



MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

Kiemelt közlemények

KOVÁCS ZOLTÁN – DÉNES KÁLMÁN
– KOVÁCS TIBOR – KOVÁCS FERENC:
Gyalogság elleni aknák: 25 év nélkülük

BALLA TIBOR – HARALD PÖCHER
– PADÁNYI JÓZSEF:
Műszaki kiválóságok: Oskar Regele

TÓTH TAMÁS:
*A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág
integrált tervezése a fenntartható
vízgazdálkodás érdekében*

31. évf. (2021)
2. szám

ISSN 2063-4986 (elektronikus)



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Műszaki Katonai Közlöny

Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kara, valamint a Magyar Hadtudományi Társaság Műszaki Szakosztályának elektronikus (online) megjelenésű tudományos folyóirata.

ISSN 2063-4986 (elektronikus)

Szerkesztőbizottság elnöke

Padányi József

Szerkesztőbizottság

Árpád Lőrincz

Hanka László

Hornycsek Júlia

Horváth Tibor

Kovács Tibor

Kovács Zoltán

Kuti Rajmund

Nagy Rudolf

Pavel Manas

Tóth Rudolf

Főszerkesztő

Kovács Zoltán

Szerkesztőség címe

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar,
Művelési Támogató Tanszék

1101 Budapest, Hungária krt. 9–11. A. épület, 949. iroda

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf. 15.

E-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu

Telefon: +36 1 432 9000/29 539 • HM 02-22-9539

Kiadó

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Ludovika Egyetemi Kiadó Iroda

Kapcsolat: www.ludovika.hu; kiadvanyok@uni-nke.hu

1083 Budapest, Ludovika tér 2.

A kiadásért felel: Koltay András rektor

Olvasószerkesztők: Tar Krisztina, Orbán Áron, Resofszki Ágnes

Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla



Tartalom

Kovács Zoltán – Dénes Kálmán – Kovács Tibor – Kovács Ferenc Gyalogság elleni aknák: 25 év nélkülük.	5
Balla Tibor – Harald Pöcher – Padányi József Műszaki kiválóságok: Oskar Regele	21
Tóth Tamás A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág integrált tervezése a fenntartható vízgazdálkodás érdekében	31
Jusztin Karina Zelma – Vég Róbert László A rezgésdiagnosztika alkalmazása a magyar honvédség technikai kiszolgálása és járműjavítása során – 2. rész.	45
Sós N. Eszter A szén-dioxid (CO ₂) környezetkárosító hatása és keletkezése az áruszállítási folyamatok során	53
Zsolt József Kersák Disaster Protection Analysis of the Storm Occurring on July 10, 2017 in Siófok	69
Gyarmati József – Vég Róbert László A páncélos- és gépjárműtechnikai szaktisztképzés változása az egyes képzési formák óraszámai alapján.	81
Olajosné Lakatos Boglárka A felszíni vizek monitoringjának hazai és európai uniós operatív rendszere	93
Kovács Tibor – Csurgó Attila Az improvizált robbanószerkezetek elleni védekezés irányai napjaink műveleti környezetében.	111
Tímár Attila A Kettős-Körös bal oldali 32 + 250 tkm szelvényének rézsűállékonyság-vizsgálata	127

Kovács Zoltán¹ – Dénes Kálmán² – Kovács Tibor³ – Kovács Ferenc⁴

Gyalogság elleni aknák: 25 év nélkülük

Antipersonnel Landmines: 25 Years Without Them

A gyalogság elleni aknák a rövid történelmük során mindig fontos tényezői voltak a fegyveres küzdelem megvívásának. A háborúk, konfliktusok befejezését követően azonban hatalmas mennyiségben maradtak ott a föld alatt rejtőzködve a volt hadszíntereken, és minden évben több ezer polgári személynek okoznak súlyos vagy akár halálos sérülést. A gyalogsági aknák katonai alkalmazásának betiltásához vezető úton 25 évvel ezelőtt, a kanadai Ottawában elfogadott zárónyilatkozatot tekinthetjük az első igazán jelentős mérföldkőnek. Az évforduló kapcsán a szerzők felvillantják a gyalogsági aknákkal kapcsolatos főbb ismérveket, visszatekintenek az elmúlt évtizedek eseményeire, és bemutatják a jelenlegi aknahelyzet megváltoztatására irányuló törekvéseket.

Kulcsszavak: akna, gyalogsági akna, nemzetközi egyezmény, betiltás, Ottawa

During their short history, the antipersonnel landmines always were significant component of the fights of armed combat. However, after wars and conflicts they remained hidden in huge numbers on former theatres of operation and annually cause serious or lethal wounds to several thousand civilian people. On the way to ban military employment of antipersonnel landmines, the final declaration accepted in Ottawa 25 years ago may be considered as the first really significant milestone. In connection with this anniversary, the authors highlight the main features of the antipersonnel mines, look back on the main events of last decades and introduce the efforts for changing the actual landmine conditions.

Keywords: mine, antipersonnel mine, international agreement, banning, Ottawa

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi docens, e-mail: kovacs.zoltan@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9098-1997>

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi docens, e-mail: denes.kalman@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2951-7172>

³ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, c. egyetemi tanár, e-mail: kovacs.tibor@uni-nke.hu, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5987-8289>

⁴ Aktuál Mérnökiroda Kft., ügyvezető igazgató, e-mail: hunvirag@aktual-mki.hu, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9017-9731>

1. Bevezetés

Az 1996-os év nagy jelentőségű volt a hagyományos fegyverek – ezen belül különösen a gyalogsági aknák – alkalmazási lehetőségeinek szabályozását tekintve. Május 3-án Genfben, a hagyományos fegyverek alkalmazását korlátozó egyezmény felülvizsgálati konferenciájának zárónapján elfogadták a II. Módosított Jegyzőkönyvet, amely a korábbi szabályzóhoz képest sokkal szigorúbb előírásokat fogalmazott meg az aknák alkalmazásával kapcsolatban. A Módosított Jegyzőkönyvet hazánk az 1997. évi CXXXIII. törvénnyel hirdette ki.⁵

Éppen 25 évvel ezelőtt, 1996 őszén pedig a kanadai Ottawában megrendezték azt a mérföldkőnek is tekinthető nemzetközi tanácskozást, amely új lendülettel indította meg a gyalogság elleni aknák teljes betiltásának folyamatát. 1996. október 5-én a résztvevők közül 50 állam képviselői zárónyilatkozatban fogadták el, hogy intenzív egyeztetési folyamatot indítanak annak érdekében, hogy legkésőbb a következő év végén aláírassák a gyalogság elleni aknák teljes tilalmáról rendelkező nemzetközi egyezményt.

A nagy fegyvergyártó és -kereskedő országok természetesen nem azonosultak ezzel az elképzeléssel. A Vöröskereszt Nemzetközi Bizottsága⁶ (ICRC), valamint a Nemzetközi Kampány a Szárazföldi Aknák Betiltásáért⁷ (ICBL) elnevezésű szervezet hatékony munkájának köszönhetően azonban 1997. szeptember 18-án, a norvégiai Oslóban megrendezett diplomáciai egyeztető konferencián részt vevő államok számos módosító indítványt követően elfogadták a gyalogság elleni aknák használatának, felhalmozásának, gyártásának és átadásának tilalmát kinyilvánító és birtokolt aknakészletek megsemmisítését előíró egyezmény végleges szövegezését.

Az egyezményt még abban az évben, a december 3–4. között lezajlott ottawai találkozón nyitották meg aláírásra. A hatálybalépéséhez 40 ország ratifikációja volt szükséges, amely viszonylag gyorsan teljesült – az elsők között volt hazánk is, az 1998. évi X. törvénnyel kihirdetve azt⁸ –, így az „Aknáegyezmény” vagy „Ottawai Egyezmény” 1999. március 1-jén életbe lépett.

2. A gyalogság elleni aknákról röviden

Mit is nevezünk gyalogsági vagy gyalogság elleni aknának, amely ellen ilyen vehemens tiltakozás lángolt fel 25 éve? Ennek a harceszköznek a rendeltetését, a hagyományos típusainak jellemzőit számos szakirodalom tartalmazza, mi csupán néhányat ragadtunk ki ezek közül.

A bevezetőben már említett jogszabályok közül az 1997. évi CXXXIII. törvény szerint „gyalogság elleni akna olyan aknát jelent, amely elsődlegesen arra a célra szolgál, hogy felrobbanjon

⁵ 1997. évi CXXXIII. törvény a „Mértéktelen sérülést okozóknak vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló Egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről rendelkező 1984. évi 2. törvényerejű rendelet módosításáról és kiegészítéséről.

⁶ Angolul: International Committee of the Red Cross (ICRC).

⁷ Angolul: International Campaign to Ban Landmines (ICBL). Az ICBL 2011-ben összeolvadt a Kazettásbomba-ellenes Szövetséggel (Cluster Munition Coalition: CMC).

⁸ 1998. évi X. törvény. a „Gyalogsági aknák alkalmazásának, felhalmozásának, gyártásának és átadásának betiltásáról, illetőleg megsemmisítéséről” szóló Egyezmény megerősítéséről és kihirdetéséről.

ember jelenlététől, közelségétől vagy érintésétől, és amely biztosítja egy vagy néhány személy harcképtelenné tételét, sérülését vagy halálos sérülését”.⁹

Az 1998. évi X. törvény alapján a „gyalogsági akna olyan aknát jelent, mely úgy van tervezve, hogy felrobbanjon ember jelenlététől, közelségétől vagy érintésétől, és amely egy vagy több személy harcképtelenné tételét, sérülését vagy halálos sérülését okozza. Azok az aknák, melyek rendeltetésük szerint egy jármű, nem pedig egy személy jelenlététől, közelségétől vagy érintésétől robbannak fel, és amelyek felszedésgátló biztosítással vannak felszerelve, azáltal, hogy rendelkeznek ilyen berendezéssel, nem minősülnek gyalogsági aknáknak”.¹⁰

A *Hadtudományi Lexikon* szerint a „gyalogság elleni akna olyan fém-, fa-, textil-, műanyag burkolatú vagy burkolat nélküli robbanótöltetű akna, amely elsődlegesen arra a célra szolgál, hogy ember jelenlététől, közelségétől vagy érintésétől felrobbanjon, és ezzel biztosítsa egy vagy néhány személy harcképtelenné tételét, sérülését vagy halálát”.¹¹

Az idézett művek nagyon hasonlóan fogalmazznak, és mindegyik utal arra a tényre, hogy a gyalogság elleni aknák alaprendeltetése az ellenség személyi állományának pusztítása vagy harcképtelenné tétele, amelyet kétféleképpen érhet el: az aknában elhelyezett robbanótöltet robbanásával vagy pedig a szétrepülő anyagrészek által okozott repeszhatással.

A nyomásra működő romboló hatású akna (közismert nevén: taposóakna) már az 5–10 kg nagyságú ránehezedő tömeg hatására elműködik, a benne elhelyezett 50–300 gramm robbanóanyag súlyos (legtöbbször csonkolásos) sérülést okoz a rálépő személynek. A taposóaknák többsége általában hengeres alakú, az átmérőjük 5–15 cm, magasságuk 5–10 cm között változik. Telepíthetők kézi erővel vagy gépekkel meghatározott rendszerben a talaj felszíne fölé vagy kis mélységben a felszín alá. A talajfelszínre légi, tűzérségi eszközökkel vagy különböző gép- és harcjárművekkel rendezőelv nélkül, úgynevezett szórással telepített¹² taposóaknák változatos (fél-, negyedhenger, szabálytalan forma) alakúak, a magas hatóerejű brizáns robbanóanyag-töltetük akár pár tíz gramm is lehet. Az elmúlt évtizedekben gyártott taposóaknák a kis méreteik mellett szinte kivétel nélkül műanyag burkolattal és minimális mennyiségű fém-tartalommal rendelkeznek, ami jelentősen megnehezíti a hagyományos fémkereső műszerrel történő detektálásukat.

A körkörös hatású repeszaknák ezzel szemben már nemcsak az elműködésüket kiváltó személyt, hanem a repeszeik hatótávolságán belül tartózkodókat is képesek harcképtelenné tenni. Általában bordázott fém burkolattal, aknatesttel rendelkeznek, amely a robbanás hatása következtében részekre szakad. Leggyakrabban a felszín felett 15–20 cm-re helyezkednek el facövekeken. Az aknához rögzített kifeszített botlódrótokra gyakorolt húzóerő hatására az akna felrobban, és a repeszek az aknától körkörösén repülnek szét, 20–25 m távolságig akár halálos sérülést okozva. A körkörös hatású aknák speciális vállfaja az ugró repeszakna, amely általában közvetlenül a talaj felszíne alá van telepítve úgy, hogy csak a gyújtószerkezetének teteje található a felszín felett. A gyújtó működhet nyomóerő hatására, illetve húzásra a botlódrótokkal, amelyek akár 30 m távolságig is nyúlhatnak az aknától. A nyomó- vagy húzóerő

⁹ 1997. évi CXXXIII. törvény 2. cikk 3. pont.

¹⁰ 1998. évi X. törvény 2. cikk 1. pont.

¹¹ Krajnc Zoltán (szerk.): *Hadtudományi Lexikon Új kötet*. Budapest, Ludovika, 2020. 332.

¹² Krajnc (2020) i. m. 1031.

hatására egy kisebb robbanóanyag-töltet kiveti az aknatestet fel a levegőbe, ahol az akna fő robbanóanyag-töltete körülbelül 0,8–1,5 m-es magasságban működik el. Az aknában elhelyezett fém repeszek körkörösén ilyen módon akár 100 m távolságra is szóródnak, 25–30 m távolsáig halálos sérülést okozva.

Az irányított hatású repeszakna a gyalogsági repeszaknák másik speciális fajtája, amelynek működése során a repeszek úgyszintén nem az aknatestből keletkeznek, hanem a robbanóanyag elé helyezett gömb vagy henger alakú acéldarabkák szolgálnak erre a célra. A repeszek nem körkörösén szóródnak szét, hanem csak az előre beállított irányban (sávban) és az aknában elhelyezett robbanóanyag mennyiségének függvényében meghatározott távolságra pusztítanak: az aknától 50–100, néhány típusuk akár 200 m távolságra is képesek halálos vagy súlyos sérülést okozni. Az ilyen aknák a talaj felszíne fölé vannak telepítve, és botlódrróttal vagy (elektromos) vezetékes parancsindítással hozhatók működésbe. A kisebb aknák íves téglatestre hasonlítanak, míg a nagyobbak hengeres kialakításúak, több robbanóanyagot és nagyobb méretű repeszeket tartalmaznak, amelyek akár a páncélvédelem nélküli vagy a könnyű páncélozott járműveket is harc- vagy mozgásképtelenné tudják tenni.¹³

Ezek a hagyományos módokon elműködő, hagyományos robbanóanyag-töltetű gyalogsági aknák a háborúk, a nemzetközi vagy belső konfliktusok során sok esetben mindenféle dokumentáció nélkül voltak alkalmazva, ami most szinte lehetetlenné teszi a telepítési helyszín pontos beazonosítását és a telepített aknamennyiség – sokszor még az aknatípust sem! – meghatározását. A robbanóanyag mellett valamilyen atom-biológiai-vegyi (ABV) anyagot is tartalmazó aknák mentesítése pedig még különlegesebb eljárásokat igényel.¹⁴ A konfliktusok befejezése után a volt szemben álló felek gyakran nem is foglalkoztak az általuk korábban eltelepített aknamezők, improvizált szerkezetek felszámolásával, ott hagyták őket megjelöletlenül. A növényzet vagy a talajfelszín alatt lapuló különböző robbanószerkezetek rendkívül nagy veszélyt jelentenek a területek lakosságára, a mezőgazdasági és ipari élet szinte mindegyik ágazatára,¹⁵ a létesítményekre¹⁶ vagy akár a létfontosságú vízbázisok elérésére¹⁷ és a mentesítést végző személyekre is.

Az ICBL által 1999, az Aknaegyezmény hatálybalépésének éve óta minden novemberben összeállított aknahelyzet-jelentés legutóbbi kiadásának¹⁸ adatai szerint 2019-ben a világ 50 országában összesen 5554 ember hunyt el vagy sérült meg az aknák és a háborúból visszamaradt harcanyagok (ERW)¹⁹ robbanása miatt (2170 halott, 3357 sérült, 27 főnek nem ismert

¹³ A gyalogsági aknák egyes típusairól részletes információ található Tóth József – Lukács László – Volszky Géza: *Akna kisenciklopédia*. Budapest, Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiáért Alapítvány, 2012.

¹⁴ Lásd még Berek Tamás: ABV (CBRN) tüzserészcsoport, mint a biztonsági kihívásokra adott válaszlépés. *Bolyai Szemle*, 25. (2016), 4. 22–34.

¹⁵ Lásd még Ember István: A robbanótestek, mint a talajban rejlő potenciális veszélyforrások. In *Geotechnika 2020*. Budapest, 2020. október 12–14. 24–31. 24–31. és Ember István: A löszermentesítés szerepe az építőiparban. *Építőanyag: Journal of Silicate Based And Composite Materials*, 72. (2020), 2. 59–63. című írásait.

¹⁶ Lásd még Dénes Kálmán – Kovács Zoltán: Létesítmények közműrendszereinek robbantásos cselekmények általi veszélyeztetettsége és védelme. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), Különszám. 77–85.

¹⁷ Lásd még Padányi József: Vízkonfliktusok. *Hadtudomány*, 25. (2015), E-szám. 272–284.

¹⁸ *Landmine Monitor 2020*. 22nd Annual Edition. ICBL-CMC.

¹⁹ Angolul: Explosive Remnants of War (ERW). Idesorolandók a fel nem robbant bombák, löszerek, rakéták, gránátok stb. (Unexploded Ordnance – UXO) és a hátrahagyott harcanyagok (Abandoned Explosive Ordnance – AXO).

a további sorsa). Ez a számadat akkor is megdöbbentő, ha az előző, 2018. évi még magasabb esetszámhoz (6897 fő) viszonyítjuk. Az aknabalesetek legnagyobb számban 2016-ban történtek (9439 fő), azóta szerencsére folyamatosan csökkenő tendenciát mutat az esetek száma, míg a legkevesebb baleset 1999-ben volt, amikor 3457 fő esett áldozatul a robbanásoknak. A 2019-es aknabalesetek közel 2/3-a (3647) az Aknaegyezményhez csatlakozott valamelyik Részes Állam területén történt.

Némileg talán árnyalja a gyalogsági aknákra vetülő nagyon sötét képet, hogy ezen esetek okozói közül „csak” 124 volt gyalogsági akna, a többi 107 harcokcsiakna, 1853 improvizált akna, 316 egyéb akna, 1051 visszamaradt harcanyag (ERW), 40 szublőszer, 156 pedig ismeretlen akna/ERW volt. (Az Aknaegyezményen kívüli országok közül, ahogy már évek óta, még mindig Szíriában volt a legmagasabb az áldozatok száma: 1125 fő.)

Az áldozatok 80%-a polgári személy volt (4466 fő), de aknamentesítési feladatot végzők (23 fő), illetve katonák és rendvédelmi személyek (944 fő) is szenvedői voltak a robbanásoknak (121 fő hovatartozása pedig nem ismert). Ami talán még megdöbbentőbb, az áldozatok közül 1562 fő gyerek volt (580 elhunyt, 979 sérült, 3 fő sorsa nem ismert).

A rejtőzködő gyalogsági aknák felkutatására hatalmas erőfeszítéseket tesznek a nemzetközi szervezetek és a különböző kormányzati és nem kormányzati szervek. Az aknamentesítés azonban nagyon lassú ütemben halad, az előtálat aknák mennyisége pedig minden évben igen jelentős.

A már említett ICBL-jelentés alapján csak a Részes Államok területén például 2018-ban 146,82 km² átvizsgálása során 97 996 db gyalogsági aknát találtak, majd semmisítették meg. 2019-ben pedig 156,57 km² területen 123 375 db gyalogsági aknát találtak meg! Az aknák területi eloszlása eltérő: Zimbabwe 2,75 km²-en 39 031 db vagy Törökország 0,67 km²-en lévő 25 959 db megsemmisített aknája mellett szinte eltölpül Kambodzsa 20,93 km²-en felszedett 15 425 db és Irak 46,56 km²-en talált 12 378 db gyalogsági aknája.

A Covid-19-vírus a tavalyi esztendőben tovább nehezítette az aknafelderítési-mentesítési munkát, hiszen ott is be kell tartani a járványügyi rendszabályokat. A következő aknajelentés számadataiban bizonyára visszaköszönnek majd ennek hatásai.

Az aknásított területek felszámolásának feladatai rendkívül nagy anyagi ráfordítással is járnak, 2019-ben összesen 561,3 millió dollárt emésztettek fel az aknamentesítéssel kapcsolatos tevékenységek,²⁰ az utóbbi öt évet tekintve pedig összesen 2,77 milliárd dollárt tettek ki a költségek!

3. A gyalogság elleni aknák betiltásának folyamata

Amint látható, a gyalogsági aknák igen jelentős veszélyforrást képviselnek nemcsak a fegyveres konfliktusok során, hanem azt követően is. Nemzetközi szervezetek és számos ország vezetése

Az aknák az Egyezmény alapján nem tartoznak bele az ERW kategóriájába!

²⁰ Idesorolandó a kiképzés, felkészítés, felderítés, mentesítés és az áldozatok támogatása is.

valamilyen módon korlátokat kívánt állítani néhány pusztító fegyverfajta sokszor esztelen és mértéktelen alkalmazásának.

Az egyes hagyományos fegyverek, közöttük az aknák korlátozására vonatkozóan a nemzetközi összefogás első igazi eredménye a „Mértéktelen sérülést okozóknak vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló egyezmény volt, amelyet 1980. október 10-én, Genfben fogadtak el.²¹ Az Egyezmény három Jegyzőkönyvet tartalmazott: az I. Jegyzőkönyv a nem kimutatható repeszekre, a II. az aknákra és meglepőaknákra, a III. a gyújtófegyverekre vonatkozott.²² Az Egyezményt négy évvel később, az 1984. évi 2. törvényerejű rendelettel hazánk is kihirdette.²³

Az előírásainak hatálya azonban nem vonatkozott a belső konfliktusokra, holott az aknák tömeges alkalmazására a leggyakrabban ilyen esetekben került sor. Az ICBL 1992 októberében felhívást tett közzé a gyalogsági aknák teljes betiltása érdekében, és ösztönözte a világ valamennyi országát a csatlakozásra. 1993. február 9-én Franciaország javaslatot tett az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) főtitkárának az 1980-as Egyezmény Felülvizsgálati Konferenciájának összehívására, amelyet a Közgyűlés a 78/79. számú határozatával üdvözölt és támogatott. A rendezvényre végül Bécsben került sor, 1995. szeptember 25. – október 13. között. Bár számos javaslatot megvitattak, de igazán érdemi előrelépést jelentő megegyezés nem született, ezért a konferenciát felfüggesztették.

A következő évben, Genfben két tárgyalási szakaszban folytatódott az egyeztetések: 1996. január 15–19. között az Egyezmény technikai jellegű kérdéseit tárgyalták meg újra a részt vevő államok, majd az április 22. – május 3. között megtartott ülés végén elfogadták a már említett II. Módosított Jegyzőkönyvet.²⁴

E Jegyzőkönyv 4. Cikke alapján tilos olyan gyalogság elleni aknákat alkalmazni, amelyek nem felderíthetők a Technikai melléklet 2. pontjában rögzítettek szerint. A hivatkozott pont alapján minden 1997. január 1-je után gyártott gyalogsági aknának a saját konstrukciójában tartalmaznia kell 8 gramm vagy több, egy koncentrált tömegben lévő vas által adott jellel ekvivalens válaszjelet adó anyagot vagy szerkezetet, sőt a jelölt időpont előtt gyártott aknákat a telepítésük előtt a fentiekben jelzethez hasonló tulajdonságokkal rendelkező kiegészítő felszereléssel kell ellátni, kizárva az utólagos könnyű szétválasztás lehetőségét.

Ezen kívül valamennyi gyalogsági aknának olyan önhatástalanító berendezéssel kell rendelkeznie, amely biztosítja, hogy a telepítést követő 30 nap után a berendezés esetleges működőkép telensége miatt éles helyzetben maradt aknák mennyisége ne haladja meg az aknák

²¹ A nemzetközi egyezmény keletkezésének és a gyalogsági aknák betiltásának folyamatát részletesen feldolgozza Lukács László: A gyalogsági aknák betiltása – egy hosszú út fontosabb állomásai. *Új Honvédségi Szemle*, 54. (1999), 10. 102–111. című írása.

²² A II. Jegyzőkönyv 1983. december 2-án lépett életbe, jelenleg 95 Résztes Állam ratifikálta. Az Egyezmény IV. Jegyzőkönyvét a vakított lézerfegyverekről 1996. május 3-án fogadták el az Egyezmény Felülvizsgálati Konferenciáján a II. Módosított Jegyzőkönyvvel egy időben, míg az V. Jegyzőkönyvet, amely a háborúból visszamaradt harcanyagokra (ERW) vonatkozik csak 2003. november 28-án fogadták el.

²³ Az 1984. évi 2. törvényerejű rendelet elérhető: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=98400002.tvr>

²⁴ A kellő számú csatlakozást követően a II. Módosított Jegyzőkönyv 1998. december 3-án lépett életbe. Jelenleg 106 Résztes Állam ratifikálta az okmányt. Az eredeti II. Jegyzőkönyv azonban még jelenleg is hatályos, mivel 11 ország a módosított változatot annak szigorúbb előírásai miatt már nem írta alá: Burundi, Dzsibuti, Kuba, Laosz, Lesotho, Mauritius, Mexikó, Mongólia, Togo, Uganda, Üzbegisztán.

10%-át, valamint olyan tartalék önhatástalanító részegységet is be kell építeni az aknába, amely a 120. nap után 99,9%-os hatékonysággal hatástalanítja azokat.

A Jegyzőkönyv a fenti rendelkezések alkalmazására kilenc év haladékot adott, amelyet még azzal az engedménnyel is kiegészített, hogy kérvényezhető a meghosszabbítása, azonban az előírásoknak nem megfelelő aknák alkalmazását az előírások teljesítéséig is a minimálisra kell szűkíteni. Az aláíró felek kötelezték magukat arra is, hogy nem adnak át mások részére olyan aknát, amelynek alkalmazását a Jegyzőkönyv tiltja, illetve nem adnak át semmilyen gyalogsági aknát olyan államnak, amely nem csatlakozott a Jegyzőkönyvhöz.

Bár a Módosított Jegyzőkönyv fenti előírásai markánsnak tűnő változásokat jelentettek, a kellő technológiai-gazdasági háttérrel rendelkező államoknak nem okozott gondot a korlátozások betartása. A nagy aknagyártó, -kereskedő országok pedig sorjában csatlakoztak a Jegyzőkönyvhöz (például Kína 1998. november 4., Amerikai Egyesült Államok 1999. május 24., India 1999. szeptember 2., Oroszország 2005. március 2.), hiszen így az előírásoknak megfelelő aknáikat akár át is adhatják (értsd: eladhatják) más Részes Állam felhasználó országnak.

Az Országgyűlés 1997. november 25-i ülésnapján elfogadott törvénnyel²⁵ hazánk is kinyilvánította az Egyezmény megerősítését és a gyalogsági aknák alkalmazása jövőbeni szabályainak elfogadását. A törvényhez csatolt mellékletben pedig kijelentettük, hogy nem kívánunk élni a kilenc év engedélyezett haladékkal sem, és legkésőbb 2000. december 31-ig teljesen fel kívánjuk számolni, illetve meg kívánjuk semmisíteni a gyalogsági aknakészleteinket.

A nemzetközi mozgalom kiszélesedése folytán a gyalogsági aknák betiltásának eszméjéhez további államok csatlakoztak. 1996. október 5-én, a kanadai Ottawában megrendezett konferencia végén 50 állam írta alá azt a jelentős zárónyilatkozatot, amely megállapítja a gyalogsági taposóaknák teljes betiltásának szükségességét.

Az 1997. június 24–27. között Belgiumban megrendezett előkészítő ülés végén már 97 állam írta alá a Brüsszeli Nyilatkozatot, amelyben jelezték szándékukat a végső egyeztetésen való részvételre, valamint a taposóaknák betiltásáról rendelkező egyezmény aláírására.

Az 1997. szeptember 1–19. között Oslóban megtartott diplomáciai egyeztető konferencián még az Amerikai Egyesült Államok is részt vett, és egészen a zárónapig úgy tűnt, hogy csatlakozni is fog majd az Egyezményt aláíró országokhoz, mintegy jó példát mutatva a többi nagy aknagyártó és -forgalmazó államnak. Erre azonban végül nem került sor: mivel nem rendelkeztek kellő mértékű támogatással az aláírásért cserébe támasztott javaslatai és feltételei,²⁶ így visszavonta azokat és ezzel együtt a csatlakozási szándékát is.

Az ünnepélyes aláírási ceremóniára végül 1997. december 3-án, Ottawában került sor, a 150 részt vevő ország közül 121 képviselője – köztük Magyarország is – látta el kézjegyével

²⁵ 1997. évi CXXXIII. törvény.

²⁶ Madeleine Albright külügyminiszter a fajsúlyosabb országok külügyminisztereinek írt levelében előre jelezte, hogy csak abban az esetben csatlakoznak, ha a levélben felvázolt öt fontos kiegészítést – legfontosabb közülük, hogy az USA az aknatilalom ellenére továbbra is alkalmazhat majd gyalogsági aknákat a két Korea határán – elfogadják a tanácskozó országok.

az „Aknaegyezményt”, amely a szükséges számú ratifikáció elérésével 1999. március 1-jén hatályba lépett.²⁷

Az Egyezményt aláíró országok az aknahelyzet értékelése és az aktuális helyzet elemzése érdekében a hatálybalépés óta ötévente felülvizsgálati konferenciát, a konferenciák közötti időszakban pedig évente egyeztető értekezletet tartanak.²⁸



1. ábra. Az Egyezmény aláírási ceremóniája 1997. december 3-án²⁹

Forrás: Jacquelyn Kantack: *Toward a Landmine-Free World*. Conference Marks 20 Years of the Mine Ban Treaty.

Az Országgyűlés 1998. február 24-i ülésnapján elfogadott törvénnyel³⁰ a gyalogsági aknák alkalmazási lehetőségét teljes mértékben elvetettük, és köteleztük magunkat arra, hogy hazánk „semmilyen körülmények között nem használ, nem fejleszt ki, nem állít elő, nem szerez be más módon, nem halmoz fel, nem tart meg és nem ad át senkinek [...] gyalogsági aknát, valamint minden birtokában lévő gyalogsági aknát megsemmisít, illetve biztosítja azok megsemmisítését”.³¹ A felhalmozott aknakészletek megsemmisítésére a hatálybalépést követően négy év állt rendelkezésre, egyedül a kiképzési célokra megtartható aknamennyiség képezett kivételt ez alól.

²⁷ Az ENSZ hat hivatalos nyelvére lefordított Egyezmény szövege elérhető: Convention on the Prohibition of the Use, Stockpiling, Production and Transfer of Anti-Personnel Mines and on their Destruction. Oslo, 1997. Online: https://treaties.un.org/doc/Treaties/1997/09/19970918%2007-53%20AM/Ch_XXVI_05p.pdf

²⁸ Felülvizsgálati Konferenciák eddigi helyszínei és időpontjai: 2004. december, Nairobi, Kenya; 2009. december Cartagena, Kolumbia; 2014. június, Maputo, Mozambik és 2019. november, Oslo, Norvégia. Az utolsó egyeztető értekezletet pedig, amely sorban a 18. volt, 2020 novemberében, Genfben tartották. (A 19. összehívására 2021. november 29. – december 3. között kerül majd sor a holland Noordwijckben.)

²⁹ Lloyd Axworthy, Kanada külügyminisztere a dokumentum aláírását követően fogadja többek közt Jody Williams, az ICBL Nobel-békedíjas vezetője és Kofi Annan ENSZ-főtitkár elismerését.

³⁰ 1998. évi X. törvény.

³¹ 1998. évi X. törvény 1. cikk 1. pont.

Az elmúlt évtizedek során további államok csatlakoztak az egyezményhez, jelenleg 164 Részes Állam és egy aláíró ország (a Marshall-szigetek 1997. december 4-én aláírta, azonban még nem ratifikálta) mellett 32 ország³² még mindig nem látta el azt a kézjeggyével.

4. Szükség van a gyalogsági aknákra a katonai műveletekben?

Erre a kérdésre választ adni csak akkor lehet, ha megvizsgáljuk a gyalogsági aknák harctevékenységekre gyakorolt hatásait, valamint a harc során általuk okozott közvetlen vagy közvetett veszteség mértékét. Sokan egyszerűen tényként kijelentik, hogy nincs rájuk szükség, hiszen számos más fegyverfajtával is meg lehet vívni és nyerni egy harcot és a háborút.

Az aknák azonban több olyan jellemzővel rendelkeznek, amelyek egyedi fegyverré teszik őket. Amellett, hogy pusztítják az ellenség személyi állományát és technikai eszközeit, váratlan megjelenésükkel képesek megzavarni a vezetési és irányítási rendszerét, megosztani a csapatait, olyan helyzetbe kényszeríteni azokat, ahol sebezhetőbbek lesznek. Az aknamezők leküzdése leköti az ellenség erőit, átjárónyitó képességeit, ez pedig megnövelheti a tűzfegyvereink hatékonyságát. Az aknák felrobbanása jelzi számunkra az ellenség manővereit, az aknamezők pedig óvják és biztosítják a saját csapataink állásait és körleteit.

Arról sem szabad elfelejtkezni, hogy az aknamezők a nap 24 óráján keresztül, télen-nyáron, akár szélsőséges időjárási körülmények és korlátozott látási viszonyok között is a helyükön vannak, és képesek a célpontok megsemmisítésére. Az aknák telepítése rendkívül egyszerű feladat, minden katona ki van rá képezve, akár csak a gépkarabély elsütésére. Az a tény is sokat nyom a latban, hogy az aknák jelenléte jelentősen képes befolyásolni az ellenség csapatainak harci morálját. Végül pedig az egyik legmarkánsabb szempont: az aknák gyártása sokkal olcsóbb és egyszerűbb, mint bármelyik pusztító fegyveré.

Természetesen meg kell vizsgálni az ellenérveket is. Napjainkban a gyors reagálást igénylő, manőverező hadviselés során sokszor nehéz időben előre összehangolni a hadmozdulatokat és az aknamezők telepítését, utóbbiak ezért néha korlátozhatják a saját csapataink későbbi mozgását is. Az akna stacioner fegyver, ha nem az ellenség „útjába” telepítjük, nem tudja kifejteni hatását, ha pedig igen, akkor is csak egyszer képesek elműködni, mivel nem ismétlőfegyverek. A hagyományos aknák valóban megkülönböztetés nélkül hatnak, egyaránt pusztítják az ellenséget és a saját csapatokat is, illetve, ahogy az előzőekben már említettük, a harc befejeztével a hadszíntéren eltelepítve maradt éles aknák a polgári lakosság körében is évtizedekig szedik majd az áldozataikat.

A gyalogsági aknákat pótolni képes alternatívák keresése és a lehetséges kiskapuk kinyitása tulajdonképpen már az aknák alkalmazását még csak szigorú korlátok közé szorító Módosított Jegyzőkönyv szövegének összeállításakor elkezdődött, amikor egy teljesen új meghatározást is beillesztettek és elfogadtak a rögzített definíciók között: a „más eszköz” fogalmát. Ezek „azok

³² Amerikai Egyesült Államok, Azerbajdzsán, Bahrein, Dél-Korea, Egyesült Arab Emírségek, Egyiptom, Észak-Korea, Georgia, India, Irán, Izrael, Kazahsztán, Kirgizisztán, Kína, Kuba, Laosz, Libanon, Líbia, Marokkó, Mianmar, Mikronézia, Mongólia, Nepál, Pakisztán, Oroszország, Örményország, Szaúd-Arábia, Szingapúr, Szíria, Tonga, Üzbegisztán, Vietnám. Forrás: ICBL Country Status. *ICBL*.

a kézzel telepített harcanyagok és eszközök – beleértve a saját készítésű robbanó eszközöket is – amelyek rendeltetése, hogy halált, sebesülést vagy kárt okozzanak, és amelyek közvetlen kézi irányítással vagy közvetve távirányítással vagy automatikusan, meghatározott időintervallum elteltével lépnek működésbe”.³³ Az olyan gyalogsági aknák tehát, amelyek nem az áldozat közvetlen fizikai behatásától (érintés, elmozdítás, húzás, nyomás stb.) lépnek önállóan működésbe, hanem megfigyelt robbanóeszközként parancsindítással, más eszköznek minősülnek, és továbbra is alkalmazhatók. Éppen ezért a Magyar Honvédségben rendszeresített MON–50, MON–100 és az IHR–60 típusú irányított hatású repesztöltet – bár rendeltetésüket tekintve gyalogsági aknák – vezetékes indítással igen, botlórótos működéssel viszont már nem lennének alkalmazhatók.³⁴ Természetesen ez az indítási mód azt is feltételezi, hogy az akna elműködtetését végrehajtó személynek először meg kell győződnie a célszemély hovatartozásáról, és majd csak ezt követően, vagy önállóan döntve vagy kapott parancs alapján hozhatja működésbe az aknát.

A gyalogsági aknák teljes betiltását követően az alternatívák utáni kutatások még intenzívebbé váltak. Számos ország önállóan is vizsgálódott, különösen a betiltási folyamatban élenjáró Kanada és Franciaország, de az Észak-atlanti Szerződés Szervezete³⁵ (NATO) Kutatási és Technológiai Osztálya is végzett elemzéseket. E vizsgálatok mindegyike nem valós harci körülmények között történt, hanem elsősorban számítógépes modellezéssel, amely során próbáltak a valóságot minél jobban megközelítő harchelyzeteket szimulálni.

A kanadai Királyi Katonai Akadémia kutatócsoportja által 2000-ben végzett elemzés során az alaphelyzetekben egy ellenséges zászlóaljszintű kötelék támadt vagy hevenyészett, vagy előkészített védelemben lévő szakasz ellen, amelyek támpontja előtt vagy 200 m, vagy 400 m mélységű nyílt terepszakasz volt. Többféle személyi és tárgyi (különböző fegyverfajták) lehetőséget, halálos és nem halálos alternatívát vizsgáltak, mindegyik harchelyzetet tíz alkalommal futtatták le a számítógépeken. Az elemzés végső megállapítása, hogy a védelem visszatartó ereje 19–41%-kal nagyobb, amennyiben gyalogsági aknákat is tartalmazó műszakizár-rendszert alkalmazunk, illetve ebben az esetben a védelmi harc sikeres megvívására is 60%-kal nagyobb esélye van a védő félnek.³⁶

A NATO Kutatási és Technológiai Osztályán található, különböző szakterületek fejlesztéséért felelős hét panel közül a Tanulmányok, Elemzések és Szimuláció³⁷ (SAS) panel 1999. szeptem-

³³ 1997. évi CXXXIII. törvény 2. cikk 5. pont.

³⁴ Mivel a Magyar Honvédségben akkor szintén rendszeresített GYATA–64 gyalogsági taposóakna és POMZ–2M típusú körkörös hatású repeszakna megfigyelt aknaként történő alkalmazását nem tartották célszerűnek, előbbi 356 884 db, utóbbi 13 955 db aknából álló készletét 1999. június 30-ig a Mechanikai Művek Speciális Rt. megsemmisítette. Megjegyzés: a GYATA–64 aknából 1500 db oktatási/kiképzési célokra megmaradt.

³⁵ Angolul: North Atlantic Treaty Organisation (NATO).

³⁶ A kutatások részleteiről és eredményéről bővebb információ található Kovács Zoltán: A gyalogsági aknák hatása a védelmi harcra. *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 6. (2002), 3. 114–124. és Lukács László: A gyalogság elleni aknák betiltásának hatása a fegyveres harcra. *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 6. (2002), 3. 125–140.

³⁷ Angolul: Studies, Analysis and Simulation (SAS). Megjegyzés: Az Osztály ugyanabban az időben egy másik csoportot, a Rendszerfejlesztés és Integráció Panel (*Systems Concepts and Integration – SCI*) Harcos Műszaki Technológiák Kutatócsoportját (*Exploratory Team on Combat Engineering Technology*) is megbízta ugyanennek a témakörnek a kutatásával. A két kutatócsoport végül szorosan együttműködött a vizsgálatok során.

ber és 2001. május között, a SAS–023 elnevezésű munkacsoportja³⁸ által végrehajtott kutatás 15 különböző ország által végzett elemzés összegzésén alapult.

A 2003 májusában kiadott jelentésükben³⁹ ők is megállapítják, hogy a NATO-erők gyalogsági aknákat nem alkalmazva a legtöbb katonai műveletben jelentős hátrányba kerülnek az ellenség szemben. Harcászati szinten az ellenség manővereinek sebessége és szabadsága növekszik, kisebb az őket érő lélektani stresszhatás, ellenben a saját csapatok pedig nagyobb veszteséget szenvednek el. Hadműveleti szinten azt a megállapítást tették, hogy gyalogsági aknák kivonása megfelelő alternatíva nélkül a műveleti terület mindegyik részén (még a mögöttes területen is) jelentős előnyt biztosít az ellenség csapatainak.

A vizsgálatok szerint kisleghység szinten a kivont aknákat nagyrészt talán pótolni lehet különböző fegyvertípusok fokozott mértékű vegyes alkalmazásával, azonban ez nagyobb logisztikai igényekkel és kockázattal is járna. A mennyiségi alternatívák mellett a minőségi pótlás sem valószínűsíthető teljes mértékben, mivel gyalogsági aknák nélkül a vizsgált kulcsfontosságú jellemzők – nagyobb személyi veszteség, nagyobb technikai eszköz-veszteség, nagyobb esély fontos terület elvesztésére vagy feladására, kezdeményezés átvételéhez szükséges idő megnövekedése – közül valamelyik minden esetben veszélyezteti a műveletek végső sikerét.

Olyan alternatívát, amely egyedüli megoldásként teljes mértékben képes lenne pótolni a gyalogsági aknák valamennyi fontos tulajdonságát ez a kutatás sem talált, és a véleményünk szerint valószínűleg a közeli jövőben sem lesz majd olyan fegyver, amely képes lenne erre.

A jelentés több konkrét fegyvertípust is javasolt rövid, közép-, hosszú távon mint lehetséges részalternatívák, és nem halálos eszközöket is ajánlott, amelyek ugyan közvetlen veszteséget nem okoznak, azonban feltartóztató hatásuk révén a többi pusztítófegyver hatékonysága megnövekedhet. Természetesen ezeknek az eszközöknek a módosított alkalmazási módja maga után vonná a doktrínák, szabályzatok módosítását is, különösen az erők megóvása⁴⁰ (FP), a tűztámogatás, a parancsnoki döntéshozatal és persze a műszaki csapatok alkalmazása terén.

A Magyar Honvédség – a fenti jelentésben is ismertetett⁴¹ – jelzőakna-IHR-60 irányított hatású repesztöltet-GYODA dróthenger hármas műszakizár-kombinációval próbálja a gyalogsági aknák hiányát kompenzálni. A gyalogsági aknák szerepéről, jelentőségéről és a kiváltásuk lehetőségeiről a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Műszaki Tanszéke 2002 áprilisában „A nemzetközi akna-egyezmények. Humanitárius megfontolások és a meghatározott katonai-műszaki feladatok együttes teljesíthetősége” címmel országos aknakonferenciát is szervezett, amelyen katonai és polgári szakemberek elemezték a gyalogsági aknák kivonását követően előállt helyzetet, és ismertették a lehetséges jövőbeli megoldásokat.

³⁸ A munkacsoport ülésein Magyarországot Dr. Lukács László mérnök alezredes úr, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem egyetemi tanára képviselte. Tapasztalatait megosztotta a Gondolatok az aknákról a nemzetközi egyezmények és szakmai konferenciák tükrében. *Új Honvédségi Szemle*, 54. (1999), 7. 112–120. írásában.

³⁹ *RTO-Technical Report-040(I). Alternatives to Anti-Personnel Landmines.*

⁴⁰ Angolul: Force Protection (FP).

⁴¹ RTO-Technical Report-040(I) i. m. 136.

5. Aknaegyezmény versus aknafejlesztés

Az Egyesült Államok kezdetben támogatta az aknák alkalmazásának korlátozását, de a teljes betiltással már nem azonosult, és nem csatlakozott az ottawai egyezményhez. Ennek oka elsősorban a gyalogsági aknák koreai demilitarizált zónában történő alkalmazásában keresendő. Az amerikai javaslatok közül a számukra második legfontosabbat, miszerint az önhatástalanító szerkezettel ellátott „okos” gyalogsági aknákat ne tiltsa be az Aknaegyezmény, szintén nem fogadták el az egyeztetésen részt vevő országok, ezért az Egyesült Államok visszavonta javaslatait, és kivonult a további egyeztetési folyamatból.

Az Aknaegyezménytől való távolmaradás ellenére az ország elnökei⁴² támogatták a gyalogsági aknák korlátozott mértékű alkalmazását és a kiadott elnöki irányelveikben mindannyian hangsúlyozták az aknák jelentette veszélyt a polgári életekre. Az aknák betiltása felé irányuló diplomáciai közeledésük ellenére az aknák nyújtotta katonai előnyökről nem akartak teljes mértékben lemondani. Hatalmas összegeket költöttek a fejlesztésre, az önműködő okos, majd a teljesen önálló döntéshozatalra képes intelligens aknák létrehozására. Az XM-93 Hornet, Matrix, XM-7 Spider, SHM, IMS és XMX 1100 Scorpion elnevezésű aknarendszerek kifejlesztése és tesztelése dollármilliárdokat emésztett fel.⁴³

Ezek az aknák önsemllegesítő és/vagy önhatástalanító szerkezetet is tartalmaznak, ami a beállított időtartam után kikapcsolja az aknagyújtót. Amennyiben ilyen akna telepített helyzetben marad ott a volt konfliktusövezetben, az egy bizonyos idő után aknaként már nem jelent közvetlen veszélyt, mivel nem működőképes. (A robbanóanyag-tartalom miatt azonban veszélyes tárgyként kell rájuk tekinteni!) Egymillió aknából mindössze hat esetben következhet be a kikapcsoló mechanizmus valamilyen meghibásodása.⁴⁴ Ebben az esetben sem marad örökké élesített állapotban az akna, mivel az elektromos tápforrása bizonyos idő múlva, általában 30–90 nap alatt, le fog merülni, így az aknagyújtó sem tud elműködni. Ráadásul ezeket a modern aknákat már általában a talaj felszínére telepítik, így a megtalálásuk is sokkal egyszerűbb és gyorsabb feladattá vált.

A legfőbb érvek között szerepel, hogy ezek az aknarendszerek valójában nem is sértik az Aknaegyezmény előírásait, mivel megfigyelt aknaként, parancsindítással vagy önálló intelligens fegyverként nem tartoznak a „gyalogsági akna” kategóriájába. (Megjegyezzük azonban, hogy a SPIDER és a SCORPION is rendelkezik olyan választható üzemmóddal, amikor a célszemély hozzá működésbe az aknát!)

Öt évvel ezelőtt, 2016-ban pedig egy új parancsvezérelt gyalogsági aknarendszer fejlesztésébe kezdtek, amely a Gator aknahelyettesítő program⁴⁵ elnevezést kapta. A hagyományos Claymore, a MOPMS, a PDM, a SLAM aknákat, a Volcano telepítőrendszert, illetve a már emlí-

⁴² William Jefferson Clinton 1993–2001, George Walker Bush 2001–2009, Barack Hussein Obama Jr. 2009–2017.

⁴³ Néhány aknarendszerről bővebb információ található Kovács Zoltán: M93 Hornet – az intelligens akna. *Haditechnika*, 36. (2002), 3. 26–29. és Kovács Zoltán: Landmines of the future. *Bolyai Szemle*, 15. (2006), 3. 1–8. írásaiban.

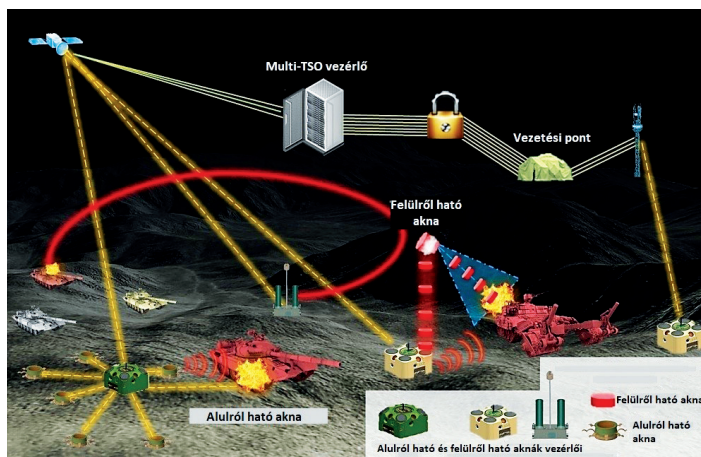
⁴⁴ Jim Garamone: Trump Administration Broadens Use of Landmines. *DoD News*, 2020. február 3.

⁴⁵ Angolul: Gator LandMine Replacement Program (GLMRP).

tett Spider aknát összehangoló közös rendszer 2025-ig tervezett fejlesztése és a teljes gyártási költségvetés több mint 2,4 milliárd dollár.⁴⁶

2019 végén a fejlesztést felgyorsították, azzal az elvárással, hogy 2021 első negyedévére ki kell fejleszteni egy vezeték nélküli vezérelhetőséggel rendelkező, de akár önálló döntésre is képes intelligens aknarendszert, a „közeli terepet formáló zárrendszert” (CTSO).⁴⁷ A fontosabb követelmények között szerepel, hogy a kommunikációs hatótávolság legalább 200–300 km legyen, az aknák távolról ki- és bekapcsolhatók, az önhatástalanító szerkezetek időtartama módosítható és mindegyik akna adott időnként jelezze a saját helyzetét, állapotát.

