



HADMÉRNÖK

Kiemelt közlemények

SZAJKÓ GYULA, NÉMETH ANDRÁS, SZATMÁRI BALÁZS:
*A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága
a vasút- és közúthálózatok logisztikai
felderítésében – 2. rész*

KISS ADRIENN: *Létfontosságú
rendszerelemek vizsgálata 1.*

ATTILA MÁRTON: *Comparison of Water
Balance Results for Different Operating
Conditions of the Ráckeve–Soroksár
Danube with Particular Reference
to Infiltration*

18. évf. (2023)
2. szám

ISSN 1788-1919 (elektronikus)



LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Hadmérnök

Katonai műszaki tudományok online folyóirata
ISSN 1788-1919 (elektronikus)

A szerkesztőbizottság elnöke

Kovács László dandártábornok, egyetemi tanár

A szerkesztőbizottság elnökhelyettese

Munk Sándor ny. ezredes, professor emeritus

A szerkesztőbizottság tagjai

Alexandru Babos őrnagy, egyetemi docens

Berek Tamás ezredes, egyetemi docens

Bryson Payne egyetemi docens

Eleki Zoltán ezredes

Földi László ezredes, egyetemi tanár

Haig Zsolt ezredes, egyetemi tanár

Horváth Attila ezredes, egyetemi tanár

Kállai Attila alezredes, egyetemi docens

Lukács László ny. alezredes, egyetemi tanár

Pohl Árpád dandártábornok, egyetemi docens

Josef Procházka ny. alezredes, egyetemi docens

Szászi Gábor ezredes, egyetemi docens

Taksás Balázs százados, egyetemi docens

Turcsányi Károly ny. ezredes, egyetemi tanár

Ujházy László ezredes, egyetemi docens

Főszerkesztő

Farkas Tibor őrnagy, egyetemi docens

Szerkesztőség

Kovács László dandártábornok, egyetemi tanár

Németh József Lajos egyetemi docens

Nemzeti Közszolgálati Egyetem

1101 Budapest, Hungária krt. 9–11.

Postacím: 1581 Budapest, Pf. 15.

„A” épület 9. emelet, 901. iroda

Telefon: +36-1-432-9000/29-289/ Fax: +36-1-432-9025

E-mail: hadmernok@uni-nke.hu

Web: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok>

Kiadó

Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Ludovika Egyetemi Kiadó

Székhely: 1083 Budapest, Ludovika tér 2.

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

A kiadásért felel: Deli Gergely rektor

Olvasószerkesztők: Bujdosó Hajnalka, Gergely Zsuzsanna, Resofszi Ágnes



Tartalom

Katonai logisztika és közlekedés

- JASZTRAB PÉTER JÁNOS, ISTÓK RÓBERT: *A világítás katonai vonatkozásai* 5
- SZAJKÓ GYULA, NÉMETH ANDRÁS, SZATMÁRI BALÁZS: *A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésében – 2. rész* 31

Környezetbiztonság

- GÁBOR DELI: *Mechanism of Action and Use of Radiomimetic Compounds* 57
- PÉTER PÁNTYA, LILLA HORVÁTH: *Analysis of the Material Characteristics of Firefighter Personal Protective Clothing* 73
- BENJÁMIN HÓZER: *The Safety Situation of Municipal Solid Waste Landfills in Hungary from a Disaster Management Perspective – Part 2* 83
- ATTILA MÁRTON: *Comparison of Water Balance Results for Different Operating Conditions of the Ráckeve–Soroksár Danube with Particular Reference to Infiltration* 93
- PAPP CSENGE, KERSÁK JÓZSEF: *Közúti járművekben keletkezett tüzek okai* 109

Védeleminformatika

- KISS ADRIENN: *Létfontosságú rendszerelemek vizsgálata 1. – Hálózatosságvizsgálat* 123
- INÁNCSI MÁTYÁS: *A Reddit közösségimédia-platform szerepe az orosz–ukrán konfliktus vonatkozásában* 139
- VATTAI ESZTER: *A nyílt forrású információszerzés kapcsolata a hadsereggel* 155

Fórum

KUGLER PÉTER: <i>Kína nemzetközi megítélésének változása a Covid-19-járvány során</i>	167
---	-----

Jasztrab Péter János,¹ Istók Róbert²

A világítás katonai vonatkozásai

5/1. rész: Légi, közúti, vasúti és vízi járművek világítása

Part V/1. The Military Aspects of Light

The Lighting of Vehicles, Airplanes, Watercraft and Railway

Absztrakt

A cikksorozat első négy részében témakörönként bemutattuk a katonai világítás jogszabályi aspektusait és követelményeit, kitértünk a harci körülményekre és körletekre vonatkozó elvárásokra, illetve ismertettük a repülőterekre vonatkozó specifikációkat. E cikkben górcső alá vesszük a katonai világítás utolsó csoportjához tartozó légi, közúti, vasúti és vízi járművek fényforrásait. Az eddig még részletesen nem tárgyalt témakört fejlődéstörténeti oldalról közelítjük meg, és egészen a kezdetektől a modern kori világítóeszközökig külön-külön áttekintő leírást adunk, betekintést teszünk a magyar ipar által használt megoldásokba és azok tulajdonságaiba. A rendelkezésre álló kereteken belül csak utalunk a korább leírtakra, illetve törekszünk azt kiegészíteni, kipótolni, hogy újabb aspektusból vagy a felhasználó szempontjából vitathassuk meg a fénybiztosítás, illetve a látás és látásbiztosítás fogalomkörét.

Kulcsszavak: katonai járművek, hadihajó, páncélvonat, vasút, vasúti lámpa, hajólámpa, ívlámpa, gázlámpa, petróleumlámpa, olajlámpa, LED

Abstract

In the first, second and third parts of the series, we presented the requirements and legal aspects of military lighting. In the fourth, we described the details of airport lighting. In this part of the series, we focus on the lighting of aircraft, road, rail, and watercraft. We approach

¹ Egészségügyi és munkabiztonsági szakértő, tűzvédelmi szakvizsgáztató, e-mail: jasztrabp@yahoo.com

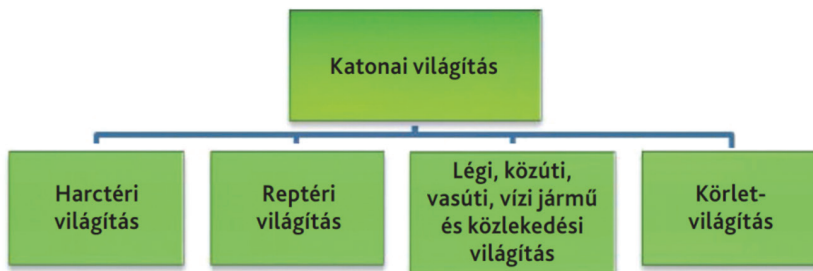
² Adjunktus, Óbudai Egyetem, e-mail: istok.robert@kvk.uni-obuda.hu

the issue from the point of view of the history, and we try to give an overview from the initial devices to modern one. We take an insight into the solutions used by Hungarian industry and the properties of previous solutions. Without repeating the previous chapters, we only refer to the articles that have already been published, and we try to supplement the already written concept of light insurance as well as the human vision and visibility in this topic.

Keywords: military vehicle, warship, armored train, railway, railway lamp, ship lamp, arc lamp, gas lamp, kerosene lamp, oil lamp, LED

Bevezetés

A közlekedés napjainkban szinte elképzelhetetlen közlekedési eszközök nélkül, de annak mai formái kialakításához hosszú út vezetett. Fejlődésük nem szűkölködött az adott korra jellemző fejlettségű technológiai eredmények és vívmányok alkalmazásától. A közlekedési világítást elsősorban a biztonság oldaláról érdemes megvizsgálni, mivel ezen eszközök képesek csökkenteni a kockázatot, illetve megelőzni a veszélyhelyzetek kialakulását. Az érzékszervi korlátok áthidalásában a műszaki megoldások segítenek, hogy a személyzet akaratának megfelelően a biztonságos működtetés megvalósuljon. A látásnak és a látásbiztosításnak szerves részei a terepet jellemző adottságok és a rendelkezésre álló fényforrások. Ennek megfelelően a világítás a képességeink határát növelő biztonsági eszköznek tekinthető, amely egyben ellenőrzés, illetve kényelmi funkció, és dizájn szerepkört is betölt, de nem utolsósorban tájékoztatást ad a vezetett eszköz aktuális helyzetéről. A vezető látási viszonyait az ablakok és tükrök kialakítása, valamint az alkalmazott lámpák és azok dizájnja is befolyásolja. A láthatóságot a környezetben található tereptárgy színe és csillogó felületei, a beépített fényforrások és fényvisszaverő elemek is meghatározzák. Felismerve a terület stratégiai szerepét, a modern technológia felhasználása és rendszeresítése előnyösnek bizonyult a katonai hadviselésben. A következőkben történelmi megközelítés alapján mutatjuk be a fejlődésüket és kialakulásukat, szó esik a lényeges katonai közúti és vasúti járművek, hajók, repülők világításának katonai aspektusairól, kiegészítve a korábbi cikkekben leírtakat, mint a harctéri világítást (cikksorozat 2. része) a körletvilágítást (cikksorozat 3. része) vagy a repülőtéri világítás szerepét (cikksorozat 4. része). (Lásd a fényforrások katonai szabályozás szerinti felosztását az 1. ábrán.)



1. ábra: A fényforrások katonai szabályozás szerinti felosztása

Forrás: JASZTRAB–GÜTH 2015a: 259.

A világítás fejlődése és az éjszakai közlekedés kialakulása

A közvilágítás céljára kezdetleges világítóeszközöket már a 16. században alkalmaztak, de a közvilágítás közművesítése a 18. századra tehető.³ Ezt megelőzően az emberek nappal és éjjel csak a legsürgősebb esetben közlekedtek.⁴ A tehetősebbek megbíztak segítségével világították meg a rossz minőségű utakat. Sok helyen fáklyahordók és lámpavivők pótolták a hiányzó közvilágítást. A nagyobb városban szakosodott cégek alakultak, akiket meg lehetett bízni úgynevezett „lámpás” kíséreként. Sokfelé a helyieknek előírták, hogy sötétedés után csak úgy közlekedhetnek, ha volt náluk világítóeszköz.⁵ Továbbá a lopások és a rendbontások megakadályozása érdekében a nagyvárosokban éjszaka éjjeliőrök járták az utcákat. Hasonló szerepe volt idehaza a baktereknek, amely megnevezés a német Wächter szóból ered. Nagyobb településeken felosztották maguk között a területet, és ellátták az éjszakai őrseget. A bakterek a korábban elterjedt várvirrasztók módjára vigyáztak este, és őrizték a nyugodt álmokat, ahogy napjainkban a rendőrök teszik. A rendőrség épületét már a 18. századtól lámpa jelzi (2. ábra).⁶



2. ábra: Német „bakter” korabeli öltözetben és eszközökkel és az 1912-ben épített kispesti rendőrség bejárata lámpával

Forrás: a szerzők szerkesztése

³ Budapest tekintetében ez a légszeszgyár által termelt gázzal működő, egész éjjel világító lámpák megjelenése volt.

⁴ Éjjel tilos volt a járkálás, csak a legsürgősebb esetben „égő lámpával lehetett közlekedni”. TÓTH 1981: 182.

⁵ Ilyen előírás volt a 1715. évi rendelet. TÓTH 1981: 182.

⁶ LAKI 1988: 174.

A modern világítóeszközök elődjeként foklát, fáklyát, tűzkosarat⁷ és gyertyát használtak, de a lámpásokban az olaj és a petróleum teljesen kiszorította a növényi és állati tüzelőanyagokat.⁸ (Lásd a 3. ábrát.)



3. ábra: Az elektromos és a közvilágítás elterjedése előtti időkből használt eszközök: fent balról jobbra látható: a foklátartó⁹ külön és szobában elhelyezve, fáklya, mennyezeti olajlámpa, lent balról jobbra: asztali foklátartó, illetve svéd fáklya égés közben, tűzkosár mása, valamint kültéri fali (petróleum) lámpa

Forrás: a szerzők összeállítása saját gyűjteményből és a brit Tudományos Múzeum (Science Museum), a Zsámbéki Lámpamúzeum, a Sasvárai Múzeum fényképei és kiállítási darabjai alapján

Először az utakat tekintve csak a fő útvonalakon volt világítás. Néhol előírták, hogy a kereszteződéseknél levő épületek falába tett vaskarikába rakjanak fáklyát, vagy leereszthető függőtartóban, vastölcserben¹⁰ legyen égő lámpás. Az ivók,¹¹ boltok és utcafronti tehetősebb házak oldalában, majd az alsó utcafronti ablakokba kellett kihelyezni lámpát.¹² (Lásd a korabeli utcai közvilágítás típusait Budapesten a 4. ábrán.)

⁷ LAKI 1988: 73.

⁸ LAKI 1988: 41, 171–174.

⁹ Definíciója: világításra használt, jól égő fából hasított, 40–60 cm hosszú, esetleg nagyon vékony szál, amelyet gondosan szárítanak, preparálnak. FILEP [é. n. a.]

¹⁰ LAKI 1988: 88.

¹¹ Vendégházok: csárdák, kocsmák, karavánszerájok. Az ivókat éjjel kivilágították, ezek egyben szállásul szolgáltak az átutazóknak. LAKI 1988: 127–128.

¹² LAKI 1988: 73, 76–77.



4. ábra: Korhű olaj-, petróleum-, gázlámpák mása Budapest utcáin
 Forrás: a szerzők szerkesztése

A közvilágítás kezdeteitől egészen az elektromos hálózat¹³ elterjedéséig élt a lámpagyújtó foglalkozása. A harmincas években gázlámpa-¹⁴ és petróleumlámpa-hálózat is működött Magyarországon, de a második világháborúban a bombatámadások miatt végleg eljelentéktelenedtek ezek a közművek. Már 1918-tól használtak gáztöltésű izzókat tartókon és az utca közepére szerelten. A háborút követően a fénycsöves világítás kezdett elterjedni, és a higanygőzlámpák a nyolcvanas évekre uralták a fővárosi köztereket.¹⁵ Napjainkban pedig jellemzően a LED-világítás veszi át a korábbi fényforrások helyét. (Lásd a gázlámpák közművének emlékét az 5 ábrán.)



