási lánc, mint kritikus infrastruktúra (kétfontosságú rendszerelem). In CSENGERI János – KRAJNC Zoltán (szerk.): *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése* [ePub]. Budapest: Nemzeti Közszerológiai Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 550–614.

² BODA József et al. (2016): A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (16), 1–23.

³ Christopher HORROCK [é. n.]: *Baudrillard és a millennium*. Pécs: Alexandra, 48–51.

⁴ Tim MARSHALL (2018): *A földrajz fogságában*. Budapest: Park, 164–165.

hogyan olyan megállapításokat teszünk vagy közvetítünk, amelyek a kézirat megjelenésekor már számomra is vállalhatatlanok lesznek.

Az ellátási láncokról általában

Az ellátási láncokkal foglalkozó nemzetközi és hazai szakirodalomban közmegegyezésnek számít, hogy a módszer és a szemlélet elterjedése a Michael E. Porter amerikai elméleti közgazdász által megalkotott értékláncelmélethez köthető, amelynek kiindulóalapja az érték, amelyet a vállalkozás nyújt a piacon, és amely versenyelőnyének forrása lehet. Porter értékláncelméletében a logisztika kiemelt szerepet játszott, és azt is felismerte, hogy az egyes vállalatok által kialakított értékláncok szervesen kapcsolódnak egymáshoz, és más vállalkozások működésére is hatnak.⁵ Az elméleti szakemberek körében is általánosan elfogadott nézet, hogy az értékláncszemléletből a gazdasági globalizáció miatt egyenes volt az út az ellátási lánc-menedzsment módszerének elterjedése felé, amelyet az új technológiák elterjedése, a gazdasági környezet változása, a politikai és társadalmi hatások kényszerítettek ki.⁶

A mai gazdasági viszonyok között a ki-ki győz le gyakorlat helyett egy-egy ellátási láncban a partnerségi viszony kialakítása a versenyelőny megszerzésének és a versenyképesség megtartásának alapja. Ez a folyamat kölcsönös függőségek kialakulásának sorozatához vezet, amely a nyersanyag-kitermeléstől, a termeléstől (gyártástól) az elosztási és értékesítési rendszereken keresztül az áruk eljuttatását foglalják magukba a fogyasztókig.⁷ Ezek a bonyolult rendszerek a fejlesztések, a beszerzések, a pénzügyi, információs, vezetési, marketing-, logisztikai és más folyamatok összehangolását feltételezik.⁸

Az ellátási lánc-szemléletre és -módszerre mind elméleti, mind gyakorlati szempontból a folyamatos fejlődés és változás a jellemző. Minden bizonnyal ez az oka annak is, hogy szinte megszámlálhatatlan, tudományosan elfogadható és igazolható fogalmi meghatározást olvashatunk az ellátási láncokról a nemzetközi és hazai szakirodalomban. Emiatt egy általánosan elfogadott meghatározás helyett ismételten a Szegedi Zoltán által megállapított kritériumkövetelmények követését javaslom.⁹ A nemzetközileg is ismert logisztikai szakember 2012-ben megjelent monográfiájában az ellátási lánc tartalmával kapcsolatban az alábbi kritériumokat javasolta:

- cél: a fogyasztói igények maradéktalan kielégítése, amelyben a pénzügyi és egyéb ráfordítások megtérülnek;
- kiterjedés: a termékek, áruk előállításától a végső fogyasztókhoz való eljuttatásig tart;

⁵ HORVÁTH 2016: 575–576.

⁶ KNOLL Imre (2002): *Logisztika–gazdaság–társadalom*. Budapest: Kovásznai, 39.

⁷ A katonai logisztikában az áru és a fogyasztó kifejezés helyett az anyag és a felhasználó elnevezést használjuk.

⁸ HORVÁTH 2016: 577.

⁹ HORVÁTH 2016: 577–578.

- rendszerszemlélet: a szereplők integrálása és a folyamatok rendszerszemléletű összehangolása;
- együttműködés: meghaladja a szervezeti kereteket, és a szervezeten belüli és szervezetek közötti kapcsolatok felértékelődnek;
- a megvalósítás eszköze: szoros kooperációt és koordinációt jelent, amely az információcserék és -áramlás tartalma miatt korábban üzleti titoknak számított.¹⁰

Katonai szempontból az ellátásilánc-szemléletet nem tekintem újszerűnek. A napóleoni háborúk egyik tanulsága az volt, hogy a katonai felszerelésekből és anyagokból – főként fegyverzetből és lőszerből – hadművelleti anyagi alapot kell létre hozni. Ennek a véleménynek a kialakítása a hadtudomány napjainkban is megkerülhetetlen klasszikusához, Clausewitzhez köthető, aki ilyen tekintetben is megelőzte korát, hiszen a vasút katonai szerepét még nem ismerték fel, és a haditechnikai fejlődés forradalma – például az ismétlődő fegyverek és a huzagolt csövű tüzérségi eszközök elterjedése – még nem következett be. A 20. század két nagy világháborújában a hadseregek felfegyverzése és utánpótlása a hadiipari centrumokból a hadszínterekre állami stratégiai feladattá vált, amely viszonylag zárt rendszerben, „felülről lefelé”, katonai irányítás mellett valósult meg.¹¹ Napjainkban a szakemberek körében komoly szándék van azzal kapcsolatban, hogy a katonai logisztika sajátosságai miatt az ellátási láncot a jövőben műveleti támogatási láncnak nevezzék.¹²

A jelenkori gazdasági viszonyok között az ellátási láncok bonyolult rendszert képeznek, amelyben a vevői igények kielégítése az általános cél. A kielezett gazdasági verseny viszonyai között csak azok a gazdasági szereplők tudnak hosszabb távon versenyképesek maradni, akik a stratégiai együttműködés keretei között összehangolják fejlesztési, beszerzési, ellátási, termelési, elosztási, értékesítési tevékenységüket és módszereiket.¹³ A rendszerek bonyolultságát csak fokozza, hogy ebben az együttműködési rendszerben, egy-egy ellátási láncban akár több száz szereplő is lehet, amíg egy termék a nyersanyag-kitermelés helyétől a vásárlóig eljut. Mindez a logisztikai reálfolyamatok összehangolását igényli az ellátási, termelési, elosztási és értékesítési folyamatokon keresztül. A reálgazdasági folyamatok fejlődése a munkamegosztás és az együttműködés kiterjesztését is jelenti. Például az autógyáraknál ez azt jelenti, hogy az úgynevezett első és másodvonalbeli beszállítók száma a korábbi évtizedekhez képest megsokszorozódott. A beszállítók számának növekedéséhez az is hozzájárul, hogy a termékeket nevükkel jegyző gyártók nem akarnak olyan csapdahelyzetbe kerülni, hogy egy beszállító foglyaivá váljanak.¹⁴

Az ellátási láncban szereplők körét jelentősen növelte, hogy a nyersanyag-kitermelési helyek, a gyártó üzemek, az elosztási és értékesítési csomópontok esetenként egymástól földrajzilag több ezer kilométeres távolságra helyezkednek el. Ez fokozza az ellátási láncok működési mechanizmusának bonyolultságát. Néhány ellátási rendszer olyan formális

¹⁰ SZEGEDI Zoltán (2012): *Ellátásilánc-menedzsment*. Budapest: Kossuth, 23.

¹¹ HORVÁTH 2016: 579–580.

¹² VENEKEI József (2012): NATO logisztika és a NATO műveleti támogatási lánc. *Hadmérnök*, 7(4), 62–74.

¹³ SZEGEDI Zoltán – PREZENSZKI Zoltán (2012): *Logisztikai menedzsment*. Budapest: Kossuth, 260–299.

¹⁴ SZEGEDI–PREZENSZKI 2012: 297–299.

és informális kapcsolódási, kapcsolati láncokkal rendelkeznek, hogy napjainkban átvilágításukat vagy a működési kockázatok feltérképezését a hálózatvizsgálati módszerek alkalmazása nélkül nem lehet elvégezni. A szereplők sokasága, a láncban belüli funkcionális egységek közötti távolságok, a rendszer bonyolultsága azonban a sérülékenységgel veszélyét is fokozza, tehát nem elhanyagolható biztonsági problémát is jelent egyben.

Szükséges-e az ellátási láncok biztonságának új értelmezése?

Az ellátási láncok és a kritikus infrastruktúra kapcsolatával foglalkozó, 2016-ban megjelent tanulmányomban egyetértettem Lakatos Péterrel abban, hogy a megbízható működés egyik alapfeltétele a logisztikai folyamatok és a szolgáltatások szervezetsége, a termékek előállításának és kezelésének minőségbiztosítása, valamint a közlekedésbiztonság.¹⁵ Ez viszont szűken vett értelmezés, amelyet a SARS-CoV-2 vírus okozta világjárvány hullámai, a nyersanyag- és alkatrészhiány miatti gyártási nehézségek, az energiahordozók áremelkedése, az orosz–ukrán háború miatti kölcsönös szankciók életbe léptetése és egyéb más tényezők következményei miatt szükséges átgondolni.

Holott korábban is történtek olyan rendkívüli események, amelyek közvetett hatásai fennakadásokat okoztak több ellátási lánc működésében is. Ezek közé lehet sorolni az Egyesült Államok elleni 2001. szeptember 11-ei terrortámadás-sorozatot, amely után a rendkívüli intézkedések a légi forgalom szüneteltetésére és a nagyobb tengeri kikötők bezárására is kiterjedtek. Hasonló következményekkel járt a 2010-es izlandi vulkánkitörés és 2011-ben a japán fukusimai atomerőmű földrengés és az azt követő szökőár miatti kényszerű leállása. Az előbbi esetben Nyugat-Európa légtérének lezárása az autóipari és déligyümölcs-ellátási láncok működését akadályozta meg. A fukusimai atomerőmű leállítása miatti energiaellátási zavarok és korlátozások az IT-ipar működésében okoztak nemzetközi szinten is érzékelhető fennakadásokat.¹⁶

Az új logisztikai eljárások széles körű alkalmazása, a korábban már említett nagy szállítási távolságok, a termelési, elosztási és értékesítési folyamatokban az érintett szereplők nagy száma miatt az ellátási láncok szinte minden gazdasági és kereskedelmi szektorban úgynevezett „kifeszített” módon, vagyis túlterhelten működtek. A fejezet bevezetőjében említett világjárvány, a nyersanyag- és alkatrészhiány, a nemzetközi helyzet változása indokoltá teszi, hogy az ellátási láncok zavartalan működését, vagyis biztonságát hagyományos értelemben szűkebben és tágabban is értelmezzük. A szűkebb értelmezés a logisztikai folyamatokra, a tágabb megközelítés azokra a tényezőkre terjed ki, amelyek súlyos zavarokat okozhatnak akár több szektor ellátási láncában. A tágabb

¹⁵ LAKATOS Péter (2008): *Hazai polgári logisztikai potenciál védelmi célú igénybevételeinek aspektusai, különös tekintettel a Logisztikai Szolgáltató Központok lehetőségeire*. PhD-értekezés. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem.

¹⁶ HORVÁTH Attila (2013): A kritikus infrastruktúra védelem komplex értelmezésének szükségessége. In HORVÁTH Attila – BÁNYÁSZ Péter (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 18–33.

értelmezésre azért van szükség, mert az anyag- és információáramlási folyamatok zavarai mellett más jelenségek és események akadályozhatják az ellátási láncok működését.

A hagyományos értelemben vett biztonsági megközelítés

A hagyományos értelemben az ellátási lánc biztonsága – a korábban már említett módon – az ellátási, beszerzési, termelési, elosztási és értékesítési folyamatok úgynevezett anyag- és információáramlási reálfolyamataival függ össze. Ennek érdekében egy ellátási láncban belül kiemelt jelentőséggel bír:

- a termékkínálat folyamatos és megbízható biztosítása;
- a vevők igényeinek való megfelelés;
- a szállítási feladatok és folyamatok sebezhetőségének csökkentése vagy megakadályozása;
- a szállítási folyamatok és feladatok illegális használatának megakadályozása.¹⁷

Ezeknek a tényezőknek a szabályozása nem jelent egyszerű feladatot – a már korábban tárgyalt – sok szereplő és a földrajzi távolságok miatt. A feladatok végrehajtására az Amerikai Egyesült Államokban, Kanadában és az Európai Unió tagállamaiban az úgynevezett kritikusinfrastruktúra-védelem szemléletének és módszerének elterjedése és alkalmazása garanciát jelenthet, hiszen a közlekedési rendszer önálló kritikusinfrastruktúra-védelmi ágazatot képez, amelynek egyik önálló alrendszerét jelentik a szállítási módok és a közlekedési alágazatok mellett a logisztikai létesítmények és folyamatok. Ugyanakkor a közlekedési rendszeren kívül az ellátási láncok biztonsága több, a magyar joggyakorlatban meghonosodott úgynevezett létfontosságú rendszerelem ágazatában is megjelenik.

Megítélésem szerint érintett még:

- az energetikai ellátási rendszer;
- az agrárgazdaság;
- az egészségügy;
- a pénzügyi rendszerek;
- az ipari termelés;
- az infokommunikációs technológiai rendszerek.¹⁸

A kritikusinfrastruktúra-védelem önmagában azonban nem jelenti az ellátási láncok anyag- és információáramlási folyamatainak biztonságát. Már csak azért sem, mert a létfontosságú rendszerelemek védelmét csak az Európai Unióban értelmezik a nemzeti sajátosságok és szabályozás mellett egységesen. Mászt jelent ez a fogalom az Európai Unión kívüli európai országokban, de másként értelmezik Ázsiában vagy Afrikában is.

¹⁷ DOMBORÓCZKY Zoltán (2013): Ellátási láncok és a logisztikai szolgáltatások biztonsági aspektusai. In HORVÁTH Attila – BÁNYÁSZ Péter (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 226–237.

¹⁸ HORVÁTH 2016: 591–594.

Ezért fontos, hogy az ellátási láncok biztonsága érdekében a kockázatok és a veszélyeztetettség tényezők folyamatos elemzését elvégezzük. Az Egyesült Államok elleni 2001. szeptember 11-ei terrortámadást követő biztonsági intézkedések ebben a kérdésben vitathatatlanul előrelépést jelentettek. Míg korábban a biztonság értelmezése a gazdasági veszteségek csökkentését célozta, vagyis az elsődleges szempontot az jelentette, hogy minél kevesebb áru vesszen el vagy sérüljön meg, addig mostanra ez kiterjedt az ellátási láncok működésének teljes spektrumára. A komplex intézkedések nem csupán a terrorfenyegetettségre, hanem a biztonság egyéb szegmenseire is irányultak, például az illegális kereskedelem és a csempészet visszaszorítására is. Ez azt jelentette, hogy az ellátási láncban részt vevő vállalkozásokat a kormányzati szervek, a vagyonszolgáltatási vállalkozások, a biztosítótársaságok és a láncot vezető menedzsment arra kényszerítette, hogy számukra meghatározott kockázati szintnek megfelelő követelményeknek feleljenek meg. Csak azok a szervezetek vehetnek részt az anyagáramlási folyamatokban, amelyek a biztonsági szabványoknak, folyamatoknak megfelelnek, működésük átlátható, legális és ellenőrizhető.¹⁹

Ez folyamatos kockázatelemzést igényel, amelynek minőségi tényezőit nem lehet állandónak tekinteni. A matematikai modellek alkalmazása mellett tisztában kell lenni a fenyegetettség tényezők minőségi jellemzőivel is. Ehhez a biztonságot fenyegető külső és belső tényezőket alapos elemzés alá kell vonni.²⁰ A különböző rendkívüli események, negatív tendenciák tapasztalatait fel kell dolgozni, és szükség esetén módosítani a kockázatelemzési eljárások metódusain és algoritmusain.

A feladat nehézségét azzal lehet leginkább szemléltetni, hogy több olyan tengeri kikötő – például az Egyesült Államokban Long Beach vagy Németországban Hamburg – üzemel, amely naponta több tízezer konténert indít útnak vagy fogad. A fel- és elfuvarozási feladatok miatt naponta több vasúti szerelvény és konténerszállító gépjármű lép be a kikötők termináljaiba. Technikailag az ellenőrzés megoldható ugyan, hiszen az átvilágító berendezések ezt lehetővé teszik, de ez a szállítási folyamatokat lassítja, és az ilyen ellenőrzés rendkívül költséges. Ezzel kapcsolatban érdekellentétek is felszínre kerültek, hiszen az Egyesült Államok arra törekszik, hogy a területére érkező konténerek 100%-át már a feladási helyen világítsák át. Ezzel gyakorlatilag az Egyesült Államok a területén kívül megelőző biztonsági lépcsőt létesített, amelyet folyamatosan fejleszteni kíván.²¹

A beszerzési, ellátási, termelési, elosztási és értékesítési folyamatok csomópontjain, lényeges elemein fontos biztonsági követelmény, hogy megfelelően képzett humánerőforrás, logisztikai infrastruktúra és eszközrendszer álljon rendelkezésre. Egyszerű, jól nyomon követhető, átlátható, ugyanakkor algoritmizálható logisztikai folyamatokra

¹⁹ CSABA Zágon (2013): A tengeri konténeres áruszállítás biztonsága. In HORVÁTH Attila – BÁNYÁSZ Péter (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből*. Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 133–166.

²⁰ HORVÁTH 2016: 595–598.

²¹ CSABA 2013: 155–165.

van szükség.²² Ebben érvényesíteni kell az adott anyagok, termékek kezelési sajátosságait, a nemzetközi és nemzeti szinteken meghatározott szabványokat és az ellátási lánc menedzsmentje által meghatározott követelményeket is.

Az ellátási láncok működésével kapcsolatban a vevők fontos elvárása, hogy valós idejű információkat kapjanak az általuk megrendelt termékek hollétéről, valamint az átvétel idejéről és helyéről. Az információáramlás az ellátási láncok csomópontjai között is az infokommunikációs rendszereken történik, mindez ma versenyképességi feltételként is jelentkezik. Ugyanakkor a biztonság szempontjából kockázati tényezőt is jelent, amely a sérülékenység valószínűségét növelheti. A kiberbűnözés vagy esetleg egyes államok által támogatott *hackercsoportok* napjainkban nagy veszélyt jelentenek az ellátási láncok biztonságára. Ezért az ellátási láncokon belül egységes kibervédelmi stratégia alapján megfelelő információvédelmi protokollokat kell kidolgozni és betartani. Az ellátási lánc szereplőivel szemben azt a követelményt kell támasztani, hogy biztonsági szoftvereiket folyamatosan frissítsék, a rendszerhasználók ismerjék és alkalmazzák a biztonsági intézkedéseket. A rendszergazdákat fel kell készíteni az úgynevezett bennfentes fenyegetések elhárítására is.²³

Mire terjedjen ki az ellátási láncok biztonságának tágabb értelmezése?

A 2020-ban a kínai Vuhanból kiinduló a SARS-CoV-2 vírus okozta világjárvány nagy nehézségek elé állította a globális ellátási láncokat, de az első hullámban néhány termék kivételével súlyosabb áruhiány nem alakult ki.²⁴ Ellátási zavarok főként a fertőzés elleni védelemben és a megbetegedettek kezeléséhez szükséges egészségügyi anyagok tekintetében keletkeztek, gondoljunk csak a fertőtlenítőszerre, a szájmascokra és a lélegeztetőgépek hiányára és magas vételi árára. A működési zavarok jellege és mértéke azonban szektoronként jelentős eltéréseket mutatott. A feszítetten működő, hosszúra nyúlt ellátási láncok, a függőség a beszállítóktól kódolta a zavarokat. A járvány első hullámának kedvezőtlen hatása az utazási és mozgási szigorítások miatt a turizmust, a kiskereskedelmi egységeket és a légi közlekedést érintette a legnagyobb mértékben. Hausmann Róbert vizsgálata szerint a járműgyártás, az olaj- és gázipar érintettsége közepes volt, míg a gépipart, az építőipart, az egészségügyi szektort²⁵ érintette legkevésbé a járvány első hulláma.²⁶

A közismert intézkedések mellett a helyzetet – utazási korlátozások, a termelőüzemek működésének korlátozása vagy esetleges bezárása mellett a kötelező egészségügyi

²² LAKATOS Péter (2019): Az élelmiszer-alapellátás logisztikai feltételei. In SIKOS T. Tamás (szerk.): *Az élelmiszer ellátási láncok sérülékenysége*. Budapest: Dialóg Campus, 155–178.

²³ HORVÁTH L. Attila (2019): Az élelmiszer-ellátási lánc terror- és kibernetikai fenyegetettsége. In SIKOS T. Tamás (szerk.): *Az élelmiszer ellátási láncok sérülékenysége*. Budapest: Dialóg Campus, 179–200.

²⁴ RAJCSY István (2020): *Ellátási láncok*. Budapest: Országgyűlés Hivatala, Képviselői Információs Szolgálat, (80).

²⁵ A kezdeti nehézségeket követően.

²⁶ HAUSMANN Róbert (2020): A globális ellátási láncok átalakulása a feldolgozóiparban a koronavírus-járvány következtében. *Hitelintézet Szemle*, 19(3), 130–153.

karantén bevezetése – tovább nehezítette, hogy a legtöbb szektorban bevezették a logisztikai folyamatok ellenőrzését, amely tovább növelte az átfutási időket. Mindezek összegzett hatása korábban nem tapasztalt működési zavarokat okozott az ellátási láncok működésében.²⁷

A SARS-CoV-2 vírus megjelenése, elterjedése és következményei önmagukban még nem tennék szükségessé az ellátási láncok biztonságának tágabb értelmezését. Azonban a járvány másodlagos következményei és egyéb, azóta káros hatást kiváltó események sorozata már nem teszi lehetővé, hogy az ellátási láncok menedzsmentjei kezelni tudják az anyag- és információáramlásban felmerülő nehézségeket. A folyamatosan növekvő tendenciát mutató energiaárak, a nyersanyagok hiánya és az árak növekedése mind-mind a recesszió lehetőségét vetíti előre. Nemzetközileg elismert közgazdászok véleménye szerint a valós gazdasági válság még nem következett be, de a jóléti társadalmaknak szembesülnie kellett a chiphiány miatt az autógyártás és az infokommunikációs technológia előállítási nehézségeivel. Az Egyesült Államok alelnöke nem véletlenül tett 2021 második felében – a nemzetközi béketámogató erők afganisztáni kivonásának intenzív időszakában – látogatást olyan ázsiai országokban, amelyek a chipgyártás fellegvárainak számítanak.²⁸

A gazdasági nehézségeket csak tetézte és nehezíti napjainkban is a 2022. február 24-én kitört és a kézirat megírása időszakában is tartó orosz–ukrán háború. Egy olyan, a NATO határa közelében folyó háború, amelyben az egyik hadviselő fél, Oroszország önmagában is geopolitikai jelentőséggel bíró kockázatot jelent. A háború végkimenetelét szinte lehetetlen megjósolni, és gazdasági következményei jelen pillanatban is beláthatatlanok. Az Európai Unió és Oroszország által egymás ellen bevezetett gazdasági és pénzügyi szankciók hatásait sem lehet pontosan meghatározni. Az Európai Unió tagállamainak energiafüggősége miatt a téli gázellátás megoldása egészen bizonyosan nem lesz problémamentes. Az is látható, hogy az orosz hadiipar termelése akadozik az embargó miatti nyugati országokban gyártott alkatrészek hiánya miatt. A háború miatti globális gabonakereskedelemben bekövetkezett fennakadások minden következményét sem lehet még számszerűsíteni. Az orosz–ukrán háborúnak azonban súlyos gazdasági következményei lesznek még, és minden bizonnyal geopolitikaiak is.

Az előző két bekezdésben felvillantottam azokat a tényezőket, amelyek az ellátási láncok zavartalan működését jelen pillanatban megakadályozzák. Ezek bővebb kifejtése nem volt célom, és terjedelmi okból sem lehetséges. Vizsgálatukat a jövőbeni kutatások tárgyává kívánom tenni a Katonai Műszaki Doktori Iskola katonai logisztika és védelemgazdaság kutatási területén. Csupán egyetlen tényezőre kívánom felhívni a figyelmet. A gyártási nehézségek miatt a világkereskedelemben a forgalomban lévő konténerek számának növekedése megtört. A járvány első évében, 2020-ban a gyártott konténerek száma hosszú idő után jelentős mértékben elmarad a forgalomból kivontakétól. Ráadásul az új konténerek bekerülési költsége a korábbi időszakhoz képest megközelítette a 60%-os

²⁷ NAGY Gábor et al. (2021): A világjárvány hatása a globális logisztikai folyamatokra. *Multidiszciplináris Tudományok*, 11(4), 42–52.

²⁸ Nadita BOSE (2021): U.S. VP Harris Meets Company Execs in Singapore to Discuss Supply Shortages. *Reuters*, 2021. augusztus 24.

áremelkedést. Ezt a helyzetet a szállítási láncokban kialakult aránytalanságok is tovább rontották azzal, hogy míg az Egyesült Államokban jelentős konténertöbblet, addig a világ többi részén konténerhiány alakult ki.²⁹

Megoldási lehetőségek

Az ellátási lánc ilyen szintű zavarai mellett még a hagyományos értelemben vett biztonsági problémákat sem képesek kezelni az azokat irányító és működtető menedzsmentek. Nem véletlen, hogy az Egyesült Államokban közvetlenül Biden elnök a Fehér Ház irányítása mellett olyan testületet hozott létre, amelynek feladata koordinálni és felszámolni az ellátási láncok működési zavarait. A testület feladata a folyamatos anyag- és információáramlás mellett szükség esetén gazdasági és pénzügyi segítséget nyújtani a különböző szektoroknak, így például az élelmiszeriparnak is.³⁰

Az amerikai kormányzattal párhuzamosan az Európai Unió Bizottsága és a tagállamok kormányzatai is a megoldások elősegítésére törekednek. Ehhez azonban az ellátási láncokat működtető multinacionális vállalkozások partnereinek kell lenni, mivel a problémák megoldása elképzelhetetlen az ellátási láncok lerövidítése és a készletezési stratégiák átgondolása nélkül.³¹ A problémák orvoslásához szükségessé válik a beszállítók számának csökkentése és a beszállítási hálózatok átláthatóságának növelése is.³² A kormányzati segítség csak akkor lehet hatásos, ha ez a szándék kialakul a multinacionális vállalkozások menedzsmentjében. Ez minden bizonnyal felgyorsítja majd az ellátási, termelési és értékelési folyamatok nagyobb fokú automatizációját is, amely a technológiák további fejlesztését teszi lehetővé. A nyersanyag- és energiahiány és a magas árak problémáinak megoldására geopolitikai megoldások szükségesek, lehetőleg a globális szembenállás növelése vagy az esetleges fegyveres konfliktusok kitörése nélkül.

A nemzeti, országos és lokális feladatok sem megkerülhetők. Nem kell feltétlenül teljesen új megoldásokat keresni, bár erre a kihívások jellegének változása miatt továbbra is szükség lesz. Olyan fejlesztéseket kell megvalósítani, amelyek esetlegesen évtizedek óta az elmaradt feladatok vagy fejlesztések közé sorolhatók. Ilyennek lehet tekinteni például a vasúti közlekedési alágazat részesedésének növelését a közlekedési munkamegosztásban, amely például nem működhet a fővárost elkerülő, a Dunán átvezető vasúti összeköttetés megépítése nélkül.³³ A vasúti fejlesztéseket igazítani kell az európai vasúti fejlesztési

²⁹ KOVÁCS-HORVÁTH Adrienn (2022): A pandémia során kialakult globális logisztikai problémák hatása a katonai logisztika rendszerén belül az ellátási láncra. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III.* Budapest: Ludovika, 223–236.

³⁰ Grace Christine LAFAYE (2021): White House Creates Supply Chain Disruption Task Force. USDA Also to Provide \$4 Billion to Rebuild U.S. Food System as Part of Build Back Better Initiatives. *Winsight Grocery Business*, 2021. június 8.

³¹ HAUSMANN 2020.

³² NAGY et al. 2022.

³³ TÓTH Bence – LÉVAI Zsolt (2021): Budapest vasúti elkerülhetőségének barnamezős alternatívái. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I.* Budapest: Ludovika, 233–256.

trendekhez és az Európai Unió követelményeihez, mivel a vasút kontinentális szinten a SARS-CoV-2 vírus okozta világjárványok idején a szárazföldi közlekedési módok közül a leginkább alkalmazható közlekedési alágazat.³⁴ Mindez a fejlesztés és megoldási lehetőség kiragadott példa, ugyanis a közlekedést egységes rendszerként szabad és kell kezelni, amelyben a fejlesztésekben az elsődleges követelmény, hogy az egyik alágazat kapacitásainak növelése és modernizációja nem mehet a másik kárára.

A SARS-CoV-2 vírus elterjedése és az azt követő gazdasági problémák arra is rávilágítottak, hogy a fejlett országoknak is nagyobb figyelmet kell szentelni a rendkívüli helyzetek megoldására. Ebben az értelemben a problémát kár lenne leszűkíteni az energia- és nyersanyagárak növekedésére, illetve a hozzáférhetőség szabadságára. A probléma sokkal mélyebb, egyetlen kormányzat sem kerülhet olyan helyzetbe, hogy egy olyan rendkívüli szituáció, mint amelyet a világjárvány okozott, felkészületlenül érje. Ehhez megoldást jelenthet a különleges jogrendi vagy rendkívüli helyzetek elhárítására vonatkozó folyamatos anyagigények felmérése és biztosítása.³⁵ Ehhez stratégiákat kell kialakítani, az abban foglaltakat be kell tartani, és a készletezési gyakorlatot folyamatosan a biztonsági kockázatokhoz kell igazítani.

Összefoglalás

A SARS-CoV-2 vírus okozta járvány első hulláma alatt sokszor hangoztatták társadalomtudósok, politikai vezetők, a média véleményformálói, hogy a világ nem lesz olyan, mint korábban volt. A föld lakóinak változnia kell, a változás módjáról és mértékéről heves viták alakultak ki. A tanulmány szerzőjeként magam is szkeptikus vagyok abban, hogy a megváltozott kihívásokra a társadalmak kevésbé képesek reagálni, mivel nem tanultunk eleget a világjárvány okozta sokkból. Az ellátási láncok működési zavarai az egyes hullámok között sem csitultak. A kereskedelmi jellegűnek tartott problémák szerencsére érintették a létfontosságú fogyasztási cikkeket, mint például az élelmiszerek és az energiahordozók biztosítását. Az ellátási láncok zavartalan és folyamatos működése a multinacionális vállalkozások, nemzetközi szervezetek és kormányzatok folyamatos együttműködésével lehetséges. Egy kormány ebben akkor hiteles, ha hathatós segítséget nyújt az ellátási láncok működéséhez, és magára is kötelező érvényűnek tartja a rendkívüli helyzetek kezelésére vonatkozó felkészülést.

³⁴ LÉVAI Zsolt – KORMÁNYOS László – TÓTH Bence (2021): Zavarok kezelése ütemes menetrendi szerkezetű vasútvonalakon. In HORVÁTH Balázs – HORVÁTH Gábor (szerk.): *XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”*. Győr: Széchenyi István Egyetem, 550–560.

³⁵ DERZSÉNYI Attila (2016): Különleges jogrend szerinti beszerzés az ellátási lánc folyamatában. In CSENGERI János – KRAJNC Zoltán (szerk.): *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése* [ePub]. Budapest: Nemzeti Közszerológai Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 614–642.

Felhasznált irodalom

- BODA József et al. (2016): A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (16), 1–23.
- BOSE, Nandita (2021): U.S. VP Harris Meets Company Execs in Singapore to Discuss Supply Shortages. *Reuters*, 2021. augusztus 24. Online: <https://reuters.com/business/us-vp-harris-meets-company-execs-singapore-discuss-supply-shortages-2021-08-24/>
- CSABA Zágón (2013): A tengeri konténeres áruszállítás biztonsága. In HORVÁTH Attila – BÁNYÁSZ Péter (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből*. Budapest, Magyar Hadtudományi Társaság, 133–166. Online: http://real.mtak.hu/72510/1/KIV_tanulmánykotet.pdf
- DERZSÉNYI Attila (2016): Különleges jogrend szerinti beszerzés az ellátási lánc folyamatában. In CSENGERI János – KRAJNC Zoltán (szerk.): *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése* [ePub]. Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 614–642. Online: http://real.mtak.hu/33554/1/tanulmánygyujtemeny%20_ujratervezes_CsJ_KZ_1.5.pdf
- DOMBORÓCZKY Zoltán (2013): Ellátási láncok és a logisztikai szolgáltatások biztonsági aspektusai. In HORVÁTH Attila – BÁNYÁSZ Péter (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 226–237. Online: http://real.mtak.hu/72510/1/KIV_tanulmánykotet.pdf
- HAUSMANN Róbert (2020): A globális ellátási láncok átalakulása a feldolgozóiparban a koronavírus-járvány következtében. *Hitelintézeti Szemle*, 19(3), 130–153. Online: <https://hitelintezeti-szemle.mnb.hu/letoltes/hsz-19-3-el-hausmann.pdf>
- HORROCK, Christopher [é. n.]: *Baudrillard és a millennium*. Pécs: Alexandra.
- HORVÁTH Attila (2016): Az ellátási lánc, mint kritikus infrastruktúra (kétfontosságú rendszerelem). In CSENGERI János – KRAJNC Zoltán (szerk.): *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése* [ePub]. Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 550–614. Online: http://real.mtak.hu/33554/1/tanulmánygyujtemeny%20_ujratervezes_CsJ_KZ_1.5.pdf
- HORVÁTH Attila (2013): A kritikus infrastruktúra védelem komplex értelmezésének szükségessége. In HORVÁTH Attila – BÁNYÁSZ Péter (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 18–33. Online: http://real.mtak.hu/72510/1/KIV_tanulmánykotet.pdf
- HORVÁTH L. Attila (2019): Az élelmiszer-ellátási lánc terror- és kiberfenyegetettsége. In SIKOS T. Tamás (szerk.): *Az élelmiszer ellátási láncok sérülékenysége*. Budapest: Dialóg Campus, 179–200.
- KNOLL Imre (2002): *Logisztika–gazdaság–társadalom*. Budapest: Kovásznai.
- KOVÁCS-HORVÁTH Adrienn (2022): A pandémia során kialakult globális logisztikai problémák hatása a katonai logisztika rendszerén belül az ellátási láncra. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből III*. Budapest: Ludovika, 223–236. Online: https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/static/pdfs/web/viewer.html?file=https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/20.500.12944/18399/Szemelvények_a_katonai_muszaki_tudományok_eredmenyeibol_III.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- LAFAVE, Grace Christine (2021): White House Creates Supply Chain Disruption Task Force. USDA Also to Provide \$4 Billion to Rebuild U.S. Food System as Part of Build Back Better Initiatives. *Winsight Grocery Business*, 2021. június 8. Online: <https://winsightgrocerybusiness.com/retailers/white-house-creates-supply-chain-disruption-task-force>

- LAKATOS Péter (2008): *Hazai polgári logisztikai potenciál védelmi célú igénybevételének aspektusai, különös tekintettel a Logisztikai Szolgáltató Központok lehetőségeire*. PhD-értekezés. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem. Online: <https://tudasportal.uni-nke.hu/xmlui/handle/20.500.12944/12114>
- LAKATOS Péter (2019): Az élelmiszer-alapellátás logisztikai feltételei. In SIKOS T. Tamás (szerk.): *Az élelmiszer ellátási láncok sérülékenysége*. Budapest: Dialóg Campus, 155–178.
- LÉVAI Zsolt – KORMÁNYOS László – TÓTH Bence (2021): Zavarok kezelése ütemes menetrendi szerkezetű vasútvonalakon. In HORVÁTH Balázs – HORVÁTH Gábor (szerk.): *XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia: „Közlekedés a járvány után: folytatás vagy újrakezdés”*. Győr: Széchenyi István Egyetem, 550–560.
- MARSHALL, Tim (2018): *A földrajz fogságában*. Budapest: Park.
- NAGY Gábor et al. (2021): A világjárvány hatása a globális logisztikai folyamatokra. *Multidiszciplináris Tudományok*, 11(4), 42–52. Online: <https://doi.org/10.35925/j.multi.2021.4.4>
- RAJCZY István (2020): *Ellátási láncok*. Budapest: Országgyűlés Hivatala, Képviselői Információs Szolgálat, (80). Online: https://parlament.hu/documents/10181/4464848/Infojegyzet_2020_80_ellatasi_lancok.pdf/9510b3a8-fbb6-d2a2-f4c5-59df8aafdf50?t=1605857744807
- SZEGEDI Zoltán (2012): *Ellátásilánc-menedzsment*. Budapest: Kossuth.
- SZEGEDI Zoltán – PREZENSZKI Zoltán (2012): *Logisztikai menedzsment*. Budapest: Kossuth.
- TÓTH Bence – LÉVAI Zsolt (2021): Budapest vasúti elkerülhetőségének barnamezős alternatívái. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I.* Budapest: Ludovika, 233–256.
- VEKEI József (2012): NATO logisztika és a NATO műveleti támogatási lánc. *Hadmérnök*, 7(4), 62–74. Online: http://hadmernok.hu/2012_4_venekei.pdf

Vákát

Kirovne Rác Réka Magdolna

Az aszályok kezelésének fejlődési mérföldkövei Magyarországon

2022 nyarán rendkívül aszályos időszak jelentkezett hazánkban. A csapadékhiány és az elhúzódó hőség következményeként számos folyónk rekordalacsony vízszintet ért el. Az Országos Vízügyi Főigazgatóság egyik – 2022 augusztusában közzétett – hivatalos közleménye szerint „1901 óta a legszárazabb 7 hónapon vagyunk túl: az átlagos csapadékmennyiség csaknem fele hiányzik”.¹ A szerző tanulmányában arra keresi a választ, hogy vajon valóban „soha nem látott” aszály jelentkezett-e ebben az évben, vagy egyszerűen hazánk éghajlati, domborzati, vízrajzi adottságai-ból adódóan az ilyen mértékű vagy ehhez hasonló aszályok bekövetkezése törvényszerű. Az elmúlt évszázadokban – a rendelkezésre álló feljegyzések alapján – több időszakban előfordult, hogy éveken keresztül visszatérően bekövetkeztek különböző erősségű aszályok.

Magyarországon a 19. század második felétől méri a meteorológiai adatokat, amelyek segítették az aszályok regisztrálását. Az évek értékelése azonban nem volt elvégezhető teljeskörűen, mert ekkor hazánkban még csak néhány észlelőállomás működött. A 20. század elején jellemző súlyos aszályos időszakokat követően felgyorsult hazánkban a kutató-fejlesztő tevékenység, így egyre mélyrehatóbban elemezték az aszályok okait és következményeit, valamint elkezdték keresni a megoldásokat a káros hatások mérséklésére.

Tanulmányomban az aszályok hazai megjelenését, jellemzőit, kutatásuk, megoldási lehetőségeik fejlődési mérföldköveit kívánom elemezni.

Kulcsszavak: aszály, aszálykezelés, Magyarország aszályai

The Development Landmarks of Drought Management in Hungary

In the summer of 2022 a period of extreme drought occurred in our country. As a result of the lack of precipitation and prolonged heat, many of our rivers have reached record low water levels. According to one of the official announcements of the General Directorate of Water Management, published in August 2022, „We have been through the driest 7 months since 1901: almost half of the average rainfall is missing”.²

¹ 1901 óta a legszárazabb 7 hónapon vagyunk túl: az átlagos csapadékmennyiség csaknem fele hiányzik (2022). Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2022. augusztus 9.

² We Have Been Through the Driest 7 Months Since 1901: Almost Half of the Average Rainfall is Missing. General Directorate of Water Management, 9 August 2022.

In my study I am looking for the answer to whether there really was an „unprecedented” drought that year, or simply due to the climate, topography, and hydrography of our country droughts of this magnitude or similar are natural.

In the past centuries, based on the available records, droughts of varying severity occurred repeatedly over several years.

In Hungary they started to measure meteorological data in the second half of the 19th century, which helped to register droughts. However, the evaluation of the years could not be carried out in full because at that time only a few detection stations were operating.

After the severe droughts typical of the beginning of the 20th century, research and development activities accelerated in our country. As a result, the causes and consequences of droughts were analyzed more and more deeply, and solutions to mitigate the harmful effects began to be sought. In my study I would like to analyze the appearance and characteristics of droughts in Hungary, the developmental milestones of their research and solution possibilities in the domestic context.

Keywords: drought, drought treatment, droughts in Hungary

Bevezetés

Az éghajlatváltozással kapcsolatos irodalmak is foglalkoznak a túl sok víz, túl kevés víz kérdésével. Nem megkerülhető ennek folyományaként az a biztonsági veszélyeztetés sem, amely a hadtudományi és katonai műszaki tudományi kutatások fókuszában van. A katonai erő ugyanis – okozóként és elszennvedőként is – közvetlenül érintett az éghajlatváltozás okozta veszélyeztetésben.³

Az aszály kialakulásához vezető tényezők

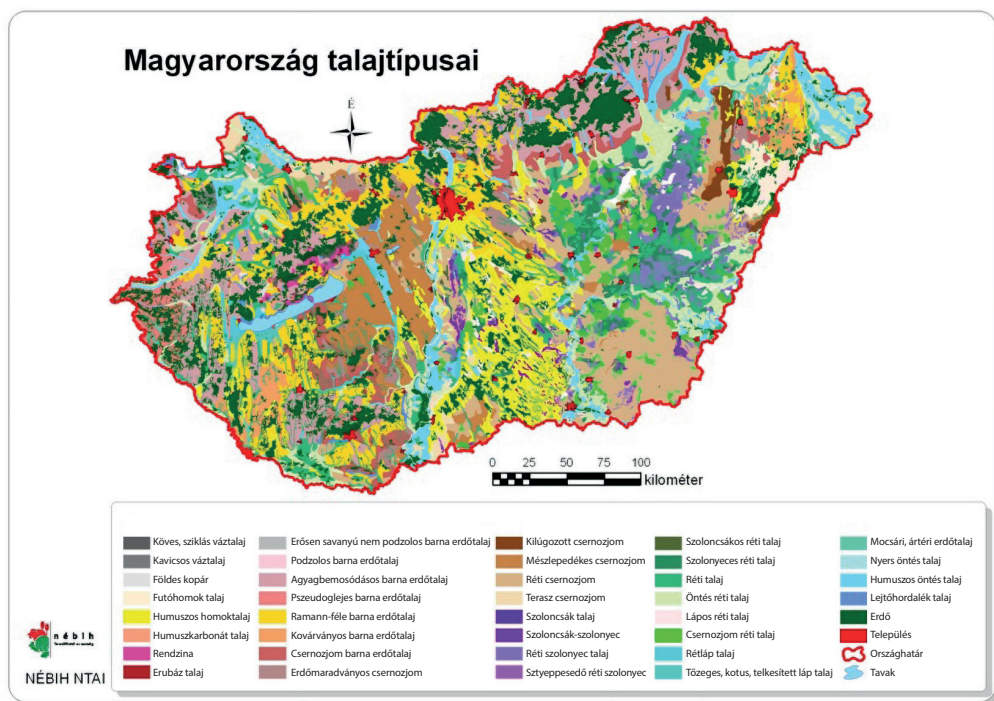
Az aszályt befolyásoló tényezőket alapvetően a természeti és az emberi tevékenységek-ből adódó tényezőkre oszthatjuk. A természeti tényezők közül elsőként a meteorológiai okokat szükséges megemlíteni, azok közül is elsősorban a csapadék mennyiségét és időbeli eloszlását.

Másik fontos meteorológiai tényező a levegő párologtatóképessége, amely leginkább a hőmérséklettől, de azontúl a napfénytartamtól, illetve a szélsebességtől is függ. Ezekből a tényezőkből következik – és a megfigyelések, tapasztalatok is alátámasztják ezt –, a legsúlyosabb aszályos időszakok akkor alakulnak ki, amikor az elhúzódó csapadéktalanság vagy csapadékszegény időszak nagy hőséggel társul.

A meteorológiai tényezőkön túl a természeti tényezők közül a talaj még, ami jelentősen befolyásolja az aszály kialakulását. A talaj vízgazdálkodási tulajdonságai szintén meghatározóak. Például a homoktalajok, az agyagtalajok és a szikes talajok termő-

³ PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre.* Budapest: Ludovika.

rétegük és állaguk (porózusságuk) szempontjából hátrányosabbak, míg a (mezőszéki) csernozjomtalajok⁴ a legjobbak. Magyarország termőterületének 22%-át csernozjomtalajok alkotják. Ezek között is megkülönböztetünk erdőmaradványos, kilúgozott, mészlepedékes, réti és terasz-csernozjomterületeket. Magyarország talajtípusainak területi eloszlása az 1. ábrán látható.



1. ábra: Magyarország talajtípusainak területi eloszlása

Forrás: Magyarország talajtípusai [é. n.]

Az aszály kialakulását közvetlenül befolyásoló emberi tevékenységek közül a földhasználat módja meghatározó. Az adott földterületen termesztett növények vízigényessége (ez a növény fajtától, fajtájától függ);⁵ a talajművelés (agrotechnika);⁶ a tápanyagellátás és a növényállomány sűrűsége mind-mind befolyásoló hatással bír.

A hidrológiai viszonyok is – amelyek az aszály kialakulását is befolyásolják – jelentősen megváltozhatnak az emberi beavatkozások hatására. A direkt emberi beavatko-

⁴ Jellemzőjük a humuszanyagok felhalmozódása, a morzsalékos szerkezet és a kalciummal telített talaj-oldat kétirányú mozgása.

⁵ A nedvességmegőrző talajművelés (mélyszántás, tarlóhántás) nélkülözhetetlen az aszály megelőzés szempontjából.

⁶ Az agrotechnika eszköze az aszály megelőzésére vagy enyhítésére az öntözés.

zások között kiemelendő a túlzott vízkitermelés vagy folyószabályozás, amely miatt a talajvíz szintje lesüllyedhet.⁷

A közvetett emberi hatások között az éghajlatváltozáshoz, globális felmelegedéshez vezető emberi tevékenységeket (üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának növekedése) is szükséges kiemelni napjainkban, hiszen ez a jelenség az aszályt befolyásoló meteorológiai tényezőkre (a csapadék mennyisége, intenzitása; hőmérséklet; szélsőségek stb.) jelentősen hat.

Az aszály előfordulási esélye Magyarországon az elmúlt évtizedekben használt módszerek alapján

Tekintettel arra, hogy Magyarország a kontinentális éghajlati övbe tartozik, de emellett érvényesülnek az óceáni és mediterrán hatások is, a mezőgazdasági termelés számára az éghajlat kedvező. Az ország jelentős része mezőgazdasági művelés alatt áll, de a termés szempontjából jelentős kockázati tényező az aszály. Ennek a kockázatnak a pontos megállapításához – számszerűsítéséhez – fontos, hogy meg tudjuk határozni az aszály előfordulási valószínűségét.

Hazánkban nehezen alakult ki egységes álláspont arra vonatkozóan, hogy az aszály számszerű jellemzésére a hazai viszonyoknak megfelelően melyik a legjobb paraméter, illetve index.

A különböző típusú aszályokhoz (hidrológiai, meteorológiai, mezőgazdasági) különböző aszályindextípusok használhatók, amelyeket különböző paraméterek figyelembevételével számítanak ki. Ez lehet meteorológiai aszály: csapadék, hőmérséklet párolgás; mezőgazdasági aszály: talajnedvesség, vízkapacitás, növényzet; hidrológiai aszály: lefolyás, vízhozam, hóborítás alapján.

Az aszály erőssége (mértéke) és az országon belüli területi eloszlása akár évenként is jelentős eltéréseket mutathat. Ennek ellenére hosszabb időszakot vizsgálva vannak olyan ábrák, amelyek területi áttekintést nyújtanak a különféle aszálymutatók átlagértékeinek területi eloszlásában.

Szesztay Károly az ariditási tényező sokévi átlagának eloszlását a Kárpát-medence egészére szerkesztette meg, míg készült olyan ábra is, amely szintén a Kárpát-medencére vonatkoztatva a vízhiány sokévi átlaga alapján négy különböző kategóriába osztja a területet.⁸ Mindkét ábra rámutat, hogy a Kárpát-medencén belül Magyarország területe, azon belül az Alföld a legaszályosabb.

A fenti két ábrán túl több, más szempontból szerkesztett ábra is igyekezett az idők folyamán Magyarország aszályosságát zónáit meghatározni: a nyári szárazság átlagos relatív értékének eloszlása, a különböző növények természetes vízellátottsága indexének térbeli eloszlása vagy például a javasolt öntözési körzetek meghatározása alapján.

⁷ PÁLFAI Imre (2004): *Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai tanulmányok*. Budapest: Közlékedési Dokumentációs Kft.

⁸ PÁLFAI 2004: 359.

Az ábrák alapján egyöntetűen elmondható, hogy a legaszályosabb terület hazánkban az Alföld, míg a legkevésbé a Dunántúl és Észak-Magyarország.

Összességében fontos megjegyezni, hogy az aszályossági zónák meghatározása rendkívül összetett és folyamatosan változó tényezőkön alapuló folyamat eredménye lehet – így sok szempontból bizonytalan –, hiszen az aszály kialakulása és hatása meteorológiai tényezőktől, amellet pedig domborzati és talajadottságoktól, valamint a növényzettől is függ.

Víztöbblet, vízhiány – árvíz, belvíz, aszály – Magyarországon

A Kárpát-medence – azon belül a Tisza-völgy magyarországi része – azon kevés területek egyike a világon, ahol egyaránt előfordulhat víztöbbletből (árvíz, belvíz) és vízhiányból (aszály) adódó káresemény, katasztrófa.

Annak érdekében, hogy megállapíthassuk, hogy ez a korábbi évszázadokban is jellemző volt-e, szerencsére rendelkezésre állnak erre vonatkozó feljegyzések. Hazánkban az 1800-as évek elején kezdték összegyűjteni és közzétenni ezeket. Pap István kenderesi lelkipásztor gyűjtése alapján az 1822-ben megjelent *Hasznos Mulatságok* című folyóirat a hazánkban dúló aszályokról is összefoglalást ad, az egyéb rendkívüli időjárási események mellett.⁹

Érdekesség, hogy ez és az ezt követő összefoglalók¹⁰ már a 11–19. század legsúlyosabb aszályos éveinek bemutatásához is alapul szolgálnak, így már publikálták a legsúlyosabb aszályos éveket és jellemzőiket a 11. századra vonatkozóan is.¹¹

A mai aszályok pusztító hatásához képest a régebbi idők aszályai sokkal tragikusabb következményekkel jártak. Az önellátó, erősen mezőgazdaság-függő élelmiszerellátás ellehetetlenülése, a tartalékképzés hiánya miatt éhínség pusztított, így éhhalál fenyegette az embereket, és az állatok tömeges pusztulását is okozta. Valamint sok esetben az aszály közvetett következményeként járványok sújtották a lakosságot.

A 18. században „valószínűleg nem ismerték” a korábbi évszázadok aszályokról szóló feljegyzéseit, mert az 1728-as rendkívül száraz évben Szegeden „felelősöket” kerestek az eső elmaradása és a súlyos aszály miatt, és lezajlottak a hírhedt boszorkányperek. „»[B]űbajos mesterségükkel s az ürdög segítségével 7 esztendeig elvonták a szegedi határról az esőt s harmatot«, s máglyára ítélték és megégettek összesen 13 személyt a Tisza mentén, az azóta Boszorkány-szigetnek nevezett részen.”¹²

A 19. században a korabeli feljegyzések alapján az 1863-as aszály volt a legnagyobb. Ez a folyók rendkívül alacsony vízállásán is látszott, már az azt megelőző évben is: „a rendkívül alacsony vízállás mellett a Tisza medrében, [...] a folyó közepén oly

⁹ PÁLFAI 2004: 265.

¹⁰ Érkövy Adolf, Hanusz István, Milhoffer Sándor, Réthy Antal, Pachner Csaba készített egyre bővülő összefoglalókat a meteorológiai jellegű eseményekről és az ezekhez kapcsolódó katasztrófákról.

¹¹ PÁLFAI 2004: 434.

¹² PÁLFAI 2004: 269.

porond képződött, hogy az 1862. év nyarán a hajósok, halászok és molnárok ott vigalmat rendeztek s a meder fenekén táncoltak.”¹³

A Berettyó 1962 őszén és 1963-ban is teljesen kiszáradt. A 20. századról Pálfa Imre 2004-es könyvében az 1961–2000 közötti – 40 éves – időszak tekintetében táblázatban¹⁴ tüntette fel az árvizes, belvizes és aszályos éveket az Alsó-Tisza-vidéken.

A táblázat alapján a következőkben foglalta össze a szerző az időszak jellemzőit.

A vizsgált 40 éves periódusban 27 év volt árvizes, szintén 27 év volt belvizes (ezek 22 évben egybe is estek) és 22 év aszályos.¹⁵ (A mérsékelt mértékűtől a rendkívüli mértékűig, összesen.)

A vizsgálat arra világított rá a fentiek alapján, hogy átlagosan minden második évben valamilyen mértékű aszály sújtotta hazánkat a fenti időintervallumban az Alsó-Tisza-vidéken.

A leghosszabb aszályos időszak 1990 és 1995 között volt tapasztalható, amikor az 1991-es évtől eltekintve (amikor nem volt semmilyen mértékű aszály) a többi 4 évben rendkívüli aszály sújtott.¹⁶

Pálfa Imre arra is felhívta a figyelmet könyvében, hogy a leghosszabb árvízmentes időszak 1961 és 2000 között 6 év volt (1990–1995-ig), viszont 1962 és 1981 között 6 igen jelentős és 2 rendkívüli árvíz is megjelent (1970 és 1975, ez utóbbi évben „csak” a Maros áradt rendkívüli mértékben).

A leghosszabb belvízmentes időszak pedig 1992–1996 között volt. A legerőteljesebb belvízi elöntések az 1960-as és 1970-es években voltak jellemzőek a vizsgált időszakban.¹⁷

A fentiek alapján látható tehát, hogy nem új keletűek a hidrológiai eredetű katasztrófák hazánkban, változó mértékben és változó eloszlásban mindig is jellemző volt a megjelenésük.

Az említett 40 éves időszak tapasztalatai alapján érdekes összevetni, hogy például a fent említett leghosszabb árvízmentes időszak 6 év volt abban a periódusban, míg napjainkban utoljára 9 éve – 2013-ban – volt rendkívüli árvíz, és az idei évben rekordacsony vízállásokat regisztráltak folyóinkon.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság adatai alapján 2022. januártól július végéig közel 50%-os csapadékhiány jelentkezett hazánkban, valamint nagy folyóink vízgyűjtő területein is jelentősen kevesebb eső esett az átlagosnál. 1901-től ez a periódus volt a legszárazabb 7 hónap az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján.

A 7 havi csapadékösszesítés – amelyet a vízügyes szakemberek Magyarország területére és nagy folyóinak vízgyűjtőire készítettek el – arra mutatott rá, hogy az átlagosnál 45%-kal kevesebb eső esett. Az éghajlati átlaghoz képest 25%-os csapadékhiány alakult ki a Duna-vízgyűjtőn, míg a Tisza-vízgyűjtőn 31%-os. Az idei évben tavaink

¹³ PÁLFAI 2004: 279.

¹⁴ PÁLFAI 2004: 434.

¹⁵ PÁLFAI 2004: 435.

¹⁶ PÁLFAI 2004: 435.

¹⁷ PÁLFAI 2004: 434.

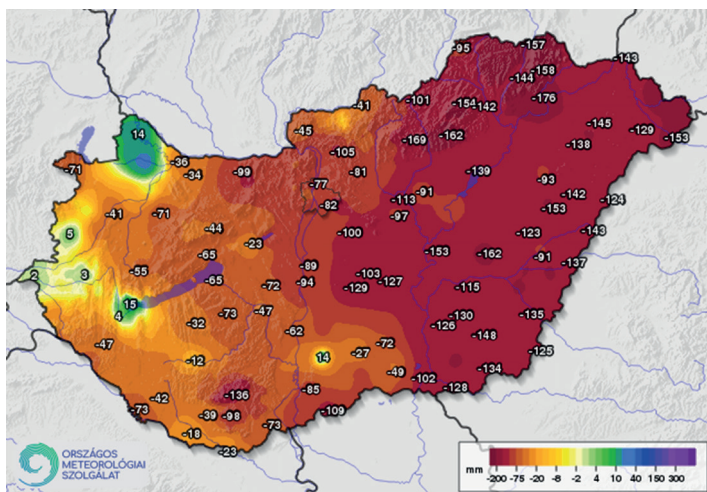
átlagvízállása is jóval alacsonyabb. A Balatoné 2022. augusztus 9-én 78 cm, míg a Velencei-tó vízállása 58 cm volt.¹⁸

Az éghajlatváltozás hatása az aszályra

Napjainkban a közvélemény egyre inkább tudatában van az éghajlatváltozás közvetlen hatásainak a mindennapjainkra, és számos fórumon vonnak párhuzamot az éghajlati jellemzők megváltozása és a szélsőséges időjárási események között. Különösen igaz ez az olyan ijesztő természeti jelenségekre, mint például az aszály, amely esetleges vízhiányt, élelmiszerhiányt – életfeltétel-ellehetetlenülést – okozhat.

Valóban, az elmúlt évtizedekben az éghajlatváltozás hatására kialakult, illetve a becsült tendenciák az aszályok nagyságának és gyakoriságának növekedésére utalnak. A magasabb hőmérséklettel járó, szélsőségesen meleg időszakok, a nyári hőhullámok, a csökkenő csapadékmennyiség, a száraz periódusok hosszának növekedése egyaránt növeli az aszályok kialakulásának esélyét. Példa erre az idei, 2022-es év is, vagy a szintén extrém száraz 2018-as év.

A csapadék csökkenése negatívan hat a vízkészletekre, így a felhasználható vízmenyiség kevesebb lesz, ami miatt növekszik Magyarország sérülékenysége és a szomszéd országoktól való függősége a vízbiztonság szempontjából. Ráadásul a csökkenő víz sok esetben a víz minőségének romlásával jár.



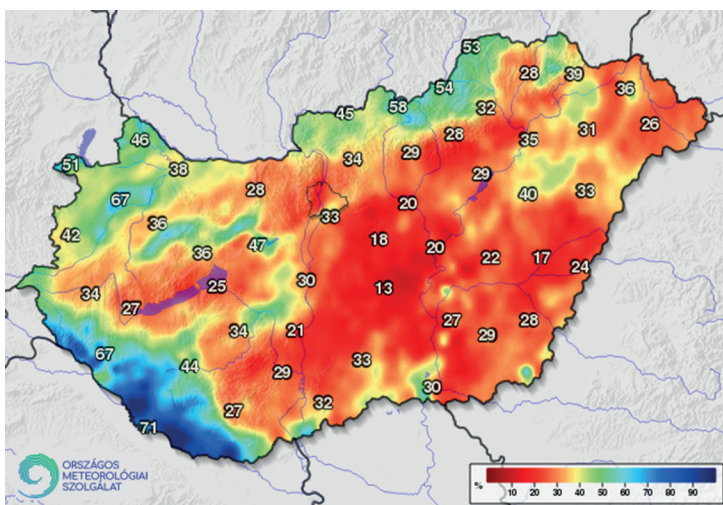
2. ábra: Az elmúlt 90 nap csapadékösszegének eltérése a sokéves átlagtól 2022. augusztus 14-ig (mm)
Forrás: OMSZ 2022.

A felszíni vizek mellett a talajvízszint csökkenése szintén negatív hatással bír az ökoszisztémára, az ott élő élőlényekre, és akár a vegetáció kiszáradását is okozhatja. Az öntözött

¹⁸ 1901 óta a legszárazabb 7 hónapon vagyunk túl... 2022.

területek változását idézheti elő a rendelkezésre álló öntözővíz mennyiségének csökkenése. A melegedés következtében csökkenhet a felszín alatti vizeket tápláló beszivárgás, kiváltképp akkor, ha a melegedés csapadékcsökkenéssel párosul.

A rétegvizek szintjét és a rétegyomásviszonyokat hosszabb tartamú száraz időszakok befolyásolják, amelyekre az éghajlatváltozás miatt gyakrabban kell számítani. Területi különbségek figyelhetők meg az aszály kialakulása tekintetében az országban. A délnyugati-nyugati határvidék aszálymentesnek tekinthető. Az éghajlatváltozás következtében az aszályok súlyosságának, gyakoriságának és időtartamának növekedésére lehet számítani, amelyre leginkább a növénytermesztés érzékeny.



3. ábra: Talajnedvesség a növények számára hasznosítható vízkészlet százalékában a talaj felső 20 cm-es rétegében 2022. augusztus 14-én (%)

Forrás: OMSZ 2022.

A 2. és 3. ábra szemlélteti az idei év aszályos időszakának súlyosságát a csapadékmennyiség csökkenése és a talajnedvesség tekintetében.

Az aszályok kezelésének mérőföldkövei

Magyarország legszárazabb területe az Alföld, azon belül a Duna–Tisza közí homokhátság, ahol már az elsivatagosodás jelei mutatkoznak, de más hátsági területek is érintettek a szárazodásban. Ilyen területek vannak a Nyírségben és a Maros hordalékkúpján.

Az aszály vízgazdálkodási hatásai kettősek, hiszen egyrészt vizet kell juttatni az öntözés számára, hiszen ez az aszály elleni küzdelem egyik leghatékonyabb eszköze. Másrészt az egyéb vízhasználói vízigényeket is ki kell elégíteni, úgy, hogy a vízi ökoszisztéma ne sérüljön.

Folyóink mellékágai és holtágai a száraz időszakokban nem töltődnek fel – vagy csak részben –, valamint a nagy párolgás miatt sok vizet veszítenek, esetenként ki is száradnak. Ez nyilvánvalóan megnehezíti, ellehetetleníti a gazdasági célú hasznosítást, és rendkívül káros hatással van az ottani ökoszisztémára.

A folyók vízszintjének tartós csökkenése az öntözővíz-ellátás mellett a lakosság ivóvízellátása terén is okozhat gondot, ha a parti szűrősű kutak teljesítménye jelentősen lecsökken. A rendkívül alacsony vízállás ugyanis a felszíni vízkivételi létesítmények teljes üzemképtelenségét is előidézhetheti.

Ugyancsak jelentős problémákat idéz elő tartós szárazság esetén a talajvízszint nagy fokú süllyedése. Ez a termőtalaj kiszáradásához, a növényzet károsodásához vezet, és a lakosság vízellátását is veszélyezteti. Az Alföldön százezres nagyságrendben élnek emberek tanyákon. Háztartási vízszükségletüket és az állattartáshoz szükséges vizet ásott kutakból szerzik be, tehát talajvízből.

Hegyvidéki területeken a száraz időszakokban szintén vízellátási fennakadások következnek be, amikor a karsztforrások hozama csökken, vagy a kisebb források elapadnak. Ez felszíni folyóvizeink mellett tavaink vízszintjére és vízminőségére is negatív hatással van. A tartós szárazság miatti vízcsere elmaradása a romló vízminőség miatt káros hatással van a halállományra, az egész tavi ökoszisztémára, és csökkenti a tó idegenforgalmi vonzerejét is.

A tartós szárazság és aszály okozta problémák között meg kell említeni azt is, hogy ezek következtében az árvízvédelmi töltések – erősen zsugorodó agyagos részei – a berepedezés miatt erősen sérülhetnek, állékonyságuk romolhat, ami jelentősen csökkenti hatékonyságukat az árvízvédelemben.

Tekintettel a fenti problémákra az elmúlt évtizedekben számos intézkedési terv, program valósult meg hazánkban az aszály káros hatásainak mérséklése érdekében.¹⁹

A meliorációs program 1980-ban indult, amelynek célja a talajok termőképességének javítása. Ennek eszköze a vízrendezés, a drénezés, a fizikai és kémiai talajjavítás és az öntözés volt. Ez a program 1990-ig működött, amelynek során 31 térségben 9000 km²-en végezték el a meliorációt.²⁰

A tározóépítési programot a vízfolyások száraz időbeni vízhiányának pótlására vezették be. Ennek során a síkvidéki és a dombvidéki tározás került előtérbe, mert a hegyvidéki tározásnak korlátozottak a lehetőségei. A 2000-es évek elejéig 400 tározó létesült, többcélú hasznosításra (halászat, öntözés, árvízcsökkentés).²¹

A holtágprogram 1993-ban indult, és a Tisza-völgyi holtágak megmentése és hasznosítása volt a célja. Kiemelt feladat volt a programon belül a holtágak védelmének megoldása, hiszen ezek természetvédelmi szempontból kiemelt jelentőségűek.²²

Az Alföld-program az Alföldre kiterjedő területfejlesztési, tájvédelmi és tájhasználati programok összessége, amelyet a Kormány 2024/1994. (V. 9.) számú határozata rögzített. Ez számos szárazság elleni intézkedést tartalmaz. Többek között a felszíni és felszín alatti

¹⁹ PÁLFAI 2004: 404.

²⁰ PÁLFAI 2004: 404.

²¹ PÁLFAI Imre (2000): *A víz szerepe és jelentősége az Alföldön*. Békéscsaba: Nagyalföld Alapítvány.

²² HARASZTHY László (2000): *A Tisza-völgy természeti értékeinek megőrzése*. Budapest: [k. n.].

vízkészletek új elosztási rendjének kialakítását, vízgazdálkodási koncepció kidolgozását, a nemzetközi szerződések kiterjesztését a felszín alatti vizekre stb.²³

A kettős működésű rendszerek fejlesztését szintén feladatul szabták az 1990-es években, tekintettel arra, hogy az Alföldön a vízelvezető rendszerek és az öntözőrendszerek létrehozása egyaránt szükséges, hiszen aszály és belvíz is sújthatja. A program célja volt, hogy a vízelvezető rendszereket úgy alakítsák át, hogy azok öntözővíz-szállításra alkalmasak legyenek. Ennek alapja a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény, amely tartalmazza, hogy a vizek kártételei elleni küzdelem mind a víztöbblet, mind a vízhiánya elleni szervezett tevékenység, és csak egységben hajtható végre.²⁴

A Velencei-tó vízpótlására 1993-ban a Kormány 3060/1993. számú határozata rendelkezett.²⁵

Összefoglalás

Tanulmányomban bemutattam az aszályok kialakulását befolyásoló tényezőket és ezen keresztül az aszályos időszakok jellemzőit Magyarországon.

A rendelkezésre álló korábbi tanulmányok, feljegyzések alapján rávilágítottam, hogy hazánkban a földrajzi, vízrajzi, éghajlati és talajviszonyok miatt az aszályok kialakulása hosszabb periódusokat vizsgálva jellemző. Bemutattam, hogy a korábbi évtizedekben – hasonló problémák már jelentkeztek, mint napjainkban – és röviden összefoglaltam az aszályok kezelésére tett intézkedések, programok lényegét.

Úgy gondolom, hogy az aszályok hazai megjelenésének jelenlegi tendenciái – akár egy évtizedes periódust vizsgálva is – követik a korábbi évtizedek, évszázadok tendenciáját. Az ebből adódó következmények is ismétlik önmagukat, így a hosszú távon hatásos módszerek kifejlesztése és gyakorlatba történő beépíthetőségének kutatása napjaink egyik legaktuálisabb feladata.

Felhasznált irodalom

1901 óta a legszárazabb 7 hónapon vagyunk túl: az átlagos csapadékmennyiség csaknem fele hiányzik (2022). *Országos Vízügyi Főigazgatóság*, 2022. augusztus 9. Online: <http://ovf.hu/hu/esemenyek-2/1901-ota-a-legszarazabb-7-honapon-vagyunk-tul>

HARASZTHY László (2000): *A Tisza-völgy természeti értékeinek megőrzése*. Budapest: [k. n.]. Online: <https://adoc.pub/queue/a-tisza-vlgy-termeszeti-ertekeinek-megrzese.html>

Magyarország talajtípusai [é. n.]. *Nébih*. Online: <https://portal.nebih.gov.hu/-/magyarorszag-talajtipusai>

OMSZ (2022): Tovább fokozódik az aszály. *Országos Meteorológiai Szolgálat*, 2022. augusztus 15. Online: <https://met.hu/idojaras/agrometeorologia/elemzes/index.php?id=4881&m=2>

²³ PÁLFAI 2000.

²⁴ PÁLFAI 2004: 406.

²⁵ PÁLFAI 2004: 407.

- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.
- PÁLFAI Imre (2000): *A víz szerepe és jelentősége az Alföldön*. Békéscsaba: Nagyalföld Alapítvány.
Online: http://acta.bibl.u-szeged.hu/63886/1/nagyalfoldi_006.pdf
- PÁLFAI Imre (2004): *Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai tanulmányok*. Budapest: Közlekedési Dokumentációs Kft.
- SZATHMÁRY Eörs (2020): *Klimaváltozás és Magyarország*. Budapest: Osiris.

Vákát

A közszolgálati tűzszerészet aktuális kihívásai

Magyarország hozzávetőleg hat hónapon keresztül volt a II. világháború hadszíntere, és ez az időszak napjainkban is érezteti hatását. Az ország területén jelentős számban kerülnek elő fel nem robbant robbanótestek, amelyek többségét több mint 75 éve alkalmazták. Ezek a halálos eszközök nagy kihívást jelentenek a hatástalanítást végző katonáknak, ugyanis állapotuk évről évre romlik. Fontos tehát, hogy a területen folytatott kutatások eredményei segítsék a tűzszerészek munkáját. A bejelentett robbanótestek hatástalanításának megszervezése összetett tevékenység, amely megköveteli, hogy világos indikátorok mentén lehessen a feladatokat tervezni. A rendelkezésre álló statisztikai adatok elemzése megfelelő alapja lehet az ilyen indikátorok meghatározásának.

Kulcsszavak: tűzszerészet, hatástalanítás, riasztás, háború

Actual Challenges of Explosive Ordnance Disposal for Public Service

The territory of Hungary was a main battlefield during approximately six months in the Second World War. This period has real effect on our present life. A significant number of unexploded ordnances are being found all over the country, which were used, fired or dropped 75 years ago. These lethal remnants of war, the condition of which is deteriorating year by year, are enormous challenges to military personnel who are tasked with the process of disarming. Accordingly, it is vital that the outcome of every research in this field helps the work of explosive ordnance disposal operators. The organisation of handling the alerts is very complicated, which demands clear indicators for planning. The analysis of statistical data we made may be the base of those indicators.

Keywords: explosive ordnance disposal, disarming, alert, war

Bevezetés

Magyarország területén több olyan fegyveres konfliktus zajlott, amely jelentős hatással lehet mai életünkre. Ezek közül az egyik legmeghatározóbb a II. világháború volt, amely kiterjedésében és az alkalmazott haditechnikai eszközök számában felülmúlt minden korábbi konfliktust. Sajnálatos módon nyomai a mai napig életünk részét képezik. Szinte nincs olyan nap, amikor nem érkezik bejelentés egy-egy feltételezett robbanótestről

a Magyar Honvédség (MH) közszolgálati tűzszerészfeladatokra kijelölt alakulatahoz, a MH 1. Honvéd Tűzszerész és Folyamőr Ezredhez (MH 1. HTFE).

Mivel ilyen frekvenciát és életveszélyes feladatról van szó, nélkülözhetetlen igény, hogy a tudomány világában folyamatosan keressük azokat az adatokat, összefüggéseket és módszereket, amelyek biztonságosabbá, könnyebbé, esetleg jobban szervezettevé tehetik ezt a tevékenységet. Ezeken túl a kutatás illeszkedik a hadtudomány világában kitűzött irányokhoz is.¹ A szakemberek felkészültsége vitán felül áll, hiszen több mint hét évtized tapasztalatait használják fel napi feladataik során, de mindig előfordulhat olyan esemény, olyan változás, amely időszakonként megköveteli egyes szakmai alapvetések felülvizsgálatát.

Tanulmányunkban meghatározóan az elmúlt három-négy év tűzszerész-szaktevékenységéhez kapcsolódó statisztikai adatokat fogjuk elemezni. Célunk, hogy megvizsgáljuk a korábbi alapvetések érvényességét, a jövőbeni trendek valószínűségét és az esetleges indikátorok meghatározását, amelyek segíthetik a tűzszerész-szaktevékenység szervezését.

Mivel vizsgálati területünk a közszolgálati tűzszerészfeladatokra terjed ki, fontos tisztáznunk, hogy a terrorizmus² eszközeinek tekinthető improvizált robbanószerkezeteket és azok hatástalanításának körülményeit nem vizsgáljuk majd. Ennek fő oka, hogy Magyarország területén a rendőrség kijelölt szervezete végezheti el ezeket a feladatokat, mi pedig a katonai tevékenységet vettük vizsgálat alá.

A tűzszerészet kialakulása Magyarországon

A tűzszerész kifejezés eredete a német „*Feuerwerksmeister*” szóra vezethető vissza. Történetük elején a tűzszerészek a tűzéség gránátjainak összeállításával, hatékonyságának növelésével foglalkoztak. Az I. világháború előtt ezeknek a robbanás képes eszközöknek az átvétele a gyártóktól, azok bevizsgálása és ellenőrzése volt a fő feladatuk. Amennyiben valamilyen okból nem felhasználható gránátok érkeztek a gyártótól, akkor azok megsemmisítése is a feladataik közé tartozott. Az első világháború során már a tűzszerészek harctéri alkalmazása is előtérbe került, mert a hátrahagyott gránátok és bombák kezelése kiemelten fontos feladattá vált. Ezek az eszközök rengeteg sérülést okoztak a katonáknak. A megfelelő kiképzésen átesett, frissen megalakított robbantójárőrök feladata volt megsemmisíteni minden ilyen előkerült robbanótestet. A harcok befejeztével nem volt szükség ehhez hasonló feladatrendszerre, mivel az egykori művelési területek olyan országrészekre voltak, amelyeket elcsatoltak hazánktól. Nem kerültek elő tehát jelentős számban robbanótestek, és ez a kialakított képesség visszafejlesztését eredményezte.³

¹ FÖLDI László – PADÁNYI József (2015): Tasks and Experiences of the Hungarian Defence Forces in Crisis Management. *Bilten Slovenske Vojske*, (1), 29–46.

² TOMOLYA János – PADÁNYI József (2012): A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22(3–4), 34–67.

³ BUCSÁK Mihály et al. (2015): *70 év az életveszély árnyékában. A magyar tűzszerész- és aknakutató alakulatok története 1945–2015*. Budapest: Zrínyi, 13–14.

Mivel a rendszeresített robbanótestek száma a későbbiekben rohamos tempóban nőtt, elengedhetetlenné vált, hogy a szakemberek széles körű és részletes kiképzést kapjanak. Az első meghatározónak nevezhető képességfejlesztésre azonban 1939-ig kellett várni. A II. világháború során a légoltalmi tevékenység elengedhetetlenül fontos feladattá vált. Ennek részfeladata volt a fel nem robbant bombák hatástalanítása, ezért jelentős tempóban kezdődött meg a légoltalmi tűzserészek kiképzése. 1943-ra a honvédelmi minisztérium alárendeltségében rendelkezésre állt több ilyen felkészítéssel átesett és korszerű eszközökkel felszerelt tűzserészcsoport.⁴

1944 jelentős változást hozott hazánkban, mert az addig távoli harcmezőkön folyó pusztítás hétköznapi realitássá változott. E miatt a hozzávetőleg hathónapnyi intenzív szárazföldi harc miatt alakult ki hazánkban az alapja a ma is ismert tűzserészetnek. A háború veszélyes eszközei mindenhol megtalálhatók voltak hazánk területén, de a legnagyobb problémát ezek közül eleinte az aknamezők jelentették. Ezek összesen 120 000 katasztrális hold⁵ területet érintettek, amelyen így nem lehetett gazdálkodni.

A II. világháború után meg kellett kezdeni a robbanótestekkel szennyezett területek mentesítését. Természetesen a szovjet műszaki erők is kivették a részüket a feladatokból, de a több millió eszközt csak hatalmas erőforrások mozgósításával lehetett hatástalanítani, megsemmisíteni. Somogy megyében a bolgár Alekszandr Dimov őrnagy és Fodor Alajos alezredes vezetésével működő műszaki zászlóalj jelentős mennyiségű aknamezőt számolt fel. A megnövekedett mennyiségű hatástalanítási feladat elvégzésére hadifoglyokból toborzott önkénteseket kezdtek el alkalmazni, természetesen gyors felkészítést követően. Ez a több száz önkéntes hatalmas feladatot látott el, de rendkívül nagy áldozattal járt ez a tevékenység. A mentesítést végző csoportok állományában nagy veszteségek jelentkeztek.⁶

Az ország mentesítése a robbanótestektől azonban igen elhúzódó feladatnak ígerezett. Kezdetben tehát az aknamezők jelentették a legnagyobb akadályokat, éppen ezért ezek felszámolására rendelték ki jelentős erőket. Ennek a tevékenységnek az egyik sajátossága, hogy meghatározott terepszakasza korlátozódik a mentesítés, de az idő múlásával az aljnövényzet burjánzása jelentősen gátolta a hatékony munkavégzést és megnehezítette a szakemberek munkáját. A háború során alkalmazott aknáktól eltérő robbanótestek esetében nem lehet behatárolt terepszakasza összpontosítani a mentesítést, mert hozzávetőleg bárhol felbukkanhatnak, mivel az ország minden pontját elérte a háború. Ennek a szerencsétlen helyzetnek köszönhető, hogy a szakemberek a mai napig kiürítéseket, állampolgári korlátozásokat vezetnek be⁷ országsszerte a hatástalanítási és egyéb szakszolgálatok idejére.

⁴ BUCSÁK Mihály et al. (2015): *70 év az életveszély árnyékában. A magyar tűzserész-és aknakutató alakulatok története 1945–2015*. Budapest: Zrínyi, 13–14.

⁵ KOVÁCS Tibor – NYERS József – PADÁNYI József (2012): *Építünk, védünk, alkotunk. A műszaki csapatok története 1945-től napjainkig*. Budapest: HM Zrínyi, 25.

⁶ BUCSÁK et al. 2015: 30–31.; FEHÉR János (2006): Akna és lőszermentesítés Somogyban. In: HAJDU RÁFIS János – PAPP János (szerk.): *Aknászok, tűzserészek. Hős magyar honvédek a II. világháborúban és az azt követő években*. Mezőkövesd: Legatum.

⁷ Jelenleg a rendőrség rendelkezik az ehhez szükséges jogkörrel, viszont a helyszínen tevékenykedő tűzserészcsoportok parancsokra határozza meg annak mértékét.

A hatástalanított robbanótestek darabszáma és az elvégzett munka elképesztőnek volt nevezhető a II. világháború utáni időszakban:⁸

- a szovjet csapatok 1946. augusztus 10-ig 243 384 db különböző típusú aknát hatástalanítottak;
- 1945-ben a hét katonai kerületben a magyar és bolgár mentesítők által felszedett aknák száma 577 300 db volt;
- az 1945. május és 1947. február közötti időszakban összesen 1 461 193 db szárazföldi és 232 db vízi aknát hatástalanítottak Magyarország területén, ezzel mentesítve 90 000 katasztrális hold területet;
- az 1945. május és 1946. november közötti időszakban a tűzszerész-szaktevékenységnek köszönhetően 650 tonna robbanóanyagot nyertek vissza a robbanótestekből, lőszeremből, amelyet többek között jégrobbantásra és bányászatra használtak fel;
- 1945. március és 1948. szeptember között 1000–1200 fő tűzszerész tevékenykedett, közülük több mint 200 fő halt hősi halált.

Ezt az időszakot a műszaki alegységek és egységek folyamatos átszervezése követte.⁹ Ezeknek az átalakításoknak a szükségességét a folyamatosan változó katonai és politikai helyzeten túl az előkerült robbanótestek típusai is befolyásolták. Az aknák helyét lassan átvették az aknagránátok, a tűzérési gránátok és a légibombák mint legtöbbet hatástalanított eszközök, és ez más jellegű szervezetet követelt meg a mentesítés körülményeiben lévő fent említett jelentős eltérés miatt.

Az idők során sajnos a terror eszközeivel, az improvizált robbanótestekkel¹⁰ is szembe kellett néznie a szakembereknek hazánkban. Ezt a tevékenységet a 1980-as években leválasztották a katonaitűzszerész-feladatokról, és megalakult a Belügyminisztérium speciálisan erre a célra felkészített tűzszerész-köteléke.¹¹ A mai napig is a rendőrség tűzszerészei jogosultak improvizált robbanótesteket hatástalanítani hazánkban. Ez nem jelenti azt, hogy a Magyar Honvédség tűzszerészei számára ez ismeretlen terület. Országhatáron túli, missziós feladataik során számtalan alkalommal kellett és kell majd a jövőben is a terror fegyvereit kezelniük.

A fent bemutatott rögzös úton alakult ki a ma is ismert közszolgálati tűzszerész-tevékenység. Sokat változott a kezdetektől, de mindig a gránátokhoz és bombákhoz szoros kötődésben alakult. A változások mindig követték az aktuális igényeket, és a szakemberek az évtizedek során tízmilliószámban hatástalanították a különböző veszélyes harcanyagokat. Manapság ugyan töredéke az előkerült robbanótestek mennyisége annak, mint amennyit a II. világháború utáni években találtak, de még mindig jelentős számokról beszélhetünk. Ezernyi feladata akad a szakembereknek minden

⁸ KOVÁCS–NYERS–PADÁNYI 2012: 32–34.

⁹ KOVÁCS–NYERS–PADÁNYI 2012: 60–241.

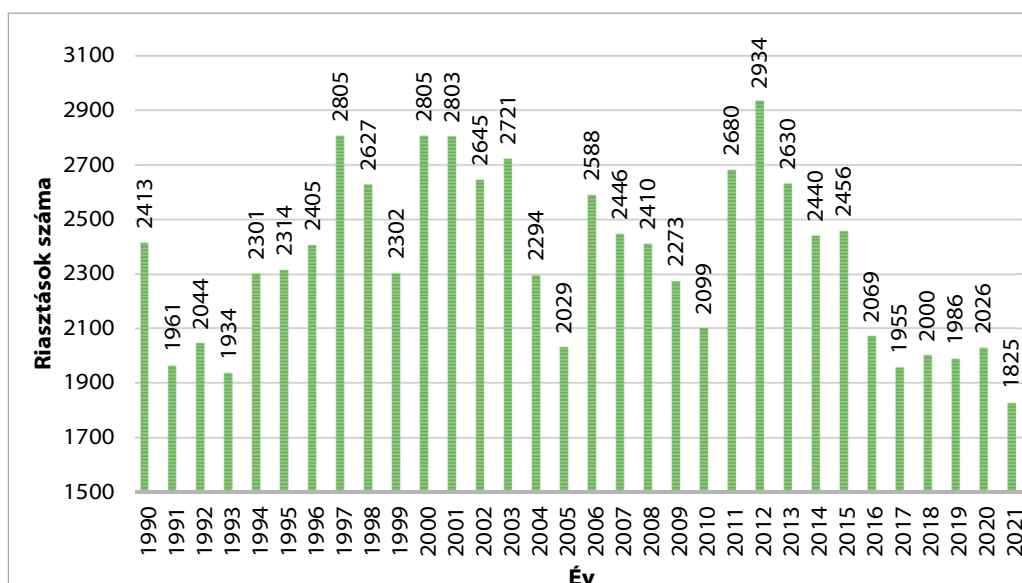
¹⁰ KOVÁCS Zoltán (2012a): Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 37–52.; KOVÁCS Zoltán (2012b): Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(különszám), 35–44.

¹¹ BUCSÁK et al. 2015: 83–84.

évben, több ezer robbanótestet hatástalanítanak országszerte. Ezek a megdöbbentő adatok több évtizedre vetítik elő további munkájuk szükségességét.

A közszolgálati tűzserész-szakfeladatok

Ugyan hihetetlennek tűnik első hallásra, hogy egy több mint 70 éve befejeződött háború hatással lehet a hétköznapijainkra, de a valóság az, hogy ez nap mint nap megtörténik. Az MH 1. HTFE tűzserézkatonái minden egyes nap felveszik a szolgálatot, és életveszélyes feladatokat hajtanak végre, hatástalanítják az előkerült és bejelentett robbanótesteket. Manapság már nem beszélhetünk évenkénti viszonylatban több millió megsemmisített eszközről, de a riasztások száma jelentős és a szakemberek által elvégzett feladat számadatai sokszor megdöbbentőek, tekintve az eltelt évtizedeket.