Minden aknamezőn belül az aknák egymással is és a felügyelő operátorral is kommunikálnak (2. ábra). Amennyiben az aknarendszer ember általi felügyelete váratlan okok miatt nem lehetséges (például kommunikációs rendszerhiba), az aknák önállóan is képesek felderíteni és beazonosítani, majd megsemmisíteni a céltárgyakat, és ugyancsak képesek önállóan élesíteni és visszabiztosítani, inaktíválni önmagukat.



2. ábra. A CTSO intelligens aknazárrendszer

Forrás: a szerzők szerkesztése Shaping the Field. *Defense Visual Information Distribution Service*. 2018. november 1. alapján

Donald John Trump elnöki periódusának (2017–2021) utolsó évét megkezdve, 2020. január 31-én többek között ezekre a fejlesztésekre és érvekre is alapozva új irányelvet hirdetett, mondván, hogy az Obama elnök nevével fémjelzett PPD–37 számú, még 2016 januárjában keltezett eddigi irányelv komoly hátrányokkal jár az amerikai csapatokra nézve a konfliktusok során.⁴⁸

⁴⁶ Az Egyesült Államok legutóbb 1997-ben gyártott „okos” gyalogsági aknát, 450 000 db ADAM és 13 200 db CBU–89/B aknát 120 millió dollár értékben. Önhatástalanító szerkezettel nem rendelkező „buta” gyalogsági aknát pedig 1990-ben, közel 80 000 db M16A1 ugróaknát 1,9 millió dollár értékben. Forrás: United States Mine Ban Policy. *Landmine & Cluster Munition Monitor*, 2020. március 19.

⁴⁷ Angolul: Close Terrain Shaping Obstacle (CTSO).

⁴⁸ Az új elnöki irányelvről szóló memorandumot Mark T. Esper védelmi miniszter szignálta. Mark T. Esper: *Memorandum – DoD Policy on Landmines*. Department of Defense, 2020.

Ennek az érvek azonban némileg ellentmond, hogy legutóbb 1991-ben Kuvait és Irak területére szórva alkalmaztak 117 634 db önhatástalanítóval felszerelt gyalogsági aknát,⁴⁹ azóta a katonai vezetők ódzkodnak az aknák alkalmazásától, mondván, hogy akadályozzák a manővereiket és a saját csapatoknak is veszteségeket okozhatnak. A hivatalos magyarázatok között szerepelt (a Védelmi Minisztérium által) még az is, hogy a 2014-es elnöki irányelvekben⁵⁰ bejelentett gyalogsági aknaalternatíva-kutatás eredményeiről szóló tanulmány csak 2018-ban készült el, és az ebben foglaltak adták az elnök döntésének alapját.

Mindenesetre, ezzel a döntéssel Trump teljesen visszavetette azokat az elmúlt bő két évtizedben tett lépéseket és gesztusokat, amelyekkel az Egyesült Államok próbált közeledni – és talán idővel csatlakozni – az Aknaegyezmény elveihez, előírásaihoz. Trump direktívája szerint kizárólag a II. Módosított Jegyzőkönyv által engedélyezett olyan gyalogság elleni aknákat fognak alkalmazni (önhatástalanító szerkezettel ellátva), amelyek fémtartalmuk miatt a hagyományos aknakereső eszközökkel is felderíthetők lesznek. Számos ország, szervezet és prominens személy fejezte ki felháborodását, és tiltakozott a váratlan és radikális irányváltoztatás miatt.

Az Amerikai Egyesült Államok elnökének négyévente esedékes megválasztását legutóbb 2020. november 3-án tartották. Joseph Robinette Biden Jr. a szavazatszámolás elhúzódása miatt négy nappal később, november 7-én megszerezte az elektorok többségének támogatását,⁵¹ így ő lett az ország 46. elnöke. Hivatalos elnöki beiktatása a korábbi hagyományoknak megfelelően 2021. január 20-án megtörtént.

Az elnöki mandátuma alatt egyik nagyon-nagyon fontos döntése lesz a gyalogság elleni aknák alkalmazásának vagy tiltásának kérdésköre. Előzetes hírek⁵² szerint talán visszatér a már kitaposott korábbi ösvényre, mivel véleménye szerint felesleges kockázatot és veszélyt jelentenek a gyalogsági aknák a polgári lakosság életére. Az Aknaegyezményhez már csatlakozott és a csatlakozást még csak fontolgató országok pedig várják a fejleményeket.

Felhasznált irodalom

1984. évi 2. tvr. a „Mértéktelen sérülést okozó vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló, Genfben, az 1980. évi október hó 15. napján kelt egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=98400002.tvr>
1997. évi CXXXIII. tv. a „Mértéktelen sérülést okozó vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló Egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről rendelkező 1984. évi 2. törvényerejű rendelet módosításáról és kiegészítéséről. Online: <https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700133.TV>

⁴⁹ Hivatalosan 2014-ben ismerték el, hogy 2002-ben Afganisztánban is alkalmaztak éles gyalogsági aknát: mindössze egy darabot!

⁵⁰ Ebben az elnöki útmutatóban rendelte el Obama elnök a raktárakban tárolt, a szavatossági időtartamot túllépő gyalogsági taposóaknák megsemmisítését és pótlásuk tiltását, kivéve a koreai zónába szükséges aknamennyiséget.

⁵¹ Az elektori kollégium egy 538 fős testület, ezért legalább 270 fő támogatása kell az egyszerű többségi győzelemhez.

⁵² Aaron Mehta – Joe Gould: Where President-elect Joe Biden stands on national security issues. *Defense News*, 2020. november 7.

1998. évi X. tv. a „Gyalogsági aknák alkalmazásának, felhalmozásának, gyártásának és átadásának betiltásáról, illetőleg megsemmisítéséről” szóló Egyezmény megerősítéséről és kihirdetéséről. Online: <https://mkogy.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99800010.TV>
- Berek Tamás: ABV (CBRN) tűzszerész csoport, mint a biztonsági kihívásokra adott válaszlépés. *Bolyai Szemle*, 25. (2016), 4. 22–34. Online: [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20\(CBRN\)%20t%20szer%20E9szcsoport,%20mint%20a%20biztons%20E1gi%20kih%20EDv%20E1sokra%20adott%20v%20E1laszl%20E9p%20E9s.pdf;jsessionid=A03D-01C2F26375AC38411395FEBE0907?sequence=1](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20(CBRN)%20t%20szer%20E9szcsoport,%20mint%20a%20biztons%20E1gi%20kih%20EDv%20E1sokra%20adott%20v%20E1laszl%20E9p%20E9s.pdf;jsessionid=A03D-01C2F26375AC38411395FEBE0907?sequence=1)
- Convention on Prohibitions or Restrictions on the Use of Certain Conventional Weapons which may be deemed to be Excessively Injurious or to have Indiscriminate Effects (with Protocols I, II and III). Online: <https://treaties.un.org/doc/Treaties/1983/12/19831202%2001-19%20AM/XXVI-2-revised.pdf>
- Convention on the Prohibition of the Use, Stockpiling, Production and Transfer of Anti-Personnel Mines and on their Destruction. Oslo, 1997. Online: https://treaties.un.org/doc/Treaties/1997/09/19970918%2007-53%20AM/Ch_XXVI_05p.pdf
- Dénes Kálmán – Kovács Zoltán: Létesítmények közműrendszereinek robbantásos cselekmények általi veszélyeztetettsége és védelme. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), Különszám. 77–85. Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2019.1.ksz.5>
- Ember István: A löszermesítés szerepe az építőiparban. *Építőanyag: Journal of Silicate Based And Composite Materials*, 72. (2020), 2. 59–63. Online: <https://doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2020.9>;
- Ember István: A robbanótestek, mint a talajban rejlő potenciális veszélyforrások. In *Geotechnika 2020*. Budapest, 2020. október 12–14. 24–31. Online: <https://drive.google.com/file/d/1JXyXe7ow-0TT1zqRxbnLTLR9igF2bvWgc/view>
- Esper, Mark T.: *Memorandum – DoD Policy on Landmines*. Department of Defense, 2020. Online: <https://media.defense.gov/2020/Jan/31/2002242359/-1/-1/1/DOD-POLICY-ON-LANDMINES.PDF>
- Garamone, Jim: Trump Administration Broadens Use of Landmines. *DoD News*, 2020. február 3. Online: www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/2073325/trump-administration-broadens-use-of-landmines/
- ICBL Country Status. *ICBL*. Online: www.icbl.org/en-gb/the-treaty/treaty-status.aspx
- Kantack, Jacquelyn: *Toward a Landmine-Free World*. Conference Marks 20 Years of the Mine Ban Treaty. Online: www.hrw.org/news/2019/11/25/toward-landmine-free-world
- Kovács Zoltán: A gyalogsági aknák hatása a védelmi harcra. *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 6. (2002), 3. 114–124.
- Kovács Zoltán: Landmines of the future. *Bolyai Szemle*, 15. (2006), 3. 1–8.
- Kovács Zoltán: M93 Hornet – az intelligens akna. *Haditechnika*, 36. (2002), 3. 26–29.
- Krajnc Zoltán (szerk.): *Hadtudományi Lexikon Új kötet*. Budapest, Ludovika, 2020. Online: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14688/790_hadtudomanyi_lexikon_2019.pdf;jsessionid=8A935C412B6461E39A1C3466BBE93C68?sequence=1
- Landmine Monitor 2020*. 22nd Annual Edition. ICBL-CMC. Online: www.the-monitor.org/media/3168934/LM2020.pdf
- Lukács László: A gyalogság elleni aknák betiltásának hatása a fegyveres harcra. *Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények*, 6. (2002), 3. 125–140.
- Lukács László: A gyalogsági aknák betiltása – egy hosszú út fontosabb állomásai. *Új Honvédségi Szemle*, 54. (1999), 10. 102–111.
- Lukács László: Gondolatok az aknákról a nemzetközi egyezmények és szakmai konferenciák tükrében. *Új Honvédségi Szemle*, 54. (1999), 7. 112–120.
- Mehta, Aaron – Joe Gould: Where President-elect Joe Biden stands on national security issues. *Defense News*, 2020. november 7. Online: www.defensenews.com/pentagon/2020/11/07/where-president-elect-joe-biden-stands-on-national-security-issues/
- Padányi József: Vízkonfliktusok. *Hadtudomány*, 25. (2015), E-szám. 272–284. Online: http://mhtt.eu/hadtudomany/2015/2015_elektronikus/23_PADANYI_JOZSEF.pdf

- RTO-Technical Report-040(l). Alternatives to Anti-Personnel Landmines.* Online: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a418691.pdf>
- Shaping the Field. *Defense Visual Information Distribution Service.* 2018. november 1. Online: www.dvidshub.net/image/5020221/shaping-field
- Tóth József – Lukács László – Volszky Géza: *Akna kisenciklopédia.* Budapest, Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiákért Alapítvány, 2012.
- United States Mine Ban Policy. *Landmine & Cluster Munition Monitor, 2020.* március 19. Online: www.the-monitor.org/en-gb/reports/2019/united-states/mine-ban-policy.aspx

Balla Tibor¹ – Harald Pöcher² – Padányi József³

Műszaki kiválóságok: Oskar Regele

Engineer Geniuses: Oskar Regele

Oskar Regele – vagy ahogy a pozsonyi utászoknál hívták, Regele Oszkár – az I. világháború idején együtt szolgált magyar műszaki bajtársaival a különböző hadszíntereken. Együtt harcoltak a szerb és az olasz hadszíntéren, magyar utászokat vezetett a dunai átkelés során. A két háború között osztrák katonai attasé volt Budapesten. Pályája a II. világháború után teljesedett ki, amikor az Osztrák Hadilevéltár igazgatója és az Osztrák Állami Levéltár főigazgatója lett.

Kulcsszavak: pozsonyi utászok, Osztrák Hadilevéltár, hadtörténelem, Nemzetközi Hadtörténelmi Bizottság, Conrad-monográfia.

Oscar Regele, called Regele Oszkár by his brothers in arms in Pozsony, served together with his Hungarian military engineering comrades on various fronts of the First World War. They fought together both on the Serbian and the Italian fronts, and he led Hungarian military engineers during crossing the Danube. In the interwar period, he was the Austrian military attaché in Budapest. His career was completed after the Second World War, when he became the director of the War Archive (Kriegsarchiv), and the director-general of the Austrian State Archive (Österreichisches Staatsarchiv).

Keywords: Pozsony military engineers, Austrian War Archive, military history, International Commission of Military History, Conrad Monograph

Oskar Regele 1890. július 7-én született a dél-stájerországi Pettau településen, római katolikus vallású családban. Édesapja Albin Regele császári és királyi ezredes, édesanyja Christine Wolfel volt. 1928. május 12-én kötött házasságot Anna Maria Louise Scapinelli di Léguignon-nal.

¹ Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, kutatóprofesszor, e-mail: balla.tibor@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2476-8981>

² Osztrák Védelmi Minisztérium (Bundesministerium für Landesverteidigung), dandártábornok, közigazdász, főosztályvezető, e-mail: harald.poecher@bmlv.gv.at, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5147-739X>

³ Nemzeti Közszerológiai Egyetem, egyetemi tanár, e-mail: padanyi.jozsef@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6665-8444>



1. ábra. Oskar Regele 1950-ben

Forrás: ÖNB Digital

A nyolcosztályos gimnázium elvégzése, valamint a sikeres érettségi vizsga után a katonatiszti hivatás szakmai alapjait az Osztrák–Magyar Monarchia egyik nagyhírű tisztképző intézményében sajátította el: 1909 és 1912 között a mödlingi Műszaki Katonai Akadémia műszaki osztályát végezte el, nagyon jó eredménnyel. Németül folyékonyan, magyarul szükségképpen (később jól) beszélt.

1912. augusztus 18-án avatták hadnaggyá. Katonatiszti pályáját a császári és királyi 1. utászzászlóaljban kezdte Pozsonyban, majd 1912. október 2-tól a császári és királyi 3. utászzászlóaljban folytatta Pettauban. 1912. november 1-jén áthelyezték a Pozsonyban állomásozó császári és királyi 5. utászzászlóaljba, ahol századszolgálatot teljesített.

Tiszti minősítési lapjának 1913-as bejegyzése szerint jó tornász, jó vívó és lovas volt. Regelét összességében jól kiképzettnek és jól használhatónak, kötelességtudó, lelkiismeretes tisztnek, elméleti tudását a csapat- és utászszolgálatban pedig nagyon jónak ítélték meg előljárói.

Az I. világháború kitörésétől, 1914. július 25-től kezdve szakaszparancsnokként tevékenykedett a császári és királyi 5. utászzászlóalj kötelékében a szerb hadszíntéren. 1914. október 23-tól parancsőr- és kezelőtiszt volt az Alfred Krauss altábornagy által vezetett császári és királyi kombinált hadtest törzsében a szerb fronton. 1915. január 1-jén főhadnaggyá léptették elő, s attól az időponttól 1918-ig szakasz-, majd századparancsnokként harcolt a császári és királyi 5. utászzászlóalj kötelékében. 1915-ben a szerb harctéren ténykedett, s 1915. szeptember elején részt vett az osztrák–magyar csapatok Dunán történt átkelésében.

A központi hatalmak Szerbia ellen indított offenzívája során 1915. december 2-tól önálló szakaszparancsnokként és összekötő tisztként tevékenykedett a bulgáriai Rusze várparancsnokságán, ahol az ottani építkezéseket vezette. 1916. január 1-jétől a császári és királyi 5. utászzászlóaljjal a hátszágban tartózkodott.

1916. június 1-jétől alakulata századparancsnokaként volt részese az olasz hadszíntér dél-tiroli szakaszán az osztrák–magyar haderő által megindított győztes offenzívának. 1916. augusztus 1-jétől ismét Bulgáriában tartózkodott, ahol partbiztosítást végzett a Belene-csatornában. 1916. szeptember 1-jétől a román fronton segítette alakulatával a bolgár, német, osztrák–

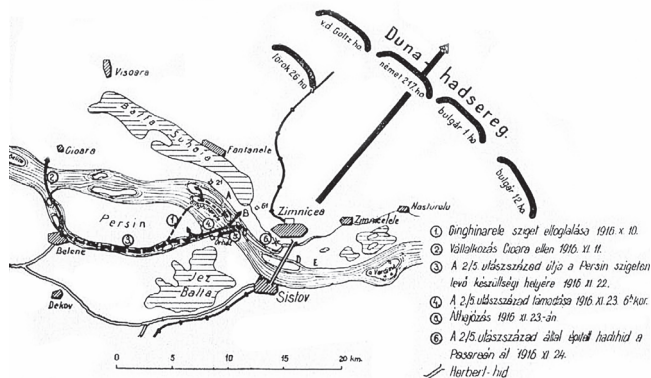
magyar, török sereg- és csapattestekből álló Duna-hadsereg átkelését Zimniceánál a Dunán, majd 1916. október 26-tól részese volt a Szeret folyóig történt előrenyomulásnak.

A Dunán való átkelés összetett műszaki erőfeszítést követelt. A Regele vezette 2/5. utászsázad katonái itt hajtották végre azt a manővert, amely jelentősen hozzájárult a sikeres átkeléshez. Regele naplójából idézünk kivonatossan:

„Az átkeléssel kapcsolatos különböző előmunkálatok elvégzése után elérkezett végre a november 22-ike, amely napon az 52. német »Generalkommando« (Kosch tábornok) parancsnoksága alatt álló Dunahadseregnek az átkelést meg kellett kezdenie, mivel az általános hadihelyzet megkövetelte, hogy a hadsereg minél előbb román földön álljon. A 2./5. utászsázadnak motorcsónakok által vontatott kompokkal a 6./2. utászsázad mögött, mint második lépcsőnek, bajor vadászokat kellett áthajózni.

Már 22-én az elképzeltetű legsűrűbb köd feküdt a Dunán, mégis a november 23-ára elrendelt támadáshoz elfoglaltuk készülségi helyeinket. November 22-én 18 óra után a vadászokkal a Persin sziget keleti csúcsa mögé hajóztunk, amelyet mind a 4 kompcsoport, bár többszörös kanyargás után (köd), szerencsésen el is ért. Az előttünk lévő 6./2. utászsázad egyes részei azonban irányt tévesztve a román partvédelem tüzébe kerültek és csak órák múlva tudtak ismét gyülekezni.

Az éjszakát a Persin szigeten töltöttük. A hideg és nedves ködben az amúgy is átfázott csapatok igen szenvedtek. A támadás, illetve az áthajózás általános megkezdését a tüzéségi tűz megnyitásának kellett volna jelezni; ennek időpontja november 23-án 6 órára volt kitűzve. A tüzéségi tűz hatásának mérvében kellett volna a gyalogság áthajózását megindítani. Parancs volt, hogy köd esetén a tüzéségi előkészítés elmarad. Miután reggel 6-ig más parancsot nem kaptunk, a 2./5. utászsázad az elrendelt időben az áthajózást megkezdte. A köd sűrűbb volt, mint valaha s az egyes csoportok csakhamar eltűntek benne. Csakis a helyi viszonyok alapos ismeretének volt köszönhető, hogy az első két kompcsoport az elrendelt helyen elérte az elleneséges partot. Közvetlen a kikötés előtt a 6./2. utászsázad egyes, a ködben eltévedt pontonjaival találkoztunk, melyeket a hozzánk való csatlakozásra utasítottunk.



2. ábra. A 2/5. utászsázad tevékenysége az átkelés során

Forrás: Jacobi Ágost (szerk.): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban*. Budapest, Közlekedési Nyomda K.F.T. kiadása, 1938.

A partraszállás a „B” helyen történt. Néhány lövés, 3 sebesült. Ezután a 2./5. utászsorozat kompjai a parancs szerint a Duna déli partján lévő bulgár őrházhoz térnek vissza, hogy a vadászok maradékát és a 22. Landwehr-ezredet áthajózzák.

Közben azonban a Duna kellős közepén egyszerre csak az Inn monitor bontakozik ki előttünk a ködből és szócsövel kiáltja az utászoknak, hogy az átkelés 24 órával el lett halasztva. A 2. kompe felett parancsnokló Regele főhadnagy ezáltal súlyos és kihatásaiban beláthatatlan következményekkel járó elhatározás elé lett állítva. Azt világosan látta, hogy ezen parancsról a 2./5. és 6./2. utászsorozatok legelői lévő részei tudomással nem bírhattak s tudta azt is, hogy azok programszerűen kikötöttek a román parton s hogy kb. 2. század vadász már Romániában van ... Egy forduló a Dunán egy teljes órát vesz igénybe, ennyi ideig a vadászokat mindenesetre magukra kell úgy is hagyni, hacsak nem akarja az ember őket azonnal visszahozni. Viszont a partraszállás sikerült, a meglepetés teljes, az ellenség nem sejtje, mi van készülődésben, mert még teljesen nyugodtan viselkedik. Miután pedig kitapasztalta, hogyan kell e helyen áthajózni, az előző megfontolások alapján elhatározta, hogy az áthajózást a kapott parancs ellenére teljes erővel és minden eszközzel folytatni és a meglepetés által teremtett kedvező harcászati helyzetet teljes mértékben hasznosítani fogja.

A bulgár őrházhoz érve, senki sem akarta a 2./5. utászsorozat jelentését elhinni, hogy ellenséges partot ért. A 217. hadosztály parancsnoka a jelentést csak a ködben való eltévedésnek tartotta és az áthajózás folytatása miatt előbb a Generalkommando utasításait akarta kikérni. Regele főhadnagy azonban türelmetlen volt, sürgette az engedélyt, az üres kompok friss csapatokkal meg is rakatta már, azonban elindulását a Generalkommando parancsának megérkezéig megtiltották Idegfeszítő várakozás... a román tüzéség szörni kezd ... a köd minden pillanatban felszállhat... s odaát a túlsó parton a kilométer széles Duna által elválasztva áll pár száz vadász.

Végre megjött a válasz. A Generalkommando a 2./5. utászsorozat által elért siker hatása alatt a tábornaggal egyetértésben megváltoztatta elhatározását, hogy az átkelést november 24-ére halasztja el és elrendelte annak azonnali folytatását.

8 óra 30 perckor már a második lépcső is elérte „B”-nél az ellenséges partot, 9 óra 35 perckor pedig a sistovi csoport is odaát volt már.

A nagy folyamátkelést a 2./5. utászsorozat hozta lendületbe! A sűrű köd leple alatt a hatalmas gőzkompok is csakhamar működni kezdtek. Hadosztály hadosztály után nyomult be Romániába. Délután már elesett Zimnicea.

Másnap gyönyörű napsütés volt a Dunán, erős szél fodorozta a hullámokat... s ha az átkelést ezen a napon kellett volna végrehajtani, úgy a siker műszakilag és harcászatiilag sokkal nehezebb körülmények között, csak nagy véráldozatok árán és tetemes lőszerpazarlás mellett lett volna elérhető!

De mindettől eltekintve a Dunahadsereg egy napi késedelemmel kezdhette volna meg előnyomulását és ez az 1 napi késedelem pedig az argesi csatában nagyon is érezhető lett volna!

Nevezhetjük a november 23-án történeteket véletlennek, szerencsének, könnyelműségnek, vagy helyes elhatározásnak, a 2./5. utászsorozat jogosan lehet büszke arra, hogy a sistovi nagy

napot ő döntötte el s ez által dicsőséges történetét egy újabb nagyszerű fegyverténynyel tette gazdagabbá.”⁴

1917. szeptember 22-től vett részt az olasz hadszíntéren a központi hatalmak által 1917. október 24-én végrehajtott caporettói áttörés előkészületeiben, továbbá a Piave folyóig történt győztes előrenyomulásban. 1918. május 1-jén századossá lépett elő. 1918 folyamán a császári és királyi 23. utászászlóalj 2. századának parancsnokaként az olasz hadszíntéren harcolt.⁵

1918. november 3-án, az első világháború utolsó napján olasz hadifogságba esett, ahonnan 1919. november 1-jén tért vissza Ausztriába.

Regele háborús tevékenységét így méltatja Jacobi Ágost: „Regele Oszkár egyike azoknak az osztrák tiszteknek, akik a rájuk bízott magyar véreink katonai erényeit és becsületes katonai tulajdonságait mindég értékelni tudták, megbecsülték és a magyar lélek rezgéseit ösztönösen átérzve, a magyar századdal jobban, rosszban, bánatban és örömben testvériesen osztozva, véreinkkel gondosan sáfarkodva, azokat dicsőséges tettek végrehajtására is vezették.”⁶

1920. január 9-től 1920. szeptember 15-ig a bécsi főtisztí és tisztjelölti becsületügyi bizottság tagja volt. 1920. július 12-én belépett az Osztrák Szövetségi Hadseregbe. Mindezzel párhuzamosan, 1918 és 1925 között államtudományi, politológiai tanulmányokat folytatott a Bécsi Egyetemen, majd annak zárásaként 1925-ben doktori címet szerzett. 1921. július 24. és augusztus 21. között a 2. számú dandár-tüzérsztagnál csapatot teljesített. 1921. szeptember 16-tól a bécsi Szövetségi Hadügyminisztérium 4. osztályának előadójaként folytatta katonai pályafutását. 1922. november 1-jétől csapatot teljesített a 2. kerékpáros zászlóaljhoz. 1923. június 23-án törzsszázadosi kinevezést kapott.

1925 májusában letette a felsőbb (vezérkari) katonai szolgálat ellátásához szükséges szakvizsgát. Az 1927. február 1-jétől kiképzőtisztként az Osztrák Szövetségi Hadsereg alsó-ausztriai közigazgatási irodájában végrehajtott sikeres próbaszolgálat után, 1927. június 1-jén beosztott (tulajdonképpen vezérkari) tisztként került a 3. dandárparancsnokságra St. Pöltenbe, ahol 1927. október 27-én őrnaggyá lépett elő. 1927. december 1-jétől fogalmazóként, majd 1928. január 1-jétől sajtóreferensként szolgált Carl Vaugoin osztrák hadügyminiszter segédtiszt hivatalában a bécsi Szövetségi Hadügyminisztériumban. 1929. július 1-jén alezredessé lépett elő beosztásában. 1932. május 1-jétől a 2. kerékpáros tábort vadászászlóalj megbízott parancsnoki beosztását látta el. 1933. június 1-jén kapta meg kinevezését mint Magyarországra és Romániába akkreditált osztrák katonai attasé, Budapest székhellyel. 1933. szeptember 23-án ezredessé léptették elő. Ez volt katonai karrierjének tulajdonképpen csúcspontja.

Katonai attaséként többször is említik a nevét, mint az osztrák–magyar kapcsolatok normalizálásának egyik szereplőjét. Ebben az időszakban erősödött meg az osztrák–magyar hírszerző kapcsolat a folyamatossá váló információcsere következtében. Sőt, létrehoztak két vegyesbizottságot is a gyalogsági fegyverzet és lőszer, illetve a tüzérségi és műszaki anyag összehangolásáról. Ez volt a katonai kapcsolatok két világháború közti csúcspontja, amelyeket már

⁴ Jacobi (1938) i. m.

⁵ Kriegersarchiv Wien, Qualifikationsliste Oskar Regele, 2697. doboz.

⁶ Jacobi (1938) i. m.

nem terhelte a nyugat-magyarországi/burgenlandi kérdés és még nem befolyásolta túlságosan a német nemzetiszocialista propaganda Magyarországon keresztül Ausztriába történő juttatása.

Regele ezredes így a magyar hadvezetéstől nemegyszer rendkívül értékes információkat kapott a fegyverkezési egyenjogúság jegyében történő magyar hadfejlesztésekről. Mivel pedig az osztrák hírszerző adatok is megerősítették, hogy a magyar katonai vezetés kiáll Ausztria függetlensége mellett, és elveti a nemzetiszocialista Anschlusst, kétoldalú tiszti vezénylésekre került sor. Osztrák tisztek Magyarországon, magyar tisztek Ausztriában szereztek értékes csapattiszti tapasztalatokat.⁷

Hazarendelése után, 1937. augusztus 1-jétől a hírszerző osztály főnökének helyettese volt a bécsi Szövetségi Hadügyminisztériumban. Az 1938. március 12-én Ausztria német csapatok általi megszállását, és egy napra rá az ország Német Birodalomba történt bekebelezését követően – annak ellenére, hogy 1938. április 1-jén még az osztrák katonai akadémia parancsnoki beosztásába tervezték – Regelét náciellenes meggyőződése miatt nem vették át a német Wehrmacht állományába, sőt 1938. április 10-én kényszernyugdíjazták.⁸

Anyagi helyzetének romlása miatt 1940-ben eredménytelenül törekedett katonatisztként történő aktiválására. 1941. november 4-től (Jaromir Diakow történész támogatásával) önkéntes munkatársként a német légierő vezérkar 8. osztálya bécsi részparancsnokságának (a légi közlekedés levéltára) munkatársa lett, s ott az osztrák–magyar légierő 1914–1918 közötti tevékenységének és történetének feldolgozásában vett részt.

1945. április 17-én az O5 nevet viselő, pártok felett álló, nem fegyveres osztrák ellenállási csoporthoz csatlakozott, s annak központi bizottsága megbízásából, e bizottság képviselőjeként a dezorganizált Osztrák Hadilevéltárba delegálták. 1945. október 10-től az Osztrák Vörös Kereszt Társaság ideiglenes főtitkári tisztségét töltötte be. 1946. január 12-től ismét aktív állami szolgálatba lépett, amikor az osztrák Hadsereg-történeti Múzeum igazgatóságára nyert beosztást. 1946. február 18-tól a tartalékos vezérőrnagyi címet használhatta. 1946. május 15-től 1955. december 31-ig az Osztrák Hadilevéltár igazgatója volt (1955 januárja és december vége között párhuzamosan az Osztrák Állami Levéltár főigazgatói tisztségét is betöltötte), majd nyugállományba vonult.

Elévülhetetlen érdemeket szerzett a Hadilevéltár újjászervezésében. Jó politikai és katonai kapcsolatai révén 1953-ban egy programot dolgozott ki az osztrák katonai akadémia számára, pénzügyi megfontolásokból pedig az általános hadkötelezettség bevezetését javasolta a felállítandó osztrák hadsereg számára. Hosszabb betegség után, 1969. február 1-jén hunyt el Bécsben. A bécsi Központi Temetőben helyezték örök nyugalomra.⁹

Regele katonatiszti szakmai felkészültségét, bátorságát, rátermettségét számos kitüntetés adományozásával is elismerték előljárói, amelyek közül 1918 őszéig a következőket kapta meg: 1914. december 12-én a Bronz Katonai Érdemérem hadiszalagon (később kardokkal), 1915. december 20-án az Ezüst Katonai Érdemérem hadiszalagon (később kardokkal), 1916. július 24-én

⁷ Zacher József – Jávör Endre: A magyar–osztrák katonai kapcsolatokról. *Honvédségi Szemle*, 49. (1995), Különszám. 4–17.

⁸ Johann Christoph Allmayer-Beck: Oskar Regele (1890–1969) [Nachruf]. In *Mitteilungen des Österreichischen Staatsarchivs* 22. 1969. 532–540.

⁹ Oskar Regele. *Wikipedia*.

az Ezüst Katonai Érdemérem hadiszalagon másodszer (később kardokkal), 1916. december 24-én az Osztrák Császári Vaskorona Rend III. osztálya hadidíszítménnyel (később kardokkal), 1917-ben a Károly Csapatkereszt, 1917. április 22-én a Katonai Érdemkereszt III. osztálya hadidíszítménnyel és kardokkal, 1918 júniusában az Ezüst Katonai Érdemérem harmadszor hadiszalagon kardokkal.¹⁰ A külföldi kitüntetések közül a Románia Csillaga Rend parancsnoki keresztjének, a Bolgár Katonai Érdemrend tisztikeresztjének, a Német (Porosz) Vaskereszt II. osztályának volt a birtokosa. 1945 után megkapta az Osztrák Köztársaság Szolgálatáért Díszjelvényt, valamint az Osztrák Érdemkereszt a Tudományért és Művészetért kitüntetését is.

1925-ben doktori címet (Dr. rer. pol.) szerzett, 1948-tól udvari tanácsosi címet viselt. 1952 és 1963 között az Osztrák Hadtörténeti Bizottság alapító elnöke volt, amely akkor még kizárólag katonatisztekből állt. 1960 és 1965 között a Nemzetközi Hadtörténeti Bizottság alelnöki, 1965-ben elnöki, majd haláláig a Bizottság tiszteletbeli elnöki tisztét töltötte be. 1960-tól az Osztrák Tiszti Egyesület tanácsadója volt hadtudományi ügyekben. Azonkívül a Bécsi Katolikus Akadémia rendes tagja, a katolikus Német Lovagrend tagja, 1963-tól pedig a Nemzetközi Coronelli-Társaság a Földtudományokért levelező tagja volt.¹¹

Regele hivatásos tiszti pályafutása mellett rendkívül termékeny hadtörténeti író is volt, hadtörténetési munkássága igencsak figyelemre méltó. Gunther E. Rothenberg amerikai hadtörténész az osztrák hadtörténetírás doyenjének nevezte. Szerzői sokoldalúságát demonstrálja, hogy az 1950-es években többek között dolgozott a Kielben működő Sarkvidék Levéltárnak, az Adler Geneológiai-Heraldikai Társaságnak, valamint a Bécsi Földrajzi Társaságnak is.

Legismertebb önálló publikációi¹² az alábbiak:

- Az 5. utászsászlóalj a sabáci csatában. 1914. augusztus 12–25-ig. *Magyar Katonai Közlöny*, (1924), 9–10. 465–474.
- *Staatsverfassung und Wehrverfassung. Fragen der Wehrpolitik*. Eisenschmidt. Berlin, 1925.
- *Kampf um Flüsse. Beiträge aus dem Kriege 1914–1918*. Eisenschmidt. Berlin, 1925.
- *Szemelvények a pozsonyi cs. és kir. 5/2. utászsászlóaljtörténetéből a világháborúban 1914–1918*. (Ford.: Molnár Pál). Budapest, Stephaneum Nyomda, 1928.
- *Kampf um die Donau. Feldzug in Rumänien 1916. Betrachtungen der Flußübergänge bei Flamanda und Sistow*. Voggenreiter. Potsdam, 1940.
- *Der Österreichische Hofkriegsrat 1556–1848. (Mitteilungen des Österreichischen Staatsarchivs. Ergänzungsband 1)*. Wien, Verlag der Österreichischen Staatsdruckerei, 1949.
- *Feldmarschall Conrad. Auftrag und Erfüllung, 1906–1918*. Wien–München, Verlag Herold, 1955.
- *Beiträge zur Geschichte der staatlichen Landesaufnahme und Kartographie in Österreich bis zum Jahre 1918*. Wien, Verlag Notring der wissenschaftlichen Verbände Österreichs, 1955.
- *Feldmarschall Radetzky. Leben, Leistung, Erbe*. Wien–München, Verlag Herold, 1957.
- *Feldzeugmeister Benedek. Der Weg nach Königgrätz*. Wien–München, Verlag Herold, 1960.
- *Taschenbuch der Militärgeschichte Österreichs*. Wien, Fromme, 1963.

¹⁰ Kriegsarchiv Wien i. m.

¹¹ Oskar Regele. *Wikipedia*. i. m.

¹² Regele publikációinak részletes felsorolását lásd: Peter Broucek – Kurt Peball: *Geschichte der österreichischen Militärgeschichte*. Wien–Köln–Weimar, Böhlau Verlag, 2000. 568–574.

- *Generalstabschefs aus vier Jahrhunderten. Das Amt des Chefs des Generalstabes in der Donaumonarchie. Seine Träger und Organe von 1529–1918.* Wien–München, Verlag Herold, 1966.
- *Gericht über Habsburgs Wehrmacht. Letzte Siege und Untergang unter dem Armee-Oberkommando Kaiser Karls I., Generaloberst Arz von Straussenburg.* Wien–München, Verlag Herold, 1968.

A felsoroltakon kívül több európai (osztrák, német, svájci, angol, olasz) katonai szakfolyóiratban, továbbá különböző német nyelvű szakperiodikákban és újságokban (napi és hetilapokban) is napvilágot láttak tanulmányai, szakkikvei, könyvrecenziói, továbbá több életrajzi lexikonban is jelentek meg általa írt szócikkek.

Kutatói-írói munkásságát a magyar hadtörténetírás tekintélyes alakjai is elismerik. A Radetzky tábornagról írott monográfiáját így méltatja Markó Árpád: „A volt Monarchia Savoyai Jenő utáni egyik legjelentősebb hadvezérének, Radetzky tábornagy halálának 100. évfordulójára jelent meg ez a nagyterjedelmű munka, mely nem egyszerűen száraz életrajzi, vagy unalmas hadtörténeti és hadseregszervezési adatokat sorol fel. Olyan katona munkája ez a könyv, aki nemcsak a tárgyalt korszak katonai eseményeinek alapos ismerője, hanem a Monarchia szövvényes kül- és belpolitikai életének is élesszemű megfigyelője. [...] Regele tárgyalási módja célratorő és világos. [...] Regele könyvének külön érdeme, hogy széles, sokoldalú anyaggyűjtés alapján kellő megvilágításba helyezi a marsall működését.”¹³

A Conrad-monográfia is számos dicsérő szót kapott. Az egyik méltatója így írt: „Regele ugyan, nézetem szerint, történet szemléletének korlátai miatt nem tudott a társadalmi összefüggések mélyére hatolni, ám problémaérzékenysége, történeti kulturáltsága sok olyan kérdésre villantott fényt, amely eddig homályban vagy helytelen megvilágításban volt. Színesen megírt könyvének számtalan részlete bizonyíték erre. Különösen személyi kapcsolatok sokoldalú bemutatásában tűnik ki. Szorosan vett tárgyán s a Monarchia határain túltekintő észrevételei és gazdag forrásismeretén nyugvó adatai munkáját mind az egykori Ausztria–Magyarország népei történelme, mind az egyetemes történelem szempontjából hasznossá teszik.”¹⁴

Felhasznált irodalom

- Allmayer-Beck, Johann Christoph: Oskar Regele (1890–1969) [Nachruf]. In *Mitteilungen des Österreichischen Staatsarchivs* 22. 1969. 532–540.
- Broucek, Peter – Kurt Peball: *Geschichte der österreichischen Militärgeschichte*. Wien–Köln–Weimar, Böhlau Verlag, 2000.
- Jacobi Ágost (szerk.): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban.* Budapest, Közlekedési Nyomda K.F.T. kiadása, 1938.

¹³ Markó Árpád: Oskar Regele: Radetzky tábornagy (élet, teljesítmény, örökség). *Századok*, 94. (1960), 5–6. 912.

¹⁴ Komjáthy Miklós: Oskar Regele: Feldmarschall Conrad. Auftrag und Erfüllung 1906–1918. *Századok*, 97. (1963), 6. 1393.

- Komjáthy Miklós: Oskar Regele: Feldmarschall Conrad. Auftrag und erfüllung 1906–1918. *Századok*, 97. (1963), 6. 1393–1395. Online: https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Szazadok_1963/?p-g=0&layout=s
- Kriegsarchiv Wien, Qualifikationsliste Oskar Regele, 2697. doboz.
- Markó Árpád: Oskar Regele: Radetzky tábornagy (élet, teljesítmény, örökség). *Századok*, 94. (1960), 5–6. 912–914.
- Oskar Regele. *Wikipedia*. Online: https://de.wikipedia.org/wiki/Oskar_Regele
- ÖNB Digital. Online: https://onb.digital/result/BAG_13592159
- Zacher József – Jávor Endre: A magyar–osztrák katonai kapcsolatokról. *Honvédségi Szemle*, 49. (1995), Különszám. 4–17. Online: https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/HonvedsegiSzemle_1995_ksz/?p-g=0&layout=s

Tóth Tamás¹

A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág integrált tervezése a fenntartható vízgazdálkodás érdekében

Integrated Planning of the Ráckeve (Soroksár) Branch of the Danube for Sustainable Water Management

A Ráckevei (Soroksári) Duna (RSD) egy stratégiai jelentőségű vízgazdálkodási rendszer. Az RSD-vel kapcsolatban komplex igények jelentkeznek, amelyek összehangolása jelentős kihívást jelent. Az éghajlatváltozás következtében egyre nagyobb valószínűséggel előforduló kisvízes időszakok mennyiségi és minőségi problémákhoz vezethetnek. A klímaváltozás tükrében dinamikusan változó igények, illetve tervezési körülmények hatására sérülhet a rendszer funkciójának ellátása. A vízrendszer kiterjedéséből és komplexitásából adódóan, egy esetleges fejlesztés során, nagy beruházási és üzemeltetési költségekkel kell kalkulálni. A rendszer működésébe történő beavatkozások visszahatnak egymásra, ezért kritikus kérdés a forrásfelhasználás hatékonyságának biztosítása. A tudományos közlemény célja, hogy stratégiai szemléletű komplex tervezés alkalmazásával minimalizálja a kockázatokat. A közlemény szerzője feltárja a rendszerszintű komplex megoldási lehetőségeket. A kutatási eredmények hozzájárulnak az RSD vízminőségi állapotának költség-hatékony javításához, továbbá elősegítik a hatékony üzemeltetést.

Kulcsszavak: vízrendszer, vízminőség, fenntartható vízgazdálkodás, vízhasználatok, komplex tervezés

Ráckeve (Soroksár) Danube (RSD) is a water system with strategic significance. Complex demands occur related to the RSD system. Harmonisation of different demands means a significant challenge. Due to climate change low water levels occur more likely and that leads to water quality and quantity problems. With regard to climate change, due to the effect of dynamically changing demands and design conditions, the functioning of the system might be damaged. High investment and operating costs need to be calculated during a possible development process, due to the scope

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, doktori hallgató, e-mail: tothtamás@live.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2810-0583>

and complexity of the system. Interventions in the operation of the system are interacting with each other, therefore the support of efficient resource management is a crucial question. The main objective of this article is to minimise the risks with the application of strategic approach to complex planning. The author of this article reveals system based complex solutions. Research results facilitate the cost-efficient improvement of the water quality status of the RSD, furthermore, they support effective operation.

Keywords: *water system, water quality, sustainable water management, water uses, complex planning*

1. Bevezetés

A Duna, Magyarország legnagyobb folyójaként, Budapestet átszelve a Csepel-szigetnél elágazik. A Duna főágától – a folyás iránya szerint – balra található víztest a Ráckevei (Soroksári) Duna-ág (RSD) nevet viseli. Az RSD földrajzi szempontból egyszerűen értelmezhető, viszont részletesen megvizsgálva megállapítható, hogy az RSD nem egyszerűen a Duna egy mellékága, hanem egy stratégiai jelentőségű vízgazdálkodási rendszer. Élővilága igen gazdag és speciális élettérnek tekinthető a Duna főágával összehasonlítva.² Az RSD ökológiai állapotát, a különböző fellelhető fajokat számos kiváló szakember kutatta az elmúlt évtizedekben. Az élővilága jól tükrözi az erősen módosított jellegű víztest változékony, számos esetben szélsőséges vízminőséggel jellemezhető viszonyait.³ Érdekességként megemlíthető, hogy a vízfolyás halfaunájáról már 1902-ből is található forrás.⁴ A teljes RSD-rendszer, különböző módokon, mintegy 200 ezer embert érint.⁵ Az RSD-vel kapcsolatban komplex igények jelentkeznek, amelyek összehangolása jelentős kihívást jelent.

Az éghajlatváltozás következtében egyre nagyobb valószínűséggel előforduló kisvízes időszakok mennyiségi és minőségi problémákhoz vezethetnek. A különböző használatok és terhelések következtében az elmúlt évek alatt a víztest jelentősen feliszapolódott.⁶ A nyári időszakot jellemző alacsony vízállások, a feliszapolódottság mértéke és a folyamatos terhelések együttesen negatív hatással vannak a vízminőségre. A klímaváltozás tükrében dinamikusan változó igények, illetve tervezési körülmények hatására sérülhet a rendszer funkciójának ellátása.

² Vadadi-Fülöp Csaba – Mészáros Gergely: A Ráckevei-Soroksári Dunával kapcsolatos zooplankton és makrogerinctelen kutatások áttekintése. *Hidrológiai Közlöny*, 87. (2007), 3. 60–63.

³ Csányi Béla – Juhász Péter – Tyahun Szabolcs: A Ráckevei Soroksári Duna makroszkópikus vízi gerincteleinek vizsgálata. *Vízügyi Közlemények*, 84. (2002), 2. 174–193.

⁴ Répássy Miklós: Az angolnáról. *Halászat*, 3. (1902), 1. 93–95.

⁵ *Jelentős vízgazdálkodási problémák – Duna-völgyi-főcsatorna vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység.*

⁶ Papanek László: *Az újonnan épülő vízleeresztő műtárgy szerepe a Ráckevei/Soroksári/Duna-ág vízgazdálkodásában.* Előadás.

Felmerül a kérdés, hogyan lenne környezeti és gazdasági szempontból hatékonyan javítható az RSD vízminőségi állapota.

Feltételezem, hogy a vízrendszer kiterjedéséből és komplexitásából adódóan, egy esetleges fejlesztés során, nagy beruházási és üzemeltetési költségekkel kell kalkulálni. A rendszer működésébe történő beavatkozások visszahatnak egymásra, ami arra enged következtetni, hogy neuralgikus pont lesz a forrásfelhasználás hatékonyságának biztosítása.

A tudományos közlemény célja, hogy stratégiai szemléletű komplex tervezés alkalmazásával minimalizálja a kockázatokat.

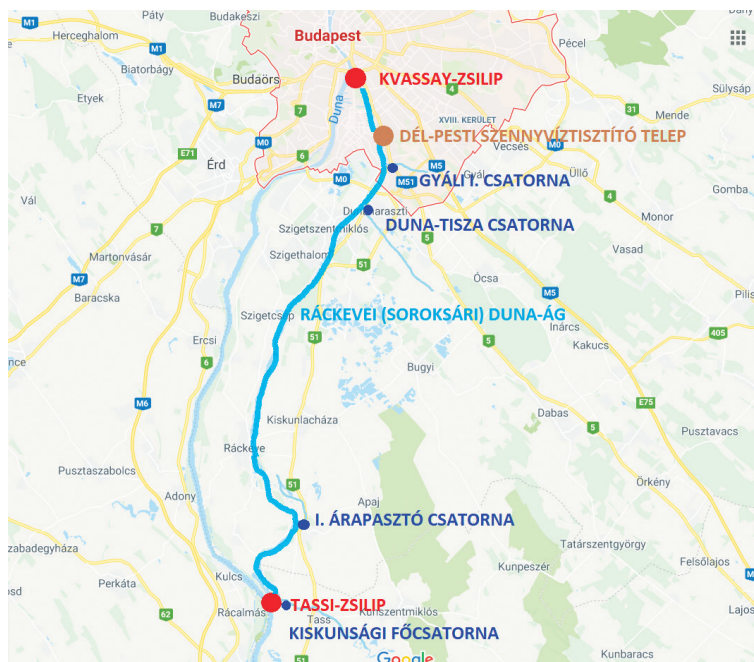
A célkitűzés teljesítése érdekében a kutatásom keretében feltártam a vízminőségi állapot hatékony javításához szükséges rendszerszintű komplex megoldási lehetőségeket. A közlemény hozzájárul az RSD vízminőségi állapotának költséghatékony javításához, továbbá elősegíti a hatékony üzemeltetést. Mindemellett hozzájárul a lehetséges beruházások tervezésének és ütemezésének előzetes megalapozásához.

2. A vízrendszer bemutatása

Az RSD-vízrendszert két nagy vízépítési műtárgy határolja. A rendszert felülről a Kvassay-zsilippel, alulról a Tassi-zsilippel lehet szabályozni. A Kvassay-műtárgy fő feladatai: a vízpótlás és az üzemvízszint biztosítása megfelelő dunai vízállás esetén. Emellett a hajószilip lehetővé teszi a hajózást. Magas dunai vízállás esetén a vízpótlás során energiatermelésre is alkalmas a műtárgy. A Kvassay-műtárgy a fővédvonal részeként nem utolsósorban fontos árvízvédelmi funkciót is ellát. Alacsony vízállás esetén a gravitációs vízbetáplálás lehetősége megszűnik. Ebben az esetben az vízerőmű turbinái szivattyúként tudják beemelni a vizet mellékágba. A jelenleg meglévő Tassi-műtárgy szintén az elsőrendű árvízvédelmi rendszer részét képezi. Az RSD átnézeti helyszínrajzát az 1. ábra szemlélteti.

Az RSD alapparamétereit megvizsgálva a következő jellemző értékek mértékadók: a szakasz hossza: ~57,3 km, az átlagos felülete ~16 km², átlagos vízmélysége 2,5 m, átlagos víztérfogata mintegy ~40 millió m³. Az RSD a felszínését megvizsgálva a vízrendszer jellegében állóvíz víztestnek minősíthető. A Kvassay-zsilipen keresztül évente 550–750 millió m³ vizet táplálnak be, de gyakorlatilag nincs sodorvonala a mellékágnak. Az RSD vízszintesése a Kvassay- és a Tassi-nagyműtárgy között mindössze átlagosan 10–30 cm (2019. 03. 24. 10:00-kor = 19,5 cm), amely jelentős eltérést mutat a nagy Duna vízszinteséséhez képest az adott szakaszon, amely átlagosan 4–5 m (2019. 03. 24. 10:00-kor = 4,705 m).⁷

⁷ Operatív vízállások. *Vízügyi Honlap*.



1. ábra. Ráckevei (Soroksári) Duna-ág

Forrás: a szerző szerkesztése a Google Maps alapján

Az RSD felépítése és morfológiai viszonyai az évszázadok során folyamatosan változtak. A Duna a folyómeder szabályozását megelőzően, a Gellért-hegy alatti folyószakaszon mintegy 1000 méteres mederszélességet is felvehetett, amely különvált a budafoki és a soroksári Duna-ágra. A rendszeres árvizek következtében elengedhetetlenné vált a Duna mederrendezése.