5. ábra: A budapesti gázyár emléktáblája és egy közvilágításra használt gázlámpa korhű mása
 Forrás: a szerzők fényképei

¹³ De már 1881-ben több ívlámpát is felszereltek Budapesten. TÓTH 1981: 183.

¹⁴ Az utolsó gázlámpa „1967-ig működött a budai Vár területén.” TÓTH 1981: 183.

¹⁵ TÓTH 1981: 183.

Idővel a köz érdekében a közvilágítás építési, fenntartási költségei az egyénekről a központi vezetés felé tolódtak el, aminek köszönhetően létrejöttek a szabályozások.

Napjainkban részletes előírások vonatkoznak a közvilágításra. Korábban már foglalkoztunk *Körletvilágítás* című cikkünkben a létesítmények és a szabad terek javasolt paramétereivel,¹⁶ valamint szó esett arról, hogy „egyedi katonai előírás nem vonatkozik”¹⁷ a közúti világításra. Azonban lényeges hangsúlyoznunk, hogy a vezető szemszögéből a választott sebességtől függő rövid észlelési idő, a haladási irány szerinti út és állapotának megismerése létfontosságú. Így a szemlélési pont magasságában elhelyezett lámpatestek és az arra merőlegesen sugárzó statikusan befolyásoló tényezők lényegesek a látás és észlelés szempontjából. Fontosnak tartjuk a műszaki iránymutatást tekintve kiemelni a MSZ EN 13201 szabványt¹⁸ a kültéri rögzített világítóberendezések tekintetében, amely a jó láthatóság, a forgalom biztosítása és a közbiztonság megteremtése érdekében a minimális látási feltételeket foglalja össze. Éjjel vizuális feladatok teljesítésekor, ahogy arról már szó esett a harc-téri világításról szóló cikkben, az alakfelismerést és a jó térbeli látást kell szem előtt tartani, a színlátás (színvisszaadás) elhanyagolható.¹⁹ Azonban a megvilágítás időbeli egyenletességével a folyamatos adaptáció és a szemfáradás elkerülhető. A fentebb említett szabvány foglalkozik a hosszegyenletességgel, viszont az útfelület reflexiók tulajdonságát állandónak tekinti. A gyakorlatban az úttípus és annak állapota is változik. Nagy sebességgel közlekedő járműben az egyenetlen megvilágítású út a villódzás érzetét kelti. A veszélyes forgalmi helyek, csomópontok, útvonalak szélességének és irányának változása a legfontosabb információ a sofőrök számára. Tehát a különböző világítási helyzetek és azok jellemzői mellett a sebesség és a környezeti feltétel, mint az útburkolat,²⁰ lényeges tényező a vezető számára. (Lásd a 6. ábrát.)



6. ábra: A kontraszt és az útfelület reflexiója

Forrás: a szerzők fényképei

¹⁶ JASZTRAB–MEGLÉCZ 2021: 18.

¹⁷ JASZTRAB–GÚTH 2015b: 8.

¹⁸ Az MSZ EN 13201 szabványsorozat az útvilágításról szól és 5 részből áll, amelyek közül az egyik egy műszaki jelentés.

¹⁹ JASZTRAB–ISTÓK 2021: 15.

²⁰ A 19. századtól kezdték a városokban az utakat burkolni. MOLNÁR 2018: 89, 93, 94.

A közúti járművek világításáról

A közúti járművek világításának a kezdete az állati erővel húzott kocsik használatára tehető. Hazánkban már 1781-ben²¹ a Kölber testvérek kocsiján is voltak lámpák, és a fiákeresek, a konflisok pedig állandó megvilágítással rendelkeztek. A 1827. évi rendelkezés következtében Budán és Pesten a kocsi mindkét oldalára gyertyalámpást kellett rakni, majd később az olajlámpa és az acetilén is megjelent.²² (A Kölber testvérek hintóin a világítást lásd a 7. ábrán.)



7. ábra: Világítás a fiákeren és a konflison

Forrás: a szerzők szerkesztése saját gyűjtés és a Közlekedési Múzeum kiállítási darabjai alapján

Az éjszaka közlekedő postaszolgálat gyorskocsiját már a 1890. évi törvény is szabályozta, a párizsi nemzetközi egyezményt követően pedig 1929 óta kötelező az összes közúti járművek éjszakai megvilágítása.²³ A tompított fény például 1935 júliusa óta előírás a járműveken Nagy-Britanniában. A városokban a lóvasút és az omnibusz állt a közlekedés szolgálatába. A lóvasút hátsó részére vörös színű lámpát raktak,²⁴ de éjjel a járatok megkülönböztetésére különböző színű lámpákat használtak. A forgalmasabb helyeken jelzőörök voltak a forgalom irányítására.²⁵ A megnövekedett városi forgatag szabályozására az első közlekedési lámpát, amely gázlámpával működött, a vasút mintájára készítették el. A húszas évek elején kezdtek el terjedni a járműveken az elektromos fényforrások. (Lásd a régi autók lámpáit a 8. ábrán.)

²¹ LAKI 1988: 100.

²² LAKI 1988: 101.

²³ 1929. évi XXXII. törvénycikk indokolása 1.

²⁴ LAKI 1988: 104.

²⁵ CLARK 2019.



8. ábra: Régi autók jellegzetes lámpái a Manchesteri Tudományos és Ipari Múzeum kiállítási darabjai alapján

Forrás: a szerzők fényképei

A világítás eleinte a közlekedési eszközökön a láthatóságot és nem pedig a jó látást tette lehetővé. Erre a célra a kanócos égők is elegendőek voltak, de a környezeti hatások kivédése érdekében elsősorban az acetilénlámpák terjedtek el, amelyeket még a századfordulón is széles körben használtak. Az 1920-as évektől²⁶ van elektromos fényforrás az autókban, amely megoldás fokozatosan fejlődött. Az adott közlekedési viszonyok között gondot okozott ugyan a rövid élettartam és a megfelelő áramforrás hiánya, ennek ellenére gyorsan elterjedtek. A külső világítás mellett hamarosan a belső is megjelent. Az integrált elektronikus rendszer²⁷ és vezető melletti kapcsolási lehetőség elősegítette a vezetői komfortot.²⁸ A fejlődéstörténetet tekintve a vakítás, kápráztatás elkerülése jelentett elsősorban kihívást, ezért vezették be a tompított fényű fényszórókat.²⁹

A kanyarkövető fényszóró volt az első adaptív fényszóró típus. 1957-ben megjelentek az aszimmetrikus tompított fényű fényszórók, majd a négyfényszórós rendszerek, de már 1924 óta léteznek a kétfonális lámpájú fényszórók,³⁰ amelyek magukban foglalják a tompított és távolsági fényforrásokat is. Eleinte egy légmentesen zárt üvegbúrában két izzószálat használtak, de végül az izzók terjedtek el. Itt érdemes pár szót ejteni az autók fényforrástípusairól, hiszen a többi közlekedőeszköz fejlődését tekintve – adaptálva az újdonságokat – hasonló módon zajlottak le.

²⁶ A Hartford Electric Vehicle Company a Columbia elektromos autóján készítette az elsőt.

²⁷ Cadillac Delco, BIGGERSTAFF 2020.

²⁸ Cadillac.

²⁹ Először Guide Lamp Company (Cleveland, Ohio), majd Bilux.

³⁰ Bilux.

A fényszóró az egyik legnagyobb fejlődést mutató „vezetői világítás”. A közúti járműveken a legnagyobb szerepük van, de egyben más funkciókat is megvalósíthatnak, mint a helyzetjelzést és a kanyarodássegítést. Kialakításuk sokféle lehet, de a fő részei a házra, a búrára, az optikai elemekre és a fényforrásra oszthatjuk. Az egyik lényeges kihívást a távolsági és a tompított fény integrált megtervezése jelentette. A reflektorbúrák gyártásához először rezet és cinket, nikkelt, ezüstöt használtak, majd alumínium bevonatú (foncsort) acél váz szolgált a fény fókuszálására. A hétköznapiakban ezek káprázásmentesek, de a második világháborúban a csökkentett fény vált nélkülözhetetlenné, és használatakor szigorúan szabályozott paramétereket kellett betartani. A parabolikus, reflexiós rendszerű fényszórók sokáig egyeduralmuk voltak, kerek és négyzet alakú kivitelben is készültek. Bár olcsók voltak, a sebesség növekedésével háttérbe szorultak, és megjelentek az első projekciós ellipszoid rendszerek. A felületkihasználtság növelése érdekében és a tervező rendszerek fejlődésének köszönhetően létrehozták a szabadformájú típusokat, amelyek már speciális formai és egyedi igényeket is ki tudtak elégíteni. Az előbbieket hibrid ötvözetei modernebb változatok voltak, de ezek a magas vizuális komfort mellett is túl költségesnek bizonyultak.

Az automatikus kapcsoló fényugárvezérlés³¹ és a vezető látását segítő eszközök fejlesztése már korai szakaszban elkezdődött. Ehhez jöttek létre az intelligens rendszereket használó kialakítások, amelyek képesek voltak állítani a fényszórás irányát a vezérlőegységbe érkezett információk segítségével, a gépjármű sebességéből és helyzetéből.³² Ezek AFS (adaptive frontlighting system, intelligens fényszórórendszer/adaptív első világítás), AFL (adaptive forward lighting, adaptív első világítás/intelligens kanyarfényszóró), ILS (intelligent lighting system, intelligens kanyarfényszóró) néven váltak ismertté, amelyek a sebességet és az időjárási viszonyokat is figyelembe vették, és különböző fényeloszlásokat tudtak létrehozni. Némely típus kamera segítségével állapítja meg a világos-sötét határt és észleli a haladó gépjárművek fényeit. A világítómodul ennek megfelelően szabályozott, és képes volt automatikusan váltani a tompított fény vagy fényszóró között. Az adaptív rendszer fejlett fényszórótechnika, amely kamerák, szenzorok és képalkotó eszközök összehangolásával képes az útviszonyoknak és a forgalmi helyzetnek megfelelően, akár az út jobb és bal oldalán eltérő megvilágítást létrehozni. A korunkra jellemző energiacsökkentés céljából már használják a LED-nél takarékosabb lézérlámpákat, amelyek képesek tükrök segítségével fókuszálni a fénypor által emittált fényt.

A jelzőlámpa színezett búra vagy fényforrás is lehet. Helyzetjelzőként és féklámpaként egyaránt működhetnek. Nagy fejlesztés nem történt az évek alatt, de számos egyedi figyelemfelhívó megoldás látott napvilágot. (Lásd a mutatónyíl formájú jelzőlámpát a 9. ábrán.)

³¹ Horizontális és vertikális állítás.

³² Itt az irányjelző és kormányászög helyzetéből.



9. ábra: Egyedi irányfény teherautón (balra mutató nyíl)

Forrás: a szerzők fényképe

A belső világítás legfontosabb előírása, hogy a vezetőt az út és a környezet figyelésében nem zavarhatja, illetve ne terelje el a vezető figyelmét. Lehet felső, plafon-, ajtó- vagy küszöbvilágítás, vagy gombok, panelek és kiegészítő belső részek, terek megvilágítása. A kijelző legyen jól olvasható, segítse elő az információ megértését, mindenféle fényviszony mellett maradjon jól látható. Legyenek egységesek, kontrasztmentesen és megfelelő fényerővel rendelkezzenek.

A közúti járművek világítással kapcsolatos előírásai

Az Egyesült Nemzetek Szervezete³³ tagjaként az Európai Gazdasági Bizottság (Economic Commission for Europe) és az Európai Gazdasági Közösség (European Economic Community) szabályozása³⁴ a genfi egyezményt ratifikálta,³⁵ és a régióban „egységes szabályok felállításával”³⁶ harmonizálták a követelményeket, ezért azok eltérnek az amerikai szövetségi USA FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards) előírásaitól. Az Európai Unió teljes tagjaként Magyarországon az 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelete a közúti közlekedés szabályairól szóló (KRESZ) és a 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendeletek foglalják össze a közúti közlekedésre vonatkozó előírásokat. A járműveken csak a meghatározott fajta, mennyiségű és színű világítóeszköz lehet.³⁷ A típusellenőrzésen átesett fényforrás eljárás nélkül másokra cserélése a jármű forgalomból történő kivonását is eredményezi.³⁸ A legfontosabb fénytípusok adatait az 1. táblázat tartalmazza.

³³ Itt a Gépjármű előírásokat összehangoló Világforum–WP 29.

³⁴ Itt UNECE (United Nations Economic Commission for Europe).

³⁵ Itt a 1958-as Genfi Egyezmény a kölcsönös elfogadásról.

³⁶ 2019. évi LXXV. törvény.

³⁷ Helye és fénye, fénytechnikai jellemzői, felépítése.

³⁸ 44/2014/EU rendelet.