1. ábra: Tűzserészriasztások száma Magyarországon 1990–2021 között

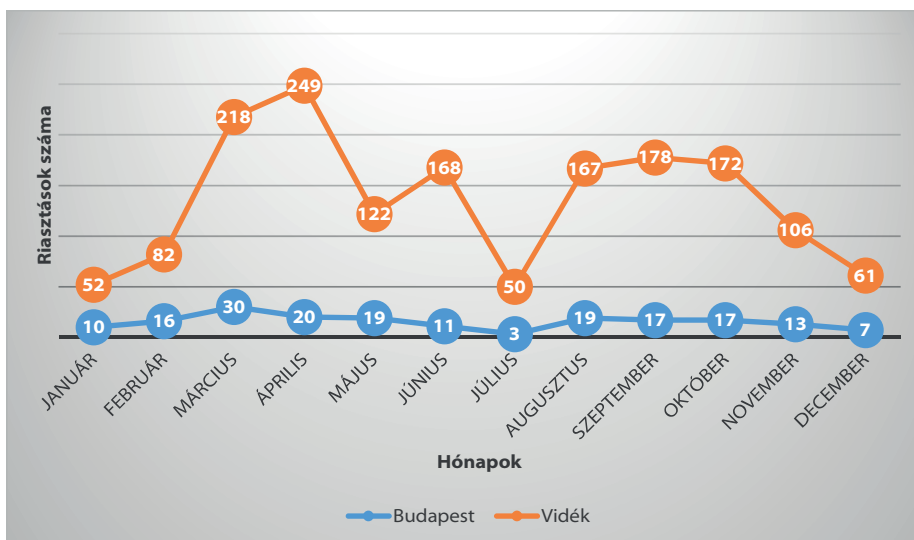
Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

Mielőtt az adatok elemzésébe kezdenénk, térjünk ki a Magyarország területén előke-
rült feltételezett robbanótestek bejelentésére! Több évtizedes tapasztalattal kialakított
rendszerrel beszélhetünk, amelyet kormányrendelet¹² szabályoz. Ez alapján minden
állampolgárnak, aki robbanótestnek tűnő tárgyat talál, bejelentést kell tennie az ille-
tékes rendőrségen vagy a település jegyzőjénél. Ezt követően a hivatalos szervek
a helyszínen szemrevételezik a talált tárgyat, megjelölik, és bejelentést tesznek a MH
Tűzserész Ügyeletre. Kizárólag hivatalos szerv tehet ilyen bejelentést, állampolgárok

¹² 142/1999. (IX. 8.) Kormányrendelet a tűzserészeti mentesítési feladatok ellátásáról.

közvetlen módon nem jelenthetnek be ilyen eszközöket. Ezt követően a tűzszerésszakemberek kategóriába sorolják a bejelentést, és intézkednek annak elintézéséről. A bejelentés lehet soron kívül vagy 30 napon belül elintézendő, annak függvényében, hogy milyen helyszínen került elő.¹³

Az 1. ábra alapján jól látható képet kaphatunk az elmúlt 32 év riasztásairól. 1990 óta minden egyes évben több ezer alkalommal volt szükség a tűzszerésszatonákra Magyarország területén. A vizsgált időszakból a legnagyobb szám 2012-re datálható, amikor 2934 riasztás érkezett. A legkisebb adatot a tavalyi esztendő, 2021 hozta. Csupán 1825 alkalommal kellett veszélyes helyszínekre vonulniuk a szakembereknek. Az 1. ábra több olyan érdekességet tartalmaz, amely további elemzésre érdemes. A csökkenő adatok előirányozzák, hogy alapvetően elfogyó tendencia várható a jövőben. Ez azonban korántsem biztos. Korábban is láthattunk ilyen hullámvölgyet a diagramon a 1991–1993 közötti időszakban, és előfordult néhány olyan esztendő is, amikor hirtelen visszaesés történt (2010). Ezek az adatok óvatosságra intenek azzal kapcsolatban, hogy a robbanótestek végleges elfogyását megjósoljuk. Véleményünk szerint néhány évtizedes távon várható csökkenés ezekben az éves adatokban, de az lépcsőzetesen fog majd bekövetkezni.



2. ábra: Tűzszerészriasztások havi eloszlása 2019-ben

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

A bejelentett robbanótestek számában azonosított ingadozásnak éves szinten több oka lehet. Mivel a mezőgazdaság vonatkozásában jelentős változás nem történt az elmúlt időszakban, tehát nem kerültek jelentős területek újonnan mezőgazdasági használatba, ennek az ágazatnak nem tulajdonítunk szerepet az adatok ingadozásában. Az építőipar, az úgy-

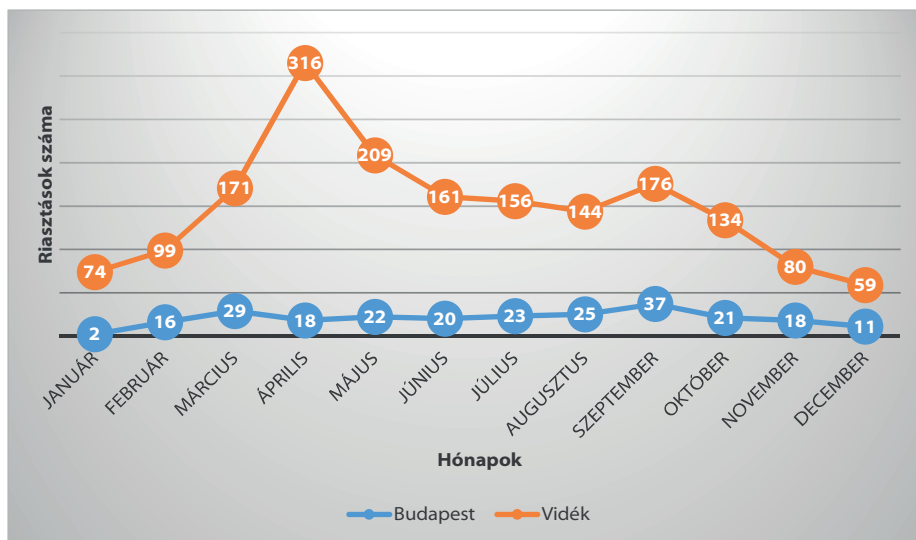
¹³ 142/1999. (IX. 8.) Kormányrendelet 2–4. §.

nevezett „zöldmezős” beruházások azonban már jelentős hatással lehetnek ezekre az adatokra. Mivel az ilyen területeken általában korábban nem történt nagy talajmozgatással járó tevékenység, ezért a beruházások alapozási és előkészítési időszakában jelentős számban kerülhetnek elő robbanótetek. Ez utóbbi állításunk természetesen nem minden esetre igaz, ez nagyban függ az adott területen folyó korábbi harcoktól és az esetlegesen elvégzett mentesítésektől.

A riasztások számára és a bejelentések eloszlására jelentős hatással lehet a világot sújtó éghajlatváltozás. Ennek a tényezőnek a jelentőségét lejjebb vizsgáljuk majd.

A 2. ábrán 2019-ből kapunk képet a riasztások havi alakulásának vonatkozásában. Jól látható, hogy a téli hónapok alapvetően alacsony esetszámmal szerepelnek. Az viszont jól azonosítható, hogy a március–április időszakban jelentős emelkedés volt tapasztalható. Ez utóbbi jelenség a tavaszi mezőgazdasági munkákhoz kötődik. A nyári és őszi hónapok viszonylag kiegyensúlyozott képet mutatnak, bár a július vonatkozásában értelmezhetetlen csökkenés mutatkozik. Ez utóbbi anomália megoldása további vizsgálatokat igényel majd. Fontos megjegyezni, hogy az őszi földmunkák időszakában enyhe emelkedés tapasztalható, amely elmarad a tavaszi hasonló időszaktól.

Budapest vonatkozásában szintén elmondható, hogy a téli hónapok valamelyest alacsonyabb esetszámmal teltek el, és itt is enyhe emelkedés volt tapasztalható a fentebb említett tavaszi és őszi időszakban. Ez utóbbi emelkedés köthető ugyan elenyésző számban mezőgazdasági tevékenységhez, de a fővárosban döntően az építkezések lehetnek a forrásai a riasztásoknak. Fontos megjegyeznünk, hogy a júliusi anomália itt is felfedezhető a görbén.

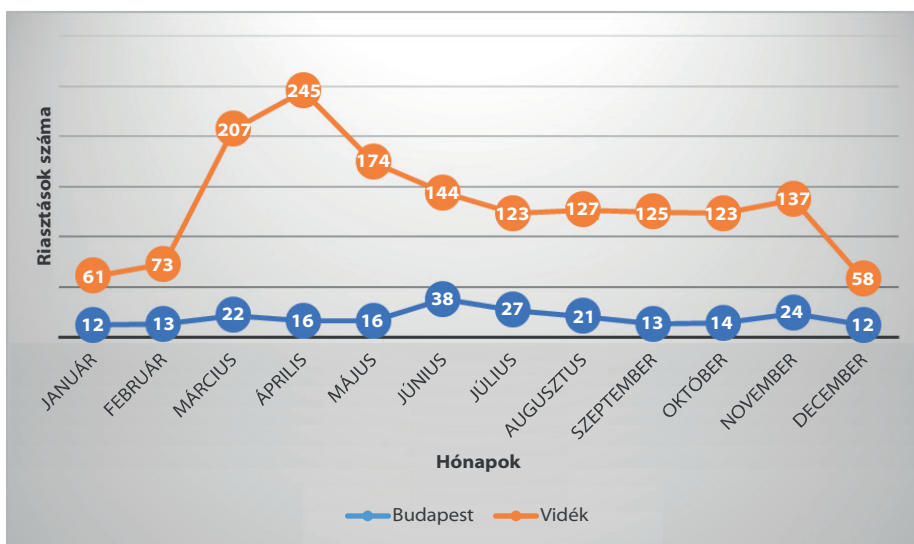


3. ábra: Tűzserészriasztások havi eloszlása 2020-ban

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

A 3. ábra alapján szintén elmondható, hogy a vidéki bejelentések esetében a téli hónapok alacsony esetszámot hoztak. Ez nem meglepő adat, és a tavaszi felfutás az előző évhez hasonlóan megtörtént, de annak kicsúcsosodása áprilisban már sokkal markánsabb volt. Ekkor 316 db riasztás érkezett az MH 1. HTFE tűzserésszügyeletére. Ezt követően kiegyensúlyozott nyári időszak látszik, amelynek végén szeptember időszakában ismét enyhe emelkedés tapasztalható. Ez a diagram is igazolja, hogy a tavaszi és őszi földmunkák hatása jelentős tényező a bejelentések tekintetében. Az időszak vizsgálatakor nem tapasztalhattunk semmilyen kirívó esetet, amelyet további vizsgálatra kellene javasolni.

Budapesten is hasonlóan alakult a helyzet, mint az előző évben. A görbe vonala kissé igazodik a vidéki riasztásokéhoz, de még mindig kijelenthető, hogy a városi környezetben meghatározóan az építkezések lehetnek a bejelentések forrásai. Kirívó adat itt sem volt tapasztalható, a riasztások Budapest vonatkozásában az elvárt minta szerint alakultak.



4. ábra: Tűzseréssziasztások havi eloszlása 2021-ben

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

A 4. ábrán is felfedezhetők a korábban beazonosított jellemzők. A viszonylag nyugodt téli hónapokat felívelő március követte, amely áprilisban csúcsosodott ki. Esetünkben jobb eloszlása van a két hónapnak. A nyár egységesnek nevezhető, de az őszi kiemelkedés ebben az évben eltolódott novemberre. Ennek az oka könnyen lehet az elhúzódó enyhe ősz, amely lehetőséget biztosított a gazdálkodóknak, hogy kiegyensúlyozottabb ütemben végezzék el őszi feladataikat. Jelentősen eltérő adattal nem talákoztunk az elemzés során.

Budapest esetében alapvetően jól tagolt évet láthatunk. A téli esetszámok duplájával kellett számolni a többi hónapban, bár a legtöbb fővárosi bejelentés (38 db) június

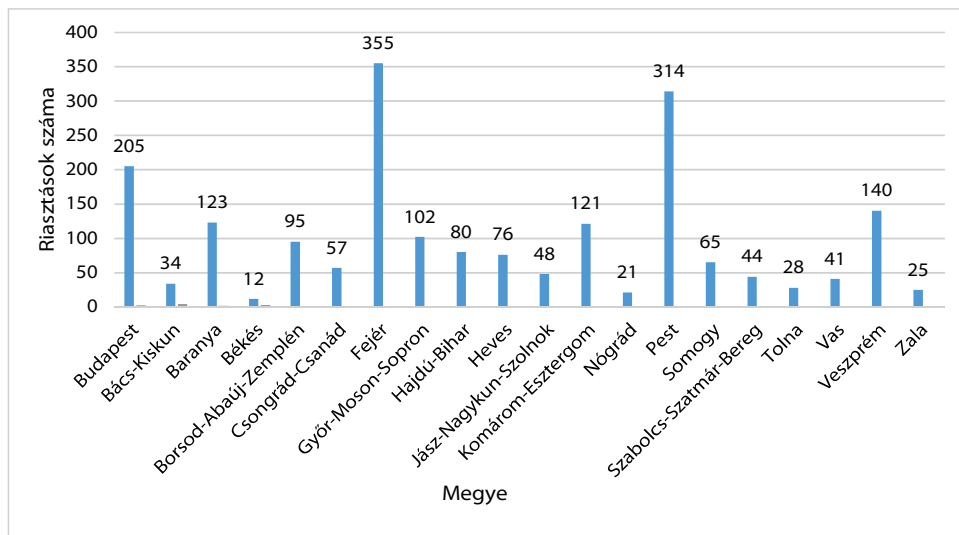
hónapban érkezett. Ez a kiugrás nagy valószínűséggel építőipari beruházásokhoz kötődik. Kirívó adattal nem találkoztunk.

Fontosnak éreztük, hogy legalább 3 éves periódust elemezzünk ki a lehetséges minták beazonosítása érdekében. Az szintén meghatározó tényező volt, hogy a budapesti bejelentéseket elkülönítve vizsgáljuk a jelentősen eltérő mezőgazdasági tevékenység miatt.

Az elemzés igazolta, hogy a mezőgazdasági szempontból aktív talajmozgatással járó időszakokban a bejelentések száma megnövekszik. Ez kifejezetten tavasszal jelentős, de ősszel is azonosítható némi növekmény. Az építőipari beruházások száma országosan van hatással a riasztásokra, de vélhetően Budapesten ez a tényező arányait tekintve jelentősebb. A megvizsgált esetekben egy jelentős anomáliát találtunk, 2019 júniusát, amikor hirtelen visszaesés volt tapasztalható a riasztásokban. Ennek okát nem indokolta semmilyen rendelkezésünkre álló információ, megoldása az időszak bejelentéseinek tanulmányozásával és az időszakra vonatkozó beruházások állapotának, készenlétének elemző vizsgálatával lenne elvégezhető.

Érdemesnek tartjuk megvizsgálni az MH 1. HTFE Tűzseréssz Ügyeletére érkező bejelentéseket megyei bontásban is. Mivel a II. világháború során a harcok nem minden régióban folytak egyenlő intenzitással, ez a robbanótest-szennyezettség vonatkozásában is megmutatkozik.

A szennyezettség tekintetében leginkább érintett terület a Duna vonala, Budapest és környéke, Győr és környéke, Székesfehérvár és környéke, valamint a Balaton partszakaszai.¹⁴

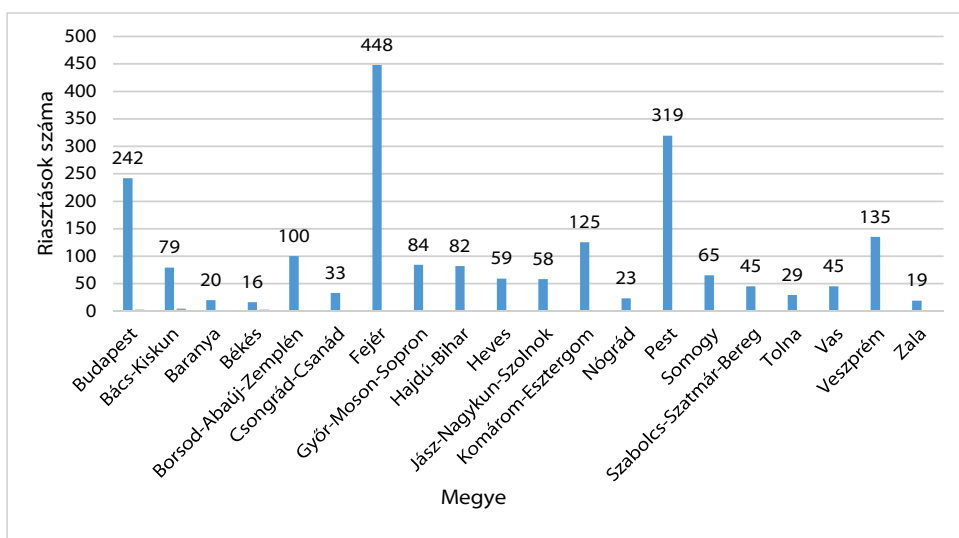


5. ábra: Tűzserésszriasztások megoszlása megyénként 2019-ben

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

¹⁴ Vörös Mihály – DARUKA Norbert (2012): Tűzserészek a közszolgálati feladatok ellátásában. *Seregszemle*, 10(2), 22–33.

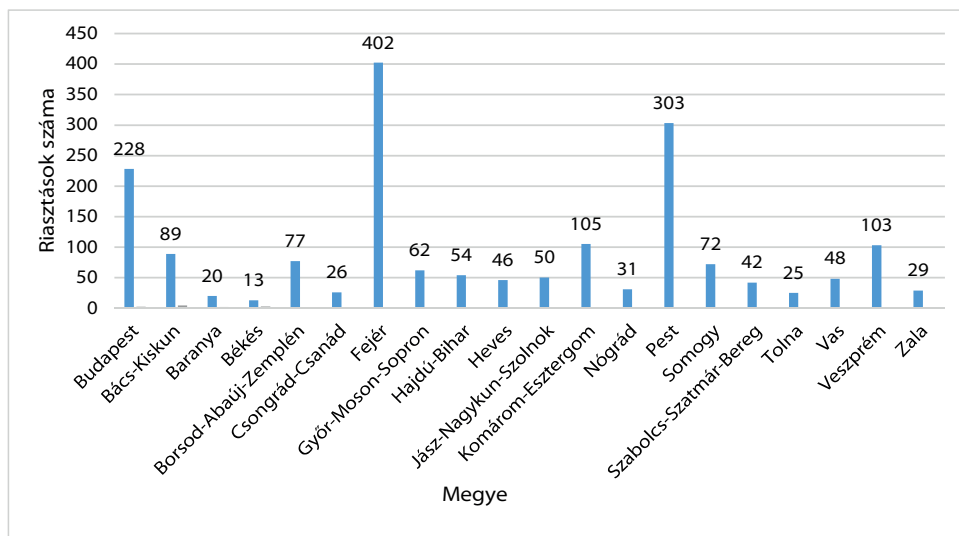
A 2019-es évben igazoltnak látszik a fenti állítás a szennyezett országrészek vonatkozásában (5. ábra). Fejér megye esetében 355 riasztás érkezett, majd Pest megye és Budapest következik 314, illetve 205 feltételezett robbanótest-bejelentéssel. Az élen végző három területről érkezett az országos bejelentések több mint 44%-a. Ezeken túl az is kiolvasható az adatokból, hogy jelentős eltérések vannak a különböző területek között. Békés megyéből összesen 12 bejelentést tettek, amely mindössze 3%-a a Fejér megyében tapasztalt esetszámnak. Nógrád megye és Zala megye szerepel még a lista végén 21, illetve 25 esettel. A jelentős eltérés érthető, azonban ebben az évben néhány szennyezettebbnek tartott terület esetében, mint Győr-Moson-Sopron megye, nem érkezett kiemelkedő riasztási szám. Ez vélhetően a folyamatban lévő építőipari beruházások aktuális stádiumai miatt van, valószínűleg már nem a talajmozgatással járó időszakban voltak ezek a projektek.



6. ábra: Tűzszerésriasztások megoszlása megyénként 2020-ban

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

A 2020-as esztendő sem okozott nagy meglepetést a riasztások számának alakulásában (6. ábra). Fejér megyéből érkezett ebben az évben is a legtöbb, szám szerint 448 bejelentés, amely az éves összes riasztás 22%-a. A második, illetve harmadik helyen ismét Pest megye és Budapest következett 319 és 242 esettel. Érdekes adat, hogy ez a három régió, ahonnan az éves riasztások számának majdnem 50%-a érkezett, országunk szívében található. A listát ismét Békés megye zárta 16 riasztással, de Zala megye és Baranya megye esetében is csupán 19, illetve 20 esetet regisztráltak. Győr-Moson-Sopron megye esetében ebben az évben sem beszélhetünk kiemelkedő esetszámról a történelmi tények ellenére, de ez még nem jelenti azt, hogy átlagos szennyezettségű területként kezelhetjük.



7. ábra: Tűzserésszriasztások megoszlása megyénként 2021-ben

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

A következő év sem hozott változást a lista első három helyezettje tekintetében (7. ábra). Fejér megye 402 riasztással szerepel az élen, azt Pest megye és Budapest követi 303, illetve 228 esettel. Ez a három régió adta ki az országos riasztások számának több mint 51%-át. A lista végén sem született meglepetés, Békés megyéből mindössze 13 riasztást kaptak a tűzserésszek. Baranya megye és Tolna megye szintén a lista végén végeztek 20, illetve 25 riasztással. Győr-Moson-Sopron megye itt is figyelmet érdemel, mert egyáltalán nem tűnik kiemelkedőnek a regisztrált esetszám, sőt kifejezetten átlagosnak tekinthető a 62 riasztás.

A fenti adatok esetében kijelenthető, hogy a riasztások száma kissé fluktuált, de alapvetően kiegyensúlyozottnak tekinthető volt az elmúlt három év során. Figyelmet érdemel az ország középső része Fejér megye, Pest megye és Budapest vonatkozásában, mert egyértelműen növekszik az innen érkező bejelentések aránya az országos adatok viszonyában. Mivel a mezőgazdasághoz köthető riasztások viszonylag stabilnak tekinthetők, így jelentős eltéréshez az építőipar és egyéb talajmozgatással járó beruházások vezethetnek. Vélhetően az építőipari projektek jelentős számának volt tulajdonítható a folyamatos erősödés az adatokban a régió tekintetében.

Érdemes lehet további vizsgálatra Győr-Moson-Sopron megye, mert a vizsgált időszakban folyamatosan csökkent az esetszám. A riasztások száma annyira alacsonynak mutatkozott, hogy megkérdőjelezhető, hogy valóban tekinthetjük-e fokozottan robbanótesttel szennyezett térségnek. Ez több összetevős adat, amelyet hosszabb vizsgálat alatt lehet csak minden kétséget kizáróan kijelenteni az egyéb nem permanens tényezők figyelembevételével, mint az építőipari projektek száma.

A legkevésbé szennyezett térségnek a több évet átölő elemzés alapján a nevéhez méltón Békés megyét tekinthetjük. Ebben a tekintetben Nógrád megye, Tolna megye és Zala

megye szintén permanensen alacsony riasztási adatokkal szerepel a nyilvántartásban. A „zöldmezős” beruházások alacsony száma szintén hozzájárulhat ezekhez az adatokhoz, de tény, hogy ezekben a térségekben kevésbé intenzív harcok folytak a II. világháború során.

A változó időjárás

Az éghajlatváltozás az élet minden területén változásokat okoz. Nincs ez másképp a katonai erő vonatkozásában sem, hiszen alkalmazását, igénybevételét, kiképzését, felszerelését, hatékonyságát alapvetően befolyásolja.¹⁵

Ember István korábbi tanulmányában¹⁶ bemutatta, hogy az éghajlatváltozásnak milyen közvetlen hatása lehet a tűzszerész-szakfeladatokra. Ehhez olyan esztendő adataira volt szükség, ahol markánsan látszanak az aszály jelei. Ilyen jellegű adatok kiindulópontjaként országunk legnagyobb folyóját, a Dunát választottuk.

Mivel 1970 óta jól látható és igazolt a folyamatos csökkenés a Duna vízszintjében, megfelelő alapnak tűnt összefüggések meghatározásához a témában. Sajnos az úgynevezett „kiszáradt” állapotok jelentősen növekvő száma az elmúlt évtizedekben azt prognosztizálja, hogy a folyamat egyre rosszabb lesz, és még több ilyen eset fog bekövetkezni.¹⁷

Más oldalról az éghajlati körülmények az esőzésekben is változásokat okoznak. Ezen légköri jelenségek dinamikája jelentősen megnőtt, ami eredményezhet olyan helyzetet, hogy a szárazföldön még fel nem fedezett robbanótestek bekerülhetnek, bemosódhatnak folyóinkba, tavainkba. Mivel ilyenkor a vízsebesség is megnőhet a folyóvizekben, a sodrás könnyebben el is mozdíthatja ezeket a veszélyes eszközöket a mederben. Ez több szempontból is problémát jelent. Egyrészt a vízbe került robbanótestek megtalálása jóval nehezebb feladat, bűvár-tűzszerésztevékenységet igényel. Másrészt adott mederszakasz mentesítése után sem feltétlenül garantálható, hogy nem kerülnek újabb robbanótestek az érintett szakaszra.¹⁸

A Dunára vonatkoztatva kiszáradt helyzetekkel kapcsolatban az alábbiak kijelenthetők:

- „csökkenő vízállásnál (150–200 cm között) fel kell készülni a bejelentések számának hirtelen növekedésére;
- 100 cm-es vízállás alatt extrém magas bejelentésszám várható;
- az alacsony vízállás önmagában nem feltétlenül okoz extrém ugrást a bejelentések számában;
- az alacsony vízállás és a kellemesebb időjárási körülmények – amelyek kedveznek a szabadidős tevékenységeknek – együttesen eredményezik a bejelentések számának extrém növekedését.”¹⁹

¹⁵ PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika Egyetemi Kiadó.

¹⁶ EMBER István (2019): A dunai alacsony vízállások tűzszerész tapasztalatai 2018-ban. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29(3), 65–78.

¹⁷ EMBER 2019: 66–68.

¹⁸ EMBER 2019: 66–68.

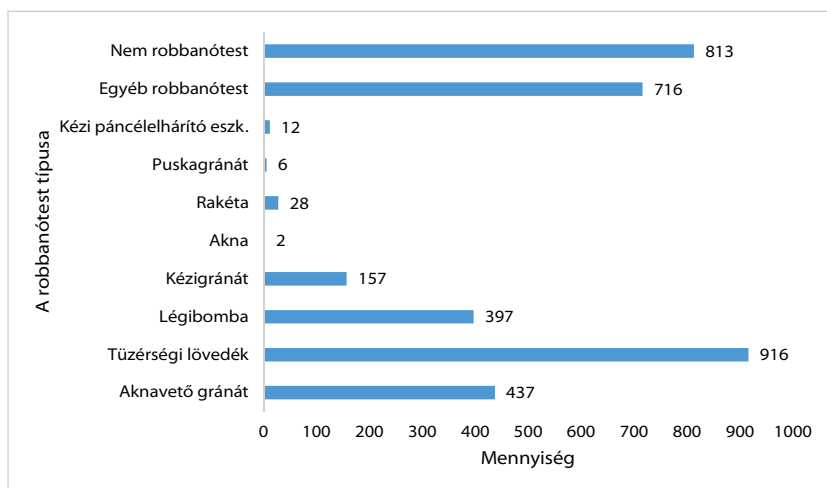
¹⁹ EMBER 2019: 71.

Jól azonosítható indikátort határoztunk tehát meg a Dunához kapcsolva. Ez az indikátor segítheti a tűzserész-szaktevékenységet szervezők munkáját, hiszen a riasztások gyors elintézése egy folyómeder esetében rengeteg erőforrást takarít meg, amíg azt szárazon végre lehet hajtani, bűvárszakállomány nélkül. Ha a megnövekedett esetszámra nem tud a szervezet hatékonyan reagálni, napokkal később már előfordulhat, hogy az előkerült eszközt ismét ellepi a víz. Ilyen esetben a bűvár-szaktevékenység megnövekedett erőforrásigényével kell számolni.

A hatástalanított robbanótestek

A II. világháború alatt hazánkban folyó harcok nagy jelentőséggel bírtak több tekintetben, mivel a szovjetek támadását mindenképpen lassítani vagy megállítani szándékozó alakulatok műszaki zárat, aknamezőket telepítettek minden fontos közúti és vasútvonalon, csomópontban és a kiemelten védett objektumok környékén. A harcoló felek felhasználták a robbanótestek teljes spektrumát annak érdekében, hogy katonai céljaikat elérjék.²⁰

Az erősített terepszakaszokon több millió robbanótest maradt hátra.²¹ Ezeknek a veszélyes eszközöknek a jelenléte a háború során is súlyos problémát jelent, akadályozhatják a katonákat a harc megvívásában, a különböző harcászati szintű manőverek végrehajtásában, viszont a béke időszakában felértékelődik a jelentőségük. Felértékelődik, mert a háború mielőbbi lezárásában akadályozó szerepet töltenek be, és évtizedekkel később is követelhetnek ártatlan életeket.



8. ábra: A hatástalanított robbanótestek típus szerinti megoszlása 2019-ben

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

²⁰ GELLÉRT Tibor (1981): *Tűzserészek és aknakutatók. Csapattörténet*. Budapest: Zrínyi, 5–6.

²¹ GELLÉRT 1981: 14–18.

A magyarországi harcok során elképesztő mennyiségű robbanásra képes eszközt használtak tehát fel, amelynek jelentős része nem robbant fel, nem működött megfelelően, és az utókor feladatává vált a kezelése, hatástalanítása. Ebben a feladatban a tűzszerészkatonák sok esetben az életüket áldozták, „hogymások élhessenek”²² Nem csekély szám, több mint 300 szakember halt hősi halált a II. világháború végétől napjainkig.²³ Sajnos a civil áldozatok száma is jelentős volt, és sokan szereztek valamilyen sebesülést az ország újjáépítésének időszakában.

Kutatásunkban fontosnak tartottuk, hogy tanulmányozzuk a hatástalanított robbanótestek megoszlását. A nemzetiségi jellemzőket nem tartottuk mérvadónak, mert a hadtörténelmi tények alapján túlnyomóan magyar, német és szovjet eszközökkel számolhatunk, bár egy-egy kirívó sajátosság²⁴ azért adódhat.

A 8. ábra alapján a 2019-es évben a tűzéség által kilőtt gránátok jelentették a legnagyobb kihívást a szakembereknek, de az aknavetők gránátjai is jelentős számban kerültek elő. Előbbiből 916 db, utóbbiból 437 db lett a tűzszerésszakemberek „áldozata”. Meg kell jegyeznünk, hogy nem számítottunk ennyire jelentős számban (397 db) légibombára²⁵ a listában. Mivel azonban ezeknek az eszközöknek a mérete és tömege jelentős skálán mozog, akár 1 kg tömegű szórt változatok is lehetnek, nem tartjuk az eredményt különlegesen kirívó adatnak. Az aknák alacsony száma igazolja a fenti történelmi adatokat, amelyek alapján az aknamezőket nagyrészt felszámolták a II. világháborút követő években, ezeket az eszközöket pedig jellemzően nem alkalmazták egyesével. Az egyéb kategóriában a gyalogsági lőszer, robbanóanyag- és robbanótest-maradványok szerepelnek összesítve.

A nem robbanótestek esetében nem kizárólag a téves riasztásoknál beazonosított tárgyakra²⁶ kell gondolni, hanem olyan robbanótest-maradványokra is, amelyek valamilyen okból nem tartalmaztak robbanóanyagot vagy pirotechnikai anyagot. A robbanótestek töltete alapvetően valamilyen magas hatóerejű katonai robbanóanyag,²⁷ amely akár többkomponensű is lehet.²⁸ Hiányának oka lehet, hogy egyszerűen az adott lövedék eredetileg sem tartalmazott ilyen vegyületet. Másik lehetőség, hogy a becsapódáskor a robbanóanyag kémiai átalakulása nem kellő sebességgel zajlott, nem robbant, pusztán elégett, és a robbanótest fémrésze egyben maradt. Harmadik lehetőség, hogy a becsapódáskor megsérült, eltört eszközökből az időjárás és a környezet hatásai következtében tűnt el a robbanóanyag. Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy ez csupán az esetek töredékében fordulhatott elő.

²² Tűzszerészelmondatok.

²³ BUCSÁK et al. 2015: 155–161.

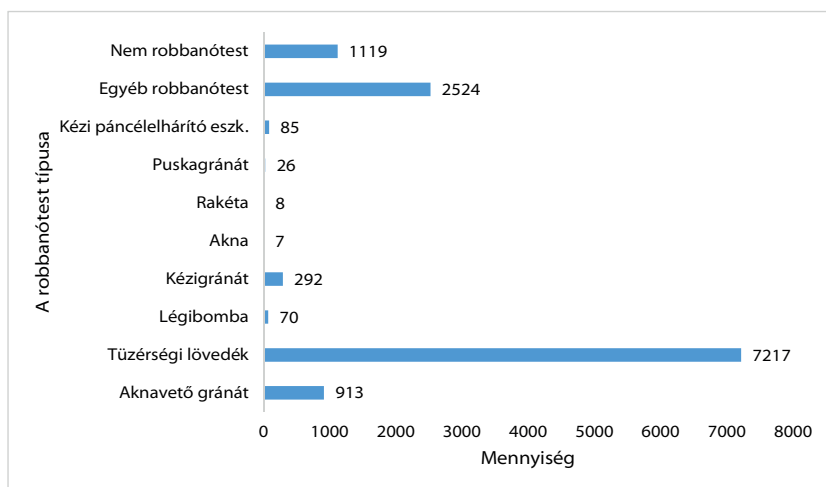
²⁴ Például angol-szász légibombák.

²⁵ DARUKA Norbert (2014): Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Közöny*, 24(4), 68–82.

²⁶ Például gépalkatrészek, harcokcsialkatrészek, órainga.

²⁷ LUKÁCS László (2017): *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira*. Budapest: Dialóg Campus.

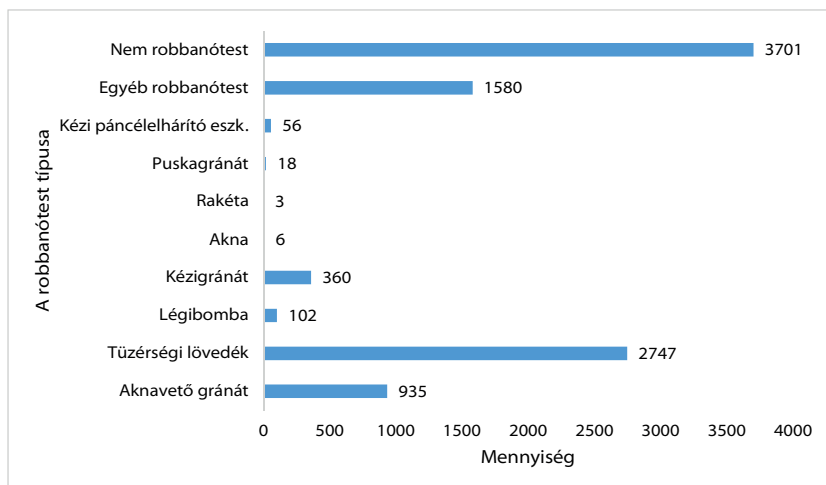
²⁸ KUGYELA Lóránd (2020): A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28(4), 58–75.



9. ábra: A hatástalanított robbanótestek típus szerinti megoszlása 2020-ban

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

A következő esztendőben (9. ábra) szintén a tüzérségi löszerek és az aknavető gránátok kerültek főszerephe. A tüzérségi eszközök száma majdnem a nyolcszorosára ugrott, ezzel meghaladta a 7200 db-ot. Az aknavető gránátjaiból szintén sokkal több került elő, 913 db, ez több mint a duplája a 2019-es évi mennyiségnek. A légibombák esetében már nem tapasztalható a korábbi kiugró eredmény. Az aknák száma továbbra is stabilan alacsony szinten van, mindössze 7 eszközt hatástalanítottak 2020-ban.



10. ábra: A hatástalanított robbanótestek típus szerinti megoszlása 2021-ben

Forrás: saját kutatás eredménye az MH 1. HTFE adatbázisában

A 2021-es évben (10. ábra) sem lett meglepetés a listában. A tüzérségi löszerek és az aknavető gránátok továbbra is az élen találhatók. A hatástalanított, megsemmisített tüzérségi

eszközök száma 2747 db volt. Ez számottevő visszaesés, de még így is jelentős számról beszélhetünk. Az aknavetők gránátjaiból 935 db-ot hatástalanítottak, amely adat hozzávetőleg megegyezik az előző évivel. A légibombák esetében itt sem tapasztalható a korábbi kiugró eredmény. Az aknák száma továbbra is alacsony szinten van, összesen 6 eszköz került elő tűzszerészriasztások során. Az egyéb robbanótestek hirtelen megugrását nem tekintjük kirívónak, mivel az ömlesztett kategória, további bontás nélkül nincs értelme az adat elemzésének.

Összegezve kijelenthető, hogy a II. világháborúban a szárazföldi csapatok harci tevékenysége miatt maradtak hátra jelentős számban robbanótestek. Ez annak is betudható, hogy a hátszágban lezajlott bombázások fel nem robbant eszközeit a légoltalom szakemberei lehetőségeikhez képest gyorsan kezelték, hatástalanították, mivel azonban a háború sajátossága volt a tűzérési és páncélozott eszközök nagyszámú alkalmazása, triviálisnak tűnik, hogy a különböző ágyúk lőszerai, lövedékei adják a felhasznált robbanótestek zömét. Ennek köszönhető, hogy a nem megfelelően működő eszközök zöme szintén ebből a kategóriából kerül ki napjainkban is. A tűzérési lövedékek hatástalanítása tehát az adatok alapján a szakemberek hétköznapi feladataihoz tartozik, de aknavető gránátokból is jelentős számút kell megsemmisíteni a MH 1. HTFE tűzszerészkatonáinak.

Az adatokból az is látszik, hogy nem robbanótestek is kerülnek elő jelentős számban. Ez az adat azonban nem jelenti egyenesen arányosan azt, hogy a bejelentések számában a téves jelzések jelentős részt tesznek ki. Ennek három oka van. Egyrészt, ahogyan fent jeleztük, a robbanóanyagtól, pirotechnikai anyagtól mentes robbanótestek is ebbe a kategóriába esnek, ezt pedig csak szakember képes megállapítani. Másrészt egy helyszínről több robbanótest, illetve nem robbanótest is előkerülhet. Harmadrészt nincs téves bejelentés, mert egy feltételezett robbanótestről kizárólag felkészített szakember mondhatja ki, hogy veszélyes-e, vagy sem.

Összefoglalás

A tanulmány összegzéseként kijelenthető, hogy sikerült elérni kitűzött céljainkat. A fent nevezett időszak vonatkozásában alapos vizsgálat alá vontuk a statisztikai adatokat. Az érintett évek vizsgálata több tekintetben is érdekesnek bizonyult. A riasztások számával kapcsolatban továbbra is kijelenthető, hogy hektikusan alakult az elmúlt években, bár alapvetően igazolható az adatokból a határozott csökkenés. Ez nem jelenti azt, hogy a jövőben nem várhatók majd kiugró riasztási adatokat produkáló évek, de előrevetíthető, hogy a megtalált feltételezett robbanótestek bejelentései lépcsősen fognak csökkenni a jövőben. A következő évtizedekre előrevetíthetjük, hogy nem lesz olyan mértékű csökkenés, amely jelentősen könnyebbé tenné a szakfeladatok szervezését.

A megyei adatok vonatkozásában jól látható, hogy az ország központi részéből érkezik a legtöbb riasztás. A három mérvadó területről (Fejér megye, Pest megye és Budapest) érkező bejelentések az összesített éves riasztásoknak már több mint a felét kiteszik, és ez az arány egyértelmű emelkedést mutat. Itt erős összefüggést látunk az építőipari projektek száma és a riasztások száma között. Mindezeket túl érdekesnek és további vizsgálatra

érdemesnek tartjuk, hogy a korábban fokozottan robbanótesttel szennyezett térségnek tartott Győr-Moson-Sopron megyében folyamatosan csökken az esetszám. Előfordulhat, hogy ezt a korábbi, ugyan nem hivatalos státuszt érdemes lenne felülvizsgálni. Az elemzésnek ebben a szakaszában azt is sikerült azonosítani, hogy Békés megye a legkevésbé érintett országrész tűzserész-szaktevékenység tekintetében.

Fontos megemlíteni a Dunán egyre többször tapasztalható „kisvízi” helyzethez kapcsolódó indikátorokat, amelyek segíthetik a mentesítést szervező állományt az erőforrások optimális felhasználásában, sőt akár a feladatok biztonságosabb végrehajtásában is. Ebből a szempontból a 100 cm-es budapesti vízállás az az indikátorszám, amely előrevetíti, hogy átszervezés válhat szükségessé a napi tűzserész-tevékenység során.

A robbanótestek vonatkozásában az elmúlt három év adatai alapján kijelenthető, hogy a tűzérségi lövedékek hatástalanítását végzik el a legnagyobb számban az MH 1. HTHE tűzserésszakemberei. Az előző típushoz képest ugyan alacsonyabb számban, de mégis számottevő mennyiségben kell aknavető gránátokat kezelnie a szakembereknek. Ezekkel ellentétben viszont aknákból a statisztikai adatok alapján szinte érzékelhetetlen mennyiséget találnak Magyarország területén. Ez igazolja, hogy a II. világháború lezárását követő szervezett aknamentesítés sikeres volt hazánk területén.

További kutatási iránynak tartjuk a „zöldmezős” beruházások és az építőipari projektek riasztásokra gyakorolt jelenleg váratlan, dinamikusnak nevezhető hatásának vizsgálatát. Ennek tervezhetőbbé tétele érdekében szükséges lehet olyan szervezet létrehozása, amely koordinálhatja az információk áramlását az MH 1. HTFE, a beruházások és a projektek koordinátorai, valamint a civil lőszermentesítő vállalkozások között. Ez a szervezet robbanótest-adatközpontként akár úgynevezett kamarai jogkört gyakorolhatna a területen, és nyilvántartásokat vezethetne a mentesített területekről hazánkban.

Felhasznált irodalom

- BUCSÁK Mihály et al. (2015): *70 év az életveszély árnyékában. A magyar tűzserész- és aknakutató alakulatok története 1945–2015*. Budapest: Zrínyi.
- DARUKA Norbert (2014): Robbanótestek I. – Amit a bombákról tudni érdemes. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24(4), 68–82. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2298/1565>
- EMBER István (2019): A dunai alacsony vízállások tűzserész tapasztalatai 2018-ban. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29(3), 65–78. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2019.3.5>
- FEHÉR János (2006): Akna és lőszermentesítés Somogyban. In HAJDU RÁFIS János – PAPP János (szerk.): *Aknászok, tűzserészek. Hős magyar honvédek a II. világháborúban és az azt követő években*. Mezőkövesd: Legatum.
- FÖLDI László – PADÁNYI József (2015): Tasks and Experiences of the Hungarian Defence Forces in Crisis Management. *Bilten Slovenske vojske*, (1), 29–46.
- GELLÉRT Tibor (1981): *Tűzserészek és aknakutatók. Csapattörténet*. Budapest: Zrínyi.
- KOVÁCS Tibor – NYERS József – PADÁNYI József (2012): *Építünk, védünk, alkotunk. A műszaki csapatok története 1945-től napjainkig*. Budapest: HM Zrínyi.

- KOVÁCS Zoltán (2012a): Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(2), 37–52. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20t%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf
- KOVÁCS Zoltán (2012b): Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22(különszám), 35–44. Online: https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_k_05%20IED%20elleni%20v%C3%A9delem%20-%20Kov%C3%A1cs_Z.pdf
- KUGYELA Lóránd (2020): A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28(4), 58–75. Online: <https://doi.org/10.30583/2020.4.058>
- LUKÁCS László (2017): *Szemelvények a magyar robbantástechnika fejlődéstörténetéből. Különös tekintettel a továbbfejlesztés várható irányaira és a kor új kihívásaira*. Budapest: Dialóg Campus.
- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.
- TOMOLYA János – PADÁNYI József (2012): A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22(3–4), 34–67. Online: https://mhht.eu/hadtudomany/2012/3_4/HT_2012_3-4_Tomolya_Padanyi.pdf
- VÖRÖS Mihály – DARUKA Norbert (2012): Tűzszerészek a közszolgálati feladatok ellátásában. *Seregszemle*, 10(2), 22–33. Online: https://honvedelem.hu/files/files/33676/seregszemle_2012_2.pdf

Prof. dr. Lukács László¹

A KMDI katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területének alapítása, elért eredményei és továbbfejlesztésének lehetőségei

A Katonai Műszaki Doktori Iskola alapító tagjaként, ezen belül a katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási terület alapítójaként és 13 éven át a vezetőjeként összefoglalom az akkor még tudományszaknak nevezett alprogram létrejöttének körülményeit, képzési céljait, a meghirdetett tantárgyi témákat. Bemutatom a kutatási terület helyét és szerepét a hadtudományban, ezen belül a katonai műszaki tudományban, továbbá kapcsolódását más tudományterületekhez. A tanulmányban összefoglalom a képzés indításakor fennálló személyi és tárgyi feltételeket. Bemutatom és értékelem a kutatási területen folytatott kutatásokat, azok eredményeit és kapcsolódásukat a műszaki támogatás feladatrendszeréhez. A befejező részben ajánlásokat, javaslatokat fogalmazok meg a kutatási terület továbbfejlesztésének lehetséges irányaira a Magyar Honvédség aktuális fejlesztésének és az új szakmai kihívásokra adandó válaszoknak a tükrében.

Kulcsszavak: doktori képzés, műszaki támogatás, műszaki tisztképzés

The Foundation, Accomplishment and Further Development of the Military Engineering Infrastructures Research Area at Doctoral School of Military Engineering

As a founding member of the Doctoral School of Military Engineering, within this as the founder of the Military Engineering Infrastructures research area and its head for 13 years, I summarize the circumstances of the subprogramme formulation, which was called earlier as a branch of science, its training goals, and the announced subject topics. I introduce the place and role of the research area in military science, including military engineering, and its connection to other scientific fields. In the study I recap the human and material conditions and resources available at the beginning. I also present and evaluate the surveys made in the research area, their results and connection to the tasks of engineer support. In the concluding section, I make recommendations and suggestions on possible directions for the further development of the research area, with special regard to the current development of Hungarian Defence Forces and the answers given to new professional challenges.

Keywords: doctoral training, engineer support, engineer officer training

¹ A hadtudomány kandidátusa, habilitált egyetemi tanár, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar; e-mail: E-mail: lukacs.laszlo@uni-nke.hu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8569-5013>.

Bevezetés

A délszláv háború során az IFOR/SFOR misszióban a Magyar Műszaki Kontingens 1996–2002 között elvégzett munkája nagy elismerést szerzett a soknemzeti békefenntartó erők előtt a magyar műszaki katonai szakmának.²

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE) megalakítását követően az ott folyó képzéseket már országos szakmai fórumon kellett megmérettetni. A Magyar Akkreditációs Bizottság (MAB) vizsgálatát követően a műszaki tisztképzésért felelős építőmérnöki szakot és rajta keresztül a képzéséért felelős műszaki szaktanszékét „erős” minősítéssel akkreditálták 1999-ben. Ennek a két eseménynek döntő hatása volt a katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási terület megszületésére.

A Katonai Műszaki Doktori Iskola alapító tagjaként, ezen belül a katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási terület alapítójaként és 13 éven át a vezetőjeként az alábbiakban bemutatom az akkor még tudományszaknak nevezet alprogram létrejöttének körülményeit, képzési céljait, a meghirdetett tantárgyi témákat. A tanulmányban összefoglalom a képzés indításakor fennálló személyi és tárgyi feltételeket. Bemutatom és értékelem a kutatási területen folytatott tudományos munkát, annak eredményeit és kapcsolódásukat a műszaki támogatás feladatrendszeréhez.

A műszaki tisztek képzése Magyarországon az 1800-as évek végétől napjainkig

A hazai műszaki tisztképzés történetét már részletesen bemutattam egy 2021-ben írt tanulmányomban.³ Most csak rövid áttekintést adok arról, milyen intézményekben milyen szakmai ismereteket nyújtva milyen feladatokra készítették fel a magyar műszaki tiszteket az elmúlt több mint 200 évben. Teszem ezt azért, mert a katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területen folytatott képzés elméleti alapjait – többek között – a műszaki csapatok által elvégzendő feladatoknak a felsőfokú oktatási rendszer keretében történő, ma építőmérnökinek nevezett felkészítés során szerezték meg hallgatóink. A doktori képzés ennek az egyetemi szintűnél magasabb, tudományos igényű folytatása. A leírtak bizonyítják, hogy ez a műszaki tisztképzés a kezdetektől hasonló tartalmú mérnöki ismereteket nyújtott a tisztjelölt növendékeknek, hallgatóknak.

Az Osztrák–Magyar Monarchiában a haderő felépítésének megfelelően elkülönültek a cs. és kir. tanintézetek, illetve szerveződtek meg a M. Kir. Honvédség különböző szintű képzőintézetei: a 4 évfolyamos alreál-, a 3 évfolyamos főreál-, a 4 éves hadapródiskolák és a 3, illetve 4 éves akadémiák. Az alreáliskolából csak a kiváló tanulók kerülhettek át a főreálba. A többség a hadapródiskolába került, amelynek elvégzése után hadapród-

² GÖRÖG István – PADÁNYI József (2005): *Az IFOR-SFOR Magyar Műszaki Kontingens 1996–2002*. Budapest: Zrínyi.

³ LUKÁCS László (2021): A műszaki tisztképzés múltja, jelene és várható jövője az oktatás, és a tudományos kutatás tükrében. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I*. Budapest: Ludovika, 53–79.

tiszthelyettesi rendfokozattal került csapatszolgálatba. A főreáliskolát végzetten az akadémiaira mehettek, annak befejezése után avatták őket hadnagyokká.

Az akadémiákon folyó akkori képzés szakmai színvonaláról Ács Tibornak a Bolyai Jánosról írt könyvében⁴ olvashatjuk az alábbi részleteket. 1822-ben a Cs. és Kir. Műszaki Katonai Akadémián, a VIII. mérnökkari osztály kadétjainak „a katonai építésmérnökök számára különösen szükséges tudományokat tanították. Ezek a tantárgyak: az erődítéstan második része, az építőművészet, az erődítési és építészeti tervrajzok, a német írásmód és a francia nyelv voltak. János ezt a tantárgyat, mivel az erődítéstan minden tétele a matematikán, a geometrián alapult, könnyen elsajátította. [...]

Az építészet három ágát, a vízi-, út- és erődépítészetet tanulták meg részletesen Először a vízépítészetet vették át három fejezetben: az elsőben a vízbeli alapozást függetlenül attól, hogy az építés helyét mentesítik-e a víztől vagy nem; másodikban a vízzel kapcsolatos dolgokat és tárgyakat, a víz elleni védelemre és a vízi manőverekre épített műveket. Végül a harmadikban a folyamszabályozást. [...]

Az építészet 4. részét, az útépitést is három fejezetben tanulták. Az elsőben a tanár a különböző talajon és terepen az utak mérését és kijelölését adta elő; míg a másodikban az új útvonalak tervezését és az utak felújításának vizsgálatát sajátították el; végül a harmadik részben megismerték a különböző célú utak építésének rendjét és módját. [...]

Sokat foglalkoztak az építészet 5. ágával is, mivel ez volt az erődépítészet, ami a leendő mérnökkari tisztek fő feladatköre. Az erődépítészetet két részben oktatták. Az elsőben az erőd és a védművek fő részeit és együtteseit tanulták meg. Ezek voltak az erődfalak, a bombabiztos boltívek, a földből készített részek és általában a földmunkák, a cölöpözés és a barikádózás, torlaszkészítés, valamint a föld feletti nyitott, nem bombabiztos együttesek. A második részben sajátították el egy erődterv tényleges kivitelezéséhez szükséges ismereteket. Ezek voltak a nagyság, az előzetes felmérés, a különleges méretek, az épületborítások és egy engedélyezett erődterv tényleges kivitelezéséhez szükséges megfigyelések. Ezután adta elő tanáruk az épületek állagai megőrzéséhez szükséges megfigyeléseket és ellenőrzési módszereket. Végül a tantárgy oktatásának zárásaként megismerték a mérnökkar, a szolgálati ág feladatkörét.”⁵

Bolyai 1822/1823-as tanévből fennmaradt „leckekönyvében”⁶ az alábbi tantárgyak szerepeltek: francia nyelv, szépírás, német fogalmazás, aritmetika és algebra, elemi geometria, magasabb geometria, matematikai földrajz, mechanika, kísérleti fizika, helyszínrajz, geometriai rajz, a polgári építőművészet elmélete, polgári építőművészeti rajz, erődítéstan I. rész, erődítéstan II. rész.⁷

A magyar tisztképzés létrehozásának igénye először az 1790–1791. évi országgyűlésen vetődött fel, ahol az akkori nemesség reformelképzeléseinek keretében „a katonai nevelés előmozdítására nemzeti hadi-iskola” létrehozását követelték. Az egyre fokozódó nyomás hatására 1808-ban I. Ferenc császár hozzájárult a magyar tisztképző akadémia felállításához, és november 5-én életbe lépett a magyar katonai felsőoktatás első

⁴ Ács Tibor (2004): *Bolyai János új arca – a hadi mérnök*. Budapest: Akadémiai.

⁵ Ács 2004: 139–141.

⁶ Akkor a mérnökakadémia növendékeinek alkalmazási jegyzékében jelentek meg ezek az adatok.

⁷ Ács 2004: 146–147.

törvénye, az 1808. évi VII. törvénycikk a honvéd Ludovika Akadémia létrehozásáról. Ennek ellenére a császári udvar évtizedeken át sikeresen akadályozta meg a tényleges képzés indítását. Az 1867-es kiegyezést követően felállított Magyar Királyi Honvédségnél már megkerülhetetlen volt a saját tisztképzés életre hívása. Ezért – bár a kezdetekben csak tanfolyamjelleggel – 1872-ben megkezdődött az oktatás a Ludovika Akadémián.

Tényleges katonai nevelőintézeté az 1883. évi XXXIV. törvénycikk bevezetése után vált – mint a hadapródképző iskolákkal egyenértékű középfokú oktatási intézmény.⁸ 1897-ben született meg a XXIII. törvénycikk, amelynek nyomán az Akadémia 3 éves tisztképzést végző intézménnyé alakult, fiatal hadnagyokat adva a honvédségnek. Az új rendszerű képzés első évfolyamát 1898 őszén indították. A képzés tartalmát természetesen a várható harccselekmények jellege határozta meg. A Bolyai János által tanultakhoz képest 50 évvel később, a nagy mennyiségű harcanyag és élőerő nagy távolságban történő gyors szállítására képes vasutak megjelenésével az Európában zajló háborúk jellege egyre inkább átalakult.

Az 1870–1871-es német–francia háborúban Moltke tábornok⁹ a vasútra alapozta a gyors mozgósítást és a szervezett hadászati felvonulást. Az elért siker alapján, továbbá a tüzérség terén történt hatalmas technikai fejlődés tükrében akkor egyértelműnek látszott, hogy az évszázadokon keresztül döntő jelentőségű erődök, az erődharc korának vége szakadt. Így a képzés fő iránya is a lovasság gyors manőverei, a hatalmas fejlődésen átesett tüzérség csapásmérései és a hatalmas gyalogosrohamok irányába toltódott el. Érdemes megemlíteni, hogy az „akadémia tanárai által írt” *Ludovica Akadémia Közlönye* 1873–1908 között megjelent számaiban alig találunk műszaki csapatokkal foglalkozó témát.

Aztán Port Arthur japán ostromakor (1904–1905) bebizonyosodott, hogy a tüzérségi tűz és a hatalmas, újból és újból megindított gyalogsági szuronyrohamok mit sem érnek egy mégoly gyengén kiépített erőd ellen sem. A Magyar Királyi Honvédség háború előtti helyzetéről egy, a Port Arthur ostromáról tudósító 1904-es újságcikkben olvashatunk ijesztő leírást. „Az 1870/71-iki francia–német háborúban a németek csak azokkal a várakkal törődtek, amelyek hadműveleti vonaluk mentén voltak. A francia–német háború még mindig tanulmányozás tárgya s az ott szerzett tapasztalatok még mindig szabályok, amelyeket a modern államok követni iparkodnak. Azért a közép európai államokban nem vetnek nagy súlyt a várakra. [...] A műszaki csapatokat is újjászervezték 1880 óta a német birodalomban, csak utászok vannak, a többi műszaki csapatokat megszüntették. Mi, a kik vakon utánozzuk a németeket s azért egy lépéssel mindig mögöttük vagyunk, szintén átalakítottuk hadmérnöki ezredeinket utász-csapatokká, amelyeknek főhivatása az útépítés és hídverés s csak azután mellékesen az erődítések építése s jókarban tartása. A német, magyar és az osztrák szakembereket ezért természetesen meglepte Port-Artur ostroma.”¹⁰

⁸ A hadapródiskolákról bővebben lásd GÁL Attila (2001): *Armis et litteris – A pécsi m. kir. Zrínyi Miklós honvéd gyalogsági hadapródiskola történetéből 1898–1944*. Budapest: Petit Real.

⁹ Helmuth Karl Bernhard von Moltke tábornagy, katonai stratégia (1800–1891). 1858–1871 között a porosz királyi haderő vezérkari főnöke, majd 1888-ig német császári nagyvezérkar főnök volt.

¹⁰ Port-Artur – Katonai vélemény (1904). *Budapesti Hírlap*, 1904. november 6. 15.

Az akadémiai képzés hiányosságaira egy – ugyancsak Port Arthur ostromával foglalkozó – cikk¹¹ végső értékelése is utalást tesz. A fent leírtak ismeretében – nem meglepő módon – a tényleges műszaki munkákról viszonylag keveset olvashatunk az akadémia tanára által írt, több mint húszoldalas anyagban. Annál több szó esik a gyalogsági rohamokról és a tüzérségi támadásokról, valamint a hadihajós harccselekményekről. Egy olyan bekezdést találunk csak az anyag végén, az „általános tanulságok” között, amely magyarázatul szolgálhat a magyar csapatok későbbi, I. világháborús katasztrófájára. „A váróvívásnál előforduló műszaki cselekedetek mindig harcászati követelményekből indulnak ki, de végrehajtásukat befolyásolja a dolog technikai része s csak akkor valósíthatók meg, ha a részletes végrehajtásra műszakilag tökéletesen kiképzett csapatok állanak rendelkezésre; ide az utásznak is egészen különleges kiképzésre van szüksége, tehát már békében (a régi hadmérnök csapatok módjára) igen alaposan kiképzendők.”¹²

A magyar haderő I. világháborút megelőző tényleges állapotáról, felkészültségéről a világháborúban harcoló műszaki katonáknak emléket állító 1938-ban megjelent könyvének bevezetőjében Jacobi Ágost¹³ a következőket írta. „1917. december 15-én, a háború elég kritikus stádiumában, rossz és tájékozatlan tanácsadókra hallgatva, az utászokat és árkászokat úgy szervezték át, hogy egyesített árkász- (Sappeur) csapatot létesítettek. Eltekintve attól, hogy ezzel a céltalan, csak zavart és elkedvetlenedést okozó átszervezéssel a csapathagyományokat figyelmen kívül hagyták, sőt megsértették, egy olyan műszaki csapattípust állítottak fel, amelynek parancsnokát, mielőtt századával valami műszaki beosztást nyert, mindig meg kellett kérdezni: »mi voltál azelőtt, utász-e vagy árkász?« Hogy az utászok és árkászok egyesítésének ez a zseniális gondolata hová vezetett, azt az 1918-as Piave-átkelés mutatta ki, ahová olyan árkászszázadok kaptak beosztást, amelyeknek a víz egészen idegen elem volt.”¹⁴

Az I. világháborút követően először a Ludovika Akadémián (Üllői út), majd a Ludovika Akadémia II. Főcsoportnál (Hűvösvölgy) folyt a műszaki tisztek alapképzése (akkor utász, hidász, árkász megnevezéssel). A háború tapasztalatait is figyelembe vevő hároméves képzésben többek között a felsőbb mennyiségtan, a felsőbb mechanika, az ábrázoló mértan, a gépszerkezettan, a fizika, a földmértan, az épület-szerkezettan, a geológia, a műszaki rajz, a hídépítés, valamint a közlekedési vonalak tervezése és építése tantárgy szerepelt. 1939. október 1-jével a hűvösvölgyi tisztképző akadémia a M. Kir. Bolyai János Honvéd Műszaki Akadémia (BJHMA) nevet vette fel, és a háború végéig itt folytatódott a műszaki oktatás (utász, hidász, vasútépítő, fényszórós). A Bolyai János Honvéd Műszaki Akadémia működésére, megalapításától kezdve rányomta bélyegét a II. világháború. A kezdeti 4 éves képzési idő 3-ra csökkent.

Figyelemre méltók azonban a dr. Bartha István m. kir. műszaki főhadnagy által 1994-ben írt sorok: „A rövidített képzési idő igen feszített követelményeket képviselt, sőt itt-ott bizonyos kiképzési célok mellőzését kényszerítette ki. Természetesen az oktatás

¹¹ SZÉKELY László (1905): Port Arthur műszaki szemmel. *A Ludovica Academia Közlönye*, (4), 423–445.

¹² SZÉKELY 1905: 444.

¹³ JACOBI Ágost (1938): *A Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918*. Budapest: Közlekedési Nyomda K. F. T.

¹⁴ JACOBI 1938: 2.

legmagasabb színvonala a műszaki alaptantárgyakban nyilvánult meg: ábrázoló geometriában, geodéziában, mechanikában stb., a műszaki egyetemen folyó oktatás színvonalával egyenlő mértékben. [...] A kiképzési idő a tantárgyaknál is több félévre terjedt ki.”¹⁵

A II. világháború befejezése után, 1949–1956 között Szentendrén, a volt Görgey Artúr Vasútépítő Ezred bázisán, a Táncsics Mihály Műszaki Tiszti Iskolán képezték a műszaki tiszteket (2, majd 3 éves képzés). 1953-tól a Budapesti Műszaki Egyetemen elkezdődött a hadmérnökképzés is. 1956-ban a Zalka Máté híradó tiszti és a Táncsics Mihály műszaki tiszti iskolát összevonták Zalka Máté műszaki és híradó tiszti iskola néven. 1957-től újabb változás történt: megalakították az Egyesített Tiszti Iskolát (ETI), amelybe integrálódott a műszaki tisztképzés.¹⁶

Az ETI felosztatását követően a műszaki tisztek oktatása újból visszakerült Szentendrére, a Kossuth Lajos Katonai Főiskola (KLKF) műszaki szaktanszékére. 1968–1972 között 3 éves műszakitechnikus-képzés folyt,¹⁷ majd 1973-tól kezdődött a 4 éves üzemmérnöki, civil diplomát is adó képzés.¹⁸ A műszaki szaktanszéken először két szakon folyt a felkészítés: műszaki–útépítő és műszaki–építőgépész, majd ehhez csatlakozott később a műszaki–magasépítő szak. Ezen belül olyan rendszert alakítottak ki, hogy útépítőosztály minden évben indult, ezenfelül pedig – váltással – hol gépész-, hol magasépítő-évfolyamot iskoláztak be.

1987–1990 között – a megnövekedett tisztigény pótlására hivatkozva – 3 éves katonai útépítő üzemmérnöki képzés folyt a főiskolán (a csökkentett képzési idő miatt a civil diploma adásának lehetősége megszűnt). 1991–1992 között állították vissza a KLKF műszaki szaktanszékén a polgári mélyépítő üzemmérnöki diplomát is adó négyéves képzést. Az 1993-ban életbe lépett új felsőoktatási törvényben foglalt megnevezést érvényesítve 1996-tól építőmérnöki (főiskolai) diplomával avatták a Magyar Honvédségnél szolgáló fiatal műszaki tiszteket.

A főiskolát végzett műszaki tisztek előtt katonai pályájuk során – a szak sajátosságából adódóan – két út állt az egyetemi szintű diploma megszerzésére. A mérnöki vonalat választók a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) Építőmérnöki Karára ülhettek be, és főiskolai alapidiplomájuk birtokában szerezhettek három év alatt okleveles építőmérnöki diplomát. A harcoss műszaki vonalat választók 1951 és 1996 között a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia (ZMKA) műszaki tanszékének műszaki parancsnoki (ugyancsak hároméves képzésű) szakán juthattak egyetemi szintű végzettséghez. A kínálatot a volt Szovjetunióban folyó műszaki tisztképzés színesítette. 1977-től a rendszerváltozásig tanultak érettségizett hallgatók a Kalinyingrádi Katonai Műszaki Egyetem műszaki építőmérnöki, illetve műszaki gépészmérnöki karán, tiszti rendfokozatot és okleveles hadmérnöki és honosított (BME) okleveles mérnöki képesítést szerezve. A hazai főiskolai

¹⁵ RADA Tibor (1998): *A Magyar Királyi Honvéd Ludovika Akadémia és a testvérintézetek összefoglaló története (1830–1945)*. II. kötet. Budapest: Gálos-Nyomdász Kft. 74.

¹⁶ 1961. (HK. 4.) HM-MM együttes rendelet a MN Egyesített Tiszti Iskolájának technikus tagozatán szerezhető képesítésről és a tagozat működéséről (1961). *Honvédségi Közlöny*, (20).

¹⁷ 1/1967. (HK. 7.) HM-MM együttes utasítás a KLKF-en, a ZMKMF-án és a KGYRMF-án szervezett szaktechnikus-képzésről és általános iskolai tanárképzésről (1967). *Honvédségi Közlöny*, (61).

¹⁸ 18/1968. (HK. 5.) HM utasítás: Katonai főiskolai oklevél rendszeresítése (1968). *Honvédségi Közlöny*, (77).

végzettséggel rendelkező műszaki tisztek, a moszkvai Kujbisev Katonai-Műszaki Akadémián folyó négyéves képzés végén honosított szakirányú okleveles építőmérnöki diplomával, a hároméves parancsnoki képzést követően pedig hadműveleti-harcászati képesítésű műszaki tiszttel megnevezésű egyetemi diplomával tértek haza.

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemnek (ZMNE) 1996-os megalapításához két, egymástól független tudományterületen folyó képzés feltételének kellett megfelelnie. Ehhez összevonták a szentendrei Kossuth Lajos Katonai Főiskolát és a szolnoki Repülő-tiszti Műszaki Főiskolát a Katonai Akadémiával, és belőlük hozták létre az Egyetem két karát: a Hadtudományit (társadalomtudományok) és a Vezetés- és Szervezésstudományit (műszaki tudományok). A Bolyai János Katonai Főiskola Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Karként (BJKMK) maradt az egyetem szervezetében. A mérnökképzést folytató szentendrei (volt „kossuthos”) műszaki szaktanszék először a Vezetés- és Szervezésstudományi Karhoz (VSZTK) tartozott, majd – 2000. március 1-jétől¹⁹ – a Bolyai János Katonai Műszaki Főiskolai Karhoz. A BJKMK kar vezetése, a szervezet többi tanszékének megnevezéséhez igazodva, a diploma megnevezése szerinti Építőmérnöki Tanszék néven vette át a tanszéket.²⁰ Ennek ellenére a könnyebb érthetőség miatt – az idők során többször is változott elnevezés ellenére – a továbbiakban is a műszaki tanszék megnevezést alkalmazom a szervezetre a tanulmányban.

Még a VSZTK szervezetében, már a tanszék vezetőjeként irányíthattam 1998-ban a Magyar Akkreditációs Bizottság (MAB) vizsgálatára történő felkészülést, amelynek eredményeként az építőmérnöki szakot és rajta keresztül a képzéséért felelős műszaki szaktanszéket „erős” minősítéssel akkreditálták 1999-ben. A szakmai munkánkat prof. emeritus dr. Bényei András, a BME Építőmérnöki Kar nyugalmazott dékánja, az MTA VI. Műszaki Tudományok Osztálya Közlekedéstudományi Bizottságának vezetője végezte, aki értékelésében az alábbi megállapításokat tette: „Az építőmérnök szakon elsősorban a honvédség számára képeznek mérnököket. Ez az egész oktatásra rányomja bélyegét. A főiskolai képzés gyakorlat-orientált jellegének megfelelően főleg a mérnöki tudományok gyakorlati alkalmazását oktatják, elméleti ismereteket – nagyon helyesen – csak a szükséges mértékben tanítanak. [...] Külön meg kell említeni, hogy az oktatók közül többen részt vettek Okučaniban, a NATO kötelékében híd- és út-helyreállítási munkákban. Leleményességükkel és kiváló technikai ismereteikkel igen nagy elismerést szereztek a Magyar Honvédségnek és közvetetten a szaknak is. A látogatáson szerzett tapasztalatok és az írásos anyag alapján a szak »erős« minősítéssel akkreditálásra javasolható.”

A Kormány 200/2000. számú rendelete²¹ a teljes magyar felsőoktatásban változást hozott: bevezették a kreditrendszert. Ennek megfelelően a BJKMK műszaki tanszékén

¹⁹ A felsőoktatási intézmények integrációjáról szóló kormányrendelet alapján a Bolyai Főiskola beolvadt a Nemzetvédelmi Egyetembe, annak harmadik karaként, és átvett minden főiskolai kimenetű mérnöki szakot, a képzésükért felelős tanszékekkel együtt.

²⁰ 28/1999. (II. 12). Korm. rendelet a katonai felsőoktatás alapképzési szakjainak képesítési követelményeiről. *Honvédségi Közlöny*, (286).

²¹ 200/2000. (XI. 29.) Kormány rendelete a felsőoktatás tanulmányi pontrendszer (kreditrendszer) bevezetéséről és az intézményi kreditrendszerek egységes nyilvántartásáról.

2001-ben kidolgoztuk az építőmérnöki szak kreditrendszerben folyó oktatásának tantervét. A képzés általános célja a Magyar Honvédség és más fegyveres szervek részére főiskolai végzettséget igénylő parancsnoki beosztások ellátására képes építőmérnök-tisztek képzése volt. Mint a munkát irányító szakfelelős állítom, hogy a rendelkezésre álló anyagi és humán feltételeket is figyelembe véve talán a legjobb tanterv készült el az azt megelőző és az azt követő időszakra tekintve egyaránt. Az első évbe sűrítve a hallgatók megkapták mindazon természettudományos alapozó, továbbá gazdasági és humán ismereteket, amelyekre épülve a fennmaradó három évben tisztán a szakmai felkészítését tudtuk végrehajtani a műszakimérnökparancsnoktisztt-jelöltjeinknek. Ha összevetjük az oktatott tárgyakat a II. világháború előtt a Ludovika Akadémián, majd a M. Kir. Bolyai János Honvéd Műszaki Akadémián folyó képzéssel, akkor egyértelműen a műszaki tiszti felkészítés követelményeinek mai, modern kor szerinti folytatása folyt a tanszéken. A számonkérési rendszeren belül négy szigorlati tárgy (matematika, mechanika, robbantás és testnevelés), továbbá a három nagy képzési területet felölelő (mélyépítés, műszaki harcászat, műszaki technikai ismeret) záróvizsga szerepelt.

A honvédelmi miniszter 2002. december 10-én kelt, a rektornak küldött levelében a Nemzetvédelmi Egyetemen belül végrehajtandó újabb integráció végrehajtását rendelte el: a Nemzetvédelmi Egyetem két egyetemi karos szervezetre történő áttérését, ezen belül a katonai vezetői és a hadmérnöki szak képzési rendszerének kialakítását. Ennek eredményeként jött létre a Kossuth Lajos Hadtudományi Kar (KLHTK) Műszaki és Katonaföldrajzi Tanszék műszaki szakcsoportja, továbbá a BJKMK Műszaki Építőmérnöki Tanszéke összevonásának eredményeként a Bolyai János Katonai Műszaki Kar állományában a katonai műszaki tanszék.

A fent bemutatottak nyújtottak alapot ahhoz, hogy a Nemzetvédelmi Egyetem második doktori iskolája, a Katonai Műszaki Doktori Iskola megalapítását követően az immár összevont oktatói állománnyal rendelkező műszaki tanszék is bekapcsolódhasson annak munkájába saját kutatási területtel.

A katonai műszaki infrastruktúra tudományszak/kutatási terület megalapítása

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem második doktori iskolája, a Katonai Műszaki Doktori Iskola megalapításának előkészítő munkálatai során Turcsányi Károly professzor, a VSZTK tudományos dékánhelyettese 2001 tavaszán felvetette, hogy a katonai műszaki tanszék bázisán infrastruktúrával foglalkozó tudományszakot lehetne létrehozni. Fellapozva a *Magyar Nagylexikon* vonatkozó szócikkét az infrastruktúra fogalmánál ezt találtam: „Mindazon szervezetek, létesítmények, hálózatok összessége, amelyek egy országon belül a lakosság szellemi és tárgyi életfeltételeit megteremtik, a gazdaság működését elősegítik, illetve lehetővé teszik.”²² Az infrastruktúra legfontosabb elemei között szerepeltek a települések, a közigazgatás, a családvédelmi és népegészségügyi hálózat,

²² BÁRÁNY Lászlóné (főszerk.): *Magyar Nagylexikon*. IX. kötet. Gyer–Iq. Budapest: Magyar Nagylexikon. 871.

a temetkezés, a közművek, a közlekedés, a szállítás, a távközlés, a kereskedelmi hálózat, a közoktatás, a művelődésügy, a média, a környezet- és természetvédelem, valamint a sportlétesítmények. Világos volt, hogy az összes területet felölelő doktori alprogram létrehozása nemhogy a tanszéken, de még az egyetemen is lehetetlen lett volna.

Ugyanakkor a műszaki csapatok a történelem során mindig hajtottak végre a harcoló csapatok sikeres tevékenységét biztosító „infrastrukturális” feladatokat. Jacobi Ágost műszaki katonának emléket állító, 1938-ban megjelent könyvében így fogalmazott: „Műszaki katonák alatt értjük azt a hadrakelt nagy családot, amely nem csak fegyverrel a kézben küzdött, hanem tudásával, különleges felszerelésével, kiképzésével és lelemenyességével a küzdő csapatok leghűségesebb és nélkülözhetetlen segítőtársa volt.”²³ De mi volt ez a különleges tudás, amelyre a műszaki katonának szükségük volt, milyen feladatok hárultak rájuk, és hárulnak ma is a harcoló alakulatok támogatása során?

Az 1994-ben kiadott, akkor „titkos” minősítésű *Mű/91. Szakutasítás az összefegyvernemi harc műszaki biztosítására* kiadvány szerint „a műszaki biztosítás azon feladatok és rendszabályok összessége, melyek célja: megteremteni a csapatok számára a szükséges műszaki feltételeket az időben történő és rejtett előrevonás, a szétbontakozás, a manőverek és a harc feladatok sikeres megvívásához; fokozni a csapatok és objektumok valamennyi fegyverrel szembeni védettségét; növelni a saját csapatok és fegyverek harci hatékonyságát; a műszaki harcanyagok alkalmazásával veszteséget okozni az ellenségnek és akadályozni tevékenységét.”²⁴ „Fő feladatai: az ellenség, a terep és az objektumok műszaki felderítése; körletek, terepszakaszok, állások és vezetési pontok erősítési berendezése; átjárók létesítése és fenntartása műszaki záraikon és terepakadályokon; a terep és az objektumok aknamentesítése; a csapatok előrevonási, szétbontakozási és manőver útjainak berendezése és fenntartása; az álcázás műszaki rendszabályainak fenntartása; műszaki rendszabályok bevezetése a fegyverek csapásai következményeinek felszámolására; a természeti- és ipari katasztrófák következményei felszámolását biztosító műszaki rendszabályok fogantatása; részvétel a helikopter fel- és leszállóhelyek berendezésében, a repülőterek helyreállításában és fenntartásában; részvétel a vízi utak hajózhatóságának biztosításában; vízkitermelés és tisztítás; más műszaki feladatok végrehajtása.”²⁵

Magyarország NATO-csatlakozását követően átfogalmazódtak a műszaki csapatok feladatai, most már műszaki támogatás címszó alatt. Kovács Zoltán *Mozgásakadályozás: elvek, módszerek és eszközök* című könyvében erről az alábbiak olvashatók:²⁶ „A műszaki támogatás magába foglalja mindazokat a speciális szaktevékenységeket és rendszabályokat, melyeket a különböző katonai műveletek folyamán, mint műszaki feltétel meg kell teremteni az alkalmazásra kerülő katonai kötelék sikeres feladat-végrehajtásához. A műszaki támogatás számos feladatkört foglal magába, amelyeket a NATO STANAG²⁷

²³ JACOBI 1938: i. m. 1.

²⁴ Mű/91. Szakutasítás az összefegyvernemi harc műszaki biztosítására (1994). *Magyar Honvédség*, (3).

²⁵ Mű/91. 1994: 3–4.

²⁶ KOVÁCS Zoltán (2022): *Mozgásakadályozás: elvek, módszerek és eszközök*. Budapest: Ludovika.

²⁷ Szabványosítási Egyezmény (Standardization Agreement – STANAG).

2394 Szövetséges Harcászati Katonai Műszaki Doktrína²⁸ szerint a katonai műveletek összetevőinek más-más eleméhez kapcsolódnak. [...] A Katonai Műszaki Doktrína az egyes műszaki szakfeladatokat a jellegüktől, irányultságuktól függően négy nagy csoportba sorolja be: a saját csapatok mozgását és manővereit támogató; az ellenség mozgását és manővereit akadályozó; a saját csapatok túlélőképességének fenntartását, fokozását biztosító; valamint az általános műszaki támogatási feladatok csoportjába.”²⁹ A továbbiakban – csak felsorolás szintjén – nézzük át az egyes feladatok belső tartalmát!

A saját csapatok mozgását támogató feladatok: átkelőhelyek berendezése és fenntartása; műszaki záruk és akadályok leküzdése (átjárónyitás); a területek akadálymentesítése; az utak akadálymentesítése; a mozgási útvonalak (út, vasút, vízi út) műszaki felderítése; menetvonalak, utak építése, javítása, fenntartása; a hajózható vizeken a mozgás hadihajós támogatása; az előretelepített csapatlégierő támogatása.

Az ellenség mozgását akadályozó feladatok: műszaki záruk (robbanó és nem robbanó) telepítése, fenntartása; rombolások előkészítése és végrehajtása.

A túlélőképesség fenntartását, fokozását biztosító feladatok: a körletek, terepszakaszok, állások és vezetési pontok erősítési berendezése; az álcázás (rejtés) műszaki rendszabályainak végrehajtása.

Általános (infrastrukturális) műszaki feladatok: víz kitermelése és tisztítása; a műszaki felderítés (terepkutató) végrehajtása; részvétel repülőgépek, helikopterek részére szükséges fel- és leszállóhelyek berendezésében és fenntartásában; részvétel repülőtéren károk kijavításában, a repülőtér működőképességének helyreállításában; részvétel fontos vasúti, kikötői létesítmények építésében, javításában, azok működőképességének biztosításában; a csapatok ellátását biztosító fő ellátási útvonalak javítása, fenntartása; részvétel a pusztító fegyverek csapásai következményeinek felszámolásában; részvétel természeti és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában, illetve környezetvédelmi feladatokban; részvétel az infrastrukturális tevékenységek műszaki támogatásában; a műszaki szakfeladatokhoz szükséges építményelemek, szerkezetek előkészítése; a terep és az objektumok tűzszerészi átvizsgálása, aknamentesítése, a robbanószerkezetek hatástalanítása.

A Nemzetvédelmi Egyetemen folyó hadtudományi képzés a társadalomtudomány területéhez tartozott, a Vezetés- és Szervezéstudományi Karon pedig a műszaki tudományok területén folyt az oktatás. A felsorolt műszaki biztosítási/támogatási feladatok egy része a hadtudományon belül kutatható, egy másik részük azonban mérnöki feladatokhoz kapcsolódik. A korábbi Hadtudományi Doktori Iskolán az okleveles mérnöki egyetemi végzettséggel rendelkező doktoranduszok számára nagy kihívást jelentettek az első év hadászati ismereteket tartalmazó tantárgyai (szemben a katonai akadémiát végzettekkel), hiszen ők a katonai főiskolán csak szakasz-század szintű harcászati ismereteket szereztek. Így fogalmazódott meg bennem a gondolat, amelyet aztán tett is követett: a katonai műszaki infrastruktúra elmélete tudomány szak megalapítása

²⁸ ATP-3.12.1 *Allied Tactical Doctrine For Military Engineering*. Edition A, Version 1 (2016). Brussels: NATO Standardization Office. (STANAG 2394.)

²⁹ Kovács 2022: 10–11.

a Katonai Műszaki Doktori Iskolán. A képzés céljaként a következőket fogalmaztam meg: „olyan szakirányú okleveles mérnöki vagy egyéb műszaki jellegű egyetemi végzettségű doktoranduszhallgatók képzése, akik békében, háborúban és minősített helyzetben, továbbá békefenntartó műveletek során a katonai műszaki infrastruktúra jelölt létesítményei tervezésének, építésük megszervezésének és vezetésének, valamint fenntartásuk és karbantartásuk irányításának tudományos igényű továbbfejlesztésében kívánnak részt vállalni.”

A tanulmány bevezetőjében írtam arról, hogy a kutatási terület létrejöttéhez két fontos dologra volt szükség: az IFOR/SFOR Magyar Műszaki Kontingens nemzetközi elismerést kiváltó békefenntartó missziós munkájára és a VSZTK műszaki tanszékén folyó építőmérnök-szakos alapképzés sikeres akkreditációjára. Hiába folyt magas színvonalú, sikeres oktató- és kutatómunka a tanszéken, doktori tudomány szak indításához tudományos fokozattal rendelkező oktatók is szükségesek. A korábbi Kossuth Lajos Katonai Főiskolán azonban nem volt igény az akkori vezetés részéről erre. A VSZTK-hoz került tanszéken tanszékvezetői megbízásomat követően egyik fő feladatomban az oktatók tudományos továbbképzésben történő részvételének támogatását, segítségét tekintettem. Elsőként két okleveles mérnök kollégámat sikerült meggyőzni ennek fontosságáról. A KMDI megalapításának időszakában viszont ők még csak 2., illetve 3. éves hallgatók voltak a ZMNE Hadtudományi Doktori Iskolája akkori „F” alprogramjában, és bár kutatási témájuk szorosan kapcsolódott a meghirdetendő kutatási területhez, ez a sikeres akkreditációhoz nem volt elégséges. Az indítandó tudomány szak problémáival megkerestem dr. Bényei András professzort, a BME Építőmérnöki Kar nyugalmazott kari dékánját. A professzor úr – megértve, hogy új, eddig ilyen formában soha sem volt tudomány szak létrehozásának belső személyi feltételei a legjobb szándék ellenére is csak hosszú évek munkájával teremthetők meg – maximális támogatásáról biztosított annak kialakításával kapcsolatban. Segítségével és közbenjárásával a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar akkori dékánja többek között az SFOR MMK által végzett munka szakmai sikere elismeréseként az országban egyedülként engedélyezte számunkra, hogy témafelelősként az egyetem oktatói csatlakozzanak az induló képzéshez. Így a nevezett oktatókkal való egyeztetést követően, 2001. április 2-án az alábbi javaslatot adhattam le a KMDI alapításán dolgozó kollégáknak a katonai műszaki infrastruktúra elmélete tudomány szakra vonatkozóan.

Tudomány szak vezető: dr. habil. Lukács László mk. alezredes, tanszék vezető, egyetemi docens, a hadtudomány kandidátusa.

Témacsoportok és témák:

Törzstantárgy: A katonai műszaki infrastruktúra – szigorlat – témavezető: dr. habil. Lukács László.

Szaktantárgyak – kollokvium:

– Katonai védelmi létesítmények témacsoport

- Állandó és félállandó védelmi létesítmények – témavezető: dr. Kovács Tibor mk. alezredes (PhD), ZMNE HTK Műszaki Hadműveleti-Harcászati Tanszék
- Védett vezetési pontok üzemeltetése és fenntartása – témavezető: dr. Kovács Tibor mk. alezredes
- Katonai közlekedésépítés témacsoport
 - Útépítés – témavezető: dr. Orosz Csaba egyetemi docens (PhD), okleveles építőmérnök, mérnök-matematikus szakmérnök, BME Út- és Vasútépítési Tanszék
 - Hídépítés – témavezető: dr. Iványi Miklós egyetemi tanár (DSc), BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke
 - Légi közlekedés közlekedési műtárgyai – témavezető: dr. Baráth Sándor mk. alezredes, a hadtudomány kandidátusa, a HM Katonai Légügyi Hivatal Repülőtér Felügyeleti Osztály osztályvezetője
 - Vízi közlekedés műtárgyai – témafelelős: dr. Varga István egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa, BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék
- Polgári mérnöki szerkezetek katonai alkalmazása témacsoport
 - Acélszerkezetek – dr. Papp Ferenc egyetemi docens, a műszaki tudományok kandidátusa, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke
 - Beton- és vasbeton szerkezetek – dr. Bódi István egyetemi docens, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke
 - Faszervezetek – dr. Bódi István egyetemi docens
 - Földanyagú szerkezetek – témavezető: dr. habil. Farkas József (DSc) tanszékvezető egyetemi tanár, BME Geotechnikai Tanszék
- Speciális katonai-műszaki feladatok témacsoport
 - Bontási munkák – témavezető: dr. Bohus Géza, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi docens, Miskolci Egyetem (az OMBKE³⁰ Robbantástechnikai Szakbizottság elnöke)
 - Robbantási feladatok – témavezető: dr. habil. Lukács László mk. alezredes, dr. Földesi János, a műszaki tudományok kandidátusa, egyetemi docens, Miskolci Egyetem
 - Építmények védelme különleges hatások (tűz, robbanás stb.) ellen – témavezető: dr. Mueller Othmár, a hadtudomány kandidátusa, az Igazságügyi Műszaki Szakértői Intézet nyugalmazott igazgatója (az ÉTE³¹ Robbantástechnikai Szakbizottság elnöke)

Választható tantárgyak (kutatói szemináriumok):

- Állandó hidak műszaki értékelése (Iványi)
- Hidak állapotfelmérése (Iványi)
- A sérült és rombolt hidak helyreállítása (Iványi)

³⁰ OMBKE – Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület.