„Hogy a Duna-folyam Buda-Pest mellett akképen szabályoztathassék, a mint a hajózás és kereskedés országos érdekei igénylik s a főváros, mint az ipar és kereskedelem központja, oly állásba emeltessék, mely számára a szabad közlekedés mindazon előnyeit biztosítsa, a melyek az ipar és kereskedés fejlődésének nélkülözhetlen feltételei: felhatalmaztatik a ministerium, hogy ezen országos czélból szükséges beruházásokra huszonnégyszáz millió forint erejéig sorsolási kölcsönt köthessen.”⁸

A 19. század második felében, az osztrák–magyar kiegyezést követő időszakban, a folyószabályozások eredményeként északról elzárták a soroksári folyóágot. Az elzárt folyóág déli részén található területeket viszont továbbra is, többször elöntötte az árvíz. Az árvizek és a hajózhatóság hiánya további beavatkozásokat tett szükségessé. Az 1904. évi XIV. törvénycikk III. fejezet 4. bekezdés e) pontjában az Országgyűlés elrendelte a Soroksári Duna-ág rendezését és hajózhatóvá tételét és 5 millió K hitelösszeget engedélyeztettek a „földmivvelésügyi tárca” körében. A törvénycikk érdekessége, hogy korabeli „salátatörvény” volt, amely alapvetően

⁸ 1870. évi X. törvénycikk a Duna-folyamnak a főváros mellett szabályozásáról s a forgalom és közlekedés érdekében Buda-Pesten létesítendő egyéb közmunkák költségeinek fedezéséről és e közmunkák végrehajtási közegeiről.

a vasúti hálózat fejlesztéséről szolt („a magyar királyi államvasutak hálózatának kibővítéséről, vasuti és más beruházásokról, valamint a szükséges költségek engedélyezéséről”).⁹

1910-ben megkezdődtek a beruházások, amelyek keretében a szakasz felső torkolatánál hajózsilip és vízbeeresztő műtárgy épült.¹⁰ A létesített műtárgyak mellé 1954 és 1960 között megépítették a Kvassay-vízerőművet, amely két függőleges tengelyű, reverzibilis Kaplan-típusú turbinával üzemelt. Az RSD déli végén, Tassnál, 1926 és 1928 között hajózsilip, vízleeresztő zsilip és erőmű épült (Az 1956-os jeges árvíz következtében megrongálódott vízerőművet és vízleeresztő zsilipet elbontották. A vízlevezetés funkcióját a hajózsilip vette át.) A terepviszonyok miatt a Duna-ág árvízlevezetésre, árvízcsúcs-csökkentésre nem vehető igénybe. Megállapítható, hogy a rendszer a jelenlegi állapotához jól közelítő formáját a 19. század végét követő folyoszábályozások és az 1910–1928 között létesített Kvassay- és Tassi- nagyműtárgyak megépítését követően nyerte el.

Az 1960-as évektől, a tehetősebb fővárosi polgárok és a környékbeli lakosság részéről, növekvő igény mutatkozott az RSD vízparti területeinek felvásárlására. Megkezdődött a parti sávok, szigetek felparcellázása és értékesítése, amely napjainkban is meghatározza a környezet arculatát. A vízrendszerrel kapcsolatban egyre összetettebb igények jelentkeztek, amelyeket folyamatosan össze kell hangolni. Az érintettek számának növekedésével párhuzamosan fokozatosan előtérbe kerültek a vízminőségi és vízmennyiségi kérdések is. Az RSD Budapest négy kerületét, Pest megye 21 és Bács-Kiskun megye egy települését érinti. A komplett RSD közvetlenül 160–170 ezer főt, közvetve mintegy 250 ezer embert érint. A rendszer 25 ezer hektár öntözését biztosítja, és 1 747 km² területről gyűjti össze a belvizet. Vízbetáplálás a Kvassay-zsilip mellett, a Gyáli I. főcsatornán, illetve a kettős működésű Duna-Tisza csatornán és I. Árapasztó csatornán történik.¹¹ Az RSD-ből több ponton történik vízkivétel, a Duna-völgyi főcsatorna mellett, a legjelentősebb a Kiskunsági főcsatorna öntözővízigénye (~15 m³/nap), amely Magyarország öntözésfejlesztési céljait vizsgálva egyre fontosabb szerepet fog kapni a Homokhátság öntözővíz-ellátásának vonatkozásában.

Az állandó vízbetáplálásnak az RSD-t terhelő tisztított és tisztítatlan szennyvizek hígítása és elkevertetése miatt jelentős szerepe van. Az RSD egyik funkciója a tisztított szennyvizek befogadása. A legjelentősebb terhelés a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepről a Népülési csatornán keresztül bevezetett tisztított szennyvíz (száraz időszakban ~53 ezer m³/nap).¹² Az RSD-rendszer komplexitását jól tükrözi, hogy egyaránt fontos funkciót tölt be az árvízvédelem, nagytársági vízleadás, öntözés, belvízvédelem, rekreáció (horgászat, vízi sportok, fürdőhelyek), természetvédelem, hajózás és a tisztított szennyvizek befogadása terén is. A biztonságos üzemeltetés érdekében az igényeket össze kell hangolni. Az üzemeltetés az üzemeltetési szabályzatra épülve

⁹ 1904. évi XIV. törvény cikk a magyar királyi államvasutak hálózatának kibővítéséről, vasuti és más beruházásokról, valamint a szükséges költségek engedélyezéséről.

¹⁰ Sajó Elemér – Benedek József: A soroksári Dunaág felső kamarazsilipjének pályatervei és kiviteli terve. *Vízügyi Közlemények*, 1. (1911), 3. 145–174.

¹¹ Pálfi Imre: A Duna-Tisza közti Hátság vízgazdálkodási problémái és megoldásuk lehetséges útjai. *Vízügyi Közlemények*, 77. (1995), 2. 144–165.

¹² Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep. *FCSM.hu*.

az üzemeltetési engedély alapján történik. A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízterületének vagyongyógykezelését a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság látja el.

3. A víztest állapotértékelése

Az RSD állapotértékelésének vizsgálatához Magyarország felülvizsgált Vízyűjtő-gazdálkodási Terve (VGT2) jelenti a kiindulási alapot.

A Víz Keretirányelv (VKI) előírásainak teljesítése érdekében a tagállamoknak intézkedési programokat kellett kidolgozni, vízgyűjtő kerületekre vonatkozó vízgyűjtő-gazdálkodási tervek formájában. A vizek állapotának minősítése a víztestek állapotértékelésén alapszik. Az állapotértékelést a VKI előírásai szerint az „egy rossz – mind rossz elv” alapján kell elvégezni.¹³ A VKI szerint a felszíni víztesteket ökológiai és kémiai állapot szerint kell minősíteni. Az integrált minősítési rendszer részletes felépítését a közleményben terjedelmi okok miatt nem tárgyaltam. A VGT2 alapján megállapítható, hogy az RSD egy erősen módosított felszíni víztest. Az RSD állóvízjellegű víztestnek minősül, vízgazdálkodási besorolása szerint tározó.

1. táblázat. RSD állapotértékelési eredménye

Biológiai elemek	Fizikai-kémiai állapot	Hidromorfológiai állapot	Specifikus szennyezők szerinti állapot	Ökológiai állapot	Kémiai állapot	Integrált állapot
gyenge	mérsékelt	kiváló	kiváló	gyenge	jó	gyenge

Forrás: a szerző szerkesztése a VGT2 adatai alapján

Az RSD az integrált minősítés alapján gyenge állapotú értékelést kapott a VGT2-ben. Megvizsgáltam az RSD minősítését a VGT1-ben, ahol szintén gyenge besorolást kapott. Kémiai állapotát tekintve elérte a jó állapotot, de az ökológiai gyenge állapot a VGT1-ben és a VGT2-ben egyaránt lerontotta az integrált állapotértékelés eredményét.

A VGT1 és a VGT2 eredményeinek összehasonlításából – javulás üteme alapján – valószínűsíthető, hogy a VKI-ban megfogalmazott jó állapot elérésének célja 2027-ig nem teljesíthető. Az RSD valós vízminőségi állapotát – a rendszer méreteiből adódóan – a valóságban nem lehetne egyszintű osztályozással deklarálni.

A rendszer vízminősége északról délre haladva fokozatosan javul. A víztest felső szakasza a Kvassay-zsilipen érkező vízbetáplálás hatására jelentős hordalékterhelésnek van kitéve, továbbá a Dél-pesti szennyvíztisztító telepről jelentős hozamú tisztított szennyvíz érkezik a rendszerbe. A víztest felső szakaszának magas a szervesanyag-terhelése. A vízminőség javítása érdekében, a különböző szennyvizek összetételével, az azok által jelentett problémák feltárásával és megoldásával már 1954-ben részletesen foglalkoztak, amit nagymértékben elősegített

¹³ Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról.

az átfogó vízgyűjtőfelmérés, a vízminőségi állapotfelvétel elkészítése.¹⁴ Az RSD egyes részei jelentős mértékben feliszapolódtak, amelyek tovább nehezítik a vízminőségi állapot javítását. A Duna-ágot közvetlenül terhelő területhasználatok, azaz a parti sávban és a szigeteken található üdülőtelkekről (közel 8500 telek) származó szennyvizek jelentős vízminőségi problémát jelentettek a korábbi években. A vízminőség javítása érdekében elindult a parti sávok csatornázása, és az elmúlt években fokozatosan növekszik a rákötések száma, amely pozitív hatást gyakorolt a víztest állapotára. Az RSD középső és a felső szakaszán a vízminőségi állapot jelenleg még nem teszi lehetővé természetes fürdőhelyek biztonságos kijelölését. A déli részen viszont több fürdőhelyet kijelöltek (5 db fürdőhely). A ráckevei strandon a fürdővíz minősítése már kiváló állapotú volt.

A „Ráckevei (Soroksári)-Duna-ág (RSD) és mellékágai kotrása, műtárgyépítés és -rekonstrukció” elnevezésű (KEOP-2.2.1/2F/09-2009-0002) KEOP pályázat keretében megvalósult az RSD-n egy vízminőségi monitoringrendszer kiépítése. A monitoring rendszer fő célja az RSD vízminőségének és vízháztartásának nyomon követhetősége, kimutatva a projekt részét képező műtárgyfejlesztések hatását a vízminőségre. A monitoringrendszer elősegíti az esetlegesen szükséges vízvédelmi beavatkozások megtételét.

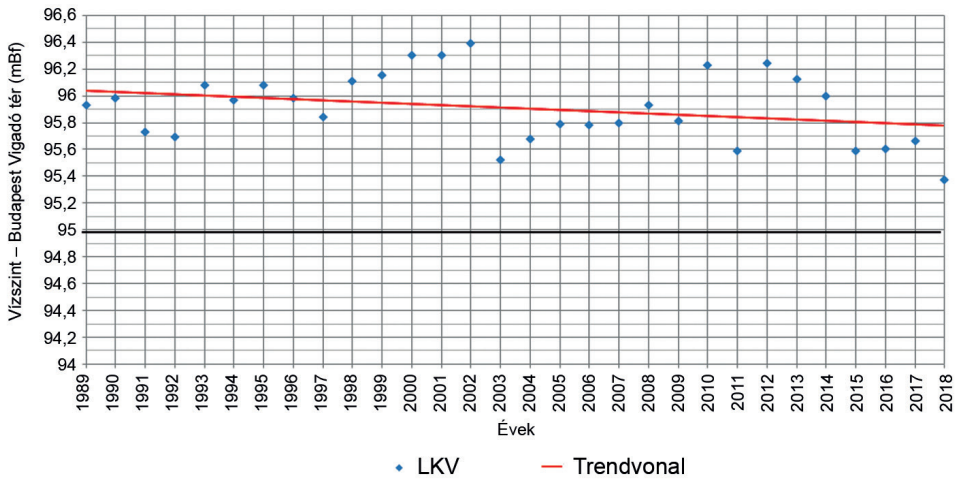
A vízminőségi problémák szorosan összefüggnek a vízmennyiségi problémákkal, ezért ez a két meghatározó elem a megoldás szempontjából nem elkülöníthető. A minőségi és a mennyiségi kérdések együttes értékelése és kezelése elengedhetetlen.

A Duna folyószabályozása, az osztrák Duna-szakaszon épült vízlépcsők, illetve az 1970-es években történt mederkotrások maguk után vonták a Duna főmedrének süllyedését. A társadalom a vízminőségi és a vízmennyiségi problémákat egyaránt hajlamos egyszerűen az éghajlatváltozásra visszavezetni, pedig jelentős hatással lehetnek egyéb emberi beavatkozások is. A dunai főmeder süllyedése például alapvetően emberi beavatkozások hatására vezethető vissza. Ebből következik, hogy a vízszintek esésének elemzése sokkal komplexebb vizsgálat, mint egyszerűen a kevesebb csapadékmennyiségre visszavezetni az adott helyzetet. A meder-berágódásnak a kisvízszintek csökkenésére gyakorolt negatív hatása azért kritikus, mert felgyorsítja a mellékágak, holtágak elválását a főfolyástól. Az elszigetelődés fokozódása hosszú távon a mellékágak kiszáradásához, illetve pangó vízzé válásához vezet, amely magában hordozza a vízminőség devalválódását.

A 2018-as évet megelőzően a Duna budapesti szakaszán a mértékadó árvízi vízmércén, ismertebb nevén az „elrendelő vízmércén” (Vigadó tér) valaha mért legkisebb vízállás (LKV) 51 cm volt, amelyet még 1947-ben mértek. A Vigadó téri vízmérce nullpontja 94,960 mBf. A 71 éves, 1947. évi, kisvízi rekord először 2018. 10. 17-én (17:00) dőlt meg, majd 2018. 10. 25-én ismét új rekord alacsony vízállás alakult ki. Az új LKV 2018-ban 33 cm lett.

Az RSD állapotát negatívan befolyásoló kisvízes időszakok jelentősége miatt megvizsgáltam a legkisebb vízállásokat az 1989 és 2018 év közötti, statisztikai szempontból elfogadhatónak feltételezett 30 éves időszakra, éves bontásban (2. ábra). Az éves LKV-adatokat napi szinten mért részletességű adatforrásból származtattam.

¹⁴ Lesenyey József: A Soroksári Dunaág vízminőségi vizsgálata. *Vízügyi Közlemények*, 36. (1954), 1. 219–229.



2. ábra. LKV éves bontásban 1989–2018 (mBf)

Forrás: a szerző saját szerkesztése

Az 1989–2018 közötti adatsor alapján, a 2. ábrát elemezve megállapítható, hogy az LKV-k alakulása csökkenő trendet mutat. Az RSD fejlesztésének és üzemeltetésének szempontjából, az LKV csökkenése mellett a másik mértékadó tényező a kisvizek gyakoriságának és tartósságának növekedése lehet.

4. Fejlesztések

A vízminőségi állapot hatékony javításához szükséges, rendszerszintű, komplex megoldások meghatározásához ismerni kell az RSD-t érintő jelenleg futó fejlesztéseket. A *Fejlesztések* című fejezet célja az aktuális projektek rövid ismertetése. A vízrendszeren északról délre haladva gyűjtöttem össze a kiemelt fejlesztéseket. A Csepel-sziget északi csúcsánál található Kvassay-műtárgycsoport rekonstrukciójának kivitelezése részben 2015-ben megvalósult.



3. ábra. A Kvassay-hajószilip rekonstrukciója

Forrás: a szerző felvétele

A „Ráckevei (Soroksári)-Duna-ág (RSD) és mellékágai kotrása, műtárgyépítés és -rekonstrukció” elnevezésű KEOP-pályázat magában foglalta a vízbeeresztő zsilip elzáró berendezéseinek felújítását (acélszerkezetű elzárás rekonstrukciója). Ezen túlmenően meg kellett oldani a felvízi oldalról érkező uszadékok kiemelését, ezért gerébtisztító szerkezetegyüttes épült. A műtárgycsoport további rekonstrukciókra szorult, ezért 2018-ban elindult a „Nagyműtárgyak fejlesztése és rekonstrukciója” című (KEHOP-1.4.0-15-2015-00002) KEHOP-projekt keretében a hajózsilip-rekonstrukció kivitelezése. Emellett, 2018 végén elindult a meghibásodott Kaplan-turbinák kiemelése és felújítása is.

A Kiemelt Kormányzati Beruházások Központja Nonprofit Zrt. 2018-ban pályázatot hirdetett a dél-pesti és észak-csepeli komplex városfejlesztés megvalósításának céljából (Budapest Déli Városkapu Fejlesztési Program).¹⁵ A pályázat keretében az előzetes tervek szerint megvalósulna mintegy 12 ezer egyetemi hallgató lakhatásának biztosítása, továbbá sport- és rekreációs létesítmények épülnének, többek között egy 15 ezres atlétikai stadion (4. ábra).



4. ábra. A Déli Városkapu-fejlesztés nyertes pályázatának látványterve

Forrás: Nyertesek. Delivaroskapu.org.

A 4. ábrán látható a Kvassay-műtárgycsoport is. A Kemény Ferenc Sportlétesítmény-fejlesztési Program keretében, az RSD-n (Francia-öböl), megépül a Dunai Evezős Központ, ahol a pálya alkalmas lesz nemzetközi versenyek lebonyolítására. A pályázat szerint „kiemelkedően fontos aspektus a város és víz kapcsolatának erősítése, élettel teli közösségi terek létrehozása”. A megfogalmazott célokból adódóan is, a fejlesztések eredményessége tekintetében kiemelten fontos funkciót fog betölteni a Kvassay-műtárgy, mivel ezen keresztül fog történni a rendszerbe való vízbetáplálás.

Az RSD vízminőségi állapotjavításának vizsgálatakor megkerülhetetlen a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep (DPSZT). A DPSZT-re egyesített csatornarendszeren keresztül érkezik a szennyvíz a Torontál utcai főgyűjtőből. Pestlőrinc, Kispest, Erzsébet és Soroksár hozzávetőlegesen 300 ezer lakosának, valamint a területen működő vállalkozásoknak a szennyvizét fogadja

¹⁵ Budapest Déli Városkapu Fejlesztés Tervpályázat.

és tisztítja. A tisztítótelep névleges biológiai tisztítókapacitása 80 000 m³/nap, tényleges terhelése ~53 000 m³/napra becsülhető. A DPSZT-ből a Népjóléti-árkon keresztül érkezik a tisztított szennyvíz az RSD-be. A Dél-pesti szennyvíztisztító telep jelenlegi 3 rekeszből álló záportározó medence bővítésére elkészültek a tervek és kiírták az építési pályázatot. A zápormedence hozzávetőlegesen 7000 m³ kapacításra történő bővítése 2019-ben valósult meg. Emellett a meglévő kiviteli engedélyes tervek alapján, a Népjóléti-árkokban várhatóan kialakítanak egy rácsszemét visszatartására alkalmas műtárgyat, amely a csapadékos idei üzemállapotban túlfolyó záporvizek szűrésére szolgálna.

Az RSD-t terhelő kommunális eredetű szennyvizek témakörének tárgyalásakor vizsgálni kell a Duna-ág parti sávjaiban és a szigeteken keletkező kommunális vízhasználatból származó vízszennyező anyagok kivezetését. A „Ráckevei (Soroksári) – Duna-ág vízgazdálkodásának, vízminőségének javítása: szennyezőanyagok kivezetése a parti sávból” című (KEOP-2.2.1/2F/09-2010-0002) KEOP-projekt keretében 2015-ben megvalósult 14 önkormányzat üdülőterületén a gerincvezetékek fektetése, valamint átemelők létesítése. A telken belüli magánhálózatok kiépítése folyamatos, a rákötések száma fokozatosan növekszik. A projekt keretében több mint 7500 bekötés valósult meg.

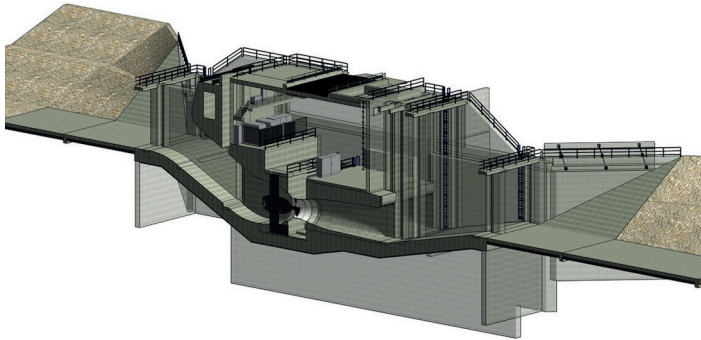
Az RSD-t a Csepel-sziget déli végén a Tassi-zsilip határolja. A „Ráckevei (Soroksári) Duna-ág és mellékvizeinek kotrása, műtárgyépités és -rekonstrukció” elnevezésű (KEHOP-1.3.1-15-2015-00002) KEHOP-projekt keretében 2018-ban kezdetét vette a Tassi többfunkciójú vízleeresztő műtárgy kivitelezése (5. ábra).



5. ábra. A Tassi többfunkciójú vízleeresztő műtárgy kivitelezése

Forrás: a szerző felvétele

A műtárgyat a meglévő Tassi-hajózsiliptől északnyugatra, mintegy ~250 m távolságra a Duna elsőrendű árvédelmi töltésébe építik be. A műtárgyépités töltésáthelyezéssel is jár. A tervezett műtárgy látványtervét a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra. A Tassi többfunkciójú vízleeresztő műtárgy látványterve

Forrás: Rsd.ovf.hu.

A Tassi-műtárgy építése kiemelten fontos a Duna-ág biztonságos és a megfelelő vízmennyiséget és vízminőséget garantáló üzemeltethetősége szempontjából. A műtárgy megépítésével és üzemével nő a tápvíz mennyisége, ami a jelenleginél kiegyensúlyozottabb vízbetáplálást jelent, tehát azt, hogy a szélsőséges dunai vízállástartományokban is biztosítható a rendszer vízcseréje, vízfrissítése.

5. Komplex tervezés

A vízrendszer kiterjedéséből és komplexitásából adódóan a jövőbeli fejlesztéseknél nagy beruházási és üzemeltetési költségekkel kell kalkulálni. A rendszer működésébe történő egyes beavatkozások visszahatnak egymásra. A hatékony kockázatkezelést és forrásfelhasználást a rendszer összetettsége miatt kizárólag stratégiai szemléletű komplex tervezéssel lehet eredményesen megvalósítani.

Mi az a komplex megoldási lehetőség, amire szükség lenne az RSD vízminőségi állapotának javításához? Az RSD felépítésének, működésének vizsgálatakor arra a következtetésre jutottam, hogy a szükséges jövőbeli fejlesztések rendszerszinten hatékony megvalósításához el kellene készíteni egy döntés-előkészítő komplex tanulmányt.

A tanulmányban fel kell tární és elemezni a különböző alternatívákat és beavatkozási lehetőségeket. Az integrált elemzésnek a különböző alternatívák vizsgálata során, a műszaki lehetőségek figyelembevételével magában kell foglalnia a környezeti és gazdasági szempontokat. A szempontrendszer fontos részét kell hogy képezze az előzetes költségbecslés. Az RSD fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata során arra a következtetésre jutottam, hogy a javasolt tanulmány készítésénél kritikus szerepe van az egyes alternatívák megvalósítási időigényének, illetve az időbeli ütemezésnek.

A komplex tanulmányban javasolom, hogy határozzák meg az RSD rendszerére értelmezett vízgazdálkodási célkitűzéseket. A célok, igények ismeretében szükség lenne a vízrendszer teljes hidrológiai elemzésére. A hatékony jövőbeli fejlesztések megvalósításához, a jelenleg futó fejlesztések számbavétele mellett, előre kell becsülni a Duna várható további medersüllyedését és a tervezett öntözésfejlesztés hatására megnövekvő vízszolgáltatási igényeket.

A hidrológiai helyzet mellett elengedhetetlen a vízminőség és az ehhez társuló követelmények vizsgálata. Az RSD vízminőségét jelentősen befolyásolja az előző fejezetben bemutatott DPSZT, ezért a jövőbeli fejlesztési lehetőségek vizsgálatakor ezt javasolt kiemelten kezelni. A DPSZT – RSD vízminőségére gyakorolt – negatív hatásának oka két meghatározó részből áll, egyfelől a száraz idei normál üzemiállapotból, másfelől a csapadékos idei üzemiállapotból származó terhelés. A tanulmányban olyan megoldási alternatívákat kell összevetni, illetve esetlegesen kombinálni, mint a szennyvíztisztítási technológia fejlesztése, egyesített rendszer egyes részeinek leválasztása, átvezetés vagy éppen a tisztított szennyvíz újrahazsnosítása.

A mennyiségi és a minőségi alapokra modellvizsgálatok alkalmazásával lehetne felépíteni egy jól strukturált intézkedési tervet. A fenti tartalommal a teljes vízrendszerre elkészíthető tanulmány hozzájárulna a rendszer még hatékonyabb üzemeltetésének megalapozásához. A javasolt tanulmánykonceptió elsődleges funkciója a döntéstámogatás. A koncepció elősegíti a hatékony forrásfelhasználás igazolhatóságát, hozzájárulva a finanszírozási lehetőségek biztosításához.

6. Következtetések

Az RSD-t az üzemeltetés és a jövőbeli fejlesztések szempontjából komplex rendszerként kell kezelni.

A különböző igényeket hosszú távú stratégia mentén kell összehangolni.

A rendszer működésébe történő beavatkozások visszahatnak egymásra, ezért kritikus kérdés a forrásfelhasználás hatékonyságának biztosítása.

A klímaváltozás tükrében dinamikusan változó igények, illetve tervezési körülmények hatására sérülhet a rendszer funkciójának ellátása.

A feldolgozott mérések alapján az LKV egyértelműen csökkenő trendet mutat a budapesti Vígdó téri vízmerce vonatkozásában.

A hatékony kockázatkezelést és forrásfelhasználást a rendszer összetettsége miatt kizárólag stratégiai szemléletű komplex tervezéssel lehet eredményesen megvalósítani.

Javasolom egy döntés-előkészítő komplex tanulmány elkészítését. A tanulmánynak ki kell terjednie minden lehetséges üzemiállapotra.

A tervezés során kritikus pont a beavatkozások költségvonzata és az ütemezés.

Felhasznált irodalom

1870. évi X. törvény cikk a Duna-folyamnak a főváros mellett szabályozásáról s a forgalom és közlekedés érdekében Buda-Pesten létesítendő egyéb közmunkák költségeinek fedezéséről és e közmunkák végrehajtási közegeiről. Online: <https://net.jogtar.hu/ezer-ev-torveny?docid=87000010.TV&searchUrl=/ezer-ev-torvenyei?keyword=1870.+%C3%A9vi+X.+t%C3%B6rv%C3%A9nycikk>
1904. évi XIV. törvény cikk a magyar királyi államvasutak hálózatának kibővítéséről, vasuti és más beruházásokról, valamint a szükséges költségek engedélyezéséről. Online: <https://net.jogtar.hu/getpdf?docid=90400014.TV&targetdate=&printTitle=1904.+%C3%A9vi+XIV.+t%C3%B6rv%C3%A9nycikk&referer=1000ev>
- Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve (2000. október 23.) a vízpolitika terén a közösségi fellépés kereteinek meghatározásáról. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/LSU/?uri=celex:32000L0060>
- Budapest Déli Városkapu Fejlesztés Tervpályázat.* Online: <https://delivaroskapu.org/>
- Csányi Béla – Juhász Péter – Tyahun Szabolcs: A Ráckevei Soroksári Duna makroszkópikus vízi gerinceleink vizsgálata. *Vízügyi Közlemények*, 84. (2002), 2. 174–193.
- Dél-pesti Szennyvíztisztító Telep. *FCSM.hu*. Online: www.fcsm.hu/
- Jelentős vízgazdálkodási problémák – Duna-völgyi-főcsatorna vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység.* Online: www4.vizugy.hu/old_vizugy_site/documents/132D0778-308D-4E47-B3C8-49224DC3DFC4/1_10_Duna_volgyi_focsatorna_JVP_vegleges.pdf
- Lesenyei József: A Soroksári Dunaág vízminőségi vizsgálata. *Vízügyi Közlemények*, 36. (1954), 1. 219–229. Nyertesek. *Delivaroskapu.org*. Online: www.delivaroskapu.org/nyertesek
- Operatív vízállások. *Vízügyi Honlap*. Online: www.vizugy.hu/
- Papanek László: *Az újonnan épülő vízleeresztő műtárgy szerepe a Ráckevei/Soroksári/Duna-ág vízgazdálkodásában.* Előadás. Online: <https://docplayer.hu/152272365-Az-ujjonnan-epulo-vizleereszto-mutargy-szerepe-a-rackevei-soroksari-duna-vizgazdalkodasaban-papanek-laszlo-c-egyete-mi-docens-osztalyvezeto-kdvvizig.html>
- Pálfai Imre: A Duna-Tisza közti Hátság vízgazdálkodási problémái és megoldásuk lehetséges útjai. *Vízügyi Közlemények*, 77. (1995), 2. 144–165.
- Répássy Miklós: Az angolnárról. *Halászat*, 3. (1902), 1. 93–95. *Rsd.ovf.hu*. Online: <http://rsd.ovf.hu/galeria.html>
- Sajó Elemér – Benedek József: A soroksári Dunaág felső kamarazsilipjének pályatervei és kiviteli terve. *Vízügyi Közlemények*, 1. (1911), 3. 145–174.
- Vadadi-Fülöp Csaba – Mészáros Gergely: A Ráckevei-Soroksári Dunával kapcsolatos zooplankton és makrogerinctelen kutatások áttekintése. *Hidrológiai Közlöny*, 87. (2007), 3. 60–63.

Jusztin Karina Zelma¹ – Vég Róbert László²

A rezgésdiagnosztika alkalmazása a magyar honvédség technikai kiszolgálása és járműjavítása során – 2. rész

Application of Vibration Diagnostic Procedures in the Technical Service and Maintenance System of the Hungarian Defence Forces – Part 2

A folyamatos technikai fejlődésének köszönhetően, a modern gépjárművek felépítése egyre összetettebb a korábbi technikákhoz képest, és széles körben elterjedt a számítógépes, automatizált vezérlési rendszerek alkalmazása. Ennek következtében a karbantartási, javítási műveletek során már nem elég csupán a szubjektív vizsgálatokra, ellenőrzésekre hagyatkozni, hanem elengedhetlenné vált a diagnosztikai vizsgálatok bevonása. A Magyar Honvédség állományába folyamatosan rendszeresítik az olyan számítógépes rendszerekkel rendelkező haditechnikai eszközöket, amelyek technikai kiszolgálása és javítása csak modern diagnosztikai eljárások alkalmazásával valósítható meg. Egy, a diagnosztikai vizsgálatok rendszeres alkalmazásán alapuló üzemfenntartási rendszer lényeges előnyökkel járhat, mivel biztosítja a gyors és precíz munkavégzést. A rezgésdiagnosztika a gyakorlatban legtöbbször használt diagnosztikai vizsgálat, hiszen a gépek megbontása, roncsolása nélkül, csupán a gép által keltett rezgések alapján képes a gép alkatrészeinek működés közbeni folyamatos ellenőrzésére, meghibásodása esetén a hiba helyének pontos behatárolására.

Kulcsszavak: diagnosztika, rezgésdiagnosztika, technikai kiszolgálás, javítás

The structure of the modern vehicles is more complex than before because of the continuous improvement of technics. The application of automatic computer control system is widespread. Consequently, the involvement of diagnostic procedures became necessary in maintenance and

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, honvédtisztjelölt, e-mail: jusztin.karina@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1999-4629>

² Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, egyetemi docens, e-mail: vegh.robert@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9786-6702>

repair operations, in subjective examinations and inspections. Military technology equipment with computer systems are continuously authorised at the Hungarian Defence Forces. The technical service and repair of these equipment is feasible with application of modern diagnostic procedures. A maintenance process based on regular usage of diagnostic procedures ensures advantages by quick and exact work methods. The vibration diagnostic is the most often used diagnostic inspection. According to the vibration of the equipment we are able to check the components and determine the exact location of the failure without any destruction.

Keywords: *diagnostic, vibration diagnostic, technical service, repair*

1. A gépjármű-diagnosztika alkalmazása a Magyar Honvédségben

A Magyar Honvédség (MH) üzemfenntartási rendszere sajátos, mivel a katonai alkalmazás speciális követelményeket támaszt a kiszolgálási rendszerrel szemben. Egy katonai feladat végrehajtására alkalmazott haditechnikai eszköz lényegesen eltér egy közúti közlekedésben vagy közúti áruszállításban használt járműtől, mivel a katonai gépjárművek esetében elengedhetetlen feltétel, hogy rendelkezzenek olyan speciális műszaki paraméterekkel, amelyek képessé teszik azt a feladat végrehajtására. A katonai üzemfenntartás rendszerének vizsgálatakor figyelembe kell venni, hogy az üzemeltetés nem állandó intenzitású. A kiképzési, felkészülési időszakban az üzemeltetés igen alacsony mértékű, míg egy minősített helyzet esetében az üzemeltetés mértéke nagyságrendekkel megnőhet. Nehezíti a tervezés körülményét, hogy az üzemeltetés mennyiségi növekedése nem minden esetben jelezhető előre. További speciális tényező, hogy egy honvédségi szervezet összetett járműparkkal rendelkezik, amelyet nagyszámú és sokféle típusú eszköz alkot. A katonai eszközök üzemfenntartásában tehát figyelembe kell venni, hogy a rendszernek képesnek kell lenni kielégíteni egy alacsony és egy magas intenzitású géphasználatot, illetve kezelnie kell azt a szituációt is, amikor egy adott időponttól és adott időintervallumra magasabb volumenű üzemeltetést kell kiszolgálni.³

A Magyar Honvédségben a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök üzemben tartása jelenti az üzemeltetett (használt, alkalmazott) haditechnikai eszközök üzemképes állapotban tartását és adott feladatra alkalmazhatóságának növelését. Célja a katonai műveletek sikeres végrehajtásának biztosítása a technikai támogatás feladatain belül. Az üzemben tartás magában foglalja a technikai kiszorgálásokon túl a haditechnikai eszközök üzemeltetési körülményeinek, igénybevételi mutatóinak elemzését, a megfelelő technikai kiszorgálást, a harci alkalmazásra való felkészítést, valamint a megsérült és meghibásodott haditechnikai eszközök helyreállítását és visszatérítését.

Az üzembentartási folyamatnak számos funkciója van. Ezek közé tartozik a tervezés, az üzemeltetés (használat), a technikai kiszorgálás, karbantartás, a felkészítés harci alkalmazásra, a helyreállítás, a műszaki, hatósági vizsgálatok, a mérések és hitelesítések, a tárolás, a selejtezés,

³ Gyarmati József: Az üzemfenntartás speciális katonai követelményei. *Haditechnika*, 53. (2019), 4. 3–10.; Vég Róbert László: A közszolgálati feladatok ellátásához szükséges gépjárművek technikai szintjének meghatározása. *Bolyai Szemle*, 26. (2017), 1. 18–19.

az újrahajósítás, a nyilvántartás és az elszámolás. Az MH technikai karbantartási rendszerében a szakképzett javító- és karbantartó-állomány szaktudása és alkalmazhatósága adja azt a képességet, amely az igénybevételre alkalmas technikai eszközök meglétét biztosítja. Az állomány feladata eddig főként a haditechnikai eszközök állapotmegóvásában, felkészítésében merült ki. Azonban olyan eszközökkel bővült a MH eszközparkja, amelyek javítási kapacitás-igénye nemcsak kézi szerszámok alkalmazásában merül ki, hanem már korszerű diagnosztikai ismereteket is követel. A MH-ben alkalmazott Tervszerű Fenntartási Rendszer (TFR) valójában nem ad lehetőséget csak az állapot szerinti karbantartásra, mivel idő- és teljesítménynorma alapján írja elő a karbantartási feladatokat. Van lehetőség szükség szerinti javításra, ez a technikai kiszorgálások során és a használat közben jelentkező meghibásodások megszüntetésére szolgál. Mivel nincs lehetőség az eszközök valós használatához igazítani a technikai kiszorgálások végrehajtását, kissé elavult rendszernek minősül ebben a tekintetben. A korszerű eszközök fedélzeti diagnosztikai rendszerei lehetővé teszik a részegységek, fődarabok állapotának gyors felmérését, azonban számos olyan eszköz van a MH rendszerében, amely nem rendelkezik ilyen technológiával.

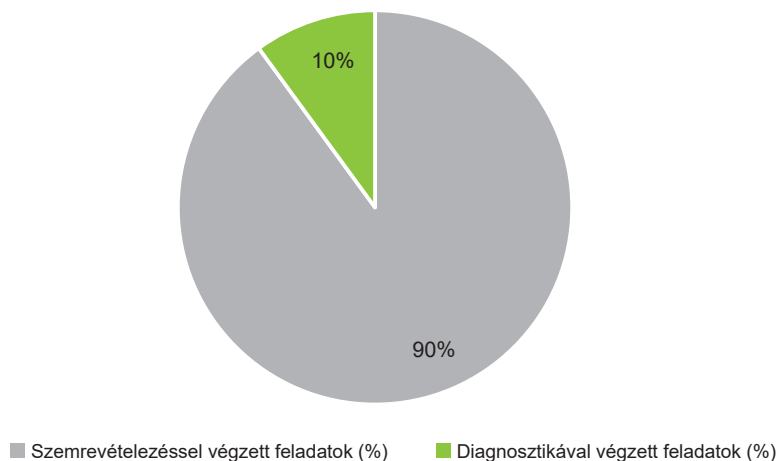
1.1. A Magyar Honvédség Tervszerű Fenntartási Rendszere

A MH Tervszerű Fenntartási Rendszere az állományába tartozó páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök technikai kiszorgálását a TFR keretein belül valósítja meg. A TFR magában foglalja a tervszerű, megelőző jelleggel végzett, valamint a szükség szerint végzendő technikai kiszorgálási és javítási feladatok összességét. Ezeket az üzemeltető alegységek, a páncélos- és gépjárműtechnikai szolgálatok szakjavítói, a központi javítószervek, polgári vállalatok által végzik. A TFR-rendszer hivatott biztosítani a MH rendszerében lévő páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök, anyagok folyamatos, megbízható üzemkésztségét, készletteljességét, előírt állapotát, üzemeltetési tartalékát. A MH páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök tervszerű fenntartási rendszere 6 technikai kiszorgálási (TK) szintet (1. 2. 3. 4. 5. és 6. TK) foglal magában. Az első 4 fokozatba tartoznak a végrehajtás szintje és a műveletek mélysége szerint tagolt technikai kiszorgálások (1–4. TK), míg az 5. és 6. technikai kiszorgálási fokozatot a tervszerű megelőző javítások alkotják. Az egyes fokozatok során végrehajtandó műveleteket és a rájuk vonatkozó követelményeket az eszközökhöz kiadott dokumentációk, karbantartási és javítási utasításaik tartalmazzák. A fokozatok mindegyike technológizált műveletek összességét foglalja magában, amelyeket a honvédségi szervezetnek vagy kijelölt javítószerveknek kell tervezni és végrehajtani. Az 1. és 2. TK-fokozatot az üzemeltető alegységek kezelő- és szakjavító állomány, a 3. és 4. TK-fokozatot a kezelő személyek bevonásával a javító szervek szakállománynak kell végrehajtania, ugyanakkor a technikai kiszorgálások polgári szervektől is megrendelhetők a csapat-előírányzat terhére. A technikai kiszorgálási fokozatok esedékességét naptári időnorma, teljesítménynorma vagy a végrehajtandó feladat jellege alapján határozzák meg. A naptári időnorma a két technikai kiszorgálás között maximálisan megengedhető időtartamon alapul, míg a teljesítménynorma a két technikai kiszorgálás között teljesíthető, az eszköz használatára jellemző valamilyen paraméter (például kilométer, üzemóra, lövésszám), mennyiség. A végrehajtandó feladat miatt esedékes technikai kiszorgálást akkor hajtják végre, ha a technikai kiszorgálás valamelyik fokozatát a meghatározott technikai állapot elérése érdekében kell elvégezni az adott feladat előtt vagy

után. A honvédségi szervezet a harckészültségi követelményei, kiképzési tervei, igénybevétel tervezett mértéke és a javító alegység kapacitásának figyelembevételével tervezi a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközeinek technikai kiszolgálásait, ezért a foglalkozások, gyakorlatok tervét úgy kell elkészíteni, hogy mindig biztosítva legyen a szükséges idő az eszközök technikai kiszolgálására.⁴ Az alegységek számára biztosítottak úgynevezett technikai kiszolgáló napok, amelyek az esetleges feladathoz kötött technikai kiszolgálásokra, illetve a téli (október 1–31.) és nyári (április 1–30.) igénybevételre való felkészülésre használhatók fel. Minden páncélos- és gépjárműtechnikai eszközzel végrehajtandó igénybevétel vagy foglalkozás előtt, valamint az igénybevétel közben az 1. TK-t, az igénybevételt követően a 2. TK-fokozatot kell elvégezni.⁵

1.2. A Magyar Honvédségben alkalmazott gépjárműdiagnosztikai eljárások

Ahogy a diagram (1. ábra) és különböző típusú járművek adatait mutató táblázat (1. táblázat) is mutatja, a TK-műveletek összességében csekély számú műszaki diagnosztikai vizsgálat jelenik meg. Az elvégzendő feladatok többségében a gépjárművezető vagy az adott javítási, ellenőrző munkálatot végző személy érzékeire vannak bízva.



1. ábra. A TK-feladatok megoszlása a diagnosztikai vizsgálatok alkalmazásának tekintetében

Forrás: a szerző saját szerkesztése az 1. táblázat adatai alapján

Összevetve az eddigiekben rendszeresített eszközöket azokkal a rendszerbe került eszközökkel, amelyek karbantartása és javítása már korszerű diagnosztikai méréseket követel, megvizsgálható a technológiai fejlődéssel járó szintemelkedés a technikai kiszolgálás feladataiban is. A változás mind az eszközökben, mind az eszközök vizsgálatához, állapotfelméréséhez, ellenőrzéséhez kapcsolódó eszközökben látható. Minden járműre vonatkozóan különböző anyagismereti,

⁴ Kurcz Kristóf – Vég Róbert László – Hegedűs Ernő: A Leopard 2 harckocsicalád és a Magyar Honvédség 2A4 és 2A7+ típusváltozatai I. rész. *Haditechnika*, 54. (2020), 5. 2–7.

⁵ *Gjmű/2- Gépjármű-igénybevételi szabályzat*. A Magyar Honvédség Kiadványa, 2015. V-1–V-4.

igénybevételi és egyéb utasításokban meghatározták a technikai kiszolgálások során végzendő feladatok egyes lépéseit, illetve az azokat végző személyek kilétét, valamint hogy a járműveknek milyen műszaki követelményeknek kell eleget tennie. Ezek alapján jól összehasonlíthatók az egyes típusok a feladatok során alkalmazott műszeres diagnosztika alkalmazását illetően. Az alábbi táblázatban különböző típusú, a MH állományában jelenleg is rendszerben lévő gépjárműveket hasonlítottam össze. Az UAZ–469B és a Mercedes Benz (MB) G–270 CDI járművek egyaránt terepjáró személygépkocsik, míg a Rába H-családba tartozó H14, a H18 és a H25 típusú járművek a terepjáró tehergépkocsik közé sorolhatók. Az UAZ–469B orosz gyártmányú terepjáró gépkocsit az 1970-es években rendszeresítették, alkalmazása sokrétű, alkalmas személyek és rakomány szállítására mind közúton, mind terepen és ezzel egyidejűleg egytengelyű rakományt is vontathat. A MB G–270 CDI-t a 2000-es évek ejelén rendszeresítették, alkalmazható személyek, illetve rakomány szállítására közúton és terepen egyaránt, típusváltozatait a MH különböző alakulatainál is alkalmazni tudják (például felderítők, egészségügy). A Rába H14, H18, illetve H25 típusú tehergépkocsik magyar gyártmányú, nagy teherbíró, széles körben, közúton és terepen egyaránt alkalmazható terepjáró haditechnikai eszközök.⁶

1. táblázat. A TK-műveletek megoszlása az egyes járművekre vonatkozóan

UAZ–469B⁷				
	1. TK	2. TK	3. TK	4. TK
TK-feladatok száma (db)	25	25	66	20
Szemrevételezéssel végzett feladatok száma (db)	25	24	57	16
Diagnosztikával végzett feladatok száma (db)	0	1	9	4
MB G–270 CDI⁸				
	1. TK	2. TK	3. TK	4. TK
TK-feladatok száma (db)	26	31	17	16
Szemrevételezéssel végzett feladatok száma (db)	25	30	14	14
Diagnosztikával végzett feladatok száma (db)	1	1	3	2
Rába H14⁹				
	1. TK	2. TK	3. TK	4. TK
TK-feladatok száma (db)	47	48	21	7
Szemrevételezéssel végzett feladatok száma (db)	47	43	18	2
Diagnosztikával végzett feladatok száma (db)	0	5	3	5

⁶ Vég Róbert László: A műszaki diagnosztika szerepe a technikai kiszolgálási és járműjavítási tevékenységben. *Hadmérnök*, 9. (2016), 2. 1–9.; Vég Róbert László: *Logisztikai szaktechnikai eszközök I.* Budapest, Dialóg Campus, 2018. 12–58.

⁷ *Gjmű/126. Az UAZ–469B típusú terepjáró személygépkocsi anyagismereti és igénybevételi utasítása.* Budapest, Honvédelmi Minisztérium, 1976. 341–357.

⁸ *Utasítás a MB G–270 CDI BA 4, BA6/PK, BA10/F típusú terepjáró személygépkocsik karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, Magyar Honvédség Szárazföldi Parancsnokság Logisztikai Főnökség, 2005. 3–8.

⁹ *Utasítás a RÁBA H14 típusú terepjáró tehergépkocsi karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, MH Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség, 2005. 3–10.

Rába H18 ¹⁰				
	1. TK	2. TK	3. TK	4. TK
TK-feladatok száma (db)	44	47	22	8
Szemrevételezéssel végzett feladatok száma (db)	44	43	19	3
Diagnosztikával végzett feladatok száma (db)	0	4	3	5
Rába H25 ¹¹				
	1. TK	2. TK	3. TK	4. TK
TK-feladatok száma (db)	42	46	22	8
Szemrevételezéssel végzett feladatok száma (db)	42	41	19	3
Diagnosztikával végzett feladatok száma (db)	0	5	3	5

Forrás: a szerző szerkesztése

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy egy régebbi típusú jármű – például az UAZ–469B – és egy viszonylag újonnan rendszerbe került, jóval fejlettebb technológiai szinttel rendelkező eszköz – például a MB G–70 CDI vagy a RÁBA H család – 1. és 2. TK műveletei során nem nőtt jelentős mértékben a diagnosztikával végzett vizsgálatok száma. Nem meglepő, mert a legtöbb elvégzendő feladat a feladatot elvégző személy, jelen esetben a gépjárművezető érzékszerveire van bízva, hiszen ő nem rendelkezik megfelelő mérőeszközökkel és a mérések, vizsgálatok elvégzésére sem biztosítottak az egyéb feltételek.

A 3. és 4. TK feladatai között az UAZ–469B jármű esetében már megjelennek konkrét diagnosztikai feladatok, mint például a kerékösszetartás, fékberendezés ellenőrzése, vagy a fényszórók beállítása, annak ellenőrzése. Az MB G–270 CDI terepjáró személygépkocsi egy következő technológiai fejlettségi szintet képvisel, mivel ez a jármű képes öndiagnosztikát végrehajtani. A járműre vonatkozó 3. és 4. TK-műveletek közt új vizsgálatok is helyet kapnak, mint például a motordiagnosztika, a fékrendszer fékpadon való ellenőrzése és a kormánygeometria ellenőrzése. A Rába H14, H18 és H25 terepjáró tehergépkocsik technikai kiszolgálási műveletei között nincs lényeges eltérés. Az 1. TK mindhárom eszköz esetében egyáltalán nem tartalmaz diagnosztikai műszerrel végzett vizsgálatot. A 2. TK során a motor működésének diagnosztikai műszerrel való ellenőrzésre, hibakód-kiolvasásra, szelephézag-beállítás, futómű-beállítás, fékrendszer műszeres ellenőrzésére kerül sor. A 3. és 4. TK is viszonylag kevés diagnosztikai műszerrel végrehajtott vizsgálatot követel. A 3. TK elvégzése alatt, a diagnosztikai műszerekkel végzett vizsgálatok tekintetében a járművek a motor működésének diagnosztikai műszerrel való ellenőrzésén, az esetleges hibakódok kiolvasásán, a fényszórók beállításának ellenőrzésén, valamint az akkumulátorok töltöttségének műszeres ellenőrzésén esnek át. A 4. TK műveletei kiegészülnek még a kormánygeometria és futómű beállítottságának vizsgálatával, valamint a fékrendszer próbapadon való ellenőrzésével.

Összegezve a fentieket elmondhatjuk, hogy az egyre magasabb technikai fejlettségi szintet képviselő haditechnikai eszközök MH-ben való megjelenése, rendszeresítése, alkalmazása ellenére sem válnak elterjedtebbé a nagyobb pontosságot és gyorsaságot nyújtó diagnosztikai műszerrel végzett vizsgálatok.

¹⁰ *Utasítás a RÁBA H18 típusú terepjáró tehergépkocsi karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, MH Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség Kiadványa, 2005. 3–10.

¹¹ *Utasítás a RÁBA H25.206 típusú terepjáró tehergépkocsi karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, MH Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség Kiadványa, 2005. 3–10.

2. Következtetések

A Magyar Honvédség Tervszerű Fenntartási Rendszere a megelőző jelleggel végzett technikai kiszolgálási és javítási feladatok összességével hivatott biztosítani a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök folyamatos és megbízható üzemképességét, készletteljességét, előírt technikai állapotát és üzemeltetési tartalékát. A TFR hat fokozata közül a jelenlegi rendszerben az 1. TK nem, a 2., 3. és 4. TK pedig közel arányos mértékben tartalmaz diagnosztikai műszerrel végzett vizsgálatot. A rezgésdiagnosztikai műszerrel végzett vizsgálatokat a 3. és 4. TK, illetve 5. és 6. TK során lenne célszerű alkalmazni. Az 1. és 2. TK-t a gépjármű vezetője végzi, azonban a rezgésdiagnosztikai vizsgálatok nagy szakértelmet és képzett szakembert követelnek meg, az értékes műszereket pedig szakavatott szerelők kezelik, ami nem várható el a gépjárművezetőktől. A 3. és 4. TK során a kezelők bevonásával a szakjavítók végzik el az előírt technikai kiszolgálási lépéseket. Ezeken a szinteken már hatalmas előrelépést jelentene a rezgésdiagnosztikai vizsgálatok alkalmazása, akár a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök meghibásodásakor a hiba pontos helyének és okának megállapítására, akár a javítás során ellenőrzésre, beszabályozásra, hiszen az eszköz javítóműhelyben töltött ideje a mostaninál lényegesebben lerövidülne, az elvégzett munkálatok pedig a tényleges hibát szüntetnék meg. Az 5. TK során a gépjárművek részegységeinek, alkatrészeinek javítása, beszabályozása zajlik annak érdekében, hogy a 6. TK elvégzéséig még megfelelően tudjon üzemelni. Az eszköz új állapotát megközelítő teljes felújítása, alkatrészek cseréje, beszabályozása a 6. TK végrehajtásával valósul meg. Korszerű rezgésdiagnosztikai műszerekkel nemcsak a technikai kiszolgálás legidőigényesebb szintje rövidülne le lényegesen, hanem biztosabb és megbízhatóbb beszabályozások elvégzésével csökken a hirtelen meghibásodások kockázata.