1. táblázat: Fényforrások és előírások

	Fénytípus	Műszaki paraméter	Egyéb specifikus követelmény
1.	Távolsági fényszóró	100 méter távolságig, a megvilágítás a távolsági fényszóró középpontjának magasságában 1 luxnál kevesebb nem lehet	színtelen (fehér) vagy szelektív-sárga (köznyelven ismert nevén kadmi-umsárga) Automatikus fényszóró állító nagy fényforrás esetén
2.	Tompított fényszóró	minimális távolság 40 méter. A fényszóró középpontján átmenő vízszintes síkban és e felett a járműtől 25 méter távolságban a megvilágítás aszimmetrikus tompított fényszóró esetén 0,7 luxnál, szimmetrikus tompított fényszórónál, 1 luxnál több nem lehet	színtelen (fehér) vagy szelektív-sárga távolsági bekapcsolása után tovább működhet
3.	Ködfényszóró	a középpontján átmenő vízszintes síkban és e felett a járműtől 25 méter távolságban 1 luxnál több nem lehet	színtelen (fehér) vagy szelektív-sárga
4.	Hátrameneti lámpa	a megvilágítás 10 méter távolságban az úttest szintjétől számított 0,90 méter magasság fölött 3 luxnál több nem lehet	színtelen (fehér)
5.	Helyzetjelző ³⁹ lámpa	sötétben és tiszta időben 300 méter távolságról észrevehetőnek kell lennie	hátsó piros, első színtelen (fehér), vagy kadmiumsárga és legyen felismerhető
6.	Féklámpák	nappal, ráeső napfényben legalább 300 méterről határozottan felismerhetőnek kell lennie. A féklámpa fényerejének jól érzékelhetően nagyobbaknak kell lennie a hátsó helyzetjelző lámpa fényerejénél	nincs szín meghatározva, de a felismerhető, helyzetjelnél erősebb
7.	Irányjelző	napfényben legalább 50 méterről, sötétben, tiszta időben legalább 300 méterről határozottan felismerhetőnek kell lennie. Az első irányjelző lámpa fényének felkapcsolt tompított fény mellett legalább 75 méterről határozottan felismerhetőnek kell lennie	színe sárga, legyen felismerhető. A világításnak a többi lámpától függetlenül kell bekapcsolnia (kivéve a többi indexlámpát). Több (első és oldali) lámpa esetén oldalanként egyszerre és szinkronban kell villogniuk
8.	Rendszám-tábla világító lámpák		működjön egyszerre a járművilágítás bekapcsolásakor
9.	Beltéri világítás		színtelen (fehér) vagy kadmiumsárga
10.	Műszerfal világító lámpák		ne zavarja a vezetőt

Forrás: a szerzők szerkesztése JASZTRAB-GÚTH 2015b alapján

³⁹ Nappali menetjelző lámpa új fogalom, fel kell szerelni vagy alkalmazni kell a tompított fényszórót, amelyet a jármű főkapcsolójának bekapcsolásakor automatikusan bekapcsolnak. Rendeltetése, hogy a haladó járművet nappal jobban láthatóvá tegye [2. melléklet a 31/2014. (VI. 27.) NFM rendelethez Függelék B/8. számú melléklet módosítása].

Teherjárművek és személyszállító buszok

A teher- és autóbuszgyártásnak fényes múltja van Magyarországon. A kezdetek a 20. század elejére tehetőek. Számos sikerrel büszkélkedhetünk, Uhri, Rába, Ikarus, Csepel márkák fémjelzik a történelmünket. Az első teherautók postai igények kielégítésére készültek, illetve a mezőgazdasági termékek vasúthoz szállítására szolgáltak. A háború megpróbáltatásait túlélve az ágazat a Csepel teherautó körül összpontosult, és még a Rábának jutott szerep, de a központi döntés alapján az államosított ipari gyártás csak a buszokra helyezte a hangsúlyt, ami majdnem a rendszerváltásig a fénykorát élte, ám azt követően hamarosan meg is szűnt idehaza. Ennek ellenére lényeges műszaki megoldásokkal büszkélkedhet a hazai járműipar, amelyek többsége sajnos már csak a múzeumokban fellelhető.

A katonai gépjárművek világítása

Ahogy korábban említettük, a húszas évektől már az elektromos világításról beszélhetünk, és az évfordulóra még jellemző acetilénlámpákat gyorsan leváltották. Magyarországon az 1930-as évektől kezdődött a gépjárműlámpák gyártása az 1906-ban nevet változtató⁴⁰ Egyesült Izzóban (teljes nevén Egyesült Izzólámpa és Villamosság Rt.).⁴¹ Termékeit a Weiss Manfréd Repülőgép és Motorgyár hatkerekű terepjáró gépkocsi WM H1 és H2-nél, illetve a Botond terveinél is felhasználták. A páncélos fegyvernem megteremtése érdekében titokban, licenc átvételével gyártották, ahogy a repülőket is. Nem volt lehetőség külön fejlesztő részlegek kialakítására. 1939-ben svéd licenc alapján kezdődött a Toldi könnyű harckocsik, 1940-ben a csehszlovák eredetű Turán közepes és nehéz harckocsik készítése.⁴² A Tas nehéz harcjárműnek Turán alváza és motorja volt. A Zrínyi II rohamtarack csapatpróbára sor került, de a Zrínyi I gyártása már nem valósult meg. A Nimródot svéd L-60 alváz felhasználásával és prototípus alapján tervezték. 1939-ben a Csaba páncélgépkocsi magyar fejlesztés volt. A hadsereg Botond (10. ábra) és Ford teherautót használt, de Rába Afit és Marost is rendszereztek. A Rába „V” tehergépkocsi világítása „az első világháború végéig acetilén, illetve petróleum, majd ezt követően Bosch rendszerű elektromos berendezés volt”.⁴³ A Rába AF(i)⁴⁴ felépítmény világítását, amely kettő fényszóróból és hátsó lámpából állt, generátor és egy akkumulátor működtette, ahogy a Rába Krupp teherautót is. Az első világháborút követően idehaza német Punch és olasz Gilera motorkerékpárt vásároltak. Sok BMW 750-es német KV-40 és KV-50 vontatót, de olasz Pavesit és Bredát is használtak. Meg kell említeni a Berva moped és a Danuvia motorkerékpárt,⁴⁵ a SON-9A (Ipoly) tűzvezető rádiólokátort, illetve a FUG-t, PSZH-t, és a Rába

⁴⁰ 1896-tól működött Egyesült Villamosság Rt.-ként a cég, amelyet Egger Bernát leányvállalatként alapított Budapesten. KOROKNÁL 2004.

⁴¹ LAÁSZ 2013.

⁴² Skoda T-21-es Turán-t 1940-től gyártották.

⁴³ VARGA 2008: 32, 170, 172.

⁴⁴ Az AF rövidítés mellett az (i) is jelzi, hogy katonai célra gyártották.

⁴⁵ 125 cm³-es motorkerékpár.

gépgyár tehergépjárművet, terepjáró bázisjárművet, a HM Currus Gödöllői Harcjárműtechnikai Zrt. BTR-80-as páncélozott szállító harcjármű átépítését (műszaki mentő, sebesültszállító, vegyi-, sugárfigyelő). Szót érdemel a Rába H sorozata és a Komondor egyaránt. Számos megoldás és kialakítás jellemzik őket, amelyeket a jelenlegi keretek között részletezni nincs módunk.



10. ábra: A Botond hátsó, első és irányjelző világítása

Forrás: a szerzők szerkesztése a Rába Járműipari Holding Nyrt. járműtörténeti kiállítása alapján

Azonban fontos megemlíteni, hogy a háború után Magyarországon a Tungstam 1964-ben hozta forgalomba a H1-es halogén autólámpát, illetve 1967-ben a H3-as, 1968-ban pedig a H2-es halogén autófényszóró-lámpákat.⁴⁶ A halogénlámpák fejlesztése és gyártása a vállalat egyik legsikeresebb epizódja volt. Az aszimmetrikus duoluxlámpák 1966-tól kerültek forgalomba, és a H4-es aszimmetrikus halogén az 1970-es évek után. A már 1966-ban elkészült PSZH⁴⁷-ban rendszeresített éjjellátóit importálták külföldről.⁴⁸ A híres hazai katonai jármű, a FUG szállítója a Villtesz Ipari Szövetkezet volt.⁴⁹ (Lásd a 11. és 12. ábrát.)

⁴⁶ KOROKNÁL 2004: 120.

⁴⁷ Típuszáma: D-944.

⁴⁸ VARGA 2008: 405, 406.

⁴⁹ VARGA 2008: 405.



11. ábra: A Villtész Ipari Szövetkezet terméke: belső lámpa és csomagolása
Forrás: a szerzők saját gyűjteményéből

A katonai járműveken található fényforrásokat belső és külső részre lehet osztani. A korszakokat és a fejlődést vizsgálva érdemes a LED megjelenése előtti időre és utáni időszakokra osztani a hadiipar által használt konstrukciókat. A korábbi típusok reflexiós vagy vetítőlencsés kivitelben készültek.



12. ábra: A FUG elsötétítést és látást segítő eszközei
Forrás: a szerzők fényképe

A katonai közúti járműveknél használt világítóeszközöknél az alábbi egyedi felosztást érdemes figyelembe venni, és fontos hozzájuk egyedi specifikációkat meghatározni:⁵⁰

- belső, fülkevilágítás;
- taktikai és rejtett, elsötétített világítás;
- navigációt segítő világítás;
- keresőfények, fényszórók;
- konvojkövetési világítás;
- kijárat (nyílás) és menekülési világítás.

A harcjárműveken megtalálható egyedi fényforrások a 13. ábrán láthatóak.



13. ábra: Harci járművek speciális világításai

Forrás: a szerzők szerkesztése

Vasúti világítás

Kezdetekben a vasút csak nappal közlekedett.⁵¹ A mozdonyokban és a kocsikon később már volt jelző, illetve általános világítás. Az állandóság fontos követelményként jelentkezett a szürkület után közlekedő járatoknál. A mozdonyokat nagy fényerősű, vastag lencsés lámpával látták el elől,⁵² amelyben a mai napig használatos Fresnel-lencsét⁵³ kezdetek óta előszeretettel alkalmazták. Ezekből kettőt tettek egymagasságba. A szerelvények (kocsik) külső világításának a vonat elején vagy a végén volt szerepük.⁵⁴ A járatról függően egy vagy kettő fehér, manapság egy vörös fényforrás van.⁵⁵ Eleinte mécses vagy olaj, petróleum és acetilén égett a vagonokban, később

⁵⁰ Erről a második részben esik szó bővebben.

⁵¹ LAKI 1988: 105, 107.

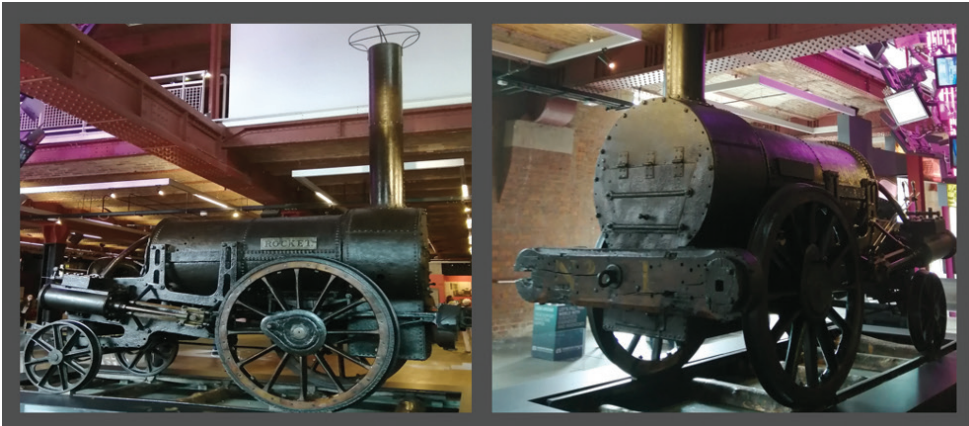
⁵² LAKI 1988: 106.

⁵³ Augustin-Jean Fresnel találmányát világítótornyokban is használják.

⁵⁴ Elsősorban nem látási, hanem láthatósági szerepük volt.

⁵⁵ LAKI 1988: 108, 112.

ezeket váltották fel az elektromos lámpák. A vonatokon 1910-ig volt olaj, amelyet gáz váltott fel, és a biztonság érdekében 1935-től⁵⁶ már tilos volt a gyertyavilágítás⁵⁷ Magyarországon.⁵⁸



14. ábra: Rocket, az első mozdony (Manchester-i Tudományos és Ipari Múzeum). Világításról még szó sem volt.

Forrás: a szerzők szerkesztése a Manchester-i Tudományos és Ipari Múzeum kiállítási fénykepeiből

A vasúti jelzők közül az alakjelzők kialakításuk szerint hengeres alakúak, árbócosok, tárcsások, karosak, lapalakúak,⁵⁹ jelzőgömbösök⁶⁰ voltak. Ezekre, hogy éjszaka is láthatóak legyenek, lámpákat erősítettek különböző színes előtétellel. A legismertebbek közülük a szemaforok, amelyek az 1850-es évektől terjedtek el.⁶¹ A fehér szín a forgalomban eleinte „szabadmenetet”, illetve „tolatás tilos”-t jelentett a vonatokon. A baleset megelőzése érdekében utóbbi jelentése megszűnt.⁶² Régebben a zöld szín a lassú menetet is jelölte, mint a sárga szín. A piros a tiltást, megállást. A kék fény a tolatás tiltását rendelte el. A helyhez kötött kivitelű lámpák a pálya jobb oldalán helyezkedtek el,⁶³ de a kézi jelzőlámpáknak a sötétség beállta miatt nőtt meg a szerepük. Volt olyan állomás, ahol külön *lámpistát* (lámpakezelőt) alkalmaztak.⁶⁴ A jelzők lámpáját rendszeresen kellett ellenőrizni a balesetek elkerülése érdekében, nehogy kialudjanak. A kalauz, forgalmi szolgálatos, tolatószemélyzet, váltóőr, váltókezelő és forgalmi szolgálat a lámpáját járandóságként kapta a munkájához.⁶⁵

⁵⁶ 1935-ben a Magyar Királyi Államvasutak *Vasúti jelzési utasítás* című szabályzata rögzítette.

⁵⁷ LAKI 1988: 108, 109.

⁵⁸ A vasút őshazája Anglia, ezért gyakran az ott bevezetett megoldásokat vették át nálunk is.

⁵⁹ Itt keresztlapos.

⁶⁰ WOLMAR 2021: 67.

⁶¹ WOLMAR 2021: 67.

⁶² MÓRICZ 2013.

⁶³ LAKI 1988: 108, 110, 111.

⁶⁴ LAKI 1988: 113.

⁶⁵ LAKI 1988: 114.



15. ábra: Vasúti gyertya, petróleum-, karbidlámpák a Vasúti Lámpamúzeum gyűjteményéből
 Forrás: a szerzők szerkesztése a Vasúti Lámpamúzeum kiállítási darabjai alapján

A vonatok belső világításával kapcsolatban a normális működést tekintve idehaza egy visszavont szabvány létezik. Az ajánlásokat tekintve 20 luxot és 0,67 egyenletességet érdemes figyelembe venni a közlekedőn mérve. A hálókocsokban a kapcsolóknak, illetve az ajtónyílásnak azonosíthatónak kell maradnia a lámpa lekapcsolt állapotában is. A vészvilágítás ettől eltérően feleljen meg a biztonsági világítás előírásainak, és legalább egy órán keresztül legyen üzemképes áramkimaradás esetén. A külső fényviszonyoknak megfelelő adaptálási lehetőség az egyik előremutató elvárás a vasutat illetően, amely megakadályozza az árnyékok kialakulását.