³¹ ÉTE – Építéstudományi Egyesület.

- Hidak megerősítése (Iványi)
- Polgári és katonai hídkészletek (Iványi)
- Parkolóhelyek tervezése (Orosz)
- Az utépítési munkák költségvetése (Orosz)
- Katonai utak felmérése GPS-műszerekkel (Orosz)
- Útkárok felmérése (Orosz)
- Számítógéppel támogatott úttervezés (Orosz)
- A vízi közlekedés hidraulikai és hidrológiai összefüggései (Varga)
- A vízi közlekedés műtárgyai (Varga)
- Építési munkákat megelőző aknamentesítési feladatok békefenntartó műveletekben és harcban (Lukács)
- A jégvédekezés robbantási feladatai (Lukács)
- A katonai robbantási feladatok környezetvédelmi aspektusai (Lukács)
- Robbanóanyagokkal szennyezett talajok mentesítése, remediációja (Mécs Imre)
- A robbantások nemkívánatos hatásai elleni védelem (Földesi)
- Az állandó (állami) erődítés (Kovács T.)
- A védett vezetési pontok fenntartásának és üzemeltetésének feladatai (Kovács T.)
- Az állandó erődítési építmények tervezése (Kovács F.)
- Állandó erődítési építmények létesítése a NATO-elvek szerint (Kovács F.)
- A hadszíntér előkészítés feladatai, különös tekintettel a védett vezetési pontokra (Kovács T.)
- Talajok teherbíró képességének fokozása (Farkas)
- Talajmechanikai példák, esettanulmányok (Farkas)
- A talajfeltárás korszerű módjai (Farkas)
- Boltozati hatás kialakulása földtestekben (Farkas)

Az építőmérnöki területek mellett a képzésben – nem véletlenül – megjelentek a robbantástechnika körébe tartozó tárgyak is. Az ipari robbantástechnikában a robbantásokat tervező, végrehajtásukat irányító vezetők, az úgynevezett „robbantásvezetők” mindig is csak megfelelő műszaki előképzettséggel tehették le az erre jogosító vizsgát.³²

Kudarok és eredmények – a bolognai folyamat és a Magyar Honvédség átalakításának hatása a műszaki tanszéken folyó oktató- és kutatómunkára

A műszaki tisztek képzési rendszere következő átalakításának oka a bolognai folyamat volt. A képzési reform bevezetése súlyos következményekkel járt az építőmérnöki diplomát adó, főiskolai szintű műszaki tisztképzésre. A korábbi rendszerben a műszaki főiskolák hároméves képzés után bocsátották ki a hallgatókat a polgári életbe. A katonai főiskolai

³² A legújabb szabályozás szerint (a korábbiakkal megegyezően): „Robbantásvezetői engedélyt az kaphat, aki [...] felső- vagy középfokú műszaki végzettségű [...]” A Szabályozott Tevékenységek Felügyelet Hatósága elnökének 27/2022. (I. 31.) SZTFH rendelete az Általános Biztonsági Robbantási Szabályzatról, 5. § (1) b) (2022). *Magyar Közlöny*, (17), 919.

képzés négy éve így lehetőséget biztosított arra, hogy a civil főiskolai képzés MAB által előírt követelményeit teljesítsük, ugyanakkor a speciális katonai feladatokra is felkészítsük hallgatóinkat. A bolognai folyamat eredményeként azonban az építőmérnöki BSc-képzés négyévesre módosult a hazai felsőoktatásban. Ennek a katonai képzés már nem tudott eleget tenni. A helyzetet tovább nehezítette a Honvédelmi Minisztérium által megfogalmazott új elvárás, amely szerint a kialakítandó képzési rendszerben a hallgatók szak-/szakirányválasztására csak a képzés második tanévének végén kerüljön sor (addig közös program szerint oktatják őket). Várható igényeikhez igazodva és tudva azt, hogy az átalakított képzési szerkezet által biztosított négy tanszéki szemeszter alatt nem vállalható fel a korábbi hat szakmai szemeszterben folytatott építőmérnökszakos képzés teljes vertikuma, szakmai felelősséggel csak az első tiszti beosztásra történő közvetlen felkészítés lehetett a cél. Ezért kidolgoztuk a ZMNE BJKMK had- és biztonságtechnikai mérnöki (BSc) alapszakhoz³³ kapcsolódva a műszaki, katasztrófavédelmi és közlekedési szakirány programját.³⁴ Ezen belül a műszaki és katasztrófavédelmi képzés kötődött a tanszékhez.

Kijelölt szakirányfelelősként az alábbi – az oktató kollégák és a megrendelő szervezetek képviselői által is támogatott – javaslatom alapján készítettük el az új tantervet. A számunkra biztosított két tanév 5–6. szemeszterében az elengedhetetlenül szükséges műszaki szakmai alapokat oktattuk minden hallgatónk számára. A 3. tanév tavaszán a megrendelő HM pontosította a kibocsátandó fiatal tisztek első tiszti beosztásait, ennek alapján az utolsó tanév két szemeszterében a konkrét csapatbeosztásra történő felkészítést hajtottuk végre, négymodulos képzés keretében. Harcos- és építőműszakialegységparancsnoki, műszaki technikai/logisztikai, valamint (az elhelyezési szolgálat főnökeként beosztást kapó) műszaki fenntartási területen végzett hadmérnök tiszteket tudtunk így képezni a Magyar Honvédség részére. A fenntartási modul keretében folytatott szakmai képzés a volt „kossuthos” magasépítőszak felélesztését jelentette, tekintve, hogy megrendelői igény volt, képzés viszont nem a katonai felsőoktatásban ezen a szakterületen.³⁵

A szakirány megalkotásánál még egy régi elgondolásomat sikerült megvalósítani: a korábbi Polgári Védelem rendszeres megrendelője volt a KLKF műszaki szaktanszékén végzett műszaki tiszteknek. A katasztrófavédelmi feladatok végzése során hasonló felkészültségű mérnökök szaktudására továbbra is szükség volt, hiszen sem a Rendőrtiszti Főiskola katasztrófavédelmi, sem a ZMNE védelmi igazgatási szakán tanulók nem szereztek kellő mélységű ilyen irányú ismereteket. Így terveztem be a szakirányhoz a katasztrófavédelmi specializációt is, amelynek tantervi előkészítésébe és vezetésére a többek között kandidátusi disszertációjában is ezzel a témával foglalkozó műszaki tisz

³³ Az oktatási miniszter 31519-6/2004 sz. engedélye a had- és biztonságtechnikai mérnöki alapszak indítására.

³⁴ A szakirányfelelős dr. Lukács László ny. mk. alezredes volt. 2010. október 10-ei lemondását követően dr. Kovács Zoltán okl. mk. őrnagy vette át a feladatot.

³⁵ NÉMETH Béla (2002): A Magyar Honvédség infrastrukturális szakterülete. *Műszaki Katonai Közlöny*, 12(3–4), 33–46.

kollégát, dr. Padányi Józsefet kértem fel.³⁶ Ez a képzés azért is fontos volt, mert alapul szolgált a későbbiekben alapított katasztrófavédelmi mérnöki mesterszakunkhoz.

A kényszer szülte helyzet megoldására még a fentiek szerint átalakított képzés tűnt a legelfogadhatóbb megoldásnak. A főiskolát végzett műszaki tisztek – korábban bemutatottak szerinti – okleveles mérnöki továbbképzése viszont a hadmérnökképzés beindítását követően lehetetlenné vált a civil egyetemeken. Ez egyben a Katonai Műszaki Doktori Iskola, ezen belül a katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási terület potenciális hallgatóinak elvesztését is jelentette. A kari vezetés elfogadta ennek a problémának egyfajta orvoslására tett javaslatomat, amelynek alapján 2005-ben megalakult a katasztrófavédelmi mérnöki mesterszak műszaki és technikai, valamint műszaki és mentésszervezői szakiránnyal.³⁷ A 2006/2007-es tanévtől kezdődő kétéves levelező képzés kizárólag a tanszékünkön, a dr. Szabó Sándor professzor által vezetett műszaki és technikai szakirányon indult, és folyt.³⁸ A szakirányon a képzés célja olyan „mester-diplomás” katasztrófavédelmi mérnökök kibocsátása volt, akik a BSc-képzésben leírt célokon túl képesek a környezetvédelmi, kárelhárítási és katasztrófavédelmi szakfeladatokkal kapcsolatos műszaki fejlesztési, kutatási feladatok önálló ellátására, továbbá bonyolult és speciális mérnöki szakfeladatok (környezetvédelmi, kárelhárítási és katasztrófavédelmi) tervezésére és szervezésére. 2008–2013 között négy évfolyamon összesen 46 fő szerzett okleveles katasztrófavédelmi mérnöki diplomát.

A Katonai Műszaki Doktori Iskola 2002-es alapítását követően a katonai műszaki infrastruktúra elmélete tudományszakon megjelentek az első hallgatók. Ugyanakkor az élet újabb kihívásokat hozott a saját oktatói állomány fejlesztésében. Két – a doktori képzésben történő részvételre is tervezett – kollégánk sikeresen megvédte disszertációját *A békeműveletek és katasztrófa-elhárítás során alkalmazható ideiglenes hídhelyreállítás és megerősítés lehetőségei az IFOR–SFOR erők boszniai tevékenységének tapasztalatai alapján* és *Új építési technológiák alkalmazási lehetőségei katonai építési gyakorlatban, különös tekintettel a NATO tagságból adódó, várható feladatokra* címmel. Karrierjük szempontjából viszont olyan kedvező állásajánlatot kaptak a Honvédelmi Minisztériumban, hogy elhagyták a tanszéket. Főiskolás tisztjelöltjeink képzésében (külsős óraadóként) továbbra is részt vettek, a doktori iskolában történő téma- és tantárgyhirdetéshez előírt publikációs feltételek teljesítését viszont munkájuk mellett már nem vállalták. Két másik fiatal okleveles építőmérnök kolléga doktori képzését is beterveztük, aztán a 2002–2003-as tanévben az Egyetem 15%-os, „fünyíróelvű” létszámcsökkentése során az egyik – a képzés első évét már sikeresen teljesítő – oktatónktól kellett megválnunk, aki így tanulmányait is befejezte. Ugyanígy járt egy másik oktatónk is, aki abban az évben jelentkezett a levelező tudományos továbbképzésre, de a felvételi napján került sor a tanszéken megszűnt beosztása miatti személyi elbeszélgetésre vele. Elvesztésük azért is fájó,

³⁶ PADÁNYI József (1994): A Magyar Honvédség műszaki csapatainak lehetőségei és feladatai békeidőben a természeti- és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában. Kandidátusi értekezés.

³⁷ SZABÓ Sándor – TÓTH Rudolf (2009): Új lehetőségek a katasztrófavédelmi mérnökök kiképzésében. *Műszaki Katonai Közlöny*, 19(1–4), 231–252.

³⁸ A műszaki és mentésszervezői szakirányon nem indult osztály.

mert a Magyar Honvédség szempontjából fontos – meglehetősen elhanyagolt – területen végeztek volna kutatást: a békeműveletek műszaki támogatási feladatai környezetvédelmi kérdései, illetve a katonai robbantási és bontási feladatok újszerű értelmezése terén, különös tekintettel a békefenntartó műveletek sajátosságaira és a környezetvédelmi előírások betartására.

A Magyar Honvédség átalakítása során történő munkahelymegszűnés külső hallgatóinkat is érintette. Fontos téma volt a Németh Béla által *Az MH ingatlangazdálkodási gyakorlatának elemzése és annak hatékonysága fokozásának módszerei a modern ingatlanpiaci környezetben* címmel a kutatási területen sikeresen megvédett disszertáció, de az átalakítás során megszűnt a kidolgozó beosztása. Szintén idő előtti nyugdíjazás miatt hagyta abba a volt Haditechnikai Intézetnél fejlesztő mérnökként dolgozó kolléga *Új robbantóanyagok és robbantási eljárások a MH műszaki csapatainál, különös tekintettel a védelmi felülvizsgálatból adódó újszerű feladatokra és a környezetvédelmi kérdésekre* című kutatását.

Közben újabb tanszéki oktatóink érték el a szolgálati nyugdíj korhatárát, és pótlásukra három tudományos fokozattal rendelkező – szintén nyugdíjas katona – kolléga vállalta el a felkérésem a tanszék docensi beosztásának betöltésére: dr. Kovács Ferenc, dr. Baráth Sándor és dr. Tóth Rudolf. Érkezésükkel tovább fejlődött a katonai műszaki infrastruktúra kutatási terület is. Megjelentek a kritikus infrastruktúra védelmére vonatkozó tárgyak és témakiírások, majd ehhez kapcsolódóan a robbantásos cselekmények elleni védelem lehetőségeivel kapcsolatos kutatások.³⁹ Új szigorlati tárgyakat is hirdettünk:

- Katonai infrastruktúra és fejlesztésének kérdései (Kovács F.)
- A katonai és a kritikus infrastruktúra védelme (Kovács F.)
- A „Force Protection”-feladatok végrehajtásának újszerű műszaki felszerelései, azok alkalmazásának elvei, lehetőségei (Kovács T.)
- Katonai táborok infrastruktúrája (Baráth S.)

Doktori kutatási területünk munkáját is támogatta a 2009-ben a tanszéken általam megalapított műszaki és katasztrófavédelmi szakmai-tudományos műhely, az alábbi kutatási területekkel, témákkal:

- A műszaki támogatás általános elmélete
- Katonai műszaki infrastruktúra
- Korszerű műszaki technikai eszközök és harcanyagok
- A környezetbiztonság és a katasztrófavédelem műszaki területei
- Robbantástechnika

A szakmai műhely az alábbi együttműködő partnerekkel rendelkezett.

1. A szakmai-tudományos műhely hazai ipari kapcsolatai:
 - a. Fegyvernemi Állandó Munkacsoport (FÁM)⁴⁰ Műszaki Szekció
 - b. MH Összhaderőnemi Parancsnokság

³⁹ Bővebben lásd DARUKA Norbert (2010): A katonai műszaki infrastruktúra elmélete tudománysszak tárgya és eredményei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20(1–4), 9–20.

⁴⁰ A 147/2007. (HK. 2/2008) HM utasítás szerint a műszaki tisztképzés szakmai felügyeletét gyakorló, a megrendelő katonai szervezetek vezetőiből álló munkabizottság.

- c. HM Infrastrukturális Ügynökség⁴¹
 - d. HM Fejlesztési és Logisztikai Ügynökség
 - e. Magyar Robbantástechnikai Egyesület (MARE)
 - f. S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-Fejlesztő Kft.
 - g. TÜV Rheinland InterCert Kft.
 - h. Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF)
 - i. Magyar Polgári Védelmi Szövetség
- 2. A szakmai-tudományos műhely hazai akadémiai kapcsolatai:
 - a. A BMGE Építőmérnöki Kar PhD-képzésben érintett tantárgyfelelős oktatói
 - b. Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Bányászati és Geotechnikai Intézet Bányászati és Geotechnikai Intézeti Tanszék
 - c. Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki Szakosztály
 - d. A Magyar Tudományos Akadémia IX. Gazdaság- és Jogtudományok Osztálya Logisztikai Tudományos Bizottsága
 - 3. A szakmai-tudományos műhely nemzetközi ipari kapcsolatai:
 - a. Szlovák Robbantástechnikai Egyesület
 - b. Project Center for Nanotechnology and Advanced Engineering, Athen, Greece (együttműködésben a Greek National Center for Scientific Research „Demokritos” és a Russian Research Center „Kurchatov Institute” szervezettal)
 - c. European Federation of Explosives Engineers (EFEE)
 - 4. A szakmai-tudományos műhely nemzetközi akadémiai kapcsolatai:
 - a. University of Defence Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno)
 - b. University of Defence Faculty of Economics and Management/Department of Combat Support Management (Czech Republic, Brno)

A nehézségek ellenére 2010-re a műszaki tanszék elérte oktatási és kutatási tevékenysége csúcspontját. Jól, a műszaki támogatási feladatok elvégzésére sokoldalúan felkészült mérnökparancsnok-tiszteket adott a műszaki csapatoknak, továbbá okleveles katasztrófavédelmi mérnökszakembereket képzett. A képzési programjához kapcsolódó műszaki katonai infrastruktúra elmélete önálló doktori kutatási területtel rendelkezett, amelynek munkáját az ugyancsak a tanszéken gondozott mértékadó, lektorált tudományos folyóirat, az 1991-ben alapított *Műszaki Katonai Közöny* szakfolyóirat támogatta. Megtisztelő volt, hogy 23 éven át főszerkesztőként „bábáskodhattam” a lap kiadásában. Tanszékvezetői munkám során kiemelkedő fontosságúnak tartottam, hogy a civil felsőoktatási intézményekhez hasonlóan kétirányú, egymással szorosan összefüggő feladatot tudjon a tanári állomány végezni: a magas színvonalú képzést és a tudományos műhelyként való tevékenységet. Ezért a tanszék az oktatás mellett a tudományos közéletben is jelentős szerepet vállalt szakmai konferenciák szervezésében való részvétellel. A BJKMK által szervezett Haditechnika Nemzetközi Szimpóziumokon 2002 és 2010 között hat, a New

⁴¹ A Had- és Biztonságtechnikai Mérnöki Alapszak műszaki specializáció fenntartási moduljának megrendelője.

Challenges in the Field of Military Sciences – International Scientific Conference rendezvényen öt évben szerveztünk önálló műszaki szekciót, ahol a tanszék oktatói mellett a szakmánkhoz kapcsolódó hazai és külföldi, katonai és civil kutatók, PhD-hallgatók ismertették eredményeiket. Ugyanígy külön szekciót szerveztünk 2009–2013 között három alkalommal a repüléstechnika-konferenciákon is.

A robbantástechnika kutatási terület munkáját nagyban segítette, hogy a tanszéken folytatott magas szintű robbantástechnikai képzésünk elismeréseként és személyes barátságunk eredményeként a 2002 decemberében elhunyt dr. Mueller Othmár, az ÉTE⁴² Robbantástechnikai Szakbizottság alapítója és vezetője az általa összegyűjtött mintegy 26 ezer kötetes robbantástechnikai szakkönyvtárat⁴³ a Nemzetvédelmi Egyetemre hagyományozta.⁴⁴

2010-ben a következő 8 oktatóval folyt a műszaki tiszti Hadmérnöki BSc, a Katasztrófavédelmi mérnöki MSc és a KMDI katonai műszaki infrastruktúra kutatási területén a PhD-képzés:

- Dr. Baráth Sándor ny. mk ezredes, egyetemi docens, a hadtudomány kandidátusa, okleveles építőgépész-mérnök, több NATO-munkacsoport tagja, volt MH Katonai Légügyi Hivatal repülőtér-hálózati osztályvezető, majd HM építéshatósági osztályvezető;
- Dr. Dénes Kálmán mk. őrnagy, egyetemi adjunktus, PhD (katonai műszaki), okleveles építőmérnök;
- Dr. univ. Hubina István ny. mk. ezredes, főiskolai docens, okleveles építőmérnök, volt SFOR MMK főmérnök;
- Dr. Kovács Ferenc ny. mk. ezredes, PhD (hadtudomány), egyetemi docens, okleveles szerkezetépítő mérnök, okleveles mélyépítő mérnök, volt HM biztonsági beruházási főosztályvezető;
- Dr. Kovács Zoltán mk. alezredes, PhD (hadtudomány), egyetemi docens, ZMKA, okleveles katasztrófavédelmi mérnök;
- Prof. dr. Lukács László ny. mk. alezredes, habilitált egyetemi tanár, a hadtudomány kandidátusa (CSc), Kujbisev Katonai Műszaki Akadémia, Moszkva, volt SFOR MMK parancsnokhelyettes;
- Prof. dr. Szabó Sándor mk. ezredes, habilitált egyetemi tanár, a hadtudomány kandidátusa (CSc), ZMKA Műszaki Tanszék, vezérkari tanfolyam;
- Dr. Tóth Rudolf ny. mk. dandártábornok, PhD (hadtudomány), egyetemi docens, okleveles épületgépész-mérnök, gépipari gazdasági mérnök, volt Fővárosi Polgári Védelmi Parancsnok, majd Összhaderőnemi Logisztikai és Támogató Parancsnokság (ÖLTP) parancsnokhelyettes.

⁴² Építéstudományi Egyesület.

⁴³ LUKÁCS László (2006): A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Központi Könyvtár, Dr. Mueller Othmár Robbantástechnikai különgyűjteménye. *Műszaki Katonai Közlöny*, 16(1–4), 135–142.

⁴⁴ A nevet viselő robbantástechnikai különgyűjtemény a Nemzeti Közszoigálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Kari Könyvtárában található ma is.

További négy, szintén a tanszékről kikerült PhD-fokozatos külső oktatóval (dr. Kovács Tibor, ZMKA; dr. Gulyás András, dr. Havasi Zoltán, dr. Németh Béla – okleveles építőmérnökök) voltunk képesek lefedni képzésünk minden szakmai területét.

A tanszék tudományos életében kiemelkedő jelentőségű volt a 2012–2013 között az Óbudai Egyetem és a ZMNE által közösen elnyert TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 – Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projektben való részvétel. A projekt keretében két kutatási alprogramot szerveztem és vezettem *Építmények védelme, megerősítése robbantásos cselekmények ellen*, valamint *Robbantásos fémmegmunkálás* címmel. A pályázat kiemelt céljai között szerepelt többek között a szellemi potenciál fejlesztése (az oktatói-kutatói állomány bővítése, képzése), valamint az intézményi kapcsolatrendszer fejlesztése, kutatási hálózatok megszervezése.

A robbantásos cselekmények elleni védelemmel kapcsolatos kutatás során az alábbi részfeladatokat végezték el a munkacsoportban részt vevő szakemberek:

- a robbantásos merényletek jellemzőinek meghatározása;
- bekövetkezett robbantásos merényletek – esettanulmányok;
- a kritikus infrastruktúra körébe tartozó létesítmények veszélyeztetettségének meghatározása kockázatelemzéssel;
- a robbanási hatások elleni védelmet szabályozó hazai és nemzetközi előírások tanulmányozása, kutatása, összehasonlítása – elkészült az *Építmények robbantásos cselekmények elleni védelmét szolgáló hazai és nemzetközi szabályozók, szabványok, szabályzatok, egyéb szakanyagok* című kutatási adatbázis DVD-n, amely a témával kapcsolatos 323 db dokumentumot tartalmazza, szakszavakkal kereshető formában;
- a robbanási lökéshullám építményekre gyakorolt hatásának modellezése számítógépes programok (ProSAir,⁴⁵ ANSYS LS DYNA) alkalmazásával;
- kísérleti robbantások végrehajtása (tetril, trotil és ANDO-V robbanóanyaggal) a robbanási terhek pontosítására a TÜV Rheinland InterCert Kft. közreműködésével + a *Kísérleti robbantások háromféle robbanóanyag robbanásfizikai paramétereinek és arányossági jellemzőinek megállapításához* című dokumentumfilm elkészítése;
- az adatok tükrében ajánlások kidolgozása az egyes állandó építmények kialakítására, megerősítésére, védelmi képességének fokozására;
- a program alkalmazhatóságának vizsgálata missziós katonai műveletek Force Protection-feladatai során.

A munkában 7 minősített és 10 nem minősített oktató, kutató, továbbá 3 doktorandusz és 3 egyéb szakértő, valamint 9 külföldi szaktekinetly (cseh, német és spanyol) vett részt. 12 hazai és külföldi konferencián 35 előadás tartottak, 79 folyóiratcikket (magyar, angol és szlovák nyelvű), 5 tanulmányt, 1 TDK-dolgozatot írtak. 2 záró tanulmányt készítettünk:

⁴⁵ A programot – kérelmünkre – ingyen biztosította a kutatás idejére az angol Cranfield University.

- *Állandó épületek robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszere, lehetőségei, eszközei* (500 oldal);
- *Katonai táborok robbantásos cselekményekkel szembeni védelme fokozásának módszere, lehetőségei, eszközei* (519 oldal).

A kutatásban részt vevők 4 PhD-értekezést védtek meg sikeresen:

- Balogh Zsuzsanna: *Katonai objektumok robbantásos cselekmények elleni védelmének lehetőségei*;
- Daruka Norbert: *A bűnös célú/terror jellegű robbantások és az ellenük való védekezés lehetőségei, különös tekintettel a tűzszerész feladatok ellátására*;
- Hernád Mária: *A robbanás és a robbanóanyagok emberi szervezetre gyakorolt hatásai és megelőzésük lehetőségei*;
- Román Zsolt: *SVBIED támadások elemzése, és a valószínűségi módszerek alkalmazása a védekezéssel kapcsolatos méretezési eljárásokban*.⁴⁶

A robbantásos fémmegmunkálás alprogramban 5 minősített és 5 nem minősített oktató, kutató, 4 egyéb szakértő (köztük 3 BSc-hallgató) és 7 külföldi szaktekinély (cseh, német, amerikai, görög) vett részt, aki 14 hazai és külföldi konferencián 35 előadást tartott, 33 folyóiratcikket (magyar, angol és szlovák nyelven), 5 tanulmányt, 3 TDK-dolgozatot és 3 BSc-szakdolgozatot írt. A kutatás nem csak elméleti síkon zajlott. A tényleges robbantási kísérletek (plattírozás, csőalakítás) mintadarabjait az akkor már NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar BUEHLER metallográfiai laboratóriumában értékeltük a robbantott munkadarabokból vizsgálati metszetek készítésével és azok speciális mikroszkópos vizsgálatával.

Bár a rendelkezésre álló költségkeret nagy ipari kísérletek végzését nem tette lehetővé, egy konkrét, a katonai gyakorlatban is alkalmazható „termék” született, a robbantással készíthető drótkötélhurok 6–8–10–12 mm átmérőjű acélsodronykötelekre.⁴⁷ A robbantott kötés minőségét statikus húzó és dinamikus rántó igénybevételre a Lothar Meyer professzor által vezetett német Nordmetall GmbH anyagvizsgáló cég végezte, pozitív eredménnyel. A kutatás további eredményei az alábbiak voltak:

- kiviteli tervdokumentáció elkészítése robbantástechnikai kutató-fejlesztő laboratórium kialakítására;
- 2 db egyetemi oktatási anyag kidolgozása gépészmérnök-hallgatók számára: a *Nagyenergiájú fémmegmunkálás* tantárgy megalkotása és az azonos című jegyzet⁴⁸ elkészítése;⁴⁹

⁴⁶ Ugyancsak a kutatás résztvevőjeként védte meg sikeresen az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskolájában Pető Richárd *Objektumok védelmének eszközei és lehetőségei a bűnös célú/terror jellegű robbantásokkal szemben* című értekezését.

⁴⁷ Bővebben lásd LUKÁCS László – SZALAY András (2020): *Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. között II. rész – Robbantásos fémmegmunkálás. Katonai Logisztika*, (4), 194–242.

⁴⁸ LUKÁCS László – RÁCZ Pál szerk. (2013): *Nagyenergiájú fémmegmunkálás. Jegyzet*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem.

⁴⁹ A tantárgyat oktatták az ÓE BGBMK gépészmérnök-hallgatói részére a 2013/2014-es tanév 2. félévében.

- *A robbantásos fémalakítás/megmunkálás hazai és nemzetközi alkalmazásának kutatása az NKE Központi Könyvtár, Mueller Othmár robbantástechnikai különgyűjteményében* című kutatási adatbázis kiadása DVD-n.

A projekt során az NKE csatlakozott a görög Mamalis professzor által – többek között robbantásos fémmegmunkálás és portömörítés témában – szervezett nemzetközi Scientific and Business Cooperation Agreementhez. A klaszter alapító tagjai, résztvevői az alábbiak voltak:

- Georgia Institute of Technology School of Materials Science and Engineering, Atlanta, Georgia, USA (Professor and Associate Chair Naresh Thadhani);
- Nordmetall GmbH, Adorf, Germany (Prof. Dr-ing, Dr.h.c. Lothar W. Meyer, director);
- Shock Wave and Condensed Matter Research Center, Kumamoto University, Japan (Professor Ichiro Akai, director);
- Project Center for Nanotechnology and Advanced Engineering (PC-NAE), a joint initiative of the Greek National Center for Scientific Research „Demokritos” and Russian Research Center „Kurchatov Institute”, Athens, Greece (Academician Prof. Dr-ing, Dr.h.c. Prof.h.c. Athanasios G. Mamalis, Project Scientific Director).

A kétéves TÁMOP-kutatás fenti két alprogramját a kutatócsoportok egyben „belépőnek” tekintették egy – a korábbi várakozások szerint meghirdetett – újabb kutatási projektbe. Ehhez előzetesen előkészítettük a *Kiemelten védett objektumok védelme VBIED-robbantásokkal*⁵⁰ *szemben* című és az *Alumínium fémhabra robbantással plattírozott tömör fémlemez szendvicsszerkezet gyártási technológiájának kidolgozása és az erre ható robbanási lökéshullám hatásának számítógépes modellezése (robbantásos cselekmények elleni védőeszköz tervezéséhez)* témájú hároméves kutatás nagybani tervét.

A Nemzeti Közszoigálati Egyetem megalakításának hatása a kutatási területre

A Nemzeti Közszoigálati Egyetem 2012-es megalakulását követően a volt ZMNE két karából létrejött Hadtudományi és Honvédtiszképző Karon (HTK) megszűnt a fenti TÁMOP-kutatás bázisaként is szolgáló műszaki tanszék és alapjaiban a mérnökképzés. Ez érintette a tanszékhez kapcsolódó had- és biztonságtechnikai alapképzési szakot és a katasztrófavédelmi mérnöki mesterszakot. Ugyanígy kikerült az egyetemről a biztonságtechnikai mérnöki alapképzési és mesterképzési szak is, amelyet átvett az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara. Az egykaros szervezetre történő átállás előtt a ZMNE két kara profiltisztítást hajtott végre. A BJKMK a műszaki tanszék fent bemutatott állományából két beosztást megszüntetve adta át az oktatókat a HTK szervezetébe, ahol további egy státuszt szüntettek meg. Az így megmaradt 5 fős tanári állomány „virtuális szakcsoportként” betagozódott a tüzér-,

⁵⁰ VBIED – Vehicle Born Improvised Explosive Device – gépjárműbomba.

a felderítő-, a vegyivédelmi és a térképésszszakmát is felölelő Műveleti Támogató Tanszék szervezetébe.

2012 decemberében kormányhatározat⁵¹ jelent meg a nyugdíjas közalkalmazottak közfoglalkoztatásának korlátozásáról. Emiatt (közel 90 fő, többségében tudományos fokozattal rendelkező NKE-s oktatóval együtt) további két tanszéki vezető oktatóval együtt távoztam a felsőoktatásból. Akkor vidéken laktam, és úgy gondoltam, hogy a közvetlen jelenlét, a rendszeres kapcsolattartás, a tudományos életben való rendszeres aktív tevékenység nélkül a kutatási terület vezetését tovább nem lehet felelősséggel vállalni. Ezért megköszönve az eddigi lehetőséget, kollégáim segítségét és támogatását a katonai műszaki infrastruktúra kutatási terület vezetéséről 2013. július 1-jével lemondtam.⁵² A vonatkozó előírások alapján ugyanettől az időponttól Doktori Iskola-törzstagsági viszonyom is megszűnt. Ugyanilyen okból lemondtam a *Műszaki Katonai Közlöny* főszerkesztői feladatáról is.

Távozásunkkal és a mérnökképzés megszüntetésével a TÁMOP-kutatás során elért eredmények elvesztek, a kialakított külföldi kapcsolatrendszer szintén széthullott, és a várt újabb, ilyen jellegű pályázat lehetősége is csak terv maradt. Így a két, valóban értékes eredményeket elért kutatás torzó maradt, a kutatócsoportok tagjait is más területek felé sodorta az élet.

A műszaki tisztképzés történetét bemutató tanulmányomat az alábbi gondolatokkal fejeztem be. „A jelenlegi helyzet tükrében nem tudok jövőbeni elképzeléseket vázolni. Ami biztos: a műszaki támogatási feladatok között továbbra is ott szerepelnek az építő-mérnöki ismereteket megkövetelő részfeladatok.

Szabó István honvédelmi államtitkár 2019-ben végiglátogatta a magyarországi egyetemeket, képzési együttműködési szerződéseket kötve velük. Így történt ez az Óbudai Egyetemen is, ahol az államtitkár úr bejelentette, hogy a Honvédelmi Minisztérium több felsőoktatási intézménnyel kötött már együttműködési megállapodást. Erre sok egyéb mellett azért van szükség, mert a Kormány által meghirdetett honvédelmi és haderőfejlesztési programjához partnereket kellett keresniük. Nem áll rendelkezésre ugyanis olyan műszaki képzési bázis, ahonnan a jövő katonamérnökeit, számítástechnikai szakembereit 'ki tudnák nyerni'. Értelemszerűen ezért keresik az együttműködés lehetőségét a műszaki felsőoktatási intézményekkel.

Az azóta eltelt időben Palkovics László innovációért és technológiáért felelős miniszternek az Országgyűlés Honvédelmi és Rendészeti Bizottságának 2021. június 8-án megtartott ülésén a hazai védelmi ipar helyzetéről tartott tájékoztatójában ez hangzott el: „Amikor egyetemre jártam, az olyan '89-ben véget ért, az én tankörtársaimnak a fele katona volt, olyan katona, aki a Zalkán elvégezte a Katonai Műszaki Főiskolát, és utána pedig a mérnöki diplomáját a Műszaki Egyetemen szerezte meg. Velem egykorúak; az volt az utolsó generáció, amikor egyébként még a magyar hadsereg ilyen típusú katonákkal rendelkezett – láttuk itt a számokat. Ez sajnos megszűnt, ezt kell most visszaépítenünk.”⁵³

⁵¹ 1700/2012 (XII. 29.) Korm. határozat a közszférában alkalmazandó nyugdíjpolitikai elvekről.

⁵² A feladatot Kovács Zoltán kollégánk vette át, és végzi ma is.

⁵³ Jegyzőkönyv az Országgyűlés Honvédelmi és rendészeti bizottságának 2021. június 8-án, kedden, 10 óra 59 perckor az Országház Széll Kálmán termében (főemelet 64.) megtartott üléséről (2021). 21.

Egy későbbi képviselői kérdésre válaszolva: „[...] a Zrínyi Nemzetvédelmi Egyetemet mi integráltuk, amiben azért hibát követtünk el, hogy a mérnökképzését megszüntettük. Az egy nagyon jó mérnökképzés volt, és azt sajnos megszüntettük.”⁵⁴ A miniszteri gondolatokat annyival egészíthetjük ki, hogy nem csak a volt „zalkás”, hanem – a fent bemutatottak szerint – a Kossuth Lajos Katonai Főiskola Műszaki Szaktanszékén végzett útépítő- és építőgépesüzemmérnök-hallgatók is így szereztek okleveles építőmérnöki vagy gépészmérnöki oklevelet a Műszaki Egyetemen.

Az elmúlt években a katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területen hirdetett témáinkra felvett 23 hallgató közül 9-en védtek meg sikeresen disszertációjukat, két hallgató jelenleg is tanulmányait folytatja. A kutatási terület két kiváló tagja, Szabó Sándor professzor és Barát Sándor ezredes elhunyt. Volt doktoranduszhallgatóink közül viszont Balogh Zsuzsanna és Daruka Norbert új téma- és tantárgyhirdető (külsős) oktatóként csatlakozott a kutatási terület munkájába. Kérdés, hogy a Magyar Honvédség egyre fogyó mérnöki végzettségű állományából kik tervezik még részvételüket a tudományos továbbképzésben. Ugyanígy a katasztrófavédelem területéről sem várhatunk újabb jelentkezőket. A doktori téma- és tantárgyhirdetésnek komoly feltételei vannak. A műszaki tanszék megszűnésével, az intézménynél 4 főállású kolléga maradt, közülük két fő még csak most vesz részt a doktori képzésben. Amikor 1998-ban megbízást kaptam az akkori VSZTK műszaki tanszékének vezetésére, az oktatást 13-an végeztük, a munkánkat további 3 – adminisztrációt és laborvezetést végző – kolléga segítette. Ezenkívül a Hadtudományi Karon is dolgozott a volt Zrínyi Mikós Katonai Akadémia műszaki tanszékének négy oktatója a hadműveleti-harcászati műszaki tanszéken. Ez az oktatói és potenciális tudományos kutatói létszám csökkent az újabb és újabb átszervezések során a fent bemutatott 8 főre, majd ért el a mai állapothoz. Ezért aztán a kutatási terület oktatóinak egy része (hozzám hasonlóan) „önkéntelen” nyugdíjas vagy más beosztásban dolgozó „külsős” tag, aki viszont ma nagyon is aktuális területen kutat, vezet témát: a kritikus infrastruktúra védelmében. Kérdés, hogy ezek a külső kollégák meddig vállalják a tudomány alázatos szolgálatának lehetőségét, ezzel együtt a folyamatos publikálást, az MTMT-adatbázis⁵⁵ és az ODT-honlap⁵⁶ aktualizálását, hogy ezzel megfeleljenek a téma- és tantárgyhirdetéshez előírt követelményeknek, és egyben hozzájáruljanak a Doktori Iskola akkreditációjának sikerességéhez is.

A Magyar Honvédség közben új területen számít a műszaki csapatok szaktudására, felkészültségére: a katasztrófavédelmi feladatokban történő részvételre. Dr. Ruszin-Szendi Romulusz, a Magyar Honvédség parancsnoka 2022. augusztus 1-jén jelentette be, hogy „[a]z elmúlt hetekben tapasztalt természeti katasztrófák arra ösztönöztek bennünket, hogy a katasztrófavédelmi rendszerben kijelölt állandó állomány mellé további erőket állítsunk készenlétbe. [...] a személyi állomány jelentős részét, három helyőrségben 250 embert jelöltek ki kézi, műszaki munkák elvégzésére, továbbá több munkacsoportot is felállítottak, amelyek munkagépekkel nehezebb műszaki feladatok ellátására is képesek

⁵⁴ Jegyzőkönyv... 2021: 32.

⁵⁵ Magyar Tudományos Művek Tára. A Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárának és Információs Központjának nemzeti tudományos bibliográfiai adatbázisa.

⁵⁶ Országos Doktori Tanács.

a természeti katasztrófák esetében. Ezek az erők szükség esetén Magyarország bármely területén bevetethők.”⁵⁷

A bejelentést tettek is követték. A Honvédelmi Minisztérium augusztus 16-i közleményében ez olvasható: „Több, mint 3 milliárd forint európai uniós támogatásból valósul meg a Magyar Honvédség katasztrófavédelmi eszközparkjának legújabb fejlesztése. Az Európai Unió Kohéziós Alapja (KA) támogatásával és a Magyar Állam társfinanszírozásával, létrejött a KEHOP-1.6.0-15-2021-00028 azonosítószámú, »A Magyar Honvédség katasztrófavédelemmel összefüggő beavatkozási képességének fejlesztése III.« című projekt, mely tervezetten 3,49 milliárd forint Európai Unió támogatás mellett, 4,04 milliárd forint teljes költséggel fog megvalósulni. A fejlesztésnek köszönhetően a Magyar Honvédség a jelenleginél még magasabb színvonalon nyújthat segítséget a természeti katasztrófák elleni védekezésben, valamint a keletkezett károk felszámolásában. [...] A fejlesztett képességekre – többek között – szállító kapacitásra, földmunka kapacitásra, műszaki mentés képességre, daruzási kapacitásra, bármely katasztrófa helyzetben szükség lehet, ahol sérül és javításra, újjáépítésre szorul az infrastruktúra, illetve ahol a lakosság otthona elhagyására kényszerül. [...] Az első néhány eszköz már átadásra is került, így több közúti nyerges vontató, földgaly- és útprofilozó gép, valamint a lánc-talpas kotró gép már most készenlétben áll és bármikor bevethető egy katasztrófa-helyzet esetén. A többi eszköz beszerzésére folyamatban van a közbeszerzési eljárás, a projekt tervezetten 2023. február végéig befejeződik.”⁵⁸

A műszaki tanszéken folyó oktatómunkában mindig szerepet kapott tisztjelöltjeink katasztrófavédelmi feladatokban történő részvételre történő felkészítése. Külön tantárgy keretében oktattuk többek között az árvízvédelmet, de ezt célozta a 2001/2002-es tanévtől kezdődően a képzési programunkba épített egyhetes Mabey&Johnson Universal híd-építési tanfolyam is, amelynek keretében a délszláv térségben széleskörűen alkalmazott ideiglenes híd-típus szerelését/építését is elsajátították hallgatóink, a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Tartalékgazdálkodási Kht. támogatásával. A 2006/2007-es tanévben már – az akkori MH Szárazföldi Parancsnokság felkérésére – oktatóink 4-szer egyhetes váltásban elvégezték a 37. II. Rákóczi Ferenc Műszaki Dandár (Szentés) NATO-erőkhöz felajánlott vegyes hídépítő-százada katonáinak gyakorlati felkészítését is (mintegy 100 fő). A 2008/2009-es tanévben újabb 3-szor egyhetes váltásban további 60 szentesi hídépítő-katona kiképzését végeztük el, majd a 2009/2010-es tanévben újabb 40 szentesi katona gyakorolt együtt hallgatóinkkal.

A katasztrófavédelmi feladatokra történő konkrét felkészítést szolgálta a fent bemutatott (azóta megszüntetett) katasztrófavédelmi mérnöki BSc- és MSc-képzésünk is. Szabó Sándor professzor, a KMDI katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területén témát is hirdetett a műszaki csapatok katasztrófavédelmi feladatokban történő alkalmazásának kutatására. Korai halála miatt már nem érhetette meg, hogy egyik nálunk végzett, volt okleveles katasztrófavédelmi mérnök doktoranduszhallgatója 2021-ben sikeresen védte meg *A műszaki gépek katasztrófák kárterületein történő alkalmazhatóságának elvei*

⁵⁷ RUSZIN-SZENDI Romulusz (2022): Növelik a katasztrófavédelmi állomány létszámát. *Honvedelem.hu*, 2022. augusztus 1.

⁵⁸ Katasztrófavédelem és a Magyar Honvédség (2022). *Honvedelem.hu*, 2022. augusztus 16.

és az egységes nyilvántartási rendszer kialakításának lehetőségei című disszertációját.⁵⁹ Árvízvédelemhez kapcsolatos kérdéssel foglalkozik kutatási területünk egyik jelenlegi hallgatója is, *A vízépitési műtárgyak elhasználódásának és egyéb eredetű rongálódásának hatása az üzemeltetésre és az ellenük való megelőző védekezés műszaki és egyéb lehetőségei* című témájával.

Összefoglalás

Befejezésként már csak egy kérdésre kell, kellene válaszolni. Az elmúlt 20 évben a Katonai Műszaki Doktori Iskola és ezen belül a katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási terület mennyiben végzett hasznos munkát a Magyar Honvédség és szűkebb szakmánk, a műszaki csapatok fejlődése érdekében? A 2015-ben a Magyar Honvédség vezérkari főnökhelyettese által írt tanulmányban⁶⁰ olvasottak elgondolkodtatóak. A Magyar Honvédségen belüli kutatómunka helyzetéről, feladatairól szólva a szerző hangsúlyozta, hogy „nem elegendő már a múlt eredményeinek ismerete, hanem fel kell tárni a jövő kihívásait, új és gyakorlatba átültethető ismeretekre van szükség, amelyeket a hazai és szövetségi feladatvállalásaink során egyaránt képesek leszünk alkalmazni. [...] Az MH tudományos tevékenységét ma *hat tudományos kutatóhelyen* (TKH) valósítja meg, összesen 14 hadtudományi részterületen.”⁶¹ Ezek közül „[a] Honvéd Vezérkar Tudományos Kutatóhelye (HVK TKH) a Honvédség legfiatalabb kutatóhelye, amelyet a Honvéd Vezérkarfőnök 2014-ben hozott létre. A kutatóhely bázisát az MH Kiképzési és Doktrinális Központ Doktrinális Elemző Értékelő Osztály állománya jelenti, de a kutatóhely személyi hatálya a teljes vezérkarra kiterjed. [...] A kutatóhely állományában három PhD végzettségű szakember, egy mesteroktató és egy doktorandusz dolgozik, de a munkában közvetlenül részt vesznek a HVK PhD fokozattal rendelkező főtisztjei és tábornokai is. [...] Célunk változatlan: szeretnénk új alapokra helyezni és megújítani a Magyar Honvédségnél folyó tudományos tevékenységet.”⁶² 2019-től a HVK TKH megnevezése Honvéd Tudományos Kutatóhelyre (HTKH) változott, és ahogy egy erről tudósító híradásban olvasható: „[a] tudományos szakmai műhely három – terrorizmus és hibrid hadviselés; nemzetközi és regionális tanulmányok; alkalmazott szociálpszichológia – kutatócsoportban végzi tevékenységét.”⁶³

Orosz Zoltán cikkét az alábbi következtetésekkel zárta. „A kutatómunka végzésre hatást gyakorol az önálló katonai felsőoktatási intézmény megszűnése is, hiszen az NKE önálló felsőoktatási intézmény. Bár az egyetemen, ezen belül első-sorban a Hadtudományi és Honvédtisztképző Karon (HHK) folyó hadtudományi kutatásokat az MH támogató tevékenységként értékeljük, mégis a HHK-t nem tekinthetjük közvetlenül

⁵⁹ A témavezetést elhunyt kollégánk után dr. Kovács Tibor vette át.

⁶⁰ OROSZ Zoltán (2015): A Magyar Honvédség kutatóhelyeinél folyó tudományos tevékenység 2014–15-ben. *Hadtudományi Szemle*, 8(4), 178–191.

⁶¹ OROSZ 2015: 180.

⁶² OROSZ 2015: 188–189.

⁶³ Megváltozott név, töretlen lendület (2019). *Honvedelem.hu*, 2019. november 23.

saját kutatóhelynek. Hasonlóképpen, az MTA hadtudományi köztestületi tagságánál, illetve civil tudományos szervezeteknél (pl. Magyar Hadtudományi Társaság) is folynak egyedi, vagy nem honvédségi szervezethez köthető kutatások, ezeket sem lehet az MH közvetlen érdekkörében folyó tudományos tevékenységként elszámolni. [...] Olyan tudományos kutatási célokat kell megfogalmazni, amelyek alkalmazhatóak a gyakorlatban és az oktatás során is. Emellett a kutatógárda fiatalítását is el kell érni, amelyet össze kell kapcsolni oktatás megfiatalításával is. Fel kell készíteni a következő generációt arra, hogy átvegye és tovább fejlessze a hadtudományos kutatásokat, a tudományos szakmai közéletet, és a katonai felsőoktatást. A humántőke, az emberi erőforrás fejlesztéséhez nélkülözhetetlen, hogy a lehető legszélesebb körből kerüljenek ki a holnap kutatói, tudományos munkásai, ezért *növelni kell a tudományos fokozattal rendelkezők számát és tekintélyét*. Javítani és koordinálni kell a tudományos kutatások (pályázatok) rendszerét, egyszersmind meg kell követelni, hogy a fokozat megszerzése ne csak egy üres cím legyen, hanem folyamatos kutatómunkával és az eredmények publikálásával mindenki hozzájáruljon a Magyar Honvédség és a hadtudomány fejlődéséhez.”⁶⁴

Lehet, hogy évekig tévedésben voltunk a műszaki tanszéken és a KMDI katonai műszaki infrastruktúra elmélete kutatási területén dolgozó kollégáimmal? Csak egy példát említve: fölöslegesen dolgoztunk akár a fent bemutatott kétéves, robbantásos cselekmények elleni védelem lehetőségeivel foglalkozó TÁMOP-kutatásban? A Magyar Honvédség szempontjából érdektelen az ennek eredményeként született 79 folyóiratcikk, 5 tanulmány, 2 záró tanulmány és 4 sikeresen megvédett PhD-értekezés? A Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskolájának jelenlegi 157, a Hadtudományi Doktori Iskola 138 tudományos fokozattal rendelkező oktatójának, kutatójának⁶⁵ a munkája valóban irreleváns a Magyar Honvédség fejlesztése szempontjából? És ha ez így igaz, akkor honnan várja a szervezet „a holnap kutatóit, tudományos munkásait, a tudományos fokozattal rendelkezők számának növelését”? Tekintélye növeléséről nem is beszélve, bár a tudományos fokozatot adományozó szervezet munkájának „támogató tevékenységgé” degradálásával a fokozatot eddig és a továbbiakban megszerzők tekintélye mitől növekedne? Utolsó megjegyzés a tanulmányhoz: az elvárt „folyamatos kutatómunka és az eredmények publikálása” nélkül nem lehet senki sem a doktori iskolák, így a Katonai Műszaki Doktori Iskola tagja sem...

Felhasznált irodalom

1961. (HK. 4.) HM-MM együttes rendelet a MN Egyesített Tiszti Iskolájának technikus tagozatán szerezhető képesítésről és a tagozat működéséről (1961). *Honvédségi Közlöny*, (20).
1967. (HK. 7.) HM-MM együttes utasítás a KLKF-en, a ZMKMF-án és a KGYRMF-án szervezett szaktechnikus-képzésről és általános iskolai tanárképzésről (1967). *Honvédségi Közlöny*, (61).
- 18/1968. (HK. 5.) HM utasítás: Katonai főiskolai oklevél rendszeresítése (1968). *Honvédségi Közlöny*, (77).

⁶⁴ OROSZ 2015: 190.

⁶⁵ Vannak olyan kutatók, akik tagjai mindkét doktori iskolának.

- 28/1999. (II. 12.) Korm. rendelet a katonai felsőoktatás alapképzési szakjainak képesítési követelményeiről (1999). *Honvédségi Közlöny*, (286).
- 200/2000. (XI. 29.) Korm. rendelet a felsőoktatás tanulmányi pontrendszer (kreditrendszer) bevezetéséről és az intézményi kreditrendszerek egységes nyilvántartásáról.
- 381/2004. (XII. 28.) Korm. rendelet a többciklusú, lineáris felsőoktatási képzési szerkezet bevezetésének egyes szabályairól és az első képzési ciklus indításának feltételeiről, továbbá a Magyar Akkreditációs Bizottság (MAB) 2004/8/VIII/52. számú határozata.
- 1700/2012 (XII. 29.) Korm. határozat a közszférában alkalmazandó nyugdíjpolitikai elvekről.
- A Szabályozott Tevékenységek Felügyelet Hatósága elnökének 27/2022. (I.31.) SZTFH rendelete az Általános Biztonsági Robbantási Szabályzatról (2022). *Magyar Közlöny*, (17), 915–984.
- Az oktatási miniszter 31519-6/2004 sz. engedélye a had- és biztonságtechnikai mérnöki alapszak indítására.
- BÁRÁNY Lászlóné főszerk. (1999): *Magyar Nagylexikon*. IX. kötet. Gyer–Iq. Budapest: Magyar Nagylexikon.
- DARUKA Norbert (2010): A katonai műszaki infrastruktúra elmélete tudományszak tárgya és eredményei. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20(1–4), 9–20.
- GÁL Attila (2001): *Armis et litteris – A pécsi m. kir. Zrínyi Miklós honvéd gyalogsági hadapródiskola történetéből 1898–1944*. Budapest: Petit Real.
- GÖRÖG István – PADÁNYI József (2005): *Az IFOR-SFOR Magyar Műszaki Kontingens 1996–2002*. Budapest: Zrínyi.
- JACOBI Ágost (1938): *A Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban 1914–1918*. Budapest: Közlekedési Nyomda Kft.
- Jegyzőkönyv az Országgyűlés Honvédelmi és rendészeti bizottságának 2021. június 8-án, kedden, 10 óra 59 perckor az Országház Széll Kálmán termében (főemelet 64.) megtartott üléséről ([Ikt.sz.: HOB-41/33-5/2021.](#)).
- Katasztrófavédelem és a Magyar Honvédség (2022). *Honvedelem.hu*, 2022. augusztus 16.
- KOVÁCS Ferenc (2008): *A kritikus infrastruktúra védelme*. Előadás a Haditechnika 2008. Nemzetközi Konferencia műszaki szekciójában (megjelent a konferenciakiadvány DVD-n).
- KOVÁCS Zoltán (2022): *Mozgásakadályozás: elvek, módszerek és eszközök*. Budapest: Ludovika. ISBN 978-963-531-701-1 (pdf)
- LUKÁCS László – DEÁK Ferenc – HAVASI Zoltán (2001): A Magyar Műszaki Kontingens SFOR feladatai. *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 5(2), 99–113.
- LUKÁCS László (2006): A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Katonai Műszaki Tanszéke. *Műszaki Katonai Közlöny*, 16(1–4), 3–12.
- LUKÁCS László (2006): A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Központi Könyvtár, Dr. Mueller Othmár Robbantástechnikai különgyűjteménye. *Műszaki Katonai Közlöny*, 16(1–4), 135–142.
- LUKÁCS László – RÁCZ Pál szerk. (2013): *Nagyenergiájú fémmegmunkálás*. Jegyzet. Budapest: Nemzeti Közzolgálat Egyetem.
- LUKÁCS László – SZALAY András (2020): Robbantástechnika a hazai katonai szakfolyóiratokban 1945–1990. között II. rész – Robbantásos fémmegmunkálás. *Katonai Logisztika*, (4), 194–242.
- LUKÁCS László (2021): A műszaki tisztképzés múltja, jelene és várható jövője az oktatás, és a tudományos kutatás tükrében. In FÖLDI László (szerk.): *Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből I.* Budapest: Ludovika. 53–79.
- Megváltozott név, töretlen lendület (2019). *Honvedelem.hu*, 2019. november 23.
- Mű/91. Szakutasítás az összefegyvernemi harc műszaki biztosítására (1994). *Magyar Honvédség*, (3).

- NÉMETH Béla (2002): A Magyar Honvédség infrastrukturális szakterülete. *Műszaki Katonai Közlöny*, 12(3–4), 33–46.
- OROSZ Zoltán (2015): A Magyar Honvédség kutatóhelyeinél folyó tudományos tevékenység 2014–15-ben. *Hadtudományi Szemle*, 8(4), 178–191.
- PADÁNYI József (1994): *A Magyar Honvédség műszaki csapatainak lehetőségei és feladatai békeidőben a természeti- és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában*. Kandidátusi értekezés.
- Port-Artur – Katonai vélemény (1904). *Budapesti Hírlap*, 1904. november 6. 15.
- RADA Tibor (1998): *A Magyar Királyi Honvéd Ludovika Akadémia és a testvérintézetek összefoglaló története (1830–1945)*. II. kötet. Budapest: Gálos-Nyomdász Kft.
- RUSZIN-SZENDI Romulusz (2022): Növelik a katasztrófavédelmi állomány létszámát. *Honvedelem.hu*, 2022. augusztus 1.
- SZABÓ Sándor – TÓTH Rudolf (2009): Új lehetőségek a katasztrófavédelmi mérnökök kiképzésében. *Műszaki Katonai Közlöny*, 19(1–4), 231–252.
- SZÉKELY László (1905): Port Arthur műszaki szemmel. *A Ludovica Academia Közlönye*, (4), 423–445.

Négyesi Imre

A mesterséges intelligencia és a katonai kiképzés, oktatás kapcsolatának megjelenése a NATO és az EU dokumentumaiban¹

A mesterséges intelligencia meghatározó szerepe megjelenik az élet minden területén. Ebben a tanulmányban áttekintjük azt, hogy a különböző európai uniós ajánlásokban és NATO-dokumentumokban hogyan jelenik meg az oktatás és a képzés, valamint a mesterséges intelligencia kapcsolata. Ennek megfelelően az elemzés során a fő irányt a különböző finanszírozási programok bemutatása és a katonai felkészítések, valamint a civil felsőoktatás kapcsolatának vizsgálata jelentette.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, Európai Unió, NATO, oktatás

The Appearance of the Relationship Between Artificial Intelligence and Military Training and Education in NATO and EU Documents

Artificial intelligence plays a defining role in all areas of life. In this study we look at how the relationship between education and training and artificial intelligence appears in various European Union recommendations and NATO documents. Accordingly, the main focus of the analysis was the presentation of the various funding programs and the examination of the relationship between military training and civilian higher education.

Keywords: artificial intelligence, European Union, NATO, education

Bevezetés

Az ma már szinte közhely, hogy a mesterséges intelligencia gyorsan fejlődik. Az is nyilvánvaló, hogy a jövőben alapjaiban megváltoztathatja életünket azáltal, hogy javítja az egészségügyi ellátást (pontosabbá teszi a diagnosztikát, amellyel könnyebben megelőzhetőek a betegségek), gazdasági növekedést segíthet elő, hozzájárulhat az éghajlatváltozás

¹ A tanulmány a TKP2021-NVA-16 számú projekt, az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a KKT4 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

mérsékléséhez és a már meglévő problémák orvoslásához. Mindezek mellett természetesen még nagyon sok példát felsorolhatnánk, amelynek hatásai növelhetik az emberek biztonságát és kihatással lesznek az emberi életekre. Ugyanakkor azt sem tagadhatjuk, hogy a mesterséges intelligencia számos kockázattal is jár, hiszen átláthatatlanná teheti a döntéshozatalt, betolakodhat az emberek magánéletébe, segítségével visszaélhetnek adatainkkal, és ezzel akár bűnözők célpontjaivá is válhatunk. A mesterséges intelligencia, az előzőekben leírtak alapján is, több szempontból vizsgálható. Ez a tanulmány azt kívánja megvizsgálni, hogy a NATO és az Európai Unió különböző, elsősorban stratégiai dokumentumaiban miként jelennek meg a mesterséges intelligencia, valamint az oktatás, a képzés kapcsolatának kérdései. Ez a kérdés azért fontos, mert képzett emberek nélkül a mesterséges intelligenciák fejlődése is megállhat, vagy a jelenleg még szélsőséges nézetek szerint a „gépek” akár átvehetik a hatalmat az emberiség felett. Az EU-s dokumentumok vizsgálata azért is indokolt, mert az Európai Unió ajánlásai mértékadóak lehetnek a katonai képzéseknél is, hiszen ezeknek a hadseregek igényei mellett illeszkedniük kell az állami (civil) képzésekhez.

Az Európai Unió dokumentumai

Az Európai Unió kinyilvánította azon szándékát, hogy úttörő szerepet tölt be a mesterséges intelligenciára vonatkozó szabályozási keret kialakításában. Hangsúlyozza azonban, hogy alapvető fontosságú, hogy az Európai Unió képes legyen meghatározni a szabályozási megközelítést, beleértve az alapvető jogok és szabadságok védelmét is, és globális normaalkotóként léphessen fel. Az Európai Unió számára tehát fontos, hogy versenyképes legyen a mesterséges intelligencia terén, és képes legyen nemzetközi szinten alakítani a szabályozási környezetet. Mindezeket is figyelembe véve ebben a fejezetben tekintsük át azokat a szabályozó dokumentumokat és rendeleteket,² amelyeket az oktatás és a felkészítés tekintetében eddig kiadtak, mert az ezekben foglaltak kihatással lesznek a katonai képzésekre is!

Az egyik kiindulási alapnak tekinthetjük a *Digitális Európa Programot* (DIGITAL),³ amely olyan uniós finanszírozási program, amelynek középpontjában a digitális technológia elterjesztése áll a vállalkozások, a polgárok és a közigazgatás körében. Az Európai Bizottság kimondta, hogy a digitális technológia és infrastruktúra kritikus szerepet tölt be magánéletünkben és üzleti környezetünkben. Feladatokat bízhatunk rá a kommunikációban, a munkában, a tudomány előmozdításában és az aktuális környezeti problémák megoldásában is. A Covid-19-világjárvány ugyanakkor nemcsak arra világított rá, hogy mennyire támaszkodunk a digitális technológiákra, hogy mennyire fontos a rendelkezésre állás, hanem arra is, mennyire fontos, hogy Európa ne függjön a világ más régióiból érkező rendszerektől és megoldásoktól. E cél eléréséhez a DIGITAL egyengeti az utat.

² Az ajánlások nagy száma miatt természetesen csak néhány példát kiragadva.

³ Digital Europe Programme (DIGITAL).

A Digitális Európa Program stratégiai finanszírozást biztosít ezeknek a kihívásoknak a megválaszolásához, projekteket támogatva öt kulcsfontosságú területen:

1. szuper-számítástechnika;
2. mesterséges intelligencia;
3. kiberbiztonság;
4. fejlett digitális készségek;
5. a digitális technológiák széles körű használatának biztosítása a gazdaságban és a társadalomban.

A DIGITAL 7,5 milliárd eurós tervezett teljes költségvetéssel a gazdasági fellendülés felgyorsítására, valamint az európai társadalom és a gazdaság digitális átalakulásának formálására fókuszál. A program azzal a megfontolással jött létre, hogy ez mindenki számára, de különösen a kis- és középvállalkozásoknak jelentős segítséget nyújthat. A Digitális Európa Program nem elszigetelten fogja kezelni ezeket a kihívásokat, hanem inkább kiegészíti a más uniós programokon keresztül rendelkezésre álló finanszírozást, mint például a *Horizont Európa* kutatási és innovációs programmal, valamint a digitális infrastruktúrára vonatkozó *Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz*, a *Helyreállítási és Ellenálló-képességi Eszköz és a strukturális alapok* című programmal, hogy csak néhányat említsünk. A program része a következő hosszú távú uniós költségvetésnek, a 2021–2027-es többéves pénzügyi keretnek, ezért az Európai Parlament és a Tanács külön rendeletben szabályozta költségvetését.

*Az Európai Parlament és az Európai Unió Tanácsa 2021/694 rendelete (2021. április 29.) a Digitális Európa program létrehozásáról és az (EU) 2015/2240 határozat hatályon kívül helyezéséről*⁴ dokumentum megállapítja a Digitális Európa Program 2021 és 2027 közötti időszakra vonatkozó pénzügyi keretösszegét, amely az éves költségvetési eljárás során az Európai Unió Tanácsa és az Európai Parlament között jött létre. A határozat a költségvetési fegyelemről, a költségvetési ügyekben való együttműködésről és a hatékony és eredményes pénzgazdálkodásról szól, valamint az új saját forrásokról és az új saját források bevezetésére irányuló ütemtervről szóló, 2020. december 16-i intézményközi megállapodás 18. pontja értelmében vett elsődleges referenciaösszeget jeleníti meg. A 2017. szeptemberi tallinni digitális csúcstalálkozó és az Európai Tanács 2017. október 19-i következtetései jelezték annak szükségességét, hogy az Unió fektessen be gazdasági digitalizálásába és a szakemberhiány leküzdésébe, hogy megőrizze és gazdagítsa az európai versenyképességet és innovációt, az életminőséget és a társadalmi szerkezetet. A fejlett digitális készségek területén is támogatást kell nyújtania, például az oktatási szolgáltatásnyújtókkal történő koordináció révén, a munkavállalóknak rövid távú képzések, a diákoknak pedig szakmai gyakorlatok nyújtása érdekében. Ezt a szemléletet erősíti a rendelet két alpontja is, amely szerint:

⁴ Az Európai Parlament és az Európai Unió Tanácsa 2021/694 rendelete (2021. április 29.) a Digitális Európa program létrehozásáról és az (EU) 2015/2240 határozat hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg) (2021). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 166/1.

„(42) Tekintve a holisztikus megközelítés szükségességét, a programnak figyelembe kell vennie a befogadást, a képesítést, a képzést és a szakosodást is, amelyek a fejlett digitális készségek mellett döntő fontosságúak a hozzáadott érték létrehozásához a tudásalapú társadalomban.

(43) Az európai ipar digitalizálásáról szóló állásfoglalásában az Európai Parlament leszögezte, hogy az oktatás, a képzés és az egész életen át tartó tanulás a társadalmi kohézió sarokkövei a digitális társadalomban.”

A rendelet 7. cikke, amely 4. sz. *egyedi célkitűzés – Fejlett digitális készségek* címmel jelent meg, még konkrétabb megfogalmazásokat tartalmaz az oktatás és a képzés területeire vonatkoztatva.

Az unió pénzügyi hozzájárulása a 4. sz. *Fejlett digitális készségek* célkitűzése esetében támogatja a fejlett digitális készségek fejlesztését a program által lefedett területeken, annak érdekében, hogy hozzájáruljon az Európában élő tehetségek körének bővítéséhez, áthidalja a digitális szakadékokat, és ösztönözze a nagyobb szakmai hozzáértést, különösen a nagy teljesítményű és felhőalapú számítástechnika, a nagy adathalmaz (*big data*)-elemzés, a kiberbiztonság, a megosztott könyvelési technológiák (például blokklánc), a kvantumtechnológiák, a robotika, a mesterséges intelligencia tekintetében, figyelembe véve egyúttal a nemek közötti egyensúlyt. A strukturális munkaerőhiány kezelése, valamint a digitális technológiák és alkalmazások területén történő szakosodás ösztönzése érdekében a pénzügyi beavatkozás az operatív célkitűzések megvalósítására irányul. A 4. sz. egyedi célkitűzés alá tartozó fellépéseket elsősorban közvetlen irányítással kell végrehajtani, és a megvalósítást különböző formákban képzelik el. Ilyenek lehetnek:

- magas színvonalú hosszú távú képzés és tanfolyamok tervezésének és nyújtásának támogatása a diákok és a munkaerő számára, amelyek folyhatnak vegyes tanulás formájában is;
- magas színvonalú rövid távú képzések és tanfolyamok tervezésének és nyújtásának támogatása a munkaerő, különösen a kkv-k és a közszektor munkavállalói számára;
- magas színvonalú munkahelyi képzések és szakmai gyakorlatok – többek között gyakornoki állások – támogatása diákok, továbbá a munkaerő, különösen a kkv-k és a közszektor munkavállalói számára.

A dokumentum egészében látszik, hogy az Európai Unió a Digitális Európa Program jelentőségét elismeri, és pénzügyi forrásokat kíván nyújtani a program céljainak eléréséhez. Az EU a képzések finanszírozása során kiemelten kezeli a mesterséges intelligencia használatával összefüggő képzések, tanfolyamok támogatását.

A következő vizsgált dokumentum az Európai Parlament és az Európa Tanács 2021/817. számú rendelete, amely 2021. május 20-án jelent meg, és az Erasmus+ elnevezésű uniós oktatási és képzési, ifjúsági és sportprogram létrehozásáról és az 1288/2013/EU rendelet⁵ hatályon kívül helyezéséről szól. Ez a rendelet létrehozza az oktatás és a kép-

⁵ Az Európai Parlament és az Európa Tanács 2021/817. számú rendelete, amely 2021. május 20-án jelent meg, és az Erasmus+ elnevezésű uniós oktatási és képzési, ifjúsági és sportprogram létrehozásáról és az 1288/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről szól (EGT-vonatkozású szöveg) (2021). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 189/1.

zés, az ifjúság és a sport területére vonatkozó, Erasmus+ elnevezésű uniós cselekvési programot (a továbbiakban: a program) a 2021–2027-es többéves pénzügyi keret időtartamára. A rendelet megállapítja a program célkitűzéseit, a 2021-től 2027-ig tartó időszakra szóló költségvetést, az uniós finanszírozás formáit és az e finanszírozás nyújtására vonatkozó szabályokat. Ez a rendelet azért jelentős, mert az oktatás és a képzés vonatkozásában egyértelmű fogalommeghatározásokat is tartalmaz, amelyek a katonai képzések tekintetében is irányadóak. Nézzük meg a tanulmány témájához kapcsolódó fogalmakat a rendeletről az eredeti számozással ellátva:⁶

- „1. *»egész életen át tartó tanulás«*: a tanulás valamennyi formája (akár formális, nem formális vagy informális), amelyre valamennyi életszakaszban sor kerül, és amely egyéni, polgári, kulturális, társadalmi vagy foglalkoztatással összefüggő szempontból a tudás, a készségek, a kompetenciák és a magatartásformák vagy a társadalmi részvétel javítását vagy naprakésszé tételét eredményezi, beleértve a tanácsadási és orientációs szolgáltatások nyújtását is, beletartozik a kisgyermekkorú nevelés és gondozás, az általános képzés, a szakképzés, a felsőoktatás, a felnőttoktatás, az ifjúsági munka, valamint a formális oktatáson és képzésen kívüli egyéb tanulási környezetek, és jellemzően előmozdítja az ágazatokon átnyúló együttműködést és a rugalmas tanulási pályákat;
2. *»tanulási célú mobilitás«*: a lakóhely szerinti országtól eltérő országba történő tényleges átköltözés tanulmányok, képzés, illetve nem formális vagy informális tanulás folytatása érdekében;
3. *»virtuális tanulás«*: tudás, készségek és kompetenciák megszerzése információs és kommunikációs technológiai eszközök használatával, amelyek lehetővé teszik a résztvevők számára, hogy érdemi transznacionális vagy nemzetközi tanulási tapasztalatokhoz jussanak;
4. *»nem formális tanulás«*: a formális oktatáson és képzésen kívül, a tanulási célkitűzések és a tanulási idő tekintetében tervezett tevékenységeken keresztül sorra kerülő tanulás, amelyben a tanulástámogatás valamilyen formája jelen van;
5. *»informális tanulás«*: a napi tevékenységekből és tapasztalatokból eredő tanulás, amely a célkitűzések, az idő vagy a tanulástámogatás tekintetében nem szervezett vagy strukturált;
6. *»fiatalok«*: 13 és 30 év közötti személyek; [...]
8. *»felsőoktatási hallgató«*: felsőoktatási intézménybe beiratkozott személy, beleértve a rövid ciklusú képzést, az alapképzést, a mesterképzést vagy a doktori képzést, illetve az ezekkel egyenértékű képzést, vagy ilyen intézményben a közelmúltban végzett személy;
9. *»személyzet«*: az oktatásban, képzésben vagy nemformális tanulásban – annak bármely szintjén – szakmai vagy önkéntes alapon közreműködő személy, ide tartoznak az egyetemi tanárok, a tanárok – beleértve az óvodapedagógusokat is –, az oktatók, az iskolai vezetők, az ifjúságsegítők, a sportért felelős személyzet,

⁶ Az Európai Parlament és az Európa Tanács 2021/817. számú rendelete 2021. 2. cikk. Fogalommeghatározások. 1–6., 8–9., 13., 18–20. pont.

a kisgyermekkorai nevelésben és gondozásban közreműködő személyzet, a nem oktatással foglalkozó személyzet és más, a tanulás előmozdításában rendszeresen közreműködő szakemberek; [...]

13. »felnőttoktatás«: felnőttek iskolarendszerű oktatás utáni nem szakmai oktatásának bármilyen formája, amely lehet formális, nem formális vagy informális jellegű; [...]
18. »virtuális együttműködés«: bármely olyan együttműködési forma, amely információs és kommunikációs technológiai eszközöket használ bármely releváns programintézkedés megkönnyítésére és támogatására;
19. »felsőoktatási intézmény«: olyan intézmény, amely – a nemzeti joggal vagy gyakorlattal összhangban – elismert oklevél vagy más elismert felsőfokú képesítés megszerzéséhez vezető képzést nyújt, függetlenül az ilyen intézmény megnevezésétől, vagy valamely hasonló felsőfokú intézmény, amelyet a nemzeti hatóságok saját területén a programban való részvételre jogosultnak tekintenek;
20. »transznacionális«: bármely olyan intézkedésre vonatkozik, amelyben legalább két olyan ország részt vesz, amely vagy tagállam, vagy a programhoz társult harmadik ország.”

Ezek a fogalmak természetesen érvényesek a katonai oktatásra és képzésre is. Ugyancsak érvényes a program általános célkitűzése, hogy egész életen át tartó tanulás révén támogassa az emberek tanulmányi előmenetelét, szakmai és egyéni fejlődését az oktatás és a képzés, az ifjúság és a sport területén Európában és Európán kívül, hozzájárulva ezáltal a fenntartható növekedéshez, a minőségi munkahelyekhez és a társadalmi kohézióhoz, az innováció serkentéséhez, valamint az európai identitás és az aktív polgári szerepvállalás erősítéséhez. A program kulcsfontosságú eszköz az európai oktatási térség létrehozása, az oktatás és a képzés területén folytatott európai stratégiai együttműködés – beleértve alapul szolgáló ágazati menetrendjeit is – végrehajtásának támogatása, a 2019–2027-es európai uniós ifjúsági stratégia keretében az ifjúságpolitikai együttműködés előmozdítása, továbbá a sport európai dimenziójának fejlesztése érdekében. A program egyedi célkitűzései, amelyek több pontban kapcsolódnak a katonai képzésekhez is, a következők előmozdítására irányulnak:⁷

- „az egyének és csoportok tanulási célú mobilitása, valamint az oktatás és a képzés területén a szervezetek és a szakpolitikák szintjén az együttműködés, a minőség, az inklúzió és a méltányosság, a kiválóság, a kreativitás és az innováció”;
- „a nem formális és informális tanulási célú mobilitás és a fiatalok aktív részvétele, valamint az ifjúsági területen a szervezetek és a szakpolitikák szintjén az együttműködés, a minőség, az inklúzió, a kreativitás és az innováció”;
- „a sportért felelős személyzet tanulási célú mobilitása, valamint a sportszervezetek és a sporttal kapcsolatos szakpolitikák szintjén az együttműködés, a minőség, az inklúzió, a kreativitás és az innováció”.

⁷ Az Európai Parlament és az Európa Tanács 2021/817. számú rendelete 2021: 3. cikk. A program célkitűzései. (2) bekezdés: a), b), c) pont.

A program II. fejezetének címe *Oktatás és képzés*, amelyen belül az 5–7. cikkben szereplő intézkedésekben foglalkozik támogatandó területekkel. Ezekon belül nem jelennek meg közvetlenül a katonai oktatás és képzés területei, de a támogatott területek több pontban kapcsolódnak hozzájuk:

- a felsőoktatási hallgatók és a személyzet tanulási célú mobilitása;
- a szakképzésben részt vevő tanulók és a személyzet tanulási célú mobilitása;
- az iskolai tanulók és a személyzet tanulási célú mobilitása;
- a felnőttoktatásban részt vevő tanulók és a személyzet tanulási célú mobilitása.

Az 5–7. cikk szerinti tanulási célú mobilitást kísérheti virtuális tanulás és olyan intézkedések, mint például nyelvi támogatás, előkészítő látogatások, képzés és virtuális együttműködés. A tanulási célú mobilitás helyébe virtuális tanulás léphet olyan személyek esetében, akik nem képesek tanulási célú mobilitásban részt venni.

Az oktatás, a képzés, az ifjúság és a sport területét párhuzamosan tárgyalja a program, háttérétől és anyagi lehetőségeitől függetlenül, ami azért is érdekes, mert a sport területe a Honvédelmi Minisztérium alárendeltségébe került. A program a kiindulóalapot a mindenkire kiterjedő, tanulási célú mobilitásba, valamint az együttműködésbe és az innovatív szakpolitikák fejlesztésébe való beruházásban látja. Ugyanakkor kulcsfontosságú az inkluzív, összetartó és reziliens társadalmak kialakítása és az unió versenyképességének fenntartása szempontjából, és ez a technológiai forradalom és a globalizáció által előidézett gyors és mélyreható változásokkal összefüggésben még nagyobb jelentőséggel bír.

Ennek a dokumentumnak az egészében is látszik, hogy az Európai Unió kiemelten kezeli az oktatást és a képzést. Külön kiemelendő a dokumentummal kapcsolatosan, hogy az EU létrehozta az Erasmus+ elnevezésű uniós oktatási és képzési, ifjúsági és sportprogramot, valamint hogy meghatározza azokat az alapfogalmakat, amelyek irányadóak lesznek a mesterséges intelligencia és az oktatás, képzés összefüggéseinek vizsgálta során.

Az Európai Bizottság *Az európai identitás megerősítése az oktatás és a kultúra révén*⁸ című, 2017. november 14-i közleményében olyan európai oktatási térség 2025-ig történő létrehozására vonatkozó jövőképét terjesztette elő, amelyben a tanulást nem gátolják határok. E közlemény olyan uniós jövőképét vázolta fel, amelyben standarddá válik egy másik országban bármely formában vagy összefüggésben a tanulmányok folytatása és tanulás céljából időt tölteni, ahol normává válik az anyanyelven túl két másik nyelven beszélni, és ahol az emberek európaiakként erős identitástudattal rendelkeznek, tisztában vannak Európa kulturális örökségével és sokféleségével. A Bizottság ezzel összefüggésben hangsúlyozta a kipróbált és jól bevált *Erasmus+ program* megerősítésének szükségességét valamennyi olyan tanulói kategóriában, amelyre már kiterjed, a kevesebb lehetőséggel rendelkező tanulók megszólításához.

⁸ Európai Bizottság (2017): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az európai identitás megerősítése az oktatás és a kultúra révén. Az Európai Bizottság hozzájárulása a 2017. november 17-i göteborgi vezetői találkozéhoz*. Strasbourg. COM(2017) 673 final.

A program megállapításait több dokumentum is alátámasztotta. A szociális jogok európai pillérének⁹ első alapelve kimondja, hogy mindenkinek joga van a minőségi és inkluzív oktatáshoz, képzéshez és egész életen át tartó tanuláshoz olyan készségek fenntartása és megszerzése érdekében, amelyek lehetővé teszik számára, hogy teljes mértékben részt vegyen a társadalomban, és sikeresen kezelje a munkaerőpiaci átmeneteket. A 2016. szeptember 16-án aláírt pozsonyi nyilatkozatban¹⁰ 27 tagállam vezetői hangsúlyozták az ifjúság számára jobb lehetőségek biztosítására irányuló akaratukat. A 2017. március 25-én aláírt római nyilatkozatban¹¹ 27 tagállam, valamint az Európai Tanács, az Európai Parlament és a Bizottság vezetői elkötelezték magukat egy olyan unió irányába teendő erőfeszítések mellett, amelyben a fiatalok a lehető legjobb oktatást és képzést kapják, valamint a kontinensen bárhol tanulhatnak és találhatnak munkát, továbbá amely megőrzi kulturális örökségünket, és előmozdítja a kulturális sokféleséget. Az 1288/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendelettel létrehozott Erasmus+ program (2014–2020) (a továbbiakban: a 2014–2020-as program) féléves értékeléséről készült 2018. január 31-i bizottsági jelentés¹² megerősítette, hogy az egységes oktatási és képzési, ifjúsági és sportprogram létrehozása jelentős egyszerűsítést, racionalizálást és szinergiákat eredményezett az említett program irányításában, de arra a következtetésre jutott, hogy további javítások szükségesek a 2014–2020-as program hatékonyságnövekedés terén elért eredményeinek további konszolidációja érdekében.

A program tehát az európai oktatási térség kialakításának kulcsfontosságú eleme. *Az európai identitás megerősítése az oktatás és a kultúra révén* című, 2017. november 14-i közleményére építve a Bizottság az európai oktatási térség 2025-ig történő megvalósításáról szóló, 2020. szeptember 30-i közleményében¹³ emlékeztetett arra, hogy az Erasmus+ program továbbra is döntő szerepet játszik a minőségi és inkluzív oktatás, képzés és egész életen át tartó tanulás célkitűzéseinek elérésében. Az (EU) 2021/695 európai parlamenti és tanácsi rendelet által létrehozott *Horizont Európa programmal* (a továbbiakban: Horizont Európa) való szinergiáknak biztosítaniuk kell, hogy a program és a Horizont Európa kombinált forrásait az európai felsőoktatási intézmények megerősítését és modernizációját szolgáló tevékenységek támogatására használják fel. Az Európai Tanács 2017. december 14-i következtetéseiben¹⁴ felkérte a tagállamokat, a Tanácsot és a Bizottságot, hogy folytassák a több kezdeményezést érintő munkát azzal a céllal, hogy új szintre emeljék az oktatás és a képzés területén folytatott európai együttműködést, ösztönözve többek között azt,

⁹ Az Európai Parlament, a Tanács és a Bizottság [é. n.]: *A szociális jogok európai pillére*. 1. fejezet. 1. pont. Oktatás, képzés és egész életen át tartó tanulás.

¹⁰ *A pozsonyi nyilatkozat*. Pozsony (Bratislava), 2016. szeptember 16.

¹¹ *A római nyilatkozat*. A 27 tagállam, az Európai Tanács, az Európai Parlament és az Európai Bizottság vezetőinek nyilatkozata. 2017. március 25.

¹² Európai Parlament (2022): *JELENTÉS az Erasmus+ program keretében az integrációs intézkedések végrehajtásáról (2014–2020)*. A9-0158/2022.

¹³ Európai Bizottság (2020): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának az európai oktatási térség 2025-ig történő megvalósításáról*. Brüsszel. COM(2020) 625 final.

¹⁴ Európai Tanács (2017): *Az Európai Tanács következtetései a biztonságról és a védelemről, a szociális dimenzióról, az oktatásról és a kultúráról, valamint az éghajlatváltozásról, 2017. december 14.* Brüsszel. EUCO 19/17.

hogyan 2024-ig létrejőjön az egyetemeken alulról felfelé építkező, az egész unióra kiterjedő hálózataiból álló Európai Egyetemeken kezdeményezés. 2018. június 28-i következtetéseiben¹⁵ az Európai Tanács felhívott a kutatás, az innováció és az oktatás közötti, többek között az Európai Egyetemeken kezdeményezés révén megvalósuló együttműködés ösztönzésére. A programnak támogatnia kell az említett Európai Egyetemeket abban, hogy a magas színvonalú oktatásra, kutatásra és innovációra, valamint a társadalom szolgálatára vonatkozó közös, hosszú távú stratégiákat dolgozzanak ki. A virtuális együttműködést szolgáló, felhasználóbarát online platformok és eszközök fontos szerepet tölthetnek be az uniós oktatási, képzési és ifjúsági politika megvalósításának támogatásában. Annak érdekében, hogy a virtuális együttműködési tevékenységek nagyobb teret nyerjenek, a programnak támogatnia kell az olyan online platformok szisztematikusabb és koherensebb használatát, mint például az eTwinning, a School Education Gateway portál, a felnőttkori tanulás elektronikus európai platformja, az Európai Ifjúsági Portál és az online felsőoktatási platformok, valamint szükség esetén az oktatás és a képzés és az ifjúság területén létrehozható bármely további online platform használatát. A programnak hozzá kell járulnia a Bizottság *Digitális oktatási cselekvési terv 2021–2027 – Az oktatás és a képzés átalakítása a digitális kornak megfelelően*¹⁶ című, 2020. szeptember 30-i közleményében létrehozott digitális oktatási cselekvési terv megvalósításához. A cselekvési terv foglalkozik a lemorzsolódó diákok számával is, amely nagy problémát jelent a katonai képzések tekintetében is. A cselekvési terv elsősorban az alap- és középszintű oktatásra koncentrál, néhány elemében azonban kitér a felsőfokú oktatás kérdéseire is. Mindezek mellett a katonai képzésekre is kihatással lehet, hiszen az oktatási és képzési rendszerek minőségének javítása, valamint a digitális készségek biztosítása mindenki számára lehetővé teszi a katonai képzésekre jelentkezők minőségi javulását. A harmadik bekezdésben leírt alapelvek, amelyek az oktatás és a képzés digitális kornak megfelelően történő átalakítására vonatkoznak, szintén követendőek a katonák oktatása során is.

A következő vizsgált dokumentum a címben is szereplő másik kérdésről szól. A *Mesterséges intelligencia az oktatásban, a kulturális és az audiovizuális ágazatban. Az Európai Parlament 2021. május 19-i állásfoglalása a mesterséges intelligencia alkalmazásáról az oktatásban, a kulturális és az audiovizuális ágazatban*¹⁷ című dokumentum a következőket tartalmazza. Az oktatás területén belül hangsúlyozzák, hogy a mesterséges intelligencia oktatásban, kulturális és audiovizuális ágazatban való fejlesztése, bevezetése és felhasználása során maradéktalanul tiszteletben kell tartani az uniós szerződésekben és a Chartában rögzített alapvető jogokat, szabadságokat és értékeket, többek között az emberi méltóságot, a magánélethez való jogot, a személyes adatok védelmét, a megkülönböztetésmentességet, a véleménynyilvánítás és a tájékozódás szabadságát,

¹⁵ Európai Tanács (2018): *Az Európai Tanács következtetése, 2018. június 28.* Brüsszel. EUCO 9/18.

¹⁶ Európai Bizottság (2020): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Digitális oktatási cselekvési terv. 2021–2027 Az oktatás és a képzés átalakítása a digitális kornak megfelelően.* Brüsszel. COM(2020) 624 final.

¹⁷ Európai Parlament (2021): *Az Európai Parlament 2021. május 19-i állásfoglalása a mesterséges intelligencia alkalmazásáról az oktatásban, a kulturális és az audiovizuális ágazatban.* Brüsszel.

valamint a kulturális sokszínűséget és a szellemi tulajdonjogokat. Ismételten hangsúlyozzák, hogy a mély tanulásra való felhasználás céljaira magas színvonalú, átjárható és befogadó jellegű mesterséges intelligenciát és kapcsolódó technológiákat kell kidolgozni, amelyek tiszteltben tartják az unió értékeit, egyebek mellett a nemek közötti egyenlőséget, a soknyelvűséget és az interkulturális párbeszédhez szükséges feltételeket, mivel a rossz minőségű, elavult, hiányos és pontatlan adatok használata téves előrejelzésekhez, ebből fakadóan megkülönböztetéshez és előítéletekhez vezethet. Hangsúlyozzák, hogy nemzeti és uniós szinten egyaránt feltétlenül meg kell teremteni az adatok gyűjtéséhez, biztonságához, rendszerezéséhez és továbbíthatóságához szükséges kapacitásokat, ügyelve eközben a magánélet sérthetetlenségére. Tudomásul veszik az európai adattárság létrehozására irányuló bizottsági javaslatot.