Összességében tehát a gépjármű-diagnosztika, kiemeltképp a rezgésdiagnosztika, alkalmazása kétségtől elvonhatatlanul előnyös lenne a Magyar Honvédség technikai kiszolgálási és javítási rendszerében, hiszen a páncélos- és gépjárműtechnikai eszközök géphiba miatti üzemképtelensége és állásideje lényegesen lerövidülne, valamint a gép hibáiból eredő költségek is jelentősen csökkenthetők lennének.

Felhasznált irodalom

- Gjmű/126. Az UAZ-469B típusú terepjáró személygépkocsi anyagismereti és igénybevételi utasítása.* Budapest, Honvédelmi Minisztérium, 1976.
- Gjmű/2- Gépjármű-igénybevételi szabályzat.* A Magyar Honvédség Kiadványa, 2015.
- Gyarmati József: Az üzemfenntartás speciális katonai követelményei. *Haditechnika*, 53. (2019), 4. 3–10. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.53.4.01>
- Kurcz Kristóf – Vég Róbert László – Hegedűs Ernő: A Leopard 2 harckocsicalád és a Magyar Honvédség 2A4 és 2A7+ típusváltozatai I. rész. *Haditechnika*, 54. (2020), 5. 2–7. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.54.5.01>
- Rahne, Eric: *Üzemfenntartási tevékenységek.* Online: <https://docplayer.hu/17113474-Uzemfenntartasi-tevekenysegek.html>

- Utasítás a MB G–270 CDI BA 4, BA6/PK, BA10/F típusú terepjáró személygépkocsik karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, Magyar Honvédség Szárazföldi Parancsnokság Logisztikai Főnökség, 2005.
- Utasítás a RÁBA H14 típusú terepjáró tehergépkocsi karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, MH Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség, 2005.
- Utasítás a RÁBA H18 típusú terepjáró tehergépkocsi karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, MH Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség, 2005.
- Utasítás a RÁBA H25.206 típusú terepjáró tehergépkocsik karbantartásához és technikai kiszolgálásához.* Budapest, MH Páncélos- és Gépjárműtechnikai Szolgálatfőnökség, 2005.
- Vég Róbert László: A műszaki diagnosztika szerepe a technikai kiszolgálási és járműjavítási tevékenységben. *Hadmérnök*, 9. (2016), 2. 1–9.
- Vég Róbert László: A közszolgálati feladatok ellátásához szükséges gépjárművek technikai szintjének meghatározása. *Bolyai Szemle*, 26. (2017), 1. 18–32.
- Vég Róbert László: *Logisztikai szaktechnikai eszközök I.* Budapest, Dialóg Campus, 2018.

Sós N. Eszter¹

A szén-dioxid (CO₂) környeztkárosító hatása és keletkezése az áruszállítási folyamatok során

The Environmental Impact of Carbon Dioxide (CO₂) and its Formation during Freight Transport Processes

A klímaváltozás hatása az élet minden területén jelen van, ezáltal napjaink egyik legjelentősebb problémája. Kialakulásának egyik fő oka a légkörbe kibocsátott szén-dioxid (CO₂) mennyisége, ami az üvegházhatáson keresztül befolyásolja jelenlegi éghajlatunkat. A környeztkárosítás csökkentése érdekében ismerni szükséges a szén-dioxid keletkezésének helyeit, a környezetre gyakorolt károsító hatásait, az üvegházhatást, ökológiai lábnyom értelmezését, valamint a szénlábnyom definícióját. Az éghajlatváltozásra jelentős befolyással van a közlekedés által kibocsátott szén-dioxid-szint, mivel ez a legártalmasabb légkörbe kibocsátott káros anyag a globális felmelegedés szempontjából, ezért csökkentése különösen fontos minden szektorban. Jelen publikációm abból a célból készült, hogy ismertessem a szén-dioxid környeztkárosító hatásait, valamint a logisztikai anyagmozgatás folyamán használt közlekedési módok megoszlásának arányát. Vizsgálatom célja, hogy elemezzem az áruszállítási teljesítményeket közlekedési módokként, ami által komplexebb képet kaphatunk arról, hogy a különböző áruszállítási metódusok közül melyik milyen arányban vesz részt az anyagmozgatási tevékenységekben. A szén-dioxid környeztkárosító hatásainak ismertetése, valamint a jelenlegi közlekedési trendek ismerete átfogó képet ad arról, hogy miért olyan fontos a közúti áruszállítás környeztkárosító hatásait vizsgálni.

Kulcsszavak: CO₂ szén-dioxid, üvegházhatás, ökológiai lábnyom, szénlábnyom, logisztika, közúti áruszállítás, árumozgatás

The effects of climate change are present in all areas of life, making them one of the most significant problem today. One of the main reasons for its formation is the amount of carbon dioxide (CO₂)

¹ Széchenyi István Egyetem, doktori hallgató, e-mail: sos.eszter.phd@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4759-768X>

emitted into the atmosphere, which affects our current climate through the greenhouse effect. In order to reduce environmental damage, it is necessary to know the locations of carbon dioxide generation, its harmful effects on the environment, the greenhouse effect, the interpretation of the ecological footprint, and the definition of the carbon footprint. The present study is intended to support the study of options for reducing CO₂ emissions from freight transport by describing the environmental impacts of CO₂. Climate change is significantly affected by the level of carbon dioxide emitted by transport, as it is the most harmful atmospheric pollutant in terms of global warming and therefore must be reduced in all sectors that are important. My present publication is intended to describe the environmental effects of carbon dioxide and the distribution of the mode of transport used during logistics material handling. The aim of my study is to provide an analysis of freight transport performance in a transport mode, which can give a more complex picture concerning which of the different freight transport methods is dangerous in material handling activities. Describing the environmental impacts of carbon dioxide as well as knowledge of current transport trends provides a comprehensive picture of the reasons why it is so important to study the environmental impacts of road freight transport.

Keywords: CO₂, carbon dioxide, greenhouse effect, ecological footprint, carbon footprint, logistics, road freight transport, goods movement

1. Bevezetés

Napjaink egyik legfontosabb környezeti, társadalmi, gazdasági problémája az éghajlatváltozás, aminek egyik okozója a közlekedésből eredő károsanyag-kibocsátás, ezen belül is a szén-dioxid- (CO₂-) kibocsátás mértéke,² mivel a globális felmelegedés szempontjából ez a legártalmasabb légkörbe kibocsátott káros anyag.³

Csökkentési lehetőségét sokan, sok tudományterületen kutatják, de emellett az Európai Unió is elkötelezett az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében.⁴ Egyik legfontosabb céljaként határozta meg, hogy az 1990-es adatokhoz képest 2050-re a közlekedésből származó szén-dioxid-kibocsátás mértékét 60%-ra csökkentse.⁵ Ennek megfelelően a különböző tudományterületeken vizsgálatokat végeztek arra vonatkozóan, hogy melyik területen milyen mértékű a szén-dioxid-kibocsátás, mivel a globális felmelegedés szempontjából ez a legártalmasabb légkörbe kibocsátott káros anyag.⁶

A logisztikai anyagmozgatás során nagymértékű károsanyag-kibocsátás keletkezik, így környezetterhelés szempontjából vizsgálandó az anyagmozgatási tevékenység és károsanyag-kibocsátás kapcsolata. A termékek előállításához szükséges logisztikai folyamatok jelentős kör-

² Kuti Rajmund: A globális felmelegedés hatására kialakuló szélsőséges időjárási jelenségek megjelenési formái és következményei Magyarországon. In Földi László – Hegedűs Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2019.

³ Alnail Mohammed et alii: Driving factors of CO₂ emissions and nexus with economic growth, development and human health in the Top Ten emitting countries. *Resources, Conservation & Recycling*, 148. (2019), 157–169.

⁴ Európai Parlament: *Amit érdemes tudni a gépjárművek szén-dioxid-kibocsátásáról az EU-ban*. 2019.

⁵ European Environment Agency.

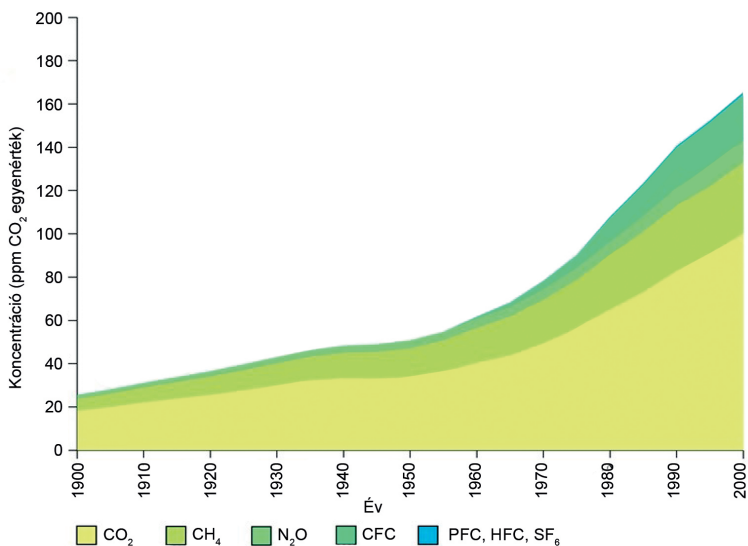
⁶ Mohammed (2019) i. m.

nyezetkárosító hatással rendelkeznek. Elemzésemet leszűkítettem az áruszállításhoz kapcsolódó szén-dioxid-kibocsátásra. Jelen tanulmányomban a szén-dioxid keletkezését, valamint a légköri növekedésének ütemét és koncentrációjának változását ismertetem az üvegházhatásra gyakorolt hatásán keresztül, emellett pedig áttekintem a különböző áruszállítási módok környezetre gyakorolt hatásait. A Közlekedéstudományi Intézet adatait elemezve bemutatom az elmúlt évek áruszállítási teljesítményét, valamint a 2050-ig elkészített trendeket. Vizsgálatom célja, hogy a logisztikai áruszállítási módok kiválasztásánál a környezet megóvása is szempont legyen a szén-dioxid környezetkárosító hatásainak ismeretében.

2. Üvegházhatású gázok

Az üvegházhatású gázoknak messzemenő környezeti és egészségügyi hatásai vannak, a légszennyezés okozta légúti megbetegedések mellett szív- és érrendszeri betegségek kialakulásához is vezethet, valamint gyakori fejfájást és koncentrációs zavarokat is okozhat.⁷

Az üvegházhatást okozó gázok a Napból származó hő megkötésével – egy természetes folyamat részeként – tartották meg a Föld éghajlatát az emberek és sok millió más faj számára. Ez a folyamat lett nagyobb intenzitású az emberi szennyezésnek köszönhetően kikerülő gázmennyiség miatt. E gázok mennyiségi növekedése miatt megnövekedett az üvegház mennyisége, ami nagyobb energiaelnyelő és -visszaverő hatást eredményezett, ennek következtében melegszik a klíma, valamint veszélybe kerülnek az élőlények és lakhelyeik.



1. ábra. Az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése

Forrás: European Environment Agency i. m.

⁷ Anna Makri – Nikolaos I. Stilianakis: Vulnerability to air pollution health effects. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 211. (2008).

2.1. Mit jelent maga a folyamat?

A Föld hőmérsékletét a Napból érkező és a Föld felszínéről a világűrbe távozó sugárzási energia egyensúlya határozza meg. A Nap felszínéről széles spektrumú elektromágneses sugárzás lép ki. A Föld felszínét főleg a látható és infravörös tartományba tartozó sugarak érik el, amelyek felét elnyeli. A felszínről visszasugárzott (hő)energia (hosszú hullámú infravörös sugárzás) egy része nem jut ki a légkörből, mert a benne található üvegházhatású gázok elnyelik. Ettől az alsó légkör felmelegszik, s ezek is hősugarakat bocsátanak ki magukból, ezáltal a talaj közelében tartják a meleget. Az üvegházhatás természetes folyamat, amely nélkül a földi átlaghőmérséklet körülbelül 30 °C-kal lenne alacsonyabb.⁸

A szén-dioxid a légkörben található mennyisége miatt a legveszélyesebb és legelterjedtebb üvegházhatású gáz – a globális átlagos légköri szintje 409,8 ppm értéket mutatott 2019-ben, így elérte a valaha regisztrált legmagasabb szintet.⁹ Az üvegházhatást okozó gázok szintje elsősorban azért magas, mert az emberek fosszilis üzemanyagok elégetésével juttatták őket a levegőbe. Az üvegházak csapdába ejtik a sugárzási energia egy részét¹⁰ és a hőt a Föld felszíne közelében tartják, ahelyett, hogy hagynák az űrbe szökni. A hőenergia légkörben rekedését üvegházhatásnak nevezik.

Az éghajlatváltozás az a kifejezés, amelyet a tudósok használnak az üvegházhatású gázok koncentrációja által vezérelt komplex elmozdulások leírására, amelyek most bolygónk időjárási és éghajlati rendszereit befolyásolják. Az éghajlatváltozás magában foglalja nemcsak az emelkedő átlaghőmérsékletet, amelyet globális felmelegedésnek nevezünk, hanem a szélsőséges időjárási eseményeket, a vadállomány és élőhelyek eltolódását, a tengerek emelkedését és számos egyéb hatást.¹¹

2.2. Az üvegházhatású gázok és forrásaik

Az üvegházhatású gázok és forrásaik áttekintése szükséges ahhoz, hogy a CO₂ környezetre gyakorolt hatását ismertessem.

Szén-dioxid (CO₂): A szén-dioxid az elsődleges üvegházhatású gáz, amely a kibocsátások mintegy háromnegyedéért felelős, és 300-1000 évig is a légkörben tartózkodhat.¹² A szén-dioxid-kibocsátás elsősorban szerves anyagok elégetéséből származik: szén, olaj, gáz, fa és szilárd hulladék.

Metán (CH₄): A földgáz fő összetevője, a metán a hulladéklerakókból, a földgáz- és kőolajiparból, valamint a mezőgazdaságból (különösen a legeltetett állatok emésztőrendszeréből) szabadul fel. A metán molekula nem marad addig a légkörben, míg egy szén-dioxid-molekula,

⁸ Sárvári Attila: *Környezetegészségtan*. 2011.

⁹ International Energy Agency: *Data and statistics*.

¹⁰ CO₂: *Túl nagy lábon élünk*. MTA Ökológiai Kutatóközpont, 2015.

¹¹ Christina Nunez: *Carbon dioxide levels are at a record high. Here's what you need to know*. *National Geographic*, 2019. május 13.

¹² Alan Buis: *NASA's Jet Propulsion Laboratory: The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide*. *NASA. Global Climate Change*, 2019. október 9.

körülbelül 12 év a légkörben töltött élettartama. Az üvegházhatást okozó gázok összes kibocsátásának körülbelül 16%-át adja.

Dinitrogén-oxid (N₂O): A dinitrogén-oxid viszonylag kis részét – mintegy 6%-át – teszi ki az üvegházhatást okozó gázok globális kibocsátásának, a légkörben töltött élettartama meghaladja az egy évszázadot. A dinitrogén-oxid-kibocsátás legjelentősebb forrása a mezőgazdaság és az állattenyésztés, beleértve a műtrágya, a trágya és a mezőgazdasági maradványok, valamint az üzemanyagok elégetését.

Ipari gázok: A fluorozott gázok, mint például a fluorozott szénhidrogének, a perfluoros szénhidrogének, a klór-fluorozott szénhidrogének, a kén-hexafluorid (SF₆) és a nitrogén-trifluorid (NF₃) hőmegkötő potenciállal rendelkeznek, ezerszer nagyobbak, mint a CO₂, és évszázadokig-évezredekig tartózkodnak a légkörben. Az összes kibocsátás körülbelül 2%-át teszik ki. Hűtőközegként, oldószerként és a gyártás során használják, néha melléktermékként.¹³

Egyéb üvegházhatású gázok közé tartozik a vízgőz és az ózon (O₃): A vízgőz valójában a világ legerjedtebb üvegházhatású gáza, de nem követik annyira nyomon, mint más üvegházhatású gázokat, mert nem közvetlenül az emberi tevékenység bocsátja ki, és annak hatásait sem ismerik jól. Hasonlóképpen, a talajsínt vagy a troposzférikus ózon (nem tévesztendő össze a magasabb sztratoszféra ózonrétegével, amely feljebb van) jellegzetes napi és évi változást mutat. Mivel keletkezéséhez sugárzás- és közlekedéseredetű anyagok kellenek, az évszakok közül leggyakrabban nyáron (június–augusztus) várható megjelenése. A napi változását is az időjárás és a közlekedés együtt határozza meg.¹⁴

2.3. Miért a szén-dioxiddal foglalkozunk a legtöbbet?

Napjainkban mindenki számára ismert tény, hogy a bolygónk éghajlatának alakulásában jelentős szerepe van az üvegházhatásnak, amely az emberi tevékenységek hatásaként jelent meg. Korábban a kisebb szénkibocsátással járó energiahordozók bevezetésében látták egyedül a szén-dioxid-probléma megoldását, mint például a kőszén helyett földgáz felhasználása és alternatív energiaforrások bevezetése,¹⁵ ehhez azonban a világ energiagazdaságának olyan méretű átalakítására lett volna szükség, amelyet nem lehet elég gyorsan végrehajtani, valamint a hirtelen átalakítás összeroppanthatná a globális gazdaságot.

Ahogy már az előző fejezetben is ismertettem, a szén-dioxid egy üvegházhatású gáz, amely elnyeli és kisugározza a hőt. A Nap által felmelegítve a szárazföldre és óceánok felszíne állandó infravörös hőenergiát sugároz. Az oxigénnel és nitrogénnel ellentétben (amiből az atmoszféra nagy része áll), az üvegházhatású gázok elnyelik a hőt és fokozatosan sugározzák azt, mint a téglák egy kandallóban, miután a tűz már kialudt. Enélkül a természetes üvegházhatás nélkül a Föld átlagos hőmérséklete fagyponthoz alacsonyabb lenne a közel 15–16 °C helyett. De az üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése kibillentette a Föld energiagazdálkodásának egyensúlyát, csapdába ejtve a hőt és megemelve a bolygónk átlaghőmérsékletét.

¹³ Nunez (2019) i. m.

¹⁴ Anda Angéla – Burucs Zoltán – Kocsis Tímea: *Globális környezeti problémák és néhány társadalmi hatásuk*. 2011.

¹⁵ Szinger Balázs – Szilágyi Veronika: *A CO₂-probléma és a felszín alatti CO₂-elhelyezés lehetőségei*. Környezetvédelmi füzetek 2005/10. 2007. május.

A szén-dioxid a legfontosabb a Föld hosszú életű üvegházhatású gázai közül. Ez kevesebb hőt nyel el molekulánként, mint más üvegházhatású gázok, mint például a metán vagy a nitrogén-oxidok, de nagyobb mennyiségben van jelen, és sokkal tovább tud a légkörben maradni. Amíg a szén-dioxid kisebb mennyiségben van jelen, és kevésbé „erőteljes”, mint a vízgőz a molekulák szintjén összevetve, elnyel olyan hullámhosszú termikus energiát is, amit a vízgőz nem, ami azt jelenti, hogy az üvegházhatást egyedi módon növeli. A másik ok, amiért a szén-dioxid fontos a Föld rendszerében, az az, hogy feloldódik az óceánok vizében, mint a buborék a szódában. Reakcióba lép a víz molekuláival, szénsav keletkezik, ami csökkenti az óceánok pH-értékét. Az ipari forradalom kezdete óta az óceánok felszíni vizeinek pH-értéke 8,21-ről 8,10-re esett. Ez a pH-értékcsökkenés, amit az óceánok elsavasodásának nevezünk. Egy 0,1-es változás nem tűnik soknak, de a pH-skála logaritmikus. Egy 1 egység esés a pH-értékben a savasság tízszeres erősödését mutatja. Ez a 0,1-es változás körülbelül 30%-os emelkedés a savasságban. Az emelkedő savasság megzavarja a tengeri élőlényeket abban, hogy kalciumot vonjanak ki a vízből, hogy fel tudják építeni külső vázukat és csontvázukat.¹⁶

2.4. A szén-dioxid-koncentráció változása

A szén-dioxid-koncentráció természetes növekedése rendszeresen megemelte a Föld hőmérsékletét az elmúlt pár milliárd év jégkorszakai alatt. A felmelegedések a napsugárzás kismértékű emelkedésével kezdődtek, a Föld tengelyének kismértékű ingadozása miatt vagy Nap körüli pályájának megváltozása miatt. Ez a kevés extra napfény egy kisebb melegedést okozott. Ahogy az óceánok melegedtek, kibocsátották a szén-dioxidot, ahogy egy üveg szóda is teszi egy forró nyári napon. A kibocsátott extra szén-dioxid az atmoszférába kerülve felerősítette a kezdeti melegedést. A több ezer méter mélyen jégbe zárt légbuborékok alapján (és más paleoklimatikus bizonyítékok alapján) tudjuk, hogy az elmúlt évmilliók jégkorszakai alatt a szén-dioxid szintje sosem lépte át a 300 ppm-et.

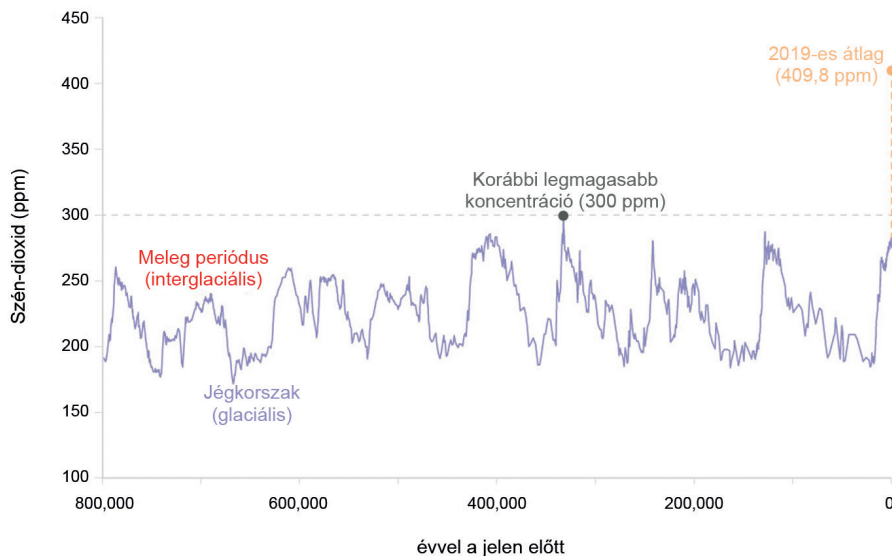
Az ipari forradalom kezdete előtt, az 1700-as évek közepén az átlag szén-dioxid-szint körülbelül 280 ppm volt. Amikor a Mauna Loa Volcanic megfigyelőhelyen 1958-ban elindult az állandó megfigyelés, a légkör szén-dioxid-tartalma már 315 ppm volt. 2013. május 9-én a napi átlagos szén-dioxid-érték átlépte a rekordnak számító 400 ppm-es határt. Kevesebb, mint két évvel később, 2015-ben első alkalommal nőtt 400 ppm fölé a globálisan mért érték. Ha a világ energiaszükséglete továbbra is nő, és ezt nagy részben fosszilis üzemanyagokkal szándékoznak ellátni, előrejelzések alapján a légkör szén-dioxid-szintje átlépi a 900 ppm-es értéket a század végére.¹⁷

¹⁶ Rebecca Lindsey: *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide*. 2020. augusztus 14.

¹⁷ Lindsey (2020) i. m.

2.5. A légköri szén-dioxid növekedésének üteme

A National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) által mért adatok szerint¹⁸ a globális átlagos légköri szén-dioxid 2019-ben 409,8 ppm értéket mutatott, 0,1 ppm bizonytalansági szint mellett. A szén-dioxid-szint ma magasabb, mint bármikor az elmúlt 800 000 évben.



2. ábra. A légkör szén-dioxid-koncentrációja ppm-ben az elmúlt 800 000 évre vetítve

Forrás: a szerző fordítása a Climate change atmospheric carbon-dioxide grafikonja alapján.

A légköri CO₂-mennyiség legutóbb több mint 3 millió évvel ezelőtt volt ilyen mértékű, amikor a hőmérséklet 2–3 °C-kal volt magasabb, mint az iparosodás előtti korszakban és a tengerszint is 15–25 méterrel magasabb értéket mutatott.

A légköri szén-dioxid növekedésének üteme:

- A NOAA¹⁹ és az Amerikai Meteorológiai Társaság 2019-es éghajlati állapota szerint a globális légköri szén-dioxid új rekordmagasságot ért el: 409,8 ± 0,1 ppm volt 2019-ben.
- Viszonyítva a 2018-as adatokhoz, ez 2,5 ± 0,1 ppm növekedést jelent.
- Ez az érték megegyezik a 2017 és 2018 közötti növekedéssel.
- 2009–2018 között azonban a növekedési ütem 2,3 ppm volt évente, ez közel négyszeres növekedést mutat az 1960-as években mért adatokhoz képest, amikor a légköri szén-dioxid globális növekedési üteme nagyjából 0,6 ± 0,1 ppm volt évente.
- A természetes ütemben történő növekedéssel szemben – amely az utolsó jégkorszak végén, 11 000–17 000 évvel ezelőtt következett be – az elmúlt 60 évben a légköri szén-dioxid éves növekedési üteme körülbelül százszor gyorsabb lett.

¹⁸ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Online: www.noaa.gov/

¹⁹ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). i. m.

2.6. Az ökológiai lábnyom és a szénlábnyom

„Az ökológiai lábnyom számításánál a javak és a szolgáltatások előállításához szükséges földterületet határozzuk meg. A mutató hasznosságának egyik titkát épp a mértékegység jelenti. Míg a pénzben kifejezett makrogazdasági elszámolásokban nem jelenik meg közvetlenül, hogy a növekedésnek vannak határai, addig a földterületben történő számításoknál egyértelműen látható, hogy vannak a növekedésnek határai, amiket nem célszerű átlépni.”²⁰

Dr. Horváth Balázs: *A növekvő népességgel a fenntarthatóság felé* című publikációja alapján az egy főre eső ökológiai lábnyom 2015-ben 2,65 hektárnyi volt. Mivel a Föld termékeny területeinek nagysága korlátozott és egyre több ember között kell felosztani, egy személyre 2016-ban már csak 1,5 globális hektár jutott. „Ez azt jelenti, hogy legalább másfélszer annyi szén-dioxid (CO₂) termelünk, másfélszer annyi húst és halat fogyasztunk, másfélszer annyi növényt termelünk a szántóföldeken stb, mint amennyi fenntarthatóan lehetséges.”²¹

Az ökológiai lábnyom adataival a fenntarthatóság mértékét támasztják alá, egyik lényeges eleme a szénlábnyom, azaz karbonlábnyom. „A szénlábnyom az emberi tevékenységek CO₂-emissziója, környezetre gyakorolt hatásának mértéke. Használata számszerűen is mérhetővé teszi azt, hogy az adott tevékenység milyen mértékben járul hozzá a globális felmelegedéshez. Pontosabb definíció szerint, a szénlábnyom valamely termék vagy szolgáltatás teljes élettartama során keletkező szén-dioxid és egyéb üvegházhatású gázok, szén-dioxid egyenértékben kifejezett, együttes mennyisége. A szénlábnyom annak a szén-dioxid mennyiségnek kilogrammban vagy tonnában mért tömege, amennyi ugyanakkora globális felmelegedést okoz, mint a keletkezett üvegház gázok, együttesen.”²²

Tanulmányomat a közúti áruszállítás környeztkárosító hatásainak elemzése céljából készíttettem. A szén-dioxid környeztkárosító hatásainak meghatározásához fontos, hogy a karbonlábnyom meghatározása ne csak általánosságban történjen meg, hanem logisztikai szempontok alapján is. A gazdasági és logisztikai szereplők megpróbálták felmérni és meghatározni a tevékenységük által generált szén-dioxid-kibocsátást és az ebből adódó környezetterhelés mértékét. Ez alapján ismertetem a Carbon Trust cég definícióját, mivel logisztikai szempontból ez a legközelebb álló értelmezés: „A szénlábnyom elemzés egy olyan technika, amelynek segítségével azonosíthatóvá és mérhetővé válik az ellátási lánc folyamatai és tevékenységei által okozott üvegházhatású gáz-kibocsátás mértéke. Egyben olyan gondolkodási keret is, mely segítségével ezeket a környezeti terheléseket konkrét végtermék előállításához tudjuk kötni.”²³

²⁰ Szigeti Cecília: *Az ökológiai lábnyom határai. Az ökológiai gondolat.* Typotex, 2016.

²¹ Horváth Balázs: *A növekvő népességgel a fenntarthatóság felé. Ökológiai lábnyom és fenntarthatóság.* L'Harmattan, 2016. 253–278.

²² *Ökoiskola tananyag.* Padányi Katolikus Iskola, 2011.

²³ Barna Zsolt – Gelei Andrea: A szénlábnyom mérése – Fókuszban a közúti áruszállítás és raktározás. *Vezetéstudomány – Budapest Management Review*, 45. (2014), 7–8. 53–68.

2.7. Miért fontos a szén-dioxid környezetkárosító hatásának vizsgálata a logisztikában?

Napjaink egyik népszerű szállítási trendje a Just In Time rendszer, amely szerint folyamatosan egyre kisebb mennyiségű áru mozgatása történik, folyamatosan egyre rövidebb határidővel. Ez a készletezési költségek fokozatos csökkenésével jár, azonban növeli a környezet terhelését. Mivel ennél a rendszernél kiemelt jelentőségű, hogy az áru fuvarozása kellő rugalmassággal és precizitással teljesüljön, ezért az áru mozgása többnyire közúton valósul meg, ami viszont jelentős környezeti terhelést okoz mind a szennyező, mérgező gázok, mind pedig a zajártalom vonatkozásában. A KSH 2019-es adatainak elemzése alapján Magyarországon a közúti áruszállítás árutonna-kilométerre vizsgálva a teljes árumozgatás 63%-át tette ki, tehát környezetterhelés szempontjából az egyik fontos logisztikai tényező az anyagmozgatási tevékenység károsanyag-kibocsátása.²⁴

1. táblázat. Szállítási módok fajlagos CO₂-egyenértéke (g/tkm) Németországban 2016-ban

Szállítási módok fajlagos CO ₂ -egyenértéke (g/tkm) Németországban			
Közlekedési mód	2014	2015	2016
Közúti teherfuvarozás	112,0	92,3	97,4
Vasúti teherfuvarozás	22,4	21,9	20,8
Vízi áruszállítás	9,4	8,6	6,9
Légi áruszállítás	789,0	773,0	757,0

Forrás: a szerző szerkesztése a Deutsche Bahn: *Inclusion of CO₂-equivalents also for specific emissions*. 2017. adatai alapján

Az 1. táblázatról leolvasható, hogy a vasúti áruszállítás tonnakilométerenként 76,6 g-mal kevesebb szén-dioxidot bocsát ki, mint a közúti áruszállítás,²⁵ viszont a vasúti pályán való árumozgatás nem minden esetben valósítható meg, egyrészt a pálya kötöttsége miatt, másrészt a megbízhatatlansága miatt nem megfelelő a JIT-rendszer szigorú ütemezésének a kiszolgálására.²⁶

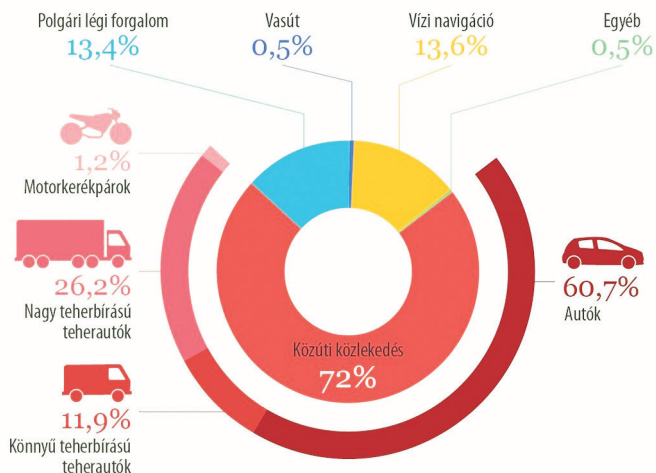
Az Európa Unió elkötelezett az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésében; egyik legfontosabb célja, hogy az 1990-es adatokhoz képest 2050-re a közlekedésből származó szén-dioxid- (CO₂-) kibocsátás mértékét 60%-ra csökkentse.²⁷ Céljaihoz igazodva szükségessé válik a felülbírálata minden olyan folyamatnak, amelynek jelentős befolyása van a kibocsátásai révén az éghajlat változására.

²⁴ Sós N. Eszter: A közúti áruszállítás szerepe az árumozgatásban, és a tevékenység során kibocsátott káros anyagok mennyiségének változása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 30. (2020), 1. 139–150.

²⁵ Sós N. Eszter – Nagy Zoltán András: Exploring options for reducing CO₂ emission from freight transport. *Annals of Faculty of Engineering Hunedoara – Internal Journal of Engineering*, (2020), 18. 157–162.

²⁶ Mike Gábor: *A logisztika környezetvédelmi kérdései és a Reverse Logistics*. 19. Műhelytanulmány. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, 2002.

²⁷ Európai Parlament: *Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése: az EU céljai és intézkedései*. 2018.



3. ábra. A közlekedésből származó szén-dioxid- (CO₂-) kibocsátás az EU-ban, közlekedési formái szerinti lebontásban

Forrás: Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2019.

Ahogy a 3. ábrán látható, az EU-ban a közlekedésből származó szén-dioxid 72%-áért felelős a közúti közlekedés, ebből 38,1% köthető áruszállításhoz.²⁸

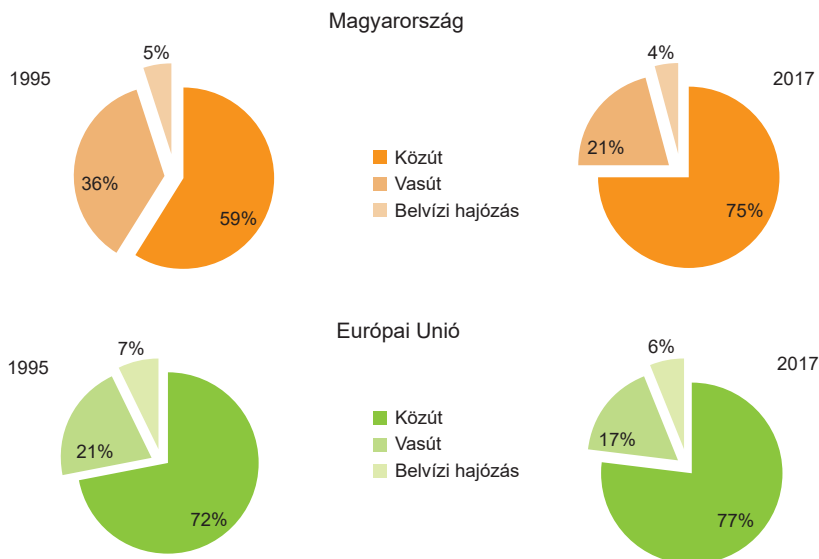
2.8. Az áruszállítási teljesítmények változásának elemzése közlekedési módokonként

Az 1. táblázatban feltüntettem a különböző áruszállító divíziók által generált szén-dioxid-egyenértéket, amely viszonyítási alapként használható az áruszállítási módok összehasonlításakor. A kiválasztott anyagmozgatási módok által kibocsátott szén-dioxid-szint akkor értelmezhető, ha ismertetem a jelenleg használt árumozgatási módok egymáshoz viszonyított arányát.

A Közlekedéstudományi Intézet (KTI)²⁹ statisztikai adatait vizsgáltam az áruszállítási teljesítményekre vonatkozóan Magyarország és az Európai Unió tagállamai tekintetében, az 1995 és 2017 közötti időszakokra. Azért ezeket az éveket választottam, mert ebben az intervallumban mindegyik közlekedési mód esetében elérhetőek az adatok. A vasúti áruszállításra vonatkozó adatok tartalmazzák a hazai és a belföldről nemzetközi irányba történő kötött pályás árumozgatást is.

²⁸ Európai Környezetvédelmi Ügynökség.

²⁹ Garda Zsolt Béla: *Trendek – Grafikus adatbázis*. Közlekedéstudományi Intézet. Adatforrások: KSH, Eurostat, 2018.



4. ábra. Áruszállítási teljesítmények megoszlása közlekedési módoként

Forrás: a szerző szerkesztése

Összehasonlítva az Európai Unió közúti áruszállításra vonatkozó adataival, egyértelműen látható, hogy hazánkban még mindig előnyben részesítik az árumozgatás során ezt a közlekedési módot. Ha viszont arányaiban vizsgáljuk meg az áruszállítási teljesítményeket közlekedési módoként, akkor a 4. ábráról egyértelműen leolvasható, hogy a közúti áruszállítás összességében mindenhol preferált árumozgatási forma, bár a magyarországi növekedés arányaiban jelentősebb, mivel hazánkban 59%-ról 75%-ra növekedett ezen időszak alatt, miközben az EU-n belül mindössze 5%-os emelkedésről beszélhetünk.

Elemzésemet kiterjesztettem a hazai vasúti áruszállítási teljesítmény változására is, mivel a hazai és a belföldről nemzetközi irányba történő kötött pályás árumozgatás arányaiban jelentősen visszaesett.



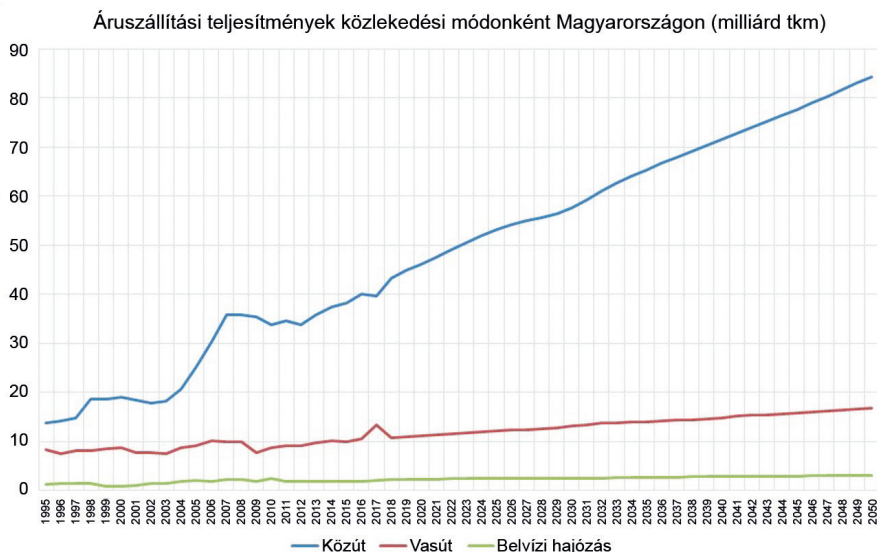
5. ábra. Magyarország vasúti áruszállítási teljesítménye 1995 és 2017 között

Forrás: a szerző szerkesztése

Ez részben a vasúti rendszerek továbbfejlesztésének hiánya miatt tapasztalható, másfelől pedig amiatt, hogy a telephelyek többsége nem a kötött pálya mellett helyezkedik el, ezért szükséges további áruszállítási eszközök alkalmazása is (kombinált áruszállítás). A vasúti teherfuvarozás kevesebb mint negyedannyi szén-dioxid-kibocsátással jár,³⁰ mint a közúti áruszállítás, tehát a kötöttpályás rendszerek fejlesztése mellett fontos lenne, hogy a logisztikai anyagmozgatás folyamán a vasúton történő árutovábbítás meghatározó arányban legyen jelen.

2.9. Trendek

Az 1995 és 2017 között rendelkezésre álló adatok alapján trendeket készítettem 2050-ig, Magyarország és az Európai Unió vonatkozásában.

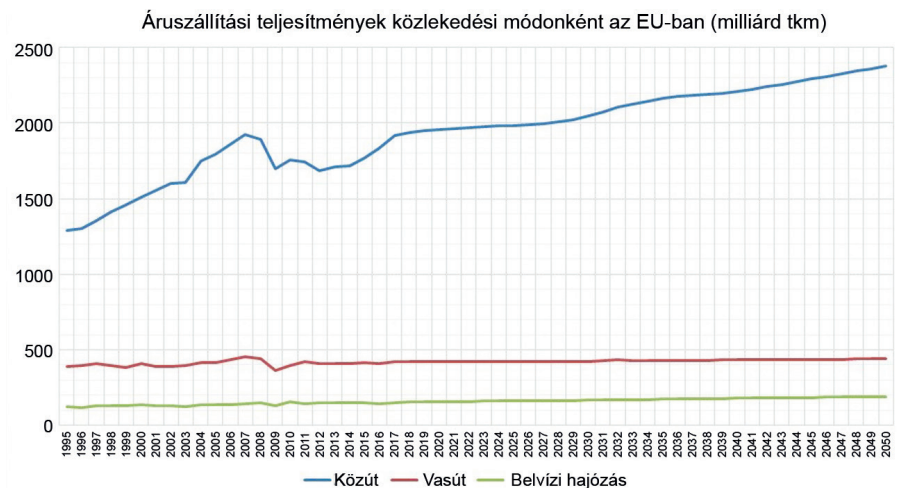


6. ábra. Magyarország áruszállítási teljesítményének trendje 2050-ig

Forrás: a szerző szerkesztése

A 6. ábra szemlélteti, hogy ha Magyarországon továbbra is a vizsgált időszakban használt közlekedési módokat részesítjük előnyben és ugyanolyan arányban, akkor a közúti áruszállítás mértéke 2050-re közel hatszorosára emelkedhet az 1995. évhez viszonyítva.

³⁰ Deutsche Bahn (2017) i. m.



7. ábra. EU áruszállítási teljesítményének trendje 2050-ig

Forrás: a szerző szerkesztése

Az Európai Unió adataival készített elemzés alapján, az 1995-ben mért kezdeti – közúti áruszállításra vonatkozó – értékek duplázódhatnak 2050-re. Mivel a közúti közlekedés jelentős részét az áruszállítás teszi ki, a fenntarthatóság érdekében a jelenlegi szállítási trendek felülvizsgálata szükséges.

3. Összegzés

Tanulmányom abból a célból készült, hogy a szén-dioxid (CO₂) keletkezésének körülményeit és környezetre gyakorolt hatásait ismertessem, emellett feltárjam az összefüggéseket a közúton történő anyagmozgatás és a szén-dioxid-kibocsátás mértéke között.

Kutatásom folyamán olyan adatokat gyűjtöttem, amelyek átfogó ismeretanyagot adnak azzal kapcsolatban, hogy miért a szén-dioxid a legártalmasabb léghőbe kibocsátott anyag. Részletesen bemutattam a globális átlagos légköri szén-dioxid változását és hatásait, valamint ismerttettem az ökológiai lábnyom és karbonlábnyom napjainkban használatos meghatározását, nemcsak környezetvédelmi, hanem logisztikai megközelítésből is.

A cikkem második felében ismerttettem, hogy miért fontos a szén-dioxid környezetkárosító hatásának vizsgálata a logisztikában, ezután elemeztem a Közlekedéstudományi Intézet által rendelkezésre bocsátott áruszállítási teljesítményekhez kapcsolódó adatokat.

Trendeket készítettem hazai és az Európai Unión belüli áruszállítási teljesítmények közlekedési módoként való megoszlása alapján, amelyek egyértelműen szemléltetik, hogy a jelenlegi szállítási módok felülvizsgálata szükséges annak érdekében, hogy a logisztikai árumozgatás környezetkárosító hatása csökkenthető legyen.

Felhasznált irodalom

- Anda Angéla – Burucs Zoltán – Kocsis Tímea: *Globális környezeti problémák és néhány társadalmi hatásuk*. 2011. Online https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlodes/ch02s02.html
- Barna Zsolt – Gelei Andrea: A szénlábnyom mérése – Fókuszban a közúti áruszállítás és raktározás. *Vezetéstudomány – Budapest Management Review*, 45. (2014), 7–8. 53–68. Online: <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2014.07.05>
- Buis, Alan: NASA's Jet Propulsion Laboratory: The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide. *NASA. Global Climate Change*, 2019. október 9. Online: <https://climate.nasa.gov/news/2915/the-atmosphere-getting-a-handle-on-carbon-dioxide/>
- CO₂. *Túl nagy lábon élünk*. MTA Ökológiai Kutatóközpont, 2015.
- Deutsche Bahn: *Inclusion of CO₂-equivalents also for specific emissions*. 2017. Online: <https://ibir.de-utschebahn.com/>
- Európai Környezetvédelmi Ügynökség. Online: www.eea.europa.eu/hu
- Európai Parlament: *Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése: az EU céljai és intézkedései*. 2018. Online: www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180305STO99003/az-ueveghazhatasu-gazok-kibocsatasanak-csokkentese-az-eu-celjai-es-intezkedesei
- European Environment Agency. Online: www.eea.europa.eu/
- Európai Parlament: *Amit érdemes tudni a gépjárművek szén-dioxid-kibocsátásáról az EU-ban*. 2019. Online: www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20190313STO31218/amit-erdemes-tudni-a-gepjarmuvek-szen-dioxid-kibocsatasarol-az-eu-ban
- Garda Zsolt Béla: *Trendek – Grafikus adatbázis*. Közlekedéstudományi Intézet. Adatforrások: KSH, Eurostat, 2018.
- Horváth Balázs: *A növekvő népességgel a fenntarthatóság felé. Ökológiai lábnyom és fenntarthatóság*. L'Harmattan, 2016.
- International Energy Agency: *Data and statistics*. Online: www.iea.org/data-and-statistics
- Kuti Rajmund: A globális felmelegedés hatására kialakuló szélsőséges időjárási jelenségek megjelenési formái és következményei Magyarországon. In Földi László – Hegedűs Hajnalka (szerk.): *Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2019. 413–428. Online: <http://mkweb.uni-pannon.hu/tudastar/ff/02-eghajlat/Eghajlat.xhtml#d6e55>
- Lindsey, Rebecca: *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide*. 2020. augusztus 14. Online: www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide?fbclid=IwAR25cALEN-4RJ8PINdLoSp0QiNVfSEDBJTbvlvHUxCdph-9bWqei9hNZyl
- Makri, Anna – Nikolaos I. Stilianakis: Vulnerability to air pollution health effects. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 211. (2008), 326–336. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2007.06.005>
- Mike Gábor: *A logisztika környezetvédelmi kérdései és a Reverse Logistics*. 19. Műhelytanulmány. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem, 2002. június. Online: <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/43/1/Mike19.pdf>
- Mohammed, Alnail et alii: Driving factors of CO₂ emissions and nexus with economic growth, development and human health in the Top Ten emitting countries. *Resources, Conservation & Recycling*, 148. (2019), 157–169. Online: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.048>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Online: www.noaa.gov/
- Nunez, Christina: *Carbon dioxide levels are at a record high. Here's what you need to know*. *National Geographic*, 2019. május 13. Online: [www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/global-warming/greenhouse-gases/](http://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/global-warming/global-warming/greenhouse-gases/)

- Ökoiskola tananyag. Padányi Katolikus Iskola, 2011. Online: http://padanyi.uni-pannon.hu/2011_okoiskola_co2labnyom.jpg.pdf
- Sárváry Attila: Környezetegészségtan. 2011. Online: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Kornyezetegeszsegtan/ch03s03.html
- Sós N. Eszter – Nagy Zoltán András: Exploring options for reducing CO₂ emission from freight transport. *Annals of Faculty of Engineering Hunedoara – Internal Journal of Engineering*, (2020), 18. 157–162. Online: <http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2020/ANNALS-2020-3-20.pdf>
- Sós N. Eszter: A közúti áruszállítás szerepe az árumozgatásban, és a tevékenység során kibocsátott káros anyagok mennyiségének változása. *Műszaki Katonai Közlöny*, 30. (2020), 1. 139–150. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2020.1.10>
- Szigeti Cecília: *Az ökológiai lábnyom határai. Az ökológiai gondolat.* Typotex, 2016.
- Szinger Balázs – Szilágyi Veronika: *A CO₂-probléma és a felszín alatti CO₂-elhelyezés lehetőségei.* Környezetvédelmi füzetek 2005/10. 2007. május.

Zsolt József Kersák¹

Disaster Protection Analysis of the Storm Occurring on July 10, 2017 in Siófok

A 2017. július 10-én Siófokon bekövetkezett vihar katasztrófavédelmi szempontú elemzése

One of the main consequences of climate change is extreme weather conditions that cause droughts, aridity, torrential rains, cyclones, and storms. The author's twenty-year experience as a professional firefighter also supports that the number of interventions increased due to extreme weather conditions. The number of fires decreased; however, technical rescues (damages caused mainly by storms and water) show an increasing trend in Hungary. The author argues that to perform effective interventions in the future, it is necessary to analyse and examine the methodology of the interventions.