Felfegyverzett és páncélozott vonatok

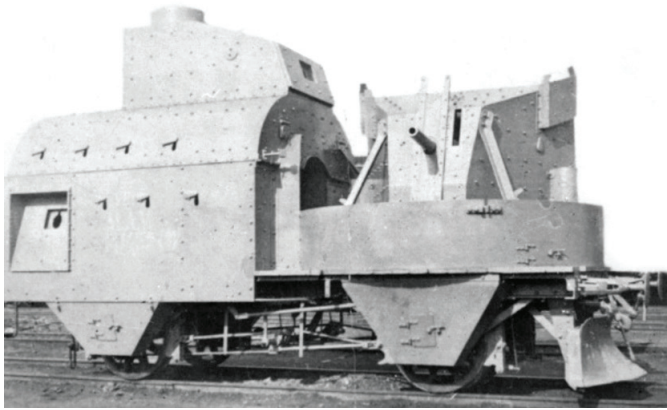
Katonai utánpótlásra már korábban használtak vonatokat. 1846-ban a poroszok vonaton küldtek katonákat Krakkóba a polgári felkelés megfékezésére, ahogy I. Miklós orosz cár is a Varsó–Bécs-vasútvonalon az 1848-as magyar forradalom leverésére. Azonban először az amerikai polgárháborúban vetették be őket. Nemcsak a vasút segítségét vették igénybe szállításokra, de az Északi Szövetséges Hadsereg és a Déli Konföderáció jelentős ütközetei a vasút közelében történtek.⁶⁶ Ezt követően vált egyre népszerűbbé a használatuk. Az első világháborúban a keskeny nyomtávú vasutak játszottak fontos szerepet.⁶⁷ A vonatok felhasználását tekintve érdemes a fegyveres szerelvényeket és a vasúti lövegeket megkülönböztetni a páncélvonatoktól.

⁶⁶ WOLMAR 2021: 60–63.

⁶⁷ WOLMAR 2021: 270.

Elmondható, hogy az első világháború előtt a páncélvonatok komoly fegyvernemmé erősödtek a gyarmati háborúknak köszönhetően. Fénykoruk az orosz polgárháborúban volt.⁶⁸ A második világháborúban még a német, magyar, orosz csapatmozgásoknál is jelen voltak, és aktívan részt vettek a magyar hadsereg életében a háború végig,⁶⁹ de a páncélvonatok szerepe hamar megszűnt a harcjárművek és repülők fejlődésével.⁷⁰

A katonai páncélvonatok és vasúti lövegek harci körülmények között a motorizáltság hiányának ellensúlyozására és elrettentő erőként szolgáltak. Fontos volt a rejtés, ezért gyakran lassan közlekedtek, és nem használtak világítást a szakaszokon, főleg a szabotázs és kisiklatás elkerülése érdekében. A beltéri világítás a rendelkezésre álló lehetőségekre korlátozódott, és a felfedés megelőzése miatt korlátolt volt. A kültéri világítás többségében elmaradt, vagy csak a kötelező közlekedési fényekkel voltak ellátva a járművek. (Lásd a 16. ábra.)



16. ábra: MÁVAG gyártmányú, osztrák–magyar, forgatható tornyú lövegkocsi 1915-ből
Forrás: Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum

A vízi közlekedés világításai

A hajóvilágítás függött a hajó jellegétől és felszerelésétől, a világítótestek külalakjukban pedig a származás helyei szerint különböztek.⁷¹ A kereskedelmi és hadi(csata)hajókon más-más lámpa volt. A nyílt lángot kerülték „különösen a fából” készített hajókon.⁷² Tűzörség ellenőrizte a takarodó utáni fények eloltását.⁷³

⁶⁸ NAGY 2017.

⁶⁹ HORVÁTH 2021: 75.

⁷⁰ NAGY 2017.

⁷¹ LAKI 1988: 115.

⁷² LAKI 1988: 115.

⁷³ LAKI 1988: 116.

A jelzőlámpák fontossága itt széles körű használatot és előírást eredményezett. Különböző (piros, fehér, zöld) színeket és kialakítást használtak, azonban jellemző, hogy a hajókon a robbanékony acetilén és a tűzveszélyes benzin nem terjedt el.⁷⁴ (Lásd a 17. ábra.)

A navigálás érdekében a hidakat, mólókat és zátonyokat világítással látták el, és már az ókorban is számos híres világítótorony létesült.⁷⁵ A hajózás biztonsága érdekében szemafor-, morze- és fénykódrendszereket alkalmaztak. A láthatóságot a fény színe is meghatározta. A világítótornyokat tekintve a jelzés lehetett folyamatos, felvillanó vagy forgó. Ezek helyenként eltértek, és segítették a helyzetmeghatározást.

A modern hajókon a navigációs világítás az 1800-as évekre tekint vissza. Már az Egyesült Államokban hoztak rendelkezést az éjszakai világítással kapcsolatban, és ezt követően Nagy-Britanniában, majd először a washingtoni konferencián (Nemzetközi Tengerészeti Konferencián) született tengerészetet érintő nemzetközi szabályozás. A Safety of Life at Sea Conference (SOLAS-) szabályozás azóta nem sokat változott. A Nemzetközi Tengerészeti Szervezet (International Maritime Organization) céljának megfelelően az 1972-ben megalkotott „A tengeren való összeütközések elkerülésére vonatkozó nemzetközi szabályzat”⁷⁶ (COREGs) előírja a hajókon szükséges navigációs lámpákra vonatkozó követelményeket.



17. ábra: Belső és külső világítás a dunai hajózásban szerepet játszó Ruthof-Érsekcsanadon és Kossuth gőzösön

Forrás: a szerzők összeállítása a Kossuth Múzeumhajóról és tárgyairól (Közlekedési Múzeum) és Dunai Hajómúzeumról (regensburgi Donau Schifffahrts Museum)

⁷⁴ LAKI 1988: 116.

⁷⁵ Herkules-torony, rodoszi kolosszus, alexandriai világítótorony.

⁷⁶ IMO 1972.

Magyar hadihajók

Magyarországon hajók már az Árpád-korban is készültek; a később katonai célú szállítást és élelmezést segítő hajóépítési hagyományok pedig Bajához, Mohácshoz, majd Pozsonyhoz, Komáromhoz, Budapesthez kötődnek.⁷⁷ Modern gőzöst az 1848-as szabadságharc alatt építettek át és fegyvereztek fel először.⁷⁸ A kiegyezést követően a folyó ellenőrzésére számos hajót gyártottak, illetve az osztrák–magyar haditengerészet számára készültek tengeri torpedónaszádok, cirkálók, tengeralattjárók, műszaki mentőhajók, de a tengeri hadihajógyártás a vesztes háború befejezésével meg is szűnt. Az utolsó tengerjáró idehaza az 1990-es évek elején készült el.⁷⁹

A folyami hajózásnak és hajógyártásnak Magyarországon kiemelt szerepe lett a reformkor után.⁸⁰ 1871-ben Európában az első monitor hadihajóval alakult meg a dunai hadihajó-flottilla.⁸¹ (Lásd a 18. ábrán.) Idehaza a világháborúban a hajókat is igénybe vették hadi szolgálatra. Jó néhány lett uszálykórház is.⁸² A vesztes háború után a hajózással foglalkozó vállalatok nagy nehézségek elé néztek, azonban 1930-ra sok megrendelés történt katonai páncélozott⁸³ motorcsónakokra,⁸⁴ és készültek aknásmotorcsónakok is.⁸⁵ A világítást az adott lehetőségek nagyban befolyásolták. Egységes koncepcióról nem beszélhetünk.

A katonai hajóknál a keresőfények, navigációs fények, fedélzeti (tatt, árbóc, leszállópálya) és belső világítás⁸⁶ eltérhetnek a szigorú nemzetközi szabályozásoktól, figyelembe véve a művelti célokat, kémlelést és rejtést egyaránt. Egységesen kiemelt követelmény a robusztusság és a hosszú élettartam.



18. ábra: Katonai monitorhajó

Forrás: a szerzők összeállítása a Lajta Monitor Múzeumhajó és Zoltán Gőzös Alapítvány alapján

⁷⁷ HOLLÓ–ZSIGMOND 2013: 11–14.

⁷⁸ A Mészáros névre keresztelt Franz I. hajót (HOLLÓ–ZSIGMOND 2013: 39.).

⁷⁹ HOLLÓ–ZSIGMOND 2013: 196, 202.

⁸⁰ Itt értsd I. Ferenc császár és király 1831-ben a magyar korona országaira kiterjedő gőzhajózás rendeletét és az azt követő fellendülést, amelyben nagy szerepe volt Széchenyi István grófnak.

⁸¹ HOLLÓ–ZSIGMOND 2013: 120.

⁸² HOLLÓ–ZSIGMOND 2013: 66.

⁸³ Itt a PM jelzésű motorcsónak (HOLLÓ–ZSIGMOND 2013: 154.).

⁸⁴ HOLLÓ–ZSIGMOND 2013: 81, 154.

⁸⁵ AM aknásmotorcsónak és PAM páncélozott aknásmotorcsónak (MOLNÁR 1983: 79.).

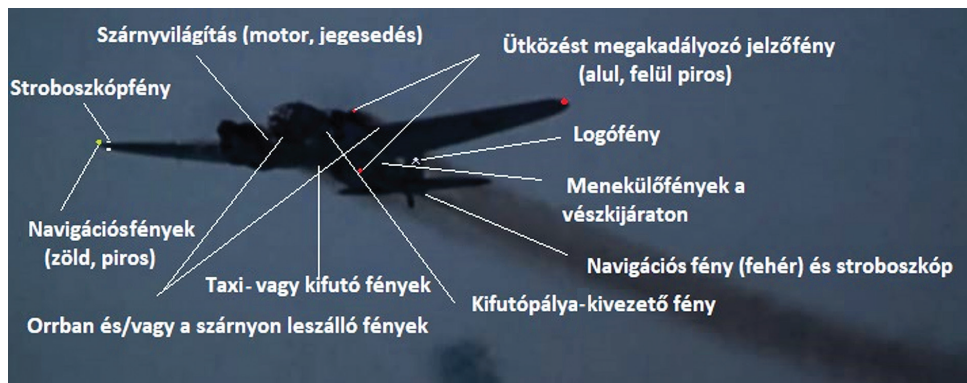
⁸⁶ Kabinvilágítás is.

A repülőgépek világításai

A repülőgépek világításának története nem tekint vissza hosszú múltra. Elsősorban a tengeri navigációból eredeztethetők és angolszász hagyományokból. A légi hajózás előírásai a funkciók alapján eltérnek. Kezdetektől a hőmérsékleti fényforrások, klasszikus nevükön izzók jellemezték ezt a közlekedési eszközt, azonban mára szinte mindenhol a LED veszi át a szerepüket.

A gépeken sok fajtájú és célú világítás lehetséges. Gépenként, típusokként és gyártóként is különbözhetnek. A külső világításokat tekintve megkülönböztetjük a navigációs, az ütközést megakadályozó jelző, a stroboszkóp, a leszálló-, a hajtómű-, illetve a taxi- avagy a kifutópálya-lámpákat. (A lehetséges kültéri világításokat lásd a 19. ábrán.) A világítások típusa, célja és komplexitása függ a géptípustól, mérettől és a normál repülési körülményektől. Fő feladatuk, hogy láthatóvá tegyék a járművet és növeljék a pilóta látását, vagy más specifikus feladat elérésére szolgálnak, mint például az oldalkijáratok megvilágítása vagy a motor bekapcsolásának jelzése. Elhelyezésük különböző a forgó- és a merevszárnyú gépeknél.

A mai LED-lámpák számos megoldást kínálnak a repülőkön. Sok légitársaság vezetett be különböző árnyalatú háttérvilágítást az utasok lenyűgözésére és megnyugtatására.⁸⁷



19. ábra: Repülőék jellemző külső világításai

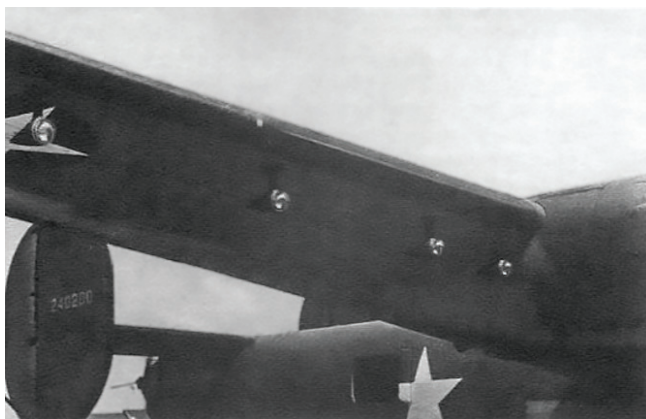
Forrás: a szerzők szerkesztése

A katonai repülőék fényei

A katonai repülőék több redundáns lámpával rendelkezhetnek, mint a civil repülőék. A meghatározott pozíciókban több helyzetjelző lámpa segíti a személyzetet. Az ütközésgátló fénykapcsoló vezérli a szinkronizált villogásokat a törzs tetején és alján, de formációs lámpákkal is gyakran el vannak látva.

⁸⁷ BROOKE 2019.

A külső világításnak a rejtésben is szerepe lehet. Már a vietnámi háborúban teszteltek olyan fényforrásokat a repülőkön, amelyek nehezítették a vizuális felde-ríthetőséget. Olyan fényoszlopokat telepítettek, amelyek segítettek beleolvadni a kör-nyezetbe.⁸⁸ Napjainkban nem fér kétség ahhoz, hogy számtalan új lehetőség nyílik az elektrolumineszcens festékek és panelek használatával. A repülők külső borítására helyezve a kibocsátott fények segítségével nappal a gép láthatatlanná tehető.