- A 6. pontban emlékeztetnek arra, hogy a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó technológiák semmiképpen sem lehetnek megkülönböztetőek, és minden emberi jogot biztosítaniuk kell.
- A 11. pont hangsúlyozza, hogy az oktatásban, a kulturális és az audiovizuális ágazatban a mesterségesintelligencia-alkalmazások fejlesztése és terjesztése fontos szerepet játszik a nemi elfogultságokon alapuló, káros hatások kockázatát hordozó sztereotípiák kezelésében.
- A 14. pont szerint figyelembe kell venni azokat a különböző elméleteket, amelyek alapján a mesterséges intelligencia ez idáig fejlődött, és amelyeket a jövőben tovább lehetne fejleszteni.
- A 20. pont hangsúlyozza, hogy a mesterséges intelligencia információs és oktatási platformok mentén támogathatja tartalmak létrehozását az oktatásban, a kulturális és az audiovizuális ágazatban.
- A 30. pont ismételten felhívja a figyelmet arra, hogy a mesterséges intelligencia oktatásban történő felhasználásának előfeltételeként uniós szinten meg kell erősíteni a digitális készségeket, aminek a segítségével az unióban mindenütt biztosítani lehet a digitális és a mesterséges intelligenciával kapcsolatos műveltséget.
- A 31. pont hangsúlyozza, hogy a mesterséges intelligencia oktatási rendszerekben való alkalmazása lehetőséget teremt a hatékonyság fokozására.
- A 32. pont hangsúlyozza, hogy mindenki csak akkor használhatja kritikusan és hatékonyan a mesterséges intelligenciát, ha legalább alapszintű ismeretekkel rendelkezik róla.
- A 33. pont véleménye szerint a mesterséges intelligencia reális célja az oktatási rendszerekben az, hogy az oktatást a lehető leginkább személyre szabja, a tanulók erősségeinek és gyengeségeinek gondos mérlegelése alapján.
- A 35. pont hangsúlyozza, hogy a mesterséges intelligencia használatának a tanulásban jelentkező előnyei nem magától a mesterséges intelligenciától függenek, hanem attól, hogyan használják fel a tanárok a mesterséges intelligenciát. Hangsúlyozzák a szabad és nyílt forráskódú megoldások előnyeit.
- A 36. pont kiemeli továbbá, hogy a tanárokat folyamatosan képezni kell annak érdekében, hogy alkalmazkodni tudjanak a mesterséges intelligencián alapuló oktatás realitásaihoz.

- A 37. pont aggodalmat fejez ki amiatt, hogy a tagállamokban nem állnak rendelkezésre sem a mesterséges intelligenciával kapcsolatos egyedi felsőoktatási programok, sem a mesterséges intelligenciára vonatkozó állami finanszírozási eszközök.
- Végezetül a 42. pont felhívja a Bizottságot, hogy mérje fel a mesterséges intelligencia oktatási ágazatban való alkalmazásának kockázati szintjét.

A kiemelt pontokból egyértelműen látszanak a prioritások. Ebben a dokumentumban az elvárások, tervek a felsőoktatás egészére vonatkozóan jelennek meg, de a katonai felsőoktatásra is vonatkoznak. A hazai felsőoktatást figyelve kijelenthetjük, hogy a pontokban leírt követelmények teljesítése jelenleg még vegyes képet mutat. A katonai felsőoktatás és képzés szükségszerűen egyre szorosabb együttműködést alakít ki a mesterséges intelligenciával. A modern fegyverek és fegyverrendszerek mindegyike alkalmaz valamilyen szintű mesterséges intelligenciát, ezért megkerülhetetlen, hogy az oktatás folyamatában is egyre szélesebb körben alkalmazzuk az új technológiákat és a hozzájuk kapcsolódó új típusú oktatási módszereket is.

Végezetül nézzük meg az Európai Parlament és a Tanács már többször hivatkozott, a *Horizont Európa kutatási és innovációs keretprogram létrehozásáról, valamint részvételi és terjesztési szabályainak megállapításáról, továbbá az 1290/2013/EU és az 1291/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről*¹⁸ szóló (EU) 2021/695 rendeletét, amelyet 2021. április 28-án adtak ki.

A kapcsolódási pontokat a katonai oktatáshoz és képzéshez a rendeletben a védelmi célú kutatási projektek uniós támogatása jelenti. E rendelet (54) bekezdése kimondja, hogy a „védelmi ipar ágazati sajátosságai fényében a védelmi kutatási projektek uniós támogatására vonatkozó részletes rendelkezéseket a védelmi kutatásokban való részvétel szabályait meghatározó, az Európai Védelmi Alap létrehozásáról szóló (EU) 2021/697 európai parlamenti és tanácsi rendeletben (10) kell megállapítani. Az Európai Védelmi Alap keretében végrehajtandó tevékenységeknek kizárólag védelmi kutatásra és fejlesztésre, míg az (EU) 2021/764 tanácsi rendelettel (11) létrehozott egyedi program (a továbbiakban: az egyedi program) és az EIT keretében végrehajtott tevékenységeknek kizárólag polgári alkalmazásokra kell összpontosítaniuk. A szükségtelen átfedéseket el kell kerülni.” A rendelet 5. cikke a *Védelmi kutatás és fejlesztés* címet viseli. Ebben leírják, hogy „az (EU) 2021/697 rendeletben meghatározott tevékenységek kizárólag védelmi kutatásra és fejlesztésre összpontosítanak, célkitűzései és tevékenységeinek fő irányvonalai pedig az európai védelmi, technológiai és ipari bázis versenyképességének, hatékonyságának és innovációs kapacitásának fokozása”. A dokumentum szövegrészeiből egyértelműen kiderül, hogy a védelmi kutatások hatékonyságának és a program és a különböző uniós programok közötti szinergiák megvalósításának módját több pontban határozzák meg részletesebben. A 18. pontban a védelmi kutatásokra vonatkoztatva kijelentik, hogy

¹⁸ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2021/695 rendelete (2021. április 28.) a Horizont Európa kutatási és innovációs keretprogram létrehozásáról, valamint részvételi és terjesztési szabályainak megállapításáról, továbbá az 1290/2013/EU és az 1291/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg) (2021). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 170/1.

„[a]z Európai Védelmi Alappal esetlegesen megvalósuló szinergiáknak – a szükségtelen átfedések elkerülése céljából, továbbá az 5. cikknek és a 7. cikk (1) bekezdésének megfelelően – elő kell segíteniük a polgári és a védelmi kutatást”.

Az állandó strukturált együttműködés (PESCO)¹⁹ projektjei

Az előző részekben ismertettük, hogy az Európai Unió milyen szabályozásokkal, rendeletekkel vagy irányelvekkel segíti elő a tagállamok képzéseinek, oktatási feladatainak tervezését és szervezését. Néhány helyen már bemutattuk, hogy ezeknek a dokumentumoknak a tartalma hogyan kapcsolódhat a katonai oktatáshoz és képzéshez. Ebben a fejezetben áttérünk a gyakorlati megvalósítás lehetőségeinek bemutatására a kapcsolódó tervezett és folyamatban levő projektek rövid bemutatásával, amely projektekben még egyértelműbben látszik a kapcsolat a katonai oktatás és képzés, valamint az európai uniós szabályozások között.

Az Európai Unió Tanácsa 2017. december 11-i 2017/2315 tanácsi határozatával²⁰ állandó strukturált együttműködést (PESCO) hozott létre az unió 25 tagállamának (Ausztria, Belgium, Bulgária, Horvátország, Ciprus, Cseh Köztársaság, Észtország, Finnország, Franciaország, Németország, Görögország, Magyarország, Írország, Olaszország, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Hollandia, Lengyelország, Portugália, Románia, Szlovénia, Szlovákia, Spanyolország, Svédország) részvételével. A PESCO azon tagállamok közötti együttműködésre jött létre, amelyek katonai képességei megfelelnek a 10. jegyzőkönyv 1. cikkében említett magasabb követelményeknek, és amelyek kötelezettségeket vállaltak egymás felé ezen a területen a cikkben említettek szerint. A jegyzőkönyv 2. cikke értelmében a legigényesebb küldetések teljesítése érdekében a társult tagállamok hozzájárulnak az uniós szintű törekvések teljesítéséhez.

Az Európai Unióról szóló *Lisszaboni Szerződés*²¹ 42. cikkének (6) bekezdése²² vezette be a PESCO létrehozásának jogi alapját, azt a lehetőséget, hogy a tagállamok önkéntes alapon részt vegyenek az állandó strukturált együttműködésben (PESCO) a biztonság és a védelem területén. Ez a szerződésben így jelent meg: „Azok a tagállamok, amelyek katonai képességei magasabb kritériumoknak felelnek meg, és amelyek e területen a legigényesebb küldetések teljesítése érdekében több kötelezettséget vállaltak egymás felé, állandó strukturált együttműködést alakítanak ki az Unió keretein belül. Az ilyen együttműködésre a 46. cikk az irányadó. Ez nem érinti a 43. cikk rendelkezéseit.” A PESCO kritikussai azt mondják, hogy bármilyen katonai együttműködés kontraproduktív lehet, mert aláássa a NATO céljait. Jens Stoltenberg, a NATO főtitkára ugyanakkor

¹⁹ Permanent Structured Cooperation.

²⁰ A Tanács (KKBP) 2017/2315 határozata (2017. december 11.) az állandó strukturált együttműködés (PESCO) létrehozásáról és a részt vevő tagállamok jegyzékének meghatározásáról (2017). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 331/57.

²¹ Lisszaboni Szerződés (2007). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, C 306/01.

²² CONSOLIDATED VERSION OF THE TREATY ON EUROPEAN UNION (2012). *Official Journal of the European Union*, C 326/13.

elmondta: „Véleményem szerint erősítheti Európa védelmi rendszerét, ami jó Európának, de jó a NATO-nak is.”²³ Michael Gahler²⁴ jelentésében úgy fogalmazott: „Biztos vagyok benne, hogy az a 22 ország, amely az EU és a NATO tagja is, gondoskodik róla, hogy a PESCO sikeres legyen.” Azok a tagállamok, amelyek katonai képességei magasabb kritériumoknak felelnek meg, és amelyek e területen a legigényesebb küldetések teljesítése érdekében több kötelezettséget vállaltak egymás felé, állandó strukturált együttműködést alakítanak ki az unió keretein belül. A részt vevő tagállamok a 10. jegyzőkönyv²⁵ 2. cikkében meghatározott öt területen, összesen húsz pontban összefoglalva vállaltak ambiciózus kötelezettségeket. A 10. jegyzőkönyv 2. cikkében szereplő öt terület közül a második terület foglalkozik a képzés területével.

„2. védelmi apparátusukat a lehető legnagyobb mértékben összhangba hozzák egymással, különösen katonai szükségleteik azonosításának harmonizálásával, védelmi eszközeik és képességeik egyesítésével és adott esetben specializálásával, valamint a területeken történő együttműködés ösztönzésével a képzés és a logisztika területén.”

Az öt területen belül az egyéni kötelezettségvállalások listáját jelentették meg, amelyből a második terület listája így néz ki:²⁶

1. Jelentős szerepvállalás az EU-n belüli képességfejlesztésben, ezen belül a CARD²⁷ keretein belül, az európai ambíciósint eléréséhez szükséges képességek rendelkezésre állásának biztosítása érdekében.
2. Kötelezettségvállalás a CARD lehető legnagyobb mértékű támogatására, elismerve a CARD önkéntes jellegét, a részt vevő tagállamok egyedi korlátait.
3. Elkötelezettség az Európai Védelmi Alap jövőbeni intenzív bevonása mellett a meghatározott uniós hozzáadott értékkel rendelkező multinacionális beszerzésekbe.
4. Kötelezettségvállalás a résztvevők által jóváhagyott valamennyi képességfejlesztési projekt harmonizált követelményeinek kidolgozására a tagállamoknak.
5. Kötelezettségvállalás a meglévő képességek közös felhasználásának mérlegelésére a rendelkezésre álló erőforrások optimalizálása és általános hatékonyságuk javítása érdekében.
6. Kötelezettségvállalás a kibervédelemmel kapcsolatos együttműködésben, például az információmegosztásban, a képzésben és a műveleti támogatásban való fokozott erőfeszítések biztosítására.

²³ PESCO: A hatékonyabb védelmi együttműködésért az EU-ban (2017). *Hírek – Európai Parlament*, 2017. december 11.

²⁴ Európai parlamenti képviselő.

²⁵ Az Európai Unióról szóló szerződés egységes szerkezetbe foglalt változata – JEGYZŐKÖNYVEK – Az Európai Unióról szóló szerződés 42. cikkével létrehozott állandó strukturált együttműködésről szóló (10. sz.) jegyzőkönyv (2008). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, C 115/1.

²⁶ A részt vevő tagállamok által vállalt ambiciózus és kötelező erejű közös kötelezettségvállalások listája: Binding Commitments [é. n.]. *PESCO*.

²⁷ Coordinated Annual Review.

Az EU-tagállamok közötti védelmi együttműködés önmagában ugyan nem új keletű, de a múltban különböző formátumokban folyt, beleértve a közös kiképzést és gyakorlatot vagy a katonai felszerelések beszerzését és fejlesztését. A PESCO ezekre a pozitív példákra épít, és növeli a hatókört, a fókuszot és az eredményeket. A részt vevő EU-tagállamok közötti együttműködés fokozatosan eltolódik az elszigetelt projektekről a tervezett és hatásalapú együttműködési tevékenységek felé, a koherensebb európai képességi környezet kialakítása érdekében. Ez keret és strukturált folyamat a védelmi együttműködés fokozatos elmélyítésére annak érdekében, hogy biztosítsák a szükséges képességeket a legigényesebb küldetések teljesítéséhez, és ezáltal nagyobb biztonságot nyújtsanak az uniós polgárok számára. A *Lisszaboni Szerződés* alapján a PESCO nyitva áll minden olyan tagállam előtt, amely nagyobb kapacitással rendelkezik, és kötelezettséget vállal arra, hogy a nemzeti hozzájárulások fejlesztése és a multinacionális erőkhöz, a főbb európai felszerelési programokban és tevékenységekben való részvétele révén intenzíven fejleszti védelmi képességeit. A Tanács 2018. március 6-án fogadta el a PESCO keretében kidolgozandó 17 projektből álló kezdeti listát, majd 2018. november 19-én fogadta el a PESCO keretében kidolgozandó 17 projektből álló második tételt. Végül a harmadik, 13 projektből álló tételt 2019. november 12-én fogadták el a PESCO keretében kidolgozandó további projektekhez. (Az első tételből egy PESCO-projektet a projekt tagjai hivatalosan lezártak.)²⁸

A tanulmány megírásakor a legújabb PESCO-kezdeményezés a 2021. november 18-án elfogadott közös projekt volt, amelynek célja a tagállamok közötti védelmi együttműködés elmélyítése.²⁹ Ez már a negyedik hullámnak tekinthető, és 14 új projekt tartozik ide, amellyel így a PESCO keretében elindított projektek száma 60-ra nőtt. Ebből a csomagból hat a légi közlekedésre vonatkozik, beleértve egy európai megoldás kidolgozását a nagy méretű rakományok stratégiai szállítására és egy kisebb, nagymértékben telepíthető, többcélú távpilótaként funkcionáló légijármű-rendszer (RPAS)³⁰ kiépítését. Összesen 21 EU-tagállam vesz részt ebben a hullámban. A negyedik hullámban elindított 14 projekt öt katonai területet fed le: szárazföldi (2), tengeri (2), légi (6), kiber-/C4ISR (2) és űrhajózás (2). A projektek az új katonai képességek fejlesztésétől és a jövőbeli igények azonosításától kezdve olyan területeken, mint a légierő és a tengeri felszíni kíséret, a minősített kormányzati adatok cseréjéig és a harcokcsik személyzetének közös kiképzéséig terjednek. A megvalósítandó projektek hozzájárulnak az európai képességi környezet koherenciájának növeléséhez, és gyakorlati haszonnal járnak.

A projektek közül az alábbiak kapcsolódnak közvetlenül a képzéshez és a kiképzéshez:

- A fő harcokcsi-szimulációs és -tesztelési központ (MBT-SIMTEC)³¹ létrehozása: A projekt célja egy MBT-szimulációs központ létrehozása, amely a meglévő nemzeti infrastruktúrán alapul, a koncepciókat, a doktrínákat és a szabványosítást magában foglaló *képzéshez*, valamint a modellezési és szimulációs képességek

²⁸ [Closed] European Union Training Mission Competence Centre (EU TMCC) [é. n.]. *PESCO*.

²⁹ <https://pesco.europa.eu/#projects>

³⁰ Remotely Piloted Aircraft System.

³¹ Main Battle Tank Simulation and Testing Center.

továbbfejlesztése, beleértve a potenciális projekttagok képzési központjaival való hálózatépitést.

- Az EU katonai partnerségi (EU MilPart)³² projektje, amely a szárazföldi rendszerek területéhez tartozik: A projekt célja, hogy javítsa az európai kapacitást a partnerek katonai erői melletti elkötelezettség fenntartására. Platformként szolgálhat az EU-tagállamok és az érintett uniós szereplők számára a nemzeti kultúrák és stratégiák cseréjéhez, információk megosztásához és a katonai partnerséggel kapcsolatos legjobb *gyakorlatok megvitatásához* (tanácsadás, *kiképzés*, felszerelés, kísérés, reform) a partnerek katonai újjáépítése céljából.
- A városi terep automatizált modellezésének, azonosításának és kárbecslésének (AMIDA-UT)³³ projektje: A projekt fő célja automatizált rendszer/berendezés/eszköz létrehozása a célszerkezetek jobb és gyorsabb feltérképezésére és azonosítására, valamint a tervezők, fegyveresek, modellező és szimulációs elemzők, harciveszteség-felmérők működési hatékonyságának támogatása és javítása és a parancsnokok segítése a döntéshozatali folyamatban vagy a *képzési tevékenységek* támogatásában.
- A kibertartományok szövetségeinek (CRF)³⁴ projektje: Az elsődleges cél az európai kibertartományok képességének növelése a meglévő nemzeti kibertartományok nagyobb klaszterbe való egyesítése révén, nagyobb kapacitással és egyedi szolgáltatásokkal. Ez ennek megfelelően lehetővé teszi a képességek megosztását és egyesítését, valamint a *kiberképzések*, -gyakorlatok minőségének javítását, valamint a szövetség kibertérrel kapcsolatos kutatási és fejlesztési célokra történő felhasználását (a C4ISR [Command, Control, Communications, Computers] -rendszerek részét képezik).

Az Európai Védelmi Ügynökség (EDA)³⁵ vezérigazgatója, Jiří Šedivý elmondta, hogy „[a] PESCO projektek negyedik hullámának elindítása fontos mérföldkő az európai védelmi együttműködésben. Ez az 14 új projekt fellendíti a PESCO-folyamatot, amely a védelem összehangolt éves felülvizsgálatával (CARD) és az Európai Védelmi Alappal (EDF)³⁶ együtt most elengedhetetlen szinergiákat teremt a tagállamok számára a hatékony és költséghatékony képességek közös fejlesztéséhez. Büszke vagyok arra a munkára, amelyet a PESCO titkársága végzett a negyedik hullám előterjesztése érdekében, különösen az EDA hozzájárulására a projektek képességértékelésének elvégzésében. Az EDA már nyolc PESCO-projektnek nyújtott támogatást, és készen áll arra, hogy támogassa tagállamait a jövőben.”³⁷

³² Military Partnership.

³³ Automated Modelling, Identification and Damage Assessment of Urban Terrain.

³⁴ Cyber Ranges Federations.

³⁵ European Defence Agency.

³⁶ European Defence Fund.

³⁷ <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2021/11/16/14-new-pesco-projects-launched-in-boost-for-european-defence-cooperation>

A katonai képességek fejlesztése és életciklusa hosszú távú perspektívával történik. Minden PESCO-projektnek megvan a maga ütemezése, az első projektek már konkrét eredményeket hoznak, és további projektek a tervek szerint a következő PESCO-szakasz vége előtt, 2025-ben fognak eredményeket elérni. Az első három hullámban 47 PESCO-projektet hagytak jóvá, amelyek minden katonai területre kiterjedtek. Mivel az indulásuk óta folyik a munka, várható, hogy a folyamatban lévő 46 projektből 24–26 eléri a kezdeti működőképességet 2025 körül. Az olyan területeken megvalósuló projektek, mint a képzési és szimulációs technológiák, gyorsabban kidolgozhatók, és viszonylag korán, különösen az elkövetkező három–öt évben meghozhatják az eredményeket. A követelmények harmonizációját, komplex prototípusok fejlesztését ipari konzorciumok bevonásával magukban foglaló képességprojektek hosszabb határidővel valósulnak meg. A nagyobb képességprojektek mindazonáltal kisebb, de jelentős lépéseket tettek előre, míg egyes projektek, például a katonai mobilitás esetében további országokat is meghívtak a csatlakozásra. A PESCO keretein belül most indult 60 projekt lendületet ad az európai védelmi együttműködésnek. A PESCO keretein belül végrehajtott projektek közül sok javítani fogja az EU biztonsági szereplőként való kapacitását, hozzájárul az uniós polgárok védelméhez, miközben maximalizálja a védelmi kiadások hatékonyságát.

A PESCO-ban részt vevő tagállamok természetesen továbbra is benyújtják egyéni nemzeti végrehajtási terveik éves frissítését, amelyben felvázolják, hogyan kívánnak eleget tenni a fent említett, kötelező erejű kötelezettségvállalásoknak, beleértve az egyes időszakokra vonatkozó kapcsolódó célkitűzéseket. A frissített nemzeti terveket évente közlik a PESCO titkárságával, és minden PESCO-ban részt vevő tagállam rendelkezésére bocsátják. A főképviselelő éves jelentést nyújt be a Tanácsnak a PESCO-ról. Ez a jelentés a PESCO titkárságának hozzájárulásain alapul: az EVÜ a 7. cikk (3) bekezdésének a) pontjával összhangban és az EKSZ (beleértve az EUKK-t is).³⁸ A főképviselelő jelentése leírja a PESCO végrehajtásának helyzetét, beleértve az egyes részt vevő tagállamok kötelezettségvállalásainak teljesítését, nemzeti végrehajtási tervével összhangban. Az EUMC³⁹ katonai tanácsokkal és ajánlásokkal látja el a Politikai és Biztonsági Bizottságot az éves PESCO-értékelésifolyamattal kapcsolatban. A főképviselelő által a PESCO-ról szóló éves jelentés alapján a Tanács évente egyszer felülvizsgálja, hogy a részt vevő tagállamok továbbra is teljesítik-e a kötelező erejű kötelezettségvállalásokat. Egy tagállam részvételének felfüggesztésére vonatkozó határozatot a Lisszaboni Szerződés 46. cikkének (4) bekezdésével összhangban csak azt követően kell elfogadni, hogy a tagállam egyértelműen meghatározott időkeretet kapott az egyéni konzultációra és reaklási intézkedésekre.⁴⁰

³⁸ A Tanács (KKBP) 2017/2315 határozata (2017. december 11.) az állandó strukturált együttműködés (PESCO) létrehozásáról és a részt vevő tagállamok jegyzékének meghatározásáról (2017). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 331/57.

³⁹ Military Committee of the European Union.

⁴⁰ Lisszaboni Szerződés 2007.

Összefoglalás

Ez a tanulmány azt kívánta megvizsgálni, hogy a NATO és az Európai Unió különböző, elsősorban stratégiai dokumentumaiban miként jelennek meg az oktatás és a képzés kérdései. Ez a kérdés azért fontos, mert oktatás és képzés nélkül a mesterséges intelligenciák fejlesztői, az emberek elveszíthetik az irányítást a „gépek” felett. Az EU-s dokumentumok vizsgálata és összevetése a NATO törekvéseivel azért is indokolt, mert az Európai Unió ajánlásai mértékadóak lehetnek a katonai képzéseknél is, hiszen ezeknek a hadseregek igényei mellett illeszkedniük kell az állami (civil) képzésekhez is. Az EU-tagállamok között nemcsak az oktatási, hanem a védelmi együttműködés sem új keletű, de a múltban különböző formátumokban folyt, beleértve a közös kiképzést és gyakorlatot vagy a katonai felszerelések beszerzését és fejlesztését. Jelenleg a különböző fejlesztésekre összpontosítanak a védelmi célú PESCO-projektek is, amelyek a pozitív európai példákat felhasználva, a mesterséges intelligenciákra építve növelik a hatókört, a fókusz és az eredményeket. A részt vevő EU-tagállamok közötti együttműködés fokozatosan eltolódik az elszigetelt projektekről a tervezett és hatásalapú együttműködési tevékenységek felé, az egységesebb európai képességi környezet kialakítása érdekében. Ez olyan keret és strukturált folyamat az oktatási együttműködés fokozatos elmélyítésére, amely arra irányul, hogy biztosítsák a szükséges képességeket a legigényesebb védelmi célú küldetések teljesítéséhez is, és ezáltal nagyobb biztonságot nyújtsanak az uniós polgárok számára. Ezek az EU-s tervek ennek megfelelően a katonai képzésekre is kihatással lehetnek, hiszen az oktatási és képzési rendszerek minőségének javítása, valamint a digitális készségek biztosítása mindenki számára lehetővé teheti a katonai képzések minőségi javulását, amely azonban a vizsgált EU-s és NATO-dokumentumok alapján is láthatóan csak a mesterségesintelligencia-rendszerek hatékony alkalmazásával válhat megvalósíthatóvá.

Felhasznált irodalom

- A pozsonyi nyilatkozat.* Pozsony (Bratislava), 2016. szeptember 16. Online: <https://consilium.europa.eu/media/21237/160916-bratislava-declaration-and-roadmap-hu.pdf>
- A római nyilatkozat.* A 27 tagállam, az Európai Tanács, az Európai Parlament és az Európai Bizottság vezetőinek nyilatkozata. 2017. március 25.
- A Tanács (KKBP) 2017/2315 határozata (2017. december 11.) az állandó strukturált együttműködés (PESCO) létrehozásáról és a részt vevő tagállamok jegyzékének meghatározásáról (2017). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 331/57. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D2315&from=EN>
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2021/695 rendelete (2021. április 28.) a Horizont Európa kutatási és innovációs keretprogram létrehozásáról, valamint részvételi és terjesztési szabályainak megállapításáról, továbbá az 1290/2013/EU és az 1291/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg) (2021). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 170/1. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0695&from=EN>

- Az Európai Parlament és az Európai Unió Tanácsa 2021/694 rendelete (2021. április 29.) a Digitális Európa program létrehozásáról és az (EU) 2015/2240 határozat hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg) (2021). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 166/1. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:32021R0694&from=HU>
- Az Európai Parlament és az Európa Tanács 2021/817. számú rendelete, amely 2021. május 20-án jelent meg, és az Erasmus+ elnevezésű uniós oktatási és képzési, ifjúsági és sportprogram létrehozásáról és az 1288/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről szól (EGT-vonatkozású szöveg) (2021). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, L 189/1. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0817&qid=1657268926848&from=HU>
- Az Európai Parlament, a Tanács és a Bizottság [é. n.]: *A szociális jogok európai pillére*. Online: <https://op.europa.eu/webpub/empl/european-pillar-of-social-rights/en/>
- Binding Commitments [é. n.]. *PESCO*. Online: <https://pesco.europa.eu/binding-commitments/>
- Az Európai Unióról szóló szerződés egységes szerkezetbe foglalt változata – JEGYZŐKÖNYVEK – Az Európai Unióról szóló szerződés 42. cikkével létrehozott állandó strukturált együttműködésről szóló (10. sz.) jegyzőkönyv (2008). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, C 115/1. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:12008M/PRO/10&from=EN>
- CONSOLIDATED VERSION OF THE TREATY ON EUROPEAN UNION (2012). *Official Journal of the European Union*, C 326/13. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2bf140bf-a3f8-4ab2-b506-fd71826e6da6.0023.02/DOC_1&format=PDF
- Európai Bizottság (2020): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának az európai oktatási térség 2025-ig történő megvalósításáról*. Brüsszel. COM(2020) 625 final. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0625&from=EN>
- Európai Bizottság (2017): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Az európai identitás megerősítése az oktatás és a kultúra révén. Az Európai Bizottság hozzájárulása a 2017. november 17-i göteborgi vezetői találkozóhoz*. Strasbourg. COM(2017) 673 final. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0673&from=HU>
- Európai Bizottság (2020): *A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának. Digitális oktatási cselekvési terv. 2021–2027 Az oktatás és a képzés átalakítása a digitális kornak megfelelően*. Brüsszel. COM(2020) 624 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX:52020DC0624>
- Európai Parlament (2021): *Az Európai Parlament 2021. május 19-i állásfoglalása a mesterséges intelligencia alkalmazásáról az oktatásban, a kulturális és az audiovizuális ágazatban*. Brüsszel. Online: https://europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0238_HU.html
- Európai Parlament (2022): *JELENTÉS az Erasmus+ program keretében az integrációs intézkedések végrehajtásáról (2014–2020)*. A9-0158/2022. Online: https://europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2022-0158_HU.html
- Európai Tanács (2017): *Az Európai Tanács következtetései a biztonságról és a védelemről, a szociális dimenzióról, az oktatásról és a kultúráról, valamint az éghajlatváltozásról*, 2017. december 14. Brüsszel. EUCO 19/17. Online: <https://consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2017/12/14/european-council-conclusions/>
- Európai Tanács (2018): *Az Európai Tanács következtetései*, 2018. június 28. Brüsszel. EUCO 9/18. Online: <https://consilium.europa.eu/hu/press/press-releases/2018/06/29/20180628-euco-conclusions-final/>

- European Commission [é. n.]: Digital Europe Programme. Online: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>
- Lisszaboni Szerződés (2007). *Az Európai Unió Hivatalos Lapja*, C 306/01. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2007:306:FULL&from=HU>
- PESCO: A hatékonyabb védelmi együttműködésért az EU-ban (2017). *Hírek – Európai Parlament*, 2017. december 11. Online: <https://europarl.europa.eu/news/hu/headlines/security/20171208STO89939/pesco-a-hatekonyabb-vedelmi-egyuttmukodesert-az-eu-ban>
- [Closed] European Union Training Mission Competence Centre (EU TMCC) [é. n.]. *PESCO*. Online: <https://pesco.europa.eu/project/european-union-training-mission-competence-centre/>
<https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2021/11/16/14-new-pesco-projects-launched-in-boost-for-european-defence-cooperation>

Vákát

Polgári és katonai repülőterek fenntarthatósági stratégiája

Egyre jobban tudatosul napjainkban, hogy a környezeti hatásokra való kizárólagos összpontosítás már nem elegendő, és a repülőtereknek együtt kell foglalkoznia a három legfőbb fenntarthatósági dimenzióval, a környezeti, a társadalmi és a gazdasági fenntarthatóság kérdéseivel. A tanulmány legfőbb célja, hogy bemutassa az egész iparágra kiterjedő iránymutatásokat, ajánlott intézkedéseket, amelyek segíthetik a repülőtereket fenntarthatóbbá tenni, és indikatív mérőszámokat kínálnak az elért eredmények mérésére és a fejlesztendő területek azonosítására. A tanulmány külön fejezetben kíván kitérni a polgári és katonai kettős felhasználású repülőterek fenntarthatósági kérdéseire.

Kulcsszavak: klímasemlegesség, regionális repülőterek fenntarthatósági stratégiája, szén-dioxid-semleges repülőterek, társadalmi, környezeti és gazdasági fenntarthatósági kezdeményezések

Sustainability Strategy for Civil and Military Airports

Nowadays, it is becoming more and more obvious that focusing exclusively on environmental impacts is no longer enough, and that airports must deal with all the three main dimensions of sustainability, environmental, social and economic. The most important objective of the study is to present industry-wide guidelines, recommended actions that can help airports become more sustainable, and offer indicative metrics to measure achievements and identify areas for improvement. In a separate chapter, the study intends to address the sustainability issues of civil and military dual-use airports.

Keywords: climate neutrality, regional airport sustainability strategy, carbon neutral airports, social, environmental and economic sustainability initiatives

Bevezetés

Hagyományosan a repülőterek fenntarthatósági erőfeszítéseiket működésük környezeti hatásainak minimalizálására összpontosították. Természetesen ez a perspektíva továbbra is kritikus, és folyamatos erőfeszítéseket igényel, különös tekintettel a globális felmelegedés kihívására. Egyre jobban tudatosul azonban, hogy a környezeti hatásokra való

¹ Egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem Közpénzügyi Tanszék; e-mail: Novoszath.Peter@uni-nke.hu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8755-6858>.

kizárólagos összpontosítás már nem elegendő, és a repülőtéri ágazatnak átfogó módon kell foglalkoznia a három legfontosabb fenntarthatósági dimenzióval – a környezeti, társadalmi és gazdasági tényezőkkel. Ezért az Európai Repülőterek Nemzetközi Tanácsa (ACI EUROPE)² megalkotta repülőtéri fenntarthatósági stratégiáját, amely az egész iparágra kiterjedő keret és iránymutatásokat ad a jövő fenntartható repülőtérének közös víziója köré rendezve.³ Ez a keretrendszer és útmutatás modern, kiegyensúlyozott üzleti megközelítést vezet be, amely figyelembe veszi a pénzügyi és nem pénzügyi hatásokat egyaránt, és megfelelően igazodik az iparág prioritásaihoz. Mint ilyen ennek a stratégiának elsődleges célja, hogy általános iránymutatást és részletes iránymutatásokat adjon az európai repülőtér-üzemeltetők fenntarthatósági törekvéseihez. Meghatározza azokat az ajánlott intézkedéseket, amelyek segíthetik a repülőtereket fenntarthatóbbá válni, és indikatív mérőszámokat kínál az elért eredmények mérésére és a további előrelépésre szoruló területek azonosítására.

Tekintettel a téma kiterjedtségére és az európai repülőterek sokféleségére, a fenntarthatósági stratégia (a továbbiakban: Stratégia) nem ad kimerítő és előíró jellegű listát minden, a fenntarthatósággal kapcsolatos tevékenységről és mérőszámról, amelyet a repülőterek esetleg be kívánnak vezetni. Például, bár elismeri, hogy az olyan területek, mint a műveletek biztonsága és általában a biztonság, kulcsfontosságú összetevői a repülőtéri fenntarthatóságnak, ezekre a stratégia nem terjed ki, mivel ezeket szigorúan szabályozzák a meglévő nemzetközi keretek és szabványok. A stratégia azokra a területekre összpontosít, ahol az ACI EUROPE jelentős potenciált lát abban, hogy a repülőterek ambíciózusabbak lesznek, és fokozzák erőfeszítéseiket, különösen a szabályozási követelményeken túlmutató önkéntes intézkedések végrehajtásával.

Globális fenntarthatósági szabványok

A fenntarthatóság közös nyelvét az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) által 2015-ben elfogadott 17 fenntartható fejlődési cél (SDG) határozza meg (1. ábra):⁴

Az ENSZ számára a fenntartható fejlesztési célok széles körű terjesztése és ezzel párhuzamosan azok megvalósítása vált elfogadottá, ami a fenntarthatóság egyik fő építőköve világszerte. A legfontosabb összetevői ennek: lényeges elemzések készítése a prioritások meghatározásához, azok felhasználása olyan stratégiai és jelentési szabványokhoz, mint például a Global Reporting Initiative (GRI), a harmadik felek biztosítékainak bevonása a közzétételek érvényességének növelésére és a fenntarthatósági eredmények előrettekintő tervezése a Nemzetközi Integrált Jelentéstételi Tanács (International Integrated Reporting

² Az Airports Council International weboldala: <https://aci-europe.org/>. Az ACI EUROPE az Airports Council International (ACI) európai régiója, amely a repülőtér-üzemeltetők egyetlen nemzetközi szakmai szövetsége.

³ Airports Council International (2020): *Sustainability Strategy for Airports*. Second Edition – November 2020.

⁴ United Nations [é. n.]: *A Global Compact for Sustainable Development*.

Council – IIRC) hat tényezőjével⁵ összhangban. Ezen kereten keresztül a repülőterek általában összefüggésbe tudják hozni fenntarthatósági tevékenységeiket a fenntartható fejlődési célokkal és a GRI fenntarthatósági jelentési irányelveivel és annak repülőter-üzemeltetőkre vonatkozó ágazati mellékleteivel (AOSS).⁶



1. ábra: Az Egyesült Nemzetek Szervezete által elfogadott fenntartható fejlődési célok (SDG-k)

Forrás: ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok (Sustainable Development Goals, SDGs) [é. n.]

SDG 13: klímapolitika

A repülőterek helyi sajátosságaitól függően különböző prioritásokat határoznak meg, azonban a 13. SDG – klímapolitika – világszerte vitathatatlan jelentőséggel bír. Ez különösen igaz a párizsi klíamegállapodás elfogadása (2015. december) óta, amely a globális felmelegedés 2 °C-kal, ideális esetben 1,5 °C-kal való korlátozását tűzte ki célul, hogy megelőzzék a bolygónkra és az emberiségre nézve katasztrofális következményeket. Az éghajlatváltozással foglalkozó kormányközi testület (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) 2018 októberében kiadott különjelentése kiemelte a válaszadás sürgősségét arra, amit ma klímavészhelyzetként emlegetnek. Ez a jelentés sürgős és drasztikus lépésekre szólít fel a globális korlátozások érdekében a globális felmelegedés párizsi megállapodásnak megfelelő csökkentésére, beleértve a „példátlan és nagymértékű szén-dioxid-kibocsátás csökkentését minden ágazatban”, hogy a globális kibocsátás 2030-ra 45%-kal csökkenjen, és 2050-re elérje a nettó nulla értéket. Ezekkel a megállapításokkal összhangban 2019 decemberében az Európai Bizottság (EB) bejelentette azt

⁵ Ez a hat tényező a következő: pénzügyi, infrastrukturális, szellemi, emberi, társadalmi és természeti. További információkért lásd International Integrated Reporting Council (2013b): *Capitals. Background Paper for <IR>*.

⁶ *Sustainability Reporting Guidelines & Airport Operators Sector Supplement* [é. n.].

a célt, hogy Európa legyen az első klímasemleges kontinens 2050-re, amelyet példátlan új politikai stratégia, az európai zöld megállapodás valósítana meg.

SDG 3: jó egészség és jó közérzet

Bár a klímavészhelyzet továbbra is az emberiség legnagyobb kihívása, 2020-ban újabb súlyos válság sújtotta a világot: a Covid–19-világjárvány. Amellett, hogy páratlan egészségügyi válsághoz, példátlan természetű gazdasági és társadalmi zavarokhoz vezetett világszerte, amelyek teljesen még nem mérhetők. Ez az új helyzet a 3. SDG-t – a jó egészséget és a jó közérzetet – minden fenntarthatósági stratégia egyik legfontosabb prioritásává teszi. A repülőterek számára ez azt jelenti, hogy nagyobb hangsúlyt kell helyezni a biztonságra, az egészségre és a repülőtéri élményt szolgáló intézkedésekre, valamint egy új kategória elismerésére – ez az utasok egészségének megőrzése lenne. Ami egyúttal arról is szól, hogy egészséges munkakörnyezetet kell biztosítani a repülésben dolgozó munkatársak és a telephelyeken működő harmadik felek alkalmazottai számára is. Végül, de nem utolsósorban arról is, hogy keresni kell a közegészségügy és a közbiztonság támogatásának módjait a repülőtér kerítésén túl is.

Gyorsabb kilábalás a Covid–19-járványból, a fenntartható kilábalás felé

A Covid–19-válság alapvető kérdéseket vetett fel társadalmainkkal, gazdasági és politikai rendszereinkkel kapcsolatban, és új kontextusba helyezi a repülőterek fenntarthatóságáról szóló vitákat. Sok repülőtér küzd azért, hogy túlélje a gazdasági visszaesést, és szenvednek az erőforrások elérhetőségének hiánya miatt, többek között éppen a fenntarthatóság megteremtése érdekében végzett munkájuk során. Mindez nagy veszélybe sodorhatja az elmúlt évek eredményeit és a jövőre vonatkozó terveket is. Mindazonáltal az is világos, hogy a fenntarthatóságnak továbbra is a repülőterek napirendjén kell maradnia, mivel a jelenlegi válság lehetőséget kínál a meglévő struktúrák és gyakorlatok kritikus újraértékelésére, és a világ – és a légi közlekedési ágazat – magasabb szinten történő újrapozicionálására. Fenntartható fellendülésre van szükség az ágazat életképességének megőrzésére és a szükséges tökebevonások lehetőségeinek növelésére.⁷

A jövő fenntartható repülőtérének kiegyensúlyozott üzleti modellre kell épülnie

A repülőterek üzemeltetőinek továbbra is el kell látniuk alapvető funkciójukat a repülőtéri szolgáltatások összes meglévő területén – leszállás, parkolás, utasok és áruk be- és kiszállása, terminálok, logisztikai központok és poggyászcarnokok stb. üzemeltetése, az ezekhez kapcsolódó infrastruktúrák és szolgáltatások magas színvonalon tartása,

⁷ Airports Council International 2020.

valamint olyan árstratégia alkalmazása, amely ösztönzi a légi járművek csendesebb és tisztább működését. Annak szellemében, ahogy azt a repülőtéri díjak környezetvédelmi célok megvalósítása érdekében való áthangolásáról szóló ACI EUROPE tájékoztató dokumentum is felvázolja.⁸ Hasonlóképpen, a repülőterek üzemeltetőinek törekedniük kell annak biztosítására, hogy a repülőtéri szolgáltatások nyújtásának teljes költségét a repülési díjakból fedezzék. E költség-bevétel egyensúly biztosítása különösen fontos lesz a Covid–19 után fejlődő légi közlekedési piac összefüggésében, és kulcsfontosságú a repülőterek fenntarthatósági beruházási kapacitásának megőrzésében. Ezen elképzelés alapján a jelenlegi stratégia átfogó „kiegyensúlyozott üzleti modell” alapjaira támaszkodik (2. ábra). Az IIRC a repülőterek üzleti modelljét a következőképpen határozza meg: „az inputokat üzleti tevékenységein keresztül outputokká és eredményekké alakítja, amelyek célja a szervezet stratégiai céljainak teljesítése és értékteremtés rövid, közép- és hosszú távon.” Ahhoz, hogy ezek a szervezetek célorientált vállalkozások legyenek, a repülőtereknek törekedniük kell arra, hogy kiterjesszék az értékteremtés megközelítését, és kiegyensúlyozott üzleti modellt alakítsanak ki, azaz a gazdasági, társadalmi és környezeti hatásaik közötti optimális egyensúlyra törekedjenek.⁹ E cél elérése érdekében tevékenységük belső és külső költségeit, valamint a létrehozott társadalmi, gazdasági és környezeti értéket fel kell mérni, és a stratégiai döntéshozatalban tükrözni kell, megfelelő irányítási struktúrával támogatva.

Környezeti hatások	Társadalmi hatások	Gazdasági hatások
Klímaváltozások A helyi levegő minősége Anyagi erőforrások Víz Biológiai sokféleség	Emberi jogok, értékek és etika Zaj és a helyi közösségek életminősége Alkalmazottak tapasztalata és elkötelezettsége A szolgáltatások minősége és az utasok élményei	Gazdasági fejlődés Fenntartható ellátási lánc Fenntartható úti célok Intermodalitás

2. ábra: Az új fenntartható kiegyensúlyozott üzleti modell fő pillérei

Forrás: a szerző szerkesztése az Airports Council International 2020: 16. alapján

Az integrált teljesítménymenedzsment keretet biztosít ennek a folyamatnak a támogatására; olyan szervezeti teljesítménymenedzsmentre vonatkozik, amely a környezeti és társadalmi szempontokat integrálja az üzleti stratégia kidolgozásába, amelyet egy sor

⁸ Airports Council International Europe (2020): *Information on the use of modulations of airport charges for environmental reasons*. Brussels.

⁹ Az üzleti modell meghatározásával kapcsolatos további információkért lásd például az integrált jelentéskészítés üzleti modelljének háttérét: International Integrated Reporting Council (2013a): *Business Model. Background Paper for <IR>*.

KPI (*Key Performance Indicator*, kulcs-hatékonyságimutató) támogat.¹⁰ Ha egy szervezet meghatározta saját küldetését és céljait, akkor szükséges, hogy mérni lehessen a cél eléréséért tett erőfeszítéseket és az előrehaladását ezen. Ebben segítenek a KPI-k.

Ezenkívül fontos felismerni, hogy a repülőtér repüléstechnikai infrastruktúrája hosszú távra épül. Például egy futópálya alapamortizációs profilja 50+ év. A repülőterek üzleti terveit és a repüléstechnikai infrastruktúrára vonatkozó elemzéseket folyamatosan frissíteni kell, hogy azok tartalmazzák a költségek hosszú távú becsléseit és az értékelés változásait, beleértve azokat is, amelyek a társadalmi és környezeti trendekből – például a változó éghajlatból vagy a változó keresleti szokásokból – erednek. A repülőterek a repülési és nem repülési szolgáltatások nyújtása során új üzleti modelleket hozhatnak létre, például amelyek a különböző érdekelttek közötti megosztott erőforrásokra (például berendezések) vagy a „termék mint szolgáltatás” megközelítésre támaszkodnak. A repülőterek üzemeltetői arra is törekedhetnek, hogy tevékenységük pozitív hatásait a repülőtéren túlra is kiterjesszék, például az induló vállalkozások támogatásának módjainak feltárásával, ezáltal elősegítve az innovációt, vagy együttműködnek a helyi beszállítókkal és üzleti partnerekkel, hozzájárulva munkahelyek teremtéséhez vagy biztosításához a helyi közösségben. Ez utóbbi különösen fontos a Covid-19-ből való kilábalás összefüggésében. A fenntarthatósági megközelítés a repülőtéri hatások átfogó értékelésének elindítására összpontosít a nem pénzügyi tőkéről és azok optimalizálásának módjairól.¹¹

Nemzetközi kezdeményezések a repülőtér fenntarthatóságáért

Mivel a környezetvédelmi kérdéseket már nem lehetett figyelmen kívül hagyni, a nemzetközi légi közlekedési szervezetek beavatkoztak a fennálló folyamatokba, és olyan programokat, valamint szabályozásokat hoztak létre, amelyek fő célja a környezeti hatások csökkentése, ugyanakkor a légi közlekedés magas, stabil szintjének és gazdasági növekedésének fenntartása.

Repülőtéri akkreditációs program a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére

A repülőtéri akkreditáció a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére nemzetközi program, amelyet az európai repülőterek kereskedelmi szervezete, az ACI EUROPE indított el 2009-es éves kongresszusán. Ez olyan globális kezdeményezés a repülőterek számára, amely túlmutat a forgalomelosztó (*hub*) és regionális repülőtereken, kiterjed az összes menetrend szerinti utas- és áruforgalmat lebonyolító repülőtérre, beleértve az általános repülésre (*general aviation*) és a kizárólag árufuvarozásra fókuszált repülőtereket is.¹²

¹⁰ További információkért lásd például WBCSD FLP 2014–Accenture–Integrated Performance Management (2014). *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, 2014. december 21.

¹¹ Airports Council International 2020.

¹² *Airport Carbon Accreditation. Airports Responding to Climate Change* (2020). (6).

A repülőtéri szén-dioxid-akkreditáció az egyetlen intézményileg jóváhagyott, globális szén-dioxid-gazdálkodási tanúsítási program azon repülőterek számára, amelyeknek a repülőtér-specifikus szén-dioxid-szabványai nemzetközileg elismert módszereken alapulnak. Függetlenül értékeli és elismeri a repülőterek szén-dioxid-kibocsátásuk kezelésére és csökkentésére irányuló erőfeszítéseit a tanúsítási szintek révén. Az elérhető szint a repülőtér környezeti hatásának jelenlegi szakasza és szén-dioxid-gazdálkodása függvényében változik. A tanúsításnak hat szintje van:

- Feltérképezés – amely magában foglalja a szénlábnyom mérését.
- Csökkentés – szén-dioxid-gazdálkodás és haladás a csökkentett szénlábnyom felé.
- Optimalizálás – amely harmadik fél bevonására terjed ki a szénlábnyom csökkentésébe, amely magában foglalja a légitársaságokat és a különböző szolgáltatókat, és egyúttal a felületen való érintkezési és hozzáférési módokat a hatóságokkal és a felhasználókkal.
- Semlegesség – a megmaradt szén-dioxid semlegesítésére terjed ki.
- Átalakítás – a repülőtér és üzleti partnerei működésének átalakítását jelenti a kibocsátáscsökkentés lehetséges legnagyobb értékének elérése érdekében.
- Átmenet – a maradék kibocsátás kompenzációja megbízható ellentételezésekkel.

Jelenleg, 2022 augusztusában már Európában 76 repülőtér térképezte fel szén-dioxid-kibocsátásának lábnyomát, 46 repülőtér vezetett be intézkedéseket szén-dioxid-kibocsátásának csökkentésére. 19 repülőtér csökkentette szén-dioxid-kibocsátását, és másokat is bevont ebbe. 37 a szén-dioxid-semleges repülőterek száma Európában. Ma már 13 olyan repülőtér van Európában, amely összehangolta szén-dioxid-gazdálkodását a globális éghajlati célokkal. 19 repülótéren történt átalakítás a további maradék emisszió kompenzálására. A fentiek összességében az összes utasforgalom 73,1%-át érintik.¹³

Egyéb nemzetközi repülési kezdeményezések a repülőterek fenntarthatóságáért

A Szövetségi Légi Közlekedési Hivatal (FAA)¹⁴ 2011-ben kísérleti programot indított, amelynek fő célja az volt, hogy a fenntarthatóságot a repülőterek tervezésének alapvető célkitűzésévé tegye. 2012-ben az FAA közzétette a légi közlekedési környezet- és energiapolitikai nyilatkozatot, amely azonosítja és megerősíti elkötelezettségét a környezetvédelem mellett, ami lehetővé teszi a légi közlekedés fenntartható növekedését. Az FAA környezetvédelmi politikáját és útmutatóját folyamatosan frissítik és felülvizsgálják.¹⁵ Az FAA által működtetett programok, például a zajkompatibilitási

¹³ Accredited airports [é. n.]. *Airport Carbon Accreditation*.

¹⁴ A Federal Aviation Administration az Egyesült Államok Közlekedésügyi Államtitkárságának Légügyi Hivatala, amely felelős a polgári repülés minden vonatkozásának szabályozásáért az Egyesült Államokban. Weboldal: <https://faa.gov/>

¹⁵ Federal Aviation Administration (2012): *Aviation Environmental and Energy Policy Statement*. Department of Transportation Federal Aviation Administration.

program és az önkéntes repülőtéri alacsony kibocsátás (VALE) programja, segítik a repülőtereket e célok elérésében. A repülőterek fenntarthatósági tervei ezeket az erőfeszítéseket veszik figyelembe a fenntarthatóság repülőtér-tervezésbe való teljes körű integrálásával.¹⁶

A Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO) háromévente felülvizsgálja, és frissíti vonatkozó irányelveit és gyakorlatait a környezetvédelemre. Az ICAO tanácsa 2015-ben elfogadta környezetvédelmi stratégiai célkitűzéseit is, amelyek legfőbb célja a polgári légi közlekedési tevékenységek káros környezeti hatásainak minimalizálása.¹⁷

Az EUROCONTROL két fontos jelentést tett közzé a légi közlekedés fenntarthatóságáról szóló vitával kapcsolatosan. Az első a hosszú távú légi forgalmi előrejelzés (EUROCONTROL Aviation Outlook 2050 – EAO 2050),¹⁸ amely 2050-re 16 millió járatot jósol, és ebben első alkalommal becsülték meg a nettó CO₂-kibocsátást, és elemzik, hogy hogyan érheti el a légi közlekedés 2050-re a nettó nulla kibocsátást. A második az Objective Skygreen-jelentés,¹⁹ amely dokumentumban összefoglalják az EAO 2050-ben felvázolt közlekedési forgatókönyveket, és részletesebben megvizsgálják azokat az elemeket, amelyek a kibocsátás csökkentését eredményezhetik a szén-dioxid-mentesítéshez szükséges többletköltségekre összpontosítva.

Az Európai Unió Repülésbiztonsági Ügynöksége (EASA) egyik küldetése a fenntarthatóság magas szintjének elérése és a repülőtéri környezeti hatások csökkentése. Ez magában foglalja a zajcsökkentést, a levegőminőség javítását és az éghajlatváltozás mérséklését. Az EASA többek között elkészíti az európai légi közlekedési környezeti jelentést, amely pontos információforrást biztosít az európai légi közlekedési ágazat környezetvédelmi teljesítményéről.²⁰

Az épületkutatási létesítmény környezeti vizsgálati módszere, a BREEAM²¹ nemzetközi szabvány, amely bármely épülettípus igényeihez igazítható, beleértve a repülőtereket is. Tanúsítási folyamatot biztosít, amelynek fő célja az építészeti projektekkel kapcsolatos döntések koordinálása annak érdekében, hogy jobb fenntarthatósági eredményeket érhessenek el.

Az építőmérnöki környezeti minőségértékelési és díjrendszer (CEEQUA)²² az infrastruktúra fenntarthatósági minősítési rendszere, amelynek célja a mélyépítési projektek fenntarthatóságának javítása. A polgári és katonai repülési ágazatban is használják a repülőtéri létesítmények széles körének értékelésére, beleértve a futópályákat,

¹⁶ Voluntary Airport Low Emissions Program (VALE) [é. n.]. *Federal Aviation Administration*.

¹⁷ Annual Report of the ICAO Council: 2015. Strategic Objectives: Environmental Protection [é. n.]. *ICAO*.

¹⁸ EUROCONTROL (2022a): *Aviation Outlook 2050. Main Report*.

¹⁹ EUROCONTROL (2022b): *Objective Skygreen 2022-2030: The economics of aviation decarbonisation towards the 2030 Green Deal milestone*.

²⁰ Az EASA weboldala: <https://easa.europa.eu/>

²¹ A BREEAM, amelyet először az Building Research Establishment adott ki 1990-ben, a világ legrégebben bevezetett módszere az épületek fenntarthatóságának értékelésére, minősítésére és igazolására. BREEAM [é. n.]. *Wikipedia*.

²² A CEEQUAL a nemzetközi, bizonyítékokon alapuló fenntarthatósági értékelési, minősítési és díjrendszer a mélyépítés, az infrastruktúra, a tereprendezés és a közterületi munkák területén.

a gurulóutakat, a forgalmi előtereket, a parkolóhelyeket és az üzemeltetés során használt eszközöket is.

Fenntarthatósági kérdések a katonaságnál

A fenntarthatóság a katonai kiképzés, hadműveletek és létesítmények jövőbeli tervezése körüli vita központi témájává válik. Az egyre növekvő energiaigény és a lakosság nyomása a kibocsátás csökkentésére és az újrahasznosíthatóság javítására felveti a kérdést, hogyan lehet megfelelni a fenntarthatósági követelményeknek, miközben javítani kell a katonai erő képességeit. Ez a fejezet hangsúlyozza annak szükségességét, hogy megértsük a fenntarthatóság geneziséét, és egyúttal megvizsgáljuk a fejlődés kilátásait.²³

Amikor a hadseregben a fenntarthatósági kérdésekről beszélnek, mindenekelőtt a fenntartható energiafogyasztás kerül előtérbe. A fenntartható energiafogyasztás hosszú távú stratégiai nézete a katonai tervezés szerves részévé válik, mivel az energetikai kezdeményezések a missziós képességekhez kötődnek. A fenntartható energiafelhasználással kapcsolatos felfogás növekedésével párhuzamosan a katonai tevékenységekhez kapcsolódó egyéb környezeti kérdések is egyre inkább felkeltik a kutatók és a gyakorlati szakemberek érdeklődését. Az adatok bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a fegyveres erők a Föld legnagyobb szennyezői közé tartoznak.²⁴ A katonai bázisok talajszennyezése, amelyet az üzemanyag-vezetékek szivárgása, a szállítási balesetek, valamint a vegyi harci szerek használata okoz, aggodalomra ad okot, különösen akkor, ha a katonai lőtereket visszaadják nem katonai szervezeteknek.²⁵

Ugyanakkor a katonaság gazdasági és társadalmi hatással van a helyi közösségekre, mivel a katonai bázisok és logisztikai hálózatuk katalizálja a regionális gazdasági és társadalmi fejlődést. Ami a hadsereg szerepét illeti a támadások elleni hadműveletekben, az közvetlenül kapcsolódik a munkahelyteremtéshez.²⁶ A katonaság a pozitív gazdasági hatás mellett kevésbé kedvezően hathat a társadalmi fenntarthatóságra. A bázisok és a gyakorlóterek akár jelentősen is átalakíthatják egyes városok infrastruktúráját, az adott országban található nagy katonai bázisok hatással lehetnek az úthálózatra, és bizonyos esetekben a távoli területeken élő közösségek fizikai, társadalmi

²³ Rasa SMALIUKIENE (2018): Sustainability issues in the military: genesis and prospects. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 8(1).

²⁴ A. K. JORGENSEN – B. CLARK (2016): The temporal stability and developmental differences in the environmental impacts of militarism: The treadmill of destruction and consumption-based carbon emissions. *Sustainability Science*, (11), 505–514.

²⁵ V. PIDLISNYUK et al. (2016): Preliminary Results on Growing Second Generation Biofuel Crop Miscanthus X Giganteus at The Polluted Military Site in Ukraine. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 15(1), 54.; L. B. JUGNIA et al. (2018): In situ pilot test for bioremediation of energetic compound-contaminated soil at a former military demolition range site. *Environmental Science and Pollution Research*, (25), 19436–19445.

²⁶ J. GREENBURG (2017): Selling Stabilization: Anxious Practices of Militarized Development Contracting. *Development and Change*, (48), 1262–1286.

és gazdasági elszigetelődését okozhatják.²⁷ Rasa Smaliukiene²⁸ kutatásának eredményei azt mutatják, hogy a katonai fenntarthatóság fontos paradigmává válik, amelyben közös tudásanyag és intézményesített gyakorlatok alakulnak ki. Három domináns kutatási irány van a területen: 1. a társadalmi kohézió; 2. a környezetileg fenntartható megoldások; és 3. a militarizáció gazdasági (nem) fenntarthatósága. Az első területet elsősorban az egészség- és társadalomtudományi kutatások képviselik. A katonai kontextusban a társadalmi fenntarthatóságot a kohézió jelenségeként érzékelik és elemzik. A társadalmi kohézió a szervezeten belüli fizikai és mentális egészség erős „gyógyszerének” bizonyult. A téma sajátos paradigmát vesz fel, és a belső folyamatokra koncentrál, ugyanakkor innovatív nézőpontot ad a kohézió jelenségére, amelyet mára nem katonai kutatók is teljeskörűen elemeztek. A kutatás azt mutatja, hogy a társadalmi kohézió a hadseregben a fenntarthatóság legkifejtettebb témája, mégis elveszíti jelentőségét, mivel az egészségügyi kérdések közvetlenül kapcsolódnak a fenntarthatóság tág fogalmához. A környezetileg fenntartható megoldások jelentik a katonai fenntarthatóság kutatásának második területét. A publikációk száma szerint ez a legkevesbé vizsgált téma. Mindazonáltal a katonai környezeti-mentális fenntarthatóság kutatási eredményei megoldást kínálnak a gyakorlati alkalmazásra. A katonaságnak mint nagy energiafogyasztónak és nagy szennyezőnek változatos megoldásokra van szüksége arra vonatkozóan, hogyan lehet növelni az erőforrás-felhasználás hatékonyságát a küldetés hatékonyságának feláldozása nélkül. Ennek megfelelően az élettudományokban és a mérnöki tudományokban fellelhető környezeti szempontból fenntartható megoldások intézményesülnek a katonai irányítási rendszerekben. Ezen a területen a tudomány és a gyakorlat nagy integritása fejlődik ki. A harmadik kutatási terület a militarizáció gazdasági (nem) fenntarthatóságára fókuszál, és a gazdaságpolitikai kutatók uralják. A kutatási eredmények bizonyítják a katonaság nemzetgazdasági szerepének változását. Mivel a csúcstechnológiás fegyverek a katonaságot tőke- és tudásintenzív iparrá teszik, már nem foglalkoztatja az iskolázatlan és szakképzetlen fiatalokat, így jelentős aggodalmakat okoz ezeknek az egyéneknek és a társadalom egészének. A gazdasági fenntarthatóság területén végzett kutatások azt mutatják, hogy a katonai kiadások súlyosbítják a jövedelmi egyenlőtlenségeket, és változtatásokat igényelnek a politikában. A gazdaságpolitikai paradigma túlsúlya a fenntarthatóság kutatásának elszigetelt területét hozta létre a hadseregben. A katonai környezeti fenntarthatóság a multidiszciplináris megközelítést integrálja, és a környezeti, gazdasági és társadalmi fenntarthatósággal kapcsolatos kutatások közötti elszigeteltség eltűnik.²⁹

²⁷ M. HAVLÍČEK et al. (2018): The consequences of establishing military training areas for land use development—A case study of Libavá, Czech Republic. *Land Use Policy*, (73), 84–94.

²⁸ Rasa Smaliukiene professzor, projektmenedzser a Litván Katonai Akadémián. Nemzeti képviselő a NATO Tudományos és Technológiai Szervezeténél (NATO STO), az Emberi Tényezők és Orvostudományi Kérdések Csoportban, valamint a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) emberierőforrás-menedzsmenttel foglalkozó csoportjában.

²⁹ SMALIUKIENE 2018.

A katonaság kapcsolatai a helyi közösségekkel a fenntartható fejlődés kontextusában

A helyi közösségek szemszögéből figyelmet érdemelnek az életszínvonal diverzifikációjának és az intenzív emberi tevékenység és az ezzel összefüggő természeti környezet szennyezés okozta klímaváltozás problémái. Amint azt E. J. Blakely és E. G. Leigh leírja, az életszínvonalban bekövetkező hatások rendkívül sokfélék lehetnek:³⁰

- a globalizáció, amely gyengíti a globális hálózatok (helyi és nemzeti) ellenőrzését;
- a bér- (jövedelem-) rés növekedése;
- a munkáltatók megtakarításai a munkavállalók terhére;
- a vidéki és városi területek közötti, valamint a városokon belüli területi erőforrás-egyenlőtlenségek.

A helyi fejlődést leginkább korlátozó tényező jelenleg a gazdasági szerkezet elégtelen diverzifikációja, a tőke- és tudásforrások elégtelen szintje, a műszaki infrastruktúra hiánya vagy alacsony szintje, a vállalkozások nem kellő agilitása, a területfejlesztés koherens jövőképének hiánya, valamint a társadalmi szinergiák irányításának és integrálásának hiánya. A fejlődés ezen kontextusban „adott területen a gazdasági és társadalmi tevékenységek diverzifikációjának és gazdagításának folyamata, amely a saját erőforrások és az energia mobilizálásából és koordinációjából áll”.³¹ Ez a folyamat mennyiségi (befektetett eszközök nagysága, foglalkoztatás és beruházások) és minőségi változásokat foglal magában, amelyek meghatározzák a nyújtott szolgáltatások színvonalát és elérhetőségét a helyi közösség számára.

A helyi közösségekkel fenntartott katonai kapcsolatok intenzitását számos belső és külső tényező határozza meg. A fenntartható fejlődés kontextusában elemzett társadalmi, gazdasági és környezeti kapcsolatok azt mutatják, hogy a katonaság mint állami intézmény a közjó biztosításán túl a lakossági honvédelem formájában is hozzájárul a katonai potenciál kiépítéséhez azon a területen, ahol található. Ez a hozzájárulás a katonaság helyi munkaerőpiacokra gyakorolt hatásával (a foglalkoztatás növekedése), a lakosság jövedelmi helyzetével (stabilizáció) kapcsolatban azonosítható: a helyi költségvetés nagysága (városi önkormányzatokban ingatlanadó-bevétel, vidéki településeken mezőgazdasági adóból származó bevétel), a közszolgáltatások nagysága és minősége (a katonai alakulatokból származó fenntartható bevételek), a kereskedelem élénkülése és az egyéneknek termékeket és szolgáltatásokat nyújtó vállalatok pénzügyi helyzete. A válaszadók hangsúlyozták a katonai egység szerepét a helyi munkaerőpiac diverzifikálásában, az alakulat jelenlétének köszönhetően az önkormányzatokba való új lakosok beáramlásának növelésében, a fiatalok hazafias attitűdjének kialakításában (együttműködés civil szervezetekkel és egyéb szociális partnerekkel), az ingatlanpiaci

³⁰ E. J. BLAKELY – E. G. LEIGH (2010): *Planning Local Economic Development. Theory and Practice*. 4th Edition. Thousand Oaks: SAGE. 4–23.

³¹ A. JEWTUCHOWICZ (2013): *Terytorium i Współczesne Dylematy jego Rozwoju*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. 58.

befolyás gyakorlásában (katonák ház- és lakásvásárlása, bérbeadása), az önkormányzatok elismerésében. A katonaság nagy társadalmi bizalomnak örvend, és a választadók többsége a biztonságot elősegítő entitásként értékelte, annak ellenére, hogy helyi szinten ez a hatás közvetett. A hadsereg fontosságát a biztonság biztosításában főként az államhatárhoz közeli települések lakói vették észre.³²

Az Egyesült Államok nemzetvédelmi minisztériumának klímaalkalmazkodási terve

Az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (DOD) az éghajlatváltozást kritikus nemzetbiztonsági kérdésként és a fenyegetettség egyik multiplikátoraként,³³ valamint felső vezetési kihívásként azonosította.³⁴ Az éghajlatváltozás tovább növeli a haderővel szembeni operatív igényeket, rontja a létesítményeket és az infrastruktúrát, növeli a szolgálat tagjait fenyegető egészségügyi kockázatokat, és a meglévő és tervezett berendezések módosítását teheti szükségessé. A szélsőséges időjárási események már most is több milliárd dollárba kerülnek a minisztériumnak, és rontják a küldetési képességeket. Ezek a hatások és költségek az éghajlatváltozás felgyorsulásával valószínűleg növekedni fognak. Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás hiányosságai egyre több hátrányos következménnyel járnak majd, amelyek a katonai képességek romlásához, a szövetségek és a nemzetközi szerep meggyengüléséhez vezethetnek, egyúttal leromlott infrastruktúrához, valamint a technikai innováció és a gazdasági növekedés elszalasztott lehetőségei által válnak egyre szembetűnőbbé. Az amerikai minisztérium stratégiai dokumentuma szerint ezért merész lépéseket kell tenni az alkalmazkodás felgyorsítása érdekében az éghajlatváltozás káros hatásainak csökkentése érdekében. Ezeknek az alkalmazkodási erőfeszítéseknek összhangban kell lenniük a nemzetvédelem stratégiai céljaival és küldetési követelményeivel, biztosítva, hogy a katonaság minden körülmények között elrettentse az agressziót és megvédje a nemzetet. A DOD korábbi munkákra építve, az alkalmazkodási követelmények megértését célzó tudományos és mérnöki kutatásokra, új irányelvekre és útmutatásokra, továbbfejlesztett építési szabályzatokra és szabványokra, az eszközök és a létesítmények éghajlati expozíciójának felméréseire és értékelésére, valamint az átfogó telepítési főtervezés követelményeire alapozva alkotta meg a nemzetvédelmi minisztérium klímaalkalmazkodási tervét.³⁵

Ez a terv a DOD 2014-es klímaváltozáshoz való alkalmazkodási ütemtervében³⁶ körvonalazott intézkedésekre és tevékenységekre épül, és megfelel az éghajlati válság

³² Stanisław SIRKO – Jarosław KOZUBA – Marzena PIOTROWSKA-TRYBULL (2019): The Military's Links with Local Communities in the Context of Sustainable Development. *Sustainability*, (11), 4427.

³³ Department of Defense (DOD) (2014a): *Quadrennial Defense Review 2014*.

³⁴ DOD (2020): *Fiscal Year 2021. Top DOD Management Challenges*. Washington: Inspector General, Department of Defense.

³⁵ DOD (2021): *Climate Adaptation Plan*.

³⁶ DOD (2014b): *2014 Climate Change Adaptation Roadmap*.

kezelésére itthon és külföldön kiadott 14008. számú végrehajtási rendelet (EO) 211. szakasza követelményeinek. A Környezetminőségi Tanács (CEQ) ezt követően jelezte, hogy ennek a tervnek az elsődleges célja, hogy „integrálja az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodást és az éghajlatváltozással szembeni ellenálló képességet az ügynökségi programokban, az ingatlanok, a közterületek és a vizek kezelésében, valamint a pénzügyi szolgáltatásokban”. A minisztérium nagyon széles körű megközelítést alkalmazott ezen útmutatáshoz, és pozitív változást kíván elérni az ország legnagyobb szövetségi erőforrás-fogyasztó szervezetében. A CEQ előírt formátumának egyes elemeit módosították, hogy javítsák a megértést a minisztérium kulturális és nemzetbiztonsági kontextusában.³⁷

Az Egyesült Államok klímaalkalmazkodási stratégiai keretrendszere

Az Egyesült Államok védelmi minisztériuma megalkotta klímaalkalmazkodási stratégiai keretrendszerét (3. ábra), és ehhez módosította a CEQ előírt formátumát, hogy jobban tükrözze a nemzetvédelem tevékenységeinek hatókörét és mértékét, valamint annak érdekében, hogy a DOD tervezési erőfeszítéseinél közös terminológiát használjon. A klímaalkalmazkodási stratégiai keretrendszer célja, hogy gondoskodjon arról, hogy a DOD működni tudjon változó éghajlati viszonyok között, megőrizve működési képességét, és javítva a minisztérium sikeréhez elengedhetetlen természetes és ember alkotta rendszereket. A minisztérium kétféleképpen reagál az éghajlatváltozásra: alkalmazkodás az éghajlatváltozás hatásaival szembeni ellenálló képesség fokozása érdekében; valamint az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentését célzó mérséklés. A DOD fenntarthatósági jelentése és végrehajtási terve (*Sustainability Report and Implementation Plan*) tovább részletezi a minisztérium egyes éghajlati változásokra vonatkozó stratégiai intézkedéseit.³⁸ A DOD irányelve szerint³⁹ minden művelet, tervezési tevékenység, üzleti folyamat és erőforrás-elosztási döntés magában foglalja az éghajlatváltozással kapcsolatos megfontolásokat. Ennek a döntésnek a célja, hogy biztosítsa, az Egyesült Államok katonai erői minden körülmények között megőrzik hadműveleti előnyüket, kihasználva hatékonyságukat és ellenálló képességüket, annak érdekében, hogy biztosítsák erőik mozgékonyágát, képességeit és hatékonyságát. Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodásnak összhangban kell lennie a minisztérium harci követelményeivel, és támogatnia kell azokat. Mivel egyetlen entitás sem élvezheti azt a luxust, hogy mentesüljön az éghajlatváltozás hatásai alól, a minisztérium egyetlen része – sem szolgálat, sem parancsnokság, sem tevékenység – nem tudja „kizárni” a változó éghajlathoz való alkalmazkodás követelményét.

³⁷ DOD 2021.

³⁸ DOD (2020b): *Sustainability Report and Implementation Plan*.

³⁹ DOD (2016): *DOD Directive 4715.21.: Climate Change Adaptation and Resilience*. Washington: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics.

Erőfeszítések iránya fókuszterületekkel	Stratégiai eredmények
Klímainformációs döntéshozatal Klímaintelligencia Stratégiai, operatív és taktikai döntéshozatal	<i>Az éghajlatváltozással kapcsolatos megfontolások és hatások az összes vonatkozó és alkalmazandó DOD- határozatban szerepelnek</i>
Képzés és felszerelés, klímaváltozás- és ütésálló haderő Biztonságos tréning extrém körülményekkel A jelenlegi és a jövőbeli felszerelés értékelése A követelmények és a beszerzések módosítása Az éghajlati hatások tesztelése	<i>Agilis, kiképzett és felszerelt haderő, amely hatékonyan működik minden várható éghajlati viszony között</i>
Ütésálló és természetes infrastruktúra Telepítési ellenálló képesség A teszt- és képzési terület megvédése Ökoszisztéma-szolgáltatások	<i>A sikeres küldeteskészültséghez, katonai felkészültséghez és a változó körülmények között a hadműveleti sikerhez szükséges kiépített és természetes infrastruktúra</i>
Az ellátási lánc ellenállósága és innováció Az ellátási lánc ellenállóságának értékelése Megszilárdítás és váltás szárazföldre A vásárlóerő kihasználása	<i>Megszakítás nélküli hozzáférés a kulcsfontosságú kellékekhez, anyagokhoz, vegyi anyagokhoz és szolgáltatásokhoz</i>
Az ellenálló képesség fokozása együttműködéssel Szervezetek között és kormányzaton belül A partner nemzetekkel Közösségi ellenálló képesség	<i>Az alkalmazkodási költségek csökkentése és a célok egységesítése a DOD érdekelt feleivel való érdemi együttműködések révén</i>

3. ábra: A DOD éghajlati alkalmazkodási stratégiai keretrendszere a jelenlegi és jövőbeli döntésekhez
 Forrás: a szerző szerkesztése a DOD 2021: 4. alapján

Összefoglalás

Ez a tanulmány egyrészt az Airports Council International (ACI) World átfogó útmutatását tekinti át, amelyet azért tettek közzé, hogy segítsék a repülőterek vezetőit holisztikus fenntarthatósági stratégiájuk megvalósításában, miközben helyi kezdeményezéseiket a közös nemzetközi trendekhez és célkitűzésekhez igazítják. Az ACI útmutatója rész-

letes eligazítást ad arról, hogy a fenntartható légi közlekedés hogyan járulhat hozzá az ENSZ fenntartható fejlődési céljaihoz, egyben áttekintést nyújt a legfontosabb és leggyakrabban vizsgált fenntarthatósági témákról. A világszerte több mint 80 repülőtérrel végzett szigorú adatgyűjtés és kutatások alapján a tárgyalt témák közé tartozik többek között a szolgáltatások minősége, az infrastruktúra fejlesztése, valamint a biztonság és hatékony működés. Ez az útmutatás egyértelműen eligazíthat bennünket arról, hogy a repülőterek hogyan hajtsanak végre társadalmi, környezeti és gazdasági fenntarthatósági intézkedéseket, és hogyan építsék azokat be általános üzleti stratégiájukba és működésükbe. Másrészt e tanulmány bemutatja azokat a nemzetközi kezdeményeseket, amelyek a repülőterek hosszú távú fenntarthatóságának megteremtése érdekében jöttek létre. Harmadrészt e tanulmány részletesen tárgyalja a legfontosabb fenntarthatósági kérdéseket a katonaságnál, külön alfejezetben tárgyalva a katonaság kapcsolatait a helyi közösségekkel a fenntartható fejlődés kontextusában. Végül, de egyáltalán nem utolsósorban e tanulmány röviden ismerteti az Egyesült Államok nemzetvédelmi minisztériumának klímaalkalmazkodási tervét és éghajlati alkalmazkodási stratégiai keretrendszerét.

Felhasznált irodalom

- Accredited airports [é. n.]. *Airport Carbon Accreditation*. Online: <https://airportco2.org/airports-across-the-world.html#region-europe>
- Airport Carbon Accreditation. Airports Responding to Climate Change* (2020). (6). Online: <https://airportcarbonaccreditation.org/component/attachments/?task=download&id=157>
- Airports Council International (2020): *Sustainability Strategy for Airports*. Second Edition – November 2020 Online: <https://aci-europe.org/downloads/resources/ACI%20EUROPE%20SUSTAINABILITY%20STRATEGY%20-%20SECOND%20EDITION.pdf>
- Airports Council International Europe (2020): *Information on the use of modulations of airport charges for environmental reasons*. Brussels. Online: <https://aci-europe.org/downloads/resources/ACI%20EUROPE%20Paper%20on%20Environmental%20Modulations%20of%20Charges.pdf>
- BLAKELY, E. J. – LEIGH, E. G. (2010): *Planning Local Economic Development. Theory and Practice*. 4th Edition. Thousand Oaks: SAGE.
- BREEAM [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <https://en.wikipedia.org/wiki/BREEAM>
- CEEQUAL [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <https://en.wikipedia.org/wiki/CEEQUAL>
- Department of Defense (DOD) (2014a): *Quadrennial Defense Review 2014*. Online: https://acq.osd.mil/ncbdp/docs/2014_Quadrennial_Defense_Review.pdf
- DOD (2014b): *2014 Climate Change Adaptation Roadmap*. Online: https://acq.osd.mil/EIE/Downloads/CCARprint_wForward_e.pdf
- DOD (2021): *Climate Adaptation Plan*. Online: <https://sustainability.gov/pdfs/dod-2021-cap.pdf>
- DOD (2016): *DOD Directive 4715.21.: Climate Change Adaptation and Resilience*. Washington: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology, and Logistics.
- DOD (2020a): *Fiscal Year 2021. Top DOD Management Challenges*. Washington: Inspector General, Department of Defense. Online: <https://media.defense.gov/2020/Nov/18/2002537497/-1/-1/1/TOP%20DOD%20MANAGEMENT%20CHALLENGES%20FISCAL%20YEAR%202021.PDF>

- DOD (2020b): *Sustainability Report and Implementation Plan*. Online: www.sustainability.gov/pdfs/dod-2022-sustainability-plan.pdf
- ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok (Sustainable Development Goals, SDGs) [é. n.]. Alapvető Jogok Biztosának Hivatala. Online: <https://ajbh.hu/-/ensz-fenntarthato-fejlodesi-celok-sustainable-development-goal-sdg->
- EUROCONTROL (2022a): *Aviation Outlook 2050. Main Report*. Online: <https://eurocontrol.int/publication/eurocontrol-aviation-outlook-2050>
- EUROCONTROL (2022b): *Objective Skygreen 2022-2030: The economics of aviation decarbonisation towards the 2030 Green Deal milestone*. Online: <https://eurocontrol.int/sites/default/files/2022-05/eurocontrol-objective-skygreen-2022-2030-report-20220523.pdf>
- Federal Aviation Administration (2012): *Aviation Environmental and Energy Policy Statement*. Department of Transportation Federal Aviation Administration. Online: https://faa.gov/sites/faa.gov/files/about/office_org/headquarters_offices/apl/FAA_EE_Policy_Statement.pdf
- Voluntary Airport Low Emissions Program (VALE) [é. n.]. *Federal Aviation Administration*. Online: <https://faa.gov/airports/environmental/vale>
- GREENBURG, J. (2017): Selling Stabilization: Anxious Practices of Militarized Development Contracting. *Development and Change*, (48), 1262–1286. Online: <https://doi.org/10.1111/dech.12348>
- HAVLÍČEK, M. et al. (2018): The consequences of establishing military training areas for land use development—A case study of Libavá, Czech Republic. *Land Use Policy*, (73), 84–94. Online: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.039>
- ICAO Annual Report of the ICAO Council: 2015. Strategic Objectives: Environmental Protection [é. n.]. *ICAO*. Online: <https://icao.int/annual-report-2015/Pages/progress-on-icaos-strategic-objectives-safety-environmental-protection-home-page.aspx>
- International Integrated Reporting Council (2013a): *Business Model. Background Paper for <IR>*. ISSN 2052-1723. Online: https://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2013/03/Business_Model.pdf
- International Integrated Reporting Council (2013b): *Capitals. Background Paper for <IR>*. <https://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2013/03/IR-Background-Paper-Capitals.pdf>
- JEWTUCHOWICZ, A. (2013): *Terytorium i Współczesne Dylematy jego Rozwoju*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- JORGENSEN, A. K. – CLARK, B. (2016): The temporal stability and developmental differences in the environmental impacts of militarism: The treadmill of destruction and consumption-based carbon emissions. *Sustainability Science*, (11), 505–514. Online: <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0309-5>
- JUGNIA, L. B. et al. (2018): In situ pilot test for bioremediation of energetic compound-contaminated soil at a former military demolition range site. *Environmental Science and Pollution Research*, (25), 19436–19445. Online: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2115-y>
- PIDLISNYUK, V. et al. (2016): Preliminary Results on Growing Second Generation Biofuel Crop *Miscanthus X Giganteus* at The Polluted Military Site in Ukraine. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 15(1), 54. Online: <https://doi.org/10.1515/nbec-2016-0008>
- SIRKO, Stanisław – KOZUBA, Jarosław – PIOTROWSKA-TRYBULL, Marzena (2019): The Military's Links with Local Communities in the Context of Sustainable Development. *Sustainability*, (11), 4427. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11164427>
- SMALIUKIENE, Rasa (2018): Sustainability issues in the military: genesis and prospects. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 8(1). ISSN 2029-7017 print. ISSN 2029-7025 online.

Online: https://jssidoi.org/jssi/uploads/papers/29/Smaliukiene_Sustainability_issues_in_the_military_genesis_and_prospects.pdf

Sustainability Reporting Guidelines & Airport Operators Sector Supplement [é. n.]. Online: <https://yumpu.com/en/document/read/21480009/airport-operators-sector-supplement-global-reporting-initiative>

United Nations [é. n.]: *A Global Compact for Sustainable Development*. Online: https://d306pr3pi-se04h.cloudfront.net/docs/issues_doc%2Fdevelopment%2FGCforSDbrochure.pdf

WBCSD FLP 2014–Accenture–Integrated Performance Management (2014). *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, 2014. december 21. Online: <https://wbcsd.org/Projects/Education/Leadership-program/Resources/WBCSD-FLP-2014-Accenture-Integrated-Performance-Management>

Vákát

A Leopard 2A4 harckocsi szerkezetének és üzemben tartásának vizsgálata a Magyar Honvédség igényei tükrében

A Leopard 2A4 harckocsi a Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében 2020-ban állt hadrendbe a Magyar Honvédségben. A tanulmány a jelenleg még rendszerben lévő T-72 harckocsival összevetve mutatja be a Leopard 2A4 harckocsi erőforrását, futóművét és fő fegyverzetét, illetve a vele érkezett külföldi üzemben tartási modellt. A különbségek jelentősek: a T-72 töltőgéppel rendelkezik, míg a német Leopard 2 harckocsi – főbb konstrukciós megoldásait és általános felépítését tekintve – hagyományos, konzervatív szerkezeti kialakítású páncélozott harcjármű. Ugyanakkor a Leopard 2 harckocsi az üzemben tartás területén mutat fejlett vonásokat: a power pack (erőátviteli blokk) gyorscsatlakozókkal egyben kiemelhető, cserélhető, megkönnyítve a harc-téren a motorcserét, a javítást és a karbantartást. A tanulmány német, osztrák és magyar Leopard 2-üzembentartási példákat egyaránt elemez.

Kulcsszavak: harckocsi, Leopard 2, T-72, üzemben tartás, Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program

Examination of the Structure and Maintenance of Leopard 2A4 MBT in the Light of the Hungarian Defence Forces' Requirements

The Leopard 2A4 tank was commissioned in the Hungarian Defence Forces in 2020 as part of the Zrínyi Defence and Force Development Programme. The study compares the Leopard 2A4 tank with the T-72 tank still in service, showing the prior's engine, undercarriage and main armament, as well as the foreign maintenance model that came with it. The differences are significant: the T-72 is equipped with an autoloader system, while the German Leopard 2 tank has a conventional armoured fighting vehicle design in terms of its main and overall construction. At the same time, the Leopard 2 has advanced features in the field of maintenance: the power pack can be replaced thanks to the quick couplings, facilitating engine replacement, repair and maintenance on the battlefield. The study analyses examples of German, Austrian and Hungarian Leopard 2 experiences of usage.

Keywords: armoured fighting vehicle, Leopard 2, T-72, maintenance, Zrínyi Defence and Force Development Programme

Bevezetés

A tanulmány aktualitását a Leopard 2A4 harckocsik 2020. évi magyarországi hadrendbe állítása adja. A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében 2020-tól a Magyar Honvédségben (a továbbiakban: MH) megjelent 12 db Leopard 2A4 alapharckocsi. Az először lízingelt, majd később beszerzendő harcjárművek a Leopard 2A4HU elnevezést kapták. A harcjárműveken felül a beszerzési csomag részét képezték még a járművek szállítását biztosító nehézgépszállító szerelvények, valamint a karbantartást és a javítást lehetővé tevő speciális szerszámok és bevizsgáló eszközök, hagyományos szerszámkészletek, tartalék alkatrészek.¹ A tanulmány – a nyílt források adatai lehetőségei keretei között – az alkalmazott T-72 harckocsival szemben bemutatja a Leopard 2A4 harckocsi erőforrását, futóművét és fő fegyverzetét, illetve az üzemben tartás külföldi modelljét.

A harckocsi szerepe a Magyar Honvédségben napjainkban

A harckocsik szerepe a 90-es évek végéig megkérdőjelezhetetlennek számított, és a harcmezőn jelentőségük a mai napig tagadhatatlan, alkalmazásuktól nem lehet eltekinteni, viszont biztos, hogy az elmúlt időszak konfliktusainak tükrében szerepük meg fog változni. A változás nem új keletű, csak a hidegháború időszakában, a harckocsikat alapvetően „elkerülő” konfliktusok során több mint 20–25 évig nem változott a szerepük. Szinte minden harctéren jelen vannak, mert bizonyos harcfeleladatok megoldására nem létezik megfelelőbb harceszköz, ezért a jól felszerelt haderőből nem hiányozhatnak ezek a páncélozott harcjárművek. Az MH rendszerében mára elkerülhetetlenné vált a haditechnikai eszközök nagyobb volumenű korszerűsítése, cseréje, amely igény a kiszolgáló infrastruktúrára is vonatkozik.