Keywords: climate change, extreme weather, disaster management

Az éghajlatváltozás egyik fő következménye a szélsőséges időjárás, amely magával hozza a szárazságot, aszályt, özönvízszerű esőzéseket és a ciklonok, viharok kialakulását. A szerző hivatásos tűzoltóként eltöltött húsz évének tapasztalatai is azok, hogy a szélsőséges időjárás miatt a beavatkozások száma megnövekedett. A tüzesetek száma csökkent, de a műszaki mentések (főként a viharkárok, víz által okozott károk) növekvő tendenciát mutatnak Magyarországon. A szerző véleménye, hogy a jövőbeni hatékony beavatkozás érdekében elemezni, vizsgálni szükséges a beavatkozások metodikáját.

Kulcsszavak: éghajlatváltozás, szélsőséges időjárás, katasztrófavédelem

¹ Nemzeti Közszerződési Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktori hallgató; Siófoki Hivatásos Tűzoltó-parancsnokság, parancsnokhelyettes – University of Public Service Doctoral School of Military Engineering, doctoral student; deputy commander, Professional Firefighter Headquarters, Siófok, e-mail: jozsef.kersak@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5703-4082>

1. Introduction

The twentieth century is also known as the century of disasters. In the twenty-first century, it is apparent that disasters have increasingly intense and extensive impacts, requiring greater complexity of interventions.² Having been created from firefighters and civil protection predecessors, the Disaster Management Organisation had to face challenges, dangers to civilisation, natural disasters, human and ecological threats. Threats of natural disasters were predicted to be of hydrological, geological, and meteorological origin.³ By their nature, extraordinary weather events fall into the category of natural disasters, in addition to geological, hydrological, and biological disasters, which may occur in close interaction with each other or on their own.⁴ High-ranking and professional leaders and educators of disaster management also identify extreme, extraordinary weather events as potential sources of danger. Those events pose a cumulative threat to human life and material goods, and their elimination requires increased attention and professional competence.

Extreme weather conditions and their consequences can affect the manufacturing process, storage, or transportation of hazardous materials. According to a research made by the European Commission's Joint Research Center on technological – so-called NaTech (Natural hazard-triggered technological) – accidents caused by natural disasters, at least five percent of serious accidents or breakdowns involving dangerous substances can be attributed to natural hazards. An unexpected event involving the release of hazardous substances into the environment, thereby endangering human life, health and the natural environment, due to the occurrence of natural hazards (such as earthquake, floods, extreme weather events, lightning activity) can be considered a NaTech event.⁵

2. The purpose of the research

This paper aims at presenting the increased firefighting interventions due to extreme weather conditions through a specific mass damage event to facilitate development opportunities for the elimination of future damage events.

² Árpád Muhoray and László Teknős, 'A HUNOR hivatásos nehéz kutató-mentő mentőszervezet alkalmazásának logisztikai feladatai [Logistical tasks of the application of the HUNOR professional heavy search and rescue organization]', *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság Folyóirata* 25, no E (2015), 14–23.

³ Árpád Muhoray, 'A katasztrófavédelem aktuális feladatai [Current tasks of disaster management]', *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság Folyóirata* 22, no 3–4 (2012), 1–16.

⁴ Árpád Muhoray, 'A katasztrófavédelem területi irányítási modelljének vizsgálata' [Examination of the territorial management model of disaster management], PhD dissertation, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2002, 132.

⁵ Serkan Girgin, 'The natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned', *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11, no 4 (2011), 1129–1140.

3. Methodology

The data used for the present analysis and evaluation were provided by the database of the on-line Disaster Management Data Provider Program (hereinafter: on-line CAP). A segment of the CAP is the Firefighting and Technical Rescue Report (hereinafter: TMMJ), the electronic recording of the data sheets of substance, fire investigation, and forest and vegetation. The on-line CAP supports the acquisition of specific data for statistical use by setting different filters.

On the given days, the author also used his personal experience and took part in the remediation as a squadron leader. He also conducted interviews with experts in the respective fields.

The research (TMMJ) was started on May 14 on the internal network of the Disaster Management Directorate of Somogy County, Disaster Management Office of Siófok, and Professional Fire Brigade in Siófok.

4. An international outlook on extreme weather events

Extreme weather events have non-negligible effects that can take human toll, and have economic consequences in addition to the partially insured damages.

The Munich RE NatCatSERVICE is one of the world's most comprehensive databases for analysing and assessing losses caused by natural disasters. For this service, Munich RE has been systematically and in detail recording all relevant information on events resulting in losses worldwide for decades. Data that have been collected by the insurance industry since 1980 provide information on the evolution of extreme events. While these are not direct indicators of extreme weather events, and previous records may not include all devastating events, they do show that the number of weather-related disasters recorded around the world is on an increasing trend.

Overall, natural disasters caused by extreme weather events have taken nearly one million lives since 1980, and caused losses of about \$ 4.2 trillion. It can be stated that extreme weather events pose a great risk and challenge to humanity in terms of both human life and material damage.

Restricting the scope of examination to the territory of the European Union, it can be stated that extreme weather events are the main factors among the risks identified in the countries participating in the Civil Protection Mechanism. A total of 34 countries are participating and 11 risk factors have been identified. In a landmark article, László Teknős specified the main risks identified in the countries participating in the EU Civil Protection Mechanism; the 34 countries concerned are most at risk of flooding (identified in a total of 30 countries). Extreme weather events are considered a major threat (identified in a total of 26 countries).⁶

⁶ László Teknős, 'A klímaváltozás, mint új kihívás megjelenése az Európai Unió Polgári Védelmi Mechanizmus feladatrendszerében' [Emergence of climate change as a new challenge in the European Union's Civil Protection Mechanism], *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság Folyóirata* 28, no E (2018), 188–210.

5. Meteorological background of the storm of 10 July 2017

The processing of this chapter, the presentation of the subject, was prepared based on a case study of the Hungarian Meteorological Service (OMSZ) related to the storm. A wild thunderstorm hit the eastern part of Lake Balaton in the evening hours of the said day. According to the measuring devices deployed by the Hungarian Meteorological Service at Balatonaliga, the speed of the hurricane-like wind reached 157 km/h. In the Lake Balaton area such a high wind strength has not yet been measured with an authentic instrument. The storm left behind an unprecedented spectacle at Lake Balaton that could have fit into disaster films.

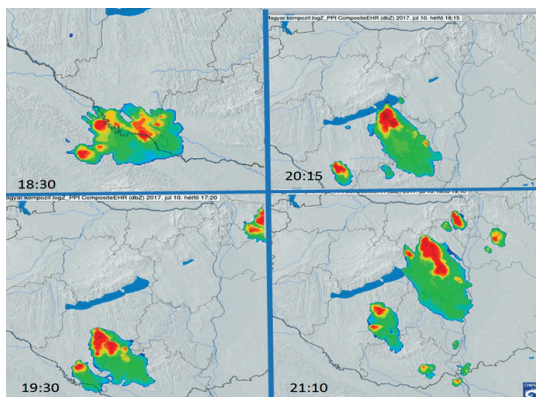


Figure 1. The migration of thunderstorm cells over Southern Transdanubia according to the measurements of the OMSZ's radar network. In the figure, times are understood in local time.

Source: Ákos Horváth and Kálmán Csirmaz, 'Heves zivatarok, légzuhatagok a Balatonnál' [Fierce thunderstorms, airstrikes at Lake Balaton].

Crossing the Croatian–Hungarian border and the line of the River Drava, the first significant thunderstorm cells appearing on July 10 at about 6 p.m. moved north-east. Moving towards Lake Balaton, they became stronger and stronger as it was fed by the warm air near the ground and the humidity from the higher layers.

In addition to the thermal energy, the wind increased with the altitude also contributed to the fact that the cells began to rotate and thus reached the settlement of Karád in Somogy County in a supercell state as a swirling thunderstorm cloud. According to eyewitnesses, the wind, which blew the clouds and in some places changed into a whirlwind, twisted trees and damaged roofs, and was responsible for much damage. The presence of the whirlwind assumes that the inflow and outflow areas of the supercell could not be at great distances from each other.

The 'spinning effect' of the atmosphere was already observed in the Balaton area an hour before the storm, in the form of small cumulus clouds. The storm cell approaching Lake Balaton from the southwest was visibly a very developed and powerful formation, with a wide anvil and a rim cloud indicating the downdraft. As the cell reached Lake Balaton after 8 p.m., the violent, concentrated downdraft was visible, causing a stormy wind to hit the ground in a small

area. Such concentrated downdraft is called a downburst and is a feature of particularly severe thunderstorms.

The phenomenon is just the opposite of a tornado: while in a tornado, the air flows inwards into the cloud in a narrow channel (sometimes only a few times ten meters in diameter), in a relatively limited area (sometimes only 1-2 km in diameter) it flows out of the cloud in a concentrated manner. The downdraft is often accompanied by rain and ice. If wind speed is above 100 km/h and accompanied by cherry-sized or larger ice grains, it may have a devastating effect, comparable to a shower of bullets. In addition to crops, it can severely damage the roofs of residential houses, windows, shutters, or even the plaster of buildings. The instrument of the Hungarian Meteorological Service in Balatonaliga registered a speed of 157 km/h in the wake of the passing supercell. The hurricane-force picked up water from the surface of Lake Balaton to such an extent that the vision reduced to 1-2 meters, the boats stored on the shore overturned, and the wind turned healthy trees uprooted. Similarly, there were plenty of tree fallouts in the eastern and southern areas of Siófok, along with frequent ice damage, accurately outlining the route of the supercell.⁷

6. Disaster protection analysis of situation in damaged areas in Siófok

The first step is to examine the history, to investigate the factors that led to the occurrence of mass damage events. The meteorological history was discussed in the previous main chapter, so it will not be presented again.

By comparing and analysing the obtained results, the evolution of similar situations in the future or the extent of their development can be influenced. First, the built and natural environment existing on a given section of the shore of Lake Balaton will be presented.

The storm caused the most havoc in Baross Gábor street in Siófok. This street is located between the southern shore of Lake Balaton and the railway lines, with a length of 5.5 kilometers. The plots belonging to the street are large, and in some places, the percentage of built area is also very high. Most of the properties in the area are only used during the summer, so the vast majority are not permanently inhabited. The big problem is that most of the buildings had been built next to the trees, which outgrew them by 10–15 meters.

As for vegetation, a large percentage of the southern coast is covered with black pine. The Latin name of black pine is *Pinus nigra*, a tree that is native to southern Europe. It tolerates drought, light, sandy and chalk soils very well. It covers around 4 percent of the Hungarian forests, and it can be found as plantations on the sandy soils of the Hungarian Great Plain. The characteristics of a black pine are similar to those of a pine, however, due to its strongly nodular and coarse structure, its strength lags behind that of a pine.⁸

⁷ Horváth and Csirmaz, 'Heves zivatarok

⁸ 'A feketefenyő' [the Black pine]. Sulinet.hu.

Black pine is much less suitable for sawmill processing than pine. Black pine is a low-density softwood. Regarding its mechanical properties, its hardness exceeds that of fir. Its roots are strongly branched, it hardly develops top roots.⁹



Figure 2. Black pine trees uprooted by the storm on July 11, 2017

Source: made by the author

Due to the shallowness of Lake Balaton and the relatively low viscosity of the warm summer water, waves form quickly on it in case of wind. The prevailing wind direction is northwest at right angles to the southwest-northeast location of Lake Balaton. The valleys and mountains of the Balaton Uplands cause a pulsation in the wind, which results in sudden waves and wave-free periods intermittently on the lake.¹⁰

On the southern shore of Lake Balaton (especially in the Siófok area), the regulation of the shoreline began in the late 1800s, at the time of the construction of the southern railway line.



Figure 3. Protective embankment on the shore of the Lake Balaton

Source: made by the author

⁹ Ferenc Szilágyi, *Fák és cserjék* [Trees and shrubs]. Székelyudvarhely [Odorheiu Secuiesc], 1997–2001.

¹⁰ 'A Balaton' [The Balaton]. Balatonivitorlázás.com.

A lake shore can be considered natural as long as human intervention does not play a significant role in the development of the lake bed. In the case of Lake Balaton, the first significant intervention started in 1960. With the development of tourism, a 70-kilometer-long shoreline was built until 1970, 28 kilometers between 1970 and 1980, 8 kilometers between 1980 and 1990, and 0.25 kilometers until 1995. Today, the length of the entire shoreline of Lake Balaton is 235 kilometers, of which 107.5 kilometers have built protective embankment, as shown in Figure 3.¹¹

The section where the storm was 'raging' is also provided with coastal protection. The built and natural environment is almost intertwined, inseparable, as it is an aggradation area that nature has not taken possession of. The causes of mass damage should not be limited to weather conditions. It was greatly influenced and amplified by the built environment.

7. Presentation of disaster protection operations and firefighter interventions

To explain and understand the chapter more fully, a few concepts shall be defined here. Disaster response operation is an activity performed by the staff of the disaster protection organisation at the scene of the accident, with its regular means, equipment, and standby vehicles.¹² According to this, disaster management operations aim to prevent and reduce the loss of population and material assets endangered by disasters and other hazards and to quickly eliminate the consequences. To narrow the notion further: the site of damage is the area (with its population, livestock, buildings, facilities, and so on) that has been directly or indirectly affected by the disaster, and where interventions or restrictive measures to reduce the adverse effects (for example land closures, evictions, and so on) are necessary.¹³

Due to the nature and impact of the disaster, a meteorological damage site can form, and, in case of partial or joint occurrence, the staff is facing a combined damaged site situation. Depending on their size and dimension, damage sites can be divided into work areas separated by operational zone boundaries, to make better use of the possibilities of disaster management organisations and equipment and to organise operations more tightly. Depending on the intervention, there may be a technical rescue: during a natural disaster, an accident, damage, and abnormal technological process, a technical failure, the release of a hazardous substance, or any other emergency, one has to protect human life, physical integrity and property, carried out by primary intervention means.

The storm had not yet passed on July 10, 2017, at around 08:00, but the Somogy County Activity Control Center had already received mass calls for help. In Hungary, emergency calls (112, 104, 105, 107) run into call centers (HIK), of which one is located in Miskolc and the other in Szombathely. At the county level, the county or capital activity management centers

¹¹ 'Balaton partvonal szabályozási terv' [Balaton shoreline regulation plan].

¹² 41/2018. számú BM OKF Főigazgatói Intézkedés [BM OKF Director General Measure No. 41/2018].

¹³ 118/2011. számú BM OKF Főigazgatói Intézkedés 1. számú melléklete [Measure No. 118/2011 of BM OKF General Director, Annex 1].

receive the data sheets arriving from the HIKs. In Siófok and Balatonvilágos, the storm uprooted trees onto the houses and the roads. The torn, fallen trees smashed cars and caravans beyond identification. A total of about eleven thousand consumers in 39 settlements fell out of the electricity supply.

There was no electricity in Baross street in Siófok either, which was blocked from traffic by the fallen trees. There was also a call for help from a nearby campsite where trees leaned on campers in the yard, causing several injuries. Saving lives was arduous because of the fallen trees on the street; it was only possible to reach the injured on foot.¹⁴

An operational staff was set up in Siófok. They consulted with the electricity supplier, whose staff worked continuously with the firefighters, disconnected the affected areas for the duration of the interventions, and then turned the power back on after the work was completed.

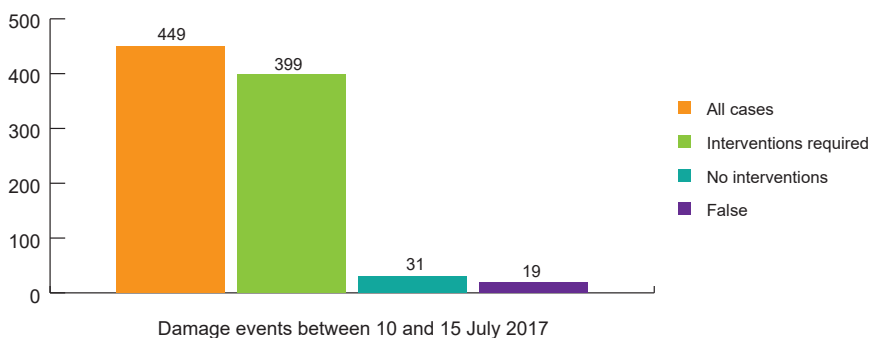


Figure 4. Damage events between July 10 and 15, 2017, according to the mode of interventions

Source: made by the author based on the data sheets of online KAP (On-line Katasztrófavédelmi Adatszolgáltató Program [Online Disaster Management Data Program]) and alerts

Following the storm, a total of 746 alerts arrived at the operations control center of the county disaster management directorate. Out of the 746 alerts, a total of 449 interventions were carried out by the professional headquarters of Nagyatád, Marcali and Kaposvár, the local fire brigades of Böhönye, Tab, and Balatonboglár, as well as ten voluntary firefighting associations, which were commanded at the site (the ROPES of Berzence, Látrány, Törökkoppány, Csököly, Bodrog, Igal, Kaposvár, Görgeteg, Nágocs, Szökedencs), in close cooperation with the partner organisations.

¹⁴ Based on an interview with Lieutenant Firefighter Szabina Mihályka Bázelné, County Disaster Management Spokesperson, August 1, 2017.

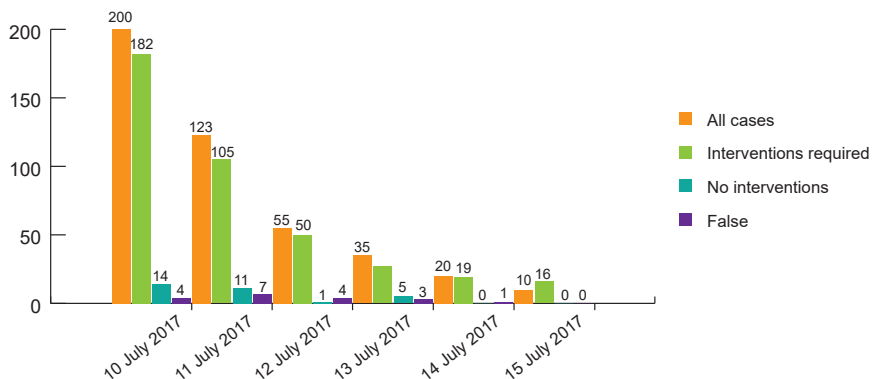


Figure 5. Accidents between July 10 and 15, 2017, broken down by day according to the methods of intervention
 Source: made by the author based on the data sheets of online KAP and alerts

More than a hundred firefighters worked in Siófok and Balatonvilágos every day, while 314 reported incidents were eliminated in cooperation with the municipalities, the Hungarian Public Roads Ltd., the electricity supplier and property owners. There were several cottages where the squadrons worked all day, freeing the roofs from the weight of the fallen trees in half-meter pieces so as not to cause further damage to the buildings.

8. Conclusions

The primary purpose of this article was to present the complexity of damage events caused by extreme weather events through a concrete damage event. Having taken the research to an international level, he examined the main risk factors in the European Union from the point of view of civil protection and the events that have taken place in the world and the relationship between major accidents involving dangerous substances and natural hazards.

The research done in connection with Natech accidents (Natural hazard triggered technological accidents) found that at least five percent of serious accidents or breakdowns involving hazardous materials can be attributed to the occurrence of natural hazards.

According to research made by Munich RE NatCatSERVICE, it can be declared that natural disasters caused by extreme weather events have taken nearly a million lives since 1980 and caused losses of about \$ 4.2 trillion. It can be stated that extreme weather events pose a great risk and challenge to mankind in terms of both human life and material damage.

On the territory of the European Union, extreme weather events are the main factors among the main risks identified in the countries participating in the Civil Protection Mechanism.

Larger 'volumes' of natural damages always make the author realise that it is not possible to fully prepare for them. Of course, one does not think about the intervention but the possibility of their occurrence. The mass damage event in Siófok also proved this claim, but the investigation revealed several other factors as well that increased the extent of the damage.

An embankment protects this section of the southern shore of Lake Balaton. The area in question (where the storm raged) lies on the aggradation between the shore and the railway, which used to be a part of the bed of Lake Balaton. Mostly black pines were planted to bind the upper layers of the soil in the aggradation area. Black pine is otherwise suitable for binding the top layers of the soil, and has been planted for this purpose in several places across the country. The tree roots grow in the upper soil layers and the tree very rarely grows main roots into the deeper layers. Presumably, the embankment soil proved to be a better, more nutrient-rich crop layer, as the black pines planted here reached a height of 30 meters in some places, unlike the national average height. Thus, black pine trees have outgrown the buildings in their surroundings, providing more surface space for the raging storm. The prevailing, north-west wind direction made the situation even worse since the trees lay in the storm's way.

The high built-up percentage of the plots cannot be classified on the positive side either, and, with a slight exaggeration, the planted trees were on each other's tops and backs. Effects and counter-effects led to a mass damage event: A stormy wind came from south-west, from the Hungarian–Croatian border. In some places the wind exceeded 150 km/h. The black pines planted on the shores of Lake Balaton in Siófok outgrew their surroundings and developed according to another wind direction.

Their weak roots allowed the storm to cause havoc. Trees planted close together also increased the damage, not to mention the densely built-up buildings. Unfortunately, on the principle of the domino effect, falling trees uprooted several more storm-resistant trees and covered the buildings with them, causing more damage.

References

- Girgin, Serkan: 'The natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned'. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 11, no 4 (2011), 1129-1140. Online: <https://doi.org/10.5194/nhess-11-1129-2011>
- Muhoray, Árpád: 'A katasztrófavédelem aktuális feladatai' [Current tasks of disaster management]. *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság Folyóirata* 22, no 3–4 (2012), 1–16.
- Muhoray, Árpád: 'A katasztrófavédelem területi irányítási modelljének vizsgálata' [Examination of the territorial management model of disaster management]. PhD dissertation, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2002.
- Muhoray, Árpád – László Teknős: 'A HUNOR hivatásos nehéz kutató-mentő mentőszervezet alkalmazásának logisztikai feladatai [Logistical tasks of the application of the HUNOR professional heavy search and rescue organization]. *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság Folyóirata* 25, no E (2015), 14–23. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2015.25.E.11>
- Teknős, László: 'A klímaváltozás, mint új kihívás megjelenése az Európai Unió Polgári Védelmi Mechanizmus feladatrendszerében' [Emergence of climate change as a new challenge in the European Union's Civil Protection Mechanism]. *Hadtudomány: A Magyar Hadtudományi Társaság Folyóirata* 28, no E (2018), 188–210. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2018.28.E.188>

Internet sources

- 'A Balaton' [The Balaton]. Balatonivitorlázás.com. Online: www.balatonivitorlazas.com/a-balaton
- 'A feketefenyő' [the Black pine]. Sulinet.hu. Online: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/faipar/faanyagismeret/a-tulevelu-fak-legfontosabb-tulajdonsagai/a-feketefenyo>
- 'Balaton partvonal szabályozási terv' [Balaton shoreline regulation plan]. Online: <https://docplayer.hu/105060333-Balaton-partvonal-szabalyozasi-terv.html>
- Horváth, Ákos – Kálmán Csirmaz: 'Heves zivatarok, légzuhatok a Balatonnál' [Fierce thunderstorms, airstrikes at Lake Balaton]. OMSZ Online: www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1931&hir=Heves_zivatarok,_legzuhatok_a_Balatonnal
- 'NatCatSERVICE'. Munich RE. Online: www.munichre.com/en/risks/extremeweather.html#Explore%20our%20solutions
- On-line Katasztrófavédelmi Adatszolgáltató Program (online KAP) [Online Disaster Management Data Program]. Online: <https://kap.katved.gov.hu/adatlekeres.aspx>
- Szilágyi, Ferenc: *Fák és cserjék* [Trees and shrubs]. Székelyudvarhely [Odorheiu Secuiesc], 1997–2001. Online: www.mek.oszk.hu/00500/00544/html/index.htm

Legal sources

- 41/2018. számú BM OKF Főigazgatói Intézkedés [BM OKF Director General Measure No. 41/2018]. Online: http://okfintranet/Ugyvitel/Lists/normak_jegyzeke/DispForm.aspx?ID=1798
- 118/2011. számú BM OKF Főigazgatói Intézkedés 1. számú melléklete [Measure No. 118/2011 of BM OKF General Director, Annex 1]. Online: http://okfintranet/Ugyvitel/Lists/normak_jegyzeke/DispForm.aspx?ID=909

Gyarmati József¹ – Vég Róbert László²

A páncélos- és gépjárműtechnikai szaktisztképzés változása az egyes képzési formák óraszámai alapján

Changes in Specialist Officer Course Of Department Of Military Technology Modul Of Vehicles Based on the Number of Courses in Each Form of Training

Az elmúlt két évtizedben három különböző képzési formában lettek felkészítve a páncélos- és gépjárműtechnikai szaktisztek a Nemzeti Közszerológálati Egyetemen és jogelődjén a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen. A cikk a három képzési forma kreditjeinek és kontaktóraszámainak összehasonlítása révén azt vizsgálja, hogy a képzés milyen fő preferenciák alapján történt, valamint hogy az egyes képzések a bevezetésükkor milyen változásokat hoztak a szaktisztképzésben.

Kulcsszavak: gépjárműtechnika, műszaki, oktatás, képzés

In the last two decades the specialist officers of department of military technology module of vehicles have been educated in the UPS and its predecessor, the Zrínyi Miklós National Defence University, according to three forms of training. This article is about the comparison of these three forms of training, and is based on the number of credits and contact courses. Furthermore, it examines the bases of the main preferences and the changes in the training of specialist officers when new courses were introduced.

Keywords: vehicle technology, technical, education, qualification

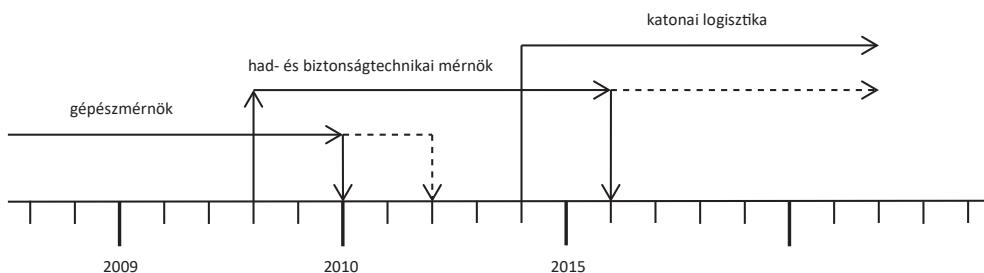
¹ Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, egyetemi docens, e-mail: gyarmati.jozsef@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7594-2383>

² Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, egyetemi docens, e-mail: vegh.robort@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9786-6702>

1. Bevezetés

Az elmúlt két évtizedben három képzési formában folyt a páncélos- és gépjárműtechnikai szaktisztek képzése, ezek:

- gépészmérnök alapszak, gépjárműtechnikai szakirány;
- had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, páncélos- és gépjárműtechnikai specializáció;
- katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, páncélos- és gépjárműtechnikai modul.



1. ábra. A vizsgált képzések bevezetésének és kifizetésének ideje³

Forrás: a szerzők szerkesztése

Az egyes képzések bevezetését és kifizetését mutatja az 1. ábra, amelyből jól látható az egyes képzések oktatásának az időintervalluma. Leghosszabb ideig a gépészmérnök alapszak szolgálta a gépjárműtechnikai szaktisztképzést, amelyet 2008-as bevezetéssel a had- és biztonságtechnikai mérnökképzés váltott fel. A bevezetett képzés rövid életűnek bizonyult, az utolsó beiskolázás erre a szakra 2012-ben történt, és az utolsó hadmérnök évfolyam 2016-ban végzett. Tehát mindössze öt évfolyam kapott ilyen diplomát. Az ábrán szaggatott vonal jelzi informálisan, hogy a nevezett két mérnökszak civil képzései hogyan alakultak. A gépészmérnök esetében az utolsó végzés 2012-ben történt. A had- és biztonságtechnikai mérnökképzés esetében, bár beiskolázás nincs, hallgatók még mindig vannak a biztonságtechnikai specializáción, az oktatás és a kibocsátás folyamatos.

A cikk célja, hogy az egyes képzések kontaktóráinak a vizsgálatával megállapítsa:

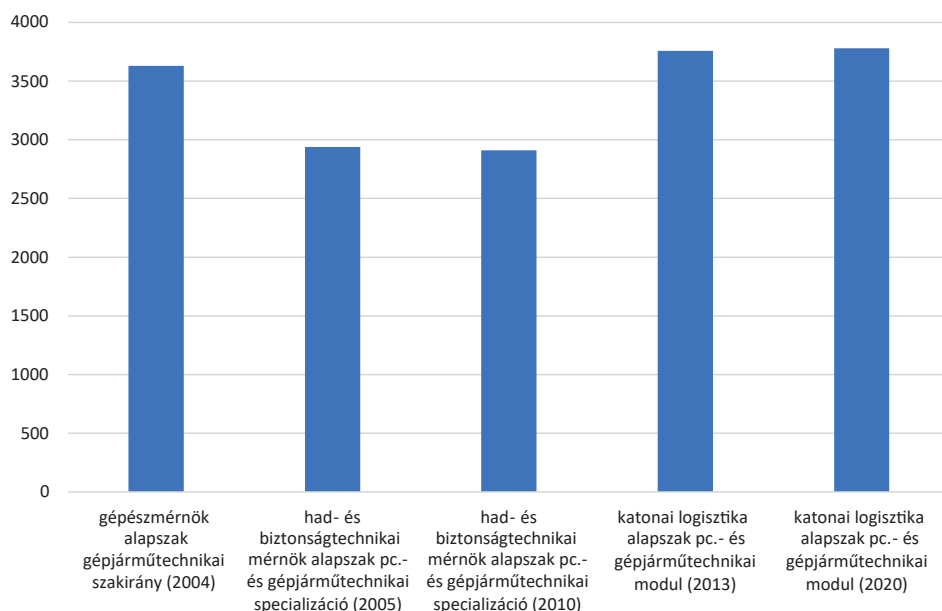
- a képzés szakmaspecifikusságát,
- a képzési prioritásokat,
- az általános és speciális (általános vezető vs. szaktiszt) ismeretek közötti arányt.

³ A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, gépészmérnök alapszak, gépjárműtechnikai szakirány 2004-ben érvényben lévő tanterve; Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, pc.- és gépjárműtechnikai specializáció 2005-ben érvényben lévő tanterve; Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, pc.- és gépjárműtechnikai specializáció 2010-ben érvényben lévő tanterve; Nemzeti Közszerződési Egyetem, katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul 2013-ban érvényben lévő tanterve; Nemzeti Közszerződési Egyetem, katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul 2020-ban érvényben lévő tanterve alapján.

2. A képzési formák összehasonlítása

A forrás mind a három esetben a kérdéses tanterv volt. Az eltérés, ami az összehasonlítás torzításához vezethetett volna a katonai felkészítés felsőoktatási keretbe történő illesztése volt. A három képzési formánál ugyanis ezt más-más formában hajtották végre. A gépészmérnök szakon az alapkiképzést például az első szemeszter legelején hajtották végre úgy, hogy az ott kiképzéssel eltöltött egy hónap sem kreditjeinek sem pedig tanóráinak mennyisége a szak tantervében nem szerepelt. A képzés nyolc féléves volt 240 kredittel. A had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak esetében a katonai felkészítést teljes mértékben kiejtették a felsőoktatás keretéből. A képzés hét szemeszterből állt, és az első szemesztert megelőző félévben a képzésre felvett hallgatók a felsőoktatási tanulmányaik megkezdése előtt végrehajtották a katonai felkészítésüket (alapkiképzés). Az első évfolyamra tehát már az alapkiképzésen túlesett fiatalok vonultak be. A képzés teljes kreditmennyisége a hét szemeszter miatt 210 volt. A katonai logisztika alapszak esetében nyolc féléves képzés lett kialakítva 240 kredittel, ahol az alapkiképzés az első szemeszter elején hajtották végre a honvédtisztjelöltek. Az alapkiképzés kreditesítve volt, tehát az ott elsajátított ismeretek kredittel ellátott tantárgyakkal lettek lefedve, amelyeket a képzés tantervébe illesztettek.

Az alapkiképzés három eltérő formában történő szervezése az összehasonlításokat egyrészt nehezíti, mivel a katonai ismeretek mennyisége és kreditértéke összehasonlításakor az alapkiképzést minden esetben figyelembe kell venni. A 2. ábra mutatja a képzési formák kontaktóra-mennyiségét.



2. ábra. A különböző képzési formák kontaktóráinak mennyisége

Forrás: a szerzők szerkesztése az érvényben levő tantervek (lásd a 3. lábjegyzetben) alapján

Az ábrán öt oszlop, ezzel együtt öt képzés különböztethető meg. Ennek az oka, hogy az egyes képzések menet közben olyan változtatásokon estek át, hogy az elkülönített vizsgálatuk indokolt. A 2. ábra összevetve az 1. ábrával nem azt jelenti, hogy ezek a szakok (had- és biztonságtechnikai mérnök, katonai logisztika) az idejük során csak egy alkalommal lettek módosítva. A vizsgálat során csak azok a változtatások lettek figyelembe véve, amelyek komolyan átalakították a tantárgyakat és azok eloszlását. A szakokon ettől több változás volt, például a katonai logisztika esetében a 2013-as első beiskolázást követően a szak változtatásának az igénye már 2015-ben fellépett, tehát még akkor, amikor a szakon még csak az első két évfolyam volt bent, vagyis az első kibocsátás előtt két évvel.

A vizsgálat a továbbiakban, a 2. ábra szerinti öt képzési formára fókuszál, ezek:

- gépészmérnök alapszak, gépjárműtechnikai szakirány 2004-ben érvényben lévő tanterve szerint;
- had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, pc.- és gépjárműtechnikai specializáció 2005-ben érvényben lévő tanterve szerint;
- had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, pc.- és gépjárműtechnikai specializáció 2010-ben érvényben lévő tanterve szerint;
- katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul 2013-ban érvényben lévő tanterve szerint;
- katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul 2020-ban érvényben lévő tanterve szerint.

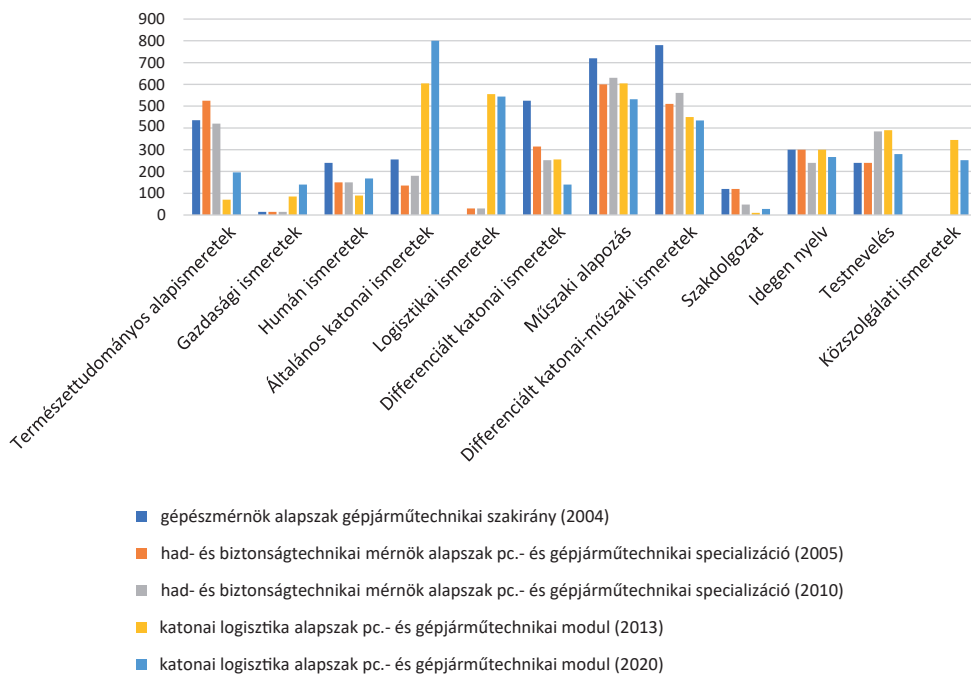
Az összehasonlítás célja a tantárgyi struktúrák változásainak a leírása. A képzés során az oktatott tantárgyak száma 80 és 100 között mozgott, ezek összehasonlítása közvetlenül nem volt lehetséges, ezért a tárgyak a tantárgyi programokban leírt tartalmuk alapján 12 csoportba lettek beosztva, amelyet az 1. táblázat mutat.

1. táblázat. A tantárgycsoportok kialakítása

Fsz.	Tantárgycsoport	Meghatározó tantárgyak
1	Természettudományos alapismeretek	Matematika, Fizika, Kémia, Informatika
2	Gazdasági ismeretek	Közgazdaságtan, Védelemgazdaságtan, Statisztika
3	Humán ismeretek	Pedagógia, Pszichológia, Szociológia, Hadtörténelem
4	Általános katonai ismeretek	Harcászat, Katonai térképészet, Tereptan, Békefenntartói ismeretek, Hadijog, Alapképzés tárgyai
5	Logisztikai ismeretek	Katonai logisztika, Csomagolástechnika, Logisztikai biztosítás, Katonai szállítás
6	Differenciált katonai ismeretek	Szakmai szabályzatismeret, Szakalegység vezetése
7	Műszaki alapozás	Anyagismeret, Gyártástechnológia, Géprajz, CAD, Gépelemek, Hőtan, Áramlástan, Elektrotechnika, Elektronika
8	Differenciált katonai-műszaki ismeretek	Belsőégésű motorok, Járművek szerkezete, Üzemanyagellátó rendszerek, Járművillamosság, Rendszerbentartás
9	Szakdolgozat	
10	Idegen nyelv	
11	Testnevelés	
12	Közszolgálati ismeretek	Közszolgálati blokk tárgyai

Forrás: a szerzők szerkesztése az érvényben levő tantervek (lásd a 3. lbjegyzetben) alapján

A tantervek minden esetben tartalmaznak olyan kontaktórával rendelkező tantárgyakat, amelyekhez nem lett kredit rendelve, de ettől függetlenül az oktatása során ismeretanyag, illetve valamilyen képesség lett átadva. Ilyen például az idegen nyelv, illetve a testnevelés, amelyek tartalma fontos a honvédtiszt felkészítésében, ezért ezek a vizsgálatba be lettek vonva. A képzések teljes kontaktóra-mennyiségei nem voltak egyforma mértékűek, ezért a pontos összehasonlításhoz nemcsak a kontaktóra összes mennyiségei, hanem annak az arányai is lettek használva.



3. ábra. A vizsgált képzési formák tanulmányi terület szerinti óraeloszlása

Forrás: a szerzők szerkesztése az érvényben levő tantervek (lásd a 3. lábjegyzetben) alapján

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy a természettudományos alapozás az egymást követő képzések során egyre kevesebb óraszámot kapott. Különösen alacsony a katonai logisztika alapszak természettudományos alapozása a szak eredeti 2013-as tanterve szerint. A korábbi képzésekhez képest megszűnt a fizika és a kémia oktatása, csak a matematika maradt meg, az is nagyon kis óraszámban. Az óraszámcsökkenés a mérnökképzés megszűnésével magyarázható. A logisztika minimális matematika oktatását igényelte, amivel a logisztika műszaki területeinek (pc.- és gépjármű) is meg kellett elégedniük. Ezzel párhuzamosan a gazdasági területek oktatását a logisztika jobban igényelte, így ezek órászáma a logisztika alapszak bevezetésével jelentősen növekedett. Nincs trendszerű változás a humán ismeretek területén, az általános katonai ismeretknél viszont jelentős növekedés látható. Az első két képzési forma viszont nem tartalmazta az alapképzés hosszát és annak a tantárgyi programokban való elhelyezését, a kép tehát ennél árnyaltabb. A gépezsmérnök szak esetében, amely jelentősebb órászámmal rendelkezik, mint

a had- és biztonságtechnikai mérnök, egy hónapos volt az alapkiképzés, és ennek tartalma nincs megjelenítve a tantárgyi programban. A had- és biztonságtechnikai mérnök esetében a legkisebb óraszám látható, viszont itt egy lényegesen hosszabb alapkiképzést kaptak a hallgatók, ami szintén nem szerepel a tantárgyi programban, ezzel együtt a 3. ábrában sem. A logisztika alapszak esetében a had- és biztonságtechnika mérnökképzéshez hasonlóan három hónapos alapkiképzést kaptak a hallgatók (honvédtisztjelöltek), ami viszont része a tantárgyi programnak. A szak 2020-as változatában tovább nő az általános katonai ismeretek mennyisége, viszont itt egy rajparancsnoki képzés is belekerült a tantervbe.

Figyelembe véve a leírtakat az egymást követő képzések esetében, az általános katonai kiképzés egyre fontosabb részét képezte a tisztképzésnek, bár a mérték a 3. ábrán láthatóhoz képest kisebb mértékben növekedhetett.

A logisztikai ismeretek órászáma egyértelmű és jelentős növekedést mutat. A gépészmérnök szaknál nincs ilyen ismeret, a had- és biztonságtechnikai szaknál kismértékben szerepel, míg a logisztika szak esetében jelentős óraszámot kapott. Az egyes szakokon belüli változás mértéke elhanyagolható.

A differenciált katonai ismeretek esetében fordított a kép. A hallgatók (honvédtisztjelöltek) egyre kevesebb órát kaptak ebből. Az igény a speciális felkészítésből az általános irányába tolódott. A tantárgyi programok kialakítása során a speciális ismereteket, ami az első beosztás betöltéséhez szükséges, kevésbé fontosnak ítélték meg, mint az általános logisztikai ismereteket.

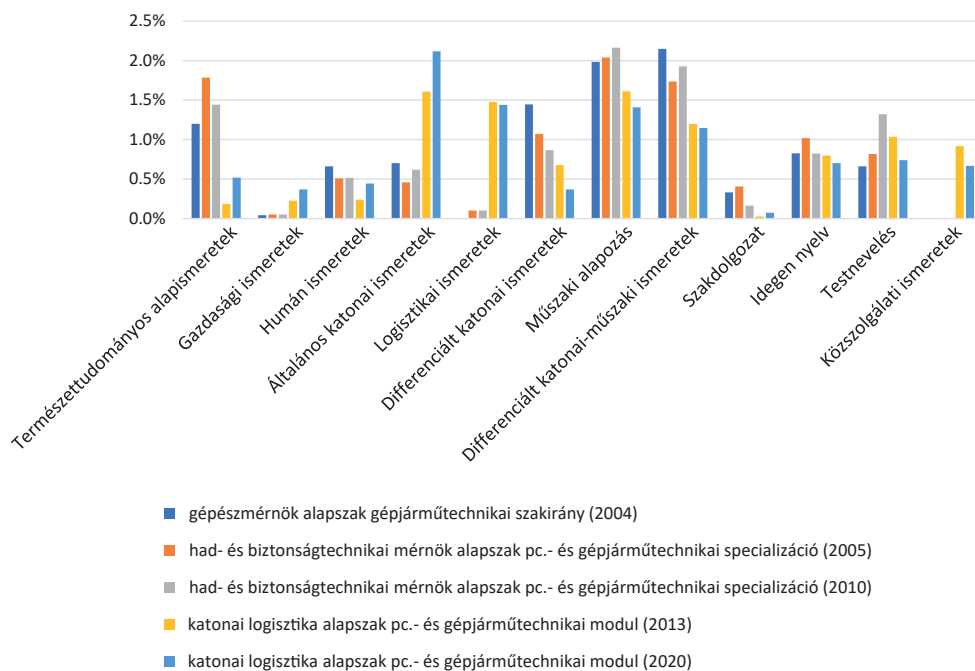
Nincs trendjellegű változás az idegennyelv-oktatásra és a testnevelésre fordított óraszámok tekintetében. A katonai logisztika alapszak esetében új ismeretanyagként jelenik meg a közszolgálati ismeretek.

A 3. ábra összórászámot mutat, viszont a prioritások vizsgálatához pontosabb kimutatást ad a tantárgyakra fordított oktatási idő százalékos arányainak a bemutatása. A 4. ábra mutatja a tárgyak százalékos megoszlását a vizsgált képzési formáknál.

A 4. ábrán látható százalékos eloszlással azt lehet vizsgálni, hogy az egyes képzéseken belül milyen prioritást élveztek az egyes tantárgycsoportok.

Természettudományos ismeretek esetében jóval nagyobb különbséget láthatunk a gépészmérnök és a had- és biztonságtechnikai mérnök között a hadmérnök javára, ha a százalékos eloszlást (4. ábra) figyeljük meg. A had- és biztonságtechnikai képzésben tehát a természettudományos ismeretek nagyobb prioritást élveztek, mint azt az óraszámok közötti különbség (3. ábra) mutatja.

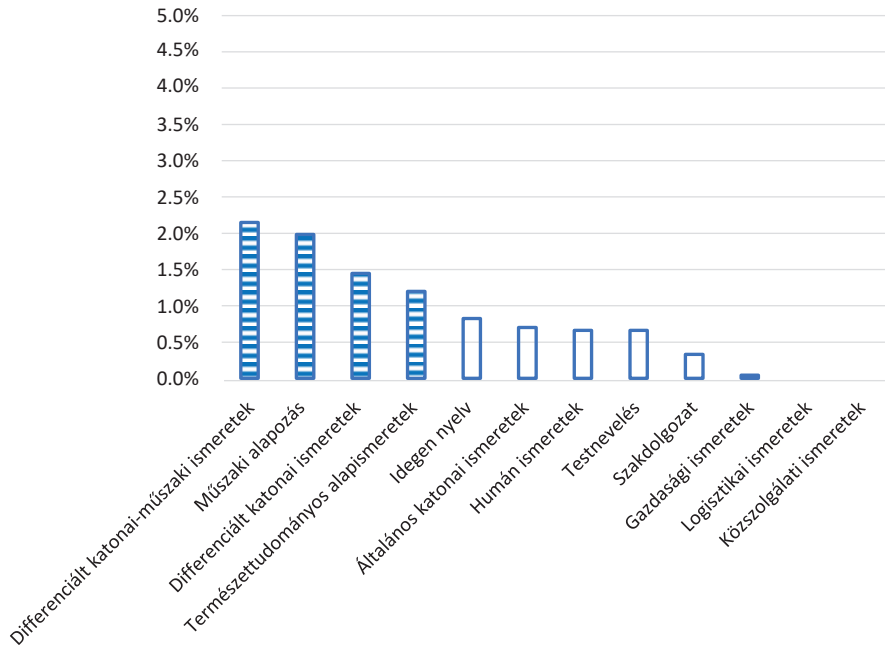
A műszaki alapozás tantárgyainak esetében, a gépészmérnöki képzésben nagyobb óraszám látható, mint a had- és biztonságtechnikai mérnökképzésben (3. ábra). Viszont a százalékos kimutatásnál ez nagyobb részarányt képvisel, amiből következik a nagyobb prioritás.



4. ábra. A vizsgált képzési formák tanulmányi terület szerinti százalékos óraeloszlása

Forrás: a szerzők szerkesztése az érvényben levő tantervek (lásd a 3. lábjegyzetben) alapján

Az egyes tantárgycsoportok prioritásának változását Pareto-elemzés segítségével lehet megítélni. A Pareto-elemzés az egyes képzési formák tantárgycsoportjainak százalékos eloszlását csökkenő sorrendben ábrázolja. Az elemzés eredményeit az 5., 6., 7., 8. ábrák mutatják. Az elemzés jól áttekinthetősége érdekében a gépjárműtechnikai szakismereteket tartalmazó és az azokat megalapozó tantárgycsoportok (Természettudományos alapismeretek, Műszaki alapozás, Differenciált katonai ismeretek, Differenciált katonai-műszaki ismeretek) vízszintes sraffozással lettek jelölve. Az ezen oszlopok elhelyezkedése a prioritási sorrendben jól mutatja a képzés szakmaspecifikus jellegét.

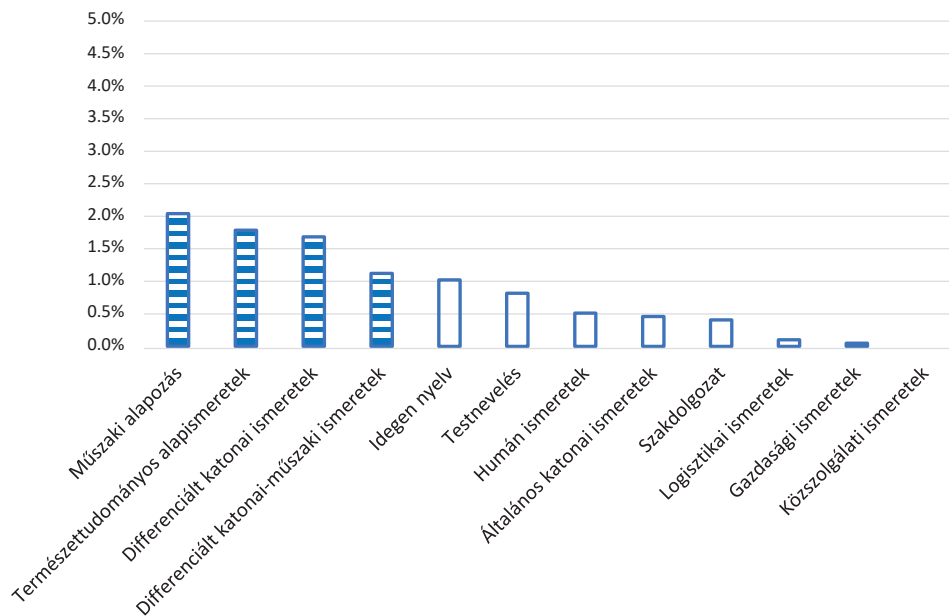


5. ábra. A gépészmérnök alapszak, gépjárműtechnikai szakirány tantárgycsoportjainak Pareto-elemzése

Forrás: a szerzők szerkesztése a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, gépészmérnök alapszak, gépjárműtechnikai szakirány 2004-ben érvényben lévő tanterve alapján

Az 5. ábrán jól látható, hogy a szakmaspecifikus tantárgycsoportok az első négy helyet foglalják el, és összességében a képzés 67,8%-át teszik ki. A képzés rendelkezik alapprioritással, ez pedig a pc.- és gépjárműtechnikai szaktiszt képzése. Az első beosztás az elmúlt évtized tapasztalatai szerint túlnyomó többségében szakmai, főleg javító szakaszparancsnok, ezért ez a képzési forma az első tiszti beosztásra való felkészítést a szakmai képzéssel párhuzamosan is elsődlegesen célozta.⁴

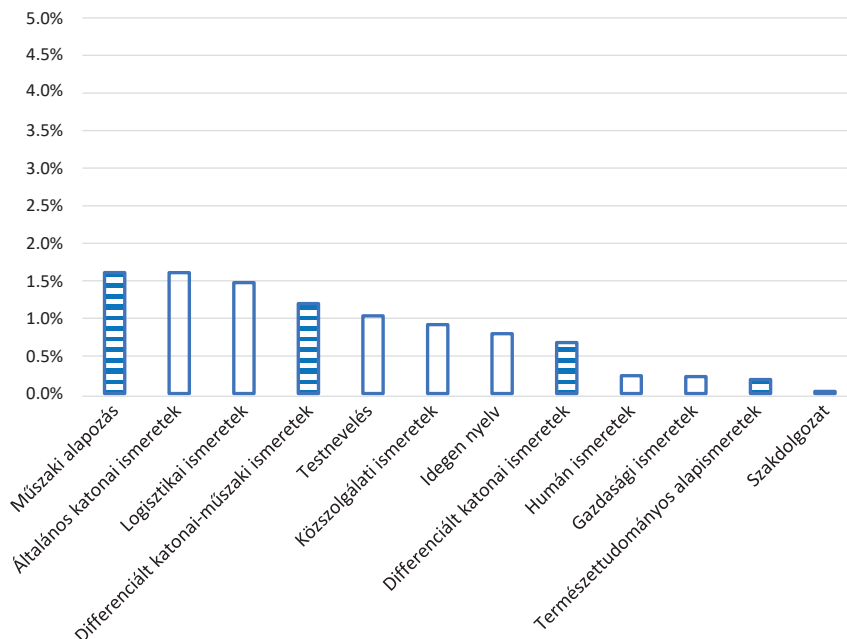
⁴ Sebők István – Tar Csaba: A katonai alapképzési szak fegyverzettechnikai moduljának felépítése a korábbi képzések tükrében, a szakmai tantárgyakra fordított óramennyiség szemszögéből. *Bolyai Szemle*, 25. (2016), 3. 11–19.