20. ábra: Yedli világítás B-24 repülőgépen

Forrás: WeapoNews 2020.

A katonai világítási szempontokról röviden

Ma a katonai járműveket és a szállító eszközöket túlságosan a polgári közlekedési követelmények jellemzik, azonban rövid áttekintésünk során is érzékelhetők voltak az egyedi igények, specifikumok.⁸⁹ Mint például az álcázófény,⁹⁰ málfatéri fényforrás stb. Továbbá elvárás lehet robusztusságra, festésre és vegyimentesítésre alkalmas állapot.⁹¹ Külön járműtípusokra és -fajtákra bontani és részleteiben leírni nincs módunk, de általánosságban összegyűjtöttük a legfontosabb katonai világítás specifikumokat. Ilyenek az éjjel, rejtésben használt világítások, amelyek lehetnek a fényszóró szerepét átvevő lámpák, menetjelzők, figyelmeztető fényforrások, illetve az elsötétített lámpák, amelyek speciális lencsékkel vannak felszerelve, és szórt, vízszintes fénysugarat bocsá-tanak ki a jármű vezetője számára. Lehet elülső és hátsó fényforrás. Segítségükkel tud a vezető navigálni és más járművek számára is látható maradni a közös manőverek során, de a kialakításnál ügyelni kell a rejtésre, nehogy az ellenség láthassa, felfedje

⁸⁸ Itt értsd a Yehudi fények használatát is, ami egy amerikai program része; célja, hogy csökkentsék azt a távolságot, ahonnan szabad szemmel észlelhetők és pozitívan azonosíthatók a repülő járművek.

⁸⁹ Mint például a HIM (Általános Harcászati, Hadműveleti és Műszaki Követelményrendszer), ma HMK.

⁹⁰ VARGA 2008: 466.

⁹¹ Itt nem szabad elfelejteni a keresőfényt, illetve a fénybiztosítás eszközeit sem, amelyekről a cikksorozat második fejezeteiben esett szó. Ezeket együttesen kell kezelni a kialakítás során.

őket. Ebben nyújtanak segítséget az elsötétített fényszórók, amelyeket gyakran a vezetői oldalra szerelnek fel, de a gépjárműveknél lehet a hűtőrácson is. Kialakításuk szerint egyben vagy külön is készülhetnek. Jellemzően csak annyi szórt fehér fénysugarat bocsátanak ki, amennyivel a vezető irányban tudja tartani a járművet, és ezek a normál fényszórók szerepét veszik át sötétedés közben. A lámpák fényét irányítják és takarják. Csak akkor láthatóak, ha rájuk nézünk. Éjjellátó szemüveg használatával a menetfény hatékonyságát növelni lehet, ezért a kompatibilitást mindig figyelembe kell venni a világítótestek vizsgálata során.

A hátsó helyzetjelző lámpákat vagy az elsötétítő hátsó lámpákat általában ugyanabban az egységben integrálva helyezik el, mint a járművek hátsó lámpáit.

Ettől eltérnek a sötétítő jelzőfények. Az első helyzetjelző lámpák általában a jármű normál fényszórói alá vagy oldalára vannak felszerelve. Azt a célt szolgálják, hogy a jármű látható legyen a szembejövő vezetők számára, vagy a sofőr lássa, hogy követi-e őt jármű. Az elsötétítő jelzőlámpák arra szolgálnak, hogy jelezzék a jármű helyzetét sötétítés közben. Segítségül szolgálnak a megfelelő követési távolság betartásában is, amikor éjszaka konvojban vezetnek. Az Egyesült Államok katonai jelzőlámpáit, a „macskaszemeket” úgy tervezték, hogy eltérően jelenjenek meg attól függően, hogy az ember milyen távolságra van a járműtől. Ha a követési távolság túl nagy, a hátsó helyzetjelző lámpák egyetlen piros lámpaként, túl közel pedig négy különálló piros lámpaként jelennek meg. Helyes követési távolság mellett a hátsó lámpák két piros lámpaként jelennek meg. A térképolvásás, a helyzetmeghatározás is fontos szempont a katonai járműveknél, illetve a külső és belső megvilágítás, vagy a vakítást is lehetővé tevő fényforrások sem elhanyagolhatók⁹² – ezekre a harctéri cikkben pontosabban kitértünk.

A járműveknél eltérő követelmények lehetnek. Eklatáns példája a fényszórók, amelyek a közúti közlekedéshez képest a vízi közlekedésnél kimondottan mellőzöttek, illetve ilyen az elektrolumineszcens használata, ami van, ahol korlátozott, de máshol előnyt jelent a használata.

Nem utolsósorban szót kell ejteni a vezérlőkről is. A normál és az elsötétített, konvojmódok közötti váltást lehetővé kell tenni. Alapvető elvárás, hogy a fényszórók vagy a jármű egyéb lámpáinak véletlen bekapcsolását a kapcsolón lévő zár segítségével meg kell akadályozni. Ilyen megoldás lehet egy engedélyező kapcsoló.

A járművek világítása katonai vonatkozásának aktualitását jól jelzi, hogy a német rendvédelmi szerveknél, elsősorban a tűzvédelmi szervek tűzoltó autójánál 2021-ben csökkentették a kék fény fényerősségét.⁹³ A kék fény jobban észrevehető, mint a piros fényforrás, ezért irányát és számát, eltérési engedély mellett korlátozták.⁹⁴ Hasonlóan a világítás egyénekre gyakorolt hatása felhasználható, és hadműveletek során a sajátosságait érdemes figyelembe venni. A második részben részletesen kitérünk az itt felsorolt egyedi jellemzőkre és elvárásokra.

⁹² JASZTRAB–ISTÓK 2020: 182.

⁹³ STÖWING 2021.

⁹⁴ Lásd: <https://bit.ly/3nOspOB>

Összegzés

A közlekedés területén jól látható a polgári szabályozás túlsúlya, azonban ne feledjük, hogy az ember vagy a termény, illetve a jószág mozgatásához szükséges útvonalak egyben katonai célokat szolgálnak, és ebben a logisztikának kulcsszerepe van.⁹⁵ A katonai műveleteknél előtérbe kerülnek a használt szállítóeszközök jól specifikált igényei és szempontjai. Cikkünk első részében igyekeztünk széles körben definiálni a járművek tekintetében jelentkező feladatokat, illetve a felmerülő megoldásokat. Elsősorban az eklatáns különbségeket vettük górcső alá, azonban így is jól érzékelhető az egyedi megoldások iránti szükséglet. A jövőt tekintve az elektromos és hibrid-elektromos járművek elterjedése predesztinálható. Az ilyen járművek nagy lehetőségeket rejtnek magukban,⁹⁶ mint a fogyasztás nagyarányú csökkentése vagy a hatótávolság növelése, lehetséges zavaró eszközök használata,⁹⁷ illetve a csökkentett hőkibocsátás és a csendes üzemmód. Ennek köszönhetően számos új katonai szempont is megvalósíthatóvá válik, amelyeket igyekeztünk összeszedni és összegezni, miközben rövid történelmi kitekintést tettünk fejlődéstörténetükben, hogy a következő részben tovább boncolgassuk a járművek katonai világításának követelményeit.

Irodalomjegyzék

- BIGGERSTAFF, Claire (2020): The History of Headlights. *Headlights*, 2020. április 24. Online: <https://headlights.com/the-history-of-headlights/>
- BROOKE, Eliza (2019): Why Do Airplanes Look Like Nightclubs Now? *Vox*, 2019. április 19. Online: www.vox.com/the-goods/2019/4/19/18485015/airplane-blue-lighting-delta-jetblue-united
- CLARK, Larry (2019): Traffic Signals: A Brief History. *Washington State Magazine*, 2019. Online: <https://magazine.wsu.edu/web-extra/traffic-signals-a-brief-history/>
- FILEP Antal [é. n. a.]: Foklatartó. In *Magyar néprajzi lexikon*. Online: www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-magyar-neprajzi-lexikon-71DCC/f-72612/foklatarto-7278F/
- FILEP Antal [é. n. b.]: Fokla. In *Magyar néprajzi lexikon*. Online: www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-magyar-neprajzi-lexikon-71DCC/f-72612/fokla-7278E/#Lexikonok%5ENeprajz-Lex-fokla
- HARPER, Jon (2022): U.S. Military Wants Its Vehicles to Go Electric — With Detroit's Help. *National Defense*, 2022. április 2. Online: www.nationaldefensemagazine.org/articles/2022/2/4/military-wants-its-vehicles-to-go-electric-with-detroits-help
- HOLLÓ Szilvia Andrea – ZSIGMOND Gábor (2013): A fatestű bárkától a tengerjáró óriásig. Hajóépítés Budapesten. Budapest: Holnap.
- HORVÁTH Balázs Zsigmond (2021): A magyar páncélvonatok a 2. világháborúban. *Haditechnika*, 55(1), 71–75. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.55.1.14>

⁹⁵ Ahogy a 2022-es orosz–ukrán háborúban is.

⁹⁶ HARPER 2022.

⁹⁷ Itt lásd JASZTRAB–ISTÓK 2020: 185–188.

- JASZTRAB Péter János – GÚTH Gábor (2015a): A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete I. rész. *Hadmérnök*, 10(1), 255–267. Online: http://www.hadmernok.hu/151_25_guthg_jpj.pdf
- JASZTRAB Péter János – GÚTH Gábor (2015b): A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete II. rész. *Hadmérnök*, 10(4), 5–15. Online: http://hadmernok.hu/154_01_jasztrabpj_gg.pdf
- JASZTRAB Péter János – ISTÓK Róbert (2020): A világítás katonai vonatkozásai 2/1. rész. A harctéri világítás, a látás és látáskorlátozás eszközei. *Hadmérnök*, 15(2), 181–197. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.2.12>
- JASZTRAB Péter János – ISTÓK Róbert (2021): A világítás katonai vonatkozásai. II/2. rész: A látás és látáskorlátozás követelményei, illetve eszközei. *Hadmérnök*, 16(1), 5–22. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2021.1.1>
- JASZTRAB Péter János – MEGLÉCZ Katalin (2021): A világítás katonai vonatkozásai. 3. rész: Körletvilágítás. *Hadmérnök*, 16(3), 17–40. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2021.3.2>
- KOROKNÁL Ákos szerk. (2004): *A Tungsram Rt. Története 1896–1996*. [H. n.]: Aschner Lipót Alapítvány. Online: <https://mek.oszk.hu/08700/08736/08736.pdf>
- LAÁSZ János (2013): A gépjármű-világítás fejlődésének története. I. *Villanyzerelők lapja*, 10. Online: www.villanylap.hu/lapszamok/2013/oktober/2581-a-gepjarm-vilagitas-fejldesenek-toertenete-i
- LAKI József (1988): A lámpa története. Budapest: Műszaki.
- MOLNÁR Álmos (2018): A főváros útburkolatai a dualizmus korában. In *Közlekedés-és technikatörténeti szemle*. Budapest: Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum, 85–103. Online: www.mmkm.hu/download/xQyucOV0ommmrVUIht0dO5vYy-kINbdln
- MOLNÁR György (1983): *A dunai hajózás fő kérdései 1935–1945*. Egyetemi doktori disszertáció. Szeged: József Attila Tudományegyetem Bölcsészettudományi Kar.
- MÓRICZ Zsiga (2013): Fényjelzők megjelenése és elterjedése a magyar vasúton. *IHO*, 2013. január 11. Online: <https://iho.hu/hirek/fenyjelzok-megjelenese-es-elterjedese-a-magyar-vasuton-130111>
- NAGY Attila Károly (2017): Amikor magyar vonatok voltak a csaták halálosztó urai. *Index*, 2017. február 12. Online: <https://index.hu/tudomany/2017/02/12/pancelvonatok/>
- To hide due to the backlight. The system of active camouflage Yehudi Lights (USA). *WeaponNews*, 2020. július 10. Online: <https://weaponews.com/weapons/65364022-to-hide-due-to-the-backlight-the-system-of-active-camouflage-yehudi-li.html>
- Polizeiautos sollen weniger Blaulicht tragen. *Bild*, 2021. március 12. Online: <https://bit.ly/3nOspOB>
- STÖWING, Oliver (2021): Feuerwehr: Großer Streit um Blaulicht der Rettungskräfte. *Harz Kurier*, 2021. november 22. Online: www.harzkurier.de/panorama/article233881311/feuerwehr-blaulicht-streit-rettungswagen.html
- TÓTH Endréné szerk. (1981): *Budapesti Enciklopédia*. Budapest: Corvina.
- VARGA A. József szerk. (2008): *Magyar autógyárak katonai járművei*. Budapest: Maróti.
- WOLMAR, Christian (2021): *A vasút története*. Ford. Bertók Tibor. Budapest: Kossuth.
- Zoltán Gőzös Alapítvány: Lajta Monitor Múzeumhájó. Online: <http://lajtahajo.hu/tura/>

Jogi források

1929. évi XXXII. törvénycikk indokolása a közúti közlekedés szabályozása tárgyában
1926. évi április hó 24-én Párisban aláírt nemzetközi egyezmény becikkelyezéséről
2019. évi LXXV. törvény a Genfben, 1949. év szeptember hó 19. napján kelt közúti közlekedési Egyezmény, a Genfben, 1949. év szeptember hó 19-én kelt közúti jelzésekre vonatkozó Jegyzőkönyv, a Genfben, 1950. év szeptember hó 16-án kelt, az 1949. szeptember hó 19-én Genfben aláírt közúti közlekedésre vonatkozó Egyezményt és a közúti jelzésekre vonatkozó Jegyzőkönyvet kiegészítő európai Megállapodás, a Genfben, 1955. év december hó 16-án kelt, az 1949. évi közúti közlekedésre vonatkozó Egyezményt és az 1949. évi közúti jelzésekre vonatkozó Jegyzőkönyvet kiegészítő, az 1950. szeptember 16-án kötött európai Megállapodás módosítása tárgyában létrejött, a közúti munkálatok jelzéséről szóló Megállapodás, valamint a Genfben, 1957. év december hó 13. napján kelt, az útjelzésekre vonatkozó európai Egyezmény kihirdetéséről
- 44/2014/EU rendelet a 168/2013/EU európai parlamenti és tanácsi rendeletnek a két- vagy háromkerekű járművek és a négykerekű motorkerékpárok jóváhagyásához szükséges járműszerkezeti és általános követelmények tekintetében történő kiegészítéséről
- 31/2014. (VI. 27.) NFM rendelet – a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről szóló 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet IMO (1972): *The International Regulations for Preventing Collisions at Sea*. Online: <https://coastalsafety.com/the-international-regulations-for-preventing-collisions-at-sea-1972-colregs/>

