

Húsz év a katonai műszaki tudományok szolgálatában

Oktatói kötet

Szerkesztette

Gőcze István – Padányi József

logisztikai felderítés

árvízvédelem

védelemgazdaság

automatika

űrstratégia

VR-eszközök

természeti hatások

polgári védelem

kamerák

közlekedési járművek

adatgyűjtés

védőeszközök

rizikótényezők

képességek

aktivitás

környezetbiztonság

telemedicina

mesterséges intelligencia



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	Novoszáth 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 Rácz 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 Közszolgálati 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
Olvasószerkesztő: Csinta Áron
Korrektor: Bruckner Nóra
Tördelőszerkesztő: Stubnya Tibor

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. „kőd” 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 szervezetrányítási 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 Zágon: 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 lövészkatoná alapvető kézi lőfegyverével 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>Hornyacsék 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 időszaki lakosságvédelem főbb feladatai, a szükségelszállásolás elméleti és gyakorlati kérdései	152
A háborús időszaki lakosságvédelem feladatai a várható károk tükrében	152
A szükségelszállásolás 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>Kirovna 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 tűzszerészet aktuális kihívásai</i>	185
Bevezetés	185
A tűzszerészet kialakulása Magyarországon	186
A közszolgálati tűzszerész-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 Közszolgálati 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 repülőtér fenntarthatóságáért	256
Repülőtéri 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. Gávay 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 térközsintű 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 – térközsintű modell	362
Kapcsolatköztiség – állomássintű modell	365
Vonalszakaszok zavarának hatása a menetvonalakra – térközsintű modell	367
Vonalszakaszok zavarának hatása a menetvonalakra – állomássintű 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 élőerős 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 felhasználja 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 pályacapacitás 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 sávartó

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 autópályán. *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 elől 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 testvezető 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 jósolja. 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, felméri 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-közlekedésrendszerek 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 járművezető 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 átvéelő 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 járműrendszerekéi 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 bizalmosságának, 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 autóiipari 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 alapköve 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 túlóldaláról 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, csökkentse 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 érintetteké 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 fáradékonyságát 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 felülbíró 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 vezetéstámogató 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 harcrintkezés 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, tüzérő, 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 veszteségadatait. Következtetéseik 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 tüzérővel 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 kibebiztonság. Az autonóm harctéri járművek rejtett módon, a terep védőképességének

kihasználásával, akár éjjel, csendben, rejtve képesek megközelíteni a célpontokat, és közlekedési nagy pontossággal, jelentősen kisebb teljesítményű, ezáltal könnyebb lőszerrel vagy rakétával megsemmisíteni az ellenséges objektumot. Kialakíthatók olyan járművek is, amelyek emberi irányítás nélkül tudnak a harcvezetésből 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 biztonságához. 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 biztonságához, 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 vagyonbiztonság*. 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_jrmvezett_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/inftars.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 autópárhazban. *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 robbanótetek azonosításának nehézségei

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

Kulcsszavak: robbanótet, ABV, tűzszerészet, II. világháború, tüzérségi 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 Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar; e-mail: berek.tamas@uni-nke.hu; ORCID ID: 0000-0001-8358-6139.

² Tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi 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 löszerek, 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 lőszer és töltetek

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 pusztítóképesége 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 gázhalálzással 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. „Kl” gránát;
- 10,5 cm-es 1933 M. „Kl” gránát;
- 10,5 cm-es 1938/1933 M. „Kl” gránát;
- 15 cm-es 1933 M. „Kl” 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 lövedékteste 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 örgy. (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. fejtgyújtó.

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 tüzérségi 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 megsebesítés és a hatásos harcéri koncentráció, a mérgező harcanyagok célba juttatásának gyakorta alkalmazott fegyverneme volt a tüzérség. A tüzérségi eszközökkel végrehajtott gáztámadások továbbá a gázfúvatásokkal szemben nem igényeltek hosszadalmas előkészítést, és kevésbé függtek az időjárástól. A hatásos koncentráció kialakításához azonban nagy mennyiségű lőszerrel kellett felhasználni, tekintettel a tüzérségi lőszerek úrtartalmára. Az egyre gyakrabban kialakuló állásharcok viszonylagosan állandó körülmények révén kedvező feltételeket teremtettek a szemben álló feleknek ahhoz, hogy jelentős mennyiségben felhalmozzanak tüzérségi célba juttató eszközöket és lőszerket, köztük mérgező harcanyaggal töltött lőszerket a tüzérség számára.

Különleges lőszer

A rendszeresített köd-, gyújtó- és gázlövődekeket összefoglaló elnevezéssel különleges lőszernek néven tartották nyilván. Alkalmazásuk módja általában tüzérségi lőutasítások titkos mellékletében volt szabályozva.