6. ábra. A had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, pc.- és gépjárműtechnikai specializáció (2005) tantárgycsoportjainak Pareto-elemzése

Forrás: a szerzők szerkesztése a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, pc.- és gépjárműtechnikai specializáció 2005-ben érvényben lévő tanterve alapján

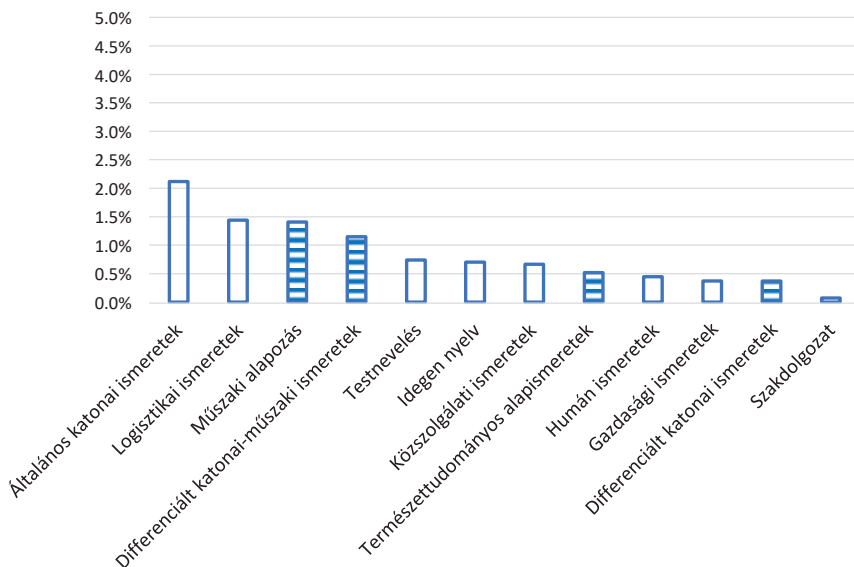
A had- és biztonságtechnikai mérnökképzés esetében a szakmaspecifikus tantárgycsoportok a gépészmérnökképzéshez hasonlóan az első négy helyet foglalják el, és összességében a képzés 66%-át teszik ki. Viszont figyelembe kell venni, hogy ez a százalék a hét tanulmányi félév miatt kevesebb óraszámot jelent, de az is kijelenthető, hogy a had- és biztonságtechnikai mérnökképzésnél a szakképzés preferenciája nem csökkent. A szakmaspecifikus tárgyak sorrendje viszont változott a gépészmérnökképzés esetében, a differenciált katonai-műszaki ismeretek a képzés elsődlegesen preferált ismeretanyagát képezte (21%), a had- és biztonságtechnikai mérnökképzés esetében pedig ez már csak a negyedikként preferált ismeretanyag (11%). Ez a nevezett tantárgycsoport preferenciájának az erős csökkenését jelzi, ami a kontaktóra mennyiségének a csökkenéséből (3. ábra) is látható.



7. ábra. A katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul (2013) tantárgycsoportjainak Pareto-elemzése

Forrás: a szerzők szerkesztése a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul 2013-ban érvényben lévő tanterve alapján

A katonai logisztika alapszak esetében lényeges változást lehet tapasztalni. A szakmaspecifikus tárgyak aránya 37%-ra csökkent, és bár a műszaki alapozás a legpreferáltabb, de minimális mértékben. Jelentős mértékben megnőtt az általános jellegű ismeretek aránya, vagyis az általános katonai ismeretek és a logisztika ismeretek, amelyek összesen 30%-os aránnyal rendelkeznek. Ez az arány jelentős ugyan, de nem olyan mértékben, hogy meghatározóvá váljon. A képzésnek elveszett a meghatározó célja, az általános és a specifikus képzés között egyensúlyozott.



8. ábra. A katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul (2020) tantárgycsoportjainak Pareto-elemzése

Forrás: a szerzők szerkesztése a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, pc.- és gépjárműtechnikai modul 2020-ban érvényben lévő tanterve alapján

A katonai logisztika alapszak 2020-as változtatásával a szakmaspecifikus tárgyak aránya 34%-ra csökkent (8. ábra). Az általános katonai ismeretek és a logisztika 34%-ra nőtt, a változás nem jelentős, tehát a szakmai tárgyak kissé alacsonyabb preferáltságával marad az a helyzet, hogy a képzés a változtatással sem találta meg a fő irányvonalát.

3. Összegzés

A cikk a bevezetésben leírtak szerint nem célozza meg az új képzések bevezetésének körülményeit, és nem próbálja feltárni azok céljait. A cél a változás leírása deskriptív statisztikai eszközökkel, és ezek alapján következtetések megállapítása.

A 1. ábra alapján megállapítható, hogy a gépészmérnök szak 1990-es években történő bevezetésével és a 2010-es kifizetésével a legtovább alkalmazott szak volt a pc.- és gépjárműtechnikai tisztképzésben. A képzés alapprioritása a tantárgyak és azok óraszámai során a szaktisztképzés volt. Rendkívül magas óraszámot kaptak azokból az ismeretekből, amelyeket a hallgatók az első tiszti beosztásban felhasználtak. A képzés a szakmai, ezen belül a műszaki képzésre koncentrált, megteremtve a műszaki területen való továbbtanulás lehetőségét. A képzés további előnye, hogy azt az ismeretanyagot, vagyis a műszaki ismereteket preferálta, ami a tapasztalat szerint a szakmai pályafutás során önállóan nem elsajátítható. A képzés célirányossága olyan szakmai

felkészültséget és háttérrel adott a hallgatóknak, amelyre a szakmai pályafutás során további szükséges ismeret már önállóan elsajátítható volt.⁵

A had- és biztonságtechnikai mérnökképzés a kevesebb óraszámot figyelembe véve hasonló prioritásokkal rendelkezett. A szűkebb keretei között megtartotta a célirányosságát. A különbség, hogy a differenciált katonai-műszaki ismeretanyag óraszámának jelentős csökkenése kevésbé készítette fel az első beosztásra, amely alapvetően javító szakasziparancsnok volt.

A katonailogisztika-képzésen belüli pc.- és gépjárműtechnikai tisztképzés az előző kettőhöz képest jelentős eltérést mutat. A szakmai tárgyak óraszámcsökkenése jelentős. A szakmai tárgyak aránya felére esett vissza korábbi két képzéshez képest. Ennek megfelelően a képzés elveszítette a fő prioritását, az általános és a specifikus képzés között egyensúlyoz.

Felhasznált irodalom

- Nemzeti Közszerződési Egyetem, katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, páncélos- és gépjárműtechnikai modul 2013-ban érvényben lévő tanterve
- Nemzeti Közszerződési Egyetem, katonai logisztika alapszak, haditechnika specializáció, páncélos- és gépjárműtechnikai modul 2020-ban érvényben lévő tanterve
- Sebők István – Tar Csaba: A katonai alapképzési szak fegyverzettechnikai moduljának felépítése a korábbi képzések tükrében, a szakmai tantárgyakra fordított óramennyiség szemszögéből. *Bolyai Szemle*, 25. (2016), 3. 11–19.
- Sebők István: A fegyver- és fegyverzettechnikai szakemberek oktatásának, képzésének vizsgálata az új elvek és irányok tükrében. *Seregszemle*, 16. (2018), 1. 57–62.
- Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, gépészmérnök alapszak, gépjárműtechnikai szakirány 2004-ben érvényben lévő tanterve
- Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, páncélos- és gépjárműtechnikai specializáció 2005-ben érvényben lévő tanterve
- Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, had- és biztonságtechnikai mérnök alapszak, haditechnika szakirány, páncélos- és gépjárműtechnikai specializáció 2010-ben érvényben lévő tanterve

⁵ Sebők István: A fegyver- és fegyverzettechnikai szakemberek oktatásának, képzésének vizsgálata az új elvek és irányok tükrében. *Seregszemle*, 16. (2018), 1. 57–62.

Olajosné Lakatos Boglárka¹

A felszíni vizek monitoringjának hazai és európai uniós operatív rendszere

The Operational System of Surface Water Monitoring in Hungary and the European Union

A szerző célja egy átfogó kép nyújtása a fenntartható és integrált vízgazdálkodás többek között vízminőségvédelmi vonatkozásában is működtetett felszíni megfigyelő hazai és nemzetközi rendszerekről. A hazai és nemzetközi történeti bevezető után a cikk a Víz Keretirányelv és az ennek megfigyelésére működtetett hazai és európai uniós rendszerek történeti, vízdiplomáciai háttéréről, felépítéséről, operatív működéséről ad információt. A 40 év vízminőségvédelmi törekvéseinek érdekében született egyezmények és intézményi összefogások eredményei, a megfigyelő hálózatok felépítése, egymást támogató rendszere hasznos alaptudást biztosít például az éghajlatváltozásra, a biodiverzitás-csökkenésre és a társadalmi, mezőgazdasági igényekre reagáló, új intézkedéseket tervező szakemberek számára az intézkedések hatásvizsgálatának alapját képező monitoringfelállítással kapcsolatban.

Kulcsszavak: vízminőség-védelem, monitoringrendszer, Víz Keretirányelv, Duna védelme

The aim of the author is to provide a comprehensive picture of the national and international surface monitoring systems operated in the field of water quality protection between sustainable and integrated water management. After the national and international historical introduction, the article provides information on the historical, water diplomatic background and structure of the Water Framework Directive and its operated monitoring system. Studying the results of conventions and institutional collaborations for the 40 years of water quality protection, the structure of monitoring networks, and the mutually supportive system, provides a useful basic knowledge for water experts who design new measures in response to climate change, biodiversity loss and social

¹ Országos Vízügyi Főigazgatóság, projektkoordinátor, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktori hallgató, e-mail: lakatosboglarka@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7760-3190>

and agricultural needs in connection with setting up monitoring as a basis for impact assessment of measures.

Keywords: *water quality protection, monitoring system, Water Framework Directive, protection of the Danube*

1. Bevezetés

A nemzeti vízkincs mennyiségi és minőségi védelme nemzetbiztonsági érdek. A mennyiségi és minőségi elemek nem szétválaszthatók, így azok megfigyelése és védelme közös gondolkodást kíván mérnöktől és ökológustól, biológusoktól, kémikusoktól.² Globális probléma a szennyezett vagy épp a nem megfelelő mennyisége miatt már öntisztulásra képtelen víz. Ezt hivatott támogatni a felszíni vizek minőségének monitoringrendszere, amelyet valamilyen szinten már minden ország végez, az európai uniósok, vagyis hazánk is szigorú feltételeknek tesz eleget. A vízminőség-védelem nem egyszerűen az eredeti állapot megőrzését és megvédését jelenti. Az európai irányok ökológiai szemlélettel teremtenek összhangot a természet- és környezetvédelmi, valamint a gazdasági érdekek között, a vizek jó állapotának megőrzése érdekében.

Az Európai Víz Keretirányelv szerint, amely nevéből adódóan mintegy iránymutatást ad a holisztikus és ökológiai szemléletű vízgazdálkodási, egyben környezet- és természetvédelmi tevékenységek számára, alapvető feladat a vízminőség fejlesztése, legalább a jó állapot eléréséig. Ez természetesen nemcsak a szűk értelemben vett vizekre-víztestekre vonatkozik, hanem az egész vízgyűjtő területre, hiszen annak természeti és antropogén adottságai határozzák meg az ottani vizek minőségét.

A Bizottság 2012-ben tette közzé a Víz Keretirányelv harmadik végrehajtási jelentését. Ebben azt állapította meg, hogy a felszíni víztestek 43%-a volt jó állapotban 2009-ben, ez a szám pedig 2015-re várhatóan 53%-ra fog emelkedni a tagállamok tervezett intézkedései révén. Következésképpen további intézkedések hiányában 2015-re a célkitűzésektől való 47%-os elmaradás várható.³ A vízkészletek megőrzésére irányuló EU-terv meghatározza, hogy mely az előrelépést gátló akadályokat kell leküzdeni, és a jobb végrehajtásra, a politikai célkitűzések fokozottabb integrációjára és a fennmaradó szabályozási hiányosságok felszámolására összpontosít. Olyan főbb témákat határoz meg, mint például a földhasználat, a vízszenyezés, a vízfelhasználás hatékonysága és rugalmassága, továbbá a jobb irányítást.

Annak érdekében, hogy láthassuk a vízminőség hatékony védelmének alapjául szolgáló megfigyelési rendszerek működését és határfokát, a következő fejezetekben a Magyarországon és az Európai Unió keretirányelvének iránymutatása alapján működő nemzetközi megfigyelő rendszerek felépítését mutatom be.

² Somlyódy László: Vízminőségi modellek és a mérnök. *Hidrológiai Közlöny*, 98. (2018), 2. 13–22.

³ A bizottság jelentése az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak a víz-keretirányelv (2000/60/EK) és az árvízvédelmi irányelv (2007/60/EK) végrehajtásáról. Második vízgyűjtő-gazdálkodási tervek. Első árvízcockázat-kezelési tervek. Brüsszel, 2019.

2. Hazai vízminőség-vizsgálatok történeti áttekintése

1823-ban kezdődtek az első vízállás-megfigyelések a Dunán, a Tiszán pedig 1833-ban. A kémiai vízminőség-megfigyelések ezzel szemben a vegytannal együtt fejlődtek. A 20. század első felében elsősorban, kampányszerűen vizsgálták egy-egy nagyobb folyó vízminőségét.

A rendszeres vízminőségi monitoring a Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóintézet (VITUKI) 1952-es megalakulásához és az intézet Vízminőségi Osztályához kapcsolódik. Az 1950-es években a VITUKI mintegy 130 vízfolyás 1400 szelvényében 25 vízminőségi komponens értékét rögzítette évi gyakorisággal, és ezzel párhuzamosan kidolgozta az úgynevezett KGST-módszert.⁴ A KGST-módszer szerinti vízminősítés alapjául az úgynevezett vízminőségi normatívák – a víz összetételének és tulajdonságainak jellemzésére szolgáló mutatószámok határértékei – szolgáltak. A vízminőségi normatívák alapján történő minősítést elsősorban a vízfelhasználók igényei határozták meg. A KGST-módszer⁵ alapján a felszíni vizeket az I–IV. (tisztá / kissé szennyezett / szennyezett / osztályon kívüli, nagyon szennyezett, szennyvíz) vízminőségi osztályba sorolták. Három csoportot mért. Az oxigénforgalom mutatói: oldott oxigén, oxigéntelítettség, biokémiai oxigénigény, kémiai oxigénfogyasztás, kénhidrogén-tartalom, szaprobiológiai állapot. Az ásványi anyag tartalom mutatói: klorid, szulfát, összes keménység, kalcium, magnézium, száraz maradék. És a különleges mutatók: ammónium, nitrát, fenolok, szintetikus mosószerek, pH, összes vas, mangán, hőmérséklet, szag és íz, szín, olaj, Coli-érték; cianidok, kórokozó csírák, káros anyagok (ólom, arzén, higany, réz, cink, kadmium, króm-III, króm-VI, kobalt, ezüst, szulfidionok, vanádium, bór).⁶

A KGST-módszert 1983-ig használták, amikor is az MSZ 10-172/1-83 szabvány bevezetésével áttértek az integrált minősítési rendszer alkalmazására. Az integrált minősítés alapja az volt, hogy a felszíni vizeknek biztosítani kellett a vízi ökoszisztémák viszonylagos stabilitását, és egyidejűleg ki kellett elégítenie a vízhasználatok igényeit is. A VKI feltáró monitoringra leginkább hasonló programban a víz típusától függően havi, kétheti (néhol kéthavi vagy heti) gyakorisággal vizsgálták a felszíni vizeket. Ez a hálózat tehát a jelentősebb vízfolyásokat és állóvizeket fedte le, és nemzetközi összehasonlításban is jónak volt mondható: mintegy 150 törzshálózati, 90 regionális, több száz lokális mintavételi helyen történtek a mintavételek. Az adatellenőrzést követően a VITUKI-ban évente elkészítették az ország vízminőségi térképét, amelyen a nagyobb vízfolyásokat ábrázolták.

A monitoringrendszer tehát folyamatos és szisztematikus fejlődésen ment keresztül az 1950-es évektől kezdve, ami mint később látni fogjuk, Magyarország előrehaladottságát jelöli legalábbis vízminőségmérési szempontból. Folyamatosan nőtt a mérési helyszínek, a mintavételek és többé-kevésbé a mérések száma is. A mérési helyszíneket illetően ugyanak-

⁴ Clement Adrienne – Somlyódy László: Vízminőség és szabályozása. In Somlyódy László (szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 2002.

⁵ A Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa (rövidítve KGST, angolul Comecon) a közép- és kelet-európai szocialista országok gazdasági együttműködési szervezete volt a hidegháború alatt 1949 és 1991 között.

⁶ Szabó Attila Péter: *Háttérváltozók szerepe a Duna és a Tisza ökológiai minősítésében*. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem, 2008.

kor messze alulreprezentáltak voltak a kis (1000 km²-nél kisebb vízgyűjtő területű, 1 m³/s-nál kisebb középvízhozamú) vízfolyások.⁷

3. Európa vízminőségi mérőföldkövei

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) 1998-as jelentése szerint az európai vizek általános szintje az 1980-as évek óta nem javult jelentősen, főleg a felszín alatti vizek és a kisebb vízfolyások vannak veszélyben. 2003-ban megjelent a *Vizek állapota Európában* című összefoglaló dokumentum, amely szerint az előző évekhez képest a vizek védelme és minősége javuló tendenciát mutat (EEA 2003).⁸ Az EEA készített egy *Környezet az Európai Unióban – 1995* című tanulmányt, amely rávilágított a Közösség vizeinek mennyiségi és minőségi védelmét célzó intézkedések szükségességére, többek között ez és az 1991-es hágai miniszteri szeminárium is elősegítette az édesvizek hosszú távú minőségi és mennyiségi leromlásának megakadályozására egy 2000-ig kidolgozandó cselekvési programról szóló nyilatkozat megalkotását.

Az Európai Unió új vízgazdálkodási politikáját Franciaország, Hollandia, Nagy-Britannia, Németország és Portugália szakértőcsoportja által kidolgozott EUROWATER projekt alapozta meg. Az említett projekt alapján végzett elemzés – amely már tartalmazta az EU-s tapasztalatokat és módszertanokat – bebizonyította, hogy az elkészült anyag alkalmas az EU harmonizációs előkészítésére.

3.1. További együttműködések a Duna védelmében

Európában a közös gondolkodás indulása az 1980-as évekre tehető. Itt kezdődtek meg először a Duna vízgyűjtőjének védelmében létrehozott közös érdekelttségű területek mint prioritások. A Danube Rectors' Conference: Dunai Rektorok Konferenciáját az ulmi, linzi, bécsi és budapesti egyetemek rektorai 1983-ban alapították meg egy bécsi találkozó alkalmával. Azóta számos más intézmény is csatlakozott a kezdeményezéshez, 60 egyetem jelenleg a tagja, köztük az Andrássy Egyetem, a Corvinus, az ELTE, a Semmelweis és a Pécsi Egyetem.⁹

A Duna Védelmi Egyezményről és a Duna Védelmi Nemzetközi Bizottságról – International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR)¹⁰ szóló egyezményt 1994. június 29-én írták alá Szófiában. A dokumentum kialakította azt az átfogó jogi eszközt, amely biztosítja a határokon átnyúló vízgazdálkodási együttműködést a Duna-medencében. Az egyezmény 1998-ban lépett hatályba. Célja a Duna-medence felszíni és felszín alatti vizeinek fenntartható és egyenlőségen alapuló kezelésének és használatának biztosítása.

Az egyezményt 11 Duna menti állam – Ausztria, Bulgária, Horvátország, Cseh Köztársaság, Németország, Magyarország, Moldova, Románia, Szlovákia, Szlovénia és Ukrajna –, valamint az Európai Közösség írta alá. Az aláírók 1998-ban létrehozták a Duna Védelmi Nemzetközi

⁷ Somlyódy László: *Felszíni vizek minősége*. Budapest, Typotex, 2018.

⁸ EEA: *A vizek állapota Európában*. EEA briefing, (2003), 1. Európai Környezetvédelmi Ügynökség.

⁹ Danube Rectors' Conference. Dunai Rektorok Konferenciája.

¹⁰ ICPDR. Duna-védelmi Bizottság.

Bizottságot (ICPDR). A fő célja a Duna Védelmi Egyezmény végrehajtásának támogatása volt. 2000-ben az aláírók ugyanakkor a Víz Keretirányelv végrehajtását koordináló Duna-vízgyűjtőkerület szintű nemzetközi testületté nyilvánították, amely a VKI-ból származó nemzetközi jelentőségű kérdéseknek és feladatoknak egyeztetéséhez kínál szervezetet. A Bizottság célja a Duna-víz mennyiségi és minőségi védelme. Az ICPDR tagjai nemzeti küldöttek, minisztériumok képviselői, műszaki szakértők és civil szervezetek képviselői, valamint tudományos kutatók.

3.2. Az Európai Közösség Víz Keretirányelve

Az Európai Közösség az 1970-es évektől egyre több olyan jogszabályt léptetett hatályba, amely a vizek védelmét szolgálta, viszont a vizek állapota nem javult. Ezért az 1990-es évek közepére kidolgozták az EU új Víz Politikáját, amelynek végrehajtására fogadták el a Víz Keretirányelvet, amely 2000. december 22-én lépett hatályba. A keretirányelv végrehajtásának fő célja, hogy 2015 végéig, az EU tagállamaiban jó állapotba kerüljön minden olyan felszíni és felszín alatti víz, amelynek jó állapotba hozásához, illetve jó állapotának megőrzéséhez szükséges intézkedések szakmai szempontból megvalósíthatók, nem sértik súlyosan a közérdeket, és nem elviselhetetlenül költségesek a társadalom számára.

A Víz Keretirányelv megteremti a jogi kereteket a szárazföldi felszíni vizek, az átmeneti vizek, a parti vizek és a felszín alatti vizek védelmének megvalósításához. Az általános célokat az 1. cikk határozza meg:

- A vízi ökoszisztémák és – tekintettel azok vízszükségletére – a vízi ökoszisztémáktól közvetlenül függő szárazföldi ökoszisztémák és vizes élőhelyek állapotának javítása és védelme.
- A vízkészletek fenntartható használatának elősegítése.
- A különösen veszélyes anyagok vizekbe való bevezetésének fokozatos csökkentése és megszüntetése.
- A felszín alatti vizek szennyezésének csökkentése.
- Az áradások és aszályok hatásainak mérséklése.

A célkitűzések elérése érdekében minden tagállamnak fel kell mérnie vizeinek jelenlegi állapotát, stratégiát kell készítenie a meghatározott célok elérése érdekében. Ehhez vízgyűjtő egységeket kellett meghatározni, amelyekre vízgyűjtőgazdálkodási terveket dolgoztak/dolgoznak ki, amelyeket hatévente meg kell újítani. Ezek a tervek a vízügyi és környezetvédelmi feladatokon túl társadalmi-gazdasági hatásokat, kapcsolatokat is elemeznek. A terveknek az alábbi elemzéseket kell tartalmazniuk:

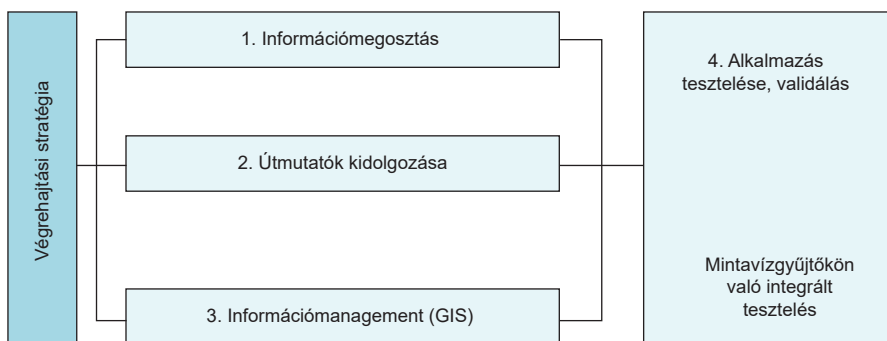
- a vízgyűjtő általános leírását, beleértve a felszín alatti vizeket is;
- minden jelentősebb terhelés és emberi tevékenység vizekre való hatásainak összefoglalását;
- a védett területek és a megfigyelési hálózat leírását;
- a vizekre vonatkozó környezeti célkitűzések listáját;
- a gazdasági elemzés, valamint
- minden intézkedés és intézkedési program összefoglalását;
- az illetékes hatóságok felsorolását, továbbá

- a tájékoztatásra tett intézkedések és a vízgyűjtőgazdálkodási terv készítése során végzett társadalombevonási tevékenység összefoglalását.

A vízgyűjtők jelentős része több állam területére esik. A tagállamok által tervezett vízgyűjtőterületek 30%-a nemzetközi, és ezek a tagállamok területének 66%-án terülnek el. A nemzetközi vízgyűjtők kezelésére, a nemzetközi vízgyűjtőgazdálkodási terv módszertanának kifejlesztésére indult el az EU MANTRA-EAST Projekt.¹¹

4. A VKI végrehajtása Európában

Az Európai Unió Vízügyi Igazgatói Értekezletének támogatásával és koordinálásával EU-szintű közös stratégiát (CIS) dolgoztak ki a Víz Keretirányelv végrehajtásához. A közös stratégia célkitűzése és programja a Keretirányelv végrehajtásának a módszertani előkészítését és a végrehajtáshoz szükséges módszertani útmutatók kidolgozását szolgálja. Az első ábrán a végrehajtáshoz szükséges fő elemeket és az általános módszerének kulcstevékenységeit láthatjuk.¹²



1. ábra. A Víz Keretirányelv végrehajtásának moduláris szerkezete

Forrás: Nagy Zsuzsanna szerkesztése a *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2009. alapján

A végrehajtási stratégia három alapeleme végig kapcsolódik az alkalmazás tesztelésére és validálására irányuló tevékenységek figyelemmel kísérésére és az eredményeik beépítésére. A különböző munkacsoportok munkáinak koordinálására, eredményeinek értékelésére Stratégiai Koordináló Csoportot hoztak létre, amely többek között a vízügyi igazgatók értekezletére előkészíti a dokumentumokat, és útmutatókat ad a kulcstevékenységekhez, valamint felhatalmazással rendelkezik a stratégiai dokumentum továbbfejlesztésére. Mindezek eredményeképpen

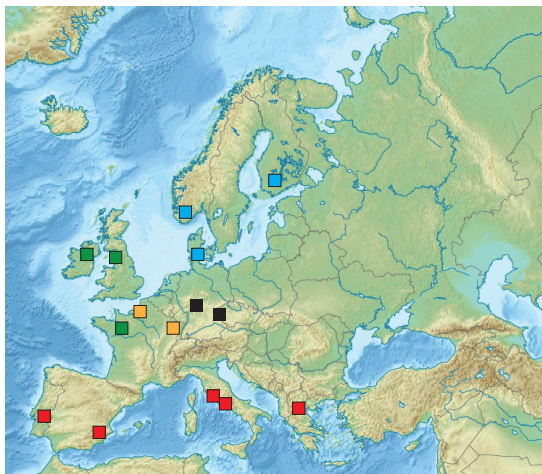
¹¹ Hardi Tamás: *Duna-stratégia és területi fejlődés*. Digitális kiadás. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2016.

¹² Nagy Zsuzsanna: *A biológiai elemek állapotát befolyásoló főbb hidromorfológiai tényezők meghatározása magyarországi kisvízfolyásokra*. Doktori értekezés. Budapest, Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola, 2007. 15.

2006 nyarára elkészültek a közös végrehajtást segítő dokumentumok, ezeket a CIRCA-¹³ (EU közösségi információs) rendszerben tették elérhetővé.

Az útmutatók tesztelésére 15 minta-vízgyűjtőterületet jelöltek ki Európában (2. ábra). Közöttük szerepelnek csak egy országot (például Tevere: Olaszország) és több államot is érintő vízgyűjtők (például Sheldt: Belgium, Franciaország, Hollandia; Szamos: Magyarország, Románia).

- Scheldt (B, F, NL)
- Moselle/Saar (D, F, LUX)
- Odense (DK)
- Oulujoki (FIN)
- Suldal (N)
- Marne (F)
- Shannon (IRL)
- Ribble (UK)
- Pinios (GR)
- Júcar (SP)
- Guadiana (Portuguese part)
- Cecina (IT)
- Tevere (IT)
- Somos (HU, ROM)
- Neisse (D, CZ, PL)



2. ábra. A kísérleti vízgyűjtők hálózata az integrált teszteléshez

Forrás: A Víz Keretirányelv Közös Végrehajtási Stratégiája: WFD Common Implementation Strategy – Progress and Work Programme 2003/2004.

4.1. A VKI végrehajtása Magyarországon

Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk óta Magyarországra nézve is kötelező az ebben előírt feladatok végrehajtása, ugyanakkor az ország elhelyezkedése miatt alapvetően érdekelt vagyunk abban is, hogy a nemzetközi Duna vízgyűjtőkerületben mielőbb teljesüljenek a VKI célkitűzései. Magyarország a VKI és a kapcsolódó irányelvek, rendeletek előírásait átültette a hazai vízgazdálkodási, vízvédelmi szabályozásba. A Víz Keretirányelv célja, hogy a felszíni és felszín alatti vizek, valamint a vizekkel kapcsolatban lévő védett területek „jó állapotba” kerüljenek. A kitűzött cél, vagyis a vízfolyások, állóvizek, felszín alatti vizek jó ökológiai, vízminőségi és mennyiségi állapotának elérése összetett és hosszú folyamat. E célok eléréséhez szükséges intézkedéseket a vízgyűjtőgazdálkodási terv foglalja össze, amely a VKI által meghatározott stratégiai tervezési módszerrel és ütemezésben, gondos és kiterjedt tervezési folyamat eredményeként születhet meg. A Kormány az 1042/2012. (II. 23.) Korm. határozattal hirdette ki Magyarország első vízgyűjtőgazdálkodási tervét (VGT1), amely a 2010–2015 közötti időszak intézkedési programját tartalmazza. 2015. évben megtörtént a VGT1 felülvizsgálata, a felülvizs-

¹³ A gyorsabb információcseré előmozdítása és a számos szakértői csoport munkájának megkönnyítésére a Bizottság létrehozott egy CIRCA nevű internetes platformot, amely azóta frissült a CIRCABC nevű platformra.

gált terv (VGT2) a 2016–2021 közötti hat év cselekvési programja. A VKI 2015. december 22-re tüzi ki a jó vízállapotok elérését, amely alól indoklással 2021-ig vagy 2027-ig, vagy tartósan lehet mentességet alkalmazni.¹⁴

5. A Duna védelme, monitoringja

A Keretirányelv végrehajtásának előkészítéséhez 2001-ben a feljebb már említett szakértő csoport jött létre, és megkezdte a végrehajtás stratégiájának és részletes munkaprogramjának kidolgozását a Nemzetközi Duna-védelmi Bizottság (*International Cooperation for the Protection of the Danube River – ICPDR*).

Az ICPDR feladatai a koordináció, az információcsere, a stratégiák kidolgozása a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezéshez, a szintetizáló (*roof*) jelentés készítése az EU felé, illetve a módszerek és mechanizmusok harmonizálása.

A Keretirányelv előírásai szerint a vízgyűjtő-gazdálkodási tervezés legfontosabb területi egysége az egész Duna-vízgyűjtő. Annak egyes részterületeire, a Duna mellékfolyóira kell az egyes államoknak részvízgyűjtő-gazdálkodási terveket készíteniük, amely így hat a környezetére, és a vízgyűjtő ökoszisztémájának javulását szolgálja.

A vízgyűjtő-gazdálkodási tervek készítéséhez Magyarország területét 42 tervezési alegységre osztották fel, s ezekre az illetékes vízügyi igazgatóságok vízgyűjtő-gazdálkodási terveket készítettek. Magyarországon 2010-ig elkészült az országos vízgyűjtő-gazdálkodási terv, valamint a Duna, a Tisza, a Dráva és a Balaton részvízgyűjtő-gazdálkodási terve.

A minősítési módszerek kidolgozottságát tekintve a feladatokat formálisan teljesítettük, a típusspecifikus minősítő rendszerek elkészültek mindegyik élőlénycsoportra, illetve a háttér- (fizikai-kémiai) komponensekre. Az Unió az adatok összevethetősége érdekében megkövetelte, hogy 2011-ig ezek a módszerek „interkalibráltak” legyenek, azaz egyazon vízállapot vizsgálata az országonként eltérő biológiai módszertan és értékelési rendszer ellenére egymással összevethető eredményre vezessen.¹⁵

5.1. A Duna-védelmi Bizottság (ICPDR) monitoringrendszerének legfőbb elemei

Az ICPDR műveleteit két csoport irányítja: a rendszeresen tanácskozó munkacsoport, amely meghatározza a politikát és stratégiát, míg a felállított különleges munkacsoport útmutatási keretet biztosít, és előkészít kulcsfontosságú döntéseket. Emellett szakértők munkacsoportja és érdekképviseleti résztvevők alkotják a tudományos és technikai területeken dolgozó ülések résztvevőit. Az ICPDR nyolc szakértői csoportja (*Expert Group*) a struktúra létfontosságú részét képezi. Megfelelnek a Duna-védelmi egyezmény által meghatározott különféle követelményeknek, a Víz Keretirányelvnek (WFD) és az árvizekről szóló irányelvnek (*Flood Directive*).

¹⁴ A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. *Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv – 2015*. Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2016.

¹⁵ A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. *Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv – 2015*. (2016) i. m. 4.

A szakértői csoportok:

1. Vízyűjtő-gazdálkodási szakértői csoport (*River Basin Management Expert Group*)
2. Monitoring és Értékelési Szakértői Csoport (*Monitoring and Assessment Expert Group*)
3. Nyomás- és mérési szakértői csoport (*Pressures and Measures Expert Group*)
4. Árvízvédelmi szakértői csoport (*Flood Prevention Expert Group*)
5. Baleset-megelőzési és -ellenőrzési szakértői csoport (*Accident Prevention Control Expert Group*)
6. Információkezelési és térinformatikai szakértői csoport (*Information Management and GIS Expert Group*)
7. Nyilvános részvételi szakértői csoport (*Public Participation Expert Group*)
8. Stratégiai Szakértői Csoport (*Strategic Expert Group*)

A nyilvánosság aktív részvétele az egyik legfontosabb kritérium a fenntartható vízgazdálkodás terén. Több mint 20 szervezet rendszeresen él is ezzel a lehetőséggel.

5.2. A Nemzetközi Monitoringhálózat (*TransNational Monitoring Network – TNMN*)

Célja egy átfogó kép nyújtása a szennyezésekről és a vízminőség hosszú távú állapotáról, illetve a Duna-medence főbb szennyezőanyag-terheléséről. Az adatok gyűjtése egységes formában történik, így azok könnyen összehasonlíthatók. Az analitikai módszerek a TNMN kritériumainak megfeleltetése esetén alapvetően szabadon választhatók.

Mind az EU VKI, mind a felülvizsgált Duna-védelmi Egyezmény követelményeinek való megfelelés érdekében a felszíni vizekre vonatkozó TNMN a következő elemekből áll:

- Felügyeleti monitoring I.: A felszíni vizek állapotának figyelemmel kísérése
- Felügyeleti monitoring II.: A specifikus nyomások figyelemmel kísérése
- Operatív monitorozás
- Vizsgálati monitoring

A felügyeleti monitoring I. a veszélyes anyagok megfigyelése. Az ICPDR szervezetében részt vevő államok egy közös megfigyelési tevékenysége, amely éves adatokat eredményez a szennyező anyagok koncentrációjáról a Duna erre kiválasztott szakaszain.

A felügyeleti monitoring II. és az operatív monitorozás a státuszra vonatkozó adatok összegyűjtésén alapul a vízyűjtő felszíni és felszín alatti víztesteiről. Ennek eredményei jelennek meg hatévente a részt vevő országok Vízyűjtő Gazdálkodási Terveiben, amely a VKI előírása.

A vizsgálati monitoring elsősorban nemzeti feladat, de a Közös Duna felmérés vízyűjtő koncepciója megköveteli a meglévő megfigyelési módszerek harmonizálását, pótolva a VGT-ben működő megfigyelő hálózatok információs hiányosságait. Ezenkívül új módszerek kidolgozását vagy az „új” vegyi anyagok hatásának ellenőrzését is elősegíti.

A TNMN adatgyűjtési eljárása országos szinten szerveződik. A nemzeti adatkezelők (*National Data Manager – NDM*) felelősek a TNMN laboratóriumaiból történő adatgyűjtésért, valamint az adatok ellenőrzéséért. A konvertálás egy korábban egyeztetett adatcseré fájlfórmátumban

történik (DEFF). A menedzsmentközpont a pozsonyi Szlovák Hidrometeorológiai Intézetben székel. Ez a központ elvégzi az adatok másodlagos ellenőrzését és feltöltését a központi TNMN adatbázisába. Végül az ICPDR titkársága a TNMN-adatokat feltölti az ICPDR weboldalára. A nemzeti laboratóriumok eredményeit a Monitoringhálózat éves jelentésben teszi közzé. Ez magában foglalja a mintavételi helyeket, mérési paraméterek listáját és a mérési eredmények feldolgozásának módszertanát is. A vizsgálati monitoring alapvetően minden részt vevő ország saját feladata, de a vízgyűjtő szintű koncepció fejlesztéséhez létrehozták a hatévente ismétlődő Joint Danube Survey-t (JDS), vagyis a Közös Duna Felmérést.

5.3. A Közös Duna Felmérés

2001-ben, 2007-ben, 2013-ban és 2019-ben történt meg. A Duna és annak állapotát befolyásoló jelentős mellékvízfolyások hatásának egy pillanatképét adja, az ismétlődésekkel pedig a változások tendenciáját lehet nyomon követni.

A 2015-ben készült felmérés alapján megállapították, hogy a felszíni vizek minősége javuló tendenciát mutat, de számos mellékfolyón és a Duna alsóbb szakaszain a városok közelében a tápanyag-feldúsulás jellemzi, illetve a veszélyesanyag-terhelések kockázata is nő.

A JDS egy önálló és komplex nagyfolyófelmérés, amelynek célja, hogy a vízminőségmérés egy folyamatos fejlődési tendenciát mutasson mind technikai, mind pedig adatpótlási szempontból. Feladata a meglévő rendszerek összehangolása, az újonnan megjelenő kémiai vegyületek vagy ezeknek a különböző hatásvonalának a feltárása, illetve az ehhez szükséges új eszközök kifejlesztése. Az ICPDR saját vezénlyésű összehangolt vizsgálatai mellett minden Duna Régiós ország saját felmérést is készít. Ezeket a felkéréseket az European Environmental Agency (EEA) összesíti minden évben.

5.4. A Duna vízgyűjtőjének baleseti kockázati pontjai és előrejelző rendszere (*Accidental Early Warning System* – balesetvélszjelző rendszer)

Ha bizonyos veszélyes anyagok átlélik a meghatározott maximális küszöbértéket vagy határon áttérjedő vízszennyezés kockázata áll fenn, aktiválódik a veszélyhelyzeti figyelmeztető rendszer. A rendszer figyelmeztető üzeneteket küld az alvízi országoknak, hogy segítse a hatóságokat a környezetvédelmi és közbiztonsági intézkedésekre való azonnali reakcióban.

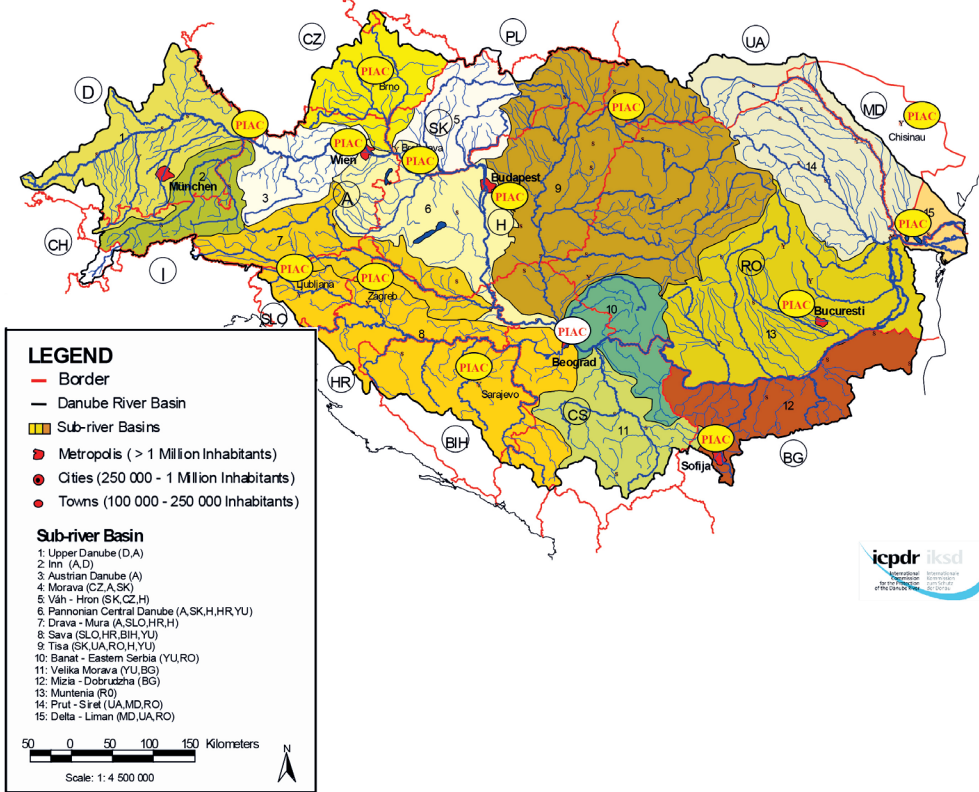
A 2000-ben történt ciánkatasztrófa eseményei élesben tesztelték a rendszert. A romániai Zazár település közelében működő ülepítő gátja 2000. január 30-án éjszaka egy körülbelül 25 m-es szakaszon átszakadt. A cianidot és nehézfémeket tartalmazó víz a Lápos folyóba zúdult, ahonnan a Szamosba, majd a Tiszába került. Mivel a bányavállalatnak nem volt kárelhárítási terve, a szennyezés lokalizálását vagy enyhítését meg sem kísérelték.

A szennyezőanyag koncentrációja a katasztrófa helyén a magyarországi szabvány szerinti határérték 180-szorosát is meghaladta, a Szamos és a Tisza összefolyásánál a határérték 135-szöröse volt. A duzzasztásnak és az áradásoknak köszönhető folyamatos felhígulás nyomán a Tisza-tónál 34-szeres, Szeged alatt 15-szörös volt a határérték-túllépés, de még Belgrád magasságában is okozott halpusztulást a szennyezés, amely még a Duna bulgáriai szakaszán

is határérték feletti volt.¹⁶ A rendszer lehetővé tette azoknak az intézkedéseknek az időben történő aktiválását, amelyek megakadályozták az emberek és az ökoszisztémák még szélesebb körű károsodását a Tisza folyó mentén.

Az AEWS az egyes részt vevő országok fő nemzetközi riasztási központjainak hálózatán működik. Ezek a központok három alapegységből állnak: Kommunikációs egység (a nap 24 órájában működik), amely figyelmeztető üzeneteket küld és fogad. A szakértői egység, amely a veszélyes anyagok adatbázisának és a Duna-medence riasztási modelljének felhasználásával értékeli bármely baleset lehetséges határokon átnyúló hatásait. A döntési egység, amely eldönti, hogy mikor kell nemzetközi figyelmeztetéseket küldeni.

Principal International Alert Centres in the Danube River Basin



3. ábra. Elsődleges nemzetközi riasztási központok a Duna vízgyűjtőjén

Forrás: AEWS – Accident Emergency Warning System. ICPDR.

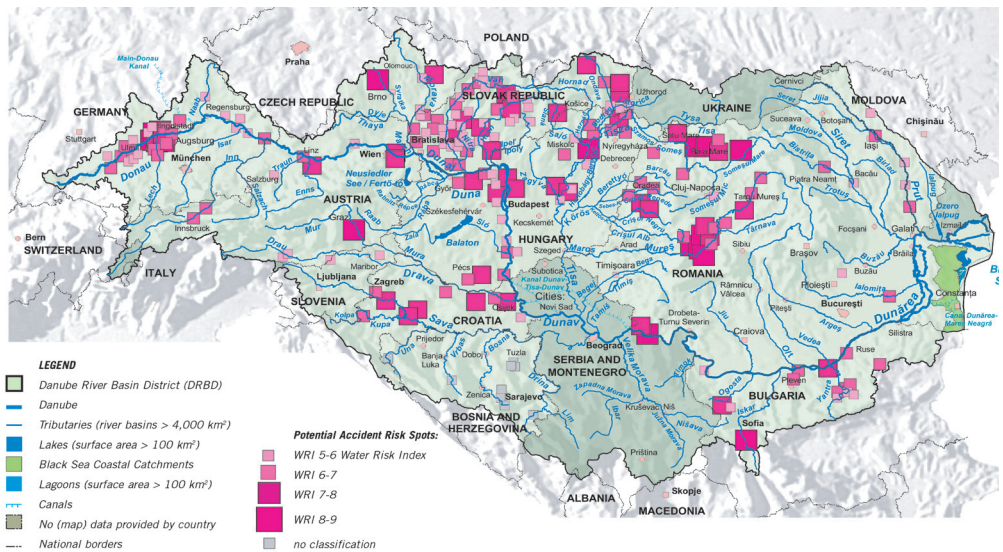
¹⁶ Tiszai cianidszennyezés. Wikipédia.

Az AEWS első szakasza 1997 áprilisában lépett működésbe Ausztriában, Bulgáriában, Csehországban, Horvátországban, Németországban, Magyarországon, Romániában, Szlovákiában és Szlovéniában. Ukrajna és Moldova 1999-ben lépett be a rendszerbe; valamint Bosznia és Hercegovina és a Szerb Köztársaság 2005 óta vannak a fedélzeten. A 3. ábrán láthatók ezek a riasztási központok a Duna vízgyűjtőjén.

5.5. Baleseti szennyezés

A Duna medencéjében bekövetkező véletlen szennyezések komoly károkkal fenyegetik a környezetüket, a helyiek egészségét. Ezt példázta 2000-ben a romániai nagybányai cianidkiömlés vagy a 2010-es, Ajkánál bekövetkezett magyarországi vörösiszap-katasztrófa. Az ICPDR a véletlenszerű szennyezés megelőzésén és a reagálási képességek javításán dolgozik az összes releváns baleseti kockázat jegyzékének összeállításával (3. ábra).

A baleseti kockázati foltok leltára magában foglalja az üzemi ipari helyszíneket, amelyek az üzemekben előállított, tárolt vagy felhasznált vegyi anyagok jellege miatt jelentős baleseti szennyezéssel járnak, valamint szennyezett helyek, ideértve a hulladéklerakókat és az áradásnak kitett területek hulladéklerakóit is. A 4. ábrán láthatók a területek, amelyek leltárát 2001-ben véglegesítették a Duna legtöbb országában, és 2003-ban aktualizálták. Az árvízveszélyes területeken található szennyezett területek leltározása előkészítés alatt áll.



4. ábra. Az ICPDR-jelentésben szereplő potenciális kockázati (ARS) pontok a Duna vízgyűjtőjén

Forrás: Danube River Basin District. Potential Accident Risk Spots. 2005. június.

6. A Duna Régió Stratégia (*European Union Strategy for the Danube Region – EUSDR*)

A szervezet nevéből is adódóan a stratégiai szintet képviseli. Az ICPDR és az EUSDR összehangolja tevékenységét a szinergiák kihasználása érdekében. Az EUSDR cselekvési terve konkrét intézkedéseket és projektpéldákat határoz meg 11 tematikus prioritási területen (*Priority Area*), azzal a céllal, hogy kezelje a régió közös kihívásait.

A 4. prioritási területe (PA4) „A vizek minőségének fenntartásával és helyreállításával és az európai vízkészletek védelmével” foglalkozik. Feladata az EU vízügyi keretirányelvének (WFD) és a települési szennyvíz kezeléséről szóló irányelv (UWWTD) végrehajtásának támogatása, a halmigráció és a mezőgazdasági szennyezés elleni intézkedések támogatása.