Szabványok

- MSZ CEN/TR 13201-1:2015 Útvilágítás. 1. rész: Irányelvek a világítási osztályok kiválasztásához

Szajkó Gyula,¹ Németh András,² Szatmári Balázs³

A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésében – 2. rész

Applicability of Unmanned Aerial Vehicles in Logistic Reconnaissance of Road and Railway Networks Part 2

Absztrakt

A béketámogató műveletek logisztikai támogatásának tervezési, szervezési folyamatainál fontos szerepet töltenek be a hadszíntér felderítéséből származó információk. A logisztikai felderítés magába foglalhatja a logisztikai támogatás szempontjából fontos körletekről, objektumokról, létesítményekről, közlekedési hálózatokról szóló információk feltérképezését és a megszerzett adatok rendszerezését. Ezek közül kiemelhetők a közlekedési hálózatok értékeléséből származó adatok, amelyek meghatározó jelentőségűek az erők mozgatásának, átcsoportosításának tervezésekor és végrehajtásakor. A közlekedési hálózatokat figyelembe véve a közúti és a vasúti infrastrukturális elemek főként az erők szárazföldön történő szállításakor válnak fontos tényezővé, amikor nagy létszámú személyi állományt és eszközt szükséges mozgatni. A hozzájuk kapcsolódó információk gyűjtésére többféle módszer áll rendelkezésre, a pilóta nélküli légi járművek alkalmazása csak az egyik ilyen lehetőség,

¹ Tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Hadtáp, Pénzügyi és Katonai Közlekedési Tanszék; doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: szajko.gyula@uni-nke.hu

² Egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Elektronikai Hadviselés Tanszék, e-mail: nemeth.andras@uni-nke.hu

³ Gyakorlati oktató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Elektronikai Hadviselés Tanszék, e-mail: szatmari.balazs.gabor@uni-nke.hu

mégis fontos lehet a logisztikai felderítést végző személyek vagy csoportok számára, mivel segítségével elérhetővé válhat az út- és vasúthálózatok helyszíni szemrevételezésének gyorsabb és pontosabb végrehajtása. Napjainkban a pilóta nélküli légi járművek típusai és felhasználásuk lehetőségei széles spektrumot ölelnek fel. Ezeket célszerű megvizsgálni és elemezni: mely eszközök lehetnek alkalmasak logisztikai felderítés végrehajtására. A tanulmányban a szerzők célja, hogy – a teljességre törekvés igénye nélkül – bemutassák (csoportosítások alapján) a pilóta nélküli légi jármű-típusokat, majd elemezzék gyakorlati tapasztalatok alapján a logisztikai felderítéshez kapcsolódó alkalmazhatóságukat.

Kulcsszavak: logisztikai felderítés, pilóta nélküli légi járművek, vasút- és úthálózatok, szemrevételezés, béketámogató műveletek, logisztikai támogatás

Abstract

Information that derives from theatre reconnaissance plays an important role in planning and organising the process of logistic support of peace support operations. Logistic reconnaissance may contain information about areas, infrastructures, transportation networks and systematization of these data which is very important for (the) logistic support. Data from the evaluation of transportation networks which have crucial importance when movement and deployment tasks of forces are planned and conducted can be highlighted. Considering transportation networks, road and railway infrastructure elements become important factors during land movement of forces when a significant amount of personnel and equipment are to be moved. There are different methods of gaining such information. The application of Unmanned Aerial Vehicles is one of the possible solutions, however, it can be important for personnel carrying out reconnaissance because with the help of it inspection of road and railway networks can become quicker and more accurate. Nowadays there are a wide range of types and applications of Unmanned Aerial Vehicles. It should be analysed which of them are (the most) suitable for conducting logistic reconnaissance. Without attempting to be comprehensive, the objectives of the authors of this article are to present the different types of Unmanned Aerial Vehicles and analyse their applicability for logistic reconnaissance based on practical experience.

Keywords: logistics reconnaissance, unmanned aerial vehicles, rail and road networks, visual reconnaissance, peace support operations, logistics support

Pilóta nélküli légi járművek katonai alkalmazása

A pilóta nélküli légi járművek (UAV⁴) katonai alkalmazásának szükségszerűsége már a légierő haderőnemmé fejlődésekor megjelent a különböző országok katonai szervezeteinél. A drónok használata ugyanis új lehetőséget teremtett a légi műveletek hatékonyabb végrehajtására. Ennek egyik oka, hogy az UAV-k bevetésével a humán faktor kockázatát minimalizálni lehet a repülések során. Ezeket alapvetően két tényező okozza.

⁴ Unmanned aerial vehicle.

Egyrészt az ember fizikai tulajdonságai, tűrőképessége, illetve fiziológiai szükségletei, amelyek közé tartozhat az emberi szervezet által elviselhető maximális túlterhelés, a pihenés és a felfrissülés, valamint az anyagcsere szükséglete. Másrészt a pszichikai tűrőképesség korlátai, aminek eredményeként a pilóta hajlamos lehet repülés közben elkerülni bizonyos kockázatokat, veszélyhelyzeteket, és előnyben részesíteni a túlzott óvatosságot, illetve az idő múlásával fokozatosan csökken a figyelme is.⁵

Ennek megfelelően az UAV-k alkalmazási igénye elsősorban azoknál a repülések-nél jelentkezik, ahol felmerülhet a feladat monotonitása vagy az egészségre, emberi életre veszélyes alkalmazási környezet. A stratégiai légi felderítés, a nagy távolságú légi szállítás vagy a nagy távolságú hadászati szintű támadó műveletek például sokszor egyhangú és időben elhúzódó feladatvégrehajtást jelentenek a pilóták számára, amelyek során csökken a legénység koncentrációja és figyelme. Példaként lehet említeni az 1999-es koszovói műveleteket, amelyek végrehajtásakor a B-2 típusú bombázó repülőgépek az USA-ból felszállva átrepülték az Atlanti-óceánt és az európai kontinens nagy részét, majd a feladataik befejeztével – közel 40 órás repülési idővel – visszatértek bázisaikra.⁶ A tapasztalatok azt mutatták, hogy még 2 hajózó számára is rendkívül megterhelő volt hiba nélkül, végig összpontosítva végrehajtani a küldetéseket. A légi műveletek veszélyes alkalmazási környezetből eredő kockázatai között említhetjük például a légi sugárfelderítést, amelynek során a repülést radiológiaiag szennyezett, sugárzó terület fölött kell a személyzetnek végrehajtania.⁷

A harci alkalmazásban részt vevő hajózók szintén közvetlen veszélyeknek vannak kitéve, hiszen az ellenséges légvédelemi eszközök, illetve a légierő vadászgépei egyaránt célpontként tekintenek légi járműveikre. A fentieknek, a technikai fejlődés által biztosított lehetőségeknek,⁸ és az elmúlt időszak fegyveres konfliktusaiban szerzett alkalmazási tapasztalatoknak köszönhetően, napjainkban gyorsuló ütemben, bővülő igény jelentkezik az UAV-k egyre szélesebb körű katonai felhasználására, a műveletek hatékonyabb és biztonságosabb végrehajtása érdekében. Szárazföldi katonai tevékenységek támogatása során a drónokat a felderítési, megfigyelési feladatok mellett elsősorban az ellenséges felszíni célok elleni csapásmérésekre használják, de elláthatnak konvoj kíséresi, menetútvonal-ellenőrzési, vagy célmegjelölési feladatokat, ugyanakkor komoly szerepet játszanak a légi csapások hatékonyságának értékelésében is.⁹

Az elmúlt évtizedben jelentősen nőtt az ilyen eszközök komplexitása, miközben bővült a precíziós csapásmérő képességük is, így a harcászati meghaladó szintű műveletekben is eredményesen alkalmazhatók, a hagyományos és az aszimmetrikus katonai tevékenységek során egyaránt. Az MQ-9 Reaper (Predator B) drón például Hellfire rakétákkal felszerelve képes felkutatni, azonosítani, majd követni a célpontokat, szükség esetén végrehajtja a célzást, a megsemmisítést, majd elvégzi a kiértékelést is, aminek köszönhetően különösen hatékony támadófegyverként tekinthetünk rá. A hírszerzési, megfigyelési és felderítési feladatokra mára már szinte kizárólag pilóta nélküli eszközöket alkalmaznak a magas kockázat miatt. A harcászati szintű felderítés

⁵ PALIK 2013: 281–298.

⁶ PALIK 2013: 281.

⁷ NÉMETH–BACSA–NÉMETH 2011.

⁸ NÉMETH 2018a.

⁹ NÉMETH 2018b.

mellett az UAV-k hatékonyan alkalmazhatók akár az összhaderőnemi műveletek tervezése során jelentkező információs igények kielégítésére is, lehetővé téve a tervek folyamatos pontosítását, a lehetséges célok kiválasztását és azonosítását. A pilóta nélküli légi járművekkel, felszereltségétől függően, különböző módszerekkel lehet az érdekeltségi területről vagy célpontokról előzetes információkat gyűjteni, amelyek közül a legfontosabbak:¹⁰

- Képfelderítés (IMINT¹¹):
 - fotografikus (analog) vagy elektrooptikai érzékelők (digitális) segítségével készített nagy felbontású fényképek és mozgóképek;
 - infravörös tartományban készített fényképek és mozgóképek;
 - képiradar-szenzorokkal készített képek és mozgóképek;
 - multispektrális érzékelők által vett jelekből képzett képanyagok felhasználásával állít elő adatot, akár lehetővé téve mozgó célpontok felderítését és követését is.
- Rádiófrekvenciás tartományban végzett felderítés:
 - rádióelektronikai felderítés (SIGINT¹²):
 - kommunikációs (rádió) felderítés (COMINT¹³);
 - elektronikai (rádiótechnikai) felderítés (ELINT¹⁴);
 - radarfelderítés (RADINT¹⁵).

Az UAV-k képességeire jó példa az amerikai RQ-4 Global Hawk nagy magasságú megfigyelő és felderítő pilóta nélküli légi jármű, amely egy felszállással akár 14 ezer km távolságot is képes megtenni 18 ezer méteres magasságig, 28 órán keresztül valós idejű felderítési információkat szolgáltatva.¹⁶

Ezenkívül további katonai alkalmazási lehetőségekről is beszélhetünk, mint például a kommunikációs és információs rendszerek közötti kapcsolat kiépítése, átjátszóállomásként való felhasználás, tüzserész- és haditengerészeti műveletek támogatása, vagy logisztikai készletek légi szállítása, valamint a közlekedési hálózatok értékelése. A vezetés technikai hátterét biztosító infokommunikációs rendszerekben az UAV-ok erre a célra fejlesztett payloadok segítségével üzemelhetnek akár légi kommunikációs csomópontként is, nagy kapacitású átjátszó- és útvonalválasztó állomás szerepét betöltve. Lehetővé teszik, hogy a különböző, akár egymástól nagyobb távolságra lévő, vagy a domborzat miatt rádiófrekvenciás szempontból felszíni összeköttetéssel át nem járható harcászati rádióhálózatok, valamint adatátviteli rendszerek a feladat függvényében egymással összekapcsolhatók legyenek, közös hálózatban üzemeljenek.¹⁷ A gyakorlati alkalmazásra jó példát szolgáltatnak az afganisztáni műveletek, ahol a kedvezőtlen földrajzi viszonyok miatt Global Hawkokkal biztosították a harcászati információs rendszereken továbbított adatok elérhetőségét, a kommunikációs hálózatok működését. A tüzserézműveletekben a felderítési, megsemmisítési, hatástalanítási,

¹⁰ HAIG et al. 2014: 94–96.

¹¹ Imagery intelligence.

¹² Signal intelligence.

¹³ Communication intelligence.

¹⁴ Electronic intelligence.

¹⁵ Radar intelligence.

¹⁶ RQ-4 Global Hawk USAF Fact Sheet.

¹⁷ United States Air Force Scientific Advisory Board 2011.

valamint robbantási feladatokban egyaránt szerephez juthatnak a drónok, amelyek jelentős támogatást nyújthatnak a küldetések balesetmentes végrehajtásához.¹⁸ A haditengerészeti feladatok között a part menti vizek, kikötők vízi bejáratainak ellenőrzése, megfigyelése, felderítési tevékenység végzése a leggyakoribb, de alkalmazhatják a drónokat hajók környezetének megfigyelésére, hajózási útvonalak ellenőrzésére is. Különböző logisztikai műveletek során is találkozhatunk UAV-ok igénybevételével. Az afganisztáni hadszíntéren például a Kaman cég eredményesen üzemeltetett pilóta nélküli helikoptereket, amelyek utánpótlást juttattak el a nehezen megközelíthető helyekre, így az erőket más műveletekbe is bevonhatták a parancsnokok, mivel nem kellett a szárazföldi szállító konvojok védelmére harcoló alegységeket biztosítani.¹⁹

Látható tehát, hogy a pilóta nélküli légi járművek katonai felhasználásának lehetőségei folyamatosan bővülnek. Egy ilyen, hazai viszonylatban még mindenképpen új terület lehet a közlekedési hálózatok felmérése, értékelése. A logisztikai felderítésből származó információk rendkívül fontosak a műveletek logisztikai támogatásának tervezésekor és szervezésekor. Ezek közül kiemelkedik a közlekedési hálózatok hadszíntéri értékelése, amely az erők megfelelő időben és megfelelő helyre történő átcsoportosításának sikeres végrehajtásában tölt be meghatározó szerepet. Tanulmányunkban éppen ezért a pilóta nélküli légi járművek vasút- és közúthálózatok értékelésében való alkalmazhatóságát vizsgáljuk meg.