A T-72 típusú harckocsi

Az MH-ban rendszeresített harckocsitípus a T-72 közepes harckocsi,² amely a II. világháború utáni második generációs harckocsik közé sorolható. 1978-ban rendszeresítették a Magyar Néphadseregben. 1996-ig az MH szovjet, csehszlovák és lengyel gyártmányú, különböző típusváltozatú T-72 harckocsikkal rendelkezett.³ 1996-tól – kedvezményes vásárlás eredményeként – Belarusztól újabb 100 db, különböző típusváltozatú és felszereltségű T-72M1 harckocsi érkezett Magyarországra, és állt rendszerbe az MH gépesített lövész alakulatainál.

¹ A lízing idejére teljes javítást és karbantartást, hozzá az alkatrészeket a KMW idetelepült csoportja adja.

² *A Magyar Honvédség főbb haditechnikai eszközei* (2011). Székesfehérvár: Az MH Összhaderőnemi Parancsnokság kiadványa. 53.

³ NAGY Norbert (2020): A T-72 harckocsi. [H. n.]: Zrínyi.

A Magyarországra érkezett T-72 típusú harckocsik főbb jellemzői

A harckocsi fő fegyverzete egy 2A46 jelű, 125 mm űrméretű sima csövű, hővédő burkolattal ellátott harckocsiágyú, amely két síkban stabilizált, töltése töltőautomatával biztosított. A harckocsi lőszer-javadalmazása 39 db osztott lőszer.⁴ A töltet részben eléggő hüvelyű, így a lövés után csak a hüvelyfenék marad a töltetből, amelyet a töltőautomata a következő töltéskor eltávolít a küzdőtérből a torony hátsó részében kiképzett nyíláson. Az ágyúhoz repesz-romboló, (OF-19), kumulatív (3BK 14 M) és űrméret alatti páncéltörő lövedékeket (3BM 15) szereztek be.⁵ Az ágyú automatikus töltését – az ágyú töltési szögön való rögzítése után – kazettás rendszerű, vízszintes elhelyezésű forgó lőszertároló és töltőautomatika teszi lehetővé. A töltőberendezéshez mechanikus memóriaegység tartozik lőszerszámlálással. A harckocsiban lehetőség van az ágyú félautomata és kézi töltésére is. A forgó lőszertároló befogadóképessége 22 db osztott lőszer. A többi lőszer a küzdőtérben, különböző tárolókban van elhelyezve.

A harckocsi kezelőszemélyzete 3 fő, amely a harckocsiparancsnokból, az irányzóból és a harckocsivezetőből áll. Az irányzó TPD-2-49 jelű, nyolcszoros nagyítású irányzó-távcsőve függőleges síkban független látómező-stabilizálással, illetve sztereoszkópikus optikai távmérővel rendelkezik. Az éjszakai irányzást TPN-1-49-23 jelű monokuláris, elektrooptikai 5,5-szörös nagyítású infravörös irányzó-távcső biztosítja.

Találati valószínűsége 1500 m céltávolság esetén 0,6–0,7 értéket érhet el mozgásból álló cél esetén. A fő fegyverzetén kívül a harckocsi rendelkezik még egy 7,62 mm űrméretű PKT típusú párhuzamosított géppuskával és egy 12,7 mm űrméretű NSZVT típusú légvédelmi géppuskával. A harckocsiparancsnok kombinált nappali és éjszakai TKN-3 jelű célmegjelölő figyelőműszerrel rendelkezik, amely lehetővé teszi számára a fő fegyverzet és a vele párhuzamosított géppuska oldalszögbeli irányzását.

A harckocsit 12 hengeres, négyütemű, mindenevő, folyadékűtéses, mechanikus feltöltővel ellátott, V-46 típusú, 582 kW teljesítményű dízelmotor hajtja.⁶ A harckocsi fajlagos teljesítménye 13,8 kW/t. A T-72 harckocsi futóműve oldalanként 6 db nagy méretű gumírozott futógörgővel, 3 db lánctartó görgővel, egy-egy láncmeghajtó és láncfeszítő kerékkel rendelkezik. Az első, a második és a hatodik futógörgő hidraulikus lengéscsillapítókkal van ellátva. A torziós rugókkal ellátott futómű rugózása kedvezően hat a harckocsiból való figyelésre, az irányzásra és a lövés leadásának pontosságára. A láncalp oldalanként 96 db lánctagból áll. A lánctagok magas mangántartalmú (nem mágnesezhető) öntött acélból készültek, gumicsuklósak és hatszögletű csapszegekkel kapcsolódnak egymáshoz.

A harckocsi kialakításakor nagy figyelmet fordítottak a hermetizálásra, amelyet nemcsak a tömegpusztító fegyverek elleni védekezés végett fejlesztettek ki, hanem ezzel a harckocsi víz alatti átkelésének lehetőségeit (5 m) is tökéletesítették. A harckocsi

⁴ BOMBAY László – GYARMATI József – TURCSÁNYI Károly (1999): *Harckocsik 1916-tól napjainkig*. Budapest: Zrínyi. 188–189.

⁵ NAGY 2020: 28.

⁶ BOMBAY–GYARMATI–TURCSÁNYI 1999: 189.; GYARMATI József (2000): *Haditechnikai ismeretek*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem. 132.

tartozékában megtalálhatók a víz alatti átkelés részegységei, mint a parancsnoki búvónyílásra szerelhető levegőcső, a kipufogóra szerelendő pillangószelepsor, a tömítések, a lövegsapka. A vezető a nappali, nagyítás nélküli periszkópon felül rendelkezik egyszeres nagyítású, elektrooptikai, binokuláris, periszkópikus TVNE-4PA éjszakai figyeleműszerrel.

A harcokcsitett acél, üvegszál-erősítésű műanyag és kerámia kompozitja, a tornyot kvarcbeáttetés szendvicsszerkezetű páncél fedí.⁷ A toronypáncél vastagsága változó, elől maximálisan 475 mm. A 68°-ban döntött homlokpáncél vastagsága 205 mm. A Varsói Szerződés haderői használatára gyártott összes harcokcsit ellátták speciális sugárzáselelyelő belső burkolattal. A futóművet és az alvázat oldalanként futómű-kötényezés védi a kumulatív hatású fegyverek ellen. A harcokcsit ellátták szűrő-szellőztető és tűzoltó berendezéssel is. Az 1978-ban Magyarországra került harcokcsik között századparancsnoki és zászlóaljparancsnoki⁸ változat is szerepelt. Mindkét parancsnoki változat rendelkezik már TPD-K1 lézertáv mérő irányzó távcsővel, viszont lőszer-javadalmazásuk kisebb. A századparancsnoki harcokcsi 2 db R-123 M rádióállomással, míg a T-72K zászlóaljparancsnoki harcokcsi 1 db R-130 típusú rádióállomással, egy AB-1 típusú benzinüzemű áramforrás-aggregátorral és TNA-3 jelzésű navigációs berendezéssel is fel van szerelve.

Az alapváltozattól eltérő, szovjet, csehszlovák és lengyel gyártású T-72-es típusú harcokcsik főbb jellemzői, különbségei:

- a tornyon nincsenek deszantkapaszkodók;
- a toronyról eltűnt az optikai távmérő báziscsőve, a torony markánsabbá, erősebbé vált;
- minden harcokcsi TPD-K1 lézertáv mérő irányzó távcsővel rendelkezik, amelynek látómezője célszerűbb elosztású, mint a szovjet típusé;
- a századparancsnoki és a normál harcokcsik fő fegyverzetének lőszer-javadalmazása egységesen 40 db-ra nőtt;
- a harcokcsimotoron lévő szűrők elhelyezését célszerűsítették, de ezáltal a szovjet és cseh/lengyel motorokat a másik változatba való beszerelés előtt át kell építeni.

A cseh és a lengyel gyártmányú harcokcsik között további apró különbség a légvédelmi géppuska rakaszának rögzítése.

A T-72M típusú harcokcsi (csehszlovák és lengyel gyártású) típus a fent ismertetett csehszlovák/lengyel gyártású harcokcsiktól a következőkben különbözik:

- a torony mindkét oldalára (a jobb oldalán 5 db, a bal oldalán 7 db) kódgránátvetők kerültek;
- a páncéltest védelmére alkalmazott „kumulatív ernyőket” felváltotta a futómű-kötényezés, amely gumivászonból készült;
- a lőszerkészletet 44 db-ra növelték;
- a vezető ülését módosították.

⁷ BOMBAY–GYARMATI–TURCSÁNYI 1999: 188.

⁸ Csehszlovák beszerzésű harcokcsik.

T-72M1 (lengyel gyártású) harckocsiváltozat parancsnoki harckocsiként (T-72M1K) lett rendszeresítve. A T-72M toronypáncélatát megerősítették, illetve a harkocsitest felső homlokrészeire további 16 mm-nyi páncéllemezt helyeztek.

A T-72A (Magyarországon T-72M1) típust hazai (szovjet) alkalmazásra 1979 óta gyártották, amelyből kifejlesztették a T-72M exportváltozatot. 1982-től a harckocsit 2E42-2 stabilizátorral látták el. A későbbi változatokon a páncélatot megerősítették, a torony tetejére kívülre sugárzáselnyelő burkolatot helyeztek az áthatoló sugárzás csökkentésére, és R-173-as típusú rádióval szerelték fel ezeket a harcjárműveket. A víz alatti átkelésre szolgáló levegőcső átkerült a hátsó ládára, helyére újabb tárolóláda került.

A T-72AV (Magyarországon T-72M1) típust szintén hazai (szovjet) alkalmazásra 1985 óta gyártották, és valójában a T-72A harckocsi reaktív páncéllal ellátott változata. Magyarország robbanótestek nélkül kapta meg az eszközöket. A ködgránátvetők száma 8 db-ra csökkent, és az összes átkerült a torony bal oldalán elhelyezett tartóra. Az 1996-ban beérkező 100 db T-72M1 harckocsi sok apró dologban eltért egymástól, szinte mindegyik külön altípusa volt a T-72M1 harckocsinak. Volt két olyan harckocsi is, amelyben a 2A46M harckocsiágyú helyett már a T-80 harckocsikba épített 2A46M-2 típusú, eltérő lövegfarral és ékzárral szerelt harckocsiágyú volt beépítve.

A Leopard 2A4 harckocsi bemutatása és karbantartási lehetőségei

A német Leopard 2 harckocsi eredeti gyártója a Krauss–Maffei Wegmann (a továbbiakban: KMW), amely jelenleg KNDS (KMW-Nexter Defence System) néven gyártja ezeket az eszközöket.⁹ A Henschel Defense Technology (jelenleg Rheinmetall LandSystems) a torony gyártását végezte, a Rheinmetall Defense Technology pedig a 120 mm űrméretű főfegyverzetet, és annak rendszereit gyártja.¹⁰

A Bundeswehr szárazföldi csapatainak 1979-ben adták át az első Leopard 2 harckocsit próbahasználatra, majd még abban az évben rendszeresítették is a típust. A Leopard 2 harckocsikat később különféle sorozatokba kezdték beosztani, ennek megfelelően az első a Leopard 2A0 jelzést kapta. Ennek a szinte prototípusharckocsinak a különféle rendszerei még jelentős fejlesztéseken estek át ebben a kezdeti időszakban.¹¹

A Leopard 2A0 prototípusokat, valamint az azt követő 2A1–3 sorozatú harckocsikat¹² 1985-ben teljes létszámban átalakították Leopard 2A4 típusra, amely az első jelentős mértékben módosított sorozat volt. A legfontosabb változtatások között említhető a kompozit kialakítású torony és oldalpáncél módosításokkal, titán- és volfrám-kiegészítőrétegekkel tovább növelt védettség.

⁹ Korábban a kielői Krupp-Maschinenbau (MAK) is gyártotta ezt a harckocsitípust.

¹⁰ KURCZ Kristóf – VÉG Róbert – HEGEDŰS Ernő (2020a): Magyar Honvédség A4 és A7+ típusváltozatai I. rész. *Haditechnika*, (5), 3.

¹¹ KURCZ–VÉG–HEGEDŰS 2020: 5–7.

¹² Fontosabb fejlesztések a 0–3 sorozat között: Leopard 2A1 – páncélfejlesztés és megbízhatóságot növelő fejlesztések; Leopard 2A2 – az irányzó- és a tűzvezetőrendszer fejlesztése; Leopard 2A3 – a kommunikációs rendszer és az üzemi fűkondícionálórendszer fejlesztése.

A Leopard 2 típuscsalád különböző változataiból eddig több mint 3000 db készült, amely összesen 19 országban, egyebek mellett a német, a holland, a svájci, a svéd, a spanyol és az osztrák haderőnél állt szolgálatba. Az 1980-as években rendszerbe állított Leopard 2-t még napjainkban is folyamatos fejlesztésnek és korszerűsítésnek vetik alá. A 2A4 típusból 1985 és 1992 között több mint 1800 db készült.

A német Leopard 2 harckocsi – főbb konstrukciós megoldásait és általános felépítését tekintve – hagyományos, konzervatív szerkezeti kialakítású páncélozott harcjármű.¹³

A Leopard 2 harckocsi főbb konstrukciós és műszaki jellemzői: Rheinmetall L/44 űrméretű (120 mm űrméretű) harckocsiágyú – amelyhez nem építettek be töltőgépet –, többségében merőleges beépítésű kompozit síklemez páncélzat, töltőlevegő-visszahűtéses turbódízel-erőforrás, hidrodinamikus tengelykapcsoló, bolygóműves sebességváltó, torziós futógörgő-felfüggesztés. A Leopard 2A4 harckocsi harckész tömege 55 t, hosszúsága előrefordított löveggel 9,67 m, a páncéltest hosszúsága 7,72 m, szélessége 3,7 m, magassága 2,48 m, fajlagos talajnyomása 8,3 N/mm² (1. táblázat).

1. táblázat: A Leopard 2A4 harckocsi főbb műszaki adatai

Hosszúság	9,67 m
Szélesség	3,7 m
Magasság	2,79 m
Tömeg	55,1 t
Ekvivalens torony- és homlokpáncélzat	ca. 600 mm réteges
Erőforrás	MTU MB873–Ka501 12 hengeres, 47,600 cm ³ turbófeltöltővel ellátott folyadékhűtéses dízelmotor
Maximális teljesítmény	1103 kW (1500 Le)
Fajlagos teljesítmény	20 kW/t
Erőátviteli rendszer	Renk HSWL 354 hidrodinamikus nyomatékváltó, bolygóműves sebességváltó és ZF bolygóműves kihajtóművek
Max. sebesség	72 km/h (36 km/h hátramenetben)
Hatótávolság	550 km úton, 280 km terepen
A tüzelőanyag-tartály összterfogat	1160 l
Fő fegyverzet	Rheinmetall 120 mm űrméretű, L/44 kaliberhosszú sima csövű harckocsiágyú
Tűzvezető rendszer	Tűzvezető számítógép, Carl Zeiss optikai megfigyelő és irányzó-rendszerek

Forrás: a szerző szerkesztése Cranny-Evans et al. 2018 és Kelecsényi 2019a alapján

A 4 fős kezelőszemélyzet tagjai közül a vezető a jobb oldalon ül a páncéltestben, tájékozódását három – periszkópos látómezővel rendelkező – prizma biztosítja a nagy dőlésszögű homlokpáncélzat alatt. Ülése mögött alakították ki a harckocsi belülről nyitható vészkijáratát. A harckocsi fő fegyverzete a toronyban található, ahol a kezelőszemélyzet további 3 tagja – az irányzó, a parancsok és a töltőkezelő – dolgozik.

¹³ BOMBAY–GYARMATI–TURCSÁNYI 1999: 169–171.

A korszerű tűzvezető rendszer és a nagy teljesítményű harckocsiágyú biztosítja, hogy a mozgó Leopard harckocsi mozgó páncélozott célok ellen akár 4000–5000 m-es távolságon is eredményes.

A harckocsi tornya elektrohidraulikusan vagy kézzel 360°-ban elforgatható. A fegyver a fő irányzótávcsővel és a harckocsiparancsnoki figyelőműszerrel együtt stabilizált. A ballisztikai adatokat erre a célra beépített számítógép dolgozza fel. A harckocsi fő fegyverzete mellett egy 7,62 mm űrméretű, az ágyúval párhuzamosított géppuskával, egy 7,62 mm űrméretű légvédelmi géppuskával, valamint 2×8 db ködgránátvetővel rendelkezik a torony két oldalán.

Az L/44 harckocsiágyúból kilőtt űrméret alatti lövedék 1650 m/s kezdősebességéhez 750 mm homogén acélpáncél-átütési képesség társul, amely bármely ma ismert harckocsi leküzdésére alkalmassá teszi a Leopard 2A4-et. A nagy távolságú tűzharcra való képességét érzékelteti, hogy a lézertáv mérő 10 km távolságig alkalmazható, ekkor mérési pontossága mintegy 10 m. Védeltségét tekintve a Leopard 2A4 mintegy 600–700 mm-es ekvivalens páncélvastagságú réteges páncélzata jelentős tömegű ugyan, azonban a jelenleg a világ élvonalában lévő harckocsiknak megfelelő magas szintű védeltséget biztosít. Ezenfelül számos megoldás növeli a harckocsi túlélőképességét:

- toronytól elkülönített lőszertároló kamra (ügynevezett bunker);
- robbanásbiztos üzemanyagtartály;
- ködgránátvető rendszer;
- hatékony álcázófestés;
- tömegpusztító fegyverek hatása elleni túlnyomások ABV (atom-biológiai-vegyi)-védelmirendszer;
- automata tűzoltó berendezés.

Az 1103 kW teljesítményű turbódízel-erőforrásnál jelenleg sem nagyobb teljesítményűt, sem gazdaságosabbat nem tudunk megnevezni az élvonalbeli harckocsik erőforrásai közül, ez – a bolygóműves automata sebességváltóművel és a hatékony, komplex fékrendszerrel együttműködve – jelentős mozgékonytságot biztosít a Leopardnak (kiegészülve a nagy sebességű hátramozgás képességével is). A Leopard 2A4 harckocsi ilyen módon a tűzerő, a védeltség és a mozgékonytság területén is magas fokú képességekkel rendelkezik. Az alábbiakban a tanulmány e három kulcsfogalom – a tűzerő, a mozgékonytság és a védeltség – köré szervezve ismerteti a Leopard 2A4 harckocsi általános szerkezeti jellemzőit.

A Leopard 2A4 harckocsi védeltségét biztosító rendszerek

A harckocsi védeltségét biztosító rendszerek: páncélzat, elkülönített lőszertároló kamra, robbanásbiztos üzemanyagtartály, automata tűzoltó berendezés, álcázás.

A páncélzat pontos felépítése, szerkezete, vastagsága nem nyilvános adat, az alábbiakban leírtakat nyílt szakirodalmakból gyűjtöttük össze. A Leopard 2 harckocsi-páncéltest (teknő) és a torony ötvöztet-hengerelt acéllemezeket is tartalmazó, merőleges beépítésű

rétegelt páncélzatból készült. A páncéltest alapvetően RHA hegesztett acéllemezekből készül, keményített felső réteggel. Szerkezetét tekintve többrétegű – szendvicsszerkezetű – acélpáncélzat légrésekkel. A páncéltestet és a tornyot síklemezlapokból hegesztik össze, de a kialakított réteges páncélzat különféle légréseket (kamrákat) és egyéb védőképességet növelő nem fémes anyagokat (például kerámia) is tartalmaz. Az egyes Leopard 2 variánsoknál a két páncéllemez közötti légrésekben különféle keménységű acéllemezeket, típusváltozatoként eltérő összetételű elasztikus anyagokat, illetve más nem fémes anyagokat alkalmaznak.

A torony hegesztett – hengerelt, síklemez-kialakítású – páncéllemezekből álló, toronykoszorún forgó szerkezeti elem, amelynek páncélkialakítása kazamatás. A torony páncélzata elől és oldalt is függőleges beépítésű lemezekből áll. A kazamatás páncéltest egy külső, valamint egy belső páncélzatból – páncéllemezrétegből – áll, ezek alkotják a kazamatatereket, amelyek páncéllemezekből hegesztéssel kialakított dobozszerkezetek. A kazamataterek a harckocsi legveszélyeztetettebb részein fokozzák a védelmet a zárt terekben elhelyezett különböző összetételű kompozit páncélkonstrukcióknak köszönhetően.

A torony tömege – csupán a páncélzatot tekintve – mintegy 8 tonna, ezt egészíti ki a mintegy 4 tonnás fő fegyverzet és az egyéb rendszerek (tűzvezető rendszer, rádió, belső kommunikációs berendezés, küzdőtérűtés stb.) tömege. A torony a harckocsiágyúval együtt 16 tonna tömegű, hidraulikus működtetésű (forgatású).

A torony homlokpáncélzata mintegy fél méter széles üreges szerkezet. Védettségre jellemző, hogy kinetikus lövedékkel szembeni ellenállása a toronyrészen legalább 600 mm, a harckocsitest homlokpáncélján szintén hozzávetőleg 600 mm vastagságú hengerelt acéllemezrel egyenértékű (ekvivalens páncélvastagságú). A 120 mm űrméretű APFSDS (Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot – űrméret alatti szárnystabilizált, leválóköpenyes) lövedékek mintegy 1,3 km távolság felett, a 152 mm űrméretű kumulatív, illetve 105 mm űrméretű volfrám-karbid kemény magvas APFSDS lőszernek ennél közelebből sem képesek átütni a páncélzatot.¹⁴

A torony védettségét növeli a hátsó részében kialakított elkülönített lőszertároló kamra (páncélkazetta).¹⁵ Az ott elhelyezett (málházott) 15 db (3 sorban 5-5 db) készenléti lőszer tárolása így a küzdőtértől elkülönített lőszertároló térben történik. Ennek a kamrának elkülönített kialakítása a harc során bekövetkező esetleges lőszerrobbanás esetén megvédi a kezelő személyzetet a robbanás erejétől az előre meggyengített szerkezeti elemeknek köszönhetően, semleges irányba (felfelé) elvezetve a robbanás gáznyomását.

A harckocsi víz alatti átkelése során a torony parancsnoki búvónyílására szerelt búvócsövön keresztül jut levegőhöz a kezelőszemélyzet, valamint a motor. (Vízi átkelési mélysége 4 m, gázlómélysége 2,25 m. A víz alatti átkelőeszköz-készlet és a kipufogógáz-hűtő a külön málházott, esetileg felszerelt különleges berendezések körébe tartozik.) A toronyban kapott helyet – egyéb rendszerek mellett – a rádió és a tűzvezető rendszer is.

¹⁴ KELECSÉNYI István (2019b): A harcműszerek „nagy macskái” – a Leopard 2-es harckocsicsalád II. rész. *Haditechnika*, (4), 65.

¹⁵ BOMBAY–GYARMATI–TURCSÁNYI 1999: 15.

Az elektronikai blokkokat a torony hátsó részének középső-belső szekciójában helyezik el, ami – a védett elhelyezés következtében – növeli az eszköz harci túlélőképességet.

A harckocsitest páncélzatának és hordozószerkezetének tömege 12 t. Az alvázon az oldalpáncélzat és a futómű felső harmadát kötényzet védi, amely a futómű szerelhetőségének, karbantarthatóságának (és a harckocsi vasúti szállíthatóságának) érdekében felhajtható. A küzdőtér belső felületét repeszek elleni védelemmel látták el. A harckocsiaknak hatásának csökkentésére a harckocsi haspáncél-kialakításánál bordákkal merevített kialakítást alkalmaznak. A motor- és az erőátviteli tér a páncéltest hátsó részében található.

A küzdő-, valamint a motor- és az erőátviteli teret tűz- és robbanásbiztos páncélfal választja el egymástól. A robbanásbiztos betéttel ellátott üzemanyagtartályok a harckocsitest két oldalán helyezkednek el. A harckocsi víz alatti átkelése során a motor levegőellátása érdekében a vízi átkelés során hidraulikus működtetésű ajtót nyitnak meg a küzdőtér és a motortér között. A páncéltest elejében, a harckocsivezető bal oldalán is kialakítottak egy lőszertároló kamrát.

A harckocsi automata tűzoltó rendszere 4 db tűzoltó palackkal rendelkezik, amelyet a vezető mögötti térben helyeztek el.

A harckocsi álcázófestése foltos kialakítású álcafestés, amely mintázata jelentősen gátolja az optikai, illetve a nem látható fénytartományba eső felderítést.

A harckocsi tűzerejét biztosító rendszerek

A harckocsi tűzerőt biztosító rendszerei: a fegyverzet, a lőszerkészlet és a tűzvezető rendszer.¹⁶

A harckocsi fő fegyverzete a Rheinmetall cég által gyártott L/44 űrmérethosszúságú (kaliberhossz, L/D viszony), 120 mm űrméretű sima csövű harckocsiágyú. A fegyverrendszer össztömege mintegy 3,8 tonna, ebből az ágyúcső közel 2 tonna. Az ágyúcsövet hőszigetelő borítással, füst- és gázelszívóval és vízszintesen mozgó ékzárral látták el. A cső belső felülete – számításba véve a löporgázok mintegy 670–700 MPa nyomását – az élettartam növelése céljából krómozott, hátrasiklása mintegy 350 mm. A torony függőleges tengely körüli forgatását hidraulikus toronyforgató rendszer végzi. A löveg lőszer-javadalmazása 42 db. Az elhasznált lőszerhüvelyeket az ékzár alatti acéllemez gyűjtőkonténerben tárolják a következő feltöltésig.¹⁷ A harckocsi kiegészítő fegyverzetéhez 2 db 7,62 mm űrméretű géppuska tartozik, amelyből az egyiket a löveggel párhuzamosan, míg a másikat a parancsnok vagy a töltőkezelő búvónyílása fölé helyezik el (lőszer-javadalmazás 4750 db).

¹⁶ KURCZ Kristóf – VÉG Róbert – HEGEDÜS Ernő (2020b): Magyar Honvédség A4 és A7+ típusváltozatai II. rész. *Haditechnika*, (6), 19–20.

¹⁷ Military Archive [@military_archive] (2020): Inside the Leopard 1A5–Tank Gunnery Loading. *YouTube*, 2020. március 18.

A torony oldalpáncélatán oldalanként még 8-8 db 76 mm-es ködgránátvető is helyet kapott, amelyet harcászati célú gránáttal is elláthatnak.¹⁸

A fő fegyverzet nem osztott felépítésű, részben elégő hüvelyű és acélból készült hüvelyfenéklemez löszert használ. Lövés után csak a hüvelyfenék marad meg. A löszerek közül páncélatütő képesség szempontjából a leghatékonyabb az űrméret alatti volfrám-, kemény magvas, leváló köpenyes, nyíllövedék típusú páncéltörő (APFSDS-T – Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot-Tracer) löszert. A HEAT MP-T (High Explosive Anti-Tank-Multi Purpose – Tracer) részben kumulatív többcélú repeszgránát – a repeshatás és az üreges (kumulatív) töltet kombinációja következtében – élőerő és páncélozott célok ellen egyaránt hatásos. Kezdősebessége 1650 m/s, illetve 1140 m/s. A „nyíllövedék” 1650 m/s kezdősebességéhez 750 mm homogén acélpáncél-átütési képesség társul, amely bármely ma ismert harckocsi leküzdésére alkalmassá teszi a Leopard 2A4-et. A löszerek egyesítettek, a löszert-javadalmazásból 15 db készenléti löszert a toronyban helyeztek el, míg további 27 db a teknő bal első rekeszébe kapott helyet (2. táblázat).

2. táblázat: A Leopard 2 harckocsi fő fegyverzetéhez alkalmazott löszertípusok¹⁹

Típusjelölés	A löszert szerkezete	
DM-23A1; DM-33A1; DM-43A1	űrméret alatti volfrám-, kemény magvas, leváló köpenyes nyíllövedék	normál
DM-53		továbbfejlesztett
DM-53A1		továbbfejlesztett, hőfüggetlen hajtóanyagú
DM-12; DM-12A1 DM-18A2–A4-ig DM-11; DM-11SQ	többcélú, repeszgránát és kumulatív töltet kombinációja	
DM-31	programozható töltésű (JMT) repeszgránát	
DM-88	űrméret alatti nyíllövedék	lőtéri felhasználás
DM-98	repeszgránát	

Forrás: a szerző szerkesztése KELECSÉNYI 2019a: 51. és KELECSÉNYI 2019b: 64. alapján

Az alkalmazott páncéltörő lövedékek még 2200 m távolságról is átütik a NATO-ban alkalmazott harckocsik páncélatának többségét (amely rendszerint erősebb a szovjet/orosz típusokénál, így azokat feltételezhetően 3000–4000 méteren is képesek megsemmisíteni). Alkalmazható a Merkava 3-hoz kifejlesztett izraeli LAHAT lézerirányítású páncéltörő rakéta is,²⁰ mintegy 6000 m-ig hatásos lőtávolsággal, de ehhez modernizált tűzvezető rendszert kell alkalmazni.²¹

¹⁸ Michael JERCHÉL (2012): *Leopard 2 Main Battle Tank 1979–98*. [H. n.]: Bloomsbury Publishing.

¹⁹ A DM-11 típusok és a programozható gránátok más típusú ékzárt igényelnek, ezért a 2A4 típusokban nem, csak a későbbi verziókban alkalmazhatóak.

²⁰ Rheinmetall AG (2006): *Lahat for Leopard 2 Tanks*. *Defence aerospace*, 2006. október 4.

²¹ Az ezredfordulótól zajlanak Leopard harckocsival kapcsolatos páncéltörő rakéta-kísérletek, amelyek 4000–6000 m távolságon hatékonyak. A Lahat lézerirányítású rakéta 6000 m-en 0,3 m pontossággal ér el találatot.

A parancsnok Rheinmetall/Zeiss PERI R-17 optikája hőképképező kamerával rendelkezik, így a harckocsi nappal, éjjel, rossz látási feltételek közepette, álcázott célokkal szemben is hatékonyan alkalmazható. A periszkóp girosztabilizált, éjszakai megfigyelésre és célmegjelölésre egyaránt alkalmas és képes a céltárgyról hőképet vagy infravörös képet is megjeleníteni. Tűzvezető rendszere Hughes–Krupp Atlas Elektronika EMES 13/15 típusú. Az EMES-15 tűzvezető rendszer tartalmaz egy YAG²² típusú lézertáv mérőt és egy HgCd-Te-, más néven CMT-érzékelőt²³ tartalmazó Zeiss WBG-X típusú hő- és infravörös kamerát.

A tűzvezető rendszer a megfelelő lőszer kiválasztása és betöltése után a löveget automatikusan a kiválasztott célra vezérli. A lézeres távmérő mérési tartománya – 10 m-es mérési pontossággal – 200–9900 m közötti. Az alkalmazott EMES- és a PERI-rendszerek mintegy 50%-kal nagyobb észlelési hatótávolsággal rendelkeznek a velük egyidős orosz (szovjet) harckocsiknál.²⁴

A toronyforgatást és a löveg mozgását egyaránt hidraulikus rendszer végzi. A harckocsin két független hidraulikarendszer található, a tornyon lévő rendszer hidraulikaszivattyúja a torony jobb hátsó oldalrekeszébe helyezkedik el és elektromos meghajtású (míg az alváz hidraulikarendszere a nyomaték váltóról kapja meghajtását). A 160 bar üzemi nyomású toronyhidraulika segítségével történik a torony mozgatása, illetve a harckocsi-ágyú stabilizálása (míg a harckocsitestben lévő hidraulikarendszer a rögzítőfők oldásáért és a víz alatti átkelés alatt a motortéri szellőzőajtó nyitásáért felel). A hidraulikarendszerek mindegyike tartalmaz nitrogénfeltöltésű hidroakkumulátort (nyomástárolót) is.

A harckocsi mozgékonyágát biztosító rendszerek

A harckocsi meghajtásáról úgynevezett *power pack* (erőátviteli blokk) gondoskodik, amely a dízelmotor és az automata nyomaték váltó közös egysége. A hidrodinamikus nyomaték váltó a harckocsitestbe hosszában beépített, több mint 3 m hosszú, 12 hengeres dízelmotor mögött helyezkedik el. A hosszában beépített dízelmotorhoz képest keresztirányban – mintegy „T” alakban – építették be a nyomaték váltót. A nyomaték váltó tetején helyezték el a kétgyűrűs folyadék hűtőt. A motor és a nyomaték váltó együttes tömege 6120 kg, amely egyben kiemelhető, cserélhető, megkönnyítve a harctéren a motorcserét, a javítást és a karbantartást. A harckocsi motorjának és erőátvitelének közös kenőrendszere bontható gyorscsatlakozó pontok segítségével egy egységben kiemelhető, így terepen 35 perc, laktanyában 15–20 perc alatt kicserélhető az erőátviteli blokk.

A Leopard 2 harckocsi erőforrása négyütemű, 12 hengeres, 47 600 cm³ lökettérfogatú, 90°-os V-henger elrendezésű, turbófeltöltős, vegyes üzemű, folyadék hűtéses, MTU gyártmányú, MB-873 Ka-501 típusú dízelmotor. A motor teljesítménye 2600 l/min-nél 1100 kW (1500 LE). Nyomatéka 1600 l/min fordulatszámnál 4700 Nm.

²² Yttrium–aluminium–garnet, azaz ittrium–aluminium–gránát szintetikus kristályrács (Y₃Al₅O₁₂).

²³ Higany–kadmium–télúrit- vagy Kadmium–Mercury–Tellurides-érzékelő.

²⁴ KURCZ–VÉG–HEGEDŰS 2020b: 19–20.

A két hűtőventilátor meghajtásához szükséges teljesítmény értéke elérheti a 200 LE-t. A rendelkezésre álló motorteljesítménnyel való jó gazdálkodás érdekében a harckocsi gyorsításának időszakában a ventilátorok meghajtása kikapcsolható.²⁵

Az erőforrás száraz tömege 2750 kg, amely a szükséges mennyiségű motorolajjal feltöltve 2850 kg-ra növekszik. A „mindenevő” dízelmotor békekiképzésen F-54 gázolajjal, háborús körülmények között, NATO-műveletekben F-34/JP8 kerozinnal üzemel a NATO Single Fuel Conception alapján. A harckocsi-üzemanyag javadalmazása 1200 l, a motor átlagos üzemanyag-fogyasztása 100 km-en műuton 220 l, így hatótávolsága 550 km, míg terepen ez az érték 220–280 km-re csökken.

A RENK gyártmányú HSWL 354 nyomatékvtáló hidrodinamikus működtetésű, bolygómvés felépítésű, hidrodinamikus tengelykapcsolóval egybeépített automata sebesség-váltó, amely négy előre- és két hátrameneti sebességfokozattal rendelkezik.²⁶

A hidromechanikus erőátviteli berendezéshez az alábbi, egy kihajtásblokkba épített rendszerek tartoznak:

- differenciál-kihajtóművek;
- hidrodinamikus lassító fék;
- lamellás mechanikus fékek;
- hidrosztatikus kormánymű.

3. táblázat: A Leopard 2A4 és a T-72 harckocsi hadműveleti és harcászati mozgékonyágjellemzői

	Leopard 2A4	T-72
Hatótávolság műuton	550 km	500 km
Hatótávolság terepen	280 km	250 km
Maximális sebesség előre	72 km/h	60 km/h
Maximális sebesség hátra	32 km/h	5 km/h
Gyorsulás ideje 0 km/h – 32 km/h	6 sec	10 sec
Lassítás	4 m/s ²	3 m/s ²
Helyben fordulás ideje	5 sec	Nem végrehajtható
Harci tömeg	55,2 t	41,5 t
Talajnyomás	0,83 N/cm ²	0,91 N/cm ²
Hasmagasság (elől/hátul)	550/500 mm	500 mm
Megengedett oldaldőlés	30%	40%
Leküzdhető emelkedő	66,6%	60%
Árokáthidaló képesség	3 m	2,8 m
Fajlagos teljesítmény	20 kW/t	13,8 kW/t
Lépcsőmászó képesség	0,9 m	0,83 m
Gázlóképesség	800 mm	1200 mm
Víz alatti átkelés	4 m	5 m

Forrás: a szerző szerkesztése CRANNY-EVANS et al. 2018, T-72 Tanks [é. n.] és NAGY 2020 alapján

²⁵ Nyugatnémet harckocsimotorok (Technika i Vooruzsenie alapján) (1978). *Haditechnika*, (4), 138–139.

²⁶ Description reversing and steering transmission HSWL 354 FOR LEOPARD 2 [é. n.]. *RENK*.

A kormánymű minden sebességfokozatban biztosítja a harckocsi különböző sugarú íveken történő kanyarodását. A harckocsi álló helyben a saját tengelye körül 5 másodperc alatt képes megfordulni. Maximális sebességről 3,6 másodperc alatt képes megállni.

A Leopard 2 A4 futóműve²⁷ oldalanként 7 db alumíniumöntvény futógörgőből, 4 db láncartó görgőből, 1 db hátul elhelyezett láncmeghajtó kerékből, 5 db, a Z tengelyek házába integrált súrlódótárcsás lengéscsillapítóból (az 1., a 2., a 3., a 6. és a 7. futógörgőnél), 5 db hidraulikus lengőkarütközőből, torziós rugós felfüggesztésből, valamint fém- és gumi-csuklós, gumipárnás láncalpból áll.

A láncalp adatai:

- felfekvési hossza 4,92 m;
- 7500 km futásteljesítményre tervezett;
- oldalanként 82 lánctag;
- oldalanként 164 db, acéllapra vulkanizált gumipárna.²⁸

A tervszerű fenntartási rendszer a Magyar Honvédségben

A haditechnikai eszközök fenntartási rendszere az 1980-as években kifejlesztett, azóta gyakorlatilag változtatások nélkül üzemeltetett tervszerű fenntartási rendszer (a továbbiakban: TFR).²⁹ Az üzemben tartás az üzemeltetett (használt, alkalmazott) haditechnikai eszközök üzemképes állapotban tartására és adott feladatra alkalmazhatóságának növelésére irányuló tevékenységek összessége.³⁰ Célja a technikai támogatás feladatain belül³¹ biztosítani a katonai műveletek sikeres végrehajtását.

Az üzemben tartás magában foglalja a technikai kiszolgálásokat és más különleges feladatokat, mint:

- a haditechnikai eszközök üzemeltetési körülményeinek, igénybevételi mutatóinak elemzését;
- a megfelelő technikai kiszolgálásokat;
- a harci alkalmazást célzó felkészítést;
- az eszközveszteség prognosztizálását;
- a megsérült és meghibásodott haditechnikai eszközök helyreállítását és visszatérítését.

Az üzemben tartási folyamat funkciói: tervezés; üzemeltetés (használat); technikai kiszolgálás, karbantartás; felkészítés harci alkalmazásra; helyreállítás; műszaki, hatósági vizsgálatok, mérések és hitelesítések; tárolás; selejtezés, továbbhasznosítás; nyilvántar-

²⁷ A. M. OGORKIEWICZ (1979): A Leopard 2 AV harckocsi (Armor 1978/1 alapján). *Haditechnika*, (2), 62–67.

²⁸ Oldalanként 18 db fém kapaszkodókarmokra cserélhető.

²⁹ GÁVAY György (2015): A tervszerű fenntartási rendszer és az amerikai forrásból származó páncélos és gépjármű-technikai eszközök karbantartási rendszere. *Honvédségi Szemle*, 143(4).

³⁰ AMACZI Viktor – ÁCS Tibor (1995): *Hadtudományi lexikon II.* Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság. 1386.

³¹ FAZEKAS József (2000): *Szakmai szabályismeret.* ZMNE jegyzet. 4.

tás, elszámolás. Az MH technikai karbantartási rendszerének megfelelő működéséhez elengedhetetlen a szakképzett javító- és karbantartó állomány. Az állomány szaktudása és alkalmazhatósága adja azt a képességet, amely biztosítja, hogy hadi helyzetben használható – az igénybevételre alkalmas – technikai eszközök legyenek a telephelyek tárolójában elhelyezve. Ez a képesség a korábbi keleti blokkból származó eszközök állapotmegővését, felkészítését teszi lehetővé elsősorban, de ma már olyan eszközökkel rendelkezünk, amelyek javítási kapacitásigénye nem merül ki a kézi célszerszámokban és az olyan szaktudásban, amely nélkülözni kényszerül a korszerű diagnosztikai ismereteket. A páncélos és gépjárműtechnikai eszközök üzemfenntartási tevékenysége megvásárolt szolgáltatásként is megvalósítható. Ez a megoldás magas költségvonzattal rendelkezik, amelyet sok esetben az eszközöket rendszerben tartó MH-alakulatoknak éves szinten kell kigazdálkodniuk. Az MH TFR felépítését, valamint a rendszer működtetésével kapcsolatos alapvető szabályokat a 10/2017. szakutasítás melléklete³² tartalmazza. A TFR az üzemeltető alegységek, a páncélos és gépjárműtechnikai szolgálatok szakjavítói (szakalegységei), a központi javítószervek, a polgári vállalatok által meghatározott rendszerben és mélységben, tervszerű, megelőző jelleggel vagy szükség szerint végzendő technikai kiszolgálási és javítási feladatok összessége. A haditechnikai eszközök javításával missziós területen, illetve a javító-, karbantartó anyag ellátásával honi területen a HM Currus Zrt. foglalkozott.³³

A TFR feladata biztosítani a páncélos és gépjárműtechnikai eszközök (anyagok) folyamatos megbízható üzemkésztségét, készletteljességét, előírt technikai állapotát, üzemeltetési tartálékát. A páncélos és gépjárműtechnikai eszközök tervszerű fenntartási rendszere hat fokozatból áll. Minden fokozat technológizált műveletek összessége, amelyeket a honvédségi szervezeteknek (kijelölt javítószerveknek) kell tervezni és végrehajtani:

- az első két fokozatot a kezelőszemélyzet által végrehajtott technikai kiszolgálások alkotják (1–2. TK);
- a második két fokozatot a szakjavító állomány által a kezelőszemélyzet bevonásával végzett technikai kiszolgálások jelentik (3–4. TK);
- az 5. és a 6. TK fokozatot pedig a tervszerű megelőző javítások alkotják központi javításba adás útján.

A páncélos és gépjárműtechnikai eszközök technikai kiszolgálása a végrehajtás szintje és a műveletek mélysége szerint négy fokozatra tagolódik. A technikai kiszolgálási fokozatok esedékességét a következő tényezők határozzák meg:

- naptári időnorma (két technikai kiszolgálás között maximálisan megengedhető időtartam);
- teljesítménynorma (két technikai kiszolgálás között teljesíthető, az eszköz használatára jellemző mutatómennyiség: kilométer, üzemóra, lövésszám stb.);
- végrehajtandó feladat (feladattól függően kell a technikai kiszolgálás valamelyik fokozatát elvégezni a meghatározott technikai állapot elérése érdekében, feladat előtt vagy után).

³² MH Üzemeltetési norma a Magyar Honvédség szervezetei kiképzési eszközzel és anyaggal történő ellátásához és a technikai eszközök üzemeltetéséhez. Melléklet a 10/2017. HVK LOGCSF szakutasításhoz.

³³ Hadiipari javítás [é. n.]. Currus.

A T-72 harckocsik esetében az igénybevétel előtti, alatti és utáni karbantartások munkaidőigényét 30–60-szorosan meghaladó 3. és 4. TK fokozatok következnek, amelyeket évente egyszer kell megtervezni.³⁴

A TFR valójában nem ad lehetőséget csak az állapot szerinti karbantartásra,³⁵ mivel idő- és teljesítménynorma alapján kötelezően előírt karbantartási elemeket tartalmaz. Van lehetőség szükség szerinti javításra, amely vagy a technikai kiszolgálások során, vagy a használat közben jelentkező meghibásodások megszüntetésére szolgál. Ebben a tekintetben már bizonyos fokig elavult rendszernek számít, mivel nincs lehetőség az eszközök valós használatához igazítani a technikai kiszolgálások végrehajtását.

A Leopard 2A4 harckocsi üzemben tartása

A Leopard 2A4 harckocsi üzemben tartási tevékenységei kidolgozott rendszer részét képezik. A harckocsi hordozórésze kiszolgálási rendszerének jelölése „F”, a fegyverzet-technikáé „W”.

A karbantartási rendszer³⁶ egyértelműen preventív jellegű és időciklushoz kötött elemeket tartalmaz. A karbantartási ciklusok idejét az „F” karakter utáni számmal jelölik:

- F1: háromhavonta;
- F2: félévente;
- F3: évente;
- F4: kétévente.

Minden karbantartási elem magába foglalja az előző elem feladatait is. A karbantartási utasításokban az üzemfenntartó állomány számára az anyagfelhasználási szint (1–3. szint) szerinti megkülönböztetés is jelölve van.

A karbantartások során elvégezhetőek:

- kenési feladatok;
- tisztítási feladatok;
- működésellenőrzési feladatok.
- az előbbiek kombinációja;
- részletesen leírt technikai kiszolgálási mozzanatok.

A „F” rendszer szintjei meghatározzák a feladatot ellátó állomány vagy szaktudás és képesség szintjeit. Más feladata van a kezelő állománynak, a csapatszintű karbantartó és javító állománynak, illetve vannak olyan feladatok, amelyeket csak megfelelő javítóbázison, ipari háttérrel igényelve lehet végrehajtani. Az osztrák és a német Leopard-üzembentartási

³⁴ A kerekes járművekkel ellentétben, amelyeknél 3-3-4-3-3-4... rendben történik a tervezés, a harckocsik esetében a 3-4-3-4... a tervezés módja.

³⁵ Kivételes esetekben a szakági vagy logisztikai előjáró engedélyével lehetséges.

³⁶ Hegedüs Ernő (2019): *A Leopard 2 A4 harckocsik ausztriai szervizhátttere*. Előadásjegyzet. Heereslogistikschule – Österreichisches Bundesheer, 2019. november 26–27.

szabályzatokat hasonló szerkezetben és szellemben alakították ki. A gyártó és az alkalmazó a karbantartási stratégiát együttesen átdolgozhatja, módosíthatja.

Oszt rák és német példák a Leopard 2 üzemben tartására és annak szervezeti háttére

Az osztrák haderőben 1998-ban rendszeresítették a Leopard 2A4 harckocsit. Ezek a harckocsik 1984-es gyártású, felújított, tartós tárolásból kivett példányok voltak. Az osztrák haderő a harckocsik üzemfenntartásának érdekében létrehozta a welsi logisztikai központot (Armed Forces Logistic Centre – AFLC), amely javítóműhelyeket üzemeltet (a harckocsi motor- és váltófelújításának szintjéig), a szakanyag-raktározást és a műszaki személyzetek képzését is képes megvalósítani.

Az AFLC részeként tevékenykedik a Center of Technical Excellence Leopard 2 Wels (Leopard 2 kiválósági központ) szervezeti elem, amely képzési központként is funkcionál. Tevékenységét 2008-tól ISO minőségbiztosítási tanúsítvánnyal ellátva végzi. Az AFLC-n belül hadtáp-, illetve járműtechnikai intézetet is létrehozta. A technikai intézet pán-célozott harcjárművekkel, fegyverzettechnikával és robbanóanyagokkal foglalkozik.

A harckocsiterületen belül szakterületileg külön kezelik:

- a harckocsi tornyát (a fegyverzettechnikai rendszert);
- a harckocsi alvázát (a járműtechnikai rendszert).

A tartalékkalkatrész-bázis kialakítása a korábbi holland üzemeltetési és anyagfelhasználási adatok alapján valósult meg az osztrák haderő Leopard 2-esi esetében.

Az osztrák haderő részére a holland partner nemcsak a harckocsi dokumentációit, de a tanfolyam teljes tananyagát is átadta. A harckocsit üzemeltető technikusállomány és a harckocsikezelő személyzet képzése párhuzamosan folyt Hollandiában, illetve a Leopard 2-t gyártó KMW technikusai két évig jelen voltak az osztrák Leopard üzemeltetésben. Az osztrák haderőben a holland tapasztalatokra és a tananyagra, illetve a nélkülözhetetlennek bizonyuló KMW delegált szakértőire alapozva megindították a hazai Leopard 2-képzéseket.

Az osztrák harckocsizászlóalj anyagellátó százada egy üzemeltető-anyagellátó részzel rendelkezik, amelynek parancsnoka altiszt, és állományában fegyverzettechnikust, fegyvermestert, infrarendszer-üzembentartót, a toronyért és az alvázért felelős egy-egy szerelőt és híradó altisztet is alkalmaznak. A fegyvermester polgári képzettsége fémipari, és erre a bázisra építik rá a haderő fegyverzettechnikai képzését. Az üzemben tartási és javítási munkák többségét mindkét alkalmazó állam esetében maga a haderő végezte el a Leopard 2 harckocsikon.

A Leopard 2 elektronikai rendszereivel foglalkozó technikusállomány alapozásként külön képzést kap az alábbi témákban:

- fegyverzettechnika;
- mechanika-hidraulika;
- elektronikamodul.

Az osztrák üzemben tartási rendszer kialakításának legfontosabb tanulsága a Leopard 2 esetében az volt, hogy kiemelkedő fontosságú a saját haderőn belül, a katonai javító szervezeteknél a diagnosztikai képesség kialakítása, továbbá a megfelelő mértékű tartalékalkatrész-bázis létrehozása is.

A fegyverrendszer érzékelőinek (infraberendezések stb.) üzemeltetése önálló szakterületté vált, így a képzés is elkülönült.

Az üzemben tartás kiemelkedően fontos területévé vált a Leopard 2 harckocsi rendszerismerete, mivel a képesség, hogy milyen mélységben képesek a rendszerek, alrendszerek és egyes alkatrészek szintjéig eljutva a hibafeltárára, határozza meg, hogy a komplett harckocsi javításba küldésére, vagy csak blokkcserére, illetve egyetlen alkatrész cseréjére van-e szükség.

A csapatszintű javítószervezeteknél kétfévente teljes körű felülvizsgálatot tartanak a harckocsikon. F1 szintű felülvizsgálat: az alapszintű műszaki tevékenység, amelyet a kezelő személyzet végez. Az F2 technikai kiszolgálási szinten végrehajtott felülvizsgálatra példa: irányzóperiszkóp-beszabályozások elvégzése. Az F3 szintű bevizsgálást minden nyolcadik évben végzik el, de ezt – magas bonyolultsági foka miatt – már nem a csapatnál. Az F4 szintű karbantartás során (8–10 évente) javítanak, illetve tesztelnek harckocsimotort és -váltót. A harckocsit a nagyjavítások során teljes mértékben szét-szedik.

A Leopard 2 harckocsi üzemeltetéséhez az osztrák tapasztalatok alapján az alábbi berendezések és rendszerek szükségesek:

- oktató harckocsi (a szerelők kiképzéséhez is);
- daru a torony leemeléséhez, speciális szerszámkészletek a toronyhoz, a műszerekhez, a fegyverzethez;
- kiképzőszimulátorok;
- lézer-védőszemüvegek, mivel számos harckocsirendszer, illetve műhelyben végzett szabályozás lézeres;
- különféle tesztberendezések.

Összességében az AFLC Wels az alábbi műszaki tevékenységeket végzi:

- megelőző karbantartás;
- részegységek javítása és karbantartása;
- alkatrészgyártás és -felújítás;
- harckocsik bontása, berendezések és alkatrészek kiépítése;
- fékpadi mérések (erőátviteli fékpád, befecskendező-fékpád, motorfékpád);
- mérések elektromos laboratóriumban;
- rádiótechnikai anyagok javítása;
- kiképzéstechnikai anyagok javítása;
- raktározás.

A központ feladata a nemzetközi együttműködés a hasonló technikai eszközök (Leopard 2 harckocsit) alkalmazó államok haderőivel. A központ alkatrészbeszerzéssel is foglalkozik. Számos területen szerveznek tanfolyamokat (informatika, mechanika,

mechatronika, elektronika). A harckocsisebességváltó-mérőpad egyúttal a harckocsi-fékezést és -kormányzást is teszteli.

Hazai lehetőségek a Leopard 2 üzemben tartására

Jelen pillanatban a Leopard 2A4 harckocsik karbantartását, javítását a KMW által képzett szakemberek felügyelik, illetve végzik. Ezt a szaktudást a jövőben vagy meg kell vásárolni, vagy olyan szakemberekre van szükség, akik képesek azt elsajátítani, illetve továbbadni kollégáiknak. Az MH nem rendelkezik olyan központi javító-, képző- és egyben raktározási³⁷ feladatokat is ellátni képes intézménnyel, mint a Bundesheer, de a harckocsik alacsony száma ezt nem is indokolja. Érdemes viszont ezzel a kérdéssel foglalkozni, mivel a Leopard 2A7HU típusú harckocsik a közeljövőben megérkeznek, és az azokkal közös logisztikai igényeket azonos létesítményekkel lehetne kielégíteni.

Mindenképpen szükséges az alkatrészellátás és a diagnosztikai képességek kialakítása a közeljövőben, ebben a kérdésben a T-72 harckocsik igénye jóval kisebb, mint az újabb és a felújított harckocsiké.

A páncéljavítás az összetett szerkezetű ballisztikai védelmi rendszerek tekintetében szintén új képességet igényel, amelyet nem csapatszinten kellene megszervezni.

A Leopard 2A4 harckocsinak megvan a már alkalmazott karbantartási rendszere, amely csak egyetlen ponton, az időbeni tervezhetőségben egyezik az MH TFR rendszerével. Mindenképpen javasolt az eredeti üzemben tartási rendszer alkalmazása az újonnan beérkező páncélozott harcjárművek üzemeltetése során, és fokozatosan szakítani kell a több mint 40 éves TFR-rel.

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a két harckocsitípus méretében, védettségében, tömegében és bonyolultságát és technikai színvonalát tekintve is eltér egymástól, és ez még látványosabb lesz a Leopard 2A7HU 2023-as megérkezésével. Érdemes lenne a Leopard harckocsik üzemeltetési tapasztalatainak feldolgozása és a hazai viszonyokra történő alkalmazása, amelyre remek lehetőséget biztosít a Leopard harckocsik üzemeltetését koordináló Leopard Users Group munkacsoport ülésein való szakmai részvétel biztosítása. Szintén sok haszonnal kecsegtet a már megvizsgált külföldi üzemeltetési rendszerek adaptációja, hiszen az új eszközök technikai biztosítási hátterét a Bundesheer is nagyon gyorsan létre tudta hozni.

A korszerű eszközök fedélzeti diagnosztikai rendszerei lehetővé teszik a részegységek, fődarabok állapotának gyors felmérését akár üzemeltetői szinten is, és ezt a képességet ki is kell használni csapattagozat-szinten is.

³⁷ Az új német beszerzésű harceszközök alkatrészeinek raktározási feladatait az MH Anyagellátó Raktár (MH ARB) Központi Raktár (Szentkirályszabadja) végzi.

A TFR mint rendszer a keleti blokkból érkező eszközöket kiszolgálta, de olyan, jóval rugalmasabb és befogadóbb rendszert kell kialakítani, amely az eltérő üzemfenntartási igényeket támogató német, török, francia, esetleg brit beszerzésű haditechnikai eszközök számára is megfelel, nem is beszélve a polgári forrásból származó felszerelésként üzemeltetett gépkocsikról.

Felhasznált irodalom

- A Magyar Honvédség főbb haditechnikai eszközei (2011). Székesfehérvár: Az MH Összhaderőnemi Parancsnokság kiadványa.
- AMACZI Viktor – ÁCS Tibor (1995): *Hadtudományi lexikon II.* Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság. ISBN 963 04 5228 6
- BOMBAY László – GYARMATI József – TURCSÁNYI Károly (1999): *Harckocsik 1916-tól napjainkig.* Budapest: Zrínyi.
- CRANNY-EVANS, S. et al. szerk. (2018): *Jane's Land Warfare Platforms: Armoured Fighting Vehicles 2018–2019.* Couldson: IHS Markit.
- Description reversing and steering transmission HSWL 354 FOR LEOPARD 2 [é. n.]. *RENK.*
- FAZEKAS József (2000): *Szakmai szabályismeret.* Egyetemi jegyzet. ZMNE.
- GÁVAY György (2015): A tervszerű fenntartási rendszer és az amerikai forrásból származó páncélos- és gépjármű-technikai eszközök karbantartási rendszere. *Honvédségi Szemle*, 143(4).
- GYARMATI József (2000): *Haditechnikai ismeretek.* Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem. Hadiipari javítás [é. n.]. *Currus*. Online: www.currus.hu/tevekenyseguink/hadiipari-javitas
- HEGEDÜS Ernő (2019): *A Leopard 2 A4 harckocsik ausztriai szervizháttérre.* Előadásjegyzet. Heereslogistikschule – Österreichisches Bundesheer, 2019. november 26–27.
- KELECSÉNYI István (2019a): A harcmezők „nagymacskái” – a Leopard 2-es harckocsicsalád I. rész. *Haditechnika*, 53(3).
- KELECSÉNYI István (2019b): A harcmezők „nagymacskái” – a Leopard 2-es harckocsicsalád II. rész. *Haditechnika*, 53(4).
- KELECSÉNYI István (2019c): A harcmezők „nagymacskái” – a Leopard 2-es harckocsicsalád III. rész. *Haditechnika*, 53(5).
- KURCZ Kristóf – VÉG Róbert – HEGEDÜS Ernő (2020a): Magyar Honvédség A4 és A7+ típusváltozatai I. rész. *Haditechnika*, (5).
- KURCZ Kristóf – VÉG Róbert – HEGEDÜS Ernő (2020b): Magyar Honvédség A4 és A7+ típusváltozatai II. rész. *Haditechnika*, (6).
- MH üzemeltetési norma a Magyar Honvédség szervezetei kiképzési eszközzel és anyaggal történő ellátásához és a technikai eszközök üzemeltetéséhez. Melléklet a 10/2017. HVK LOGCSF szakutasításhoz.
- Michael Jerchel: *Leopard 2 Main Battle Tank 1979–98.* Bloomsbury Publishing, 2012.
- Military Archive [@military_archive] (2020): Inside the Leopard 1A5–Tank Gunnery Loading. *YouTube*, 2020. március 18. Online: <https://youtube.com/watch?v=ovO9MwX5LIU>
- NAGY Norbert (2020): A T–72 harckocsi. [H. n.]: Zrínyi. ISBN 978963 327 824
- Nyugatnémet harckocsimotorok (Technika i Vooruzsenie alapján) (1978). *Haditechnika*, (4).
- OGORKIEWICZ, A. M. (1979): A Leopard 2 AV harckocsi (Armor 1978/1. sz. alapján). *Haditechnika*, (2), 62–67.

Poór István szerk. (1980): *Harcokcsik és páncélozott járművek típuskönyve*. Budapest: Zrínyi.
Rheinmetall AG (2006): Lahat for Leopard 2 Tanks. *Defence aerospace*, 2006. október 4. Online:
<https://defense-aerospace.com/laser-guided-missile-offered-for-leopard-tanks/>
T-72 Tanks [é. n.]. *Military-Today.com*. Online: <http://military-today.com/tanks/t72.htm>

Éghajlatváltozás – szélsőségek – biztonság

A globális felmelegedés és az ezzel együtt járó szélsőségesebb időjárás hozzájárul az államok belső nehézségeinek erősödéséhez. Az éghajlatváltozás a világ biztonságát negatívan befolyásolja, következményei veszélyeztethetik mindennapjainkat. A következő évtizedekben, különösen a sérülékeny régiókban, számolni kell az éghajlatváltozás okozta, korábban a területre nem jellemző élelmiszerhiánnyal, vízellátási válságokkal, árvizekkel, egészségügyi problémákkal, a megváltozott éghajlattal együtt megjelenő szélsőségekkel, betegségekkel, amelyek humanitárius segítségnyújtást vagy katonai választ tesznek szükségessé. A NATO elkötelezett a folyamatok megértésében, a következmények mérséklésében a műveletek hatékonyságának növelése, a technikai felszerelés működőképességének fenntartása, valamint az állomány túlterhelésének elkerülése érdekében.

A tanulmányban röviden összefoglalom Európa és hazánk éghajlati szélsőségeit, kiemelve a változó, melegedő éghajlati körülmények fennállásával együttesen módosuló néhány meteorológiai paraméter (hőmérséklet, csapadék, szélsébség) megfigyelt és várható értékeit, tendenciáit. Ezek hatásai összetettek, ezért csak komplex módon, több szakterület összefogásával, interdiszciplináris gondolkodással kezelhetők az éghajlatbiztonság és az energiabiztonság növelése érdekében.

Kulcsszavak: globális felmelegedés, éghajlatváltozás, biztonság, időjárási szélsőségek, megújuló energia

Climate Change – Weather Extremes – Security

Global warming and extreme weather phenomena could conduce to interior difficulties of states as a risk multiplier. Climate change threatens the international peace and security. Environmental degradation will cause health problems (epidemics and new, uncharacteristic diseases), floods, food and water insecurity especially in vulnerable regions in the next decades. To tackle these problems, humanitarian help or military activity is often needed. NATO remains committed to understand processes and mitigate consequences in order to maintain operability of technical equipment and avoid overload of soldiers.

This study shows some weather extremes in Europe and Hungary that have a close connection to the changing climate. Their effects can be really complex, therefore we should tackle this issue interdisciplinary in order to mitigate security impact and enhance climate and energy security.

Keywords: global warming, climate change, security impact, weather extremes, renewable energy

Bevezetés

A globális felmelegedés, a klímaváltozás és az ezzel gyakran együtt járó szélsőséesebb időjárás, valamint a környezeti állapotok romlása növelheti az államok belső nehézségeit, emellett elősegítheti országok közti konfliktusok kialakulását is. Az éghajlatváltozás a világ biztonságát egyértelműen negatívan befolyásolja, következményei veszélyeztetik a lakosok mindennapjait. A túlnépesedés és a fennálló társadalmi, gazdasági, szociális, ökológiai és humán krízisek az éghajlatváltozás következményeivel együtt tovább növelik a sebezhetőséget, a hatásoknak való kitettséget, gazdasági zavarokat okoznak, mezőgazdasági problémákat generálnak, növekvő védekezési költségekhez vezetnek.

A vonatkozó tanulmányok szerint¹ az éghajlatváltozás súlyosbítja a meglévő feszültségeket, és megsokszorozza a fenyegetéseket. Ezáltal feszültségeket, konfliktusokat, akár helyi szintű fegyveres zavargásokat is okozhat, amely összeütközések várhatóan a természeti erőforrások (édesvizek, halászterületek, erdők, termőföldek stb.), illetve a katasztrófák által kevésbé sújtott lakhelyek birtoklási igénye miatt alakulhatnak ki. A következő évtizedekben a sérülékeny régiókban, különösen a Szaharától délre fekvő afrikai országokban, a Közel-Keleten, Dél- és Délkelet-Ázsia térségében számolni kell az éghajlatváltozás okozta élelmiszerhiánnyal, vízellátási válságokkal, árvizekkel, amelyek humanitárius segítséget vagy katonai választ tesznek szükségessé. Ugyanakkor a fejlett világ országaiban is tapasztalhatunk súlyos negatív hatásokat, amelyek mérséklése érdekében előtérbe kerültek a mihamarabbi szemléletváltást sürgető nézetek, felhívva a figyelmet a megújuló energiahordozók széles körű alkalmazására, az energiahatékonyság növelésének fontosságára és a pazarló életvitel azonnali feladására.

A NATO tagországai, Magyarország is felelős és érdekelt a globális felmelegedést kiváltó okok, a katonai tevékenység általi üvegházhatású gázok kibocsátásának szükségzerű csökkentésében.² Az üvegházhatású gázok kibocsátása csökkenthető az üzemanyag- és az energia-felhasználás hatékonyságának növelésével, a fosszilis üzemanyagok felhasználásának csökkentésével, a megújuló energiák alkalmazásával. Ismeretes, hogy a katonai erő egyrészt okozója, másrészt elszennvedője az éghajlatváltozás hatásainak. Ebből kifolyólag a haderőnek arra is fel kell készülnie, hogy a megszokottnál szélsőséesebb környezetben hajtsa végre feladatait, ami mind a katonákra, mind az eszközökre nézve megterhelőbb. Nem véletlen, hogy a hadtudomány kiemelt figyelmet fordít erre a kérdésre.³

Az éghajlatváltozás folyamatainak megértéséhez, valamint a változó környezeti feltételekhez való alkalmazkodás érdekében szükség van a múlt adatainak, valamint ezzel egyidejűleg a globális és a regionális éghajlati modellek eredményeinek elemzésére. A tanulmányban a teljesség igénye nélkül bemutatom a közelmúlt kutatásainak áttekintésével Európában megfigyelt és várható változásokat, a paraméterek átlagainak

¹ NATO (2022a): *NATO Strategic Concept*. NATO HQ; NATO (2022b): *NATO The Secretary General's Report: Climate Change & Security Impact Assessment*. NATO HQ.

² NATO 2022b.

³ PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.

alakulását, valamint az extrémumok várható módosulását. Részben saját kutatásaim alapján a Kárpát-medencében várható viszonyokat is összefoglalom, valamint a mindennapi életünket és a biztonságunkat (vízbiztonság, energiabiztonság, egészségügyi biztonság, katonai biztonság stb.) is befolyásoló szélsőségeket. A természeti katasztrófák, a szélsőséges időjárási jelenségek gyakoribbá és/vagy intenzívebbé válásával a haderőre háruló feladatok – a természeti katasztrófák következményeinek felszámolása – hazánkban is növekvő tendenciát mutatnak, ráadásul a többletfeladatot szélsőségesebb körülmények között kell elvégezni.

Az éghajlatváltozás és a biztonság kapcsolata

Az éghajlatváltozás globális probléma, hatásai nem egyenlő mértékben jelentkeznek Földünk egyes helyein. Ismeretes például, hogy nagyobb mértékű melegedés mutatható ki a sarkokon,⁴ mint az alacsonyabb földrajzi szélességeken, az afrikai kontinensen pedig a súlyos csapadékhiány és az ezzel együtt járó elsivatagosodás, élelmiszer- és ivóvízhiány okoz további társadalmi feszültségeket. Az éghajlatváltozás következményei életünk szinte minden területét befolyásolják, bár a hatások mértéke regionálisan változó, hiszen az a környezet állapotán túl társadalmi, gazdasági, szociális, politikai tényezők függvénye is.

A világ biztonságát számos módon befolyásolja az emberi tevékenység eredményeképpen tapasztalható, rendkívül gyors változásokat mutató éghajlat, amely hatások lehetnek közvetlenek és közvetettek.

Az emelkedő hőmérséklet tehető közvetlenül felelőssé az elsivatagosodásért, lakhatatlan területek, aszályok, erdőtüzek kialakulásáért. A melegedéssel együtt jár a tengerszint emelkedése, amely veszélyezteti a parti városokat, katonai bázisokat, áradásokat, belvizeket okoz, továbbá a sós víz károsítja az infrastruktúrát, veszélyezteti az édesvízkészleteket és a mezőgazdasági területeket. A melegedő légkörben az extrém időjárási események előfordulási gyakorisága és intenzitása is megváltozhat, számítani kell szárazságra, hőhullámra, áradásra, sárcsuszamlásra, viharokra, illetve hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék okozta villámárvizek kialakulására, amelyek emberéleteket, vagyontárgyakat és a kritikus infrastruktúrát is veszélyeztethetik, időszakosan akár működésképtelenné is tehetik. A közvetett vagy másodrendű hatások közé soroljuk a komplex ökológiai, társadalmi, gazdasági, politikai hatásokat.

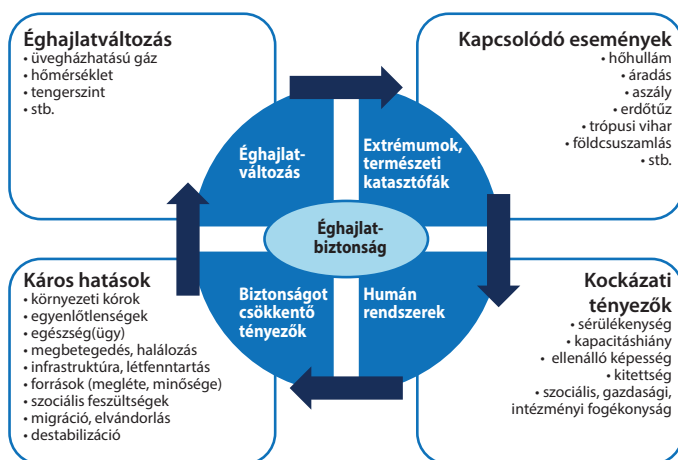
Az éghajlatváltozás a meglévő veszélyeket, feszültségeket felerősítheti, a konfliktusok eszkalálódásához vezethet a szociális és gazdasági állapotok romlásával, a munkanélküliség növekedésével, hiszen ezek révén tovább növekednek a társadalmi különbségek, a csoportok közti feszültségek.⁵ A különösen sérülékeny régiókban (például fejlődő országok) a szűkös erőforrások az éghajlatváltozás hatására tovább csökkennek, ami

⁴ T. J. BALLINGER et al. (2020): *Surface Air Temperature*. NOAA Arctic Report Card 2020.

⁵ D. HELMAN – B. F. ZAITCHIK – C. FUNK (2020): Climate has contrasting direct and indirect effects on armed conflicts. *Environmental Research Letters*, 15(104017), 12.

súlyos élelmiszer-, víz- és energiahiányt generálhat.⁶ Mindemellett a lakosság leromlott egészségi állapota miatt kialakuló betegségek, járványok (például malária), valamint az elégtelen egészségügyi ellátás, gyógyszerhiány tovább súlyosbíthatja a helyzetet, akár humanitárius katasztrófa is felléphet. Az éghajlatváltozás hatásainak kitett térségekben az elszegényedett, kiszolgáltatott lakosság könnyen radikalizálható, a szélsőséges szervezetek érdekei szerint manipulálható, ami a térség biztonságát tovább csökkenti. Mindezen folyamatok, a lakhatatlanná váló területek, a létbizonytalanság, a minimális életfeltételek hiánya vagy a terrorizmus, elősegítik a lakosság országon belüli, illetve szomszédos, esetleg távolabbi országokba történő tömeges elvándorlását, ami a katonai erők számára többletfeladatot jelent az állam belső és külső biztonságának garantálása érdekében.

Az 1. ábra szemlélteti az éghajlatbiztonságot befolyásoló tényezőket, ezek kapcsolatát. Az éghajlatváltozással együtt járó extrém időjárási események (hőhullám, áradás, aszály, erdőtűz, viharok, földcsuszamlás stb.), amelyek természeti katasztrófa-helyzetet is előidézhetnek, intenzitásának és gyakoriságának megváltozása, valamint a humán rendszerek sérülékenysége, kapacitása, ellenálló képessége, kitettsége együttesen határozza meg a biztonságot csökkentő tényezőket, a keletkezett károk jellegét, mértékét. A káros hatások meglehetősen szerteágazóak lehetnek, így kezelésük is komplex, több szakterületet átfogó gondolkodást igényel. A biztonságot csökkentő tényezők tovább súlyosbíthatják az éghajlatváltozás okozta káros folyamatokat, elmélyítve a problémát.



1. ábra: Éghajlatbiztonságot befolyásoló folyamatok

Forrás: a szerző szerkesztése Expert Group of the International Military Council on Climate and Security 2021 alapján

A szövetség elkötelezett az éghajlatváltozás folyamatainak megértésében, következményeinek mérséklésében a műveletek hatékonyságának növelése, a technikai felszerelés

⁶ TRESZKAI Ákos (2019): Az éghajlatváltozás biztonsági hatásai a szubszaharai térségben. *Honvédségi Szemle*, (4), 65–76.

működőképességének fenntartása, valamint az állomány túlterhelésének elkerülése érdekében. Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája⁷ a kiemelt biztonsági kockázatok közt említi a járványokat, az ár- és belvizeket, valamint más természeti katasztrófákat (aszályok, hő- és hideghullámok, heves viharok, vegetációtüzek). Az éghajlatváltozás már nem kerülhető el, életünk része, ugyanakkor az alkalmazkodás mellett világszerte nagy hangsúlyt kap a negatív hatások mérséklése is, amely a katonai tevékenység szempontjából is kritikus. Számos példát találhatunk a katonai feladatok, műveletek során a nap- és szélenergia hasznosítására, illetve az épületek energiahatékonyságának növelésére.

Éghajlati és időjárási szélsőségek

Az éghajlatkutatásban a múltra vonatkozó, hosszú idősorok (jellemzően több évtized), meteorológiai elemek vagy változók elemzése matematikai statisztikai módszerek alkalmazásával történik. Az éghajlati kutatások statisztikai vizsgálatai rámutattak, hogy a változó éghajlatban az egyes meteorológiai elemek eloszlása klimatológiai időskálán gyakran módosul. A megváltozott eloszlásból adódóan eltérő lehet a szélsőséges, ritkán előforduló időjárási események gyakorisága, intenzitása is a referencia-időszakhoz viszonyítva.⁸

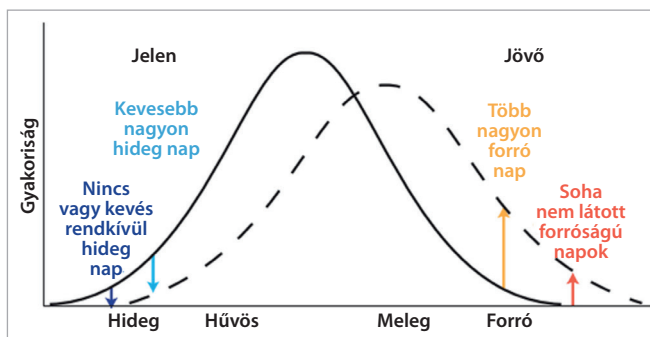
A változás többféle módon jelentkezhet az eloszlásban:⁹ eltolódhat a maximum helye (magasabb értékű, de azonos gyakorisággal előforduló átlagérték), módosulhat a maximum gyakorisága azonos érték megmaradásával (szélsőértékek változása), illetve ezek együttesen is bekövetkezhetnek. A 2. ábra sematikusán mutatja be, hogy a megváltozott éghajlat hatására nemcsak a mért értékek átlaga (például átlaghőmérséklet), hanem a szélsőségek nagysága és előfordulási gyakorisága is változik. A példában az átlaghőmérséklet növekszik, bár kevesebbszer fordul elő, ugyanakkor a rendkívül hideg események száma minimálisra csökken, ahogy a hideg napok száma is, miközben a forró napok száma gyarapszik, sőt akár soha nem mért hőmérsékleteket is regisztrálhatunk. Több helyen hőmérsékleti rekordok dőltek az idei nyáron is, esetenként abszolút rekordok, például Angliában, ahol a mérések óta nem fordult elő 40 fok feletti hőmérséklet, most Coningsby településen 40,3 °C-ot mértek 2022. július 19-én, amely az előző, 2019-ben regisztrált abszolút rekordot jelentősen, mintegy 1,5 °C-kal meghaladta.¹⁰

⁷ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

⁸ M. BENISTON et al. (2007): Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climate Change*, (81), 71–95.; G. FORZIERI et al. (2016): Multi-hazard assessment in Europe under climate change. *Climate Change*, (137), 105–119.

⁹ A. LAVELL et al. (2012): Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In C. B. FIELD et al. (szerk.): *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge – New York: Cambridge University Press. 25–64.

¹⁰ M. KENDON (2022): *Unprecedented extreme heatwave, July 2022*. Met Office National Climate Information Centre.



2. ábra: A meteorológiai paraméter jelenlegi (folytonos vonal) és jövőbeni (szaggatott vonal) eloszlása az átlag helyének és értékének eltolódása mellett a változékonyság növekedését is mutatja

Forrás: Lavell et al. 2012.

A globális felmelegedés hatására tapasztalható éghajlatváltozás sok mindenben tetten érhető. Az éghajlat állapotáról az Egyesült Nemzetek (ENSZ) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) által kiadott tanulmány¹¹ szerint az elmúlt évtized (2011–2020) volt a valaha mért legmelegebb 10 év a meteorológiai mérések kezdete óta, mi több 2020 volt a La Niña¹² hűtése ellenére a harmadik legmelegebb év. A *globális átlaghőmérséklet* hét év alatt, 2015–2021 között gyorsabban emelkedett, mint bármely 50 éves periódust tekintve az utóbbi 2000 évben. 2021 már sorozatban a hetedik olyan év,¹³ amely több mint egy fokkal meghaladta (1,09–1,16 °C) az iparosodás előtti globális átlaghőmérsékletet. A melegedésért nagymértékben az emberi tevékenység, az üvegházhatásúgáz-kibocsátás tehető felelőssé. Európa és a Kárpát-medence gyorsabban melegszik a globális átlagnál, az éves átlag Európában a szárazföldi területek felett két fokkal meghaladta az iparosodás előtti értéket, 2020 pedig a valaha volt legmelegebb év lett. Magyarországon a 2022-es év volt a harmadik legmelegebb 1901 óta.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) hatodik értékelő jelentésében olvasható éghajlati projekciók alapján¹⁴ Európában a melegedés tovább folytatódik, amely a szárazföldi területeken nagy valószínűséggel nagyobb mértékű lesz, mint a globális átlagérték. Az optimista scenárióval futtatott modellek, amelyek feltételezik az üvegházhatású gázok kibocsátásának erőteljes csökkentését, 1,2–3,4 °C, a pesszimista projekciók 4,1–8,5 °C melegedést mutatnak a század végére (2071–2100) az 1981–2010 referencia-időszakhoz képest. A legnagyobb mértékben várhatóan Északkelet-Európa, Skandinávia

¹¹ WMO (2021): *State of the Global Climate 2020*. WMO-No. 1264.

¹² Az El Niño jelenséget ellensúlyozza a La Niña, amelynek során szokatlanul alacsony légnyomás alakul ki Délkelet-Ázsiában, Ausztrália csapadékosabb vidékein és a Csendes-óceán nyugati medencéje fölött. A dél-amerikai partvidéken aszályt okoz, az Atlanti-óceán északi medencéjében erősíti a hurrikántevékenységet, illetve a tájfunokat a Csendes-óceán nyugati medencéjében.

¹³ 2021 one of the seven warmest years record, WMO consolidated data shows. WMO, 2022. január 19.

¹⁴ Summary for policymakers (2021). In V. MASSON-DELMOTTE et al. (szerk.): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge – New York: Cambridge University Press.

északi része és a mediterrán országok tengerparttól távolabb eső, belső területei melegeknek, miközben Nyugat-Európa jóval kisebb mértékben.

Meteorológiai mérőállomások által rögzített, a WMO által egységesített, tehát összehasonlítható, 10 méteres magasságban végzett felszínközeli *szélmérések* adatai alapján csökkenő átlagos szélesebbesség figyelhető meg a melegedő klímában számos nemzetközi tanulmány alapján. A szélesebbesség-csökkenés mindkét féltekén, a trópusokon és a közepes szélességeken is kimutatható a vizsgált időszakokban (jellemzően a 20. század közepe óta), ugyanakkor a 70 foknál magasabb földrajzi szélességeken a kutatók növekvő trendeket találtak. Azon 148 db tanulmány figyelembevételével,¹⁵ amely több mint 30 állomás legalább 30 éves idősorait elemezte, a megfigyelt változások trendje 0,014 m/s csökkenés évente, amely ötven év alatt már 0,7 m/s csökkenést jelent, feltételezve a lineáris változás folytatódását. A változás iránya összhangban van a globális éghajlati modellek eredményeivel, amelyek ugyancsak a felszíni szélesebbesség csökkenését mutatják a közepes szélességeken, a magasabb szélességek szélesebbesség-növekedésével párhuzamosan.

A Közép-Európára vonatkozó mérési adatok és modelleredmények¹⁶ alapján a térségünkben megfigyelt, ciklontevékenységhöz köthető *viharok* számának növekedését mutatták ki az üvegházhatású gázok koncentrációjának emelkedésével, ami a közép-európai nyomási gradiens emelkedésével van kapcsolatban. Az IPCC hatodik jelentése szerint közepes megbízhatósággal állítható, hogy a viharok gyakorisága és intenzitása, beleértve az erős szeleket (nem trópusi viharokat), növekszik Észak- és Közép-Európában.¹⁷ Dél-Európában a viharok intenzitása várhatóan ugyancsak növekszik, a viharok gyakorisága azonban csökken. Ebből kifolyólag nagy valószínűséggel erősebb szélviharokra számíthatunk a továbbiakban Magyarországon.

A Kárpát-régió hegyvidéki területeinek *átlagos szélesebbessége* vonatkozó trend-vizsgálatainak¹⁸ eredményei minden hónapban csökkenést mutatnak, ami összhangban van a közepes szélességek megfigyeléseivel. Bár a modellek alapján a csökkenés a század végére is jellemző marad, ugyanakkor a viharok intenzitásnövekedése is várható. Az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testületének tanulmánya¹⁹ szerint az extrém szélesebbességek Európa északi részén növekedtek, délen csökkentek. Közép-Európa átmenetet képez a térségben, ezért az itt tapasztalható változások sok esetben kicsik, és irányuk régióként változó lehet.

Hazai szélklimatológiai vizsgálatok – a CARPATCLIM²⁰ projekt adataira építve – ugyancsak kimutatták az átlagos szélesebbesség szignifikáns csökkenését.

¹⁵ T. McVICAR et al. (2012): Global review and synthesis of trends in observed terrestrial near-surface wind speed: Implications for evaporation. *Journal of Hydrology*, 416–417, 182–205.

¹⁶ G. LECKEBUSCH et al. (2008): Extreme wind storms over Europe in present and future climate: a cluster analysis approach. *Meteorologische Zeitschrift*, 17(1), 67–82.

¹⁷ S. OUTTEN – S. SOBOLOWSKI (2021): Extreme wind projections over Europe from the Euro-CORDEX regional climate models. *Weather and Climate Extremes*, 33(100363), 11.

¹⁸ J. SPINONI et al. (2014): Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *International Journal of Climatology*, (35), 1322–1341.

¹⁹ EASAC (2013): *Trends in extreme weather events in Europe: implications for national and European Union adaption strategies*. EASAC Policy Report 22.

²⁰ CARPATCLIM – A Kárpát-régió éghajlata projektjének célja a Kárpát-régió (44–50° É és 17–27° K) éghajlatának részletes tér- és időbeli vizsgálata volt (2010–2013) harmonizált adatok és egységes módszertan

A szélmaximumok vizsgálata során gyakran szélindexeket definiálunk, például meghatározhatjuk az adott küszöbértéknél nagyobb szélsőségek előfordulásának (havi, évszakos, éves) számát, időbeli változását. Az órás szélmaximumok (széllökés) esetében a vizsgált mérési idősorokban általában csökkenés tapasztalható, azonban néhány esetben megjelenik növekvő tendencia is, amely változások utalhatnak a melegedés hatására bekövetkező regionális áramlási viszonyok megváltozására.²¹

Nem elhanyagolható problémát okoz a viharokkal, viharciklonokkal együtt járó hirtelen lezúduló nagy mennyiségű *csapadék*, amely előnti az alacsonyabban fekvő területeket, pincéket, aluljárókat. A jelentős anyagi károkat okozó viharokat kísérő jelenség a jégeső²² is, amely megromlíthat tetőket, autókat, vagy megsemmisítheti a gyümölcsfák, szőlőültetvények termését. A szélviharok egész évben okozhatnak veszteségeket. Például 2020. február 4-én hazánkat gyors mozgású hidegfront érte el, amely Nyugat-Európától a Balkánon át Törökországig jelentős pusztítást okozott. Magyarországon a számottevő károk mellett sajnos halálos áldozatot is követelt. A legerősebb széllökéseket sík vidéken Sopronban (111 km/h) és a Balaton térségében, illetve a hegyi állomásokon mérték (a János-hegyen 124 km/h, a Kab-hegyen 120 km/h).²³

Az extrém időjárás hatásai a katonai tevékenységre

Az éghajlatváltozás elsősorban a szélsőséges időjárási jelenségek révén fejti ki hatását a katonai tevékenységre. A szélsőségesen magas vagy alacsony hőmérséklet, a hosszabb ideig fennálló hőhullám hat a technikai felszerelés üzemképességére, a személyzet terhelhetőségére, a logisztikai feladatok hatékonyságára. Rendszerint többletenergiát igényel a munkaterület hűtése, fűtése, klimatizálása. Az aszály, az áradás, a villámárvíz, az erős és viharos szél károkat okozhat a felszerelésben, az épületekben, az infrastruktúrában, illetve hatással van a csapatok mobilitására. Az intenzív havazás, hófúvás vagy homokvihar ugyancsak csökkenti a járművek és a személyzet helyváltoztató képességét, valamint a felderítés hatékonyságát.

Az éghajlatváltozás, a szélsőséges időjárás negatív hatással van az élet- és vagyonbiztonságra, sérüléseket okozhat, ronthatja a személyzet egészségi állapotát, ezáltal csökkenti a műveletek hatékonyságát, illetve a készenlét szintjét. A NATO-s és EU-s katonai műveletek missziós tapasztalatai egyértelműen azt mutatják, hogy a betegségek és a nem harci eredetű sérülések több kórházi ápolási napot, szolgálatmentességet okoztak, mint

alapján, illetve részletes rácsponthoz adatbázis előállítás az 1961–2010 időszakra, amely napi adatsorokat 10 km-es felbontásban tartalmaz a legfontosabb meteorológiai elemekre. CARPATCLIM–A Kárpát-régió éghajlata [é. n.]. *Met.hu*.