7. A hazai felszíni vizek VKI szerinti megfigyelésének működése

A Víz Keretirányelv (2000/60/EK; VKI) V. melléklete meghatározza a víztestek állapotának értékeléséhez szükséges vizsgálatok körét, a minimális vizsgálati gyakoriságot és az értékelési módszer alapjait. A monitoringprogram részletes kidolgozása a tagállamok feladata. A VKI célkitűzéseinek elérése és az ehhez szükséges adatok az alapjai az állapotértékelésnek.

Jelenleg hazánkban háromszintű monitoringrendszer alapján értékelik a víztesteket, a nemzetközi (ICPDR-) minta alapján. Az alapmonitoring (feltáró), amely biztosítja a hatévente jelentendő Vízgyűjtő Gazdálkodási Terv ciklus monitoringprogramjához szükséges hosszú távú adatsorokat. Az alapmonitoring vizsgálati pontjai egyesítenek egyéb mérési igényeket, mint például határvízi megállapodások, védett területek monitoringja, nitrátérzékeny területek monitoringjának legnagyobb része. A klasszikus vizsgálati paraméterek szerint évi 12 minta a jellemző, a biológiai vizsgálatok élőlénycsoportonként eltérő gyakorisággal történnek, a veszélyes anyagokat háromévenként egyszeri gyakorisággal mérik. A természetes medermorfológiai vizsgálatokat az emberi beavatkozások hatásának lassú kimenetele miatt szintén hatévente monitorozzák. A határral osztott víztestek esetében a megfigyelési adatokat kétoldalú határvízi szerződések vagy együttműködés alapján megosztják a szomszédos országokkal. A Duna-medence szintjén kiemelt víztestek esetében a feltáró monitoringból származó információkat az ICPDR-en keresztül a többi dunai országnak is meg kell küldeni. A feltáró monitoringhoz kapcsolódó program keretében történik az interkalibrációs hálózat működtetése, valamint a referenciahelyek vizsgálata is. A 2005/646/EK Bizottsági Határozat (interkalibrációs hálózatot alkotó helyek nyilvántartásának létrehozásáról) részeként 16 vízfolyás és öt állóvíz-monitoringpontot üzemeltet csekély mértékű zavarásnak kitett állapotot tükröző referenciahelyeken.¹⁷

Az úgynevezett operatív monitoringgal a bizonyos szempontból veszélyesnek tekintett vagy változtatásnak kitett vizek vizsgálata történik. Ennek a keretében nyolc alprogramot hoztak létre, két programot az állóvizekre, és hat programot a vízfolyásokra. A veszélyeztetett víztesteket

¹⁷ Európai Bizottság: *A Bizottság jelentése az európai parlamentnek és a tanácsnak a vízpolitikai keretirányelvben (2000/60/EK) előírt vízgyűjtő-gazdálkodási tervek végrehajtásáról*. Brüsszel, 2012.

érintő monitoringhelyszíneket különböző hatások vizsgálatára választották ki. A különböző operatív monitoring-alprogramokhoz a biológiai minőségi elemek kiválasztására a rendelkezésre álló biológiai monitoringadatok és az egyes biológiai minőségi elemek stresszor-válasz kapcsolata alapján került sor. A VGT2 időszakában 1279 monitoringponton 863 víztesten történt mérés. Ez a 1078 víztest 80,1%-ot fed le.¹⁸

A felszíni vizek monitoringfeladatait a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól szóló 31/2004. (XII. 31.) KvVM rendelet rögzíti.¹⁹ Vizsgálati monitoringot az olyan ismerethiány pótlására végeznek, amely határértékek túllépésére reagál, olyan helyeken ahol operatív monitoring nem üzemel, vagy valamilyen intézkedési programot alakítanak ki.²⁰ A VKI által meghatározott mind a 33 elsőbbségi anyagot megfigyelik. A veszélyes anyag miatt kockázatos folyók alprogramja 81 víztestre, illetve 103 monitoringpontra vonatkozik. E vizsgálatok keretében az elsőbbségi, illetve az egyéb veszélyes anyagok közül csak azt vizsgálják, amelyre más felmérési program határérték-túllépést mutatott, illetve amely anyagot kibocsátanak a vízgyűjtőn.

A vízgyűjtő alegységek területén történő környezeti káreseményeket ki kell vizsgálni. A komolyabb események kapcsán kárelhárítás és vizsgálati monitoring működtetése szükséges. A vizsgálati monitoring működtetői balesetszerű szennyezés esetében a kárt okozó környezethasználó és/vagy egymással együttműködve a környezetvédelmi, a természetvédelmi és a vízügyi államigazgatási szervek.

A védett területek monitoringja a felszíni vizekre vonatkozóan külön programként működik a fürdővizek, a Natura2000 területek, az ivóvízkivételek védőterületein, az őshonos halak életfeltételeinek biztosítása céljából a védett területeken, valamint a nitrátszennyezésről szóló irányelv és a települési szennyvizek kezeléséről szóló irányelv alapján kijelölt területeken. Az ilyen külön felszíni vízi monitoringhelyek teljes száma 407. Az ivóvízkivételek védőterületein a felszín alatti vizekre vonatkozó külön monitoringprogram 1754 helyet foglal magában.

8. Felszíni vizek monitoringjának fejlesztésére irányuló nemzetközi projektek

8.1. Danube Hazard projekt

A veszélyes anyagok szennyezésének kezelése a Duna-medencében méréssel, modellezéssel alapuló kezeléssel és kapacitásépítéssel történik.²¹

Az EU vízügyi keretirányelve szerint a veszélyes anyagok szennyezése a vízminőség egyik fő problémája, amelyet a Duna-medencében meg kell oldani. Ez vonatkozik az EU-n kívüli tagállamokra is, amelyek elkötelezték magukat hasonló célok elérése mellett a Duna-védelem Nem-

¹⁸ Kovács Zsófia: *Vízgyűjtő specifikus folyamatos monitoring rendszer módszertani kidolgozása és vízminőségi osztályozó algoritmus adaptálása és tesztelése felszíni vizekre*. Doktori értekezés. Pannon Egyetem, 2018.

¹⁹ 31/2004. (XII. 31.) KvVM rendelet a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól.

²⁰ VKI Monitoring. Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, 2019.

²¹ *Danube Hazard M3C*. Danube Transnational Program.

zetközi Bizottságában (ICPDR). A nemzeti vízgyűjtőgazdálkodási tervekben, többnyire a tudás jelentős hiányosságainak, a rendszerszintű ismeretek hiányának, valamint a HS-kibocsátási útvonalak és a hatékony kezelési lehetőségek intézményi kapacitásának hiánya miatt kiemelten fontos a nemzetközi összefogás projektszinten is. Célja a tartós és hatékony transznacionális ellenőrzés és a veszélyesanyag-szennyezés csökkentése, illetve hogy fokozza az ismereteket a szennyezés útvonalairól a Duna vízgyűjtőjében a magas koncentráció szintjére vonatkozó adatok integrálásával és összehangolásával, valamint a kísérleti régiók vízgyűjtőszintű kibocsátásának modellezésével. Részt vevő partnerek: Ausztria, Románia, Magyarország.

8.2. SIMONA (*Sediment-quality Information, Monitoring and Assessment System*) projekt²²

A Közös Duna Felmérése az üledék minőségének jellemzése érdekében mért vizsgálati eredmények komoly szennyezési értékeket mutattak. A Duna Régió tagországai azonban nem rendelkeznek elegendő intézményi kapacitással (információk, iránymutatások és módszerek) a hordalékmonitoring-hálózat kiterjesztéséhez. A projekt célja a felszíni vizeink hordalékminőségének hatékony és összehasonlítható mérésére és értékelésére irányuló jelenlegi igényre egy telepítésre kész üledékminőség-mérő információs, nyomonkövetési és értékelési rendszer biztosításával a transznacionális együttműködés támogatására. Részt vevő partnerek: Szlovénia, Bulgária, Ausztria, Magyarország.

8.3. Tidy Up projekt²³

A Tisza-Duna integrált cselekvési terv a folyók műanyagszennyezésének felszámolására. Az EU fejlett hulladékgazdálkodási és ambiciózus újrahasznosítási célkitűzései ellenére a tanulmányok rámutattak a makroplasztikus és mikroplasztikus szennyezés jelenlétére az európai folyókban. A Tidy Up projekt a vízminőség javítására és a műanyagszennyezés csökkentésére összpontosít Európa egyik legsúlyosabban szennyezett folyójában, a Tiszában, és vizsgálja a műanyagszennyezést és annak hatását a Dunára és a Fekete-tengerre. Jelenleg nem állnak rendelkezésre olyan szabványos módszerek és következetes adatok a Duna-medence folyók műanyagszennyezéséről, amelyek elősegítenék a vízgazdálkodási hatóságok összehangolt fellépését, és lehetővé tennék az együttműködést más ágazatokkal. A projektben részt vevő partnerek: Magyarország, Bulgária, Románia, Ausztria.

9. Összefoglalás, következtetések

A hazai felszíni vizek megfigyelése az 1950-es évektől folyamatosan fejlődött, mind a mintavételi helyszínek mind a mérések számának növekedésével. Ez a jelentősebb vízfolyásokat és állóví-

²² Simona project: Danube Transnational Program.

²³ Tidy Up: Danube Transnational Program.

zeket fedte le, amivel az európai országok közül is kiemelkedik. A mérési helyszíneket illetően ugyanakkor messze alulreprezentáltak voltak a kis (1000 km²-nél kisebb vízgyűjtőterületű, 1 m³/s-nál kisebb középvízhozamú) vízfolyások.

A környezeti monitoringok országos éves jelentéseit is közlétező Európai Környezeti Ügynökség (EEA) riportjai kimutatták az európai felszíni vizek állapota az 1980-as évek óta nem javul a meghozott intézkedések ellenére sem. Az 1990-es években ezért kidolgozták az Európai Közösség új vízpolitikáját, a Víz Keretirányelvet, amely az eddigi legnagyobb horderejű változást hozta, habár ezt megelőzően is számos Dunai együttműködés jött létre a vizek hatékony védelme érdekében. Európai szintű közös stratégiát dolgoztak ki, amely tartalmazza a végrehajtáshoz szükséges módszertani előkészítéseket és útmutatókat. Az útmutatókat 15 európai minta-vízgyűjtőterületen tesztelték is. A VKI hazai végrehajtása a Vízgyűjtőgazdálkodási Terv elkészítésével történik, amelyet hatévente vizsgálnak felül.

Az Európai végrehajtást egy 2001-ben létrehozott szakértő csoport segíti azóta is, a Duna-veldelmi Bizottság (ICPDR). A bizottság műveleteit két csoport irányítja: a rendszeresen tanácskozó munkacsoport, amely meghatározza a politikát és stratégiát, míg a felállított különleges munkacsoportok útmutatási keretet biztosítanak és előkészítik a kulcsfontosságú döntéseket.

9.1. A monitoring hálózatának legfontosabb elemei

A Nemzetközi Monitoringhálózat, amely folyamatosan figyeli a szennyeződések és az általános állapotot, évente jelent. A Közös Duna-felmérés, amelyet hatévente végeznek a Duna teljes szakaszán egy expedíciós hajóval, illetve a Duna Vízgyűjtő Baleset-vészjelző rendszere, amely baleset esetén azonnal riaszt, ha bizonyos veszélyes anyagok átlépi a meghatározott maximális küszöbértéket. A VKI hazai végrehajtásához működtetett monitoringrendszer a külföldi minta alapján három típusú vizsgálatot különböztet meg: Az alapmonitoring a hosszú távú adatokat biztosítja a VGT-hez. Az operatív monitoring a veszélyeztetett vizeket figyeli, a vizsgálati monitoring pedig a határértékek túllépésére reagál.

A vizek jó állapotának elősegítését és a fenntartható, integrált vízgazdálkodást elősegítő megfigyelő rendszerek folyamatos fejlődés alatt állnak, hála a vízügyi szakembereknek és az egyre nagyobb tudáshálózatot működtető hazai és nemzetközi vízügyi szakmai fórumoknak. A fejlesztés további támogatására létrehozott projektek és azok eredményeinek reprodukálása és jó példának elterjedése pozitív jövőképet enged sejteni.

Az ipari, gazdasági és lakossági forrásból eredeztethető szennyező anyagok fejlődő megfigyelése ellenére a káros hatások még mindig fennállnak. Szinte naponta jelennek meg új típusú károsítók is, amelyek miatt további gyakorlati kérdések merülnek fel. Az előrejelző és reagáló apparátusok állandó fejlődése, vagyis a szennyezési helyzethez való alkalmazkodás előremutató, azonban a fenntartható környezethasználat másik fontos alappillére a mitigáció, vagyis a károsanyag-kibocsátás csökkentési intézkedések még hagynak kívánni valót maguk után. A szabályzások létrehozása után ezek betartatása az egyik legnagyobb kihívás. A károsanyag-kibocsátás megelőzése pedig szintén a társadalmi felelősségvállalás sarokpontja, amit ez esetben szívesen aposztrofálnék ipari és gazdasági felelősségvállalásként.

A víz minősége megőrzésének egyik feltétele például az ökológiai vízigény is. Csak a megfelelő mennyiségű vízzel képes ugyanis az öntisztulásra. Az éghajlatváltozásra reagáló alkalmazkodási intézkedések, a vízmennyiséget és az éves vízmérlegdeficit kiegyenlítését támogatni hivatott természetes vízmegtartást célzó intézkedések hatásainak megfigyelése új kutatási irányba a felszíni és a felszín alatti monitoringhálózatoknak.

Felhasznált irodalom

- 31/2004. (XII. 31.) KvVM rendelet a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0400031.kvv>
- A bizottság jelentése az Európai Parlamentnek és a Tanácsnak a víz-keretirányelv (2000/60/EK) és az árvízvédelmi irányelv (2007/60/EK) végrehajtásáról. Második vízgyűjtő-gazdálkodási tervek. Első árvíz kockázat-kezelési tervek. Brüsszel, 2019. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=COM:2019:95:FIN&from=EN>
- A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv – 2015. Országos Vízügyi Főigazgatóság, 2016. Online: www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD-9B8A6DBAB/OVGT_foanyag_vegleges.pdf
- A Víz Keretirányelv Közös Végrehajtási Stratégiája: WFD Common Implementation Strategy – Progress and Work Programme 2003/2004. Online: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/objectives/pdf/strategy2.pdf>
- AEWS – Accident Emergency Warning System. ICPDR. Online: *Az EU víz-keretirányelve*. Online: <https://doi.org/10.2779/50903>
- Clement Adrienne – Somlyódy László: Vízminőség és szabályozása. In Somlyódy László (szerk.): *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 2002. 139–176. Online: http://old.mta.hu/data/Strategiai_konyvek/viz/viz_net.pdf
- Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2009. Online: https://circabc.europa.eu/sd/a/ff303ad4-8783-43d3-989a-55b65ca03afc/Guidance_document_N%C2%B018.pdf
- Danube Hazard M3C*. Danube Transnational Program. Online: www.interreg-danube.eu/approved-projects/danube-hazard-m3c
- Danube Rectors' Conference. Dunai Rektorkonferenciája. Online: www.drc-danube.org/about-1/
- Danube River Basin District. Potential Accident Risk Spots*. 2005. június. Online: www.icpdr.org/main/sites/default/files/Map08_Potential_Accident_Risk_Spots.pdf
- EEA: *A vizek állapota Európában*. EEA briefing, (2003), 1. Európai Környezetvédelmi Ügynökség. Online: www.eea.europa.eu/hu/publications/briefing_2003_1
- Európai Bizottság: *A Bizottság jelentése az európai parlamentnek és a tanácsnak a vízpolitikai keretirányelvben (2000/60/EK) előírt vízgyűjtő-gazdálkodási tervek végrehajtásáról*. Brüsszel, 2012. Online: https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/3rd_report/CWD-2012-379_EN-Vol15_HU_hu.pdf
- Hardi Tamás: *Duna-stratégia és területi fejlődés*. Digitális kiadás. Budapest, Akadémiai Kiadó, 2016. Online: <https://doi.org/10.1556/9789630598064>
- ICPDR. Duna-védelmi Bizottság. Online: www.icpdr.org/main/
- Kovács Zsófia: *Vízgyűjtő specifikus folyamatos monitoring rendszer módszertani kidolgozása és vízminőségi osztályozó algoritmus adaptálása és tesztelése felszíni vizekre*. Doktori értekezés. Pannon Egyetem, 2018. Online: <https://doi.org/10.18136/PE.2018.676>

- Nagy Zsuzsanna: *A biológiai elemek állapotát befolyásoló főbb hidromorfológiai tényezők meghatározása magyarországi kisvízfolyásokra*. Doktori értekezés. Budapest, Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Doktori Iskola, 2007. Online: http://phd.lib.uni-corvinus.hu/282/1/nagy_zsuzsanna.pdf
- Simona project: Danube Transnational Program. Online: www.interreg-danube.eu/approved-projects/simona
- Somlyódy László: *Felszíni vizek minősége*. Budapest, Typotex, 2018.
- Somlyódy László: Vízminőségi modellek és a mérnök. *Hidrologiai Közlöny*, 98. (2018), 2. 13–22. Online: https://library.hungaricana.hu/hu/view/HidrologiaiKozlony_2018/?pg=88&layout=s
- Szabó Attila Péter: *Háttérváltozók szerepe a Duna és a Tisza ökológiai minőségében*. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem, 2008. Online: <https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/89761/ertekezes.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Tidy Up: Danube Transnational Program. Online: www.interreg-danube.eu/approved-projects/tid-y-up
- Tiszai cianidszennyezés. *Wikipédia*. Online: https://hu.wikipedia.org/wiki/Tiszai_cianidszennyez%C3%A9s
- VKI Monitoring. Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, 2019. Online: www.aduvizig.hu/vki-monitoring/
www.icpdr.org/main/activities-projects/aews-accident-emergency-warning-system

Kovács Tibor¹ – Csurgó Attila²

Az improvizált robbanószerkezetek elleni védekezés irányai napjaink műveleti környezetében

The Directions of Countering Improvised Explosive Devices at the Present Operational Environment

Az improvizált robbanóeszközök alkalmazása a hadviselés történetében nem ismeretlen. Napjainkban azonban jelentős változások figyelhetők meg a hadviselésben, az indirekt eljárások mind jobban háttérbe szorítják a hagyományos vagy direkt eljárási módozatokat. A hadviselő felek közötti technológiai vagy műveleti eljárásokban tapasztalható különbségek általában aszimmetrikus hadviselést eredményeznek. Ugyanakkor, a rögtönzött robbanószerkezetek alkalmazását mind gyakrabban kapcsoljuk össze az aszimmetrikus hadviseléssel mint azt alapvetően meghatározó fegyver. A fegyver elleni védekezés mára egy komplex rendszerben épül fel, amelynek része az eszköz detektálása. Az improvizált robbanószerkezetek elleni védekezés fejlesztésének mozgatórugója a mozgásszabadság fenntartása, amely alapvetően befolyásolja a műveletek sikerét.

Kulcsszavak: hadviselés, fenyegetettség, improvizált robbanószerkezet, improvizált robbanószerkezet elleni tevékenység

The use of improvised explosive devices (IED) is not unknown in the history of warfare. Nowadays, however, significant changes can be observed in warfare, with indirect procedures increasingly pushing traditional or direct procedural modes into the background. Differences in technological or operational procedures between the warring parties usually result in asymmetric warfare. At the same time, the use of improvised explosive devices is increasingly being associated with

¹ Habilitált címzetes egyetemi tanár, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola és a Nemzeti Közszerológiai Egyetem Műszaki Doktori Iskola, külsős tanár, témavezető, e-mail: dr.kovacstibi61@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5987-8289>

² MH rendelkezési állomány, NATO Terrorizmus Elleni Védelem Kiválósági Központ, Képességfejlesztési Osztály, osztályvezető, e-mail: csurgo.attila@mil.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6494-6490>

asymmetric warfare, since this is fundamentally influenced by this weapon. Countering the threat of this weapon is now incorporated in a complex system that includes device detection. The driving force behind the development of IED countering is the maintenance of the freedom of movement, which fundamentally affects the success of operations.

Keywords: warfare, threat, Improvised Explosive Device, Counter-improvised Explosive Device

1. Bevezetés

Az improvizált vagy más néven „házi” készítésű robbanószerkezet (IED)³ mint kifejezés először a brit katonai körökben jelent meg, az Ír Köztársasági Hadsereg (IRA)⁴ által különféle módon házilag barkácsolt robbanószerkezetek elnevezésére. Ugyanakkor a rögtönzött robbanószerkezetek mint az ellenség akadályozásának, lassításának eszközeit már az I. világháborúban is számos alkalommal alkalmazták a szemben álló felek. A gallipoli ütközet⁵ utáni visszavonulás során a brit, ausztrál és az új-zélandi csapatok is alkalmaztak úgynevezett booby trapeket vagy meglepőaknákat, amelyek robbanó- vagy esetenként más, sérülést okozó eszközt tartalmazó csapdák. A rögtönzött eszközöket a hátrahagyott raktárakban, illetve a kiürített védelmi állásokba helyezték el, hogy azok akadályozzák az ellenséges csapatok előrenyomulását,⁶ ezáltal biztosítva időt a visszavonulásra. Azonban napjainkra az IED-t mind gyakrabban kapcsoljuk össze az aszimmetrikus hadviseléssel.⁷ Az IED az aszimmetrikus hadviselés leghatékonyabb fegyvere, hiszen, bár alapvetően harcászati szinten jelentős, de alkalmazásával akár stratégiai célok is elérhetőek. Hatékonyságát az iraki és az afganisztáni műveletekben bizonyította, amelyet a tapasztalatok alapján Barbero tábornok úgy jellemzett, hogy a műveleteket végrehajtó csapatoknál a pusztítás mértékét figyelembe véve, a 20. században a tűzértség okozta a legnagyobb veszteségeket, azonban a 21. században az IED vált a legpusztítóbb tűzfegyverré.⁸

A STANAG 2295⁹ úgy jellemzi az improvizált robbanóeszközöket, hogy lehetnek egyszerűek és akár könnyen előállíthatók, de akár tartalmazhatnak korszerű és bonyolult elektronikai kom-

³ Improvised Explosive Device angol kifejezés rövidítése.

⁴ Irish Republican Army angol kifejezés rövidítése.

⁵ A Gallipoli-félsziget ostroma 1915. február 19-től 1916. január 9-ig tartó csata volt, amely során a védekező török hadsereg sikerrel védte meg a Dardanellák tengerszorosát a támadó brit és szövetséges erőkkel szemben.

⁶ Marc Tranchemontagne: *The Enduring IED Problem*, 2016.

⁷ Az aszimmetrikus hadviselés fogalma: Pontosan körvonalazott politikai célok érdekében folytatott, gyakran több szervezet ideológiai, vallási, etnikai közösségén alapuló katonai és nem katonai műveleteket, eljárásokat és módszereket alkalmazó közvetlen és közvetett hatásokra építő és egymás hatásait felerősítő, a biztonság különböző dimenzióinak területét veszélyeztető harcmodor, főként harcászati eljárás, amelyek együttes hatásával kényszeríthetjük akarunkat az ellenségre. Forrás: Resperger István – Kiss Álmos Péter – Somkuti Bálint: *Aszimmetrikus hadviselés a modern korban. Kis háborúk nagy hatással*. Budapest, Zrínyi, 2013. 23.

⁸ Michael Barbero altábornagy a Joint IED Defeat Organization (JIEDDO) igazgatója. Forrás: Rob Hyde-Bales: *The improvised Explosive Device – a defining component of 21st century conflict*. Counter-IED Report, London, Delta Business Media Ltd., 2018. 17.

⁹ Az IED elleni védekezés NATO-doktrínája: Allied Joint Publication AJP-3.15. Edition C, Version 1, Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices. NATO STANAG 2295. Brussels, NATO Standardization Office (NSO), 2016.

ponenseket is.¹⁰ Az IED az aszimmetrikus fizikai támadás számos formájának egy részhalmaza, amely lehetővé teszi a gyengébb fél számára, hogy folyamatosan csapásokat mérjen úgy, hogy közben nem kell döntő ütközetbe bocsátkoznia a magasabb fejlettségi szinten álló ellenfelével.¹¹

Az IED az ellenfél mozgását, valamint manővereit akadályozza, amely a csapatok tevékenységének szerves része. Napjainkban a mozgás-manőverszabadság fenntartása a katonai műveletek egyik legfontosabb tevékenységévé vált. A biztonságos mozgási feltételek megteremtése igen komoly feladatok elé állítja a fegyvernemeket és szakcsapatokat egyaránt. Ugyanakkor látnunk kell, hogy az aszimmetrikus hadviselés kapcsán számtalan új lehetőség, módszer alakult ki a csapatok biztonságos mozgásának akadályozására, megnehezítésére.¹² A 21. századi aszimmetrikus műveletekben a rögtönzött robbanószerkezetek alkalmazása döntően befolyásolja a mozgás- és manőverszabadság biztosítását. Az erőfeszítések döntő többsége a műszaki csapatokra hárul, amelyek felderítik, hatástalanítják a mozgást megnehezítő akadályokat, helyreállítják az utakat, műtárgyakat, biztosítva ezzel a biztonságos mozgási feltételeket. A tanulmány a szerzők korábbi írásai,¹³ valamint a műveleti területeken szerzett tapasztalataik alapján bemutatja az IED-k detektálásának jelenlegi irányát, arra a kiindulási alpra építve, hogy a műveleti tempó, valamint a műveletek biztosítása érdekében végzett manőverek gyors, biztonságos végrehajtása szükségessé teszi az IED-k hatékony és fizikai érintkezés nélküli felderítését, semlegesítését.

2. A hadviselés jellemzői napjainkban

A 21. század háborúit vizsgálva a háború kettős természetének clausewitzi elkülönítéséből kiindulva megkülönböztetünk direkt és indirekt hadviselést.¹⁴ Míg az előbbi célja az ellenfél megsemmisítése, addig az utóbbi célja korlátozott, és alapvetően az ellenfél kifárasztására irányul, de ugyanakkor mindkettő a politika céljainak megvalósítási módja. A politikai célok elérése jelentős mértékben megváltozott mind a háború formáit tekintve, mind a felhasznált eszközök tekintetében az utóbbi évtizedekben.¹⁵ A felhasznált eszközök és módszerek változására Victor Morris is utal írásában, amikor a hadviselést két alapvető, hagyományos és irreguláris formára osztja. Jellemzésében az irreguláris hadviselést az állami és nem állami szereplők közötti

¹⁰ Lásd még: Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), 2. 37–52.

¹¹ Allied Joint Publication AJP-3.15. Edition C, Version 1, Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices. NATO STANAG 2295. (2016) i. m. 1. fejezet 1.1. (a szerzők fordítása).

¹² Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése VII. *Műszaki Katonai Közlöny*, 26. (2016), 1. 2.

¹³ Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése III. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 1. 4–18.; Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése IV. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 2. 116–130.; Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése V. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 3. 2–9.; Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése VI. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 3. 10–20.; Csurgó Attila: A rögtönzött robbanószerkezetek által teremtett műveleti környezet hatása a mozgásszabadságra, az erők megóvása érdekében végrehajtott fejlesztésekre. *Honvédségi Szemle*, 147. (2019), 6. 42–53.

¹⁴ Forgács Balázs: A háború és a politika viszonyrendszere. In Gócze István (szerk.): *A háború és a politika viszonyrendszere*. Budapest, Dialóg Campus, 2017. 121.

¹⁵ Forgács (2017) i. m. 123–124.

erőszakos harcként definiálja, amely a legitimitásért és az érintett lakosság felett gyakorolt befolyásért folyik. Az irreguláris hadviselés az indirekt megközelítést és az aszimmetrikus eszközök használatát részesíti előnyben. Az irreguláris hadviselés központi eleme minden olyan hagyományostól eltérő tevékenység, amely lehetővé teszi egy ellenállási mozgalom vagy felkelés számára a kormány vagy a megszálló hatalom megzavarását vagy megdöntését azáltal, hogy együttműködik bármely kormányellenes erővel az általuk kontrolálni kívánt területen.¹⁶ Morris megállapításai egyértelműen az Irakban és Afganisztánban szerzett tapasztalatait tükrözi.¹⁷

Az Irakban lejátszódó folyamatok alapos vizsgálata rámutat, hogy a 21. században a szemben álló felek közötti jelentős technológiai különbség a konfliktusok elhúzódását eredményezte. Az elhúzódó konfliktusok jellemzően a béke fenntartása és annak építése érdekében feladataikat végző erők elleni felkelés, ellenállás eredménye. A felkelők, tekintettel a jelentős humán erőforrás, valamint a technológiai különbségekre, a hagyományostól jelentősen eltérő formáját alkalmazzák a hadviselésnek. Az aszimmetrikus hadviselést Szendy a *Hadelmélet és katonai műveletek* című könyvének első kötetében a hadviselés formájaként írja le, majd példákkal bizonyítja, hogy a különböző történelmi korokban az aszimmetria folyamatosan jelen volt a hadviselésben.¹⁸ A megállapítása alapján az aszimmetria a hadviselés megvalósulási módja, velejáró jellemzője. A könyv aszimmetrikusságról szóló szakaszát a következő gondolatokkal zárja le: „A hadviselés aszimmetrikusságának igazán érdekes és elemzésre érdemes iskolapéldája az eltérő hadikultúrák alapján szervezett és funkcionáltatott haderők, fegyveres erők közötti fegyveres küzdelem.”¹⁹ A hadikultúrák tanulmányozásában irányadó Forgács Balázs 2009-ben íródott PhD-értekezése,²⁰ amely Kovács Jenőre²¹ hivatkozva értelmezi a hadikultúrát: „Olyan társadalmi és katonai szellemi és anyagi alapfeltétel, adottság, amelyre ráépülnek az aktuális háború jellegéből, a haditechnika színvonalából, a hadszíntér-viszonyokból, a moráltól függő alakzatok. [...] A hadikultúra a társadalmi élet egészét (tudomány, művészet, oktatás, gazdaság stb.) áthatja.”²² Kovács Jenő a hadikultúrákat három területre osztja: mozgáscentrikus, anyagcentrikus és gerilla-hadviselés.²³ A gerilla-hadviselés, mint a háború jellege, már Ágh Attila könyvében²⁴ is megjelenik, amelyben az 1945 utáni háborúkat mint modern „kisháborúkat” elemezve kategorizálja őket. Természetesen látnunk kell, hogy könyve a hidegháború végéhez közeledve íródott, a nagyhatalmak szembenállása, új fejlesztésű fegyverek tesztelése és ter-

¹⁶ R. Victor Morris: Grading Gerasimov: Evaluating Russian Nonlinear War Through Modern Chinese Doctrine. *Small War Journal*, 2015.

¹⁷ Victor Morris az irreguláris hadviselés és az abból származó fenyegetések elhárítására szakosodott oktató az USA Összhaderőnemi Többnemzeti Felkészítési Központjában – JMRC Grafenwoehr, Németország.

¹⁸ Szendy István: *Hadelmélet és Katonai Műveletek. I. kötet. A katonai műveletek elmélete és gyakorlata*. Budapest, Nemzeti Közszerkesztési és Tankönyvkiadó, 2013. 140–141.

¹⁹ Szendy (2013) i. m. 142.

²⁰ Forgács Balázs: *Napjaink hadikultúrái (A hadviselés elmélete és fejlődési tendenciái a modern korban)*. Doktori értekezés, ZMNE-KLHK/HDI, 2009.

²¹ Kovács Jenő altábornagy (1929–1996) katonai vezető és teoretikus, fő műve: Magyarország katonai stratégiája. Forgács Balázs: In memoriam Kovács Jenő. *Hadtudomány*, 19. (2009), 1–2. 105–112.

²² Forgács (2009) i. m. 41.

²³ Forgács (2009) i. m. 42.

²⁴ Ágh Attila: *Konfliktusok, háborúk*. Budapest, Zrínyi, 1989.

mészteresen a háború megvívására kidolgozott elméletek tesztelése is, a megvívott kisháborúk során valósult meg. Ágh Attila négy típusú háborút (vagy konfliktust) különböztet meg:²⁵

1. Az új konvencionális kisháború, amelynek okaként az időszakban létrejövő regionális középhatalmakat jelöli meg. E típusú háborúkra jellemző, hogy reguláris erők vívják, a korszerű haditechnikának döntő jelentősége van, illetve a felek stratégiát követnek, és a frontvonal, valamint a hátsószög jól elkülönül egymástól.
2. A nem konvencionális háború. Okaként annak elhúzódó jellegét jelöli meg, és bár a jellemzői között megtalálhatjuk a reguláris erőket és a stratégiát is, elhúzódó jellege miatt megjelenik a gerillaháború.
3. A destabilizációs háború, amelyben már a konfliktus jellegét a nem katonai eszközök alkalmazása jellemzi. Továbbra is elhúzódó háborúról beszélünk, de alapvetően az ellenálló felek közötti front nem létezik, továbbá szinte minden eszköz megengedett a társadalmi, gazdasági, politikai destabilizáció érdekében. Fontos, hogy a felek közötti jelentős katonai aszimmetria ellenére a konfliktus kimenetele változó volt.
4. Az utolsó kategóriát már nem is háborúként, hanem anómiás²⁶ konfliktusként azonosítja. Az összecsapások gyakorlatilag leszűkülnek ösztönös rendezetlen és váratlan politikai és/vagy fegyveres erőszakra. Az ilyen jellegű konfliktusok tulajdonságai között megtalálhatjuk az idegengyűlöletet, a vallási fanatizmust és nem utolsósorban az etnikumok közötti ellentétet.

A fentiek alapján a nem konvencionális háborúk ismérvei között is megjelenik a gerillaháború mint a hadikultúrák egyik formája, ezért jelen korunk összecsapásainak mondhatjuk anómiás konfliktusai (Afganisztánban, Irakban vagy Szíriában kialakult) aszimmetrikus összecsapásainak vizsgálata szükséges. Az aszimmetria értelmezése érdekében fontos tisztázni az aszimmetrikus hadviselés fogalmát: „Pontosan körvonalazott politikai célok érdekében folytatott, gyakran több szervezet ideológiai, vallási, etnikai közösségén alapuló katonai, és nem katonai műveleteket, eljárásokat és módszereket alkalmazó közvetlen és közvetett hatásokra építő és egymás hatásait felerősítő, a biztonság különböző dimenzióinak területét veszélyeztető harcmodor, főként harcászati eljárás, melyek együttes hatásával kényszeríthetjük akaratumkat az ellenségre.”²⁷

Az aszimmetrikus hadviselés megfogalmazása egyértelműsíti, hogy jelen korunk egyik hadviselési formájának megértéséhez a fogalomban rejlő összefüggések értelmezése szükséges. Tehát a minden tekintetben „gyengébb” fejlettségi szinten lévő fél az egyszerűen végrehajtható műveletek széles tárházát használja céljai elérése érdekében. Vagyis az aszimmetrikus hadviselésre ugyanúgy jellemzőek az egyszerűen végrehajtható műveletek, mint a rendelkezésre álló anyagi erőforrások kihasználásával előállított egyszerű, de hatékony fegyverek. Az improvizált vagy házi készítésű robbanószerkezetek alapvetően könnyen és olcsón előállíthatók, ezáltal gyorsan meghatározó elemeivé váltak a 21. századi aszimmetrikus konfliktusoknak.

²⁵ Ágh (1989) i. m. 178–190.

²⁶ *Anomosz*, görög szó, jelentése: rendezetlen.

²⁷ Resperger (2013) i. m. 23.

3. 21. századi konfliktusok meghatározó fegyvere

Az okokat keresve, hogy az IED miként válhatott a 21. századi konfliktusok legpusztítóbb tüz-fegyverévé, az Irak ellen 2003. március 20-án megindított 2. öbölháborúba²⁸ kell visszamenünk. Kevesebb mint két hónappal később az Amerikai Egyesült Államok elnöke, George W. Bush, 2003. május 1-jén már bejelentette az Irak ellen vívott háború lezárását.²⁹ Szinte ugyanakkor megkezdődött a harcokban részt vevő csapatok kivonása. A tengerészgyalogság erőinek kivonása októberben fejeződött be, de novemberben már telepítették is vissza őket. A csapatok kivonását követő gyors visszatelepítésére a koalíciós erők által létrehozott hatóság május 23-i döntése volt a magyarázat. A döntés, amely megszüntette Szaddám Husszein, Irak korábbi vezetőjéhez hű katonai, biztonsági és hírszerző apparátusát.³⁰ Ez egy váratlan kihívás elé állította a koalíciós erők vezetését. Az iraki biztonsági erők feladatainak átvétele nem volt tervezett, és amint az gyorsan kiderült, a győztes erők nem rendelkeztek a szükséges erőforrásokkal a feladatok átvételére. Továbbá a megszüntetett szervezetek alkalmazottai (általában a muszlim vallási felekezethez tartozó szunniták) többnyire katonák és rendőrök, fizetetlen munkanélkülivé váltak. Ezáltal munka nélkül maradt jónéhány jól képzett elektronikai és tüzszerésszakember is. Tovább fokozta a gondokat, hogy a korábban az iraki hadsereg által jól őrzött fegyver-, lőszer- és robbanóanyag-raktárak is őrízetlenül maradtak.

Viszont a koalíciós csapatok nem rendelkeztek a feladatok átvételéhez szükséges erőkkel. Ezt a biztonsági vákuumot használta ki az „al-Káida” Irakban tevékenykedő szárnya,³¹ amely tárt karokkal fogadta a fegyveres harcra kiképzett munkanélkülieket. Hyde-Bales írásában úgy fogalmaz, hogy ez volt az ISIL³² valódi születése.³³ A fent említett események oda vezettek, hogy jól felfegyverzett felkelők és a korábbiaknál jelentősen pusztítóbb IED-k jelentek meg. Ezek az IED-k már nemcsak az Irakban állomásozó koalíciós erőkre, de az Afganisztánban tevékenykedő csapatokra is valódi veszélyt jelentettek, amely súlyos következményekkel járt, hiszen az iraki hadszínterén megjelent szakértelem rövid idő alatt megjelent Afganisztánban is.³⁴

Az IED-k hatékony tüzfegyverré válását jellemzi a CNN 2006. január 6-i riportja, amely rámutat, hogy csak ezen az egy napon 134 civil és katonai áldozata volt az Irak-szerte elkövetett IED-támadásoknak.³⁵ Ugyanezen riport szerint az USA veszteségei ekkorra már 2187-re emelkedtek, amelyek csak fokozódtak, 2007 elejére az „elesettek” száma meghaladta a 3000 főt. Ugyanakkor a teljes koalíciós erők vesztesége 2003. május 1-jén, az USA elnökének bejelentésekor még csak 150 fő volt.³⁶

²⁸ Irak felszabadítása érdekében indított műveletek összesége 2003. 03. 20 és 2011. 12. 18. között (Operation Iraqi Freedom/Second Persian Gulf War), amely 2. öbölháborúként vált ismertté. Operation Iraqi Freedom/Second Persian Gulf War. *Britannica*.

²⁹ „Mission Accomplished”. *Telegraph*.

³⁰ Fateful Choice on Iraq Army Bypassed Debate. *The New York Times*, 2008.

³¹ Militáns szunnita hálózat, amely 2004-ben jelent meg Irakban. Felkelést robbantott ki az Irakot elfoglaló koalíciós erőkkel, valamint a síita többségű iraki kormány ellen. Al-Qaeda. *Britannica*.

³² Islamic State in Iraq and Syria angol kifejezés rövidítése, 2014-től Iszlám Állam néven vált ismertté.

³³ Hyde-Bales (2018) i. m. 20.

³⁴ The Taliban, regrouped and rearmed. *The Washington Post*.

³⁵ At least 134 killed in attacks across Iraq. *CNN.com*, 2006.

³⁶ Operation Iraqi Freedom/Second Persian Gulf War. *Britannica*. i. m.

Az IED 21. századi aszimmetrikus konfliktusok meghatározó elemévé válását a jellemzőinek vizsgálatával bizonyítjuk. Az improvizált robbanószerkezet számos olyan jellemzővel rendelkezik, amely lehetővé teszi, hogy hatékonyabb és hatásosabb legyen, mint a hagyományos fegyverek. A szerzők kutatómunkája és személyes tapasztalatai alapján ezek a jellemzők:

1. Egyszerűen, kevés anyagi ráfordítással, akár kereskedelmi forgalomban kapható anyagokból előállítható, ezzel megteremtve a lehetőségét, hogy nem állami szereplők jelentős források nélkül is elő tudják állítani.
 - Az EOD COE által a házi készítésű robbanószerkezetek tanfolyamának bevezetőjében az előállítás helyszínét a következőképpen jellemzi: „A házi készítésű robbanóanyagok laboratóriuma hasonlíthat egy »csináld magad« garázshoz, de nézhet ki úgy is, mint egy piszkos konyha, ahol közös konyhai alapanyagok és edények vannak főzéshez vagy sütéshez.”³⁷
2. Megsemmisítő hatása kiegyenlíti a drágább, hatásosabb hagyományos fegyverek előnyeit, amelyet jól példáz a tanulmányban referenciaként felhasznált CNN-riport.
3. A kialakítás és működtetés számtalan variációja, amely jelentősen megnehezíti az ellenük való védekezést.
 - Az IED kategóriákba sorolásának számos módja van. A szerzők által alkalmazott módszer az indítás módja szerinti kategorizálás, amely alapvetően három csoportba sorolja a rögtönzött robbanószerkezeteket, viszont a csoportokon belül a kialakítás többféle módja lehetséges:³⁸
 - a) Időzített indítás,
 - b) Távírányított indítás,
 - c) Áldozat által indított.
4. A telepítésére, elhelyezésére jellemző nagyfokú környezeti rugalmasság, amely megnehezíti az eszköz felderítését, észlelését.
5. Nagyságának, pusztító erejének, azaz méreteinek kialakítása teljesen felhasználó- és/vagy feladatfüggő.
 - A katonai eredetű IED hatásfokának gyakorlati bemutatására, a Magyar Honvédség újdörögdi gyakorlóterén (romváros) városi környezetben, az MH 1. HTHE tűzserézszei bemutatták egy 82 mm-es aknavetőgránát IED-ként kifejtett hatását. A gránát körülbelül 3,5 kg tömegű, a benne található robbanóanyag mennyisége kevesebb mint 40 dkg, ugyanakkor a robbantásakor kifejtett hatása mégis figyelemre méltó. A robbanás repeszhatása 25 m-es körben súlyos életveszélyes sérüléseket okozott az imitációs célanyagban, még a második emeleti ablakokban elhelyezett célanyagban is több repeszt találtunk.³⁹
6. A fegyver alkalmazása nem szükségszerűen jár együtt az alkalmazó kilétének felfedésével.

³⁷ NATO Tűzserész kiválósági központ. (EOD COE Trencin, Szlovákia) Házi készítésű robbanóanyagok tanfolyama – Basic (HME-B) Course 2019. *OED COE*.

³⁸ Kyle Fowl – Roger Davies: What are IEDs? A review of the different types of IEDs that exist with a focus on recent developments in IED usage. *AOAV*, 2016.

³⁹ A hatásbemutatóról készült film, amely DVD-melléklete a Bucsák Mihály et alii: *70 év az életveszély árnyékában. A magyar tűzserész- és aknavető alakulatok története 1945–2015*. Budapest, Zrínyi, 2015. könyvnek.

7. Az alkalmazó számára a csapásmérés (az eszköz felrobbantása) kisebb veszélyekkel jár, mint egy fegyveres támadás, rajtaütés végrehajtása.
8. Kiszámíthatatlan alkalmazása műveleti szinten megnehezíti, akadályozza az erők megóvását és utánpótlással történő ellátását.
9. Alkalmazása általában nagyfokú sajtónyilvánosságot generál, amely stratégia következményekkel járhat.
 - A következmények jellemzésére Somkuti a doktori értekezésében a következőképpen fogalmaz a Madridban vagy Londonban elkövetett robbantások stratégiai jelentőségét hangsúlyozva, hogy azért jelentenek új korszakot „mert az adott ország fővárosára, vagy szimbólumára mértek csapást. Az aszimmetrikus hadviselés (első-sorban gerillaháború) eddig csak az expedíciós, esetleg megszálló csapatokat fenyegette. A globalizáció mellékhatásaként a civilek között megbújó támadók számára egyetlen polgár sincs »lőtávolságon« kívül.”⁴⁰

Mindezek alapján megállapítható, hogy az IED fegyverként történő alkalmazása adott esetben lehetőséget teremt a gyengébb fél számára, hogy stratégiai jelentőségű sikereket érjen el. Ugyanakkor jellemzői teszik az aszimmetrikus hadviselés meghatározó fegyverévé.

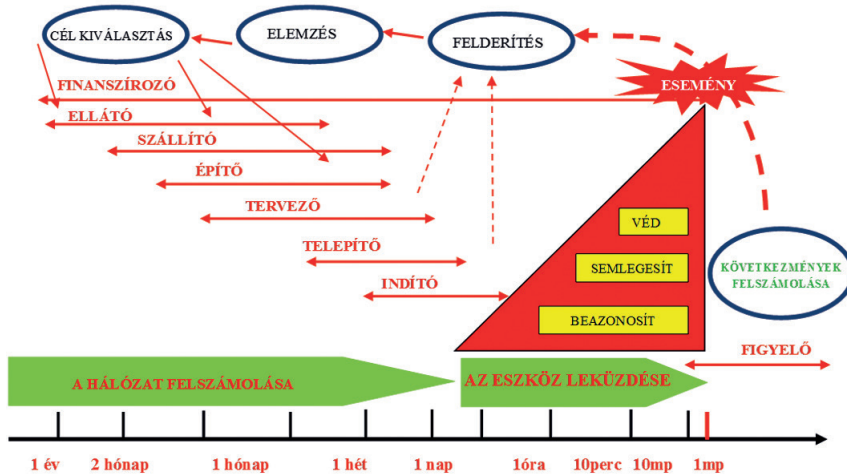
4. Az IED elleni védekezés

Az IED-problémára irányuló kutatások nagy része az elmúlt évtizedekben az aknák felkutatásának problémájában gyökerezik. A telepített aknák veszélyének elhárítása gyakran a hidegháború korában érvényes konvencionális katonai forгатókönyvek kontextusában történt, ahol az aknákat a konfliktusban részt vevő csapatok, általában a korra jellemző doktrína szerint alkalmazták az ellenfél mobilitásának akadályozása érdekében. Az aknákból származó veszélyek kezelése gyakran csak a felderítésre, a semlegesítésre vagy a védelemre, a modern szóhasználatban az eszköz legyőzésére korlátozódott, állapította meg a témával kapcsolatos kutatásokat végző multinacionális csoport.⁴¹ Megállapításuk, hogy a hagyományosan előállított és telepített aknák felderítésétől eltérően a házi készítésű robbanószerkezetek esetében az eszköz alkalmazását követően a helyszín pontos elemzésével lehetőség nyílik a szerkezet előállításában részt vevő hálózat felszámolására. Az eszköz előállítására létrehozott hálózatot, amely magában foglalja a finanszírozót, az ellátót, a szállítót, az eszköz készítőjét, az eszköz alkalmazásának tervezőjét, az eszköz telepítőjét, valamint az eszköz működtetőjét kell felszámolni, ezáltal megakadályozva az eszköz alkalmazását. A folyamat működését az 1. ábra szemlélteti.

⁴⁰ Somkuti Bálint: *A negyedik generációs hadviselés – az érdekérvényesítés új lehetőségei*. Doktori értekezés. Budapest, NKE, HHK, HDI, 2012. 48.

⁴¹ A kutatásban részt vevő szervezetek: Defence R&D Kanada, TNO Defence, Security and Safety, Hollandia, Swedish Defence Research Agency, Svédország, Norwegian Defence Research Establishment, Norvégia.

AZ IED ELLENI HARC FOLYAMATA



1. ábra. Az IED elleni harc folyamata

Forrás: a szerzők szerkesztése John E. McFee (szerk.): *Observations on Military Exploitation of Explosives Detection Technologies*. 2011. május. alapján

A NATO-doktrína az IED elleni harcot a fentiekén túl kiegészíti a csapatok felkészítésével, amely az általános felkészítés és a biztonsági rendszabályok ismerete mellett a specifikus hadszíntéri felkészítést is tartalmazza.⁴²

Az IED felderítésének hatékonyabbá tételére indított kutatások rámutattak, hogy a robbanószerkezetek, különösen az IED-k jelentette veszély alapvetően a robbanóanyag-tartalmukból származik, nem pedig a hozzájuk kapcsolódó másodlagos tulajdonságokból, mint például a burkolat anyaga vagy az indító mechanizmusok. Így optimálisan a felderítést végző eszközökre lehetne olyan szenzorokat telepíteni, amelyeket kifejezetten a robbanóanyagok detektálására terveztek. Az ilyen érzékelők valóban akna- vagy IED-detektorok lennének, csökkentve a környezet szennyezettségéből és az egyéb okokból eredő hamis riasztásokat. Ez gyakori probléma a fenyegetések másodlagos tulajdonságait észlelő technológiákkal, például az elektromágneses indukciós érzékelőkkel, amelyek az aknák felderítésekor még hatásos eszköznek bizonyultak. A felderítés végrehajtásához, vagyis a veszélyt jelentő eszközök detektálásához a következőkre van szükség:

1. a célpont fizikai tulajdonságainak beazonosítása, amelyek lehetővé teszik a megkülönböztetést a cél és a környező háttéranyagok között,
2. a célpontra jellemző tulajdonságok kiaknázása az erre a célra tervezett detektor fejlesztésével és alkalmazásával.

⁴² Allied Joint Publication AJP-3.15. Edition C, Version 1, Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices. NATO STANAG 2295. (2016) i. m. 1. fejezet, 1.17.

Az észlelés megvalósítására tett megállapítások alapvetően jellemzőek minden felderítési eljárásra, legyen az ásványfeltárás, vegyi vagy biológiai veszélyek felkutatása vagy robbanóanyagok felderítése.

Mindezek alapján a robbanásveszély észlelésének problémája három támogatandó fejlesztési területre bontható:

- anomáliák jelzése és lokalizálása,
- robbanóanyag jelenlétének megerősítése,
- a különböző típusú észlelő és felderítő rendszerek egymásra épülő rétegének integrációja.