A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága a logisztikai felderítésben

Az anyagok, eszközök, valamint személyek szárazföldi szállításait alapvetően a vasút- és a közúthálózati infrastruktúrára tervezik, illetve szervezik a logisztikai támogatást végző szervezetek. Az erők átcsoportosításakor fontos szempont, hogy a közlekedési hálózatok kapacitásairól pontos és naprakész információval rendelkeznek a művelettervezésben részt vevő logisztikai személyek. Az információk begyűjtését helyszíni szemlék végrehajtásával, szemrevételezési szempontokat tartalmazó listák kitöltésével végzik a felderítő csoportok. A szemrevételezési listák segítséget nyújtanak az adatok rendszerezéséhez és a kiemelten lényeges információk azonosításához. Ennek megfelelően a pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatóságának vizsgálatakor is célszerű ezeket a szempontokat figyelembe venni, mivel a listák használatán keresztül valószínűleg meg eredményesen a vasút- és közúthálózatok hadszíntéri értékelése. Ezeket a szemrevételezési szempontokat mérvadónak tekintettük saját vizsgálatunk során.

Módszer

Az UAV-k alkalmazhatóságának vizsgálatához egy DJI Phantom 4 Pro + típusú drónt használtunk (1. ábra), mivel a kutatás időpontjában ez volt elérhető számunkra.

¹⁸ EMBER-KOVÁCS 2022: 20.

¹⁹ PALIK 2013: 288.



1. ábra: DJI Phantom 4 Pro +

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Repülési célterületnek egy olyan közlekedési csomópontot jelöltünk ki, amelynél a vasútállomásnak van több közvetlen közúti csatlakozása is, így az infrastruktúrák értékelését egy időben egy repülés végrehajtásával meg tudtuk valósítani. A helyszín kiválasztásakor tekintettel voltunk arra a tényezőre, hogy az MH Klapka György 1. Páncélosdandár közelében elhelyezkedő közlekedési infrastruktúrák fontos szerepet töltenek be a katonai szervezet állományának és eszközeinek a helyőrségből a kijelölt művelési területre történő eredményes átcsoportosításában. A dandár ráadásul 2023-tól már a telepíthető lövészdandár-képességet is biztosítja NATO-felajánlásként, így a szövetség számára is kiemelt jelentőségű a felajánlott erők hatékony mozgatásának lehetősége, amelynek egyik alapfeltétele a vasút- és közúthálózatok katonai szükségletek szerinti sikeres igénybevétele.²⁰ Az infrastruktúrák helyszíni vizsgálatokor figyelembe vettük azokat a szempontokat is, amelyekkel elvégezhető

²⁰ SZLOSZJÁR 2017.

a vasút- és közúthálózatok szemrevételezése. A drón reptetésekor elsőként a vasút-állomás, majd a hozzá kapcsolódó úthálózatok felderítését hajtottuk végre. A szemrevételezési listák alapján készített légi felvételeket pedig (a méretek azonosításához) Google Earth Pro+ alkalmazás segítségével értékeltük ki.

Szemrevételezési szempontok szerinti logisztikai felderítés és értékelés

A vasút- és közúthálózatok hadszíntéri értékeléséhez használható szemrevételezési szempontokat tartalmazó listák – a logisztikai felderítés részeként – alapvetően a logisztikai támogatás tervezéséhez és szervezéshez nyújtanak lényeges adatokat. A vasúthálózatok értékelésére egy 5 fő részből álló, 40 db alszempontot tartalmazó listát lehet alkalmazni, amelyet az 1. táblázat szemléltet.

1. táblázat: Szemrevételezési lista vasúthálózatok értékeléséhez

Fsz.	Fő szempontok	Kibontott szempontok	Megjegyzés
1.	Alapadatok	Szemrevételezés időpontja	
		Időjárási körülmények	
		A vasútvonalak, -hálózatok megnevezése és hálózati koordináta-adatai	
Részletezett adatok			
2..	Vasútvonalak	Nyíltvonali vágányok hossza	
		Nyomtávolság	
		A vonalak villamosítotttsága	
		A vasúti csomópontok elhelyezkedése a hálózaton (száma, irányítása, tengelyterhelése)	
		Iparvágányok (kiágazási pont, célpont)	
		Vonalak típusai (fő-, mellékvonalak)	
		Vonalakon elhelyezkedő műtárgyak (például híd, felüljáró)	
		Vonalon engedélyezett sebesség	
		Vasútvonalak kerülő útirányának meghatározása	
		Repülőterek, tengeri kikötők vasúti kapcsolatai	
		Űr- és rakszelvénytérmetek	
		A pálya alépitményének típusa	
		A pálya felépitményének típusa (ágyazat, aljak, sínek)	
		A pályába épített szerkezetek (kitérők, átszerelések, vágánykapcsolások)	
		A vasúti pálya tengelyterhelése	

Fsz.	Fő szempontok	Kibontott szempontok	Megjegyzés
3.	Vasútállomások	Állomás jellege (például személypályaudvar, rendező pályaudvar stb.)	
		Állomási területek	
		Állomás megközelíthetősége	
		Őrzés-védelmi lehetőségek, világítóberendezések megléte	
		Rakodóberendezések fajtái, méretei	
		Rakodási területek	
		Állandó vagy ideiglenes illemhelyek	
		Állomási utak fajtája (például lánctalpas eszközökhöz)	
		Állomási vágányok fajtája, száma: ebből rakodására használható, ebből utasforgalmi peronnal ellátott	
		Állomási vágányok használható hossza	
		Állomási rakodóberendezések típusai	
		Állomásépület felszereltsége, létesítményei	
		Állomás villamosítottága	
		Állomások vágányainak tengelyterhelése	
		Állomási vágányokon engedélyezett sebesség	
Állomási vágányok korlátozásai			
		Szolgálati helyek (megálló-, rakodó- és megálló-rakodóhelyek) adatai	
4.	Vasúti gördülő állomány	Vontató járművek típusai, darabszáma (villamos mozdonyoknál, motorvonatoknál ebből többáramnemű)	
		Működési engedéllyel rendelkező vasútvállalatok (vontatási szolgáltatók)	
		Vontatott szerelvények (teherkocsitípusok, teherbírás, használható száma)	
		Vontatott szerelvények (személykocsitípusok, használható száma)	
Összefoglaló adatok			
5.	Összefoglaló adatok	Fontosabb elérhetőségek (telefonszámok, email, stb. a vasútállomások/pályaudvarok képviselőjének, a helyi rendőrség, mentőszolgálat és tűzoltóság összekötő tisztjének stb.)	
		Vasútvonali térképek, torzított helyszínrajzok, megléte, helye, másolata	

Forrás: Szajkó–Lévai 2021.

Látható, hogy a táblázatban külön szempontok tartoznak a vasútvonalakhoz, a vasútállomásokhoz és a gördülő állományhoz. Ezek közül a vasútállomásokhoz tartozó szempontokat vettük figyelembe, mivel a vasútvonalak vizsgálatára – a rendelkezésünkre

álló idő, a drón véges kapacitása (a maximális repülési idő) és a repüléshez szükséges engedélyezési eljárások miatt – nem volt lehetőségünk. Az állomások felderítésekor szerzett repülési tapasztalatokat ráadásul fel lehet használni a vasútvonalakra is, mivel számos szemrevételezési szempont (például villamosítottág, nyomtávolság, tengelyterhelés, engedélyezett sebesség) megegyezhet egymással. A gördülő állomány értékelését azonban csak az eszközöket üzemeltető vállalat bevonásával lehet elvégezni, amelyet a repülés időpontjában szintén nem tudtunk megvalósítani.

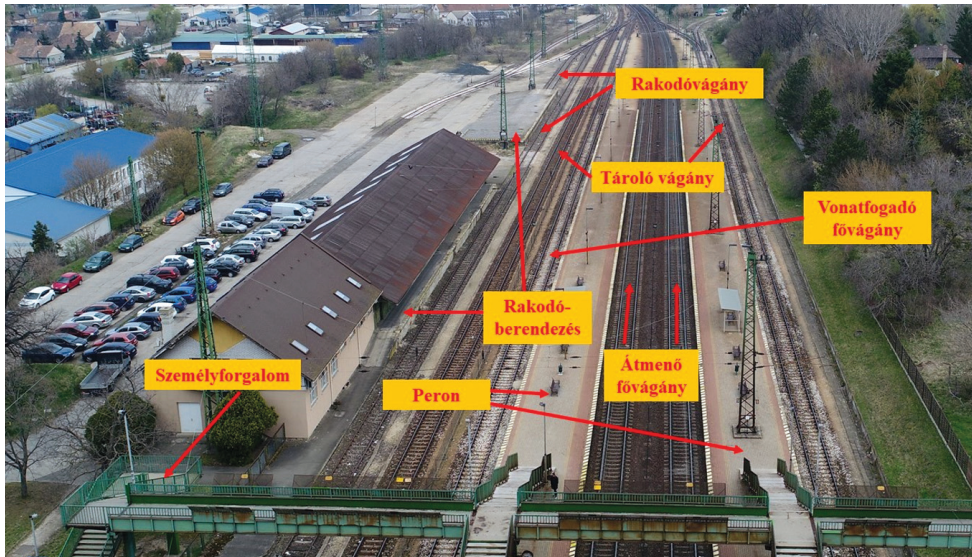
Az alapadatokat tekintve a szemrevételezést jó látási viszonyok között 2022. április 7-én hajtottuk végre. A vasútállomás WGS84 földrajzi koordináta-adatai: északi szélesség 47 39' 50" keleti hosszúság 18 19' 38". Vizsgálatunk első lépéseként beazonosítottuk az állomás típusát. A drón által készített képen jól látható (2. ábra), hogy az állomás rendelkezik vasútüzemi épületekkel, peronokkal és az áruakadáshoz külön vágánnyal, homlok- és oldalrakodóval.



2. ábra: Vasútállomás felülnézetből

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Tehát a felderítéskor arra a következtetésre jutottunk, hogy az állomás működtethető több funkció szerint is. Az állomási területeket tekintve azonosítottuk, hogy a közlekedési infrastruktúrához kiépítettek rakodó- és iparvágányokat, a rakodáshoz beállított járművek átmeneti tárolására biztosított vágányokat és a kocsik rendezésére, valamint a vonatok fogadására, indítására, illetve a kocsik kisorozására szolgáló vágánycsoportokat (3. ábra).



3. ábra: A vasútállomás vágányai

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

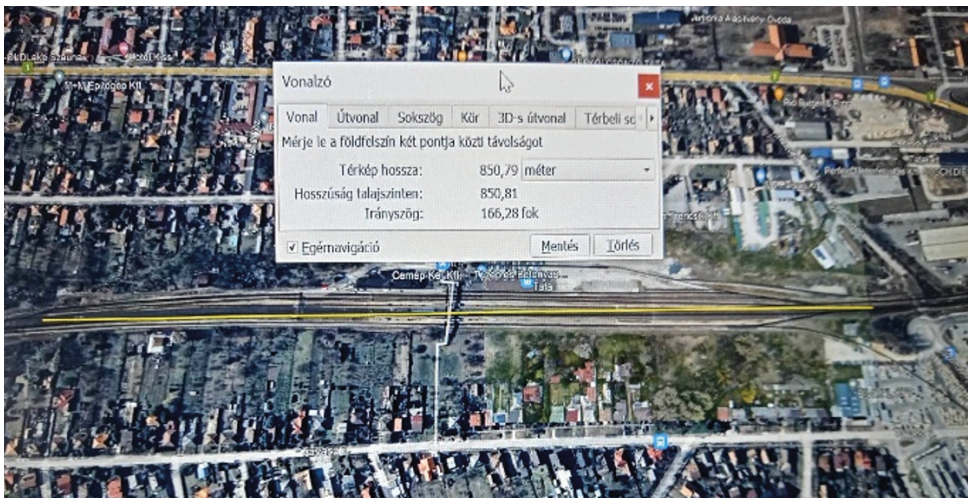
Az őrzésvédelmet minimálisan biztosító infrastruktúra-elemek részben rendelkezésre állnak, tehát üzemeltethető egy raktárépület, utasforgalmi épület, közforgalmú rakodóterület, amelyeket kiegészítve katonai felszerelésekkel (például gyorstelepítésű drótkadállyal, mobil őrtoronnyal) meg lehet valósítani az anyagok, eszközök, személyek és szerelvények megóvását. A rakodást segítő eszközöket és a rakodóterületeket vizsgálva megállapítottuk, hogy a raktárépülethez közvetlenül megépítettek (65 méter hosszan) oldalrakodót és az épülettől minimális távolságra (30 méterre) homlok- és oldalrakodót (60 méter hosszan) is. Az áruk ki- és berakodását segítő felszerelésekkel (például darukkal, emelőberendezésekkel) azonban nem rendelkezik az állomás, ennek megfelelően a katonai szállítások tervezésekor és szervezésekor kiemelt figyelmet kell fordítani a szükséges eszközök biztosítására. Az utasforgalmi épületben találtunk illemhelyeket, valamint az állomány rövid pihentetését, várakozását lehetővé tevő infrastruktúrát. Az 1. táblázatban szereplő szempontokon tovább haladva (állomás megközelíthetősége, állomási utak fajtája) a légi felvételek alapján megállapítottuk, hogy az állomás megközelíthető például a kiépített közutakon keresztül az 1-es számú főútról, amelyek szilárd burkolattal rendelkeznek, és megfelelőek a haditechnikai eszközök közlekedtetésére (4. ábra).