²¹ PÉLINÉ N. Cs. et al. (2016): Analysis of climate change influences on the wind characteristics in Hungary. *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 120(1), 53–71.

²² Egy jelentős jégesővel járó átvonuló hidegfront okozott komoly károkat például 2021. április 22-én, amelynek hatására Szlovákiában tornádó is kialakult. Zivatarlánc, szupercella kísérte a hidegfrontot (2021). *Nemzeti Agrárgazdasági Kamara*, 2021. április 23.

²³ A tanulmányt az Országos Meteorológiai Szolgálat készítette: OMSZ (2020): Hosszan tartó szélvihar egy markáns hidegfront nyomában. *Met.hu*, 2020. február 10.

a harcok közben elszennvedett sérülések. Ezzel a hadrafoghatóság jelentősen csökkent, veszélyeztetve a katonai művelet sikerességét.²⁴

A Kárpát-medencére vonatkozó regionális klímamodell-projekciók szerint a globális átlagnál nagyobb mértékű melegedés várható hazánkban. Lényeges szempont tehát, hogy tisztában legyünk a hőség okozta teljesítménycsökkentő következményekkel. A hőstressz szignifikánsan csökkenti a katonai teljesítményt, hiszen rontja a kognitív teljesítményt, a reakcióidőt, az érzékelést, növeli a kardiovaszkuláris események kockázatát. Ezen túlmenően csökkenti az éberséget, ami például őrszolgálatban vagy az irányítóberendezések kezelésekor vagy ellenőrzésekor hátrányos. A szokatlanul magas vagy alacsony hőmérséklet csökkenti a mentális és pszichomotoros teljesítményt, a kézügyességet, az állóképességet, a célzást és a célkövetést. Rontja a szimultán feladatok (például járművezetés, tűzvezető rendszerek kezelése stb.) végzését, az alvási ritmust és a szubjektív reakciókat, hatással van az érzelmekre, és csoportlélektani folyamatokat is befolyásol.²⁵

A szélsőséges időjárási körülmények között nagy jelentősége van a megfelelő ruházatnak és az egyén edzettségének, amellyel hatékonyan csökkenthetők a hőstressz negatív hatásai. Fontos továbbá a műveletek stratégiai tervezésénél az eszközök és a berendezések minőségi és funkcionális paramétereinek olyan megválasztása, hogy az a műveleti terület klimatikus viszonyaihoz vagy a megváltozott körülményekhez illeszkedjen.

A katonai erőket a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően gyakran alkalmazzák civil társadalmi feladatok ellátására, amely többletfeladatot és terhelést jelent az állomány számára. Bevetik a katonákat árvízi védekezés, kitelepítés, a biztonság fenntartása céljából földrengés, szökőár, hurrikán, erdőtűz vagy más természeti katasztrófa esetén. Ilyenkor szélsőségesebb körülmények közt végzik feladataikat, ami a csapatok további terhelését jelenti.

Klímaadaptáció és a kibocsátások csökkentése

A megváltozott körülményekhez való *alkalmazkodás* szükségszerű a haderő esetében is a hatékony feladatvégzés érdekében. Ehhez megfelelő védelmi stratégiával és politikával kell rendelkezni, a problémás területek mélyreható megismeréséhez elemzéseket kell végezni. Ahhoz, hogy tisztában legyünk környezetünk aktuális állapotával, megfigyelőrendszereket szükséges üzemeltetni, méréseket végezni, feldolgozni azok adatait, ezen túlmenően elengedhetetlen a meteorológiai modellek fejlesztése is. A veszélyfigyelmeztető rendszerek kialakítása, alkalmazása jelentősen csökkentheti a környezeti károk kialakulását, hozzásegít a katasztrófa-helyzetek megelőzéséhez, hatásaik mérsékléséhez azáltal, hogy időelőnnel szerzünk tudomást a jelenségek várható bekövetkezéséről, fel tudunk rá készülni.

Az alkalmazkodás mellett az *üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése* is esszenciális, hiszen általában a haderő maga is jelentős kibocsátó, és mivel feladatait

²⁴ MEGLÉCZ Katalin (2011): Missziós területek katonai szolgálatának követelményrendszere és kihívásai. *Hadtudomány*, (4), 21–32.

²⁵ MEGLÉCZ 2011.

megváltozott éghajlati körülmények között kell végeznie, ki van téve a már bekövetkezett negatív hatásoknak is. Az ökológiai lábnyom csökkentése, az úgynevezett „zöld haderő” koncepció már viszonylag korán megjelent a NATO-országokban, különösen az Egyesült Államokban,²⁶ Hollandiában, az EU-ban.²⁷ A megújuló energiák alkalmazása, elsősorban a napenergia, több haderő esetében hatékonynak bizonyult, főleg a kis energiaigényű eszközök töltése (rádiók, telefonok, éjjellátók, laptopok) esetében táborokban, művelési területen. A kevesebb fosszilis üzemanyag felhasználása miatt kevesebb üzemanyag-utánpótlást igényel a művelet, hosszabb ideig marad működőképes, ami biztonságosabb, hiszen az üzemanyag-utánpótlás sok esetben rendkívül kockázatos adott művelési területen. Belföldön a laktanyák elektromosáram-felhasználása kiegészíthető kis teljesítményű napkollektorok felszerelésével. Hazánkban például 2013-tól közcélú elektromos hálózatra termelő fotovoltaikus rendszerű, háztartási méretű kiserőművek (HMKE) – 48–50 kW – üzemelnek Budapesten, Hódmezővásárhelyen.

Manapság a védelmi beruházások, fejlesztések tervezésekor lehetőség szerint figyelembe vesznek kötelezően nem előírt klímavédelmi szempontokat is. Megjegyzem, hogy az energiahatékonyság költségcsökkentő hatása művelési szempontból nem releváns, minden esetben a feladat végrehajtás, sikere az elsődleges szempont.

Hazánkban az éghajlatváltozás várható hatásaira való felkészülés és az alkalmazkodóképesség javításának feltételei beépültek a stratégiai tervezés folyamatába (Nemzeti Környezetvédelmi Program,²⁸ Nemzeti Biztonsági Stratégia,²⁹ Élelmiszerlánc-Biztonsági Stratégia,³⁰ Nemzeti Épületenergetikai Stratégia³¹).

A II. Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia³² az alkalmazkodás és a felkészülés témakörében említést tesz az egészségügy ágazatáról is. Stratégiai célként jelenik meg az élelmiszer- és vízbiztonság fenntartása az egészségügyi kockázatok és a járványok kiküszöbölése érdekében. Az éghajlatváltozás várható hazai hatásai közül a hóhullámokra fókuszál. Foglalkozik az aszályal, a hóhullámmal, az erdőtűzzel, a villámárvizekkel, a viharokkal mint az éghajlatváltozásból adódó problémákkal, az extrém csapadékesemények elleni védekezéssel, a vízviisszatartással, a csapadékvíz-gazdálkodási rendszerek fejlesztésével. Említi továbbá a fenntartható mezőgazdasági vízhasználatot, hazai vizeinket (például Balaton), az erdőterületeket és a természetes élőhelyeket, valamint az egészségügyi ellátórendszer klímahatásokra való felkészítését (a lakosság egészségi állapota, infrastruktúra, az ellátórendszer fejlesztése) is.

²⁶ A megújuló energia alkalmazására példák az amerikai hadseregben: Military Green (2017), Megújuló energiafelhasználás (USA) (2015) (letöltve 2022. 08. 30.)

²⁷ L. VAN SCHAİK et al. (2020): *Ready for take-off? Military responses to climate change*. Clingendael Netherland Institute of International Relations Report.

²⁸ Nemzeti Környezetvédelmi Program [é. n.]. *Magyar Állami Környezetvédelem Hivatalos Honlapja*.

²⁹ 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

³⁰ Élelmiszerlánc-Biztonsági Stratégia [é. n.]. *Nébih*.

³¹ A Nemzeti Épületenergetikai Stratégiát a 1073/2015. (II. 25.) Kormányhatározattal fogadták el. Kidolgozta: ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző és Innovációs Nonprofit Kft. a nemzeti Fejlesztési Minisztérium megbízása alapján.

³² Innovációs és Technológiai Minisztérium (2018): *A 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia*. Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz.

Energiamix és a meteorológiai előrejelzések fejlesztése

A hatások mérsékléséhez elengedhetetlen a gazdaság és a lakosság fosszilis energiahordozó-igényének csökkentése és a megújuló energiaforrások arányának növelése hazánkban is, összhangban az Európai Unió célkitűzéseivel. A British Petrol cég 2021. évi jelentése³³ szerint tavaly hazánkban 7,8% volt a megújuló energiák aránya, amely magasabb a globális átlagnál (6,7%), azonban elmarad az európai átlagtól (13,2%). Az energiaszektor működését a vállalt klímacélokhoz kell igazítani, ami az ágazat teljes átalakítását igényli.

A szomszédunkban zajló háború rádöbbenette az európai országokat az energia-biztonság törékenységre az orosz gáztól való függőség révén. A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai szerint³⁴ 2004 óta az Európai Unióban felhasznált energia több mint 50%-a importból származott. Az uniós tagállamok többségében, 17 országban haladta meg az energiaimport-függőség mértéke az 50%-ot. A legmagasabb függőségi aránnyal jellemezhető állam Málta (97%), Luxemburg (95%) és Ciprus (93%) volt. A legalacsonyabb értékekkel Észtország (4,8%), Svédország és Románia (egyenként 30%) bírt. Figyelemre méltó, hogy Észtország gyakorlatilag önellátó energiából, Magyarország függősége 12 százalékponttal haladta meg az EU28 átlagát, tizenkettedik legmagasabb értékünkkel az uniós középmezőnyben helyezkedünk el. E függőség csökkentése mielőbbi érdekünk, amely a megújulók arányának növelésével mérsékelhető. A napenergia hasznosítása világszerte robbanásszerű növekedést mutat, hazánkban is ilyen irányú törekvések látszanak, amelyekkel a klímasemlegesség akár a vállalt céldátum, 2050 előtt is elérhető lehet. A napelemek beépített teljesítménye 2021-ben meghaladta a 3000 MW-ot. A 2019-ben kiadott Nemzeti Energia és Klímaterv³⁵ (NEKT), szerint 2030-ig ezt megduplázza Magyarország, ugyanakkor idén új, ambiciózus célt tűzött ki a kormány, miszerint 12 000 MW teljesítmény kiépítése valósulhat meg.

A megújuló energia felhasználása egyéb, katonai előnyökkel is járhat, hiszen például napkollektorok alkalmazásával a potenciális célpontnak számító utánszállító konvojok számát egy-egy misszióban csökkenthetjük. Ugyanakkor nyilvánvalóan megfontolást igényel az energiamix változtatása, amelyet a villamosenergia-szabályzó rendszerekkel együttesen lehet csak módosítani. Ellenkező esetben az időjárásfüggő megújulók termelés kiesését nem tudja a rendszerirányítás rugalmasan, kellő időben pótolni, és mivel az így váratlanul kiesett energia piaci vásárlása magas rendszerkiegyenlítési költségekkel jár, valamint ennek forrása legtöbbször nem zöld energia, ezért a szándék, azaz az üvegházhatású gázok kibocsátásának költséghatékony csökkentése nem valósul meg, sőt, drága és szennyező energiaforrást használunk a pillanatnyi energiaigények kielégítésére. Ezt elkerülendő a regionális időjárás-előrejelző modellek célirányos fejlesztése is elengedhetetlen, amelyek a villamosenergia-irányító rendszerek számára rendszerint negyedóránkénti bontásban adják meg a várható termelést a nap- és a szélenergia esetében.

³³ British Petrol (2021): *Statistical Review of World Energy*. London.

³⁴ Központi Statisztikai Hivatal elemzése: Energiaimport-függőség (2021). *Ksh.hu*, 2021. október 31.

³⁵ Innovációs és Technológiai Minisztérium [é. n.]: *Nemzeti Energia és Klímaterv (NEKT)*.

Egy ország energiarendszerének átalakítása, az energiamix megváltoztatása általában nagy kihívást jelent, rendkívül összetett feladat. A Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség (IRENA) olyan szervezet, kiválósági központ, amelynek célja, hogy segítséget nyújtson az egyes országok számára energiatermelési rendszerük fenntartható átalakításához nemzetközi együttműködési programokkal, hozzáférhetővé téve a megújuló energia irányelveit, illetve a kapcsolódó műszaki, technológiai és pénzügyi ismereteket.

Az IRENA támogatja a megújuló energia széles körű alkalmazását (bio- és geotermikus energia, vízenergia, a hullámok energiája, nap- és szélenergia) a fenntartható fejlődés, energiaellátás, az energiabiztonság és az alacsony üvegházhatásúgáz-kibocsátással járó gazdasági növekedés szem előtt tartásával.

A Német Meteorológiai Szolgálat (DWD) 2012-ben kezdett fejlesztésekbe³⁶ az IRENA támogatásával több projekten keresztül (EWeLiNE, ORKA, ORKA2, Gridcast) az időjárás-előrejelzés, valamint a nap- és szélenergia-termelés előrejelzése pontosságának, továbbá a villamosenergia-hálózat stabilitásának javítása érdekében. A fejlesztéshez felhasználták a németországi napelempanelek és szélturbinák valós idejű termelési és egyéb mérési (szélsebesség és szélirány, hőmérséklet, digitális égképek) adatait a modellek számítási algoritmusainak bemeneteként, majd a gépi tanulás módszerét alkalmazták a megújuló energia előrejelzésének kiszámításához. Az előre jelzett és a ténylegesen mért termelési adatok összehasonlítását (a verifikációs teszteket) követően a kutatók megállapították, hogy a vizsgált, továbbfejlesztett modell által előre jelzett mezők kisebb hibával terheltek nagyobb térbeli és időbeli felbontás mellett a hagyományos modellek által számított paraméterekhez viszonyítva. Az újabb modell további előnye, hogy megbízhatóbban jelezte előre a veszélyes időjárási jelenségeket, például az extrém szélsebességet, amely a villamos hálózat működtetése szempontjából különösen hasznos információ. A fejlesztések eredményeképpen a már pontosabb sugárzási adatokat 15 percenként számították ki, amelyek felhasználásával a rendszeroperátorok nagyobb időelőnnyel meg tudják becsülni a hálózati stabilitás fenntartásához esetlegesen szükséges többletenergiát, azaz olcsóbban juthatnak hozzá az erősen időjárásfüggő források kiesése esetén a villamos energiához, ily módon értelemszerűen költséghatékonyabb rendszert tudtak kialakítani.

Hazánkban az Országos Meteorológiai Szolgálatnál folynak ilyen irányú meteorológiai modellfejlesztések, válaszul a villamosenergia-ipar igényeire.³⁷ A hazai hálózati irányítási rendszerek átalakítása azonban elengedhetetlen a robbanásszerű fejlődést mutató napenergia-hasznosítás mellett, hogy a megtermelt tiszta energia hatékony felhasználása megvalósítható legyen.

³⁶ International Renewable Energy Agency (2020): *Innovation landscape brief: Advanced forecasting of variable renewable power generation*.

³⁷ 41. Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai. Budapest. 2015. november 19–20.; Tóth Helga et al. (2015): Szél- és napenergia előrejelzés az Országos Meteorológiai Szolgálatnál. In 41. Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai. Budapest. 2015. november 19–20.

Összefoglalás

Az éghajlatváltozással együtt járó szélsőséges időjárási jelenségek által okozott károk mérsékléséhez elengedhetetlen tudásunk sokszempontú fejlesztése mellett az alkalmazkodás is, amelyhez szükséges a veszélyfigyelmeztető és az időjárást megfigyelő és mérő rendszerek fejlesztése, illetve a veszélyes jelenségek megfigyelésével, elemzésével, különböző időtávú előrejelzésével foglalkozó szakemberek, szolgálatok együttműködése.

Az éghajlati kutatási eredmények egy része felhasználható a hazai és nemzetközi gyakorlatok előkészítéséhez, illetve a katonai műveleti tervezéshez szükséges éghajlati összefoglalók alapját is képezi. A meteorológiai és éghajlati információ szélesebb körű alkalmazása érdekében nagy jelentőséggel bír az ilyen tárgyú ismeretek bővítése a katonai felhasználók körében is, amely hozzájárulhat a műveleti tervezés hatékonyabb szakmai (éghajlati, meteorológiai) támogatásához. Sok esetben tapasztaljuk munkánk során, hogy a felhasználó és a meteorológiai/éghajlati információ szolgáltatója közt kommunikációs problémák vannak, amelyek áthidalhatók, ha a szakemberek kölcsönösen megismerik és megértik egymás információigényét és lehetőségeit, azaz megismerik és megértik, mire is van szükség a szolgáltató és a felhasználó szempontjából.

A különböző szintű, hatékonyabb meteorológiai és éghajlati támogatással közvetlenül vagy közvetetten hazánk biztonságának növeléséhez is hozzájárulunk.

Felhasznált irodalom

- 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.
- 2021 one of the seven warmest years record, WMO consolidated data shows. *WMO*, 2022. január 19. Online: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2021-one-of-seven-warmest-years-record-wmo-consolidated-data-shows>
41. Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai. Budapest. 2015. november 19–20. Online: https://met.hu/omsz/rendezvenyek/index.php?id=1487&hir=41._Meteorologiai_Tudomanyos_Napok_%E2%80%93_2015
- BALLINGER, T. J. et al. (2020): *Surface Air Temperature*. NOAA Arctic Report Card 2020. Online: <https://doi.org/10.25923/gcw8-2z06>
- BENISTON, M. et al. (2007): Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climate Change*, (81), 71–95.
- British Petrol (2021): *Statistical Review of World Energy*. London. Online: <https://bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
- CARPATCLIM–A Kárpát-régió éghajlata [é. n.]. *Met.hu*. Online: <https://met.hu/omsz/palyazatok/carpatclim/bevezeto/>
- EASAC (2013): *Trends in extreme weather events in Europe: implications for national and European Union adaption strategies*. EASAC Policy Report 22. ISBN 978-3-8047-3239-1
- Energiaimport-függőség (2021). *Ksh.hu*, 2021. október 31. Online: <https://ksh.hu/sdg/3-35-sdg-7.html>
- Expert Group of the International Military Council on Climate and Security (2021): *The World Climate and Security Report 2021*. Center for Climate and Security, an Institute of The

- Council on Strategic Risks. Online: <https://imccs.org/wp-content/uploads/2021/06/World-Climate-and-Security-Report-2021.pdf>
- Élelmiszerlánc-Biztonsági Stratégia [é. n.]. *Nébih*. Online: <https://portal.nebih.gov.hu/-/elelmiszerlanc-biztonsagi-strategia>
- FORZIERI, G. et al. (2016): Multi-hazard assessment in Europe under climate change. *Climate Change*, (137), 105–119. Online: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-016-1661-x>.
- HELMAN, D. – ZAITCHIK, B. F. – FUNK, C. (2020): Climate has contrasting direct and indirect effects on armed conflicts. *Environmental Research Letters*, 15(104017), 12. Online: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba97d>
- Innovációs és Technológiai Minisztérium (2018): A 2018–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia. Melléklet a 23/2018. (X. 31.) OGY határozathoz. Online: https://nakfo.mbfisz.gov.hu/sites/default/files/files/N%C3%89S_Ogy%20%C3%A1ltal%20elfogadott.PDF
- Innovációs és Technológiai Minisztérium [é. n.]: *Nemzeti Energia és Klímaterv (NEKT)*. Online: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-01/hu_final_necp_main_hu_0.pdf
- International Renewable Energy Agency (2020): *Innovation landscape brief: Advanced forecasting of variable renewable power generation*. Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-179-9
- KENDON, M. (2022): *Unprecedented extreme heatwave, July 2022*. Met Office National Climate Information Centre. Online: https://metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/weather/learn-about/uk-past-events/interesting/2022/2022_03_july_heatwave.pdf
- LAVELL, A. et al. (2012): Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience. In FIELD, C. B. et al. (szerk.): *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge – New York: Cambridge University Press. 25–64.
- LECKEBUSCH, G. et al. (2008): Extreme wind storms over Europe in present and future climate: a cluster analysis approach. *Meteorologische Zeitschrift*, 17(1), 67–82. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2008/0266>
- MEGLÉCZ Katalin (2011): Missziós területek katonai szolgálatának követelményrendszere és kihívásai. *Hadtudomány*, (4), 21–32.
- McVICAR, T. et al. (2012): Global review and synthesis of trends in observed terrestrial near-surface wind speed: Implications for evaporation. *Journal of Hydrology*, 416–417, 182–205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.10.024>
- NATO (2022a): *NATO Strategic Concept*. NATO HQ. Online: <https://nato.int/strategic-concept/>
- NATO (2022b): *NATO The Secretary General's Report: Climate Change & Security Impact Assessment*. NATO HQ. Online: https://nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2022/6/pdf/280622-climate-impact-assessment.pdf
- Nemzeti Környezetvédelmi Program [é. n.]. *Magyar Állami Környezetvédelem Hivatalos Honlapja*. Online: <https://kornyeztvedelem.hu/nemzeti-kornyeztvedelmi-program>
- OMSZ (2020): Hosszan tartó szélvihar egy markáns hidegfront nyomában. *Met.hu*, 2020. február 10. Online: https://met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=2759
- OUTTEN, S. – SOBOLOWSKI, S. (2021): Extreme wind projections over Europe from the Euro-CORDEX regional climate models. *Weather and Climate Extremes*, 33(100363), 11. Online: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100363>
- PADÁNYI József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.

- PÉLINÉ N. Cs. et al. (2016): Analysis of climate change influences on the wind characteristics in Hungary. *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 120(1), 53–71.
- SPINONI, J. et al. (2014): Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *International Journal of Climatology*, (35), 1322–1341. Online: <https://doi.org/10.1002/joc.4059>
- Summary for policymakers (2021). In MASSON-DELMOTTE, V. et al. (szerk.): *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge – New York: Cambridge University Press.
- TÓTH Helga et al. (2015): Szél- és napenergia előrejelzés az Országos Meteorológiai Szolgálatnál. In 41. *Meteorológiai Tudományos Napok – 2015. A megújuló energiaforrások felhasználásának meteorológiai vonatkozásai*. Budapest. 2015. november 19–20. Online: https://met.hu/doc/rendezvenyek/metnapok-2015/17_ToH.pdf
- TRESZKAI Á. (2019): Az éghajlatváltozás biztonsági hatásai a szubszaharai térségben. *Honvédségi Szemle*, (4), 65–76.
- VAN SCHAİK, L. et al. (2020): *Ready for take-off? Military responses to climate change*. Clingendael Netherland Institute of International Relations Report. Online: https://planetarysecurityinitiative.org/sites/default/files/2020-03/PSI_Ready_for_takeoff.pdf
- WMO (2021): *State of the Global Climate 2020*. WMO-No. 1264. ISBN 978-92-63-11264-4. Online: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10618
- Zivatarlanc, szupercella kísért a hidegfrontot (2021). *Nemzeti Agrárgazdasági Kamara*, 2021. április 23. Online: <https://nak.hu/kamara/kamarai-hirek/orszagoss-hirek/103315-zivatarlanc-szupercella-kiserte-a-hidegfrontot>

Vákát

Légvédelmirakéta-fegyverek az orosz–ukrán konfliktusban (előzetes elemzés)

A tanulmány összefoglalja az orosz–ukrán konfliktusban alkalmazott légvédelmirakéta-fegyverrendszerek képességeit, helyüket és szerepüket a háború légi szegmensében.

Feltárja a két fél légi hadviselési stratégiájának lényegét, céljait és az ehhez rendelhető légi műveleteket, valamint a támadó és védelmi légi szembenállás eddig alkalmazott gyakorlatát, helyét és szerepét a szembenálló felek stratégiájában. Összegezi, hogy miként voltak alkalmazhatóak a korábbi szovjet időkben kifejlesztett légvédelmi fegyverrendszerek a műveletek során. Milyen trendek, újdonságok figyelhetők meg a légi, légvédelmi műveletek elemzése után, valamint milyen tanulságok vonhatók le Magyarország, a Magyar Honvédség légvédelmi rakétás szakemberei részére?

Kulcsszavak: légvédelmirakéta-fegyverek, légvédelmirakéta-harcászat, légierő, légi szembenállás, védelmi légi szembenállás

Air Defence Weapon Systems in the Russia–Ukraine Conflict (Short Analysis)

The study summarizes the capabilities of anti-aircraft missile weapons systems used in the Russian–Ukrainian conflict, their task and role in the air segment of the war. It reveals the essence of the aerial warfare strategy of the two sides, their objectives and the air operations that can be attributed to it, and also the practice, place and role of offensive and defensive air-to-air combat in the strategy of the opposing parties so far. The paper summarizes how the anti-aircraft weapon systems developed in earlier Soviet times were applicable during operations. What trends and novelties can be observed after analyzing air and air defence operations? What lessons can be learned for Hungary, for the air defence missile specialists of the Hungarian Defence Forces?

Keywords: anti-aircraft missile weapons, anti-aircraft missile tactics, air force, counter air, defensive counter air

Bevezetés

Az orosz–ukrán háború, az Oroszországi Föderáció agressziója Ukrajna ellen hatalmas jelentőséggel bír, amit az életünk minden területén már most is érzékelhetünk, de nem nagy bátorság kijelentenünk, hogy a közel- és távolabbi jövőnket is nagyban

meg fogja határozni. Ez különösen igaz a hadtudományra, a hadművészet elméletére és gyakorlatára, hiszen ezen háború hatására már most láthatóan sok változást tapasztalunk, akár paradigmaváltásokat is indukálhat a hadműveletek tervezése és szervezése során.

A tanulmány írása idején már a háború 140. napja is elmúlt, így talán már van elegendő információ a háború légi hadviselési szegmenséről, azonban a hiteles információkhoz jutás esélye nem túl magas, az információs hadviselés igen jelentősnek mondható, amely gyakorlatilag minden médiafelületet érint. Ezzel a felüttéssel szeretnénk volna jelezni, hogy a megerősített információk hiányában megállapításainkban még számottevő a hibák lehetősége, azonban talán már láthatóak a trendek és levonhatók a legfontosabb tanulságok.

A témaválasztásnál az volt a legmeghatározóbb, hogy a háború légi hadviselési szegmenséről még csak-csak, de a légvédelmirakéta-harcászati eseményekről, a légvédelmirakéta-csapatok alkalmazásának tapasztalatairól vajmi kevés hír és emellett elenyésző tanulmány, értékelés található a nemzetközi szakirodalomban.

Ennek megfelelően kutatásaink célja volt:

- Feltárni a két fél légi hadviselési stratégiájának lényegét, céljait és az ehhez rendelhető légi műveleteket.
- A támadó és védelmi légi szembenállás eddig alkalmazott gyakorlatát, helyét és szerepét a szembenálló felek stratégiájában.
- Hogyan voltak alkalmazhatóak, a korábbi szovjet időkben kifejlesztett légvédelmi fegyverrendszerek a műveletek során?
- Milyen trendek, újdonságok figyelhetők meg a légi, légvédelmi műveletek elemzése után?
- Milyen tanulságok vonhatók le Magyarország, a Magyar Honvédség légvédelmi rakétás szakemberei részére?

Kutatásunk a metodikai kérdéseket érintve alapvetően internetes hírforrások, releváns *think-thank* tanulmányainak, értékeléseinek elemzésén, majd a saját tapasztalatok integrálásán alapult. Itt fontos megjegyeznünk, hogy az elemzések, hírek is sokszor csak implicit módon tartalmaznak használható információt a légvédelmirakéta-harcászati alkalmazást illetően.

Tanulmányunk tartalmilag a következők szerint épül fel:

- rövid bevezető, problémafelvető és kutatási célokat és módszereket tartalmazó rész után következnek a tanulmány főbb elemei, mint
 - az orosz–ukrán háború rövid előzményei, a felek potenciális stratégiai céljai,
 - Ukrajna légvédelmirakéta-képességeinek áttekintése, elemzése (a háború előtti helyzet),
 - a fegyveres konfliktus hadászati, hadműveleti alkalmazási formái: az orosz fegyveres erők agressziójának légi műveleti elemzése, a műveletek légi komponensének, kiemelten a légvédelmirakéta-csapatok alkalmazásának tapasztalatai;

- a tanulmányunk befejezése tartalmazza a kutatás eredményeinek összegzését, az eredmények-tapasztalatok alkalmazására, valamint a további kutatásokra tett javaslatokat.

Az orosz–ukrán háború előzményei, a felek potenciális stratégiai céljai

Mérvadó elemzők¹ szerint a mostani háború nem most kezdődött, hanem ez a 2014-es krími annektálásnak és az utána állandósult donyecki és luhanszki régióban folytatott fegyveres küzdelemnek a szerves folytatása, annak kiterjesztése a többi ukrán területre. Elemzésünkben a terjedelmi korlátokból adódóan nem foglalkoztunk a történelmi és biztonságpolitikai háttérrel, a két ország rendszerváltozás utáni ellentmondásos kapcsolattal, az azóta eltelt időszak sokszor viharos politikai változásaival.

Az Oroszországi Föderáció által indított fegyveres agresszió stratégiai céljai nagy valószínűséggel több alkalommal, menet közben is változtak: a kezdeti „villámháborús” tervek az ukrán adminisztráció működőképességének megmaradása, az ukránok ellenálló képességének nem várt ereje miatt a későbbiekben korlátozódtak.

Így talán nem túlzás kijelenteni, hogy a tanulmány írásának idején² az orosz fegyveres erők a határaik mentén húzódó szakadár-köztársaságok teljes körű uralására, illetve az elfoglalt délkeleti, déli területek megtartására fókuszálnak.

Légi hadviselési stratégiájuk is ennek alárendelten változott. Kezdetben az ukrainai orosz légi műveleteket az jellemezte, hogy nagy hangsúlyt fektettek az ukrán katonai és polgári célpontok elleni nagy hatótávolságú csapásokra, hogy aláássák az ukrán fegyveres erők stratégiai képességeit, gyengítsék az ukrán lakosság morálját, és végezetül megbüntessék az országot a Nyugat felé való elmozdulása miatt.

A kezdeti mélységi manővereket (Kijev körülzárásának kísérlete, a különleges erők műveletei Ukrajna stratégiai mélységében) jellemzően nem jelentős légi műveleti támogatással tervezték végrehajtani, így a nyugati megfigyelők a háború első napjaiban meglepetéssel konstatálták, hogy az orosz fél nem akar vagy nem tud légi fölényt kivívni a szárazföldi haderőnem által uralt hadszíntér felett. Erre jó példa Justin Bronk-nak, a RUSI (the Royal United Services Institute) elemzőjének a háború ötödik napján megjelent írása,³ amelyet szinte minden meghatározó szakmai, politikai médium átvett, mert gyakorlatilag elsőként vette észre, hogy az orosz légierő alkalmazása az elemzői várakozások alatt maradt. Két héttel később már megállapította,⁴ hogy az orosz légierő valószínűsíthetően nem képes komplex légi támadó műveleteket végrehajtani, azokhoz

¹ A szerzők számára mérvadó Rácz András és Jójárt Krisztián is több nyilatkozatában kihangsúlyozta, hogy nem lehet a korábbi történésektől elvonatkoztatva vizsgálni a február 24-én indult agressziót, a Krim-félsziget 2014-es annektálása szerves folytatásaként célszerű tekinteni a most folyó háborúra.

² A háború 140–180. napja közötti időszakban.

³ Justin BRONK (2022b): The Mysterious Case of the Missing Russian Air Force. *Royal United Service Institute*, 2022. február 28.

⁴ Justin BRONK (2022a): Is the Russian Air Force Actually Incapable of Complex Air Operations? *Royal United Service Institute*, 2022. március 4.

hasonlókat, amelyeket az Egyesült Államok és szövetségesei a közelmúlt konfliktusaiban alkalmaztak.

Vizsgálódásunk csak a közvetlenül a 2022. február 24-i orosz invázió előtti nagyjából fél évre nyúlik vissza, amikor az Oroszországi Fegyveres Erők jelentősen növelték a jelenlegi hadszíntéren állomásoztatott csapataik számát, és fenyegető átcsoportosításokat és gyakorlatokat, esetenként földi, légi és tengeri provokációkat hajtottak végre.

1. táblázat: A felek légi hadviselési releváns katonai képességei az agresszió előtt

Ország	Katonai repülőgépek száma	Harci repülőgépek száma	Csapás-mérésre (támadásra) dedikált	Katonai helikopterek száma	Harci helikopterek száma	Szállító repülőgépek száma
Oroszországi Föderáció	4173	772	739	1543	544	445
Ukrajna	318	69	29	112	34	32

Forrás: a szerző szerkesztése a *Global Firepower*, 2022. július 21. alapján

Ha megnézzük a jelentősebb haderőt és tüzert, tulajdonképpen a támadási képességeket összegző oldalak orosz és ukrán összevetéseit, akkor az Oroszországi Föderáció rendkívül jelentős fölényben volt és van Ukrajnával szemben (1. táblázat).

A *globalfirepower.com* adatai szerint⁵ Oroszország a második, míg Ukrajna a huszonkettedik a rangsorolt 142 ország között, ami nem is tűnik elsőre olyan rendkívüli fölénynek, de ha a következő számokat egymás mellé tesszük, akkor már jól érzékelhető a mennyiségi (és később kifejtett minőségi) fölény:

- Az Oroszországi Föderáció katonai költségvetése közel tizenháromszorosa Ukrajnáénak.
- Az aktív, szolgálatban (állományban) levő katonák száma 850 000 fő, az ukrán 200 000-hez képest (a háborút megelőző időszakban a tartalékosok száma nagyjából egyforma volt, 250 000 fő).
- Katonai repülőgépek száma: 4173 db vs. 318 db
- Harci repülőgépek száma: 772 db vs. 69 db
- Katonai helikopterek száma: 1543 vs. 112 db
- Harci (támadó) helikopterek száma: 544 vs. 34 db

A táblázat jól mutatja, hogy az orosz és az ukrán légierő között nagyságrendbeli különbségek vannak.

⁵ Comparison of Russia and Ukraine Military Strengths (2023) [é. n.]. *Global Firepower*.

A konfliktus releváns légvédelmirakéta-fegyverrendszerei

Az agresszió 2022. február 24-i kezdete előtt és az azóta kapott és beígért fegyverzeti támogatásokkal egyesített meghatározó légvédelmirakéta- és tüzerfegyvereket a 2., 3. és 4. táblázatba foglaltuk.

2. táblázat: Az ukrán fegyveres erők által alkalmazott légvédelmirakéta-fegyverrendszerek (-komplexumok)

Típus	Hatótávolság	Verzió	Mennyiség	Megjegyzés
2K12 Kub	Közepes hatótávolságú	M3/2D	89	A 2010-es évek végén nagyjavítást hajtottak végre, és visszaállították a szolgálatba. M3/2D változatokat használnak.
2K22 Tunguska	Közei hatótávolságú	2K22M	75	
9K33 Osa	Kis hatótávolságú	Osa-AKM	125	2022. június 18-ig legalább kettőt fogtak el az orosz erőktől az orosz invázió során.
9K35 Strela-10	Közei hatótávolságú	9K35M Strela-10M4	>75	2022. április 11-től a Cseh Köztársaság nem nyilvános számú rendszert szállított Ukrajna 2022-es orosz megszállására válaszul. 2022. június 26-ig négy egységet zsákmányoltak az orosz erőktől.
9K37 Buk	Közepes hatótávolságú	9K37M1	72	Korszerűsítés 9K37M1-2 szabványra. 2021-ben 6 rendszer volt használatban, és több mint 100-ról azt állították, hogy raktáron van.
9K330 Tor	Kis hatótávolságú		6	2021-ben 6 rendszer volt használatban, és több mint 100-ról azt állították, hogy raktáron van.
IRIS-T	Közepes hatótávolságú	IRIS-T SLM		2022. június 1-jén Németország ígéretet tett arra, hogy a 2022-es orosz invázióra válaszul ellátja a rendszereket Ukrajnába.
NASAMS	Közepes hatótávolságú	Ismeretlen	2	2022. július 1-jén az Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma bejelentette, hogy az USA két NASAMS légvédelmi rendszert szállít Ukrajnába.
Pantsir	Kis hatótávolságú	Pantsir-S1	3+	2022. június 18-ig hármat fogtak el az orosz erőktől a 2022-es orosz invázió során Ukrajnában.
S-125 Pechora	Kis hatótávolságú	125D	8	S-125 D Ukrajna által modernizált változat.
S-300	Nagy hatótávolságú	S-300V1 S-300P/PS/ PT S-300PMU	250	Egy S-300PMU üteget Szlovákia adományozott 2022-ben.
Stormer HVM	Közei hatótávolságú		6	Legalább hat járművet és több száz rakétát szállított az Egyesült Királyság.

Forrás: a szerző szerkesztése a The Order of Battle of the Ukrainian Armed Forces: A Key Component in European Security alapján

3. táblázat: Az ukrán fegyveres erők által alkalmazott önjáró légvédelmi fegyverek

Típus	Hatótávolság	Verzió	Mennyiség	Megjegyzés
ZSU-23-4 Shilka	önjáró, páncélozott, lánctalpas légvédelmi löveg	ZSU-23-4M3	300	Korszerűsítés után újra szolgálatba állították, továbbá 2022. június 26-ig négyet fogtak el az ukrán erők a 2022-es orosz invázió során.
Flakpanzer Gepard	önjáró, páncélozott, lánctalpas légvédelmi löveg			

Forrás: a szerző szerkesztése a The Order of Battle of the Ukrainian Armed Forces: A Key Component in European Security alapján

4. táblázat: Az ukrán fegyveres erők által alkalmazott vontatott légvédelmi tűzértség

Típus	Verzió	Mennyiség	Megjegyzés
AZP S-60		400	Minden a raktárban. Az egyiket a harkovi területi védelmi erők kiképzése során látták használni.
ZU-23-2	2A13	1000+	2022. június 18-ig ötöt fogtak el az orosz erőktől a 2022-es orosz invázió során Ukrajna ellen.

Forrás: a szerző szerkesztése a The Order of Battle of the Ukrainian Armed Forces: A Key Component in European Security alapján

5. táblázat: Az ukrán fegyveres erők által alkalmazott, ember által hordozható (vállról indítható) légvédelmi rendszerek

Típus	Működési elv	Kaliber	Megjegyzés
Mistral	Infravörös önrávezetésű	90 mm	Ismeretlen számú rakétát és hordozórakétát adományozott Franciaország a 2022-es orosz invázió előtt Ukrajnának. Norvégia 100 rakétát adományozott.
PPZR Piorun	Infravörös önrávezető	72 mm	A lengyel szárazföldi erők állományából szállították az orosz invázió előtt.
Strela-2	Infravörös önrávezetésű	72 mm	2700 keletnémet Strela-2 MANPAD légvédelmi rendszert szállított Németország katonai segítségként, de ezek közül körülbelül 700 már nem volt teljes mértékben hadban használható.
Strela-3	Infravörös önrávezetésű	72 mm	
9K38 Igla	Infravörös önrávezetésű	72 mm	
9K310 Igla-1	Infravörös önrávezetésű	72 mm	
Martlet	Lézeres	76 mm	Az Egyesült Királyság katonai segélye a 2022-es ukrán orosz invázióra válaszul.
Starstreak	Lézeres	130 mm	2022 márciusában a tervezett szállításokat az Egyesült Királyság katonai segélyének részeként jelentették be. Alvis Stormer járműveket is küldenek, amelyek nagyobb, többszörös Starstreak indítócsővel vannak felszerelve.
FIM-92 Stinger	Infravörös önrávezetésű	70 mm	Meg nem határozott mennyiségű „Dual Mount Stinger” verzió, Lettország és Litvánia által szállított rakétákkal a 2021–2022-es orosz–ukrán válság közepette. 500 rendszert Németország, 300-at pedig Dánia szállított. 2022 júniusában Görögország 60 egységet adományozott Ukrajnának.

Forrás: a szerző szerkesztése a The Order of Battle of the Ukrainian Armed Forces: A Key Component in European Security alapján

S-300 (S-300 P,⁶ PT,⁷ PS,⁸ PM,⁹ PMU¹⁰ és V¹¹ légvédelmirakéta-fegyvercsalád)

Az orosz–ukrán konfliktus légi hadviselési szegmensének meghatározó fegyverrendszerei az S-300 légvédelmirakéta-komplexum különböző variánsai. Ez a fegyverrendszer mindkét fél arzenáljában megtalálható, és különösen az ukrán fél hadrendjében lévő eszközök harci lehetőségeinek és alkalmazásuknak, a bevetéseikről szóló híreknek az elemzésével jó képet kaphatunk a valós légvédelmi hadművelleti helyzetről.

Az elemzések megalapozásához elengedhetetlen, hogy röviden áttekintsük a rendszer fejlesztésének főbb állomásait, a fegyvercsalád variánsainak jellemzőit és eddigi hadművelleti alkalmazásuk tapasztalatait.

Az S-300 légvédelmirakéta-család fejlesztésének kezdetei az 1960-as évek közepére, végére tehető, amikor is igényként fogalmazták meg, hogy az addigi S-75 (SA-2 Guideline), S-125 (SA-3) honi légvédelmirakéta-komplexumok leváltására komplexebb légi fenyegetéssel is elbíró fegyverrendszert állítsanak hadművelleti szolgálatba, olyan számvetéssel, hogy a rendszer képes legyen a szárazföldi és a haditengerészeti haderőnem részben eltérő légvédelmi hadművelleti követelményeinek is megfelelni. Ehhez minden potenciális magasságtartományú megsemmisítési lehetőséggel, nagy fokú mobilitással és ballisztikus és cirkálórakéták elleni képességekkel kellett felruházni a fegyverrendszer variánsait.

Fontosnak tartjuk hangsúlyozni, hogy a nagy hatótávolságú S-200-as¹² rendszer leváltása kezdetben nem volt célja a fejlesztésnek, azonban a fejlesztés későbbi fázisában az S-300-at nagy és közepes hatótávolságú rendszerként definiálták, és a régebbi verziójú SA-5-k helyére jó párszor SA-10 variánsok kerültek.

A fő tervezőiroda az MKB Strela (későbbi, ismertebb nevén NPO Almaz-Antey) lett, míg a rendszer főbb elemeinek fejlesztésében több specializált innovációs intézet is részt vett, a generálkivitelező, sorozatgyártó pedig a jekatyerinburgi székhelyű (Machine-Building Plant, ZiK vagy MZiK), Kalinyinról elnevezett gépgyár lett.

A fejlesztés vezetője a kezdeteknél Alekszandr Andreevics Raszpletin volt, az NPO Almaz-Antey vezetője, majd halála után Borisz Vaszilevics Bunkin fogta össze a szerteágazó projektet.

Már a fejlesztés kezdetén világossá vált, hogy az eltérő hadművelleti igények miatt a három haderőnem, különösen a differenciált honi és csapatlégvédelmi specifikációk miatt eltérő fegyverrendszereket is igényel, így a P a honi légvédelmi, a V a csapatlégvédelmi (szárazföldi csapatok haderőneme), míg az F a haditengerészeti változatot jelenti. A haditengerészeti és a honi légvédelmi (F- és P-sorozat) változat az elhárítandó légi fenyegetés szempontjából hasonló harci lehetőségeket követelt (nagy magasságtartományt

⁶ SA-10 Grumble.

⁷ SA-10A Grumble.

⁸ SA-10D Grumble.

⁹ SA-10E Grumble.

¹⁰ SA-10F Grumble.

¹¹ SA-12 Gladiator/Giant.

¹² S-200 Angara/Vega/Dubna (SA-5 Gammon).

lefedni, kis- és földközeli magasságon támadó robotrepülőgépek és nagy manőverező képességű célok megsemmisítése és hatékony működés elektronikai zavarviszonyok között is).

Ezzel ellentétben a csapatlégvédelmi (szárazföldi haderőnem) változatnál a mobilitás és a hadszíntéri föld-föld típusú rakéták elleni megsemmisítő képesség volt inkább hangsúlyos szempont, természetesen a potenciális hagyományos légi fenyegetésekkel szembeni hatékony légvédelmi harc mellett.

A fejlesztésnél újdonság volt (a 60-as években különösen), hogy integrált áramkörökkel tervezték az elektronikát, és fázisvezérelt antennával oldották meg a rakéták rávezetését.

2K12 Kub. NATO-kód: SA-6 Gainful¹³

Az ukrán légvédelem a Magyar Honvédségben is rendszeresített nagy mobilitású, közepes hatótávolságú légvédelmi rakéta M3/2D modernizált verzióját alkalmazza nagy számban.

Magát az alarendszert 1958-ban kezdték el fejleszteni 100–7000 méteres magassági tartományban, maximum 1200 km/h sebességgel repülő célok ellen, közelítőleg 20 km-es hatótávolsággal. Fő feladata a szárazföldi csapatok légvédelmi oltalmazása volt. Fontos követelményként fogalmazódott meg, hogy képes legyen a gépesített csapatokkal együtt mozogni. Az indítóberendezések, valamint a célok felderítését és a rakéták rávezetését végző radar ezért került lánctalpas alvázra.

A tűzalegységeket, ütegeket úgy szervezték meg, hogy egy szervezeti egységhez négy 2P25M típusjelű MG-578 alvázra telepített indítóállvány és egy 1S91 „SZURN” felderítő és rávezető radar tartozik, amely GM-568 alvázra van szerelve, indítóállványonként három rakétával.¹⁴ Az üteg állományába tartozik továbbá 4 TZM töltő-szállító teherautó.

A rakéták rávezetése félaktív üzemmódban történik. Meghajtásuk kombinált, kétfokozatú. Az indító fokozat szilárd hajtóanyagú, amelynek kiégése után a második fokozat a gázturbinás hajtómű, amelynek levegőbeömlői a rakétatest oldalán találhatóak, a fűvókát a kiégett indítófokozat adja. Ez az alapja a gyártmányok jellegzetes formájának (ami nagyban megkönnyíti a felhasználás során visszahullott roncsok azonosítását).

A KUB rendszerek már korábban is több fegyveres konfliktus aktív részesei voltak. A bemutatkozás a jom kippuri háborúban 1973-ban olyan jól sikerült, hogy a IAF¹⁵ veszteségeinek legnagyobb részét ezek az ütegek adták. Az alapvető harc eljárás akkor is az volt, amit most látunk, rövid idejű alkalmazás, gyors helyváltoztatás.

Természetesen azóta többszörösen modernizálták a rendszereket. Az ukrán légvédelem által jelenleg használt M3/2D verzió már 25 km-es hatótávolsággal bír és 20–8000 m-es magasságtartományban képes a célok megsemmisítésére. A legutóbbi, 2010-es nagyjavítás/modernizáció során javították a berendezések zavarvédelmét is.

¹³ 2K12 Kub [é. n.]. *Wikipedia*.

¹⁴ SA-6 Gainful 2K12 Kub Ground-to-air missile system (2017). *Army Recognition*.

¹⁵ Israeli Air Force (Izraeli Légierő), újabban: Israeli Air and Space Arm.

9K37 BUK-M1. NATO-kód: Gadfly SA-11

A BUK-M1 közepes hatótávolságú légvédelmirakéta-fegyverrendszer, amelyet az 1970-es években a Szovjetunióban hoztak létre a meglévő 2K12 Kub továbbfejlesztésével. A rakéta a repülőgépek és a helikopterek mellett képes kis méretű irányított bombák, rakéták, robotrepülőgépek és pilóta nélküli repülőgépek megsemmisítésére is. Kijelenthetjük, hogy a konfliktus egyik legjelentősebb fegyverrendszere, mennyisége és képességei alapján egyaránt. A BUK 1980-ban állt hadrendbe, elsődleges célja a szárazföldi erők légvédelme volt, amelyet nagy fokú mobilitása tett lehetővé (bontási/telepítési ideje: 5 perc). Hatótávolsága rakéta függvényében mintegy 25 km, a megsemmisítési zóna felső határa mintegy 20 km.

A BUK félaktív radaros önirányítású rakétákkal működik, azonban a BUK-M4 már fejlettebb aktív radaros önirányítású.

2K22 Tunguska. NATO-kód: SA-19 Grison¹⁶

Közeleli hatótávolságú önjáró páncélozott légvédelmi komplexum lánctalpas alvázon. Feladata a szárazföldi csapatok közeleli légvédelmének ellátása alacsonyan szálló repülőgépek, helikopterek és cirkálórakéták ellen. 1980-ban állt hadrendbe a Szovjetunióban, azóta több lépcsőben fejlesztették tovább. Ukrajna az 1990-től gyártott 2K22M verzióból rendelkezett a háború megkezdésének idején 75 db-bal.

Fegyverzete két 2A38 típusú 30 mm-es gépágyú és 2×4 -es indítóberendezés a 9M311 rakétához. A gépágyú alkalmas 84–250 lövéses tűzcsapások leadására 400 m-es magasságig, akár menetből történő tüzmegnyitással is. A rakéták indítása természetesen csak álló helyzetből történhet. Ennek maximális hatótávolsága 8 km, 3,5 km-es magasságtartományban.

A komplexum 1RL144M kombinált radar rendszerrel van felszerelve. Tartalmazza a felderítőkomponenst, amely a torony hátsó részén van elhelyezve. Ez egy 360° -ban körbeforgó antenna, amely lehetővé teszi a célok felderítését 18 km-es távolságból. Továbbá tartalmazza a tűzvezető radart, amely a torony elején található antenna segítségével végzi a befogott cél követését és a rakéta rávezetését rádióparancs-csatorna segítségével. Ha a célzás, illetve a célkövetés optikai eszközzel történik, akkor is ezen a csatornán keresztül kell továbbítani a rakéta számára szükséges pályakorrekciós parancsokat. A teljes rádiócsendben történő üzem nem lehetséges.

Eredendően a komplexumokat 6 járműből álló ütegekbe szervezve alkalmazzák, kiegészítve javító- és rakéta-utánszállító kapacitással. Komplex kialakítása és az a képessége, hogy rendelkezik ellenség-barát felismerő berendezéssel, alkalmassá teszi az önálló vagy kisebb csoportban történő tevékenységre is, ami nagyban növeli a harctéri rugalmasságot.

¹⁶ 2K22 Tunguska [é. n.]. *Wikipedia*.

*9K33 Osa. NATO-kód: SA-8 Gecko*¹⁷

A Szovjetunióban 1972-ben hadrendbe állt kis hatótávolságú önjáró légvédelmirakéta-komplexum, amelyet korlátozott páncélvédelemmel rendelkező úszóképes BAZ-5937 hatkerekű járműre szereltek.

Felépítményén integrálták a felderítést végző és a tűzvezetésért felelős radarberendezéseket csakúgy, mint az ellenség-barát felismerő rendszert. A ma az ukrán hadsereg által alkalmazott, 1980 óta gyártott OSA-AKM verzióban 6 db-os konténerbe szerelt 9M33M3 rakéta indítására alkalmas indítóberendezés található. Ilyen eszközből Ukrajna a háború elején 125 db-bal rendelkezett. A háború kezdeti szakaszában, 2022. június 4-ig további 2 indítójárművet zsákmányoltak. Az elszenvedett veszteségekről nem állnak rendelkezésre megbízható adatok.

A felderítő radar felderítési távolsága 30 km. A rakéta 15 km-es távolságban 12 km-es magasságig képes a légi célok megsemmisítésére rádióparancs alapján történő rávezetéssel. Az indítójármű egyszerre két rakéta rávezetésére képes. Bár maga a felderítés, célkövetés jó látási viszonyok között történhet optikai úton, a rakéta irányítása akkor is rádiókisugárzással jár.

Egy üteg 4 indítójárműből és 2 töltő-szállító járműből áll. Mivel a felderítési, a rávezetési és az ellenség-barát felismerő képesség mind ott van minden egyes járműben, így lehetőség van azok önálló alkalmazására.

*9K35 Sztrela-10. NATO-kód: SA-13 Gopher*¹⁸

Nagy mozgékonyságú, kis hatótávolságú rakétakomplexum. Feladata a csapatok közvetlen oltalmazása, a kis magasságon érkező célpontok, elsősorban helikopterek leküzdése jó látási viszonyok között. Ez utóbbi az alkalmazott infravörös rávezetésű rakéta miatt fontos. Az alapváltozatot 1976-ban rendszeresítették a Szovjetunióban. Ma az ukrán haderő az 1989-es Sztrela-10M4 verziót használja.

A rendszer apját az MT-LB nagy manőverezőképességű alváz adja. Erre kerül 2×3 infravörös önirányítású 9M333 rakéta, amelyből az indítójármű málházott állapotban még nyolcat képes szállítani. Ennek 10 km-es a hatótávolsága és 10–3500 m-ig képes a célpontok megsemmisítésre. Az indítórendszer érdekessége, hogy lefelé kompatibilis, így képes a korábbi verziók indítására is.

A célok felderítésére rendelkezésre áll egy 10 km-es hatótávolságú 9A34M2 radar. Befogása optikai és infravörös eszközök segítségével történik. Ha a kezelők csak ez utóbbi rendszereket használják, akkor az indítás pillanatáig képesek lehetnek rejtve maradni.

A háború kitörése után fegyverzeti segélyként a Cseh Köztársaság adott át több példányt Ukrajna részére. Ezekkel és a harctéren igazoltan zsákmányolt négy példánnyal együtt közel 70 ilyen eszközzel rendelkezett északkeleti szomszédunk.

¹⁷ 9K33 Osa [é. n.]. *Wikipedia*.

¹⁸ 9K35 Sztrela-10 [é. n.]. *Wikipedia*.

9K330 Tor. NATO-kód: SA-15 Gauntlet¹⁹

Kis hatótávolságú önjáró légvédelmirakéta-rendszer. Először 1986-ban állt szolgálatba a Szovjetunióban. Feladata minden időjárási körülmények között leküzdeni a megsemmisítési zónájába berepülő ellenséges eszközöket. Ebbe éppúgy beletartoznak a cirkálórakéták, mint a tűzérési rakéták. Újabban pedig a drónok.

Alapkonfigurációban az MG-355-ös láncaltapas páncélozott alvázra szerelték. Ilyen eszközökkel rendelkezik Ukrajna is. A felépítmény hátulján található a körkörösén, 360°-ban körbeforgó, az ellenség-barát felismerő funkciót is magában foglaló felderítő radar. Az elején található a rávezető radar, az oldalán pedig az elektrooptikai berendezések arra az esetre, ha a radar alkalmazása korlátokba ütközne.

A 8 db 9M330 típusú rakétát függőlegesen helyezték el. Ezek nagy manőverezőképességű, rádióparancs-irányítású eszközök. A hatótávolság maximum 12 km, a megsemmisítési zóna közeli határa a függőleges indítás miatt viszonylag nagy, 1500 m, a megsemmisítési magasság maximuma 10 km.

A tűzalegység négy indítójárműből és egy Ranzhir-M parancsnoki és tűzelosztó központból áll. Ez utóbbi teszi lehetővé az együtműködést más légvédelmi rendszerekkel, valamint az integrált alkalmazást. Természetesen lehetőség van az önálló telepítésből történő bevetésre is, ami nagy fokú harctéri rugalmasságot biztosít.

Az ukrán légvédelem a 2022-es évet 6 ilyen rendszerrel kezdte meg. A háború kezdeti időszakában több zsákmányolt orosz berendezésre is szert tett, azt azonban nem tudjuk, hogy ebből sikerült-e valamennyit hadrendbe is állítani.

Pantsir. NATO-kód: SA-22 Greyhound²⁰

Önjáró légvédelmirakéta-rendszer, amely közepes hatótávolságú légvédelmi rakétákat és a közeli légtér oltalmazására légvédelmi gépágyút alkalmaz.

2012-ben állt hadrendbe, elsőként az Oroszországi Föderációban. Moduláris rendszerű, így a várható alkalmazási körülmények szerint többféle alvázra is szerelik. Ukrajna a háború kezdeti szakaszában zsákmányként jutott hozzá igazoltan legalább 3 Kamaz–6560 8 × 8-as²¹ gumikerekes alvázra szerelt verzióhoz.

A fejlesztés során fő feladatként jelölték meg a csoportosítások, létesítmények oltalmazását a kis és közepes magasságon repülő ellenséges légi objektumokkal szemben. Ekkor már kiemelt figyelmet kapott a kis méretű drónokkal szembeni tevékenység is.

A célok detektálását egy 1RSZ1–1E 26 km felderítőtávolsággal bíró deciméteres hullámhosszú radar végzi. Ez a felépítmény tetején található és magában hordozza az ellenség-barát felismerő rendszert is. A torony elején található a centiméteres tűzvezető antenna. Fölötte közvetlenül az elektrooptikai és infravörös blokk, amely szintén alkalmas a cél befogására és követésére.

¹⁹ Tor missile system [é. n.]. *Wikipedia*.

²⁰ Pantsir missile system [é. n.]. *Wikipedia*.

²¹ Pancir-Sz1 – a sokoldalú (2017). *Háború Művészete*, 2017. október 27.

A célok leküzdésére a torony két oldalán 2×6 -os indítómodulban 57E6E rakéták találhatók. Ezek 18 km-es hatótávolsággal és 15 km-es hatómagassággal bíró rádióparancs-vezérlésű rakéták. Az alacsony magasságú célok ellen két 30 mm-es A238M gépágyút építettek be. Ezek 4 km-ig hatásosak akár földfelszíni célpontok ellen is.

S-125 Neva/Pechora. NATO-kód: SA-3 Goa²²

Közepes hatótávolságú, fix telepítésű, rádióparancs-vezérlésű honi légvédelmirakéta-komplexum, amelynek feladata a terület- és objektumvédelem. Talán ez a legrégebb óta szolgálatban álló légvédelmirakéta-rendszer, amely 1961 óta számos, egyre fejlettebb változatban készült. Ilyen komplexum volt az, amelyik Dani Zoltán, a Szerb Légierő alezredese által irányítva a koszovói háború során 1999. március 27-én egy F-117-est semmisített meg találatával.²³

Akkor és azóta is összetett ütegszervezetben alkalmazzák. Egy üteghez 4 db 4 rakéta indítására alkalmas 5P73 indítóállvány, egy UNV tűzvezető radar és egy UNK parancsnoki és tűzvezető berendezés tartozik, valamint egy felderítő és célmegjelölő radar,²⁴ amelynek adatai alapján az UNK az üteg harcát vezeti. Ezt egészíti ki két töltő- és rakéta-utánszállító teherautó és a hozzátartozó javítójármű.

Az indítóállványokat a tűzvezető radar körül négyszögben, általában rombuszelrendezésben telepítik úgy, hogy a rombusz rövidebb párhuzamos oldala a várható fenyegetés irányába nézzen.

Az Ukrajna által ma használt S-125-2D Pechora verzió saját modernizáció eredménye. 2010 és 2018 között 8 komplexumot építettek át erre a verzióra. A rendszer minden elemét modernizálták. Alkalmassá tették a tűzérségi rakéták és a nagy sebességű cirkálórakéták elfogására is aktív elektronikai ellentevékenységgel. Egy cél ellen egyidejűleg 2 célsatornával 2 rakéta rávezetésére képes. A célok tűzvezető radar általi detektálása már 100 km távolságból megtörténhet. A megsemmisítési zónával kapcsolatosan több egymástól eltérő információ is elérhető. A *Wikipedián* például a maximális hatótávolságnak 40 km van feltüntetve, amely inkább megfelelhet a maximális indítási távolságnak közeledő cél esetén. A felújítást végző UkrOboron cég honlapján²⁵ közzétett adatok szerint a céleküzdés maximális ferdetávolsága 35 km, a megsemmisítési zóna vízszintes távoli határa 27 km, a magasság maximuma pedig 21 km.

²² S-125 Neva/Pechora [é. n.]. *Wikipedia*.

²³ Stonefort2 (2017): Mítoszromboló.... 20 éve lőtték le a „lopakodót”. *Jetplanes*, 2017. március 27.

²⁴ Lehet P-15, P-18, SZT-68 és annak helyi változatai, illetve bármely, az üteggel együttműködni képes mobil radar.

²⁵ S-125-2D PECHORA [é. n.]. *SE SFTF „Ukroboronexport”*.

*IRIS-T SL*²⁶

Közepes hatótávolságú légvédelmirakéta-rendszer. Az IRIS-T infravörös önirányítású levegő-levegő rakéta földi indítású verziója. Alkalmas bármilyen légi objektum leküzdésére, amelynek van akkora kisugárzása, hogy az infravörös képalkotó rávezető fej be tudja fogni. Mivel gázdinamikai kormányrendszerrel van felszerelve, így a dinamikus manőverezés sem jelent gondot, ami kifejezetten alkalmassá teszi rakéták elfogására.

A légi indítású változathoz képest megnövelt első fokozattal szerelték fel, ami különböző források szerint 40 km-es hatótávolságig 20 km-es magasságban repülő célok leküzdését biztosítja. Ebben az esetben azonban a rakéta méretét figyelembe véve szemből közeledő célt kell feltételezzünk. A nagyobb hatótávolság miatt elláták adatátviteli berendezéssel is. A rávezetés első szakaszában ezen keresztül történik az irányítás.

A rakéta alapvetően infravörös önirányítású, ez lehetővé teszi az indító járműről történő célbefogást és indítást. Ebben az esetben nagy előny a rejtettség, cserébe csökken a célbefogás hatótávolsága.

2022 júniusában Németország 10 ilyen rendszer átadására tett ígéretet Ukrajnának.²⁷

*NASAMS*²⁸

Közepes és kis hatótávolságú légvédelmirakéta-rendszer. Az IRIS-T SL-hez hasonlóan meglévő levegő-levegő rakétatípust vettek alapul a fejlesztés során. Ez volt az AIM-120 AMRAAM,²⁹ amelynek mára számos verziója áll szolgálatban. A NASAMS ezek mindegyikének indítására alkalmas. A rendszer ezekkel a rakétákkal AMRAAM A/B alkalmazása esetén 25, míg 120-D verzió alkalmazása esetén 40 km-es hatótávolságot képes elérni.

Bár a rendszer viszonylag friss, az első változat 1998-tól áll szolgálatban. Azóta két nagyobb fejlesztésen is átesett. A NASAMS-2 2006-tól a NASAMS-3 2019-től áll szolgálatban. Ez utóbbihoz kifejezetten felszíni indításra kifejlesztették az AMRAAM-IR-t, amellyel már 50 km távolságból is lehetséges a sikeres megsemmisítés.

Az eredeti rakéta félaktív lokátoros önirányítású, de a fejlettebb gyártmányok között megtalálhatóak a kombinált irányítórendszerrel felszereltek is.

A rendszert ütegbe szervezve alkalmazzák. Egy ütegbe 6 db 6 rakéta indítására alkalmas mobil indítóállvány, egy SPQ-64 Sentinel radar, valamint egy FDC³⁰ tüzelosztó központ tartozik.

²⁶ IRIS-T [é. n.]. *Wikipedia*.

²⁷ Ukraine to buy 10 IRIS-T air defence systems from Germany (2022). *Ukrayinska Pravda*, 2022. június 23.

²⁸ National Advanced Surface to Air Missile System: NASAMS [é. n.]. *Wikipedia*.

²⁹ Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile.

³⁰ Fire Distribution Center.

Az Egyesült Államok két részletben, 2022 júliusában 2 készlet³¹ és augusztusában újabb 6 készlet³² NASAMS rendszer átadására tett ígéretet Ukrajnának. Bár a pontos altípust a közleményekben nem nevezték meg, az valószínűleg a korábbi verziókra vonatkozik.

Stormer HVM

Közeleli hatótávolságú légvédelmirakéta-rendszer, amely a Stormer³³ harcjárműre telepített 8 db Starstreak³⁴ rakétát alkalmaz. Feladata a csapatok közvetlen oltalmazása a levegőből érkező fenyegetettségekkel szemben.

Az alkalmazott rakéta sajátossága, hogy lézeres rávezetést használ, ami immunissá teszi az infracsapdák alkalmazásával szemben, cserébe a kezelőnek a rávezetést a rakéta teljes repülési ideje alatt biztosítani kell. Helikopterekkel szemben különösen hatékony.

Maximális hatótávolsága 7 km. Harci része 3 nyíllövedékből áll, amelyek mindegyike hordoz egy csapódó gyújtóval ellátott, 1 font³⁵ súlyú töltetet, vagy verziótól függően pusztán kinetikus energiájával pusztítja el a célt. Ez azért lehetséges, mert a kilövés után 4-szeres hangsebességre gyorsul fel a rakéta.

Már a háború kezdeti szakaszában, 2022 áprilisában küldött Nagy-Britannia 6 indítójárművet és több mint száz rakétát, amelyet az ukrán légvédelem sikerrel alkalmaz.³⁶

ZSU-23-4 Shilka

Lánctalpas páncélozott önjáró légvédelmi löveg. A PT-67 alváz továbbfejlesztéseként kialakított GM-575-ös alvázra szerelt 4 db 23 mm-es 2A7 gépágyúból és a torony tetején elhelyezett 1LR33 radarból álló rendszert 1964-ben kezdték gyártani. 1970-től felszerelték ellenség-barát felismerő rendszerrel, ez lett a ZSU-23-4 M3 verzió, amelyre akkor a korábban gyártott példányokat is átépítették. Feladata a közeli légtérbe berepülő ellenséges repülőgépek és helikopterek leküzdése. A 4 gépágyú által kialakított tűzsűrűség az alacsony magasságban tevékenykedő felderítő drónok ellen is – mint az orosz Orlan 10 – hatékony.

Radarja képes a légcélokot 20 km távolságból követésbe fogni. A fegyverek hatótávolsága 2,5 km, függőlegesen 1,5 km. Földfelszíni célok támadása hatótávolságon belül szintén megvalósítható.

³¹ Nomaan MERCHANT (2022): U.S. announces \$820 million in Ukraine military aid, including missile systems. *PBS NewsHour*, 2022. július 1.

³² Nearly \$3 Billion in Additional Security Assistance for Ukraine (2022). *U.S. Department of Defense*, 2022. augusztus 24.

³³ Alvis Stormer [é. n.]. *Wikipedia*.

³⁴ Starstreak [é. n.]. *Wikipedia*.

³⁵ Kb. 4,5 kg

³⁶ Jack BUCKBY (2022): Starstreak, the fastest surface-to-air missile ever made, is bringing down Russian helicopters in Ukraine. *Insider*, 2022. május 11.

Ukrajna a rendelkezésre álló 300 példányt modernizálta. A legújabb ilyen fejlesztés 2017-től³⁷ folyt, ennek eredménye a ZSU-23-4M-A verzió. A berendezések új fázisvezérelt Rokach-AS radart és lézeres távolságmérőt kaptak, ami nagyban javítja a pilóta nélküli felderítő eszközök elleni hatékonyságát. Továbbá 4 rakéta befogadására alkalmas Igla indítóberendezéssel szerelték fel,³⁸ amellyel a megsemmisítési zónát 5 km-re növelték.

A háború kezdeti szakaszában további 4 példány biztosan ukrán kézre került.

*Flakpanzer Gepard*³⁹

Láncaltapas páncélozott önjáró légvédelmi löveg. Alapja a Leopard 1 alváza, erre került a légvédelmigépágyú-rendszer. A két db 35 mm-es Orlicon KDA gépágyú a központi felépítménytorony két oldalán található. A torony tetején, hátul helyezték el a felderítő radart, az elején pedig a tűzvezetésért felelős radart.

A fegyver 5,5 km-es hatótávolsággal bír és 550 vagy 2000 lövés/perc tűzgyorsasággal képes tüzelni.

A fegyverrendszert 1973-tól gyártották. Fő feladata akkor a csapatok közvetlen légi oltalmazása, az alacsonyan repülő merev és forgószárnyas célok leküzdése volt. Természetesen azóta több fejlesztésen is átesetek a leggyártott példányok és a feladatrendszer is kibővült a pilóta nélküli eszközök elleni tevékenységgel.

A német hadsereg a 2000-es években vonta ki aktív szolgálatból. Ezekből ajánlottak fel Ukrajna részére 30 db-ot, amelyből 2022. augusztus 25-ig 15 db beérkezett az új felhasználóhoz.⁴⁰

*AZP S-60*⁴¹

Kis hatótávolságú vontatott légvédelmi gépágyú. Az 1950-es évek elejétől nagy számban gyártott egyszerű, könnyen telepíthető 57 mm-es gyorstüzelő löveg. Tűzgyorsasága 70–120 lövés/perc, hatásos lőtávolsága optikai irányzás esetén 4000 m, radarral történő tűzvezetés esetén 6000 m.

Ukrajna mintegy 400 db ilyen eszközzel rendelkezik, amely a háború kitörésekor telephelyeken, raktárakban állt. Az interneten terjedő felvételek tanúsága szerint⁴² most

³⁷ *Ukrainian Defense Review*, (1). 2019. január–március.

³⁸ Yontzee (2022): ZSU-23-4M-A1 „Rokach”: Shilka Reinigorated. *War Thunder*, 2022. augusztus 11.

³⁹ Flakpanzer Gepard [é. n.]. *Wikipedia*.

⁴⁰ Dan PARSONS (2022): Ukraine Situation Report: Gepard Anti-Aircraft Systems Now In The Fight. *The War Zone – The Drive*, 2022. augusztus 25.

⁴¹ AZP S-60 [é. n.]. *Wikipedia*.

⁴² Ukraine Weapons Tracker [@UAWeapons] (2022): #Ukraine: The Come Back Alive foundation has shared footage of vintage AZP S-60 57mm AA guns in use with Ukrainian forces- but this time in the indirect fire role, enabled by specialised training and software, to „reach out and touch” targets from no less than 6.1km away. *Twitter*, 2022. augusztus 7.

a kikonzervált lövegeket földfelszíni célpontok ellen alkalmazzák 6-os tűzalegységekbe szervezve. A maximális lőtávolság ekkor sem haladja meg a 6,1 km-t.

*ZU-23-2*⁴³

Vontatott kétcsövű légvédelmi gépágyú. Űrméret 23 mm. A különböző helyi konfliktusokban teherautó- és *pick-up* platóra szerelve alkalmazzák előszeretettel. Az 1950-es évektől alkalmazzák nagy számban. Feladata csapatok, objektumok közvetlen oltalmazása alacsonyan szálló repülőgépek, helikopterek ellen.

Maximális lőtávolsága 2,5 km, szárazföldi célok ellen is sikerrel alkalmazható. Az Ukrajna által használt ZU-23-2 2A13 altípus 400, illetve 2000 lövés/perc elméleti tűzgyorsaságra képes. A célzást optikai irányzék segíti. Ez korlátozottan lehetővé teszi a felderítő drónok elleni tevékenységet. Az alkalmazást viszont nagyban befolyásolja, hogy intenzív használat mellett a csöveket 100 lövésenként cserélni kell a túlmelegedés miatt.

Ukrajna a háború elején több mint 1000 ilyen eszközzel rendelkezett, amelyet legalább öt, igazoltan zsákmányként szerzett db egészített ki.

*Mistral*⁴⁴

Szállítható közeli hatótávolságú légvédelmi rakéta. Jellemzően 1, illetve 2 indítóberendezéssel ellátott, telepíthető állványról indítják, de bármilyen hordozóplatformra könnyen integrálható. A Magyar Honvédség például könnyű terepjáró tehergépkocsi platójára szerelve⁴⁵ alkalmazza.

A rakéta passzív infravörös önrávezetést alkalmaz. Hatásos 300 m-től 5 km távolságig kellő intenzitású hőkisugárzással bíró légi célok, elsősorban repülőgépek és helikopterek ellen. A célkutatót, célbefogást az indítóállványon elhelyezett elektrooptikai berendezés biztosítja.

Alkalmazható önállóan és tűzalegységbe szervezve is. Utóbbi esetben több indítóállvány mellett radarral felszerelt MCP⁴⁶ mobil vezetési pont is tartozik hozzá. Ekkor az MCP biztosítja a felderítési adatokat, elvégzi az ellenség-barát azonosítást, és kiadja a célokat az indítóállványok kezelőinek.

⁴³ ZU-23-2 [é. n.]. *Wikipedia*.

⁴⁴ Mistral (missile) [é. n.]. *Wikipedia*.

⁴⁵ SÁLYI Gergő (2021): Sikeresen teljesítették a harcászati képességellenőrzést a győri katonák. *Honvédelem.hu*, 2021. november 5.

⁴⁶ Mistral Coordination Post.

Franciaország már a háború megkezdése előtt szállított Mistral rakétákat Ukrajnába. A háború kitörése után pedig Norvégia küldött további 100 db rakétát és nem közölt mennyiségben indítóállványt.⁴⁷

*PPZR Piorum*⁴⁸

Hordozható kis hatótávolságú légvédelmi rakéta.⁴⁹ Lengyel fejlesztés, a korábbi Grom rakéták leváltására 2019 óta állt szolgálatba. Létezik gépjárműre szerelt indítóállványról bevethető verziója is.

A rakéta infravörös önirányítású. Hatótávolsága 6,5 km, maximális alkalmazási magassága 4 km. Feladata merev és forgószárnyas légi célok kis magasságú elfogása és megsemmisítése.

Ukrajna már 2022 februárját megelőzően, a feszültség növekedésének időszakában, még 2021-ben kapott lengyel segítségként Piorum rakétákat. Így ezekkel az eszközökkel a nagyszabású orosz támadás időszakára már felkészült kezelők dolgoztak, amit több igazolt lelövés bizonyít.⁵⁰

Strela-2.⁵¹ NATO-kód: SA7 Grail

Hordozható kis hatótávolságú infravörös önirányítású légvédelmi rakéta. A Szovjetunióban 1968-ban állították hadrendbe, 1972-től a modernizált Strela-2M követte. A fejlesztés célja az egy ember általi gyors alkalmazhatóság volt. Feladata a közvetlen légi oltalmazás, amelyet keresőfejének gyengesége miatt csak a nagy hőkibocsátású célok, gázturbinás repülő eszközök ellen tud hatékonyan biztosítani.

A Strela-2M hatótávolsága 4,2 km, alkalmazási magassága 2,3 km. A célbefogást a vetőcsőre szerelt optikai irányzék segíti. Magát a befogást a rakéta irányítófeje végzi. Amikor ez megtörténik, hang- és fényjelzéssel tudatja a kezelővel, hogy indításra kész.

A háború kitörése után Németország a korábbi NDK-készletből 2700 db-ot adott át Ukrajna részére. A hosszú idejű tárolás és a karbantartás hiánya miatt ezek jelentős része, mintegy 700 db már nem volt bevethető állapotban.⁵²

⁴⁷ <https://defbrief.com/2022/04/21/norway-supplies-100-mistral-surface-to-air-missiles-to-ukraine/#:~:text=The%20Norwegian%20defense%20ministry%20has%20transferred%20Mistral%20surface-to-air,be%20used%20as%20MANPADs%20or%20fitted%20to%20vehicles>

⁴⁸ Piorun (missile) [é. n.]. *Wikipedia*.

⁴⁹ Az angol terminológiában MANPAD: Man-Portable Air-Defense System.

⁵⁰ Andrzej KIŃSKI (2022): Kolejne potwierdzenie skuteczności zestawów Piorun na Ukrainie? *ZBiAM*, 2022. március 11.

⁵¹ 9K32 Strela-2 [é. n.]. *Wikipedia*.

⁵² Deutschland sendet weitere »Strela«-Raketenwerfer in die Ukraine (2022). *Der Spiegel*, 2022. március 23.

*Strela-3. NATO-kód: SA-14 Gremlin*⁵³

Hordozható kis hatótávolságú infravörös önirányítású légvédelmi rakéta. Az 1970-es évek elején fejlesztették ki a Szovjetunióban a korábbi Strela-2 utódjaként. Elsősorban az infravörös önirányító rendszeren javítottak. Nitrogénnel hűtött érzékelőfejjel látták el, amely sokkal érzékenyebb. Ez azt jelenti, hogy kisebb hőforrásokat nagyobb távolságról is képes befogni. Viszont a bonyolultabb berendezés megnövelt karbantartásigénnyel is jár.

A rakéta hatótávolsága nem változott. Maradt 4,2 km. Magasságban viszont sikerült kiterjeszteni 3 km-re.

Ukrajna ismeretlen számú korábbi szovjet rakétával rendelkezik. Ezek háborúban történő alkalmazásáról jelenleg nincs információ.

*Igla. NATO-kód: SA-18 Grouse*⁵⁴

Hordozható kis hatótávolságú infravörös önirányítású légvédelmi rakéta. Korábbi verziója 1981-től az Igla-1, amely akkor az SA-16 NATO-kódot kapta, majd 1983-tól az Igla. Legújabb verzióját, az Igla-S-s 2002-től gyártják Oroszországban.

Feladata a Strela rakéták leváltása a kis magasságú légi célok leküzdésében. A Strelához képest tovább javították a keresőfej érzékenységet, a zavarvédelmet, ellátták ellenségbarát felismerő képességgel és megnövelték a hatótávolságot.

Az Igla-1 hatótávolsága 5 km, a későbbi Iglaé 5,2 km, az S változaté 6 km. A maximális magasság mindhárom esetén 3,5 km.

Ukrajna a két első típussal biztosan rendelkezik, az utóbbiból pedig valószínűleg vannak zsákmányolt példányai. Az alkalmazás során a sikeres lelövések jelentésénél egységesen az Igla megnevezést alkalmazzák.⁵⁵

*Starstreak*⁵⁶

Kis hatótávolságú hordozható légvédelmi rakéta. A Stormer HVM rendszer ismertetésekor bemutattuk.

Ukrajnába 2022 márciusától érkeznek a Startreakek, amelyeket a helyi erők sikerrel alkalmaznak.⁵⁷

⁵³ 9K34 Strela-3 [é. n.]. *Wikipedia*.

⁵⁴ 9K38 Igla [é. n.]. *Wikipedia*.

⁵⁵ Ukraine's Armed Forces destroy Russian Su-34 fighter jet in Kharkiv region (2022). *Ukrinform*, 2022. április 21.; Lviv paratroopers shoot down Russian Su-25 plane (2022). *Ukrinform*, 2022. május 22.

⁵⁶ Starstreak [é. n.]. *Wikipedia*.

⁵⁷ War in Ukraine: Russian helicopter 'hit by British missile system' (2022). *BBC News*, 2022. április 2.

*FIM-92 Stinger*⁵⁸

Kis hatótávolságú hordozható infravörös önirányítású légvédelmi rakéta. Az első változatot (FIM-92A) 1981-ben állították hadrendbe, azóta több lépcsőben folyamatosan fejlesztették egészen a FIM-92H-ig.

A változatok mindegyike fel van szerelve ellenség-barát felismerő rendszerrel és a rakéta keresőfejének hűtése érdekében cserélhető CBU egységgel. Ez argongáz segítségével 45 másodpercig képes a keresőfej hűtésére. Minden rakétaindítás után cserélni kell a CBU-t is, illetve, ha nem történik rakétaindítás, de a keresőfejet aktiválták, szintén szükséges a cseréje.

Hatótávolsága a korábbi verziók esetén 4 km-es elérhető maximális magasság mellett 4,5 km. Az F változattól kezdődően 7,2 km. A másik jelentős különbség a zavarállóság, amelyet folyamatosan javítottak. A B és a C változattól kezdődően az infracsapdák megkülönböztetésének érdekében az infravörös keresőfejet kiegészítették UV-érzékelőkkel is.

A rakétát integrálták számos önjáró légvédelmi komplexumon, hajókon, sőt megjelent a kis sebességű légi járművek önvédelmi eszközeként is.

Ukrajna 2022. március 7-ig mintegy 2000 db különböző változatú Stinger rakétát kapott, amelyet az Egyesült Államok, Németország, Hollandia, Olaszország, Görögország, Lettország, Litvánia szállított le. Norvégia további 300 példány átadására tett ígéretet.⁵⁹

*Martlet*⁶⁰

Könnyű, többcélú irányított rakéta. A jelen írásban található legújabb fegyver, a jövőben valószínűleg nagy szerepet kapó MML többcélú rakéták első angol fejlesztésű képviselője. Az elmúlt években rendszeresítették hajók, helikopterek és harcjárművek fedélzetén felszíni és légi célok ellen. A MANPAD verzió 2019-re készült el.

A rakéta kombinált félaktív lézeres és infravörös önirányítású rávezetést alkalmaz. A repülés első szakaszában az indítóberendezés által lézerral megvilágított célt követi, hasonlóan a Starstreaknél alkalmazott eljáráshoz. A végfázisban veszi át a szerepet az infrakeresőfej.⁶¹

A célok megsemmisítését 3 kg-os kumulatív harci rész végzi. Ez teszi lehetővé a harcjárművek és a kisebb hajók elleni bevetését.

A Martlet légvédelmi célú változata kétféle kialakításban létezik, van egyedi indítóberendezésű MANPAD verzió és állványra szerelt. Az állványra három rakétát helyeznek a szükséges célzó és rávezető rendszerek mellett. Hatótávolsága 8 km.

⁵⁸ FIM-92 Stinger [é. n.]. *Wikipedia*.

⁵⁹ Oren LIEBERMANN (2022): At a secret airfield in Eastern Europe, a multinational effort to send weapons to Ukraine proceeds at high speed. *CNN Politics*, 2022. március 7.

⁶⁰ Martlet (missile) [é. n.]. *Wikipedia*.

⁶¹ Kirill RYABOV (2022): Multi-purpose rocket Thales LMM Martlet. Threat of a new generation. *Military Review*, 2022. április 13.

Anglia részéről az Ukrajnának történő átadás egyik célja, a hatékony segítségnyújtás mellett, valószínűleg a harctéri körülmények közötti tesztelés is. Az első szállítmányok már 2022 márciusában megérkeztek. Az első ilyen fegyverek alkalmazásával elért eredményeket áprilistól tették közzé.⁶²

A konfliktus légi műveletei: a légierő alkalmazásainak sajátosságai

Seth G. Jones *Russia's Ill-Fated Invasion of Ukraine, Lessons in Modern Warfare* című elemzésében összefoglalta, hogy az orosz légierő miért nem volt képes a légi fölény kivívására a háború eddigi szakaszaig, és hogy mi jellemezte a légi műveleteket.⁶³

Megítélése szerint az ukrainai orosz légi műveleteket az jellemezte, hogy nagy hangsúlyt fektettek az ukrán katonai és polgári célpontok elleni nagy hatótávolságú csapásokra, azzal a céllal, hogy aláássák Ukrajna alapvető háborús képességeit (hadi potenciálját), gyengítsék az ukrán lakosság morálját, és megbüntessék az országot a Nyugat felé való elmozdulása miatt. Megfigyelők azt várták, hogy a légi műveletek, légi csapások során Oroszország hatékony, precíziós csapásokkal fog operálni, ahogy Valerij Geraszimov tábornok, az orosz fegyveres erők vezérkari főnöke megjegyezte: „A jövőbeli konfliktusok fő jellemzője a precíziós fegyverek és más típusú új fegyverek széles körű alkalmazása lesz.”⁶⁴

A háború korai szakaszában Oroszország arra törekedett, hogy az ukrán légvédelmet országsszerte ballisztikus és cirkálórakéta-csapások (jellemzően KH-101-esekkel) végrehajtásával pusztítsa. Az orosz légierő ezután kibővítette céllistáját az ukrán katonai infrastruktúrával, a nyugatról érkező fegyverszállítmányokkal, üzem- és hadianyaglogisztikai központokkal, meghatározó közlekedésiinfrastruktúra-elemekkel (például hidak), sőt civil célpontokkal is. Jellemző adat, hogy Oroszország a háború első 21 napjában több mint 1100 rakétát lőtt ki ukrán célpontokra, és összesen 2125 rakétát a háború első 68 napján.⁶⁵

A légi fölény elérésének hiányát Jones alapvetően az S-300-as légvédelmirakéta-rendszerek hatékonyságának és a rendkívül nagyszámú Stringer vállról indítható légvédelmirakéta-fegyver alkalmazásának sikerében látja. A MANPAD-ek miatt az orosz repülőgépeket nem alkalmazhatták földközeli magasságon, így a kis és közepes magasságokon döntően a 300-as légvédelmirakéta-komplexumok, kiegészülve a jelentős

⁶² Valius VENCKUNAS (2022): First Russian drone destroyed by a new British Martlet missile in Ukraine. *AeroTime*, 2022. április 10.

⁶³ Seth G. JONES (2022): Russia's Ill-Fated Invasion of Ukraine: Lessons in Modern Warfare. *Center for Strategic & International Studies*, 2022. június 1.

⁶⁴ Валерий Васильевич ГЕРАСИМОВ (2018): Влияние современного характера вооруженной борьбы на направленность строительства и развития вооруженных сил российской федерации. Приоритетные задачи военной науки в обеспечении обороны страны. *Вестник Академии Военных Наук*, 63(2), 16–22. (Valerij Vasziljevics GERASIMOV [2018]: A fegyveres harc modern jellegének hatása az Oroszországi Föderáció fegyveres erőinek építésének és fejlődésének irányára. A katonai tudomány kiemelt feladatai az ország védelmének biztosításában. *A Hadtudományi Akadémia Értesítője*, 63(2), 16–22.)

⁶⁵ Senior Defense Official Holds a Background Briefing (2022). *U.S. Department of Defense*, 2022. május 2.

mennyiségű Buk-M1 légvédelmirakéta-csapatfegyverekkel, gyakorlatilag visszatartották a légi ellenséget az ukrán ellenőrzés alatt lévő területek légterétől. Így a klasszikus légi támogatási feladatokat az orosz légierő nem tudta biztosítani a szárazföldi haderőnek, amely csak saját tűzérére támaszkodhatott a tűztámogatás helyett. Ezen kívül nemcsak a tűzzel való támogatás volt csekély, hanem az egyéb hagyományos támogatás, mint a légi felderítés, a légi vezetés-biztosítás, a kutatás-mentés és az elektronikai hadviselés a levegőből is elhanyagolható volt.