Ez utóbbi rendszerben alapvető a többlépcsős, többszenzoros megközelítés, azaz az eszköz minél pontosabb felderítése és beazonosítása. Továbbá fontos szempont, hogy a felderítést végzők minél nagyobb biztonságban, azaz a lehető legnagyobb távolságra legyenek a potenciális fenyegetéstől. Ugyanakkor, amint a tanulmány bevezetőjében már jeleztük, a műveleti tempó, valamint a műveletek biztosítása érdekében végzett manőverek gyors, biztonságos végrehajtása fő szempontként jelenik meg a fejlesztésekben. A környezeti anomáliák felderítésére alakították ki az alapvetően MRAP-felépítésű⁴³ járművekből álló út- és akadálymentesítő csoportot.⁴⁴ A járművek és a kapcsolódó fejlesztések a robbanószerkezetek másodlagos összetevőjének – a burkolat vagy a gyújtószerkezet anyagának, azaz fémszerkezetek – detektálására, valamint a járműre és annak kiegészítőire installált optikai szenzorok segítették a vizuális felderítést. Az IED-k fém összetevőinek felderítésére jó példa a Husky típusú járműre szerelt hagyományos és nagy érzékenységű impulzusos indukciós fémmérzők rendszerek, mint a NIITEK VISOR 2500 típusú talajradar.⁴⁵ Ugyanakkor a kezelő személyzet viszonylagos biztonságból – a jármű páncélvédettségéből – végezheti az IED-gyanús szerkezetek beazonosítását, valamint semlegesítését a járműre szerelt vizsgálókar segítségével.⁴⁶

A robbanásveszélyhez kapcsolódó másodlagos tulajdonságok kiaknázása, mint például a burkolat anyaga vagy a kapcsolódó vezetékek észlelése, a talajzavar detektálása GPR⁴⁷ vagy infravörös (IR) képalkotással, elsősorban rádiófrekvenciás technikák alkalmazásával viszonylag sok hibával járt, különösen egy háborús hadszíntéren, ahol a talaj fémszennyeződése jelentős. Tehát a robbanószerkezetek alapvető anyagának, a robbanóanyagnak a detektálása, amely biztosítja a távfelderítési képességet, elengedhetetlenül szükséges. A korábban már említett fontos kritérium, hogy a műveletek végrehajtásának dinamikáját az IED észlelése megtöri, ezáltal a parancsnokot választás elé állítja:

⁴³ Az IED-támadások ellen speciálisan kialakított járművek: Mine Resistance Ambush Protected angol kifejezés rövidítése. Forrás: Csurgó (2019) i. m.

⁴⁴ Szabó–Kovács–Kovács (2016) i. m. 2–11.

⁴⁵ Szabó–Kovács–Kovács (2016) i. m. 3.

⁴⁶ Szabó–Kovács–Kovács (2016) i. m. 5.

⁴⁷ Nagyfrekvenciás elektromágneses hullámokat alkalmazó földradar vagy geológiai radar. A Ground-Penetrating Radar angol kifejezés rövidítése.

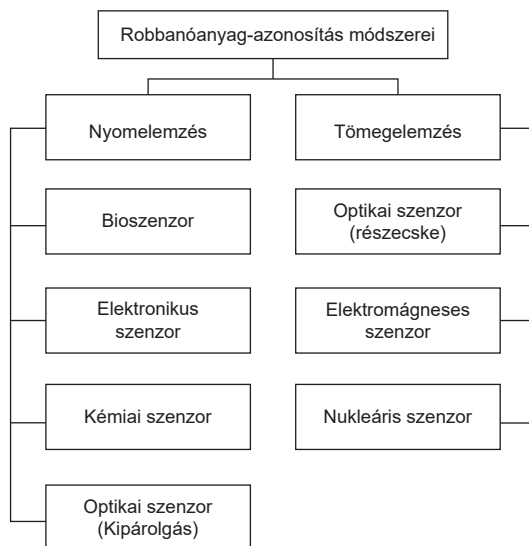
- manőverezni és megkerülni a potenciális veszélyt, annak különösebb vizsgálata nélkül,
- vagy tovább vizsgálni a fenyegetést működési területen belül saját erőforrásokkal,
- vagy biztosítani a helyszínt és átadni a területet a felderítésre és mentesítésre felkészültebb szakalegységnek.

A döntési kritériumok, amelyek a művelet végső kimenetéhez vezetnek, a küldetés specifikációi lesznek, de általános megfigyeléseket lehet tenni, állapította meg a kutatást végző csoport.⁴⁸ Rámutatva, a megkerülés lehetősége megőrzi a műveleti tempót a potenciális fenyegetések hátra hagyásának rovására, míg a másik két esetben a magas fokú biztonságért cserébe leállítja a műveletet, amely nagy valószínűséggel időt biztosít a szemben álló fél részére a kezdeményezés megragadására.

Tehát a kulcskérdés a műveletek eredményessége, valamint a személyi állományra nehezedő veszély csökkentése érdekében a pontos beazonosítás. A veszélyt jelentő eszközök másodlagos tulajdonságainak beazonosítására alkalmas eszközök – tekintettel a korábban említett korlátokra – nagy valószínűséggel sokkal több potenciális IED-t jelölnek meg. Ennek kiküszöbölésére a robbanóanyag-tartalom ellenőrzése lehet a megoldás. Ez a lépés nem mindig szükséges, a veszélyeztetett területeket egyszerűen meg lehet jelölni vagy a célt eltávolítani, semlegesíteni a helyszínen, annak valós veszélyességétől függetlenül. Olyan helyzetekben, amikor ajánlatos a magas fokú biztonság fenntartása, szükség lehet a robbanóanyag-tartalom jelenlétének vagy hiányának ellenőrzésére. Ez a helyzet akkor fordulhat elő, ha a célpontok például előkészített útfelületen vannak, amelyet időigényesen javítanak meg a megsemmisítési vagy eltávolítási művelet után. Hasonló a helyzet, ha nagy területeket kell megtisztítani, és annak megkerülése nem biztosítja, illetve veszélyezteti a küldetés sikerét. Továbbá amikor egy adott terület mentesítése szükségessé vált, kívánatos csökkenteni az elsődleges érzékelők hamis riasztásait, hogy ne merítsék ki a feltáráshoz és a hatástalanításhoz rendelkezésre álló erőforrásokat.

A robbanóanyag-tartalom megerősítése nem támaszkodhat másodlagos mutatókra, ezért az alkalmazott technikáknak képesnek kell lenniük a robbanásveszély érzékelésére. Az ilyen technológiát alapvetően két csoportra osztjuk, amit a 2. ábrával szemléltetünk.

⁴⁸ McFee (2011) i. m.



2. ábra. A robbanóanyag-azonosítás módszerei

Forrás: a szerzők szerkesztése McFee (2011) i. m. alapján

A robbanóanyagok kimutatásának alapvetően két módszerét különböztetjük meg:

- nyomdetektorokkal végzett felderítést, amelyek detektálják a levegőben vagy az adott tárgy felületén található robbanásveszélyes gőzt vagy részecskéket, amelyek potenciálisan robbanóanyag jelenlétére utalnak, valamint
- a tömegelemzésre alapuló detektorokat, amelyek rendeltetése a céltömeg robbanóanyag-tartalmának kimutatása, illetve nukleáris anyag beazonosítása.

A nyomelemzők különböző fokú szennyezettséget, lokalizációt és/vagy megerősítést nyújtanak. A tömegdetektorok/spektrométerek általában csak lokalizációt vagy megerősítést biztosítanak, azonban ez a korlátozás megváltozhat a képalkotást és a spektroszkópiát ötvöző THz-technológia⁴⁹ megjelenésével. A technológia a különböző anyagok által generált és jól azonosítható lenyomataira épül, amely lehetőséget biztosít a több összetevőt tartalmazó tárgyak, mint például a rögtönzött robbanószerkezetek anyagainak szétválasztott azonosítására. Ugyanakkor a robbanóanyagok minél pontosabb detektálására kialakított szenzorok katonai alkalmazása, amely döntően nem stacioner alkalmazást jelent, még várat magára. Jelenkorunk műveletei időbeni gyors végrehajtásának szükségszerű velejárója az IED-k gyors, távoli, a katona fizikai jelenléte nélküli felderítése. A robbanóanyag kimutatására kifejlesztett szenzorok katonai alkalmazásra alkalmas autonóm eszközökön történő elhelyezése lesz vél-

⁴⁹ Bunyitai Ákos: Terahertz-es technológia alkalmazása a biztonságtechnikában. *Hadmérnök*, 5. (2010), 2.

hetően a megoldás. Számos ország, illetve a NATO is, együttműködve kutatóközpontokkal és egyetemekkel folytatja az autonóm eszközökre szerelt robbanóanyag detektálása lehetőségeinek vizsgálatát.⁵⁰

5. Összegzés

A 21. században vizsgált katonai műveletekben, tekintettel a résztvevők közötti nagyfokú technológiai különbségekre, aszimmetria alakult ki. A hadviselő felek közötti technológiai különbségek ellensúlyozására a gyengébb fél előszeretettel alkalmazza az IED-t vagy rögtönzött robbanószerkezetet a magasabb fejlettségi szinten álló ellenfél mozgásának, manővereinek akadályozására. A szerzők jelen tanulmányban rámutattak, hogy az aszimmetrikus műveletekben alkalmazott rögtönzött robbanószerkezetek döntően befolyásolják a mozgás- és manőverszabadságot. Bizonyítva, hogy az IED mint fegyver olyan jellemzőkkel rendelkezik, amelyek alkalmazójának nemcsak harcászati, de adott esetben műveleti vagy stratégiai szintű sikerek elérését is lehetővé teszi. A gyengébb fél által elért sikerek rákényszerítik az erősebb felet az IED jelentette fenyegetésből származó veszélyek elleni védekezésre. Az IED jelentette fenyegetés kiküszöbölésének egyértelmű iránya azok gyors, pontos és biztonságos azonosítása. A szerzők bemutatták az IED-k detektálásának jelenlegi irányát, valamint bizonyították, hogy a műveleti tempó és a műveletek biztosítása érdekében végzett manőverek időbeni biztonságos végrehajtása szükségessé teszi az IED-k hatékony és fizikai érintkezés nélküli felderítését, semlegesítését. Bár ígéretes kutatások folynak a fenyegetésként azonosított eszközök robbanóanyag-tartalmának biztonsági távolságon kívülről történő kimutatására, azok katonai alkalmazása terén még sok munka van hátra.

A tanulmány a „Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj” pályázat segítségével valósult meg, amelyet az Innovációs és Technológiai Minisztérium, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból támogat.

Felhasznált irodalom

„Mission Accomplished”. *Telegraph*. Online: www.telegraph.co.uk/news/worldnews/middleeast/iraq/3447776/Bush-Regrets-Mission-Accomplished-Banner.html

Ágh Attila: *Konfliktusok, háborúk*. Budapest, Zrínyi, 1989.

Allied Joint Publication AJP-3.15. Edition C, Version 1, Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices. NATO STANAG 2295. Brussels, NATO Standardization Office (NSO), 2016.

Al-Qaeda. *Britannica*. Online: www.britannica.com/topic/al-Qaeda-in-Iraq

At least 134 killed in attacks across Iraq. *CNN.com*, 2006. Online: <http://edition.cnn.com/2006/WORLD/meast/01/05/iraq.main/>

⁵⁰ Three Nato scientific technologies for IED detection tested in Italy. *Army Technology*, 2018.

- Bucskák Mihály – Csurgó Attila – Horváth Tibor – Láng László – Molnár Sándor – Posta Lajos – Szatai Zsolt – Vörös Mihály: *70 év az életveszély árnyékában. A magyar tűzszerész- és aknakutató alakulatok története 1945–2015*. Budapest, Zrínyi, 2015.
- Bunyitai Ákos: Terahertz-es technológia alkalmazása a biztonságtechnikában. *Hadmérnök*, 5. (2010), 2. 73–85. Online: http://hadmernok.hu/2010_2_bunyitai.pdf
- Csurgó Attila: A rögtönzött robbanószerkezetek által teremtett műveleti környezet hatása a mozgásszabadságra, az erők megóvása érdekében végrehajtott fejlesztésekre. *Honvédségi Szemle*, 147. (2019), 6. 42–53. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2019.6.4>
- Fateful Choice on Iraq Army Bypassed Debate. *The New York Times*, 2008. Online: www.nytimes.com/2008/03/17/world/middleeast/17bremer.html
- Forgács Balázs: In memoriam Kovács Jenő. *Hadtudomány*, 19. (2009), 1–2. 105–112. Online: http://mht.eu/hadtudomany/2009/1_2/105-112.pdf
- Forgács Balázs: Napjaink hadikulturái (A hadviselés elmélete és fejlődési tendenciái a modern korban). Doktori értekezés. ZMNE-KLHK/HDI, 2009. Online: <http://docplayer.hu/4930393-Napjaink-hadikulturai-a-hadviseles-elmelete-es-fejlodesi-tendenciai.html>
- Forgács Balázs: A háború és a politika viszonyrendszere. In Gőcze István (szerk.): *A háború és a politika viszonyrendszere*. Budapest, Dialóg Campus, 2017.
- Fowl, Kyle – Roger Davies: What are IEDs? A review of the different types of IEDs that exist with a focus on recent developments in IED usage. AOAV, 2016. Online: <https://aoav.org.uk/2016/ieds-review-different-types-ieds-exist-focus-recent-developments-ied-usage/>
- Hyde-Bales, Rob: *The improvised Explosive Device – a defining component of 21st century conflict*. Counter-IED Report, London, Delta Business Media Ltd., 2018.
- Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), 2. 37–52. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2804/2063>
- Mcfee, John E. (szerk.): *Observations on Military Exploitation of Explosives Detection Technologies*. 2011. május. Online: <https://doi.org/10.1117/12.886391>
- Morris, R. Victor: Grading Gerasimov: Evaluating Russian Nonlinear War Through Modern Chinese Doctrine. *Small War Journal*, 2015. Online: <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/grading-gerasimov-evaluating-russian-nonlinear-war-through-modern-chinese-doctrine>
- NATO Tűzszerész kiválósági központ. (EOD COE Trencin, Szlovákia) Házi készítésű robbanóanyagok tanfolyama – Basic (HME-B) Course 2019. *EOD COE*. Online: www.eodcoe.org/en/news/home-made-explosives-basic-hme-b-level-course-2019.html
- Operation Iraqi Freedom/Second Persian Gulf War. *Britannica*. Online: www.britannica.com/event/Iraq-War
- Resperger István – Kiss Álmos Péter – Somkuti Bálint: *Aszimmetrikus hadviselés a modern korban. Kis háborúk nagy hatással*. Budapest, Zrínyi, 2013.
- Somkuti Bálint: *A negyedik generációs hadviselés – az érdekérvényesítés új lehetőségei*. Doktori értekezés. Budapest, NKE, HHK, HDI, 2012. Online: <https://doi.org/10.17625/NKE.2012.019>
- Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése III. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 1. 4–18. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2281/1548>
- Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése IV. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 2. 116–130.
- Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése V. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 3. 2–9. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2474/1745>
- Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése VI. *Műszaki Katonai Közlöny*, 25. (2015), 3. 10–20. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2475/1746>

- Szabó Sándor – Kovács Tibor – Kovács Zoltán: Az utak, területek akadálymentesítése VII. *Műszaki Katonai Közlöny*, 26. (2016), 1. 2–11. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2181/1450>
- Szendy István: *Hadmélet és Katonai Műveletek. I. kötet. A katonai műveletek elmélete és gyakorlata*. Budapest, Nemzeti Közsolgálati és Tankönyvkiadó, 2013.
- The Taliban, regrouped and rearmed. *The Washington Post*, 2006. Online: www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/09/08/AR2006090801614_2.html?noredirect=on
- Three Nato scientific technologies for IED detection tested in Italy. *Army Technology*, 2018. Online: www.army-technology.com/news/nato-technologies-ied-detection-test/
- Tranchemontagne, Marc: *The Enduring IED Problem*, 2016. Online: https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-80/jfq-80_153-160_Tranchemontagne.pdf

Tímár Attila¹

A Kettős-Körös bal oldali 32 + 250 tkm szelvényének rézsűállékonyság-vizsgálata

Slope Stability Analysis of the Left Side Profile rkm 32 + 250 of the Kettős-Körös River

Hazánk 4200 km állami fővédvonala, mint árvízvédelmi töltés, földmű. E földművekre – kiépített védelmi rendszerre – számos tényező hat, amely befolyásolja a védmű biztonságát. A cikk bemutatja, egy a Körösök völgyében lévő árvízvédelmi töltés szelvényének állékonyságvizsgálatát, GEO5 geotechnikai szoftverrel, ezen belül is a rézsűállékonysági modullal. A modul segítségével végzett számítások nagymértékben segíthetik a védmű megítélését az árvizek elleni biztonságos védekezés érdekében.

Kulcsszavak: árvízvédelmi töltés, rézsűcsúszás, állékonyság, GEO5

Hungary's main public protection line, a flood protection dam with a length of 4,200 km, is built as an earthwork. These earthworks, as elaborated protection systems, are influenced by many factors that affect the safety of the protection structure. This paper presents the analysis of a certain profile of the flood protection dam situated in the Körös valley with the geotechnical software GEO5, and within that, the slope stability module. The computations realised by means of this module can contribute considerably to evaluate the construction for safe flood protection.

Keywords: flood protection dam, slope failure, stability, GEO5

1. Bevezetés

Magyarországon az árvizek elleni előntést az árvízvédelmi töltések biztosítják, amelyek a 19. és a 20. században épültek ki, a növekvő árvízszintek következményeként. A biztonságos levezetés

¹ Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság, kiemelt műszaki referens, e-mail: timar.attila@kovizig.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8637-4887>

érdekében a töltések szakaszos erősítése történt, s azok így inhomogénné, „hagymaszerkezetűvé” váltak. Az árvízvédelmi töltések, mint földművek építését, műszaki építési (MSZ EN 16907 Földművek szabványsorozat), minőségellenőrzési (MSZ 15290 Vízépítési földművek tömörségi előírásai) méretezési, ellenőrzési (MSZ 15292 Árvízvédelmi gátak biztonsága) előírások határozzák meg.²

A földművekből épített töltések rézsűfelülete nem alakítható ki tetszőleges meredek kiépítéssel, hanem csak bizonyos hajlásszöggel, amelyet a beépített földanyag belső ellenállásai határoznak meg.³

Vizsgálatom célja – összefüggésben a Katonai Műszaki Doktori Iskolában folytatott doktori kutatásommal – a Körös-völgyi árvízvédelmi töltések védőképességének minél pontosabb meghatározása. A kutatás szervesen illeszkedik azon kutatások közé, amelyek komplex módon közelítik meg hazánk biztonsági helyzetét, a felmerülő kockázatok kezelését.⁴

2. A töltések rézsűállékonysága

Az önsúly és a többletterhelések hatására a töltésekben nyírófeszültségek keletkeznek. Az árvízvédelmi töltésekben bekövetkező károsodások közül az egyik legveszélyesebb a suvadás, amely az árvízvédelmi töltés megcsúszását jelenti.



1. ábra. Töltéscsúszás a Hármaskörös jobb part 0 + 500 tkm szelvényben

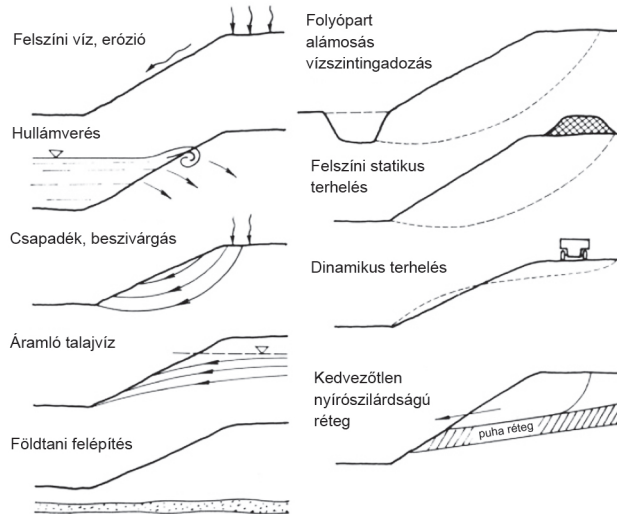
Forrás: KÖTIVIZIG 2006

² Kisházi Péter Konrád: *Új szabványok az árvízvédekezésben. Árvízvédekezés a gyakorlatban.* 2004. 132.

³ Faur Krisztina Beáta – Szabó Imre: *Geotechnika 7.* Miskolci Egyetem Földtudományi Kar, 2011. 1.

⁴ Boda József et alii: *A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök.* Államtudományi Műhelytanulmányok 16. Budapest, NKE, 2016. 9.

Ha a töltésben és a vele együtt dolgozó altalajban kialakulni képes – bármely folytonos felület mentén kialakuló – nyírófeszültségek elérik a felület által átmetszett talajok eredő nyírószilárdságát (nyírási ellenállását), talajtörés jön létre, és a földtömeg ezen folytonos felület(ek) (csúszólap[ok]) mentén lecsúszik.⁵



2. ábra. A rézsúk állékonyságára ható tényezők

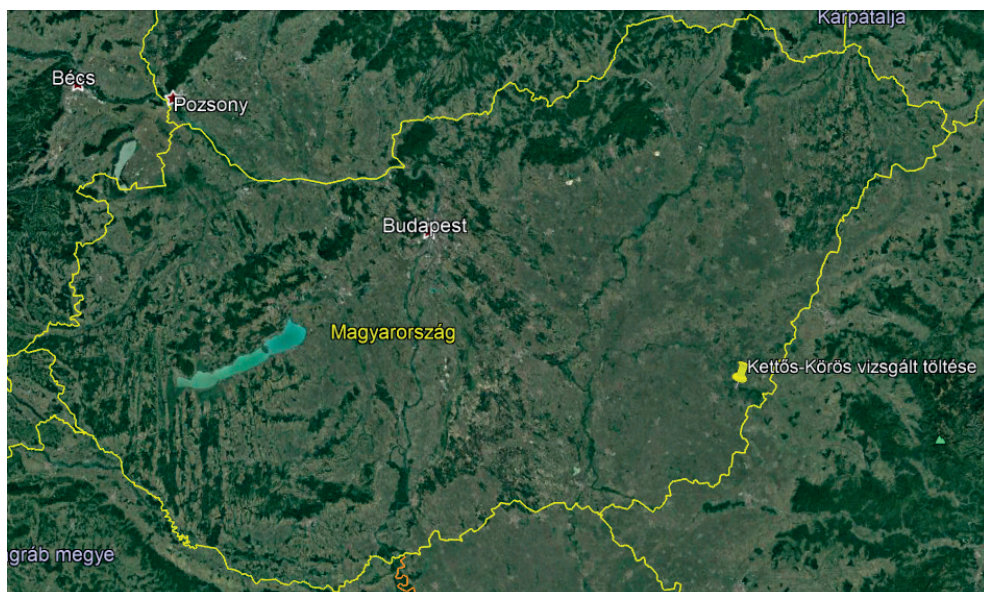
Forrás: Faur–Szabó (2011) i. m.

Az árvízvédelmi töltés állékonysági vizsgálatokor célom a csúszással mint tönkremenetellel szembeni biztonság meghatározása a Kettős-Körös töltésének egy szelvényében.

3. A Kettős-Körös jobboldali töltése

A vizsgált szelvény a Kettős-Körös bal oldali töltésének a 32 + 250 tkm szelvénye (régies nevén a Gyula-Békés Nagycsatorna), amely a Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság 12.02 Mezőberényi árvízvédelmi szakasz fővédvonalán található, és a 2.94. számú Békési ártéri öblözetet védi az árvízi elöntések ellen.

⁵ Faur–Szabó (2011) i. m. 1.



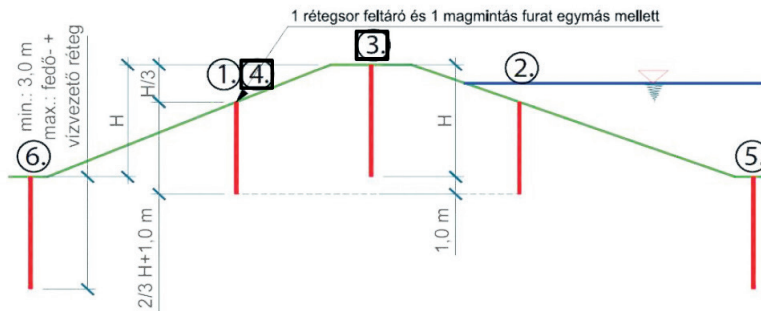
3. ábra. A Kettős-Körös vizsgált töltésszakaszának elhelyezkedése

Forrás: Google Earth

4. A védmű anyagára vonatkozó adatok

A töltés anyaga különböző konzisztenciájú és plaszticitású agyag. A védmű keresztmetszete az árvizek után többszöri magasítás és keresztmetszeti erősítés eredményeként úgynevezett „hagyma-szelvényé” alakult, amely – a korabeli kezdetleges építési technológia, a humuszle-szedés hiányosságai miatt – kedvez a különböző réteg- és kontúrszivárgásoknak. Erre a jelenségre az árvízi tapasztalatok is utalnak.

Az Árvízi veszély- és kockázati térképezés keretében (ÁKK-projekt) olyan töltésszakaszokat választottak ki, amelyek töltésszakadásra hajlamosak. A kiválasztott szelvényekben geodéziai és geotechnikai feltárás történt. A töltések belső szerkezetének minél részletesebb megismerése okán a töltés egy adott – kritikusnak vélt – keresztmetszetében több talajmechanikai feltárás készült, amelyek mintavételét a 4. ábra, a mintavétel típusát az 1. táblázat mutatja be.



4. ábra. Feltáró fúrások a szelvényben

Forrás: Bálintné Hegedűs Katalin – Németh Gyula: *Árvízi töltések geotechnikai gyengepontjainak vizsgálata és numerikus modellezése az árvízi veszély és kockázati térképezési projekt keretében*. Vízterv Environ Kft., 2014.

1. táblázat. Feltáró fúrások rendszere

Fúrás száma	Fúrás helye	Mintavétel típusa
1	mentett oldali rézsű	zavart
2	védett oldali rézsű	zavart
3	töltéskorona	zavartalan
4	mentett oldali rézsű	zavartalan
5	védett oldali töltésláb	zavart
6	mentett oldali töltésláb	zavart

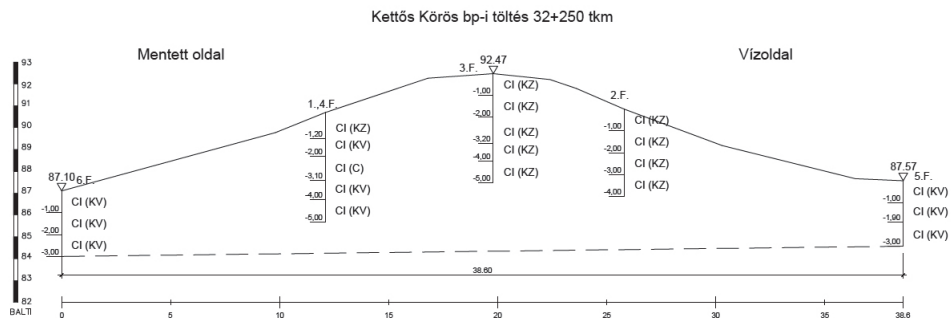
Forrás: Bálintné–Németh (2014) i. m.

A talajfeltárást Ø75 mm-es spirálfúróval rétegenként végezték el, ahol legalább 1,0 m-enként zavart talajmintavétel történt. A minták a helyszíni azonosítás után vizsgálat céljából laboratóriumba lettek beszállítva. Magmintavétel Ø40 mm-es kiszűrőhengerrel készült, a feltáró fúrás alapján a talajrétegződés figyelembevételével. A feltárás a töltéslábnál 3 m mélységben történt, a töltéstartományban pedig 4–5 m mélységig tartott.

A laboratóriumban közvetlen vizsgálattal meghatározták az egyes minták víztartalmát, a durvaszemcsés rétegek szemeloszlásait és a finomszemcsés rétegek konzisztenciahatárait. A zavartalan mintákból ezen túl meghatározták a nedves és száraz térfogatsúlyokat, valamint a hézagtéynyezőket.⁶

A vizsgált szelvényben végzett feltárások helyeit az 5. ábra, a feltárások eredményeit a 2. táblázat mutatja be.

⁶ Bálintné–Németh (2014) i. m. 4.



5. ábra. A Kettős-Körös bal oldali töltés 32 + 250 tkm szelvényben végzett feltárások helyei

Forrás: a szerző szerkesztése

2. táblázat. A Kettős-Körös bal oldali töltés 32 + 250 tkm szelvényben végzett talajmechanikai feltárások eredményei

Vízfolyás neve		Kettős-Körös	
Partoldal		bal part	
Gátörjárás		12.02.05.	
Szelvénytípus		32 + 250	
Fúrás helye		Békés Megye, Doboz 0153 hrsz.	
1. számú FÚRÁSSZELVÉNY			
Réteg		Mintavétel mélysége	Talaj megnevezése
határ	vastagság		
1,20	1,20	0,5	Szürkésbarna közepes agyag (Cl)
2,00	0,80	1,5	Sötétszürke kövér agyag (Cl)
3,10	1,10	2,5	Szürkésbarna meszes sovány agyag (Cl)
4,00	0,90	3,5	Sötétszürke kövér agyag (Cl)
5,00	1,00	4,5	Sötétszürke kövér agyag
2. számú FÚRÁSSZELVÉNY			
1,00	1,00	0,5	Barna közepes agyag (Cl)
2,00	1,00	1,5	Barna közepes agyag (Cl)
3,00	1,00	2,5	Szürkésbarna közepes agyag (Cl)
4,00	1,00	3,5	Szürkésbarna közepes agyag (Cl)
3. számú FÚRÁSSZELVÉNY			
1,00	1,00	0,7	Szürkésbarna közepes agyag (Cl)
2,00	1,00	1,7	Szürkésbarna közepes agyag (Cl)
3,20	1,20	2,6	Szürkésbarna közepes agyag (Cl)
4,00	0,80	3,5	Barnásszürke közepes agyag (Cl)
5,00	1,00	4,5	Barnásszürke közepes agyag (Cl)
5. számú FÚRÁSSZELVÉNY			
1,00	1,00	0,5	Szürkésbarna kövér agyag (Cl)
1,90	0,90	1,5	Szürkésbarna kövér agyag (Cl)
3,00	1,10	2,5	Sötétszürke kövér agyag (Cl)
6. számú FÚRÁSSZELVÉNY			
1,00	1,00	0,6	Sötétszürke kövér agyag (Cl)
2,00	1,00	1,5	Sötétszürke kövér agyag (Cl)
3,00	1,00	2,5	Sötétszürke kövér agyag (Cl)

Forrás: Bálintné-Németh (2014) i. m.

5. Talajfizikai adatok előállítás

Vízet tartó, kötött talajokból épült földművek ellenállása, állékonysága nagyban függ víztartalmuktól. Egy földmű maximális víztartalmát az őt alkotó talajok adott tömörsége és anyagi jellemzői által együttesen meghatározott telített víztartalom jelenti. Az állékonyságot befolyásoló talajfizikai jellemzők közül a kohézió rendkívül nagymértékben függ a nedvességtartalomtól. Tömör talajok telített állapotukban akár rendkívüli kohéziójúak is lehetnek, míg extrém laza állapotban akár zérusá is válhat a telített állapothoz társuló kohézió. A talajok telítődése időfüggő folyamat, amelyet a szivárgási tényező határoz meg.⁷

A telített állapothoz tartozó talajmechanikai jellemzők (kohézió, belső súrlódási szög, térfogatsűrűség) meghatározására karakterisztikus értékeket kell képezni (csak a kohézióra és a belső súrlódási szögre). Mivel a kötött talajok esetében kötöttség növekedésével nő a kohézió és a belső súrlódás meghatározásának bizonytalansága, ezért a variációs tényezőt az alábbi módon határoztam meg.⁸

3. táblázat. Talajfizikai jellemzők variációs tényezőinek meghatározása

Talajfizikai jellemző	Variációs tényező	
kohézió	$C_v = 0,26 + (I_p - 10) / 50 * 0,42$ $C_v = 0,0084 I_p + 0,176$	Lumb (1970) $C_v = 0,26 - 0,68 I_p = 10 - 60$
belső súrlódási szög	$C_v = 0,06 + (I_p - 10) / 50 * 0,05$ $C_v = 0,001 I_p + 0,05$	Harr (1977) $C_v = 0,06 - 0,11; I_p = 10 - 60$

ahol I_p = a kötött talaj plasztikus indexe.

Forrás: Kisházi (2010) i. m.

Mivel a variációs tényező nem más, mint a valószínűségi változó relatív szórása, azaz $C_v = \frac{S_w}{w}$, vagyis a tapasztalati szórás és a várható érték hányadosa, valamint a karakterisztikus érték MSZ 15292 szerinti értéke:

$w_k = w \pm \frac{S_w}{2}$, ahol w_k = az adott paraméter karakterisztikus értéke, a w ugyanezen paraméter várható (átlag) értéke, az S_w pedig a tapasztalati szórása, ezért a karakterisztikus érték kifejezhető így is:

$$w_k = w \pm \frac{C_v w}{2} = w \left(1 \pm \frac{C_v}{2} \right) = w \mu$$

⁷ Kisházi Péter Konrád: *Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázati terv készítése*. 2010. 7.

⁸ Kisházi (2010) i. m. 8.

6. A telített víztartalom meghatározása

A szükséges adatok:

- talaj ásványi szemcséjének fajsúlya (s)
 - laboratóriumi vizsgálatból
 - laboratóriumi vizsgálat hiányában:

4. táblázat. A talajok ásványi szemcséinek fajsúlyai (s)

iszap	soványagyag	közepesagyag kővéragyag
s [gr/cm ³]		
2,7	2,75	2,8

Forrás: Kisházi (2010) i. m.

- talaj száraz térfogatsúlya (rd)

A telített víztartalom számítása

$$w_t = \frac{s - \rho_d}{s\rho_d} 100 [\%], \text{ ahol } r_d = \text{a száraz térfogatsúly}$$

A telített víztartalom ismeretében:

- a telített térfogatsúly: $\rho_t = \rho_d \left(1 + \frac{w_t}{100} \right)$ [gr/cm³, t/m³]
- a telített konzisztencia index: $I_{ct} = \frac{w_t - w_l}{I_p}$, ahol w_l = a folyási határ, I_p = a plasztikus index

A kötött talajok belső súrlódási szögének az osztályozó jellemzőkből becsülhető várható értéke Kopácsy szerint:

$$\varphi = 30 - 0,46 I_p [\circ]$$

A fentiek ismeretében az osztályozó jellemzőkből telített állapotra vonatkozóan becsülhető kohézió várható értéke Jáky szerint:

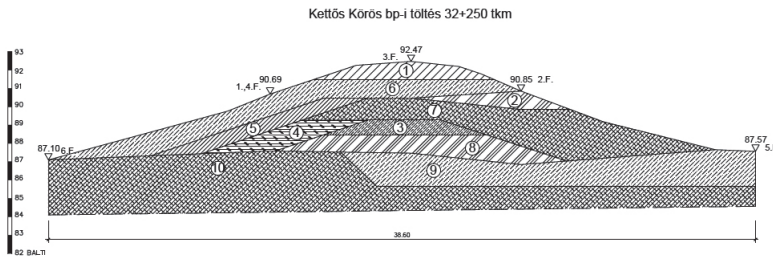
$$c = \frac{10^{I_{ct}(1+0,03I_p)-0,7}}{2} \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) [\text{t/m}^2]$$

ahol I_c = a kötött talaj relatív konzisztencia indexe

7. Rétegszelvények létrehozása

A vizsgált szelvényben vett furatminták laboratóriumi vizsgálatát követően meghatároztam a karakterisztikus értékeket (telített kohézió, súrlódási szög). A furatok helyeit és a karakte-

risztikus értékeket, valamint az árvízvédelmi töltés korábbi építését és fejlesztését figyelembe véve az alábbi rétegszelvényeket határoztam meg:



6. ábra. A töltés rétegszelvénye

Forrás: a szerző szerkesztése

5. táblázat. A rétegek karakterisztikus értékei

Réteg	Telített kohézió (kPa)	Súrlódási szög (fok)	Térfogatsúly (telített) (kN/m ³)
Sorszám	c	ϕ	γ_t
1.	1,01	15	18,72
2.	22,93	14	20,5
3.	22,93	14	20,5
4.	6,86	17	20,2
5.	3,498	12	18,16
6.	9,03	16	20,44
7.	17,09	16	21,07
8.	11,4	12	20,45
9.	13,99	12	19,32
10.	23,28	11	18,61

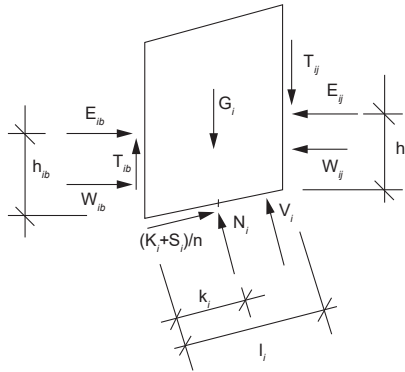
Forrás: a szerző szerkesztése

8. Állékonyságszámítás Geo5 modellel

A töltés állékonysági vizsgálatát Geo5 rézsúállékonysági modullal, azon belül is a hatályos EN 1997 szabvány szerinti biztonsági tényezőszámítással vizsgáltam. A Geo5 rézsúállékonysági modullal a vizsgálatot Bishop-féle számítási eljárással végeztem el, amely az egyik legpontosabb vizsgálati módszer. A Bishop-módszer lényege, hogy a rézsú síkja és a körhenger csúszólappal határolt területét lamellákra osztjuk, majd minden lamellára felírt egyenlet alapján, iterációs számítási eljárással vizsgáljuk a lamellák között ébredő erők egyensúlyát.

Ekkor azzal a közelítéssel élünk, hogy egy lamella két oldalán a földnyomás vertikális komponensei megegyeznek és zérusértékűek, az eredő erők a lamella két oldalán vízszintesek, azaz:⁹

⁹ Faur-Szabó (2011) i. m. 17.



7. ábra. A lamellára ható erők

Forrás: Faur-Szabó (2011) i. m.

$$T_{i,b} = T_{i,j} = 0 \text{ de } E_{i,b} \neq E_{i,j}$$

A biztonsági tényezőt a következő összefüggés alapján, iterációval tudjuk meghatározni:

$$v = \frac{1}{\sum_i G_i \cdot \sin \alpha_i} \cdot \sum_i \frac{c_i \cdot l_i + (G_i - u_i \cdot b_i) \cdot \tan \varphi_i}{\cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi_i \cdot \sin \alpha_i}{v}}$$

$$v = \frac{1}{\sum_i G_i \cdot \sin \alpha_i} \cdot \sum_i \frac{c_i \cdot l_i + (G_i - u_i \cdot b_i) \cdot \tan \varphi_i}{\cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi_i \cdot \sin \alpha_i}{v}}$$

α_i : a csúszólap érintőjének hajtása az adott lamellánál

u_i : a pórusvíznyomás értéke a lamella alján

b_i : a lamella szélessége

8. ábra. A biztonsági tényező meghatározása

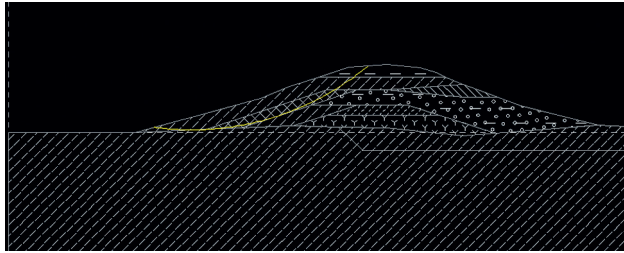
Forrás: Faur-Szabó (2011) i. m.

A rézsúállékonysági számítások során az állékonyságvizsgálatot minden esetben a töltés telített állapotára vonatkozó talajmechanikai paraméterek alkalmazásával végeztem el az alábbiak szerint:

- terheletlen töltésnél,
- vízdali töltéskoronaélt elért vízszint esetén kialakult terhelésnél,
- legnagyobb vízszint (LNV) esetén kialakult terhelésnél.

A Kettős-Körös bo. 32 + 250 tkm szelvényben az eddig valaha mért legnagyobb vízszint (LNV) értéke 91,76 mBf., amely a töltéskorona vízdali éléhez képest (92,20 mBf.) 0,44 cm-rel alacsonyabban helyezkedett el, ami igazolja, hogy a Körösökön jelentős árvízszintek alakulnak ki, amelyek következtében a töltések igen terheltekké válhatnak.

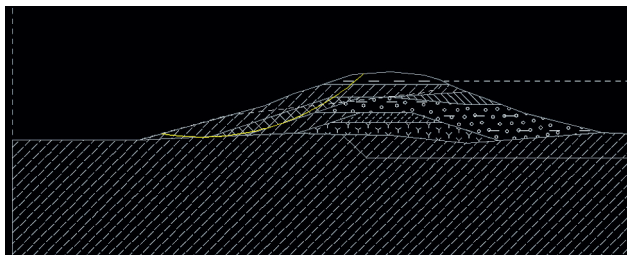
A töltéstartestben kialakuló szivárgási görbét a Kozeny–Casagrande-féle feltételezés szerint, szabályos keresztzivárgásként határoztam meg, amit a töltésben lévő rétegek hasonlósága indokolt.¹⁰



9. ábra. Terheletlen töltés vizsgálata

Forrás: a szerző szerkesztése

Aktív erők összessége:	$F_a = 124,01 \text{ kN/m}$
Passzív erők összessége:	$F_p = 192,86 \text{ kN/m}$
Elcsúszási nyomaték:	$M_a = 2692,35 \text{ kNm/m}$
Ellennyomaték:	$M_p = 4187,06 \text{ kNm/m}$
Biztonsági tényező:	$1,56 > 1,50$
A rézsúállékonyság:	MEGFELELŐ

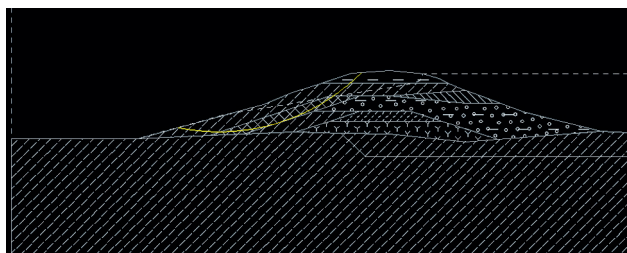


10. ábra. Vízoldali töltéskoronaélt elért vízzint esetén kialakult terhelés

Forrás: a szerző szerkesztése

Aktív erők összessége:	$F_a = 116,70 \text{ kN/m}$
Passzív erők összessége:	$F_p = 152,09 \text{ kN/m}$
Elcsúszási nyomaték:	$M_a = 2189,23 \text{ kNm/m}$
Ellennyomaték:	$M_p = 2853,21 \text{ kNm/m}$
Biztonsági tényező:	$1,30 > 1,50$
A rézsúállékonyság:	NEM MEGFELELŐ

¹⁰ Galli László: Az árvízvédelmi földművek állékonysági vizsgálata. Országos Vízügyi Hivatal, 1976. 214.



11. ábra. LNV-terhelés alatti telített állapotú töltés esetén kialakult terhelés

Forrás: a szerző szerkesztése

Aktív erők összessége:	$F_a = 105,91 \text{ kN/m}$
Passzív erők összessége:	$F_p = 136,90 \text{ kN/m}$
Elcsúszási nyomaték:	$M_a = 1677,57 \text{ kNm/m}$
Ellennyomaték:	$M_p = 2168,42 \text{ kNm/m}$
Biztonsági tényező:	$1,29 > 1,50$
A rézsúállékonyság:	NEM MEGFELELŐ

9. Eredmények összefoglalása

A vizsgálat során a Kettős-Körös jobb oldali töltésének 32 + 250 töltéskilométer szelvényének állékonyságával foglalkoztam, Geo5 modellező programmal, azon belül a Bishop-módszerrel. A töltés geometriáját ismerve, valamint hat furatminta laboratóriumi vizsgálatából meghatároztam a karakterisztikus értékeket, amelyek ismeretében felépítettem a töltésmodellt. Az állékonyságvizsgálat során a töltésszelvényt telített állapotban, árvíz nélküli terheléssel, LNV-szinthez, valamint a töltés vízdoldali koronaélelt elérő árvízszinti terheléssel vizsgáltam meg. Ez az eljárás segítséget jelenthet az árvízvédelmi töltések állékonyságának meghatározásához az árvízvédelmi biztonság növelése érdekében.

Összegzésként megállapítható, hogy a vizsgálat során a telített állapotú vízterhelés nélküli árvízvédelmi töltés rézsúállékonysága megfelelő, de az eddig elért legnagyobb vízszint (LNV) és a koronaélt elérő vízszint terhelési hatására nagymértékben csökken. A rézsúállékonyság biztonsága az LNV-szinthez tartó terhelés hatása 1,56-ról 1,3-as értékre csökkent, amely 0,26-os biztonságítényező-csökkenést produkált.

A vízszint további emelkedésével (+0,44 cm-es emelkedés), amikor az árvízszint eléri az árvízvédelmi töltés vízdoldali koronáját (ezzel a töltés nyúlgátépítés nélkül eléri a maximális terhelhetőségét árvízvédekezés során), a biztonsági tényező tovább csökkent 1,29-es értékre.

A vizsgálat megfelelési határértéke 1,5 volt, ami az 1,0 tényleges határértéknél jelentősen nagyobb. Ez a differencia a peremfeltételek (rétegek tényleges ismerete és térbeli eloszlása) pontatlansága miatt lett nagyobb értékre meghatározva a biztonságot javára.

Számításaim peremfeltételeit, mint a telített állapotra vonatkozó talajfizikai paramétereket, valamint a teljes szelvényre vett telített állapotot a biztonság javára történő közelítésként határozta meg. E kedvezőtlen – de a gyakorlatban ki nem zárható, bármikor előfordulható – felté-

telek mellett határoztam meg a rézsúállékonyságot, a valaha mért legnagyobb és a maximális vízsztintből keletkező terhelhetőség mellett.

Az ilyen – szélsőséges – peremfeltételek mellett kapott eredmények még mindig jóval magasabbak a fizikai tönkremenetel határát jelentő $n=1,0$ biztonsági mérőszámnál. Az állékonyság ugyan nem elégíti ki a szabvány előírását, de elmondható, hogy a szélsőséges terhelés ellenére a szelvény még mindig számottevő biztonsági tartalékokkal rendelkezik, vagyis a töltés a védelmi biztonság szempontjából állékony.

A fentiek ismeretében kijelenthető, hogy a töltéstest rézsúcsúszásra nem hajlamos, s így a töltés védekezés szempontjából biztonságosnak mondható, de mivel állékonysága nem elégíti ki a szabványban előírt értéket, indokolt a töltés fejlesztése.

Az általam elvégzett vizsgálati módszer a Geo5 szoftverrel együttesen alkalmazva nagy segítséget nyújt az árvízvédelmi töltések rézsúállékonyságának gyors számításához, a biztonsági tényező meghatározásához. A vizsgálati módszerrel kimutathatóvá válhatnak azok a szakaszok, amelyeken a közeljövőben beavatkozásokat, valamint fejlesztéseket kell elvégezni az árvízvédelmi biztonság érdekében.

A cikk az „Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”

Felhasznált irodalom

- Bálintné Hegedűs Katalin – Németh Gyula: *Árvízi töltések geotechnikai gyengepontjainak vizsgálata és numerikus modellezése az árvízi veszély és kockázati térképezési projekt keretében*. Vízterv Environ Kft., 2014.
- Boda József – Boldizsár Gábor – Kovács László – Orosz Zoltán – Padányi József – Resperger István – Szenes Zoltán: *A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök*. Államtudományi Műhelytanulmányok 16. Budapest, NKE, 2016.
- Faur Krisztina Beáta – Szabó Imre: *Geotechnika 7*. Miskolci Egyetem Földtudományi Kar, 2011.
- Galli László: *Az árvízvédelmi földművek állékonysági vizsgálata*. Országos Vízügyi Hivatal, 1976.
- Kisházi Péter Konrád: *Új szabványok az árvízvédekezésben. Árvízvédekezés a gyakorlatban*. 2004.
- Kisházi Péter Konrád: *Árvízi kockázati térképezés és stratégiai kockázati terv készítése*. 2010.

Tartalom

KOVÁCS ZOLTÁN – DÉNES KÁLMÁN – KOVÁCS TIBOR – KOVÁCS FERENC: <i>Gyalogság elleni aknák: 25 év nélkülük</i>	5
BALLA TIBOR – HARALD PÖCHER – PADÁNYI JÓZSEF: <i>Műszaki kiválóságok: Oskar Regele</i>	21
TÓTH TAMÁS: <i>A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág integrált tervezése a fenntartható vízgazdálkodás érdekében</i>	31
JUSZTIN KARINA ZELMA – VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: <i>A rezgésdiagnosztika alkalmazása a magyar honvédség technikai kiszolgálása és járműjavítása során – 2. rész</i>	45
SÓS N. ESZTER: <i>A szén-dioxid (CO₂) környezetkárosító hatása és keletkezése az áruszállítási folyamatok során</i>	53
ZSOLT JÓZSEF KERSÁK: <i>Disaster Protection Analysis of the Storm Occurring on July 10, 2017 in Siófok</i>	69
GYARMATI JÓZSEF – VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: <i>A páncélos- és gépjárműtechnikai szaktisztképzés változása az egyes képzési formák óraszámai alapján</i>	81
OLAJOSNÉ LAKATOS BOGLÁRKA: <i>A felszíni vizek monitoringjának hazai és európai uniós operatív rendszere</i>	93
KOVÁCS TIBOR – CSURGÓ ATTILA: <i>Az improvizált robbanószerkezetek elleni védekezés irányai napjaink műveleti környezetében</i>	111
TÍMÁR ATTILA: <i>A Kettős-Körös bal oldali 32 + 250 tkm szelvényének rézsűállékonyság-vizsgálata</i>	127