Ezeknek a lőszernek 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 lőszer alkalmazásakor a lehetséges veszteségek minimalizálása érdekében a lövedék robbanásának a becsapódás pillanatában kellett bekövetkeznie, ezért ezeket a lőszerket 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 lőszerrel együtt alkalmazták, nehezebb volt felismerni a gáztámadást, minden tüzérségi tűznél lehetett számítani gázlövésre, jellemző volt az állandó gázképződés, a legénység kifáradása.

Gyakran éjszaka és ködös időben alkalmazták. Éjszaka még nehezebb volt a felderítés helyzete. A pihentetett személyi állomány riadóztatva nehezebben vette fel a gázálcot. 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 szélesebbéig. A viszonylag magas lőszerfelhasználás miatt alapvetően rövid mozzanatok biztosítása céljából alkalmazták.¹⁹ Tekintettel a fentiekre, valamint a ködösítés sikerét befolyásoló számos tényező – szélirány, szélesebbéig, 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 lőszer típus 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 lőszer típusokban alkalmazott „ködsav” felerészben tartalmazott kén-savanhidridet (SO₃), valamint klórszulfonsavat (HOSO₂Cl). 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 (H₂SO₄) képződik, amely kondenzálódik. A keletkező kén-savcseppek higroszkóposságuk miatt további nedvességet kötnek meg, fokozva ezzel a köd fedőképességét.

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

¹⁸ *Olaszországi harc vonalon lefolyt gáz harcok értékesítése a csapat kiképzésre*. 3528/1918. sz. honvédelmi miniszteri rendelet 1918.

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

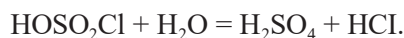
²⁰ *Jelentés ködlövés hatáskísérleteiről* (1942). Budapest: M. Kir. Honvéd Haditechnikai Intézet.

²¹ *Lőszer ismertetés* 1941: 65.

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

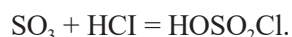
A klórszulfonsav (klór-kénsav) a kénsav és a sósav nem teljes anhidridje. Színtelen, könnyen mozgó folyadék, amely a levegő víztartalmával való bomlása következtében erősen füstölög.²³

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 robbanótöltetétől, 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. „Kl” 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 jelentkeznek, 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 „harcigázzal” szemben.

A klarkok jelentősége abban rejlett, hogy az I. világháború idején rendszeresített gázálarcok szűrőbetétei nem nyújtottak védelmet ellenük, ezért gyakran fojtó hatású foszfénnel vegyesen alkalmazták azokat. A gázálarc alá bejutó klark erős ingerlő hatásával arra készítette annak viselőjét, hogy levegye a gázálarcot, aminek következtében kitétté vált a levegőben terjedő foszfénné 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 illékonyságú színtelen kristályos anyag vízben alig, szerves oldószerekben viszont jól oldódik. Erős ingerlőhatása miatt igen gyakran és eredményesen alkalmazták a gáztámadások során. Hevítésre gőzzé alakul, amely a levegőbe kerülve lehűl, 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 ingerlőtulajdonsága hasonló a klark 1-éhez, azonban annál erősebb és hatása is tartósabb.³⁰

A mérgező harcanyagot bádoglemezből készített, úgynevezett klarkszelencébe töltötték a lőszerestbe történő elhelyezés előtt. Gyártása körülményes és költséges volt.³¹

A 10,5 cm-es klarkgránátokba a mérgező harcanyagot tartalmazó „K1” 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 alkalmazni, 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 préstesztel 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, aeroszoljainak belégzése, a folyadékceppeknek 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 alkilálószer, két reaktív klór-etil funkció csoporttal rendelkezik. Alkilező hatása következtében számos, biológiailag fontos molekulát képes átalakítani. A mustár típusú anyagok hatása többrétű, a ribonukleinsav (RNS), a fehérjék, a sejtmembránt alkotó komponensek alkilezése, a DNS károsítása, sejtosztódást gátló hatásai miatt citosztatikum, emellett mutagén és sejtmérge 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 előfertőzést 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 *kénmustárgőzök* vagy *-aeroszokok 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 légszűrőt, 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 alsóingerküszöb-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 elhalálózásával 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 lőszerteretek 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 lágyóloom-, 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

Vegyi töltetű lőszer megsemmisítése a repesz-romboló gránátok esetében megszkott körülmények között szabadban robbantással nem lehetséges. A különböző űrméretű robbanótestek robbantógödörben történő megsemmisítése során a detonáció a talaj pórusain keresztül beinjektálja a mha-ot a mélyebb talajrétegbe, szennyeződést létrehozva.

³⁷ HAVAI 1998.

³⁸ *Lőszer ismertetés* 1941: 28.

³⁹ *A különleges lőszer...* 1941.