Az eddig felsoroltakon kívül az orosz légierőnek visszatérő logisztikai kihívásokkal kellett szembenéznie, többek között nagy hatótávolságú, precíziós irányítású fegyverkészleteinek csökkenésével.

Három héttel a háború kezdete után már megfigyelhető volt, hogy az orosz légierő elkezdett kifogyni a precíziós irányítású lőszerkekből, például a lézer- és műholdirányítású bombákból, ami arra késztette az oroszokat, hogy egyre több irányítatlan tűzérségi lövedéket, rakétát használjanak. Eltérő a megítélése annak, hogy tényleges hiányról van-e szó, vagy az agresszor tartalékokat képezett az esetleges eszkalációra felkészülve. Ezt kiegészítette az a nyilvánvaló tény, hogy az orosz hadiipari kapacitás nem tudta/tudja pótolni a felhasznált készleteket a megkívánt mértékben.

Hosszú távon Oroszország az amerikai és más nyugati szankciók miatt ellátási láncbeli kihívással szembesülhet. Erre több példát találhatunk a szakajtóban, hogy nyugati technológiák nélkül az orosz fegyverrendszerek gyártása, javítása ellehetetlenül (például a 9M729 cirkálórakéta rögzítői, de a 9M949 lézeres giroszkópjai, a Tor-M2 légvédelmi rakéta rendszer oszcillátora is ebbe a körbe tartozik). Ezek az ellátási láncsal kapcsolatos kihívások valószínűleg hatással lesznek Oroszország rövid és hosszú távú alkatrészellátására, arra kényszerítve Oroszországot, hogy helyettesítő piacokat keressen.

Összességében ezek a kihívások aláásták Moszkva azon kísérletét, hogy légi uralmat/légi fölényt alakítson ki Ukrajna felett, és hatékony precíziós csapásokat hajtson végre, és támogassa az előre nyomuló orosz szárazföldi erőket.

Tyson Wetzel alezredes, az Egyesült Államok Légierőjének tisztje elemzésében⁶⁶ rámutat, hogy az Oroszországi Föderáció kezdeti légi csapásai nem voltak eléggé hatékonyak a koncentrált célkezelés hiánya miatt: a célok eloszlottak az egész országban, nem összpontosultak a kritikus elemekre. Ugyanez elmondható volt a légvédelmi rendszer elnyomásának műveletei során is, így az ukrán légvédelem és harcászati repülőerőforrások jelentős része harcképes maradt, sőt az ukrán integrált légvédelmi rendszer relatíve zavartalanul működött tovább, folyamatos fenyegetést jelentve és veszteségeket okozva az agresszor légierőjének. Wetzel szerint az is hozzájárult az oroszok sikertelenségéhez, hogy a kinetikus és nem kinetikus műveletek (kiber- és elektronikai hadviselés) összehangolása, a „*soft* módszerek” integrálása a hagyományos „domének” műveleteibe nem volt hatékony.

Csak említés szintjén térünk ki az UAV/UAS-ok, drónok egyre elterjedtebb harctéri alkalmazásának következményeire, amelyek alapjaiban is hozzájárulnak ahhoz, hogy

⁶⁶ TYSON WETZEL (2022): Ukraine air war examined: A glimpse at the future of air warfare. *Atlantic Council*, 2022. augusztus 30.

a légi hadviselés jellege változóban van. A szerző ezt a „légierő demokratizálódása” megnevezéssel illeti, amely alatt jellemzően azt érti, hogy a légtér katonai célú igénybevételeben a relatíve nagy értékű speciális katonai célra fejlesztett rendszerek (harci repülőgépek, helikopterek, pilóta nélküli rendszerek, rakéták) mellett kis költségű, „olcsó”, kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhető (COTS – Commercial-off-the-Shelf) drónokat is bevetnek.

E tanulmány szerzője is publikált erről a jelenségről, ami a 2014-es krími annektálás utáni ukrán civil drónos támogatást elemzi.⁶⁷ Wetzel azonban nem szűkíti le a drónokra ezt a demokratizálódási folyamatot, hanem kiterjeszti az űrre és a kibertérre is.

Az orosz–ukrán háborúban az űrkapacitások demokratizálódásának legtisztább példája az volt, hogy Ukrajna a SpaceX Starlink szolgáltatásait használta műholdas kommunikációra. Közvetlenül a szárazföldi invázió elindítása előtt Oroszország fel-törte a Viasatot, amelyre Ukrajna támaszkodott a műholdas kommunikáció során. Két nappal később Fedorov miniszterelnök-helyettes, Ukrajna digitális átalakulásért felelős minisztere felkérte Elon Muskot a Twitteren, hogy biztosítson Starlink-berendezéseket és -szolgáltatásokat Ukrajnának. Musk és a SpaceX ezt megtette, berendezéseket küldött Ukrajnába, és hozzáférést biztosított a Starlink több mint hétezer műholdból álló hatalmas konstellációjához. Annak ellenére, hogy oroszok erőfeszítéseket tettek a jel zavarására, a Starlink biztonságos, redundáns és rugalmas kommunikációt biztosított az ukrán erőknek, amelyet a drónok irányítására, a tűzérési csapások vezetésére és számos egyéb katonai funkciók végrehajtására is felhasználtak.

A Starlink-példa bemutatja az ipar erejét a csúcskategóriás, űralapú képességek biztosításában, de azt is, hogy a nemzetek hogyan használják fel a viszonylag olcsó kereskedelmi űrvállalatokat és -képességeket az űralapú hadi küldetések végrehajtására. Ukrajna egyedülálló eset volt, és nem valószínű, hogy a SpaceX ingyenesen nyújtana ilyen típusú szolgáltatásokat az Egyesült Államok ellenfeleinek. Mindazonáltal ez a példa bepillantást enged abba, hogy a nemzetek – potenciálisan az Egyesült Államok ellenfelei vagy versenytársai – hogyan használhatják ki az űrműveletek változó gazdaságossági előnyeit, és hogyan használhatják fel kereskedelmi képességeiket háborús küldetések végrehajtására és támogatására.

A műholdas kommunikáció mellett számos kép-, időjárás- és egyéb űralapú szolgáltatás érhető el a kereskedelembe, amelyet a nyugati világ következő ellenfele alkalmazhat.

A tanulmány a végén következtetéseket és ajánlásokat fogalmaz meg:

- Bár a háború kimenetele még mindig kérdéses, a légi háború eddigi előrehaladását vizsgálva már sok mindenre lehet következtetni.
- Az Egyesült Államoknak és szövetségeseinek, partnereinek fel kell használniuk Oroszország elhibázott légi hadjáratának tanulságait, és módosítaniuk kell felszerelésüket, doktrínájukat, taktikájukat és kiképzésüket, hogy figyelembe vegyék a légi- és űrerő demokratizálódását, amely alapvetően megváltoztathatja a légi és űrhadviselés karakterét.

⁶⁷ KRAJNC Zoltán (2018): Drónok, hibrid fenyegetés, terrorizmus a légtérből: a légi hadviselés privatizálása. *Hadmérnök*, 13(4).

- A fegyveres konfliktusok légi szegmensének jövőbeli lefolyásának pontosabb előrejelzése, valamint a jövő légi és űrhadjáratait uralni képes erő és képességek megtervezése révén az Egyesült Államok és barátai stratégiai versenytársaiknál jobb helyzetben lesznek a jövőbeli nagy intenzitású konfliktusokban.

Maximilian K. Bremer és Kelly A. Grieco tanulmányában az eddigiektől merészebb következtetésekre jutott.⁶⁸

Ukrajna eddigi sikere a légi hadviselésben a feje tetejére állította a Nyugat légierő-paradigmáját, és alternatív víziót kínál a mai, általánosan elfogadott légi műveleti megközelítés helyett. A kiindulópont az, hogy annak ellenére, hogy a világ egyik legnagyobb és technológiailag legfejlettebb légierője Oroszországnak van, mégsem sikerült megteremtenie légi fölényt Ukrajnával szemben.

A szerzők szerint a nyugati légierő továbbra is azt az utat követi, amelyet Giulio Douhet, William „Billy” Mitchell és Hugh Trenchard nevével jellemezhetünk.

A légierő-elmélet alapító atyái a légtér uralásának vagy a mai doktrína szerint a légi fölénynek az elnyeréséért és fenntartásáért küzdöttek. Kissé leegyszerűsítve Douhet azt mondta, hogy a levegő uralma azt jelenti, hogy olyan helyzetben vagyunk, hogy megakadályozzuk az ellenség repülését, miközben megtartjuk saját repülési képességünket. Ez a felfogás Alfred Thayer Mahan tengeriuralom-elméletének népszerű olvasatán alapult, amelyben a cél az ellenséges flotta felkutatása és megsemmisítése döntő csatában.

A szerzők szerint egy évszázaddal később ez a vízió továbbra is szilárdan beépült a nyugati légierők doktrínájába és szellemiségébe. Ám az ukrajnai légi háború, ahol egyik fél sem uralja egyértelműen a légteret, azt sugallja, hogy a légi fölény megszerzésének ellehetetlenítése néha hatékonyabb, racionálisabb műveleti cél, mint annak közvetlen megszerzése.

Bremer és Grieco azt javasolta, hogy a légierő tervezői gondolják újra sir Julian Corbett elméletét, és adaptálják azt a mai korszerű légi hadviselési viszonyokra.

Corbett szkepticizmussal tekintett a tenger teljes uralására, a tengeri hadviselési folyamatok teljes körű irányítására, és azzal érvelt, hogy a tengeri hadviselés leggyakoribb helyzete az, hogy egyik félnek sincs döntő uralma a vizek felett. A tengeri uralom relatív, nem pedig abszolút értelmezését részesítette előnyben, és időben vagy térben körülhatárolt, működő irányítási képességet, fölényt (uralmat) akart.

Corbett számára a racionalitás a tengeri hadszíntér megtagadása az ellenség számára. Érvelése szerint, ha egy haditengerészet nem elég erős ahhoz, hogy átvegye a tenger feletti parancsnokságot, akkor is megkísérelheti korlátozni vagy meggátolni a másik oldal tengeri hasznosításának képességét. Ezt a koncepciót vitatott uralomnak nevezte, és elképzelése szerint a gyengébb fél aktív védekezést folytat, amelyben a kisebb haditengerészet elkerülheti a közvetlen csatát, de továbbra is fenyegető, aktív és mobil marad, megakadályozva, hogy az erősebb ellenség gyakorolja az irányítást.

⁶⁸ Maximilian K. BREMER – Kelly A. GRIECO (2022): In Denial About Denial: Why Ukraine’s Air Success Should Worry the West. *War on the Rocks*, 2022. június 15.

A szerzők Corbett-mesterkurzusnak nevezik Ukrajna légi hadviselését Oroszország ellen, mert láthatóan a megtagadási stratégia ezen a területen is működik.

Ukrajna a mobilitást és az erők megosztását használta légvédelmének fenntartásához. A hidegháborús korszak keverékét működtető, szovjet gyártmányú, mobil föld-levegő rakétarendszerekkel működő ukrán védelmi erők távol és fenyegetettségben tartották az orosz repülőgépeket. Corbett tanácsa szerint kihasználva a széttagoaltságot és a mobilitást az ukrán légvédelmi erők a „tűzelj, és felejtsd el” taktikát alkalmazzák, kilövik a rakétaikat, és gyorsan elmanővereznek az indítóhelyről.

A végkövetkeztetésük szerint eljön/eljött a légi hadviselés új korszaka, mert ebben a tekintetben az ukrainai légi háború valószínűleg inkább szabály, mint kivétel. Megrázó bepillantást nyújt a légi hadviselés jövőjébe, amelyben akár közepes méretű hatalmak, nem is beszélve más nagyhatalmakról, egyre inkább ellenőrizni fogják, és elzárják a léget az Egyesült Államoktól és más nyugati légierőktől. A fejlett, rendkívül mobil, nagy hatótávolságú föld-levegő rakétafegyverek, az ember által hordozható légvédelmi rendszerek és az intelligens lőszer globális elterjedése – valamint a hálózatba kapcsolt pilóta nélküli rendszerek, a kettős felhasználású robotika, az érzékelők és fejlett anyagok terén elért folyamatos fejlődés – indukálja a paradigmaváltozást. Az eseményeket megfigyelő kis- és közepes államok minden bizonnyal felfigyeltek rá, és igyekezni fognak ilyen képességeket megszerezni maguknak, bevezetve az egyre inkább robotizált légierő korszakát, amely precíziós csapásmérő képességekkel is rendelkezik, amelyek hatékonyak és olcsóbbak, mint a hagyományos ember vezette harci repülőgépek.

Befejezés helyett: a légvédelmirakéta-csapatok alkalmazásának összegzett tapasztalatai

Az ukrán légvédelmirakéta-csapatok alkalmazásának elgondolása szerves részét képezi a fegyveres erők hadművelleti-harcászati alkalmazását meghatározó terveknek. A szerzők szerint egyértelműnek tűnik, hogy Ukrajna, belátva az agresszor mennyiségi és minőségi fölényét, nem törekszik a klasszikus értelemben vett légi fölény/légi uralom megtartására/kivívására a teljes hadszíntéren.

Művelési céljaiban inkább az lehet a meghatározó, hogy megkísérli az orosz légierőt kiszorítani a fontos művelési területekről, megakadályozni ezzel, hogy hatékony tűz- és felderítő támogatást nyújtson a szárazföldi zászlóaljoknak, harccsoportoknak, amelyek hatékonysága így jelentősen csökken. Jól érzékelhető, hogy ebben a fő szerepet a földi telepítésű légvédelem játssza, mégpedig kihasználva annak sokszínűségét. Gondolunk itt arra, hogy a legjelentősebb képességekkel bíró és jelentős számú üteggel még harc képes S-300 légvédelmi fegyverrendszer-család képezi a légvédelem gerincét. Ez a rendszer képes ballisztikusrakéta-védelemre is, így az ukránok zonális objektum szerinti oltalmazásban viszonylag nagyobb térségekben is képesek légvédelmi tűzrendszert létrehozni.

Az S-300-as rendszereket jól kiegészítik az egyéb képességekkel bíró fegyverrendszerek (jelentősebb mértékben a KUB, a BUK-M1 és az S-125D), amelyekkel egyfajta

légyvédelmi klasztert alkothatnak, amelynek védőernyője alatt statikus objektumok és manőverező erők is lehetnek.

A nagyobb, jelentősebb rendszereket kiegészítik a kis és közeli hatótávolságú fegyverek (MANPAD-ek, Tor, Osa, Tunguska, Pantsir, csöves légyvédelem stb.), amelyek nagy mobilitást és váratlan helyen és időben való alkalmazást eredményeznek, valamint a kis és földközeli repülést rendkívül kockázatosá teszik az orosz harci repülőgépek számára.

Mai tudásunkkal (2022. augusztus 31.) úgy tűnik, hogy óvatos becsléssel is az ukrán légyvédelmirakéta-erők jelentős része hadra fogható, és egyre közelebbinek látszik az igazán jelentős nyugati fegyverrendszerek megérkezése a hadszíntérre. Ez a korábban elképzelhetetlen támogatás, amelynek keretében NASAMS és IRIS-T csúcskategóriás légyvédelmirakéta-fegyverek kerülnek be az ukrán rendszerbe, jelentős képességtelődést is lehetővé tehet.

Felhasznált irodalom

- 2K12 Kub [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/2K12_Kub
- 2K22 Tunguska [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/2K22_Tunguska
- 9K32 Strela-2 [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/9K32_Strela-2
- 9K33 Osa [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/9K33_Osa
- 9K34 Strela-3 [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/9K34_Strela-3
- 9K35 Strela-10 [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/9K35_Strela-10
- 9K38 Igla [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/9K38_Igla
- Alvis Stormer [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Alvis_Stormer
- AZP S-60 [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/AZP_S-60
- BREMER, Maximilian K. – GRIECO, Kelly A. (2022): In Denial About Denial: Why Ukraine's Air Success Should Worry the West. *War on the Rocks*, 2022. június 15. Online: <https://warontherocks.com/2022/06/in-denial-about-denial-why-ukraines-air-success-should-worry-the-west/>
- BRONK, Justin (2022b): The Mysterious Case of the Missing Russian Air Force. *Royal United Service Institute*, 2022. február 28. Online: <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/mysterious-case-missing-russian-air-force>
- BRONK, Justin (2022a): Is the Russian Air Force Actually Incapable of Complex Air Operations? *Royal United Service Institute*, 2022. március 4. Online: <https://rusi.org/explore-our-research/publications/rusi-defence-systems/russian-air-force-actually-incapable-complex-air-operations>
- BUCKBY, Jack (2022): Starstreak, the fastest surface-to-air missile ever made, is bringing down Russian helicopters in Ukraine. *Insider*, 2022. május 11. Online: www.businessinsider.com/british-starstreak-missile-is-shooting-down-russian-helicopters-in-ukraine-2022-5
- Comparison of Russia and Ukraine Military Strengths (2023) [é. n.]. *Global Firepower*. Online: www.globalfirepower.com/countries-comparison-detail.php?country1=russia&country2=ukraine
- Deutschland sendet weitere »Strela«-Raketenwerfer in die Ukraine (2022). *Der Spiegel*, 2022. március 23. Online: <https://spiegel.de/ausland/annalena-baerbock-deutschland-sendet-weitere-strela-raketenwerfer-in-die-ukraine-a-81694c51-3b22-4393-818c-00bcbf3d2762>
- FIM-92 Stinger [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/FIM-92_Stinger
- Flakpanzer Gepard [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Flakpanzer_Gepard

- Holcomb, Franklin: The Order of Battle of the Ukrainian Armed Forces: A Key Component in European Security, 2016, Institute of War, www.understandingwar.org/sites/default/files/ISW%20Ukrainian%20ORBAT%20Holcomb%202016_0.pdf
- IRIS-T [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/IRIS-T>
- JONES, Seth G. (2022): Russia's Ill-Fated Invasion of Ukraine: Lessons in Modern Warfare. *Center for Strategic & International Studies*, 2022. június 1. Online: www.csis.org/analysis/russias-ill-fated-invasion-ukraine-lessons-modern-warfare
- KRAJNC Zoltán (2018): Drónok, hibrid fenyegetés, terrorizmus a légtérből: a légi hadviselés privatizálása. *Hadmérnök*, 13(4). Online: http://hadmernok.hu/184_29_kranjc.pdf
- KIŃSKI, Andrzej (2022): Kolejne potwierdzenie skuteczności zestawów Piorun na Ukrainie? *ZBiAM*, 2022. március 11. Online: <https://zbiam.pl/kolejne-potwierdzenie-skutecnosci-zestawow-piorun-na-ukrainie>
- LIEBERMANN, Oren (2022): At a secret airfield in Eastern Europe, a multinational effort to send weapons to Ukraine proceeds at high speed. *CNN Politics*, 2022. március 7. Online: <https://edition.cnn.com/2022/03/06/politics/mark-milley-ukraine-military-assistance/index.html>
- Lviv paratroopers shoot down Russian Su-25 plane (2022). *Ukrinform*, 2022. május 22. Online: www.ukrinform.net/rubric-ato/3489412-lviv-paratroopers-shoot-down-russian-su25-plane.html
- Martlet (missile) [é. n.]. *Wikipedia*. Online: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Martlet_\(missile\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Martlet_(missile))
- MERCHANT, Nomaan (2022): U.S. announces \$820 million in Ukraine military aid, including missile systems. *PBS NewsHour*, 2022. július 1. Online: www.pbs.org/newshour/politics/u-s-announces-820-million-in-ukraine-military-aid-including-missile-systems
- Mistral (missile) [é. n.]. *Wikipedia*. Online: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Mistral_\(missile\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Mistral_(missile))
- NASAMS [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/NASAMS>
- Nearly \$3 Billion in Additional Security Assistance for Ukraine (2022). *U.S. Department of Defense*, 2022. augusztus 24. Online: <https://defense.gov/News/Releases/Release/Article/3138105/nearly-3-billion-in-additional-security-assistance-for-ukraine/>
- Pancir-Szl – a sokoldalú (2017). *Háború Művészete*, 2017. október 27. Online: www.haboru-muveszete.hu/
- Pantsir missile system [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Pantsir_missile_system
- PARSONS, Dan (2022): Ukraine Situation Report: Gepard Anti-Aircraft Systems Now In The Fight. *The War Zone – The Drive*, 2022. augusztus 25. Online: www.thedrive.com/the-war-zone/ukraine-situation-report-gepard-anti-aircraft-systems-now-in-the-fight
- Piorun (missile) [é. n.]. *Wikipedia*. Online: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Piorun_\(missile\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Piorun_(missile))
- RYABOV, Kirill (2022): Multi-purpose rocket Thales LMM Martlet. Threat of a new generation. *Military Review*, 2022. április 13. Online: <https://en.topwar.ru/194854-mnogocелевая-raketa-thales-lmm-martlet-ugroza-novogo-pokolenija.html>
- S-125 Neva/Pechora [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/S-125_Neva/Pechora
- S-125-2D PECHORA [é. n.]. *SE SFTF „Ukroboronexport”*. Online: http://ue.com.ua/products/en/?id=0&pid=catalogue&language=eng&catalogue_id=228&type=contenthttps://jetplanes.blog.hu/2017/03/27/mitoszrombolo_18_eve_lottek_le_a_lopakodot
- SA-6 Gainful 2K12 Kub Ground-to-air missile system (2017). *Army Recognition*. Online: https://armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/sa-6_gainful_2k12_kub_ground-to-air_missile_system_technical_data_sheet_specifications_information.html

- SÁLYI Gergő (2021): Sikeresen teljesítették a harcászati képességellenőrzést a győri katonák. *Honvedelem.hu*, 2021. november 5. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/sikeresen-teljesitetek-a-harcaszati-kepessegellenorzest-a-gyori-katonak.html>
- Senior Defense Official Holds a Background Briefing (2022). *U.S. Department of Defense*, 2022. május 2. Online: www.defense.gov/News/Transcripts/Transcript/Article/3017053/senior-defense-official-holds-a-background-briefing/
- Starstreak [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Starstreak>
- Stonefort2 (2017): Mítoszromboló.... 20 éve lőtték le a „lopakodót”. *Jetplanes*, 2017. március 27. Online: https://jetplanes.blog.hu/2017/03/27/mitoszrombolo_18_eve_lottek_le_a_lopakodot
- Tor missile system [é. n.]. *Wikipedia*. Online: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Tor_missile_system
- Ukraine to buy 10 IRIS-T air defence systems from Germany (2022). *Ukrayinska Pravda*, 2022. június 23. Online: www.pravda.com.ua/eng/news/2022/06/23/7354251/
- Ukraine Weapons Tracker [@UAWeapons] (2022): #Ukraine: The Come Back Alive foundation has shared footage of vintage AZP S-60 57mm AA guns in use with Ukrainian forces- but this time in the indirect fire role, enabled by specialised training and software, to „reach out and touch” targets from no less than 6.1km away. *Twitter*, 2022. augusztus 7. Online: <https://twitter.com/UAWeapons/status/1556393302144040969>
- Ukraine’s Armed Forces destroy Russian Su-34 fighter jet in Kharkiv region (2022). *Ukrinform*, 2022. április 21. Online: www.ukrinform.net/rubric-ato/3463692-ukraines-armed-forces-destroy-russian-su34-fighter-jet-in-kharkiv-region.html
- Ukrainian Defense Review*, (1). 2019. január–március. Online: https://issuu.com/ukrainian_defense_review/docs/udr_1/26
- VENCKUNAS, Valius (2022): First Russian drone destroyed by a new British Martlet missile in Ukraine. *AeroTime*, 2022. április 10. Online: www.aerotime.aero/articles/30717-russian-drone-destroyed-by-british-martlet-missile
- War in Ukraine: Russian helicopter ‘hit by British missile system’ (2022). *BBC News*, 2022. április 2. Online: www.bbc.com/news/av/world-europe-60968544
- WETZEL, Tyson (2022): Ukraine air war examined: A glimpse at the future of air warfare. *Atlantic Council*, 2022. augusztus 30. Online: www.atlanticcouncil.org/content-series/airpower-after-ukraine/ukraine-air-war-examined-a-glimpse-at-the-future-of-air-warfare/
- Yontzee (2022): ZSU-23-4M-A1 ‘Rokach’: Shilka Reinvigorated. *War Thunder*, 2022. augusztus 11. Online: <https://forum.warthunder.com/index.php?/topic/560686-zsu-23-4m-a1-rokach-shilka-reinvigorated/>
- ZU-23-2 [é. n.]. *Wikipedia*. Online: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/ZU-23-2>
- ГЕРАСИМОВ, Валерий Васильевич (2018): Влияние современного характера вооруженной борьбы на направленность строительства и развития вооруженных сил российской федерации. Приоритетные задачи военной науки в обеспечении обороны страны. *Вестник Академии Военных Наук*, 63(2), 16–22. ISSN 2073-8641 (GERASIMOV, Valerij Vasziljevics [2018]: A fegyveres harc modern jellegének hatása az Oroszországi Föderáció fegyveres erőinek építésének és fejlődésének irányára. A katonai tudomány kiemelt feladatai az ország védelmének biztosításában. *A Hadtudományi Akadémia Értesítője*, 63(2), 16–22. ISSN 2073-8641)

Vákát

Az orosz–ukrán háború tanulságai védelmi ipari szempontból vizsgálva

Az orosz–ukrán háború olyan konfliktus, amelyhez hasonló talán 50 éve nem zajlott a bolygón. A világ második legerősebbnek tartott hadserege kinetikus háborúban próbál elfoglalni egy országot, amelynek védelmi harcát a világ legfejlettebb országai támogatják. Egyértelmű, hogy ennek a háborúnak, akárhogy is zajlik le, óriási lesz a hatása a hadtudomány alakulására. A tapasztalatok feldolgozása már el is kezdődött. Ez a tanulmány a védelmi ipar szempontjából vizsgálja az eseményeket, és megpróbál minél több tapasztalatot és következtetést levonni. Olyanokat, mint hogy az értékláncokhoz történő hozzáférés továbbra is kulcsfontosságú, a polgári cégek és ágak szerepe tovább növekszik, jelentős kapacitáskorlátokkal küzd a globális védelmi ipar, a hidegháború után újra előtérbe kerül a gazdaság túlélőképessége, mennyire fontos a társadalom általános műszaki, valamint védelmi ipari tudásszintje, illetve hogy a hadviselés változása milyen következményekkel kell hogy járjon a védelmi ipari kutatás-fejlesztésre és gyártásra.

Kulcsszavak: védelmi ipar, orosz–ukrán háború, hadviselés, katonai logisztika

The Defense Industrial Lessons of the Russian–Ukrainian War

It has been 50 years since the world last time saw a conflict similar to today's Russian–Ukrainian war. In a kinetic military action, the Russian military, considered to be the second strongest one in the world, is trying to occupy another country whose defense is supported by the most developed ones. It is clear that this war will have a huge impact on the military science. The processing of experiences has already begun. This paper analyzes the events from the aspect of defense industry and tries to draw appropriate conclusions. These are the following ones: the importance of having access to the value chains continues to stand, the role of the civilian branches and companies continues to grow, the global defense industry fights with serious capacity problems, the economic resilience as defense ability reappears after the Cold War, the importance of the general engineering and specific defense engineering knowledge of the society is highlighted by the war, and the change of warfare will have strong effects on the defense industrial research and development programs.

Keywords: defense industry, Russian–Ukrainian war, warfare, military logistics



Bevezetés: mit tudunk, és mit nem tudunk?

2022 tavaszán az egyik tanórán megkérdezték a hallgatók, hogy mire képes az orosz védelmi ipar. Csak a következőt tudtam válaszolni: „Nem tudjuk. És jó eséllyel Vlagyimir Putyin sem tudja.” Ez utóbbinak van gazdasági-műszaki (az értékláncokhoz történő hozzáférés teljes bizonytalansága Oroszország részéről), illetve társadalmi rendszerspecifikus (erősen autokratikus rendszerben általában nagyon durván torzult, a vélt vagy valós elvárásoknak megfelelően kozmetikázott információk áramlanak fölfelé) háttere is.

Viszont egy tanulmánynak – különösen, ha egy doktori iskola jubileumi kötetében jelenik meg – inkább arról kell szólnia, hogy mi az, amit tudunk. Tudjuk például, hogy milyen átalakuláson ment keresztül már a háború előtt is a világ védelmi ipara.¹ Elég pontosan tudjuk azt is, hogy milyen eszközöket, platformokat használnak a háborús felek. Ezek még nyíltan is jól elérhetők,² az egyes információszerzéssel foglalkozó nemzetbiztonsági szolgálatok pedig szinte 100%-os pontossággal lehetnek képesek ezt meghatározni. Ennek oka, hogy a polgári és katonai technológiák összemosódásából adódóan soha nem látott mértékű, pontosságú és gyorsaságú rálátással rendelkeznek a felek a hadműveleti területen (illetve az amögött) zajló eseményekre. Erre jó példa a teljesen polgári Maxar cég, amelynek műholdjai soha nem látott fókuszú és pontosságú, valós idejű felvételeket biztosítanak – a Pentagonon keresztül – az ukrán katonai döntéshozatalnak.³ Ugyanígy bármikor felvételeket készíthet bármely járőkelő vagy autós is a zsebében lévő telefonnal az éppen mellette elhaladó katonai konvojról mindenféle különösebb titkosügynöki szaktudás nélkül, amelyet rövid időn belül vagy akár szinte azonnal fel is tölthet az internetre. Vagy éppen egy turisztikai ügynökség biztonsági kamerája szolgáltathat tökéletes információt az ellenség mozgásáról.⁴

Ebből a korábban soha nem látott mértékű nyilvánosságból adódik, hogy teljesen felesleges a háborús feleknek titkolni bevetett haditechnikai eszközeiket. Sőt, ellenkezőleg, mivel minden korábbinál szélesebb platformon folyik kommunikációs – és hibrid – hadviselés is a felek között mind saját társadalmuk támogatásának megőrzése, mind a külföldi szimpatizánsok és támogatók táborának növelése érdekében, ezért a titkolódzásnál sokkal nagyobb haszonnal jár a bevetett modern haditechnikai eszközök bemutatása – különösen műveleti feladat végrehajtása közben. Éppen ezért pont az orosz és az ukrán hivatalos vagy félhivatalos források mutatják talán a legpontosabb képet arról, hogy az adott fél milyen eszközparkkal is vesz részt a háborúban.

A fentiek alapján fél évvel⁵ a háború kitörése után már elég nagy bizonyossággal kijelenthető, hogy az orosz védelmi ipar elég limitált módon képes támogatni a háborút,

¹ TAKSÁS Balázs (2022): Hadiipari transzformáció a 21. században. In M. SZABÓ Miklós (szerk.): *A hadtudomány aktuális kérdései napjainkban: I. kötet*. Budapest: Ludovika, 179–207.

² Például Oryx (2022): Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine. *Oryx*, 2022. február 24.

³ Sandra ERWIN (2022): Maxar Eager to Launch New Satellites Amid Soaring Demand for Imagery Over Ukraine. *SPACENEWS*, 2022. április 11.

⁴ Miriam BERGER (2022): A Chernobyl Tour Group Secretly Helped Track Russia's Invasion. *The Washington Post*, 2022. augusztus 21.

⁵ A tanulmány írásának időpontja 2022 szeptembere.

legalábbis sokkal limitáltabban, mint azt sok szakértő várta volna. Erről félhivatalos úton már az orosz haderő is elkezdett panaszkodni.⁶ A másik oldalon a Nyugattól kapott védelmi ipari támogatás is sokszor korlátozottnak tűnik. Mindezen megfigyelések teljes gazdasági-társadalmi végigfejtése jóval hosszabb anyagot igényelne, azonban a legfontosabb tanulságokat megpróbálom összefoglalni ebben a tanulmányban. Ezek a következők:

- az értékláncokhoz történő hozzáférés kiemelt fontossága;
- a hadviselés változása és annak hatása a védelmi iparra;
- a polgári cégek szerepének növekedése;
- a védelmi ipari kapacitáskorlátok fennállása;
- a gazdasági túlélőképesség és reziliencia újbóli előtérbe kerülése;
- a civil társadalom általános és védelmiipar-specifikus tudásának fontossága.

Az értékláncokhoz történő hozzáférés kiemelt fontossága

Az értékláncokhoz történő hozzáférés fontosságára már régebben felhívtam a figyelmet.⁷ Napjainkban már nincsen – a polgári ágazatoktól, a gazdaság többi részétől – elkülönült védelmi ipar, hanem utóbbi a nemzetgazdaság szerves része. Amit a gazdaságunk tud (tudásban, technológiában), azt tudja a védelmi iparunk is. Ahogy nincs külön polgári és katonai félvezető, úgy nincs külön katonai mechatronika, elektrooptika stb. sem. A haditechnikai platformok egyre több polgári technológiát foglalnak magukba, így a védelmi ipari értékláncoknak egyre több polgári cég a részese. Jól mutatja ezt, hogy például a Pentagon gigabeszerezésein egyre többször jelennek meg olyan cégek, mint a Microsoft vagy az Amazon, amelyek már nemcsak kiemelt komponensbeszállítói az olyan tradicionális védelmi ipari cégeknek, mint a Lockheed Martin vagy a Raytheon Technologies, hanem első körös védelmi technológiai fejlesztőknek számítanak. Nem véletlen az sem, hogy az amerikai védelmi minisztérium már az elmúlt évtizedben felismerte, hogy a polgári cégeknél meglévő technológia bevonása a védelmi szektorba kiemelt fontosságú a nemzetbiztonság szempontjából, és ezért ezen célból meghirdette a *third offset* programot.⁸

Mindemellett a haditechnikai rendszerek egyre komplexebbé, egyre bonyolultabbá válnak. Miközben egy-egy haditechnikai eszköz is jellemzően egy nagyobb rendszer eleme, ahol a rendszer egyes elemei között akár valós idejű információ- és adatáramlás is zajlik, maga az eszköz is egyre több komponensből tevődik össze. Például napjaink legmodernebb haditechnikai platformjának, az 5. generációs F-35-ös vadászgépnek a tervezése a 80-as évek legvégén kezdődött el. A tervezés és a gyártás 9 ország kooperációjában zajlik megszámlálhatatlanul sok beszállítói cég részvételével. Ebből a komplexitásból

⁶ Ukrajna: gladiatorskie boi. *Prisp*, 2022. augusztus 4.

⁷ TAKSÁS Balázs (2017): A védelmi ipar és a katonai logisztika elfedett biztonsági kockázatai napjaink globalizált világában. *Honvédségi Szemle*, (6), 105–117.

⁸ Eric P. HILLNER (2019): The Third Offset Strategy and the Army Modernization Priorities. Center for Army Lessons Learned.

adódik az, hogy 3-4 évente mindig felbukkan egy hír, hogy újabb kínai alkatrészt⁹ vagy kínai tulajdonú céget¹⁰ találtak az ellátási láncban, s szintén ennek a következménye az, hogy amikor az orosz légvédelmi rendszer vásárlása miatt a törököket kizárták a programból, maga az amerikai védelmi ipar lobbizott azért, hogy egyelőre a török cégek maradhassanak az értékláncban, mert nagyon lassú a helyettesíthetőségük, és azonnali lecserélésük a gyártás fennakadásával járna.¹¹ Az előzőekből megérthető talán a védelemgazdasági szakemberek azon szkepticizmusa, amelyet megfogalmaznak az orosz ötödik generációs vadászgépprogrammal, a Szu-57-essel kapcsolatban. Aligha hihető, hogy miközben az amerikai gazdaságnak nemzetközi partnercégek sokaságára van szüksége az F-35-ös gyártásához, addig az 1/14-ed akkora orosz gazdaság (még ennél is rosszabb arányú kutatási-fejlesztési és innovációs potenciállal) képes lenne önmagában hasonló képességű eszköz gyártására. Nem véletlen, hogy az egész háború során – miközben napi szinten ömlenek minden *domainből* a harci cselekményekről videófelvevételek – egyetlen egy hírt publikáltak Szu-57-esek bevetéséről, amelynek hitelessége egyáltalán nem bizonyított.¹² Pedig, mivel nem sikerült az oroszoknak a teljes légtéruralmat kialakítani, egy ötödik generációs vadászgép biztosan sokat segítene a háború eldöntésében. Hiányának oka minden bizonnyal az, hogy a – 2014-es tervezett rendszeresítés ellenére – a Szu-57-es mint ötödik generációs képességekkel rendelkező repülőgép nem létezik, vagy csak mint prototípus létezik. Egy amerikai védelemgazdasági szakember azt írta nekem, hogy az ő tudomása szerint az orosz gazdaság – a háború előtt – évi 3 db SZU-35-ös legyártására volt képes. Ez a közel fél évszázados múlttal rendelkező SZU-27-es 80–90-es években továbbfejlesztett változata, amely messze áll az ötödik generációs képességektől. Ráadásul most az orosz védelmi iparnak a gazdasági szankciók által a nemzetközi értékláncokhoz történő hozzáférés korlátozása még nagyobb nehézségeket fog okozni, nemcsak a repülőgéptípus előállításában, hanem a védelmi ipar teljes spektrumában és a K+F+I tevékenységben is.

Jól mutatja ezt az a videó is, amelyet az ukrán fegyveres erők publikáltak, s amelyben egy, még a háború előtt készült orosz Orlan drónt szednek darabjaira.¹³ A drón gyártói mindamellett, hogy néha elég „*home made*” megoldásokkal operáltak, rengeteg külföldi, főleg japán alkatrészt használtak az eszköz összerakásához. Olyan fontos főkomponensek japán eredetűek, mint a motor, a kamera vagy a vezérlés. Természetesen ilyen videónál sohasem lehet tudni, hogy igazi-e, vagy megkomponált, de az orosz gazdaság általános képességeit és értékláncait ismerve a valóság nagy valószínűséggel a videóban bemutatott vagy ahhoz nagyon hasonló lehet.

Az értékláncok megnövekedett fontosságából azt a következtetést is levonhatjuk, hogy soha nem látott módon elkülönült a kutatási-fejlesztési és a gyártási tevékenység,

⁹ Lee HUDSON (2022): Pentagon Suspends F-35 Deliveries After Discovering Materials from China. *POLITICO*, 2022. július 9.

¹⁰ Deborah HAYNES (2019): F-35 Jets: Chinese-owned Company Making Parts for Top-secret UK-US Fighters. *Sky News*, 2019. június 15.

¹¹ Joe GOULD (2020): Stop Buying Turkey's F-35 parts, Lawmakers Tell DoD. *Defense News*, 2020. július 7.

¹² Bevetették az oroszok a legmodernebb, Szu-57-es lopakodó vadászbombázójukat Ukrajnában (2022). *Portfolio*, 2022. július 9.

¹³ Operator Starsky [@StarskyUA] (2022): “Unboxing” of Russian “Orlan”. *YouTube*, 2022. április 14.

olyan szempontból, hogy egészen más képességet igényel egy prototípus létrehozása, mint a megfelelő költség- és minőségkontrollal, precízen kialakított beszállítói hálózattal működő tömeggyártás megszervezése. Míg előbbi alapvetően műszaki-technikai és természettudományos ismereteket igényel, addig az utóbbihoz óriási mértékű gazdasági, menedzsment- és iparpolitikai tudás is szükséges. Amennyiben utóbbi nincsen meg, úgy hiába fogja a kreatív mérnöki gárda prototípusok sorát produkálni, a haderő mégsem lesz felszerelve modern, megbízható és az adófizetők számára elfogadható áron beszerezhető eszközökkel. A kutatás-fejlesztés és a gyártás között a hidat a termékesítés folyamata jelenti, amelynek jelentősége a fentiek következtében kiemelt fontosságúvá válik a védelmi iparban (is). Ez garantálja, hogy már eleve a tervezés se mérnökök grandiózus lázálma legyen, hanem olyan irányba induljon el ez a – már önmagában is rettentően költséges – folyamat, amelynek a végén olyan termék születik, amely megfelel a valós felhasználói igényeknek, amelynek gyártása megfelelő költségkeretek között tartható, s amely során a magas szintű minőségmenedzsment garantálható, és amelynek a beszállítói láncolata megfelelő minőségbiztosítással, megbízhatósággal, kapacitásrugalmassággal rendelkező cégekkel lefedhető a hazai gazdaságból vagy a szövetséges országokból. Látható tehát, hogy a termékesítés legalább olyan bonyolult és nehéz, mint maga a kutatás-fejlesztés.

Ezt mutatják az orosz–ukrán háború tapasztalatai is. Miközben az elmúlt évtizedben modern haditechnikai eszközök sorát mutatták be a Vörös téri parádékon, ezek jelentős részének nyomát sem látjuk a háborúban, miközben szemmel láthatólag kikonzervált, sok évtizedes korú eszközök sora vesz részt benne, amelyek műveleti képessége – mindenféle improvizált, sokszor harctéri buhera ellenére is¹⁴ – töredéke modern társaikénak. Ezért is tette félhivatalosan szóvá az orosz haderő, hogy a háború elhúzódásáért és a tervezettnél hatványozottan nagyobb veszteségekért nem a katonai vezetés inkompetenciája és az alakulatok felkészületlensége okolható, hanem az, hogy az orosz védelmi ipar nem képes az ukrán oldalon megjelenő nyugati fegyverek képességeivel paritást elérő fegyverrendszerekkel felszerelni a haderőt.¹⁵ Miközben az állításban nagy igazság van, az orosz védelmi ipar védelmében mindenképpen fel kell hoznunk azt, hogy ők is csak abból tudnak főzni, amilyük van. Mivel az orosz gazdaság teljesítménye töredéke a nyugati társadalmakénak, innovációs kapacitásának és technológiai szektorának mérete még ennél is kisebb arányaiban, menedzsmenttudásban, piacosítási képességekben és nemzetközi beszállítói kapcsolatokban óriási az elmaradása, így a védelmi ipari értékláncok lefedettsége minden bizonnyal nagyon hiányos, és számos kritikus elemet nélkülöz. Ennél fogva a védelemgazdasági szakemberek számára nem meglepő az a nehézség, amellyel az orosz hadvezetésnek szembesülnie kell a modern haditechnikai eszközök általános használatának hiányából adódóan.

¹⁴ Huszák Dániel (2022): Elképesztő gyűjtés készült az orosz haderő sufnituning járműveiről. *Portfolio*, 2022. április 7.

¹⁵ Ukrajna: gladiatorskie boi. *Prisp*, 2022. augusztus 4.

A hadviselés változása és annak hatása a védelmi iparra

A hadviselés folyamatosan változik, és a védelmi ipar állandó feladata, hogy időben megértse a változás aktuális hajtóerőit, kulcstényezőit. Ez nagyon nehéz feladat, mert a történelem szerencsésebb időszakaiban a nagyhatalmak nem folytatnak háborút, és ezért ilyen időszakokban nehéz észrevenni, hogy a technológiai fejlődés hogyan is változtatja meg a hadviselést. Márpedig a védelmi ipari kutatás-fejlesztés más ágazatokhoz képest – a rendszerek és a platformok komplexitásából adódóan – hosszadalmasabb tevékenység, így amelyik ország védelmi iparának nem sikerül elkapnia a változás trendjét, az súlyos lemaradásba kerül, és az általa kiszolgált haderő jelentős műveletiképesség-hiányokkal szembesül. Az orosz–ukrán háború egyrészt elég jó képet fest a változás trendjéről, másrészt azt is megmutatja, hogy milyen az, ha egy védelmi iparnak nem sikerül elkapnia ezt a trendet.

Az első fontos változást már említettem a bevezetőben. A technológiai fejlődés révén soha nem látott mértékű rálátása nyílik a hadviselő feleknek mind a hadművelleti színtéren, mind a mögöttes területeken zajló eseményekre. Ennek eléréséhez kulcsfontosságú szerep hárul az űriparra (például műholdak), a telekommunikációs és hírközlési szektorra, az információs technológiai szektorra és a védelmi ipar azon szegmensére, amely felderítőeszközök (például drónok) gyártásával foglalkozik. Ugyanígy a védelmi ipar feladata, hogy az előző eszközöket és rendszereket olyan, még nagyobb rendszerbe integrálja, amely a lehető leggyorsabb információáramlást és – egyre inkább gépi – adatfeldolgozást teszi lehetővé az elérhető leggyorsabb műveleti döntéshozatal érdekében. Ez utóbbi azért kiemelkedő fontosságú, mert a fentebb felsorolt ágazatok eszközeinek segítségével olyan mértékű adathalmaz jön létre a művelet során, amelynek feldolgozása már nagy kihívásokat jelent, és ebből adódóan a feldolgozási sebesség és az ebből eredő műveleti döntéshozatali sebesség és minőség a háborút döntheti el. Nem véletlen, hogy az USA hadereje már régóta kulcsfontosságú tényezőnek tekinti ezt a területet, és ezért mind a Pentagonban, mind haderőnemi szinten, mind az egyes parancsnokságokon „*chief data officer*” pozíció létrehozásáról döntöttek, és fontos lépéseket tettek abba az irányba, hogy a jövőben minden keletkező adat egy rendszerbe kerüljön, és feldolgozásuk a lehető leggyorsabban, jellemzően mesterséges intelligencia segítségével megtörténjen.¹⁶ A jelenleg zajló háborúban azt tapasztaljuk, hogy az ukrán oldal az amerikai haderő és a mögötte álló védelmi és polgári szektorok segítségével nagyobb rálátással rendelkezik a hadszíntérről. Ezt a következtetést abból vonhatjuk le, hogy a háború kezdeti szakasza után erőinek eloszlása a front(ok) különböző szakaszain általában jól lekövette az orosz hadvezetés támadási céljait. Ezzel szemben az orosz oldalon néha vakfoltok alakulnak ki. A 2022 szeptemberében a harkivi régióban lezajlott ukrán ellentámadás például szemmel láthatólag váratlanul érte az orosz erőket, ami meglepő ilyen mértékű hadszíntéri rálátás mellett. Mivel nem feltételezem, hogy olyan mértékű hibát elkövetne az orosz hadvezetés, hogy szabadon hagyja szárnyait egy jelentős mértékű ukrán összpontosítás előtt, ezért azt

¹⁶ Nathan STROUT (2020): Special Operations Command Wants to Put All Mission Data in a Single Pane of Glass. *C4ISRNet*, 2020. június 1.

a következtetést kell levonnom, hogy egyszerűen nem rendelkeztek a megfelelő minőségű információval, azaz az orosz védelmi ipari és polgári eszközök, rendszerek közel sem képesek azt az információs támogatást nyújtani, mint a másik oldalon az amerikaiak.

A történelemben ciklikus változását látjuk annak, hogy a védelemi vagy támadóképeségek fejlődnek jobban, s ebből adódóan melyik jelenti a hadműveleti és hadászati siker kulcsát. A jelenleg zajló orosz–ukrán háború eddigi fejleményei azt mutatják, hogy új ciklus kezdetén lehetünk, ahol a védelmi képességek kerülnek előtérbe.¹⁷ Az oroszoknak fél év alatt sem sikerült teljes légi fölényt kialakítaniuk Ukrajna felett, és jelentős számú páncélos eszközbeli fölényük ellenére sem sikerült egyik frontvonalon sem áttörést elérniük. Lassú előrehaladást végül masszív tűzérési tűztámogatás segítségével értek el Luhanszk és Donbasz megyében. Az átütő siker elmaradásának okaként látni kell, hogy egy 10 millió dolláros harckocsi elpusztítható egy 175 000 dolláros Javelin vagy egy 6000 dolláros Carl Gustav rakétával. Vagy éppen egy 18 millió dolláros helikopter (plusz a jó pár millió dollárért kiképzett személyzete) elpusztítható egy 120 000 dolláros Stinger rakétával, míg egy milliárddolláros cirkáló elsüllyeszthető egy figyelemelterelő drón és egy hajó elleni rakéta segítségével.¹⁸ A védelemben használt haditechnikai eszközök fejlődése (pontosabb célvezetés és célkövetés, sokkal könnyebb hordozhatóság, könnyebb alkalmazhatóság stb.), valamint a katonai vezetés reformja¹⁹ (gyorsabb adatfeldolgozás, decentralizált, alegységszintű döntéshozatal stb.) olyan rendszerszintű változást hozott a hadművészetben, amely következtében a világ összes haderejének – élén az USA-éval – el kell gondolkoznia azon, hogy gyors, döntő csapások sorozatára épülő, támadást favorizáló katonai doktrínáját miként módosítsa a jelenlegi háború tapasztalataival.²⁰ Mind a háború tapasztalatai, mind a katonai doktrínák esetleges változásai természetesen jelentős hatással lesznek a védelmi ipar termékstruktúrájára, valamint kutatási-fejlesztési irányaira is. Hiszen miközben éppen zajlik az amerikai haderőben a vietnámi háború óta legnagyobb helikopterprogram, amely szinte a teljes flotta lecserélését irányozza elő, s folyik a tender a Bradley gyalogsági harcjármű lecserélésére is, míg a világ vezető hadiipari vállalatai új és új páncélos harcjárművekkel (köztük harckocsikkal) jelennek meg a védelmi ipari expókon, addig pont ezen eszközök teljesítménye a háborúban – különösen életciklusköltségükhöz viszonyítva – meglehetősen gyenge. Természetesen azok az eszközök, amelyek most prototípusként megjelennek, az elmúlt évtized K+F+I tevékenységének eredményei, amely az elmúlt évtized(ek) katonai doktrínáin és háborús tapasztalatain alapul. Azonban kérdés, hogy egyes országok védelmi ipara most mennyire gyorsan képes adaptálni ennek a háborúnak a tapasztalatait. Itt talán a Távol-Kelet lehet kicsit hátrányban, lévén ezen országok (Kína, Dél-Korea, Japán) nem

¹⁷ David JOHNSON (2022): Ending the Ideology of The Offense, Part I. *War on the Rocks*, 2022. augusztus 15.

¹⁸ Brandon TSENG (2022): Tanks and Helos: How Ukraine Can Inform Military Modernization Efforts. *Defense News*, 2022. március 31.

¹⁹ Xander LANDEN (2022): Russian Adherence to Soviet Doctrine ‘Demoralizing’ to Troops. *Newsweek*, 2022. szeptember 12.

²⁰ David JOHNSON (2022): Ending the Ideology of The Offense, Part II. *War on the Rocks*, 2022. augusztus 25.; Maximilian K. BREMER – Kelly A. GRIECO (2022): In Denial About Denial: Why Ukraine’s Air Success Should Worry the West. *War on the Rocks*, 2022. június 15.

érintettek közvetlenül a háborúban, és így nem szereznek első kézből információkat, ellentétben az orosz és a nyugati – különösen az amerikai – védelmi iparral.

Az előző bekezdésben kifejtett változásból adódik az, hogy bár *multi-domain* műveletekről beszélhetünk, a háborúban eddig nagyon korlátozott szerepet játszik mind a légi erő, mind a haditengerészet. És bár a kibertérben is folyamatosan dúl a harc, úgy látszik, ott is a védelmi képességek fejlődése volt a gyorsabb az elmúlt időszakban.²¹ Ebből adódóan a szárazföldi haderőnem (beleértve a különleges műveleti, illetve rakétatüzérszervezeteket is) szerepe a háború lefolyásában a vártnál nagyobb.²² Egyszerűen a légierő és a haditengerészet eszközeinek sebezhetősége – több tényezőtől kifolyólag – túlságosan megnőtt – különösen az eszköz és a kezelőszemélyzet pótlásának határkölségét tekintve – ahhoz, hogy a parancsnokok ezen haderőnemek használatára jelentős mértékben támaszkodni tudjanak.²³ Ez a védelmi ipari kutatásra-fejlesztésre is hatással van. Egyrésztől még inkább előtérbe kerül ezen haderőnemeknél a hagyományos eszközök kisebb, olcsóbb és ember nélküli variánsokkal történő helyettesíthetőségének kérdése, másrésztől valószínűleg a védelmi ipari kutatási-fejlesztési költségvetésen belül átrendezés történik majd a szárazföldi haderőnem irányába, amely a K+F+I területen eddig sokszor mostohagyermeknek számított. (Gondoljunk csak bele, hogy mekkora egy ötödik generációs vadászgép vagy egy új anyahajó, esetleg egy új tengeralattjáró-típus fejlesztésének költsége egy páncélozott harcjármű fejlesztéséhez képest! Érdemes azon is elfilozofálni, hogy vajon mennyire alakult volna másképpen az orosz–ukrán háború, ha az orosz katonai vezetés nem a sikertelen Szu-57-es programba, a tengeralattjáró-modernizációs programba vagy a hiperszonikusrakéta-fejlesztési programba öli a pénzt az elmúlt évtizedekben, hanem a szárazföldi haderőnem fegyvernemeinek teljes körű modernizálásába!)

A háború szintén felhívja a figyelmet a precíziós tűzérségi eszközök alkalmazásának előnyeire. A tapasztalatok azt mutatják, hogy egy-egy ilyen eszközzel elkövetett támadás sokkal hatékonyabb tud lenni, mint akár tömeges csapás mérése hagyományos eszközökkel. Különösen igaz ez sűrűn lakott területen található célpontok esetében, ahol a hagyományos tűzérségi eszközök jóval nagyobb pontatlansága olyan romboláshoz vezet, amely súlyos nemzetközi felháborodást képes előidézni. (Márpedig, ahogy a tanulmány elején szó volt róla, a kommunikáció és a nemzetközi közvélemény szerepe kiemelt fontosságú a modern háborúban.) Ez a tapasztalat a precíziós eszközök és lövedékek használata kapcsán az adófizetőknek fog fájni világszerte, mert ezek gyártása sokszorosába kerül hagyományos társaikénak.

Nagyon fontos tapasztalat, hogy a rendelkezésre álló információs technológiai eszközök kreatív használata, kombinálva a parancsnoki döntéshozatal decentralizációjával, nagy döntéshozatali sebességelőnyt jelent, amely a katonai műveletek során mindig

²¹ SZEDLÁK Ádám (2022): Az ukránok létrehozták a tűzvezetés Uberjét – interjú. *Forbes*, 2022. szeptember 10.

²² David JOHNSON (2022): The Army Risks Reasoning Backwards in Analyzing Ukraine. *War on the Rocks*, 2022. június 14.

²³ Phillips Payson O'BRIEN – Edward STRINGER (2022): The Overlooked Reason Russia's Invasion Is Floundering. *The Atlantic*, 2022. május 9.

kiemelt fontosságú. Az eddigi tapasztalatok alapján az orosz haderő a vártnál sokkal rosszabb szereplését jelentős mértékben ennek jóval lassabb felismerése és adaptálása okozza, az, hogy a merev orosz katonai rendszer jóval inkább ragaszkodik a hagyományos műveleti vezetési modellhez.²⁴

Utolsó háborús tapasztalatként meg kell említeni az örökzöld témát: a logisztikai képességek kiemelkedő fontosságát. Ez az, amiről a történelem során már annyit beszélt szakemberek és hadvezérek sora, mégis a hadművészek, a katonai stratégiák és a haderő-tervezők rendszeresen elfelejtik figyelembe venni. Így van ez Magyarországon is, ahol például magas rendfokozatú katonai vezetők kérdőjelezik meg, hogy miért kell a Hadtudományi Doktori Iskolában katonai logisztikát tanulni. Valószínűleg ez történt Oroszországban is, ahol már az invázió első napjaiban összeomlott a logisztikai támogatási lánc, s a logisztikai erők nem voltak képesek üzemanyaggal, lőszerrel, élelmiszerrel stb. ellátni a támadó műveletet folytató alakulatokat. Ezért már az első napok után hosszú vasúti szállítmányokkal kellett a hátszorból utánpótlásként polgári logisztikai járműveket a frontra küldeni a kapacitások megnövelése érdekében.²⁵ Pedig a logisztikai képességek megléte és megvédése fontosabbá vált a háború megvívásának sikerében, mint valaha.²⁶ Ezt mind a katonai parancsnokoknak, mind a védelmi ipari vezetőknek meg kell érteniük, különben feleslegesen fejlesztenek és építenek robosztus erőket a harc megvívásához, azok béna kacsaként fognak csak működni a háborúban. Hiszen a mostani tapasztalatok is azt mutatják, hogy a logisztika működésképtelenné tétele szinte elsődleges célja az ellenség csapásainak. (Elég csak belegondolni a háború kezdetén Kijevtől északra álló hatalmas orosz katonai konvoj ellátásának akadályozásába, a Hosztomel repülőtérért vívott csata jelentőségébe, a drónok használatába üzemanyagszállító konvojok támadására, a HIMARS-ok, valamint az orosz rakétatüzérség használatába az orosz, illetve ukrán hátszorból lévő lőszerraktárak, ellátási pontok, javítóüzemek megsemmisítésére, a Dnyeper folyón lévő hidak, majd pontonhidak folyamatos rombolásába stb.)

A polgári cégek szerepének növekedése

Szintén fontos – de nem új – változás az, hogy a polgári cégek szerepe mind a védelmi ipari gyártásban és szolgáltatásban, mind közvetlenül a hadviselésben megnövekszik.

A védelmi iparban e szerep már hosszabb ideje nő, aminek a hátterében az áll, hogy a 20. század végére az életszínvonal emelkedésével olyan hatalmas vásárlóerő alakult ki a világ országaiban, amely azt okozta, hogy a háztartások ma már sokkal nagyobb piacot jelentenek, mint a védelmi szféra. Azaz sokkal nagyobb profitot lehet termelni, *ergo* sokkal inkább érdemes tőkét fektetni polgári termékek gyártásával foglalkozó cégekbe (különös tekintettel a nagy profitabilitású *high-tech* ágakban). Ez természete-

²⁴ SZEDLÁK 2022.

²⁵ Úgy néz ki, az oroszok már civil járművekkel próbálják pótolni veszteségeiket (2022). *Portfolio*, 2022. március 7.

²⁶ Andrew EVERSDEN (2022): US Army Secretary: 5 Lessons from the Ukraine Conflict. *Breaking Defense*, 2022. június 1.

sen a kutatásban-fejlesztésben is megjelenik. Jól mutatja ezt az, hogy amíg az 1960-as években a világ kutatási-fejlesztési kiadásainak 36%-át a Pentagon finanszírozta, addig 2020-ra ez az érték 3,6%-ra, azaz az előző egy tizedére csökkent le.²⁷ Az elmúlt évtizedben az 5 legnagyobb technológiai cég (Google, Amazon, Apple stb.) évente 10-szer akkora összeget költött kutatásra-fejlesztésre, mint a legnagyobb hagyományos hadiipari cégek (Lockheed Martin, Raytheon Technologies, Boeing stb.).²⁸ Ennek következtében a polgári cégek által kifejlesztett megoldások jelentik egyre inkább az adott kor csúcstechnológiáját, így természetszerű, hogy ezek használata egyre jobban felbukkan a védelmi szektorban.²⁹ És a technológiával együtt maguk a cégek is egyre inkább megjelennek, hol a hagyományos hadiipari cégek ellátási láncában, hol rendszerfejlesztőként közvetlen védelmi minisztériumi beszállítóként.³⁰

A háború egyik újdonsága, hogy a korábbinál többször jelent meg a hírekben polgári cégek neve a hadviseléssel közvetlen összefüggésben. Ennek oka a háborús *domainek* kiterjedése a kibertérre és az űrre, ahol jellemzően magántulajdonban lévő polgári profilú cégek fűjják a technológiai fejlődés passzátszelét. Így amikor műholdas felderítésről vagy telekommunikációs adatátvitelről, kibervédelemről vagy felhőalapú adattárolásról és adatvédelemről van szó, nem meglepő, hogy a mindennapi életben jól ismert cég- és márkanevek (Stalink, Maxar, Amazon, Microsoft stb.) vagy éppen cégtulajdonos hírességek (Elon Musk) bukkannak fel a hírekben. Hogy itt mennyire nem elhanyagolható vagy kiegészítő képességekről van szó, ahhoz érdemes olyanokba belegondolni, mint hogy az ukrán katonai vezetés hadműveleti vagy éppen harcászati döntéshozatali folyamata onnan indul, hogy egy (vagy több) amerikai cég minden korábbinál részletesebb képet készítő (és azt jó eséllyel mesterséges intelligenciával megtámogatott feldolgozású) kereskedelmi műholdjai mit látnak a hadszíntéren, és milyen információt továbbítanak a Pentagon felé, vagy hogy az ukrán lakosság egy amerikai magáncég műholdas kommunikációs rendszerén keresztül milyen videókat töltött fel pár perccel korábban a megadott Telegram-oldalra. Vagy bele lehet gondolni abba, hogy az ukrán államigazgatás és azon belül a védelmi igazgatás egyáltalán azért működőképes még, mert egy amerikai felhőszolgáltató képes olyan mértékű és biztonságú tárhelyet biztosítani, ahol az összes adat elmenthető és hozzáférhető.

A fentiekből azt a következtetést is levonhatjuk, hogy az orosz haderő méretbéli és technikai eszközbéli hatalmas előnyét jelentős részben a nyugati polgári ágak orosz társaikkal szembeni technológiai fölénye ellensúlyozza. Ez olyan megállapítás, amelyet még talán egyetlen korábbi háború kapcsán sem tehetünk meg, és amely még jobban aláhúzza annak a védelemgazdasági törvényszerűségnek az igazságát, miszerint a társadalom és a gazdaság általános versenyképessége döntően határozza meg a – védelmi iparon

²⁷ Tai Ming CHEUNG – Thomas G. MAHNKEN (2022): *The Grand Race for Techno-Security Leadership. War on the Rocks*, 2022. augusztus 31.

²⁸ CHEUNG–MAHNKEN 2022.

²⁹ Loren B. THOMSON (2020): *Why U.S. National Security Requires a Robust, Innovative Technology Sector*. Lexington Institute.

³⁰ TAKSÁS Balázs (2021): Újjászülető védelmi ipar. *Haditechnika*, 55(1), 57–61.

keresztül – egy ország katonai erejét.³¹ Erre a változásra reagálni kezdtek a hagyományos amerikai hadiipari cégek is (például Lockheed Martin, Raytheon Technologies), amelyek akvizíciókba kezdtek mind az űriparban, mind az információs technológiai szektorban, azért, hogy további képességeket szerezzenek ezen a területen is, és rendszerintegrátor-ként tudjanak megjelenni a Pentagon beszerzésein. Ez a folyamat nem most kezdődött el, de a háború felgyorsította, és minden bizonnyal a védelmi ipar egyik hajtóereje lesz a közeljövőben. Kérdéses a kínai helyzet, ahol ugyan nagy az összefonódás a technológiai cégek (Huawei, ZTE, Alibaba stb.) és az állami hadiipari mogulok között,³² azonban a technológiai szektor annyival innovatívabb és annyival eltérőbb szervezeti kultúrával rendelkezik, hogy nehéz elképzelni, hogy akvizíciók lévén beolvadnának az állami szektorba, még ha tervutasításos gazdaságban ennek a jogi kivitelezése sokkal könnyebb is.

A nemzetgazdasági versenyképesség és a védelmi ipari képességek közötti szoros kapcsolattal magyarázható az olyan országok egyre nagyobb szerepe is a globális védelmi piacon, mint a brutálisan erős és innovatív polgári szektorral rendelkező Dél-Korea. Nem véletlen, hogy úgy néz ki, hogy Európa történetének egyik legnagyobb átfegyverzési üzletét, a – jelentős részben az orosz agresszió által indukált – lengyel haderőfejlesztési programot kvázi a koreai védelmi ipar „viszi haza”.³³

Védelmi ipari kapacitáskorlátok

Az orosz–ukrán háború arra a már korábban is pedzegetett tényre is rávilágított, miszerint egy hagyományos eszközökkel folytatott – nem aszimmetrikus – konfliktus elhúzódása megoldhatatlan feladat elé állítaná a hadviselő feleket, annál az egyszerű ténynél fogva, hogy a hadiipar nem lenne képes kiszolgálni a háborús igényeket. Bár a hadiiparral szemben támasztott egyik alapvető feltétel az ellátásbiztonság, miszerint képesnek kell lennie kiszolgálnia a megrendelő haderő igényeit mind békeidőben, mind krízishelyzet (akár háború) idején,³⁴ a mostani konfliktusban is több jel mutat abba az irányba, hogy a globális hadiipar jelenleg nem képes ezt a feladatát betölteni.

Az egyik ilyen jel, hogy egyre inkább csökken a Nyugatról Ukrajnába áramló fegyverzet mennyisége, különösen a komplexebb platformok esetében. A háború legelső szakaszában jellemzően a volt Varsói Szerződés-tagok látták el az ukrán haderőt egykori döntően szovjet gyártmányú eszközökkel, lévén ezek használatára nem kellett átképezni a katonákat, így az eszközök gyorsan hadrendbe kerülhettek. Ezekért az adományokért cserébe a Nyugat – jellemzően az USA – modernebb eszközök – vélhetően jutányos – eladását ígérte meg a kelet-közép-európai országoknak. Ezzel igazából mindenki

³¹ TAKSÁS Balázs (2020): A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei. *Honvédségi Szemle*, 148(2), 125–135.

³² Tai Ming CHEUNG (2009): *Fortifying China–The Struggle to Build a Modern Defense Economy*. London: Cornell University Press.

³³ HUSZÁK Dániel (2022): Nem várt helyről jön a segítség: Európa legerősebb haderejét építhetik fel Oroszország nyugati határán. *Portfolio*, 2022. szeptember 3.

³⁴ TAKSÁS Balázs (2019): Trinity of Defense Industry. *Economic and Management*, (1), 72–76.

jól járt. Ukrajna gyorsan fegyverekhez juthatott, a kelet-közép-európai országok könnyedén megszabadulhattak a sokszor már inkurenciának számító eszközöktől, és kvázi becserélhették azokat újra, míg a nyugati védelmi ipar új megrendelésekhez juthatott. A probléma csak ott van, hogy a nyugati védelmi ipar kapacitásai már így is évekre előre le vannak kötve ezen új megrendelések nélkül is. Jól mutatja ezt, hogy miután a következő lépésként gyorsan elkezdtek nyugati fegyverek is Ukrajnába áramolni, hamar elkezdett mennyiségük csökkenni (komplex platformokból pedig eleve kevés db érkezett), mert a küldő országok eszközállománya a védelmi képességek szempontjából kritikus szint közelébe csökkent, s az eszközök pótlása meglehetősen hosszadalmasnak ígérkezik.

A problémák hátterében alapvetően kellemes ok húzódik, miszerint a bipoláris világrend megszűnése után a konvencionális háborúk száma és mérete jelentősen lecsökkent, a 2001. szeptember 11-ike után jelentkező aszimmetrikus háborúk pedig jóval limitáltabb skálájú és mennyiségű fegyverrendszer bevetését igényelték. Így az „utolsó vacsora”³⁵ után nemcsak az USA-ban, hanem világszerte is a hagyományos védelmi ipar erős konszolidációja zajlott le, ami globálisan csökkentette a gyártási – és persze ezzel együtt a kutatási-fejlesztési – kapacitásokat is.³⁶ A béke kellemes gond volt, most viszont, hogy a nagyhatalmak közötti háborús konfliktus bekövetkezésének valószínűsége megnövekedett, a védelmi ipar még jó ideig nem lesz képes kielégíteni a megnövekedett igényeket. Ennek az az oka, hogy a védelmi eszközök piaca nagyon komplex gazdasági terület, amelyet minden más ágazati piacnál magasabb belépési korlátok jellemeznek.³⁷ Ebből adódóan új szereplők nem tudnak csak úgy a piacra lépni, és a kínálatot bővíteni. A bent lévő szereplőket pedig jellemzően az erőforrásoldalon, illetve a beszállítói láncban lévő korlátok akadályozzák meg a termelés gyors felfuttatásában.³⁸ Különösen problémás a helyzet az európai védelmi iparban, aminek hátterében két ok áll: a védelmi kiadások minden más földrészénél nagyobb mértékű csökkenése a hidegháború – és különösen a 2008-as válság – utáni időszakban,³⁹ illetve a nemzeti érdekek miatti erőteljes fragmentálódás.⁴⁰ A helyzet súlyosságának érzékeléséhez, elég csak belegondolni abba, hogy mikorra kapja majd meg a német gyártóktól hazánk az évekkel ezelőtt megrendelt, nem túl jelentős darabszámú haditechnikai eszközt. Én úgy vélem, hogy ez a kapacitáskorlát is szerepet játszott abban (az egyre inkább megjelenő technológiai lemaradás mellett), hogy a lengyelek nem európai, hanem dél-koreai eszközöket választottak haderejük átfegyverzésére.

Súlyos kapacitásproblémákat láthatunk az orosz oldalon is. Ahogy a 3. fejezetben írtam, egyes orosz haditechnikai eszközök harctéri hiányáról valószínűleg a nemzetközi értékláncokhoz történő hozzáférés problémája, valamint az orosz gazdaság elégtelen technológiai színvonala (például a beszállítók hiánya) tehet. Azonban más eszközök-

³⁵ John MINTZ (1997): How A Dinner Led To A Feeding Frenzy. *The Washington Post*, 1997. július 4.

³⁶ Jacques S. GANSLER (2011): *Democracy's Arsenal: Creating a Twenty-First-Century Defense Industry*. [H. n.]: The MIT Press.

³⁷ TAKSÁS Balázs – HEGEDŰS Ernő (2022): A magyar védelmi ipar jövőképe. *Köz-gazdaság*, 17(1), 9–26.

³⁸ TAKSÁS 2020.

³⁹ NATO (2016): *Defense Expenditures of NATO countries*. PR(2016)011. 2016. január 26.

⁴⁰ Mitja KLECZKA – Caroline BUTS – Marc JEGERS (2020): Addressing the ‘headwinds’ faced by the European arms industry *Defense & Security Analysis*, 36(2), 129–160.

nél minden bizonnyal a gyártási kapacitási korlátok okozhatják a nagyobb számban való bevetés hiányát. Ilyenek lehetnek a precíziós lövedékek, amelyek alkalmazásával az oroszok a háború kezdeti szakaszában nagy sikereket értek el az ellenség erőinek, katonai infrastruktúrájának, kritikus ipari létesítményeinek rombolásában. Azonban ezen eszközök használata szemmel láthatólag mennyiségileg is csökkent, amit valószínűleg az alacsony készletszint és a lassú gyártási utánpótlás okozhat. Ezért került előtérbe a jóval kevésbé pontos hagyományos tűzérési eszközök alkalmazása, illetve az olyan extrém – szintén nem túl hatékony – megoldások is, mint amikor hajó elleni rakétákat használtak szárazföldi célpontok megsemmisítésére. Plusz úgy tűnik, hogy Oroszország Irántól és Észak-Koreától is vásárol fegyvereket és hadianyagot, ami szintén a fenti problémára mutathat rá. Arra, hogy a modernebb eszközökből és hadianyagokból miért nem sikerült jelentősebb mennyiséget felhalmozni a konfliktus előtt – miközben a régi eszközök magas hadrafoghatóságát tekintve szinte bizonyosan hosszabb ideje készültek egy potenciális háború megvívására – csak két válasz lehetséges: pénzhiány és gyártáskapacitás-hiány. Mivel Oroszországban az elmúlt közel másfél évtizedben szinte semmi sem volt drága a haderő fejlesztését illetően, és a fegyveres erők prioritásokat élveztek más állami területekkel szemben is, ezért én a magam részéről inkább utóbbit tartom a valódi oknak.

A kapacitáskorlátok észlelése természetesen nem az orosz–ukrán háborúval jelent meg. A világ legnagyobb védelmi iparában már fél évtizeddel ezelőtt komoly számítások kezdődtek, amelyek azt mutatták ki, hogy a kapacitások csak békeidőszaki ellátásra tervezettek, háborús tömegtermelésre nem elégségesek.⁴¹ A szimulációk szerint intenzív háború esetén még az USA hadereje is 6 hónap alatt kifogyna modern fegyverkészletének jelentős részéből, és jóval régebbi technikát kellene újra hadrendbe állítania (pont, mint ahogy az oroszok is teszik a most zajló háborúban), plusz jelentős importra is szorulna, mivel a védelmi ipari kapacitások egyáltalán nem lennének elegendőek a háborús veszteség ellensúlyozására.⁴² Az elemzések során az is kiderült, hogy olyan is előfordult, hogy a különböző haderőnemek a háborús időszakban megnövekvő hadianyagfogyásuk pótlását ugyanarra az egy gyártókapacitásra tervezték rá. A problémát részben a rendszerintegrátor nagy védelmi ipari vállalatok alacsony, békeidőszakra tervezett gyártókapacitása okozza, hiszen minek tartanának fenn ki nem használt kapacitásokat, ha azt nem finanszírozza meg számukra az állam. A hiány másik oka pedig az ellátási láncban lévő szűk keresztmetszetek (illetve külföldi függőség) megléte egyes beszállítói szinteken, amelyek lehetetlenné teszik a gyártási kapacitás növelését.

A fentebb vázolt globális kapacitáshiány hátterének és lehetséges megoldásainak vizsgálata önmagában ennél hosszabb tanulmányt jelentene, ezért összefoglalóan csak annyit írnék ide, a fejezet végére, hogy amelyik hatalom hamarabb lesz képes a gyártási kapacitásokat felfuttatni, az jelentős hadászati és stratégiai előnyre tehet szert, maga felé billentve a globális erőegyensúlyt. Legjobb esélye erre talán a legnagyobb pol-

⁴¹ Mark CANSIAN (2017): Long Wars and Industrial Mobilization: It Won't Be World War II Again. *War on the Rocks*, 2017. augusztus 8.

⁴² Julie C. KELLY – Daniel E. LAGO – James S. THOMASON (2020): Strengthening Industrial Base Decision-Making for Precision-Guided Munitions. *War on the Rocks*, 2020. augusztus 11.

gári gyártási kapacitásokkal rendelkező távol-keleti térségnek van, különös tekintettel Kínára. Azonban jó eséllyel feltételezhetjük, hogy a hadviselés 4. fejezetben leírt változása, amely a védelmi eszközök pusztító erejét jelentősen megnövelte, új számítások és szimulációk elvégzésére kényszeríti a tervezőket, ugyanis az orosz–ukrán háborúban mind a hadianyag-felhasználás, mind a haditechnikaeszköz-veszteségek napi mértéke magasabb lehet, mint amennyivel korábban kalkuláltak. Ezek az új számítások még nagyobb pótlási igényt és még jelentősebb védelmi ipari kapacitáshiányt mutathatnak ki.

A gazdasági túlélőképesség és a reziliencia újra előtérbe kerülése

A háború legelső szakaszában az orosz erők specifikusan – és a még rendelkezésre álló precíziós lőszerrel – az ukrán katonai és vezetési (hírközlési) létesítményeket támadták. A villámháborús tervek kudarca után azonban általánossá vált részükről az ország gazdaságának és iparának megbénítása a kiemelt fontosságú létesítmények (olajfinomítók, erőművek, legfontosabb ipari üzemek, védelmi ipari gyártó- és javítókapacitások stb.) elleni támadások kivitelezésével. A szeptemberi ukrán ellentámadásra pedig az ország keleti részén a polgári kritikus infrastruktúra (energiaátviteli és egyéb közműrendszerek) elleni csapásokkal válaszoltak.

Mindezen események újra előtérbe helyezték a gazdasági túlélőképesség kérdését, amely a hidegháborús időszakban fontos szerepet játszott az országvédelem tervezésekor. A gazdasági ellenálló és túlélőképességnek olyan fontosabb elemei vannak, mint a gazdaság működése és a lakosság ellátása szempontjából kiemelt fontosságú ellátási láncok diverzifikációjának növelése, az ország energetikai rendszerének minél diverzifikáltabb csatlakozása a szomszédos országok hálózataihoz, illetve a védelmi ipari kapacitások minél nagyobb fokú széttelapítása.⁴³

Ezen a területen az orosz–ukrán háború olyan leckéket kínál nekünk, mint hogy mennyire fontos az ukrán gazdaság – és ezen keresztül a haderő – működőképességének fenntartása szempontjából a nyugati szomszédjaitól beáramló üzemanyag, illetve mennyire megbillentette Ukrajna külgazdasági egyensúlyát (azaz megnövelte a fizetési mérleg hiányát) az, hogy amellet, hogy az exportban fontos szerepet betöltő (nehéz) ipari létesítményei elpusztultak, gabonatermékeit sem tudja eljuttatni vevőikhez az oroszok tengeri blokádja és az európai uniós országok elégtelen vasúti gördülőállománya és átrakodókapacitása miatt.⁴⁴

Szintén fontos tapasztalat, hogy bár Oroszország már a háború elején megpróbálta teljesen lerombolni az ukrán védelmi ipari létesítményeket, valamilyen szinten – valószínűleg az időben megtörtént széttelapítás révén – sikerült képességeket megőrizni, hiszen a haditechnikai eszközök kisebb-közepesebb javítására továbbra is képesnek tűnik az ukrán gazdaság. (Persze jó eséllyel ebben is támaszkodhat európai uniós szomszédjainak kapacitásaira.)

⁴³ TAKSÁS Balázs (2013): *Gazdasági biztonsági kihívások napjaink globalizált világában*. PhD-értekezés. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 72–77.

⁴⁴ Ukrajna és az európai uniós országok határán a vasúti nyomtáv megváltozik.

Nagyon fontos tanulság, hogy amikor a kritikus képességek széttelepítéséről beszélünk, akkor ma már elengedhetetlen az államigazgatás és a katonai vezetés működését biztosító szerverekre és adatokra is gondolni. Az adatok felhőbe történő migrálásáról már volt a korábbi fejezetekben szó, azonban az ukránok vélhetően (hivatalos hír érhetően nincsen róla) követhették az észtek által kitaposott utat,⁴⁵ amely szerint kritikus fontosságú szervereiket biztonságosnak vélt országokban lévő nagykövetségeikre helyezték ki. Így azok jogilag az ország területén maradtak, azonban mégis földrajzilag távol az orosz csapásoktól. A széttelepítésnek ez az aspektusa e modern háború egyik nagy és fontos újításának tekinthető.

A társadalom általános és védelmiipar-specifikus tudásának fontossága

A széttelepítés fontossága mellett még egy olyan tényezőt hozott a felszínre az orosz–ukrán háború, amelyről a hidegháború vége óta keveset beszéltünk. Ez a társadalom általános tudásszintjének kérdése, különösen műszaki és katonai műszaki területeken, valamint ennek kapcsolata az ország katonai biztonságával.

Már az iraki polgárháborúban láthattuk, hogy a társadalom műszaki és specifikus védelmi ipari tudása milyen mértékben képes támogatni az országvédelmet.⁴⁶ S bár az ISIS jelentősen támaszkodott erre a tudásra, mégis kevesebb figyelmet kapott mindez a polgárháború káoszának árnyékában. Azonban a jelenleg zajló orosz–ukrán háború felvételei és eseményei jól rávilágítanak arra, hogy a strukturált ipari képességek mellett milyen magas mértékben támaszkodik mindkét oldal a harcoló katonák találékonyságára, műszaki megoldásaira, egyéni innovációira. Lehet itt említeni a páncéltörő rakéták vagy drónok ellen kitalált improvizált védelmi megoldásokat, a különböző nemzetek eszközeiből összetákoltt platformokat, a polgári navigációs eszköz segítségével szovjet gyártmányú repülőgépről amerikai rakétát indító pilóta(ka)t vagy éppen azokat a kreatív megoldásokat, amelyekkel hibás vagy találatot kapott járműveket sikerül újra hadba állítani. Amennyiben a felek csak saját ipari hátterükre támaszkodnának, aligha lennének képesek ennyi eszközt a fronton tartani, és ilyen hatékony csapásokat kivitelezni, vagy éppen ilyen hatékonyan védekezni az ellenség csapásaival szemben. Különösen igaz lehet ez az ukrán oldal esetében, ahol a műszaki hátteret szolgáltató polgári és védelmi ipari bázist nagyrészt vagy teljesen mértékben lerombolta Oroszország. Egyértelmű tehát, hogy a katonai képességek fenntartásában fontos szerepe van a harcoló katonák egyéni találékonyságának és műszaki képességeinek. Különösen, ha figyelembe vesszük a 6. fejezetben kifejtett védelmi ipari kapacitáskorlátokat, amelyek rámutattak arra, hogy a nemzeti védelmi ipari bázisok nem lennének képesek egy esetleges háború esetén a kieső eszközállományt pótolni.

Azonban nemcsak a fronton jut fontos szerep a társadalom általános műszaki képességének, hanem a háterszágban is. Ugyanis itt e képességek segítségével tudja tompítani

⁴⁵ Data Embassy [é. n.]. *E-Estonia*.

⁴⁶ Conflict Armament Research (2016): *Standardisation and quality control in islamic state's military production*. London: Conflict Armament Research Ltd.

a lakosság az ellenség csapásai okozta pusztítás mértékét, legyen szó a mindennapi mikrokörnyezet működésének újraindításáról (például villanyvezetékek javítása) vagy a kritikus fontosságú infrastrukturális rendszerek és ipari, szolgáltatóüzemek működésének fenntartásáról.

Hogy milyen tényezők befolyásolják azt, hogy egy társadalom miért és mennyire rendelkezik a fentebb vázolt képességekkel, az megint csak önálló tudományos kutatás témája lehet. Az azonban biztosan kijelenthető, hogy a védelmi iparban szerzett jártasság nagymértékben hozzájárul ehhez. Azaz minél többen dolgoznak vagy dolgoztak valaha a védelmi iparban, annál többen képesek esetleges háború esetén a kritikus fontosságú katonai eszközöket és rendszereket karbantartani, javítani, illetve egyes alkatrészek hozzáférhetetlensége esetén improvizatív megoldásokat találni, még a termelőeszközök jelentősebb mértékű pusztulása esetén is. Ennek az összefüggésnek a felismerése új, eddig nem hangoztatott érvet hoz fel a jelenleg is zajló magyar védelmi ipari fejlesztési stratégia támogatására.

Összefoglalás

Nem tudjuk, mikor és hogyan ér majd véget ez a háború (ha egyáltalán hivatalosan valaha is véget ér), azonban a tapasztalatok feldolgozása már most rengeteg értékes tudást biztosíthat számunkra nemcsak katonai, hanem védelmi ipari szempontból is. Ebben a tanulmányban a háború első felévének folyamatait és hatásait összegeztem utóbbi aspektusból vizsgálva, és megpróbáltam arra választ keresni, hogy a védelmi ipar strukturális működéséből adódóan a háború hatására milyen új hajtóerők és trendek alakulhatnak ki. Ezek közül az alábbi legfontosabbakat fejtettem ki az írásban.

A globális politikai környezet egyre hidegebbé válásával, amely a jelenleg zajló háborútól függetlenül is egyre inkább hatással van a nemzetközi gazdasági kapcsolatokra,⁴⁷ a védelmi iparnak az értékláncokhoz történő hozzáférése egyre kritikusabb fontosságú tényezővé vált. Ez azt is jelenti, hogy a nemzetek, illetve szövetségi rendszerek gazdasági ereje – a védelmi ipar képességein keresztül – a korábbinál is sokkal nagyobb mértékben fogja meghatározni a katonai potenciált. Ennek az is az oka, hogy a technológiai fejlődés új hajtóerőinek, valamint a hadviselés új *domainjeinek* korábbinál intenzívebb használata következtében a polgári cégek szerepe már nemcsak a védelmi ipari innovációkban, illetve értékláncokban nő meg, hanem közvetlenül a hadviselésben is. Ebből adódóan egyik oldalról egyre több olyan akvizíciót láthatunk majd, ahol hagyományos hadiipari cégek a szektoron kívül vásárolnak fel polgári cégeket, másik oldalról pedig egyre több, eredetileg polgári profilú cég (különösen a technológiai szektorból) fog megjelenni az egyre nagyobb üzletet jelentő katonai beszerzéseken.

Fontos megfigyelés lehet, hogy a hadviselésben bekövetkező változások, mint például a védelmi fegyverek, valamint a hadszíntéri rálátás robbanásszerű fejlődése, a háborúk

⁴⁷ Christian KRAEMER (2022): Germany Drawing Up New China Trade Policy, Vows ‘No More Naivety’. *Reuters*, 2022. szeptember 13.

általános elhúzódasát jelenthetik, amelyre mind a katonai doktrínának, mind a védelmi iparnak reagálnia kell. Utóbbi esetében még hangsúlyosabbá válhat a kisebb, könnyebben cserélhető, ember nélküli eszközök trendje, előtérbe kerülhet a kutatási-fejlesztési programokon belül a szárazföldi haderőnem eszközparkjának fejlesztése, illetve prioritásként jelentkezhet a logisztikai erők képességeinek és védelmének növelése is. A borzalmasan magas K+F költségek miatt a sikeres termékfejlesztésben egyre nagyobb szerepet kell hogy kapjon a termékesítés folyamata, amely a kutatási-fejlesztési tevékenységet köti össze a sorozatgyártással és a vevői igényekkel. Ebből adódóan a műszaki szakemberek mellett a gazdasági szakemberek szerepe is meg fog nőni a védelmi ipari innovációban.

Azonban a háború arra is pontosan rámutatott, hogy a globális védelmi ipar – a korábbi hosszan tartó békeidőszakból következően – nagyon súlyos kapacitásproblémákkal küzd mind a kutatás-fejlesztés, mind a gyártás területén. Így nemhogy az előző bekezdésben leírt új elvárásoknak nem tud megfelelni, de ma már az is jól látható, hogy még a világ legerősebb hadseregei is súlyos hadianyag- és haditechnikaeszköz-ellátási problémákkal küzdenének nagyhatalmak által vívott háború esetén. Ráadásul a védelmi iparban a kapacitások felfuttatása nagyon lassú a rettentően komplex platformok, termékstruktúra és a nagyon magas piaci belépési korlátok miatt. Ez a helyzet új védelmi ipari versenyt indíthat el a világon, amely jelentősen átrendezheti a szereplők helyzetét.

Végül pedig az orosz–ukrán háború olyan, a hidegháború elmúltával elfeledett képességek és tevékenységek fontosságát hozta újra a felszínre, mint a gazdasági túlélőképesség kérdése, valamint a társadalom általános műszaki, illetve specifikus katonai műszaki tudásának szintje. Újra fontossá vált az ellátási láncok diverzifikációja, az ipari – és azon belül különösen a védelmi ipari – kapacitások széttelepítése. Ez utóbbi témakörben új terület is megjelent: az államigazgatást és a katonai vezetést biztosító elektronikus adatok, valamint informatikai szerverek nemcsak kiber-, hanem fizikai védelme is, biztos helyre telepítéssel (migrálással). Emellett az is látható, hogy a társadalom általános műszaki tudása nagy segítséget tud jelenteni mind a haderő cselekvőképességének, mind a gazdaság és a társadalom mindennapi működésének fenntartásához.

Felhasznált irodalom

- BERGER, Miriam (2022): A Chernobyl tour group secretly helped track Russia's invasion. *The Washington Post*, 2022. augusztus 21. Online: <https://washingtonpost.com/world/2022/08/21/ukraine-spy-tour-group-russians/>
- Bevetették az oroszok a legmodernebb, Szu-57-es lopakodó vadászbombázójukat Ukrajnában (2022). *Portfolio*, 2022. július 9. Online: <https://portfolio.hu/global/20220609/bevetettek-az-oroszok-a-legmodernebb-szu-57-es-lopakodo-vadaszbombazojukat-ukrajnaban-549589>
- BREMER, Maximilian K.– GRIECO, Kelly A. (2022): In Denial About Denial: Why Ukraine's Air Success Should Worry the West. *War on the Rocks*, 2022. június 15. Online: https://warontherocks.com/2022/06/in-denial-about-denial-why-ukraines-air-success-should-worry-the-west/?__s=xxxxxxx

- CANCIAN, Mark (2017): Long Wars and Industrial Mobilization: It Won't Be World War II Again. *War on the Rocks*, 2017. augusztus 8. Online: <https://warontherocks.com/2017/08/long-wars-and-industrial-mobilization-it-wont-be-world-war-ii-again/>
- CHEUNG, Tai Ming (2009): *Fortifying China – The Struggle to Build a Modern Defense Economy*. London: Cornell University Press. ISBN 9780801446924
- CHEUNG, Tai Ming – MAHNKEN, Thomas G. (2022): The Grand Race for Techno-Security Leadership. *War on the Rocks*, 2022. augusztus 31. Online: <https://warontherocks.com/2022/08/the-grand-race-for-techno-security-leadership/>
- Conflict Armament Research (2016): *Standardisation and Quality Control in Islamic State's Military Production*. London: Conflict Armament Research Ltd. Online: <https://conflictarm.com/dispatches/standardisation-and-quality-control-in-islamic-states-military-production/>
- Data Embassy [é. n.]. *E-Estonia*. Online: <https://e-estonia.com/solutions/e-governance/data-embassy/>
- ERWIN, Sandra (2022): Maxar Eager to Launch New Satellites Amid Soaring Demand for Imagery Over Ukraine. *SPACENEWS*, 2022. április 11. Online: <https://spacenews.com/maxar-eager-to-launch-new-satellites-amid-soaring-demand-for-imagery-over-ukraine/>
- EVERSDEN, Andrew (2022): US Army Secretary: 5 Lessons from the Ukraine Conflict. *Breaking Defense*, 2022. június 1. Online: <https://breakingdefense.com/2022/06/us-army-secretary-5-lessons-from-the-ukraine-conflict/>
- GANSLER, Jacques S. (2011): *Democracy's Arsenal: Creating a Twenty-First-Century Defense Industry*. [H. n.]: The MIT Press. ISBN 9780262072991
- GOULD, Joe (2020): Stop Buying Turkey's F-35 Parts, Lawmakers tell DoD. *Defense News*, 2020. július 7. Online: https://defensenews.com/congress/2020/07/07/stop-buying-turkeys-f-35-parts-already-lawmakers-tell-dod/?utm_source=clavis
- HAYNES, Deborah (2019): F-35 Jets: Chinese-owned Company Making Parts for Top-secret UK-US Fighters. *Sky News*, 2019. június 15. Online: <https://news.sky.com/story/f-35-jets-chinese-owned-company-making-parts-for-top-secret-uk-us-fighters-11741889>
- HILLNER, Eric P. (2019): *The Third Offset Strategy and the Army Modernization Priorities*. Center for Army Lessons Learned. Online: <https://usacac.army.mil/sites/default/files/publications/17855.pdf>
- HUDSON, Lee (2022): Pentagon Suspends F-35 Deliveries After Discovering Materials from China. *POLITICO*, 2022. július 9. Online: <https://politico.com/news/2022/09/07/pentagon-suspends-f-35-deliveries-china-00055202>
- HUSZÁK Dániel (2022): Elképesztő gyűjtés készült az orosz haderő sufnituning járműveiről. *Portfolio*, 2022. április 7. Online: <https://portfolio.hu/global/20220407/elkepeszto-gyujtes-keszult-az-orosz-hadero-sufnituning-jarmuveirol-538077>
- HUSZÁK Dániel (2022): Nem várt helyről jön a segítség: Európa legerősebb haderejét építhetik fel Oroszország nyugati határán. *Portfolio*, 2022. szeptember 3. Online: <https://portfolio.hu/global/20220903/nem-vart-helyrol-jon-a-segitseg-europa-legerosebb-haderejet-epithetik-fel-oroszorszag-nyugati-hataran-564775>
- JOHNSON, David (2022): Ending the Ideology of The Offense, Part I. *War on the Rocks*, 2022. augusztus 15. Online: <https://warontherocks.com/2022/08/ending-the-ideology-of-the-offense-part-i/>
- JOHNSON, David (2022): Ending the Ideology of The Offense, Part II. *War on the Rocks*, 2022. augusztus 25. Online: <https://warontherocks.com/2022/08/ending-the-ideology-of-the-offense-part-ii/>
- JOHNSON, David (2022): The Army Risks Reasoning Backwards in Analyzing Ukraine. *War on the Rocks*, 2022. június 14. Online: <https://warontherocks.com/2022/06/the-army-risks-reasoning-backwards-in-analyzing-ukraine/>

- KELLY, Julie C. – LAGO, Daniel E. – THOMASON, James S. (2020): Strengthening Industrial Base Decision-Making for Precision-Guided Munitions. *War on the Rocks*, 2020. augusztus 11. Online: <https://warontherocks.com/2020/08/strengthening-industrial-base-decision-making-for-precision-guided-munitions/?fbclid=IwAR2ZnW6MOOmX7EfNdefpneCqny-RadR3agStYHokYiGooNNEU38cYUCDuffc>
- KLECZKA, Mitja – BUTS, Caroline – JEGERS, Marc (2020): Addressing the ‘Headwinds’ Faced by the European Arms Industry. *Defense & Security Analysis*, 36(2). 129–160.
- KRAEMER, Christian (2022): Germany Drawing Up New China Trade Policy, Vows ‘No More Naivety’. *Reuters*, 2022. szeptember 13. Online: <https://reuters.com/world/europe/germanys-new-china-policy-will-not-be-naive-economy-minister-2022-09-13/>
- LANDEN, Xander (2022): Russian Adherence to Soviet Doctrine ‘Demoralizing’ to Troops. *Newsweek*, 2022. szeptember 12. Online: <https://newsweek.com/russian-adherence-soviet-doctrine-demoralizing-troops-ret-colonel-1741841>
- MINTZ, John (1997): How a Dinner Led to a Feeding Frenzy. *The Washington Post*, 1997. július 4. Online: <https://washingtonpost.com/archive/business/1997/07/04/how-a-dinner-led-to-a-feeding-frenzy/13961ba2-5908-4992-8335-c3c087cdebc6/>
- NATO (2016): *Defense Expenditures of NATO countries*. PR(2016)011. 2016. január 26.
- O’BRIEN, Phillips Payson – STRINGER, Edward (2022): The Overlooked Reason Russia’s Invasion Is Floundering. *The Atlantic*, 2022. május 9. Online: <https://theatlantic.com/ideas/archive/2022/05/russian-military-air-force-failure-ukraine/629803/>
- Operator Starsky [@StarskyUA] (2022): „Unboxing” of Russian „Orlan”. *YouTube*, 2022. április 14. Online: <https://youtube.com/watch?v=IsPKSMeonxg>
- Oryx (2022): Attack On Europe: Documenting Russian Equipment Losses During The 2022 Russian Invasion Of Ukraine. *Oryx*, 2022. február 24. Online: <https://oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html>
- STROUT, Nathan (2020): Special Operations Command wants to put all mission data in a single pane of glass. *C4ISRNet*, 2020. június 1. Online: <https://c4isrnet.com/battlefield-tech/it-networks/2020/05/31/special-operations-command-wants-to-put-all-mission-data-in-a-single-pane-of-glass/>
- SZEDLÁK Ádám (2022): Az ukránok létrehozták a tűzvezetés Uberjét – interjú. *Forbes*, 2022. szeptember 10. Online: https://forbes.hu/uzlet/az-ukranok-letrehoztak-a-tuzvezetes-uberjet-interju/?fbclid=IwAR3AwH6w_E8W3fnz9LqVXAa81HBW30x9KzjgvLx0Md5mB7XHrNqkt7—w
- Úgy néz ki, az oroszok már civil járművekkel próbálják pótolni veszteségeiket (2022). *Portfolio*, 2022. március 7. Online: <https://portfolio.hu/global/20220307/ugy-nez-ki-az-oroszok-mar-civil-jarmuvekkel-probaljak-potolni-vesztesegeiket-531449>
- Ukraina: gladiatorskie boi (2022). *Prisp*, 2022. augusztus 4. Online: <http://prispu.ru/analitics/11005-skorobogatiy-ukraina-gladiatorskie-boi-0408>
- TAKSÁS Balázs (2013): *Gazdasági biztonsági kihívások napjaink globalizált világában*. PhD-értekezés. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem.
- TAKSÁS Balázs (2017): A védelmi ipar és a katonai logisztika elfedett biztonsági kockázatai napjaink globalizált világában. *Honvédségi Szemle*, (6), 105–117.
- TAKSÁS Balázs (2019): Trinity of Defense Industry. *Economic and Management*, (1), 72–76. Online: <https://unob.cz/en/Eam/Documents/Eam%201-2019.pdf#page=70>
- TAKSÁS Balázs (2020): A hadiipar fejlesztésének feltételei és működésének követelményei. *Honvédségi Szemle*, 148(2), 125–135. Online: <https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/article/view/50/49>

- TAKSÁS Balázs (2021): Újjászülető védelmi ipar. *Haditechnika*, 55(1), 57–61. Online: http://real.mtak.hu/121799/1/HT_2021-1_cikk_11.pdf
- TAKSÁS Balázs (2022): Hadiipari transzformáció a 21. században. In M. SZABÓ Miklós (szerk.): *A hadtudomány aktuális kérdései napjainkban: I. kötet*. Budapest: Ludovika, 179–207.
- TAKSÁS Balázs – HEGEDŰS Ernő (2022): A magyar védelmi ipar jövőképe. *Köz-gazdaság*, 17(1), 9–26. Online: <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/7241/1/1405-Article%20Text-5247-1-10-20220309.pdf>
- THOMSON, Loren B. (2020): *Why U.S. National Security Requires a Robust, Innovative Technology Sector*. Lexington Institute.
- TSENG, Brandon (2022): Tanks and Helos: How Ukraine Can Inform Military Modernization Efforts. *Defense News*, 2022. március 31. Online: <https://defensenews.com/opinion/commentary/2022/03/31/tanks-and-helos-how-ukraine-can-inform-military-modernization-efforts/>

A főjelző szintű vasúthálózati modellek pontossága

A modellezésben általában van felbontási optimum, amelynél durvább léptéket használva a modellből kapott eredmények nem valósak a hálózat viselkedésére nézve. A szükségesnél részletesebb felbontású modell eredményeit azonban a valós rendszerben rejlő bizonytalanságok miatt szükségtelen erőforrás-felhasználással kaptuk meg. Jelen tanulmányban a magyarországi vasúthálózat hálózati szintű paramétereit vizsgálom két gráfmodellben. Az egyikben csak olyan vasútállomások szerepelnek a gráf csúcsaiként, ahol legalább két vasútvonal csatlakozik, és a közöttük található pályaszakaszt egyetlen egységként kezelem. A másikon a főjelzőket mint a vasúti közlekedés alapegységeit reprezentálják a gráf csúcsai.

Kulcsszavak: vasút, gráfelmélet, térköz, modell, pontosság

The Accuracy of Railway Models of Block Signal Level

In modelling, usually there is an optimal resolution, below which the results obtained from the model are not valid for the behavior of the real network. However, results obtained from a model more detailed than needed still contain some uncertainties due to the uncertainties in the real network but it was built up using an unnecessary amount of resources. In this paper I analyze network-level measures of the railway network of Hungary in two different graph models. In the first one the nodes of the graph are stations of the network where at least two railway lines meet. In the second one the main signals, the basic elements of railway transport are represented by the nodes of the graph.

Keywords: railway, graph theory, block section, model, accuracy

Bevezetés

A számítógépeket olyan számítások automatikus elvégzésére tervezték, amelyeket emberi erővel nem lehetne hatékonyan elvégezni elegendően gyorsan vagy elegendően pontosan a számítások összetettsége miatt. Hatékonyságukat a hálózattudomány megszületésétől fogva kihasználták egyre komplexebb hálózatok modellezésére. Ha a használt modell kellően pontos, akkor a számítások olcsóságuk, gyorsaságuk és praktikusán végtelen ismételhetőségük miatt a kísérleteket is kiválthatják.

¹ Habilitált egyetemi docens, Nemzeti Közszerológati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Természettudományi Tanszék; tudományos titkár, Nemzeti Közszerológati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola; e-mail: toth.bence@uni-nke.hu; ORCID ID: 0000-0003-3958-187X.

Emellett vannak olyan hálózatok is, amelyeket nem lehet kísérleti úton vizsgálni, különösen azok zavarát. Ilyenek például az olyan létfontosságú rendszerelemek, mint a telekommunikációs hálózatok, az elektromosenergia-szállító rendszer, az ivóvízhálózat vagy a közlekedési hálózatok. Ugyanakkor szükséges a rendszerek viselkedésének alapos ismerete, hogy zavar esetén a lehető leggyorsabban és leghatékonyabban lehessen azt elhárítani.²

Másrészről, ha a modell nem elég pontos és részletes, a használatával kapott eredmények félrevezetőek lehetnek a zavarkezelésnél, és még nagyobb zavart okozhatnak. Ezért a modellek korábbi zavareseményeken történő validálását el kell végezni.³ Modell azonban sosem lehet olyan részletes, mint a valós hálózat, azaz elhanyagolások szükségesek. A modell jósága ezen elhanyagolásokban rejlik: a fontos paramétereket hagyta-e meg a modell felépítője, és a szükségteleneket hagyta-e el?

Tanulmányomban bemutatom a magyarországi vasúthálózat új gráfmodelljét. Mivel a katonai szállításokban a vasút kiemelt szerepet játszik az ország földrajzi helyzete,⁴ a vasúthálózat sűrűsége és a jelentős számú honvédségi és repülőtéri iparvágány miatt,⁵ kiemelt jelentőségű a gyenge pontok, kapacitásszűkületek megbízható beazonosítása a fejlesztési javaslatok megalapozott megfogalmazásához.

Azonban a modellek pontossága nem növelhető korlátlanul a valós hálózatban rejlő bizonytalanságok miatt, amelyek a kapott eredményt mindenképpen hibával terhelik. Ha az ezen bizonytalanságok által okozott hiba nagyobb, mint a modell elhanyagolásaiból adódó hiba, akkor a modell a szükségesnél pontosabb. Egy korábbi cikkemben⁶ bemutattam a magyarországi vasúthálózat modelljét, amelyben csak a csatlakozó állomások szerepeltek, a vasútvonalak középállomásai nem, ezért erre a modellre az egyszerűség kedvéért a továbbiakban állomásszintű modellként fogok hivatkozni. Az itt bemutatandó részletesebb modellre térszintű modellként fogok utalni, mivel ez már tartalmazza nemcsak az összes állomás bejáratát és kijáratát jelzőjét, hanem a térszintű jelzőket is (azaz a hálózat összes főjelzőjét). A következőkben bemutatom a térszintű modell felépítésének elvét és a modelleket jellemző hálózati szintű mennyiségeket.

² LÉVAI Zsolt (2020): A katonai közlekedési támogatás vasútföldrajzi alapú vizsgálata. *Földrajzi Közlemények*, 144(4), 380–395.

³ SZÁSZI Gábor (2014): *A vasúti hálózati infrastruktúrával szemben támasztott újszerű védelmi követelmények kutatása, a továbbfejlesztés feltételrendszerének vizsgálata*. PhD-értékezés. Budapest: NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola, 89–92.

⁴ SZÁSZI Gábor (2012): Transz Európai Közlekedési Hálózat (TEN-T) tervezett fejlesztési iránya, várható hatása Magyarország vasúthálózatának fejlesztésére. *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 16, 402–425.; SZÁSZI Gábor (2018): Transzeurópai közlekedési hálózat. In SIPOSNÉ KECSKEMÉTHY Klára – SZÁSZI Gábor: *Közlekedési hálózatok*. Budapest: Dialóg Campus, 173–187.

⁵ OROSZ Réka – SZÁSZI Gábor (2020): A Magyar Honvédség légiszállító-képességének fejlesztési lehetőségei a gazdasági és katonai tényezők figyelembevételével. *Katonai Logisztika*, 28(1–2), 95–113.

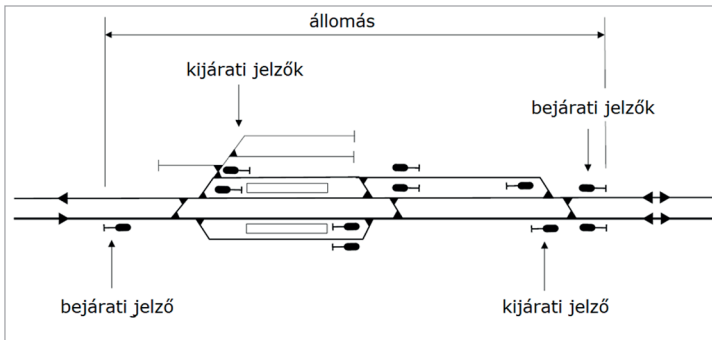
⁶ TÓTH Bence (2017): Állomások és állomásközpontok zavarának gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton. *Hadmérnök*, 12(4), 52–66.; TÓTH Bence (2018): Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközpontok zavar esetén. *Hadmérnök*, 13(1), 118–132.

A magyarországi vasúthálózat térközsztintű gráfmodellje

A magyarországi vasúthálózatot tehát élsúlyozott irányított gráffal modelleztem.⁷ A gráf csúcsai (98%-ban) a hálózatban található főjelzőket reprezentálták. Ennek oka, hogy a vasúti közlekedés főjelzők között történik.

Állomások

Egy állomást a két végén található bejáratú jelzők definiálnak⁸ (1. ábra). Azonban a vonatok nem az állomás bejáratú jelzőjéig közlekednek, hanem az állomás területére. Ezért egy menetvonalat az induló és az érkező állomás kijáratú jelzői között definiáltam, a menetvonal hosszát az induló állomás kijáratú jelzőjét reprezentáló gráfcsúcs és az érkező állomás kijáratú jelzőjét reprezentáló gráfcsúcs között számítottam.



1. ábra: Egy állomás főjelzőinek elhelyezkedése

Forrás: a szerző szerkesztése PACHL 2021 alapján

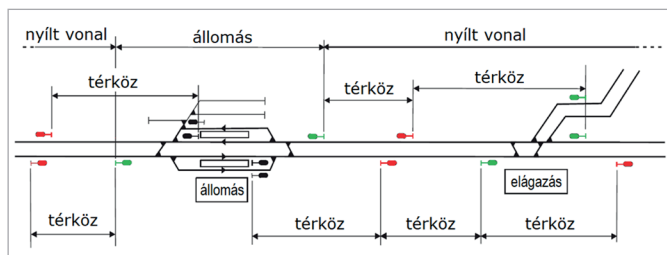
Térközök

Két főjelző között egyszerre csak egy vonat tartózkodhat. Ez két szomszédos állomásnál az egyik állomás kijáratú jelzőjét és a következő állomás bejáratú jelzőjét jelenti. Ha a két állomás túl messze található egymástól, akkor a vasútvonal a jelentkező forgalmat bizonyos szint fölött már nem tudja kiszolgálni. A helyzet kezelésére a vasútvonal áteresztési kapacitása növelhető, ha azt felosztjuk úgynevezett térközökre. Ehhez térközjelzőket (amelyek a bejáratú és a kijáratú jelzőkhöz hasonlóan főjelzők) telepítünk a két állomás közé. Az első térköz az egyik állomás kijáratú jelzőjétől az első térközjelzőig tart, az utolsó térköz pedig az utolsó térközjelzőtől a másik állomás bejáratú jelzőjéig. A bejáratú jelzőtől

⁷ TÓTH Bence (2021): The Effect of Attacks on the Railway Network of Hungary *Central European Journal of Operations Research*, 29, 567–587.

⁸ MÁV (2008): F. 2. sz. forgalmi utasítás. MÁV Zrt. Pályavasúti Üzemeltetési Főigazgatóság. 21.

a kijáratí jelzőig terjedő szakasz szintén térközként funkcionál. A térközi közlekedés elvét a 2. ábrán láthatjuk.



2. ábra: Térközi közlekedésre berendezett pálya vázlata. A zöld jelzők bejárati jelzők, a feketék kijárat
jelzők, a pirosak térközjelzők

Forrás: a szerző szerkesztése LUSBY et al. 2011 alapján

Jelzők és pálya

A modellgráf csúcsai tehát a magyarországi vasúthálózat főjelzőit: bejárati, kijárat, illetve térközjelzőit reprezentálták. Ezen jelzők pontos pozíciója nyilvánosan elérhető a Vasúti Pályakapacitás-elosztó Kft. (a továbbiakban: VPE Kft.) weblapján.⁹

A gráfcúcsokat összekötő élek ebből következően a főjelzők közötti vasúti pályát reprezentálták, megfelelő súlyozással. Az itt bemutatandó eredmények kétféle súlyozással születtek: vagy az adott vonalszakasz hosszát, vagy menetidejét rendelttem hozzá a megfelelő gráfélhez. A főjelzők távolsága a VPE Kft. weblapján méterpontossággal elérhető, így a menetvonalak számított hossza is néhány méter pontosságú. A menetidőt a vonalszakasz hossza és a rajta engedélyezett sebesség (amely szintén elérhető a VPE Kft. weblapján) hányadosaként számítottam. Ez azt is jelenti, hogy az így kapott menetidőértékek a valós menetidő alsó korlátját jelentik, hiszen nem tartalmazzák például a lassú jeleket, a gyorsítási és lassítási időket stb.

A vasútvonalak villamosítása (bináris változóként), a vágányszám, az engedélyezett sebesség, a tengelyterhelés, illetve a közlekedtethető vonathossz (ezek szintén elérhetőek a VPE Kft. weblapján) szintén szerepelt az adatbázisomban, azonban az itt bemutatandó számításokban nem használtam fel azokat. A jövőben tervezett kapacitásvizsgálatokhoz azonban már most rendelkezésre állnak. A VPE Kft. adatbázisában nem szereplő honvédségi iparvágányok adatait a vonatkozó kormányrendelet,¹⁰ egyéb szakirodalmi adatok,¹¹ illetve saját mérések alapján építettem be a modellbe.

Mivel a modellt alapvetően honvédségi szállítások modellezésére építettem fel, amelyek mozdonnyal közlekedtetett vonatokkal történnek, azon vasúti pályákra, ahol a mozdonnyal továbbított szerelvények számára alacsonyabb az engedélyezett sebesség, mint

⁹ Vasútvonalak [é. n.]. *VPE*; VPE vasúthálózati térkép [é. n.]. *VPE*.

¹⁰ 277/2014. (XI. 14.) Korm. rendelet a vasúti közlekedési hatóság által kiszabható bírság mértékéről és megfizetésének részletes szabályairól.

¹¹ SZÁSZI Gábor (2009a): A védelmi szempontból meghatározó repülőterek vasúti kapcsolatának helyzete Magyarországon. *Repüléstudományi Közlemények*, 21(különszám), 1–22.

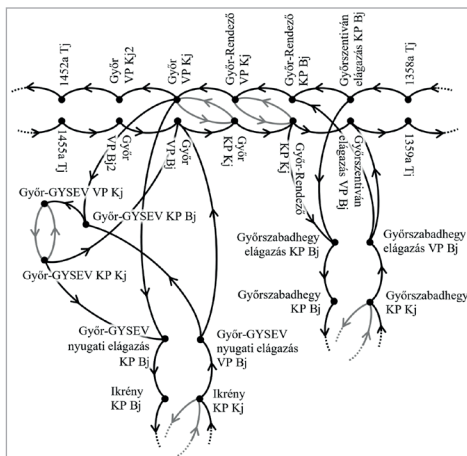
motorvonatoknak, ott ez az alacsonyabb sebesség lett figyelembe véve. Hasonlóan, ha nagyobb tengelyterheléshez alacsonyabb engedélyezett sebesség tartozik adott pályaszakaszon, ott is ezt az alacsonyabb sebességet vettem alapul a számításokhoz.

Az így felépített gráf összesen 5184 csúcsot tartalmazott, amelyből 1689 reprezentált bejáratit jelzőt, 1493 kijáratit jelzőt, 1888 térközjelzőt, 114 pedig egyéb vágánykapcsolati pontot, például határátmenetet vagy iparvágányt. A gráfcsúcsok közti vágánykapcsolatokat 6780 gráfél írta le.

Néhány 0 km/h engedélyezett sebességű vonal is szerepelt a modellben (például a 49. sz. Lepsény–Csajág–Papkeszi vonal), sőt, teljesen felszedett pályák is (például az 1CM sz. „Nagy Burma” vágány), megkönnyítendő a jövőbeli fejlesztési tervek modellezését. Ilyenek lehetnek például a Budapest Agglomerációs Vasúti Stratégia által előírányzott fejlesztések,¹² mint a Budapest-Kelenföld–Budapest-Nyugati vasúti alagút vagy a 150. sz. vonal felvezetése az összekötő vasúti hídra.

Irányváltás

A szerelvények irányváltására (azaz a modellben a menetvonalnak egy állomás azonos végén történő be-, illetve kilépésére) 710 állomáson van lehetőség. Ezt a modellben úgy tettem lehetővé, hogy az erre alkalmas állomások ellentétes oldali kijáratú jelzőit 0 km, illetve 10 perc súlyozású gráfféllal összekötöttem. A 10 perces időtartam a megállás és az indulás közti vasútiüzemi tevékenységek (szétakasztás, körüljárás, fékpróba stb.) ideje, amely szintén alsó korlátot jelent.



3. ábra: A Győr állomást és környékét leíró részgráf diagramja. A szürkével jelzettek az állomási irányváltást leíró gráfélek

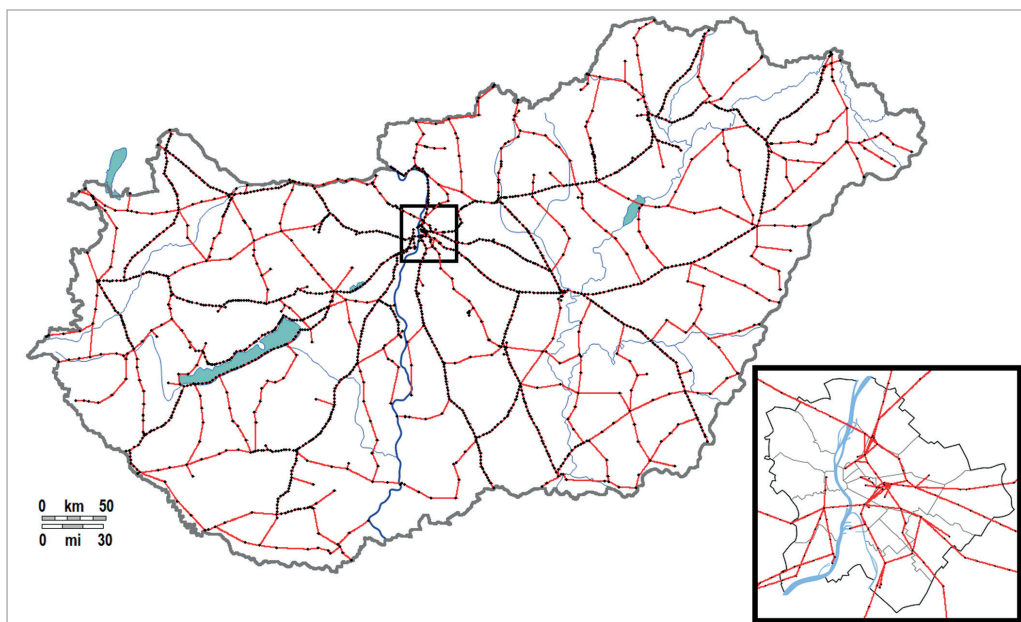
Forrás: a szerző szerkesztése

¹² LÉVAI Zsolt (2022): 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*. Gvőr: Közlekedéstudományi Egyesület, 342–354.

Ahhoz azonban, hogy a legrövidebbút-számító algoritmus ezt az extra 10 percet figyelembe vegye, a teljes gráfot irányítani kellett. Ez azt is jelenti, hogy a két közlekedési irányt eltérő élek reprezentálják, még egyvágányú pályán is. A másik oka az irányításnak az volt, hogy (mint ahogy a 2. ábrán is látható) egy állomás kijáratí jelzőjének és az első térközjelzőnek a távolsága nagyobb, mint az azonos oldali bejáratí jelző és ugyanazon térközjelző távolsága.

A jelzők jelölése az adott vasútvonal kezdőpontjának és végpontjának helyzete alapján történt. Amennyiben a vasútvonal Budapestről indul, akkor a fővárosi vége a kezdőpontja, a másik a végpontja. Ha nem érinti Budapestet, akkor az illetékes vasútigazgatóság jelöli ki a kezdőpontot és a végpontot. Ez azt is jelenti, hogy definiálhatjuk minden állomás kezdőpontját és végpontját is: egy állomás kezdőpontja a vasútvonal kezdőpontjához közelebbi vége, az állomás végpontja a vasútvonal végpontjához közelebbi vége. Amennyiben egy állomáson két vasútvonal találkozik, a kezdőpontot és a végpontot azon vasútvonal alapján kell meghatározni, amelyen az állomás fekszik.

A gráf felépítésének elvét a 3. ábrán Győr és a környező állomások példáján mutatom be. A pontok a gráf csúcsait jelentik, azaz főjelzőket, a köztük levő nyílak a gráf irányított éleit, azaz a vasútvonalszakaszokat. A szürke élek az állomási fordulóidőket leíró gráféleket jelentik. A teljes hálózat diagramját a 4. ábrán láthatjuk: a fekete pontok a főjelzőknek megfelelő gráfcsúcsok, a piros szakaszok a vasútvonalaknak megfelelő gráfélek.



4. ábra: A magyarországi vasúthálózat gráfjának diagramja

Forrás: a szerző szerkesztése

Számítási módszerek és a hálózatot leíró mennyiségek

Szoftverkörnyezet

A számítások az *R* programozási nyelv és környezetben¹³ történtek a Csárdi Gábor és Nepusz Tamás által kifejlesztett *igraph* csomag¹⁴ segítségével. A két állomás közötti, menetidő vagy menetvonalhossz szempontjából legrövidebb utat (pontosabban a két állomási kijáratú jelző közötti utat) a csomag *distances()* függvényével lehet meghatározni. Ez a függvény olyan élsúlyozott gráfokra, amelyek csak nem negatív súlyú éleket tartalmaznak (mint esetünkben is), a Dijkstra-algoritmust¹⁵ használja a legrövidebb út¹⁶ meghatározásához.

Mivel azonban két gráfbeli csúcs távolsága nem két állomás, hanem két főjelző távolságát reprezentálja, először négy távolságot kell meghatározni: mindkét állomás mindkét (kezdőponti és végponti) kijáratú jelzője között, és ezek közül ki kell választani a legrövidebbet. Míg távolságsúlyokra a négy távolságérték azonos lesz, addig az idsúlyokra két menetidőérték 10 perccel, egy pedig 20 perccel lesz hosszabb az optimálisnál. Ez azon csúcsok között adódik, amelyeknél az egyiket vagy mindkettőt az állomás távolabbi végéről választottuk, és ezért az útvonal irányváltással kezdődik és/vagy ér véget, és így az irányváltó él(ek) 10 perces súlyai hozzáadódnak a teljes menetidőértékhez.

A megfelelő gráfcúcsok meghatározása után a pontos útvonal a *shortest_path()* függvény segítségével határozható meg, melynek *\$epath* értéke adja vissza az érintett élek sorszámát.

Kapcsolatköztiség

A fenti módon meghatározva minden lehetséges $\langle a, b \rangle$ állomáspár között a legrövidebb utat, akkor az egyes hálózati elemekhez hozzárendelhetjük azt a számot, ahány legrövidebb út azt érinti. Ezt a mérőszámot kapcsolatköztiségnek nevezzük (*betweenness centrality*).¹⁷ Ezt a mennyiséget még érdemes normálni az összes menetvonal darabszámával, hogy relatív mennyiséget kapjunk, amely által különböző hálózatok elemei is összehasonlíthatóak. Ez lesz tehát az egyes hálózati elemek forgalmának mérőszáma uniform forgalom mellett. Azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy ezzel az egyes

¹³ R Core Team (2012): *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

¹⁴ CSÁRDI G. – NEPU SZ T. (2006): The *igraph* software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*, 1695.

¹⁵ E. W. DIJKSTRA (1959): A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. *Numerische Mathematik*, 1, 269–271.

¹⁶ „Legrövidebb út” alatt összefoglalóan értem a távolság- és a menetidőértékekkel súlyozott legrövidebb utat. Amikor kifejezetten csak az egyikről van szó, azt külön jelzem.

¹⁷ L. C. FREEMAN (1977): A set of measures of centrality based upon betweenness. *Sociometry*, 40, 35–41.; J. LIN – Y. BAN (2013): Complex Network Topology of Transportation Systems. *Transport Reviews*, 33, 658–685.

hálózati elemek kapacitását végtelennek feltételeztük; ami ugyanazt jelenti, mintha egyszerre csak egy vonat közlekedne a hálózaton, és utána összeadnánk, hogy az egyes vonalszakaszokat hány ilyen egymástól függetlenül leközlekedtetett szerelvény érintette.

Az összegzésnél az irányváltást leíró éleket nem kell figyelembe venni, hiszen amikor az adott állomásnál a menetvonal a bejáratí jelzőtől a kijáratí jelzőig haladt, már hozzáadódott a járuléka az állomás értékéhez.

Zavarok modellezése

Azt is megvizsgáltam, hogy mekkora zavartatást okoz a teljes hálózaton egyetlen vonalszakasz kiesése, azaz az egyes vonalszakaszok forgalmának megváltozását, ha egyetlen vonalszakasz nem lesz járható.¹⁸ Azaz teljes kizárást feltételeztem, és azt, hogy a járhatatlan vonalszakasz az indulás előtt már ismert, azaz ennek ismeretében tudjuk tervezni a kerülőutat.¹⁹

Ennek modellezéséhez a kizárt vonalszakasz súlyát végtelenné tettem (mind a távolság-, mind a menetidősúlyokra). Ha létezik véges hosszúságú kerülőút két állomás között, akkor az algoritmus megtalálja; ha nincs, végtelen értéket ad vissza a legrövidebb út hosszára.

Ez utóbbi eredmény jelenthetné azt, hogy a kizárt vonalszakasz végtelenül fontos a hálózat szempontjából, hiszen nem létezik hozzá kerülőút. Azonban például a zsákvonalak nélkül a hálózat többi része zavartalanul üzemel, pedig azok kiesésekor (kerülőút hiányában) a legrövidebb út hossza végtelennek adódik a számolásból. Ez azt is jelenti, hogy bár a számolt eredmény végtelen, ezek a vonalszakaszok nem végtelenül fontosak a hálózat egésze szempontjából, ezért ezeket a vonalszakaszokat az egész számolásból kihagytam, azaz a zavarmentes hálózat összmenetvonalhosszát és összmenetidejét is úgy határoztam meg, hogy ezek a viszonylatok nem szerepeltek benne, sem egyik zavart hálózatban sem.

Eredmények

Kiszámítva a fenti mennyiségeket az egyes vonalszakaszoknál jellemezni tudjuk a magyarországi vasúthálózat egyes elemeit, és össze tudjuk őket hasonlítani egymással. A számításokat elvégeztem mind minimális menetvonalhosszakra, mind minimális menetidőkre. Először bemutatom a hálózat egészének viselkedését normál üzemi körülmények között, a hálózat átlagos viselkedését egy véletlenszerű vonalszakasz zavaránál, majd az egyes konkrét vonalszakaszok zavarának hatását a hálózat egészére,

¹⁸ D. M. SCOTT et al. (2006): Network Robustness Index: A new method for identifying critical links and evaluating the performance of transportation networks. *Journal of Transport Geography*, 14. 215–227.

¹⁹ Athina. TYMPAKIANAKI et al. (2018): Impact Analysis of Transport Network Disruptions Using Multimodal Data: A Case Study for Tunnel Closures in Stockholm. *Case Studies on Transport Policy*, 6, 179–189.

és a térközzintű modellből kapott eredményeket összehasonlítom az állomásszintű modellből kapott eredményekkel.

Átlagos úthossz

Első lépésben kiszámítottam az átlagos menetvonalhosszat, illetve az átlagos menetidőt a zavarmentes hálózatban, amelyek az összes minimális menetvonalra kiszámított érték átlagát jelentik.²⁰ Értékükre 229,7 km, illetve 151,9 perc adódott, amely értékek 2,71-szer, illetve 3,23-szor kisebbek a hálózat átmérőjénél. Ez utóbbi az összes legrövidebb út közül a legnagyobbat jelentik, azaz hogy melyik két állomás van egymástól a legmesszebb távolságban, illetve időben.²¹ Ennek a különbségnek az egyik oka, hogy a magyarországi vasúthálózat a szélei felé „ritkul”, azaz Budapesttől távolabb ritkábbak a transzverzális kapcsolatok, míg az állomások sűrűsége nem csökken, azaz a távoli állomások közötti menetvonalak eleve hosszabb úton jutnak el a megfelelő radiális fővonalra. A másik ok a jelentős méretű zsákvonalrendszerek jelenléte a hálózatban, elég ha a Mátészalkánál, Miskolc-Gömörinél vagy Szentlőrincnél csatlakozó, összesen 90,6 km, 110,4 km, illetve 146,4 km hosszúságú zsákvonalakra gondolunk (csak a nem 0 km/h engedélyezett sebességű vonalakat figyelembe véve), amelyek állomásairól a törzshálózat csak a nevezett csatlakozó állomások érintésével érhető el.

Természetesen az átlagos úthossz kiszámítható zavart hálózatban is. Ehhez az egyes vonalszakaszok gráfbeli súlyát egyesével (külön-külön) végtelenné téve meghatározható az összes $\langle a, b \rangle$ állomáspár közti legrövidebb út hossza (amennyiben az nem végtelennek adódik). Jelöljük az a és b állomás közti távolságban legrövidebb út hosszát az i vonalszakasz zavar esetén ℓ_{abi} -vel, az a és b állomás közti leggyorsabb út menetidejét az i vonalszakasz zavar esetén t_{abi} -vel. A zavarmentes hálózatban ezeket az értékeket jelöljük ℓ_{ab0} -val, illetve t_{ab0} -val.

Az ℓ_{abi} és a t_{abi} értéket átlagolva minden $\langle a, b \rangle$ állomáspárra és minden i vonalszakaszra megkapjuk egy véletlenszerű vonalszakasz zavarának átlagos hatását a legrövidebb út hosszára.²² Minimális menetvonalhosszak esetén ez az érték 230,3 km-nek adódik, amely mindössze 0,66 km-rel hosszabb a zavarmentes hálózatra kapott értéknél. Hasonlóan minimális menetidőkre az átlagos menetidő 152,85 percrek adódik, amely csak 0,97 perccel több, mint a zavarmentes hálózatban. Ez azt jelenti, hogy a véletlen zavar a hálózatban csak minimális zavart okoz.

Amennyiben az i vonalszakaszokra nem átlagolunk, csak az $\langle a, b \rangle$ állomáspárookra, azzal az egyes konkrét vonalszakaszok hálózatra gyakorolt hatását tudjuk számszerűsíteni,

²⁰ M. BARTHELEMY (2010): Spatial networks. *Physics Reports*, 499, 6–7.

²¹ TÓTH Bence (2022): A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz. In HORVÁTH Gábor – HORVÁTH Balázs (szerk.): *XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences*. Győr: Közlekedéstudományi Egyesület, 415–423.

²² S. JANSUWAN – A. CHEN (2015): Considering perception errors in network efficiency measure: an application to bridge importance ranking in degradable transportation networks. *Transportation A*, 11, 793–818.

és ebben az esetben a kép már sokkal árnyaltabb lesz. Jelöljük $\Delta\ell_i$ -vel az i vonalszakasz zavara esetén számított, nem végtelen hosszúságú legrövidebb utak hosszának a zavarmentes hálózatbeli átlagos menetvonalhossz-értékkel normált értékeinek összegét minden $\langle a, b \rangle$ állomáspárra, és hasonlóan Δt_i -vel az i vonalszakasz zavara esetén számított, nem végtelen menetidejű legrövidebb utak menetidőinek a zavarmentes hálózatbeli átlagos menetidőértékkel normált értékeinek összegét minden $\langle a, b \rangle$ állomáspárra:

$$\Delta\ell_i = \sum_{\substack{\langle a, b \rangle \\ \ell_{abi} < \infty \forall i}} \frac{\ell_{abi}}{\ell_{ab0}}$$

$$\Delta t_i = \sum_{\substack{\langle a, b \rangle \\ t_{abi} < \infty \forall i}} \frac{t_{abi}}{t_{ab0}}$$

Az ennek megfelelő nem relatív mennyiség a teljes hálózat összmenetvonalhossza (*TNPL, total network path length*) és a teljes hálózat összmenetideje (*TNTT, total network travel time*), amely a zavarmentes hálózatbeli értékkel való normálás nélküli mennyiség az adott i vonalszakasz zavara esetén:

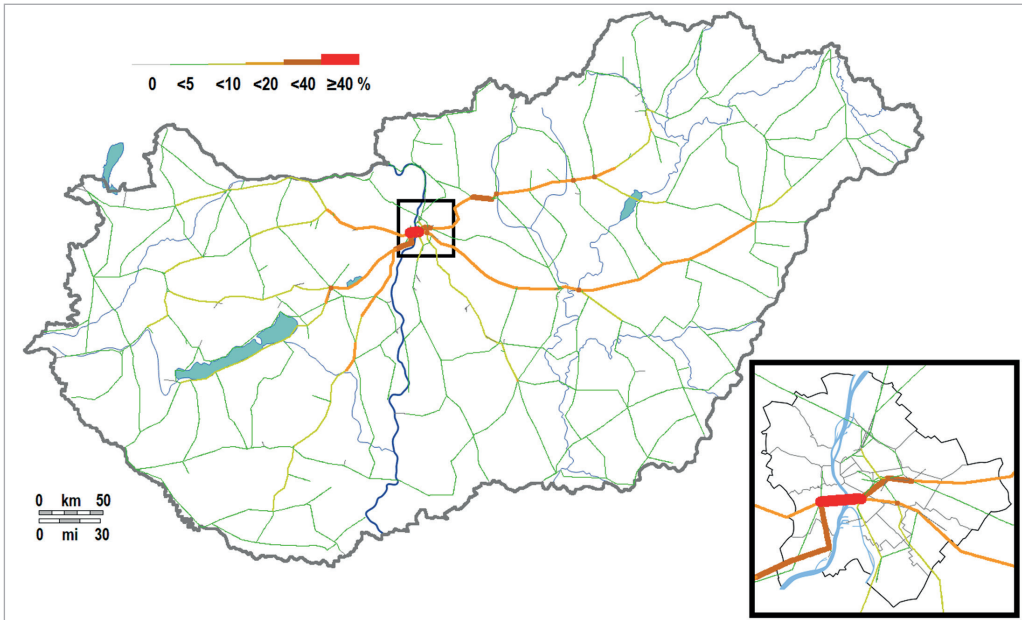
$$TNPL = \sum_{\langle a, b \rangle} \ell_{abi}$$

$$TNTT = \sum_{\langle a, b \rangle} t_{abi}$$

A kapott eredmények ismertetése előtt azonban vizsgáljuk meg az egyes vonalszakaszokon jelentkező forgalom mértékét!

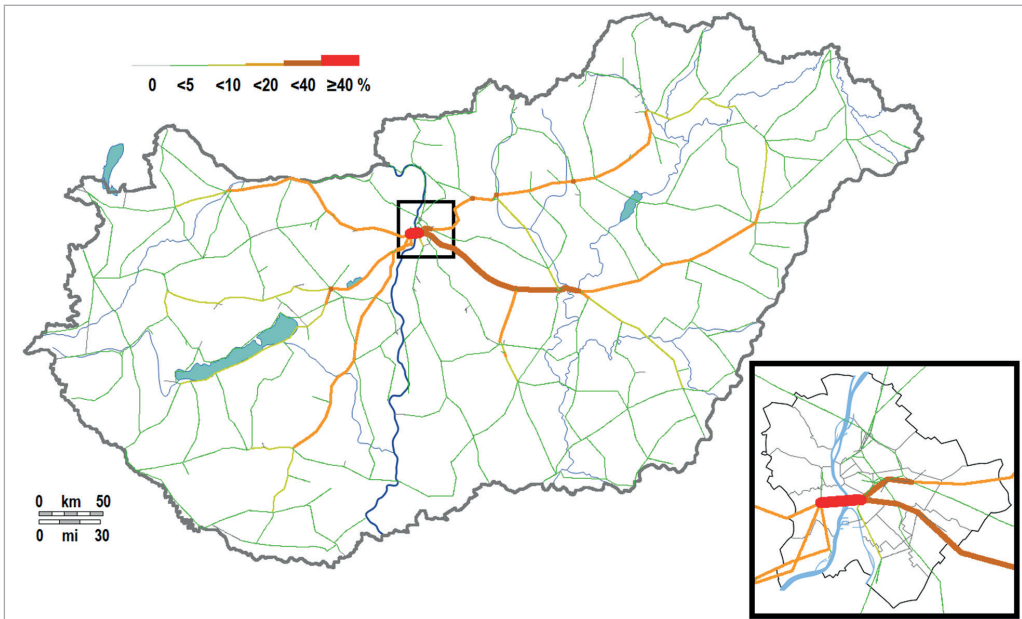
Kapcsolatköztiség – térközszintű modell

A magyarországi vasúthálózat egyes hálózati elemeinek kapcsolatköztiség-értékeit minimális menetvonalhosszakkal és minimális menetidőkkel számolva, mindkettőnél normálva az összes menetvonal számával az 5., illetve a 6. ábrán láthatjuk. A tárgyalás könnyebbé kedvéért a minimális menetvonalhosszokra vonatkozó eredményeket (ℓ -lel, a minimális menetidőkre vonatkozóakat pedig (t)-vel fogom jelölni a megfelelő eredmény mellett.



5. ábra: A hálózati elemek normált kapcsolatköztsége minimális menetvonalhosszakra a térközsztű modellben

Forrás: a szerző szerkesztése



6. ábra: A hálózati elemek normált kapcsolatköztsége minimális menetidőkre a térközsztű modellben

Forrás: a szerző szerkesztése

Mindkét súlyozásra a Ferencváros–Kelenföld állomásköz adódott a legforgalmasabbnak, azaz az összekötő vasúti hidat is tartalmazó állomásköz, amelyen valóban a teljes kelet–nyugati vasúti tranzit teherforgalom áthalad. A modellszámítások alapján az összes menetvonal 45,2%-a (ℓ), illetve 47,8%-a (t) használja ezt az infrastruktúra-elemet; ha azonban csak a Dunán áthaladó menetvonalakat vesszük figyelembe, ez az arány 84,4% (ℓ), illetve 87,7% (t)!

Ennek oka a megfelelő paraméterű alternatív útvonalként használható Duna-hidak hiánya. A másik villamosított Duna-híd, az újpesti vasúti híd amellett, hogy egyvágányú, a Kopár-hágói alagútba nem fér be a villamos ürszelvény, és így tehervonati forgalomra alkalmatlan. Ennek a ténynek jelentős következményei vannak a katonai vasúti szállításokra is. Emellett az újpesti vasúti híd szintén Budapesten található, tehát az összekötő vasúti hidat annak zavara esetén nagy valószínűséggel földrajzi helyzetéből adódóan nem tudná kiváltani. A bajai Türr István híd pedig nemcsak egyvágányú, hanem villamosítatlan is.²³

Bár a Budapest–Almásfüzitő távolság kb. 2,5 km-rel hosszabb a 2. és a 4. sz. vonalon, mint az 1. sz. vonalon (átlagolva Rákos és Kőbánya-Kispest állomás és Almásfüzitő távolságát a két útvonalon), a 4. sz. Esztergom–Almásfüzitő vonal alacsony pályasebessége miatt a különbség a két útvonal menetidejében majdnem kétszeres (47 perc és 90 perc). A 2. sz. vonal felújítása annak mindenképpen javára vált, de a közeljövőben semmiképpen sem várható olyan mértékű átépítése, hogy valódi alternatívát nyújthasson az 1. sz. fővonalnak, a valódi alternatívát csak egy Budapeستől délre építendő új híd jelentené.²⁴

A 5. és a 6. ábra közti feltűnő különbség a 80a/80. sz. (Budapest–Hatvan–Miskolc–Nyíregyháza) és a 100a/100. sz. (Budapest–Cegléd–Szolnok–Debrecen–Nyíregyháza) fővonal hasonló forgalma minimális menetvonalhosszakra és a 100a/100. sz. vonal jelentős többlete minimális menetidőkre. Ennek oka a 142. sz. (Budapest–Lajosmizse–Kecskemét) vonal szerepében keresendő. A 142. sz. vonalon Kecskemét 7 kilométerrel közelebb van Budapesthez, mint a 100. sz. és a 140. sz. vonalon Cegléden keresztül. Azonban a kilométerben rövidebb út 29 perccel hosszabb menetidőt jelent. Vagyis bár megfelelő pályaparaméterek esetén a 142. sz. vonal megfelelő alternatíva lehetne a Dél-Alföld elérésében, ez a 150. sz. (Budapest–Kunszentmiklós–Tass–Kelebia) vonal jelenleg zajló felújítása miatt nem fog megtörténni. Utóbbit ugyanis a tervek szerint 160/120 km/h sebességű vonatok közlekedtetésére építik át, ami figyelembe véve TEN-T hálózati szerepét, érthető fejlesztés.

A két különböző élsúlyozásra kapott eredmények a különbözőségek ellenére több egyezést is mutatnak. Mindkettőnél az 1., a 20., a 30., a 80., a 100. és a 120. sz. fővonal alkotja a hálózat gerincét, ami azt jelenti, hogy ezeken a vasútvonalakon halad a legtöbb

²³ SZÁSZI Gábor (2013): Long-span railway bridges in the transport system of Hungary. *Hadmérnök*, 8(2), 98–107.

²⁴ TÓTH Bence – HORVÁTH István (2019): 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(4), 109–129.; TÓTH Bence – LÉVAI Zsolt (2021): Új vasúti Duna-hidak helyszíneinek kvantitatív analízise a vasúthálózat szempontjából. In HORVÁTH Balázs – HORVÁTH Gábor (szerk.): *XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia 2021*. Győr: Széchenyi István Egyetem, 496–505.

menetvonal, akár menetidőre, akár távolságra optimalizálunk. A magasabb pályasebesség természetesen eredményezi, hogy a menetvonalakat érdemes az alacsonyabb engedélyezett sebességű mellékvonalakról a lehető leggyorsabban a fővonalakra vezetni, ahol az út legnagyobb részét megteszik.

Azonban a pályasebesség nem az egyetlen oka annak, hogy ezen vonalakon jelentős forgalom bonyolódik, hiszen a minimális menetvonalhosszak ábráján is ezek a legforgalmasabbak (továbbá a 142. és a 108., valamint a 13., illetve a 150. sz. vonal egyes szakaszai is). Ez tehát azt is jelenti, hogy a hálózat földrajzi elrendeződése is az ezeken a vonalakon való közlekedésnek kedvez, függetlenül pályasebességtől, villamosítástól, vágányszámától, tengelyterheléstől.

Érdemes megemlíteni a 25. sz. vonal egyvágányú Boba–Ukk szakaszát, amely mindkét súlyozásra nagyobb forgalmat látszik bonyolítani, mint ugyanezen vonal kétvágányú Boba–Celldömölk szakasza. Ez alapján a meglepő eredmény alapján érdemes lenne valós forgalmi adatok alapján megvizsgálni ezen szakasz kétvágányúsításának hatását a forgalomra, különösen mivel a 7441 km-es hálózatnak mindössze 16,38%-a, 1219 km kétvágányú.²⁵ Ezen érték az elmúlt másfél évtizedben mindössze 1%-ot javult.²⁶

Egy másik fejlesztési lehetőség a 108. sz. (Debrecen–Füzesabony) vonal, amely a 80. sz. és a 100. sz. fővonal között biztosít jó kapcsolatot. Bár jelenleg egyvágányú, villamosítatlan, 80 km/h engedélyezett sebességű vonal, a menetidők ábráján látszik stratégiai fontossága.²⁷ Ha megfelelő állapotú lenne a pálya, kiemelt szerepe lehetne a két csatlakozó fővonal zavarkezelésében.

Hasonló, ám bizonyos szempontból fordított helyzetet láthatunk a 82. sz. (Hatvan–Újszász) vonalon, amely a 80a/80. és a 120a. sz. vonal transzverzális kapcsolatát jelenti. Minimális menetvonalhosszakra ez nem preferált útirány, azonban a környező észak-déli vonalaknál magasabb pályasebessége miatt fontos kerülőirány lehetne, ha szintén kétvágányú, villamosított pálya lenne.

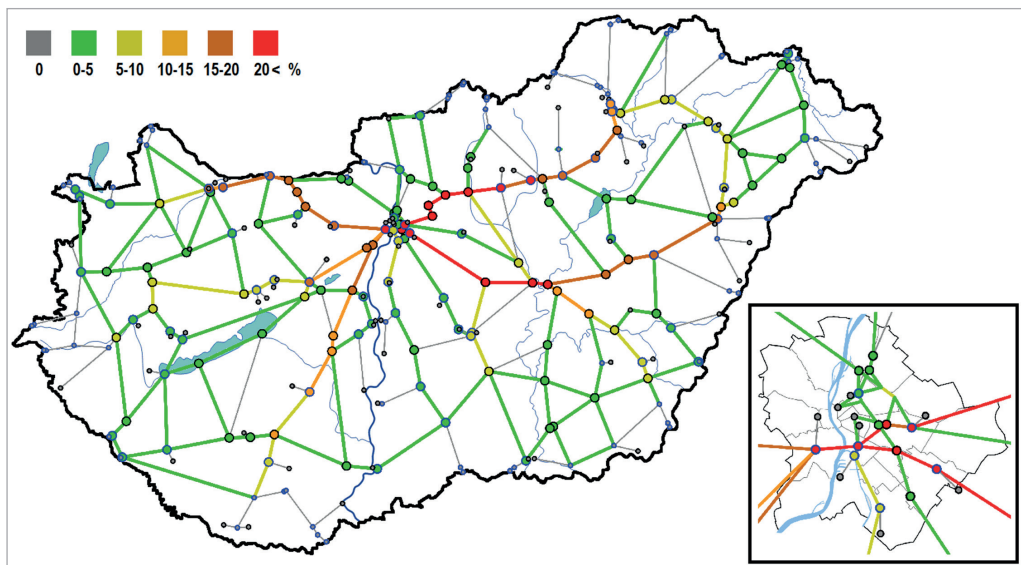
Kapcsolatköztiség – állomásszintű modell

Hasonlítsuk most össze a térközszintű modellből kapott eredményeket az állomásszintű modellből kapott korábbi eredményekkel! A 7. ábrán az állomásszintű modellből minimális menetvonalhosszakra kapott normált kapcsolatköztiség-értékeket láthatjuk, a 8. ábrán pedig a minimális menetidőkkel számítottat.

²⁵ Út- és vasúthálózat [é. n.]. KSH.

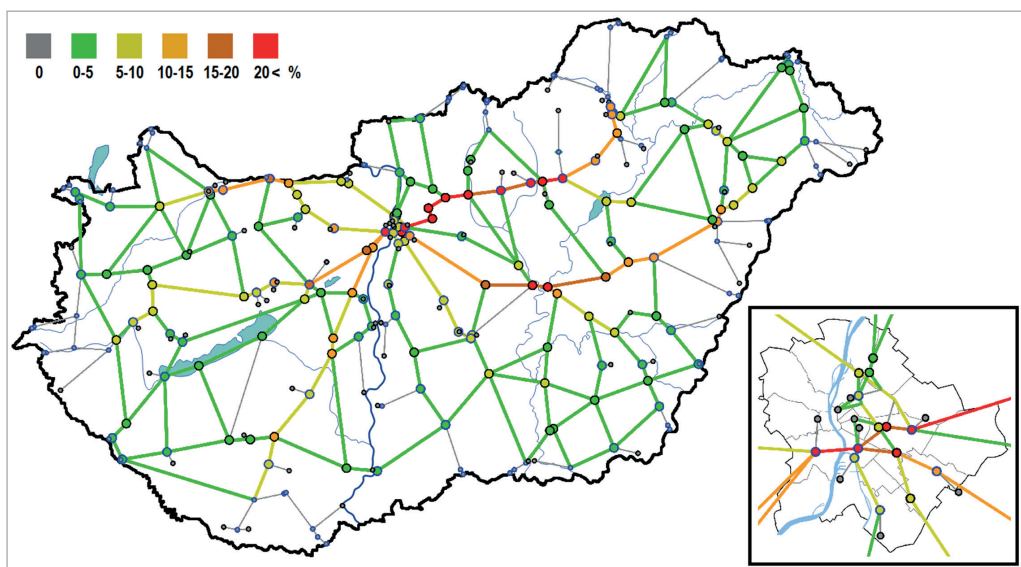
²⁶ SZÁSZI Gábor (2007): Magyarország közlekedési infrastruktúrájának fejlesztése napjainkban: Közút vagy vasút? *Katonai Logisztika*, 15(2), 32–59.

²⁷ SZÁSZI Gábor (2009b): Jász-Nagykun-Szolnok megye vasúthálózatának védelmi szempontú elemzése. *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 13, 101–125.



7. ábra: A hálózati elemek normált kapcsolatköztisége minimális menetvonalhosszakra az állomásszintű modellben

Forrás: a szerző szerkesztése TÓTH 2017: 52–66. alapján



8. ábra: A hálózati elemek normált kapcsolatköztisége minimális menetidőkre az állomásszintű modellben

Forrás: a szerző szerkesztése TÓTH 2017: 52–66. alapján

Az elsőként szembevető dolog, hogy a forgalom sokkal egyenletesebben oszlik el, mint a térközsztű modellben, hiszen abban kétszer annyi állomás szerepel, és földrajzi eloszlásuk is egyenletesebb. Ennek megfelelően az egyes vasútvonalak „preferált iránya” is meg-

jelenik a forgalom számszerű értékeiben. Például míg a 121. sz. (Békéscsaba–Kétegyháza–Mezőhegyes–Újszeged) vonal szakaszai az állomásszintű modellben természetesen homogének, a térközsintű modellben a Medgyesegyháza és Kétegyháza közötti szakasz mindkét súlyozásnál forgalmasabbnak adódik, mint a másik irányban. Ennek oka, hogy ez az irány esik a 120. sz. fővonal felé, ezért a mellékvonalon haladó menetvonalak ebben az irányban érik el hamarabb a magasabb (120 km/h) engedélyezett sebességű fővonalat.

Már ez az egyetlen példa is jól mutatja a sűrű, de lassú mellékvonali hálózat szerepét a Délkelet-Alföldön: az alacsony pályasebesség miatt nem valós alternatívák a fővonalak zavarakor, nem reális kapcsolatok a radiális fővonalak között.²⁸ Hasonló a helyzet a 154. sz. vonal Jánoshalma–Kiskunhalas szakaszán (ℓ), a 155. sz. vonal Jászszentlászló–Kiskunfélegyháza szakaszán (t), a 140. sz. vonal Kiskunfélegyháza–Csengele szakaszán (t), a 82. sz. vonal Portelek–Hatvan szakaszán (t) vagy a 30. sz. vonal Balatonszentgyörgy–Sávolgy szakaszán (ℓ , t).

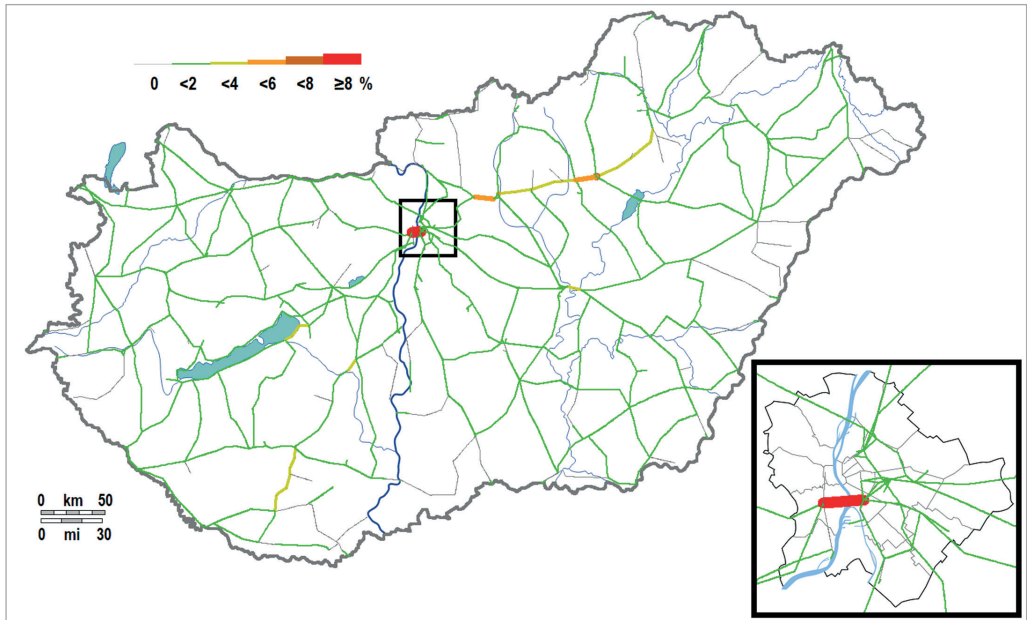
Vonalszakaszok zavarának hatása a menetvonalakra – térközsintű modell

Korábban láttuk, hogy egy véletlenszerűen zavart vonalszakasz átlagosan csak nagyon kis növekményt okoz a hálózat átlagos úthosszában. Azonban ha nem az összes vonalszakasz átlagos hatását vizsgáljuk, hanem külön-külön, akkor sokkal árnyaltabb képet kapunk a hálózat viselkedéséről az egyes vonalszakaszok zavarának hatására. Ehhez meghatároztam az egyes pályaszakaszok forgalomból való kizárásakor azok hatását a hálózat egészére az okozott összmenetvonalhossz-, illetve összmenetidő-növekedésen keresztül. A $\Delta\ell_p$ illetve a Δt_i értéket ábrázolva a megfelelő vonalszakaszra a 9. és a 10. ábrát kapjuk.

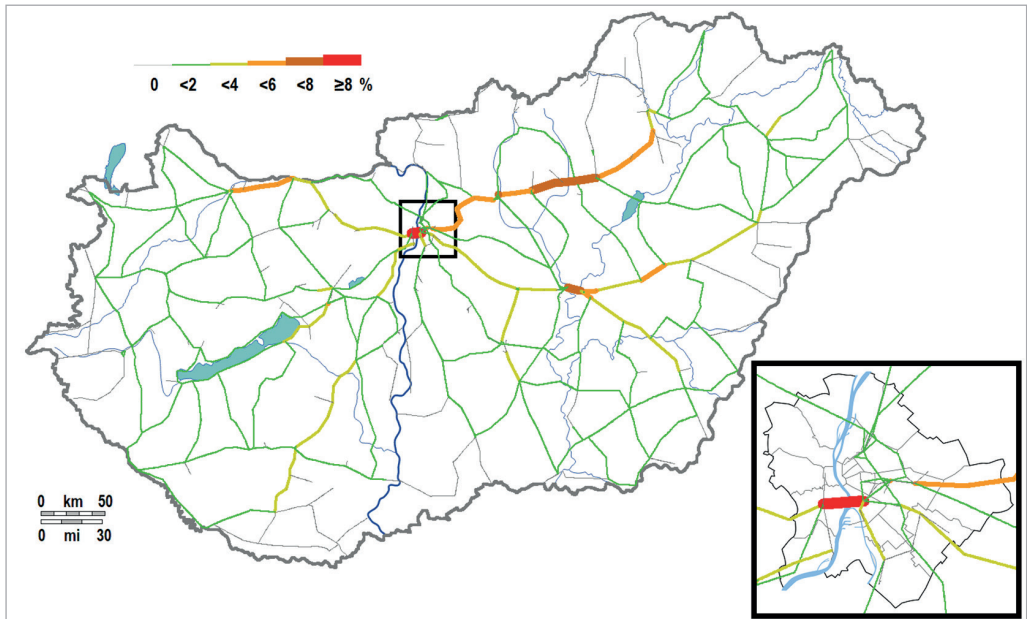
A legjelentősebb növekményt nem meglepő módon a legforgalmasabb állomásköz, a Ferencváros–Kelenföld vonalszakasz (azaz a gyakorlatban az összekötő vasúti híd) kizárása okozza, amelynél ezek az értékek $\Delta\ell = 12,6\%$ és $\Delta t = 25,5\%$. Ez azt jelenti, hogy ezen állomásköz kiesése, megfelelő paraméterekkel rendelkező alternatív útvonal hiányában, a rajta a zavarmentes hálózatban áthaladó menetvonalak menetidejének átlagosan 50%-os növekedését okozza (hiszen az összes menetvonal fele halad itt keresztül).

Minimális menetidőkre a következő legnagyobb növekményt Füzesabony (7%), Kál–Kápolna (5,5%) és Hatvan (4,39%) állomás kiesése okozta. A 80. sz. vonal (amely ezen állomásokon halad át) egyes szakaszainak kizárása is jelentős növekményt okoz a *TNTT* értékében: a Kál–Kápolna–Füzesabony állomásköz 5,08%-ot, az Aszód–Tura állomásköz pedig 4,29%-ot. Érdemes megemlíteni, hogy ugyanakkor a Szolnok–Szajol állomásköz zavara, ahol az egyetlen kétvágányú villamosított Tisza-híd található, csak 2,34%-os növekményt okoz a *TNTT* értékében.

²⁸ TÓTH 2018: 118–132.



9. ábra: Az egyes hálózati elemek kizárása által a hálózaton okozott teljes menetvonalhossz-növekmény a zavarmentes hálózathoz képest minimális hosszúságú menetvonalakra a térközsztintű modellben
Forrás: a szerző szerkesztése



10. ábra: Az egyes hálózati elemek kizárása által a hálózaton okozott teljes menetidő-növekmény a zavarmentes hálózathoz képest minimális menetidejű menetvonalakra a térközsztintű modellben
Forrás: a szerző szerkesztése

Minimális menetvonalhosszakra a $\Delta \ell$ értéke Hatvan állomás kizárása esetén 7,99%, Szajol állomás kizárásakor 7,96%, a Szolnok–Szajol állomásköz kizárásakor pedig 7,71%, míg a Vámosgyörk–Füzesabony vonalszakasz kiesése a *TNPL* értékének 7,71%-os növekedését okozza. Ez utóbbi azonban már csak harmada az összekötő vasúti híd által okozott növekménynek, és közel sem annyi menetvonal halad át ezen a szakaszon. A 80. sz. vonal Budapest–Miskolc szakasza, az 1. sz. vonal Budapest–Győr szakasza (különösen a Komárom–Győr vonalszakasz), valamint a 100. sz. és a 120. sz. vonal rövidebb szakaszai okoznak még hálózati szempontból jelentős mértékű növekedést. Ezek oka a köztük található transzverzális vonalak már látott elégtelen kapacitása. Vagyis bár vannak stratégiailag megfelelő helyen vasútvonalak, ezek pályaalapja (amelyet jelen modellben az engedélyezett sebesség reprezentál) nem teszi őket alkalmassá kerülőútvonalnak, hiába lennének kilométerben megfelelőek.

Egy jelentős kivételt azonban megemlítek: a 40. sz. fővonal Pusztaszabolcs–Rét-szilas szakaszán a *TNTT* növekménye szignifikánsan kisebb a vonal többi szakaszához képest. A Δt alacsony értékét a 42. sz. (Pusztaszabolcs–Dunaújváros–Paks) és a 43. sz. (Mezőfalva–Rét-szilas) vonal és kisebb részben a 44. sz. (Pusztaszabolcs–Székesfehérvár) és a 45. sz. (Sárbogárd–Székesfehérvár) vonal megléte okozza, amelyek kellő redundanciát biztosítanak a vonalszakasznak.²⁹

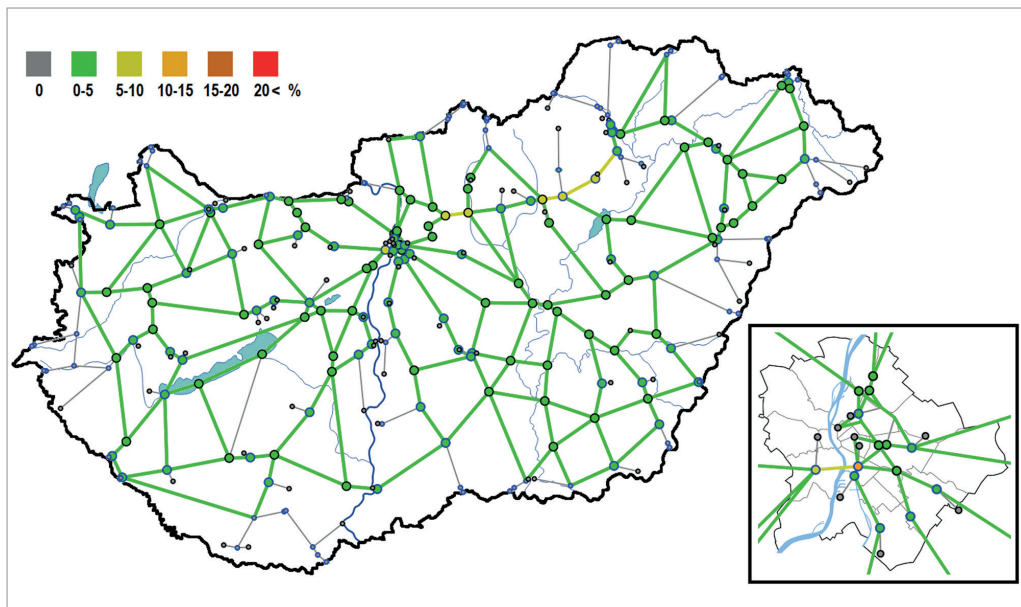
Vonalszakaszok zavarának hatása a menetvonalakra – állomásszintű modell

A 11. és a 12. ábrán szintén a *TNPL* és a *TNTT* növekményét láthatjuk, azonban az állomásszintű modellt használva.

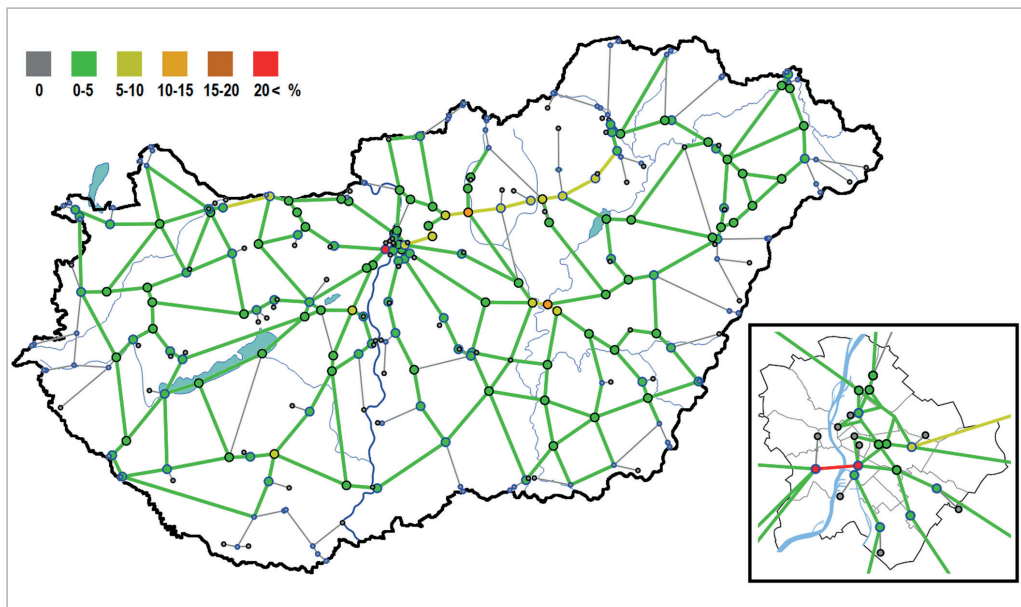
Mindkét súlyozásnál nyilvánvaló Ferencváros állomás kiemelt jelentősége: $\Delta \ell = 11,9\%$ és $\Delta t = 24,9\%$. Kelenföld állomás megfelelő értékei szintén magasak, 9,41%, illetve 21,6%, a köztük található állomásköz az összekötő vasúti híddal pedig 9,69%-os (ℓ), illetve 21,4%-os (t) növekményt okoz kizárásakor.

A Szolnok–Szajol állomásköz (a Tisza-híd) kizárása a *TNTT* értékének 8,45%-os növekedését okozza, Hatvan állomás hálózathoz való kiesése pedig 10,8%-os növekedést, amely Kelenföld állomásának már csak a fele.

²⁹ B. G. Tóth: Redundancy Analysis of the Railway Network of Hungary. In Klára Szita Tóthné – Károly Jármái – Katalin Voith (szerk.): *Solutions for Sustainable Development: Proceedings of the 1st International Conference on Engineering Solutions for Sustainable Development (ICESSD 2019)*. Miskolc, Hungary, CRC Press, 2019. 358-368.



11. ábra: Az egyes hálózati elemek kizárása által a hálózaton okozott teljes menetvonalhossz-növekmény a zavarmentes hálózathoz képest minimális hosszúságú menetvonalakra az állomásszintű modellben
Forrás: a szerző szerkesztése



12. ábra: Az egyes hálózati elemek kizárása által a hálózaton okozott teljes menetidő-növekmény a zavarmentes hálózathoz képest minimális menetidejű menetvonalakra az állomásszintű modellben
Forrás: a szerző szerkesztése

Összefoglalás

A tanulmányban bemutattam a magyarországi vasúthálózat térközszintű modelljét. A gráf csúcsai a főjelzőket (bejárat, kijárat és térközjelzőket), az élei a közöttük levő vasúti pályát reprezentálták. Az élekhez két súlyt rendeltem a számítások során: a megfelelő vasútvonalszakasz hosszát vagy az annak bejárásához szükséges menetidőt. Homogén forgalmat a rendszerre terhelve meghatároztam az átlagos úthosszat és az egyes hálózati elemek kapcsolatköztsiségét. Az egyes vonalszakaszok hálózathoz való kieszését vizsgálva ezen mennyiségek meghatározhatóak a zavart hálózatban is, amivel az egyes vonalszakaszok hálózathozbeli fontossága jellemezhető.

Azt találtam, hogy véletlenszerűen kiválasztott vonalszakasz zavaránál mind az átlagos menetvonalhossz, mind az átlagos menetidő csak kismértékben nő meg a zavarmentes hálózathozbeli értékhez képest. Azonban bizonyos kiemelt jelentőségű vonalszakaszok, mint például az összekötő vasúti híd kieszése akár 25%-os növekedést is okozhat. Ez a hálózat erős függését mutatja bizonyos stratégiai jelentőségű hálózati elemektől, amelyekhez ráadásul megfelelő kerülőút sem biztosított. Ugyanakkor forgalmas vonalszakasz is okozhat csekély növekményt, mint például a Pusztaszabolcs–Rétszilas vonalszakasz, ha megfelelő pályasebességű kerülőút áll rendelkezésre.

Összehasonlítva a modelltől kapott eredményeket a korábbi, állomásszintű modell eredményeivel azt találtam, hogy a részletesebb modell segítségével pontosabban lehet meghatározni a hálózat kritikus pontjait, valamint a vonalak részletesebb viselkedése tanulmányozható az állomásszintű modell elkerülhetetlen átlagolásai nélkül. Ezáltal az új modell az eddiginél pontosabb eszköz lehet nemcsak a hálózat sérülékenysége és redundanciáinak felderítésében, hanem fejlesztési tervek modellezésében is.

Felhasznált irodalom

- 277/2014. (XI. 14.) Kormányrendelet a vasúti közlekedési hatóság által kiszabható bírság mértékéről és megfizetésének részletes szabályairól. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1400277.kor>
- BARTHELEMY, M. (2010): Spatial networks. *Physics Reports*, 499, 1–101. Online: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2010.11.002>
- CSÁRDI G. – NEPUZS T. (2006): The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*, 1695. Online: <http://igraph.org>
- DIJKSTRA, E. W. (1959): A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. *Numerische Mathematik*, 1, 269–271. Online: <https://doi.org/10.1007/BF01386390>
- FREEMAN, L. C. (1977): A set of measures of centrality based upon betweenness. *Sociometry*, 40, 35–41. Online: <https://doi.org/10.2307/3033543>
- JANSUWAN, S. – CHEN, A. (2015): Considering perception errors in network efficiency measure: an application to bridge importance ranking in degradable transportation networks. *Transportation A*, 11, 793–818. Online: <https://doi.org/10.1080/23249935.2015.1087694>
- LÉVAI Zsolt (2020): A katonai közlekedési támogatás vasútföldrajzi alapú vizsgálata. *Földrajzi Közlemények*, 144(4), 380–395. Online: <https://doi.org/10.32643/fk.144.4.3>

- LÉVAI Zsolt (2022): 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: Közlekedéstudományi Egyesület. 342–354.
- LIN, J. – BAN, Y. (2013): Complex Network Topology of Transportation Systems. *Transport Reviews*, 33, 658–685. Online: <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.848955>
- LUSBY, R. et al. (2011): Railway track allocation: Models and methods. *OR Spectrum*, 33(4), 843–883. Online: <https://doi.org/10.1007/s00291-009-0189-0>
- MÁV (2008): *F. 2. sz. forgalmi utasítás*. MÁV Zrt. Pályavasúti Üzemeltetési Főigazgatóság. Online: https://mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/public-procurement/document/public/f_2_sz_forgalmi_utasitas.pdf
- OROSZ Réka – SZÁSZI Gábor (2020): A Magyar Honvédség légiszállító-képességének fejlesztési lehetőségei a gazdasági és katonai tényezők figyelembevételével. *Katonai Logisztika*, 28(3), 95–113.
- PACHL, J. (2021): *Railway Signalling Principles*. Braunschweig. Online: <http://joernpachl.de/eBook%20RSP.pdf>
- R Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0. Online: <http://R-project.org/>
- SCOTT, D. M. et al. (2006): Network Robustness Index: A new method for identifying critical links and evaluating the performance of transportation networks. *Journal of Transport Geography*, 14, 215–227. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2005.10.003>
- SZÁSZI Gábor (2007): Magyarország közlekedési infrastruktúrájának fejlesztése napjainkban: Közút vagy vasút? *Katonai Logisztika*, 15(2), 32–59.
- SZÁSZI Gábor (2009a): A védelmi szempontból meghatározó repülőterek vasúti kapcsolatának helyzete Magyarországon. *Repüléstudományi Közlemények*, 21(különszám), 1–22.
- SZÁSZI Gábor (2009b): Jász-Nagykun-Szolnok megye vasúthálózatának védelmi szempontú elemzése. *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 13, 101–125.
- SZÁSZI Gábor (2012): Transz Európai Közlekedési Hálózat (TEN-T) tervezett fejlesztési iránya, várható hatása Magyarország vasúthálózatának fejlesztésére. *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 16, 402–425.
- SZÁSZI Gábor (2013): Long-span railway bridges in the transport system of Hungary. *Hadmérnök*, 8(2), 98–107.
- SZÁSZI Gábor (2014): *A vasúti hálózati infrastruktúrával szemben támasztott újszerű védelmi követelmények kutatása, a továbbfejlesztés feltételrendszerének vizsgálata*. PhD-értekezés. Budapest: NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola.
- SZÁSZI Gábor (2018): Transzeurópai közlekedési hálózat. In SIPOSNÉ KECSKEMÉTHY Klára – SZÁSZI Gábor: *Közlekedési hálózatok*. Budapest: Dialóg Campus. 173–187.
- TÓTH Bence (2017): Állomások és állomásközpontok zavarának gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton. *Hadmérnök*, 12(4), 52–66.
- TÓTH Bence (2018): Menetidő- és menetvonalhossz növekedés gráfelméleti alapú vizsgálata a magyarországi vasúthálózaton állomások és állomásközpontok zavara esetén. *Hadmérnök*, 13(1), 118–132.
- TÓTH Bence (2019): Redundancy Analysis of the Railway Network of Hungary. In TÓTHNÉ SZITA Klára – JÁRMAI Károly – VOITH Katalin (szerk.): *Solutions for Sustainable Development: Proceedings of the 1st International Conference on Engineering Solutions for Sustainable Development (ICESSD 2019)*. Miskolc: CRC Press. 358–368. ISBN 9780367424251. eBook ISBN 9780367824037

- TÓTH Bence (2021): The Effect of Attacks on the Railway Network of Hungary. *Central European Journal of Operations Research*, 29, 567–587. Online: <https://doi.org/10.1007/s10100-020-00684-8>
- TÓTH Bence (2022): A modellek felbontásának hatása az eredmények pontosságára – állomásköz vs. térköz. In HORVÁTH Gábor – HORVÁTH Balázs (szerk.): *XX. European Transport Congress / XII. International Conference on Transport Sciences*. Győr: Közlekedéstudományi Egyesület. 415–423.
- TÓTH Bence – HORVÁTH István (2019): 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(4), 109–129. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2019.3.9>
- TÓTH Bence – LÉVAI Zsolt (2021): Új vasúti Duna-hidak helyszíneinek kvantitatív analízise a vasúthálózat szempontjából. In HORVÁTH Balázs – HORVÁTH Gábor (szerk.): *XI. Nemzetközi Közlekedéstudományi Konferencia 2021*. Győr: Széchenyi István Egyetem, 496–505.
- TYMPAKIANAKI, Athina et al. (2018): Impact Analysis of Transport Network Disruptions Using Multimodal Data: A Case Study for Tunnel Closures in Stockholm. *Case Studies on Transport Policy*, 6, 179–189. Online: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.05.003>
- Út- és vasúthálózat [é. n.]. *KSH*. Online: https://ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0030.html
- Vasútvonalak [é. n.]. *VPE*. Online: www.kapella.hu/takt/vonal_lista.php
- VPE vasúthálózati térkép [é. n.]. *VPE*. Online: <https://takt.kapella2.hu/metronom-server/map>

Vákát

A Katonai Műszaki Doktori Iskola 2022-ben ünnepelte alapításának 20. évfordulóját, amelyet ezzel az oktatóink által írt tanulmánygyűjteménnyel is ünneplünk. Az iskolában 163 oktató segíti a hallgatók munkáját, igyekezve kialakítani azokat a műhelyeket, ahol kell és érdemes tanulni.

Három pilléren nyugszik a szakmai munka: a honvédség, a katasztrófavédelem és a vízügy egyaránt számít az itt végzett munkára, az innen kikerülő doktorok szakértelmére. Oktatóink döntő többsége is ezt a három szervezetet képviseli, szakmájuk kiemelkedő oktatói-kutatói. Lehet és kell azon vitatkozni, hogyan lehetne még hatékonyabbá tenni munkánkat, de a 234 kiadott PhD-oklevél önmagáért beszél.

A kötetben oktatóink számot adnak kutatási eredményeikről, egyszerre szolgálva a tudományt és megfelelő a publikációs kényszernek is. Változatos témák, változatos stílus, változatos megközelítés jellemzi munkánkat. Bízom benne, hogy az olvasó is talál az írások között olyat, amely vitára ösztönzi, gondolkodásra serkenti, legjobb esetben impulzusokat talál benne saját kutatásainak kiteljesítéséhez.



9 786156 598400