4. ábra: A vasútállomás megközelíthetősége

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

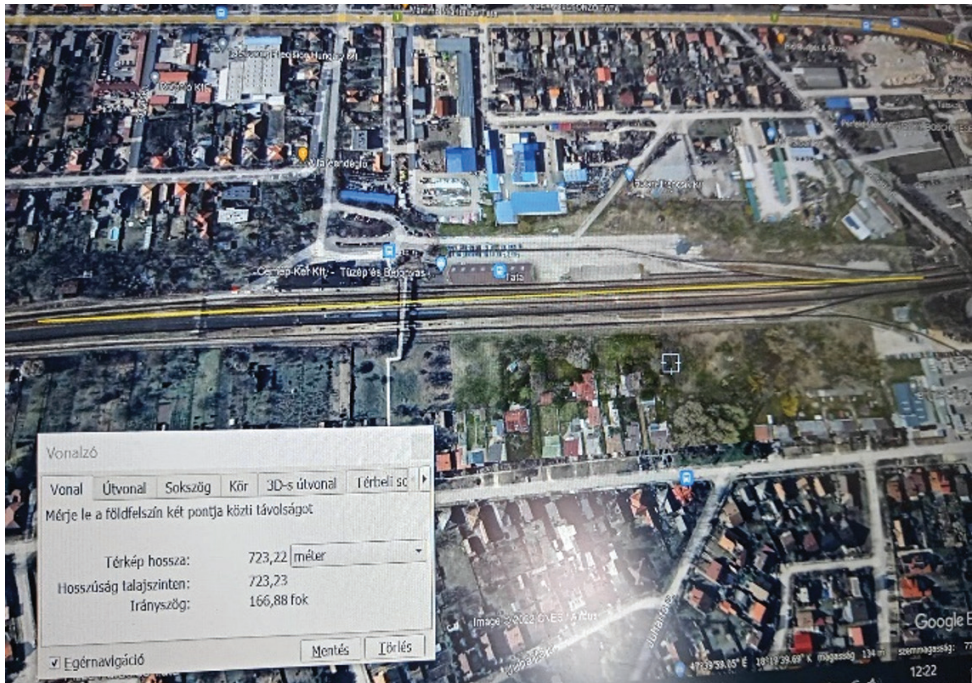
A vágányok használható hosszának²¹ az átmenő fővágányoknál 850 métert (5. ábra), a vonatfogadó vágányoknál 722 métert (6. ábra), a tároló vágányoknál 730 és 710 métert, míg a homlok- és oldalrakodónál 90 métert, valamint 260 métert mértünk.



5. ábra: Átmenő fővágány hossza

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

²¹ Használható hossz: járművekkel elfoglalható anélkül, hogy a szomszédos vágányokra a szerelvények be- és kijárása akadályozva lenne. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 2001.



6. ábra: Vonatfogadó vágányok hossza

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

A vágányok nyomtávolságát pedig 1,51 méternek állapítottuk meg. Az adatokat visszaellenőriztük a Magyar Állami Vasutak (MÁV) által kiadott 49486-10/2015/MAV nyilvántartási számú Tata Állomási Végrehajtási Utasításában szereplő információkkal. Az eltérések a vágányok hosszánál ± 20 méteres nagyságrendben, míg a nyomtávolságnál $+0,075$ méterben (normál nyomtáv 1,435 méter) mutatkoztak. Meg kell említeni, hogy a nyomtávolságnál az eltérések hibahatáron túliak, mivel differenciának csak 2-3 mm engedélyezett a vasúti közlekedésben.

Az eltérések abból adódnak, hogy a légi felvételeket kezdetleges affin transzformációval²² illesztettük a geometriai helyükre, amelyet Google Pro+ alkalmazás segítségével hajtottunk végre. Ennél jobb mérési eredmény eléréshez szükséges, hogy a helyszínen megmérjünk (illesztőpont kijelöléssel) néhány azonos szintben lévő terepi pontot is, és például fejlett fotogrammetriai célszoftverek alkalmazásával térképeket hozzunk létre, amelyből már pontosabb adatok nyerhetők ki.

Az állomás villamosítottságánál azt tapasztaltuk, hogy a vágányokhoz kiépítettek áramrendszereket. Ezenkívül a közlekedési infrastruktúra rendelkezik bejárati és kijárat jelzőkkel, törpe tolatásjelzőkkel, biztonsági határjelzőkkel, vágánykapcsolásokkal

²² Affin transzformáció: Lineáris geometriai transzformáció, amely a párhuzamosságot megtartja, de a képi egyenesek bezárt szögét változtathatja. Ennek megfelelően, az affin transzformációkkal lehetséges az epipoláris geometria alapvető problémáinak megoldása kevesebb megfeleltetést használva. PUSZTAI-HAJDER 2019.

(7. ábra), 1 db váltójelzővel, tolatási határjelzővel, megálláshelye-jelzővel, távolságjelzővel, az oldalrakodónál az úrszelvénybe nyúló létesítményre figyelmeztető jelzéssel.



7. ábra: Vasútállomás jelzései
Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Az állomáson egyenes irányban a vonatoknak 100 km/h engedélyezett sebességgel, míg kitérő irányban 40 km/h sebességgel lehet haladni, amelyet vasúti jelzőtáblák jelölnek. A pályák tengelyterhelését a légi felvételek alapján nem tudtuk megállapítani, mivel a drón nem rendelkezett a pontosabb méréshez (3D-s mérések²³) szükséges felszereléssel (például LIDAR-alkalmazást biztosító műszerrel, rendszerrel²⁴). A lehetséges közeli nyíltvonali szolgálati helyeket²⁵ (megálló-, rakodó- és megálló-rakodóhelyek) nem szemrevételeztük, így adatokat sem tudtunk hozzájuk rendelni.

Az összefoglaló adatokat tekintve nem volt olyan szempont, amelyet a drón segítségével fel lehetett volna deríteni (fontosabb elérhetőségek), így ezekre sem fordítottunk külön figyelmet. Ezek az információk a helyszínen (egyezett időpontban) az infrastruktúra-üzemeltetőktől vagy internetes elérhetőségeken keresztül is beszerezhető.

Az összegzett tapasztalatunk az, hogy a vasúti infrastruktúrák helyszíni szemrevételezését hatékonyan tudják támogatni a drónnal készített légi felvételek és videók.

²³ A 3D-s méréseken keresztül megállapítható a vágányok keresztmetszetének méretei, a keresztaljak méretei, kialakítása, amelyből már kiszámítható a vonalak tengelyterhelése. LESIAK 2020: 117.

²⁴ A LIDAR (Light Detection and Ranging) technológiával nagy területről, gyors és nagy pontosságú háromdimenziós adatgyűjtést lehet elvégezni a Föld felszínéről olyan területeken is, ahol a földi geodéziai méréseket csak nagy erőforrással lehetne megvalósítani. EnviroSense [é. n.].

²⁵ Szolgálati helyek: Olyan nyíltvonali szolgálati helyek, ahol vonattalálkozásra nincs lehetőség, így nem tekinthető állomásnak. Ilyen lehet a megálló-, rakodó- és megálló-rakodóhelyek. SZAJKÓ-LÉVAI 2021: 38.

A pontosabb mérési adatok begyűjtéséhez azonban szükséges, hogy a pilóta nélküli légi jármű fel legyen szerelve mérésekhez megfelelő technológiával, és a hosszabb pályák (vasútvonalak) vizsgálatához elegendő repülési idővel és repülési hatótávolsággal is rendelkezzen.

A vasútállomás értékelését követően a hozzá kapcsolódó úthálózatok szemrevételezésével folytattuk a logisztikai felderítést. Az úthálózatok vizsgálatához szintén egy 5 fő részből álló, 51 db alszempontra tartalmazó listát használtunk, amelyet a 2. táblázat szemléltet.

2. táblázat: Szemrevételezési lista utak értékeléséhez

Fsz.	Szemrevételezés tárgya	Szemrevételezési szempontok
1.	Alapadatok	Szemrevételezés időpontja
		Időjárási körülmények
		Az útszakasz hálózati koordinátái
		Az útszakasz útosztálya (például elsőrendű főútvonal)
		Az útszakasz hálózati jelölése, száma (például M3)
2.	Útpálya	Megengedett legnagyobb sebesség
		Az útpálya forgalmi szélessége
		A pálya teherbírása
		A pálya burkolatának típusa (például beton)
		A burkolat általános minősége
		A pálya legkisebb ívsugara
		A pálya forgalmi sávjainak száma
		A forgalomtechnikai elemek minimális távolsága a burkolat szélétől (például zajvédő falak, vezetőoszlopok, szalagkorlátok)
		A pályán meglévő akadályok fajtája (például burkolatjavítás, burkolathiba, átfolyás)
		A pályán meglévő akadályok koordinátái
		Az akadály forgalomra gyakorolt hatásának mértéke (például teljes pálya, egy sáv)
		Az akadály megszűnésének várható időpontja
		A pályán érvényben lévő forgalomkorlátozások (például behajtási tilalmak)
A forgalomkorlátozások időtartama (például 08–16 óra között)		
3.	Csomópontok	Csomópont típusa (például közúti, vasúti, merőleges vagy körforgalom)
		Csomópont helye, földrajzi koordinátái
		Forgalom irányításának fajtája (például jelzőlámpás)

Fsz.	Szemrevételezés tárgya	Szemrevételezési szempontok
3.	Csomópontok	Csomópont ágainak száma, azok sávszáma, szélessége
		Csomóponti ágak útosztályai
		A csomópont minimális kanyarodási ívsugara (például körforgalom ívsugara)
		Csomópontban elhelyezett elemek típusa, méretei (például növényzet, körforgalom közepén elhelyezett díszítőelemek stb.)
		A csomópont környezetében elhelyezett, a menetvonalat érintő egyéb elemek elhelyezkedése (például épület minimális távolsága az útpályától)
		A csomópont igényel-e katonai forgalomirányítást (Igen/Nem)
4.	Műtárgyak	Típusa (például közúti, vasúti felüljáró)
		Műtárgy helye, földrajzi koordinátái
		Műtárgy alatti szabad magasság
		Műtárgy alatti szabad szélesség
		Műtárgy (például híd, áteresz, felüljáró) teherbírása
		Műtárgy (például hidak, átereszek) szabad szélessége
		Műtárgy (például hidak, átereszek) korlátainak méretei
		A műtárgyak esetleges hibái, korlátozásai
		A korlátozások várható időtartama
		A műtárgyak szerkezeti anyagai
5.	Útpálya környezet	Lehetséges rövid pihenő helye, földrajzi koordinátái
		Lehetséges rövid pihenő mérete, lehetséges forgalmi irányai (például a belépő pont megegyezik-e a kilépő ponttal)
		Lehetséges rövid pihenő infrastruktúrája (például vízvételi lehetőség, illemhely)
		Lehetséges hosszú pihenő helye, földrajzi koordinátái
		Lehetséges hosszú pihenő mérete, lehetséges forgalmi irányai (például a belépő pont megegyezik-e a kilépő ponttal)
		Lehetséges hosszú pihenő infrastruktúrája (például vízvételi lehetőség, illemhely)
		Konvojfordítási lehetőség helye, földrajzi koordinátái
		Konvojfordítási lehetőség méretei, lehetséges forgalmi irányai
		Üzemanyag-vételezési pont helye, földrajzi koordinátái
		Üzemanyag-vételezési pont kútoszlopainak száma, parkolójának mérete
		Az út környezetében lévő veszélyes vagy különleges objektum helye, földrajzi koordinátái (például petárdagyár, vízmű)
		A veszélyes vagy különleges objektum veszélyének fajtája, mértéke
		Az útpálya forgalmát korlátozó növényzet (mérete, jellemzői)

Forrás: SZAJKÓ 2019: 74.

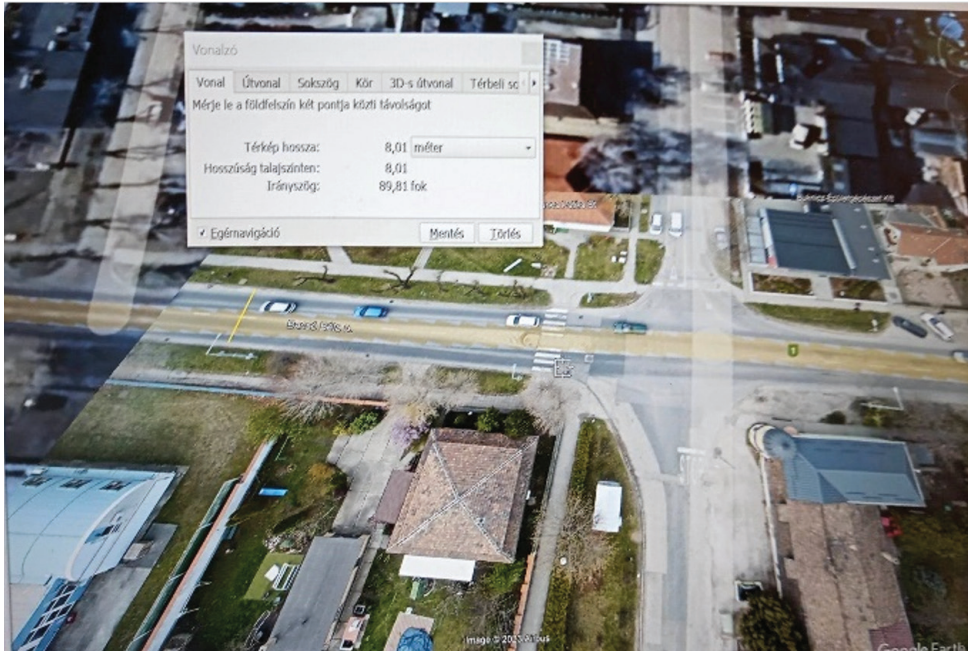
A 2. táblázatban külön szempontok tartoznak az útpályára, a csomópontokra, a műtárgyakra és az útpálya környezetére. Ezek közül azokat a szempontokat vettük figyelembe az úthálózatoknál, amelyek a vasútállomáshoz közvetlenül csatlakoznak, mivel hosszabb távolságra lévő gyorsforgalmi utak, főutak felderítésére már nem volt lehetőségünk. A 2. táblázat alapadatait tekintve a szemrevételezés időpontja és az időjárási körülmények megegyeznek a vasútállomásnál említett adatokkal. Az útszakasz WGS84 földrajzi koordinátái és a szemrevételezett terület: Északi szélesség 47 40' 36", keleti hosszúság 18 19' 15" ponttól az északi szélesség 47 39' 46" és keleti hosszúság 18 19' 28" pontig haladó útszakasz és a hozzá kapcsolódó északi irány szerinti jobb oldalon elhelyezkedő bekötő utak, valamint az állomáshoz vezető utak. Az útszakasz elsőrendű főútvonal, amelyet 1-es jelöléssel láttak el a közlekedési hatóságok (8. ábra).



8. ábra: Állomáshoz vezető utak

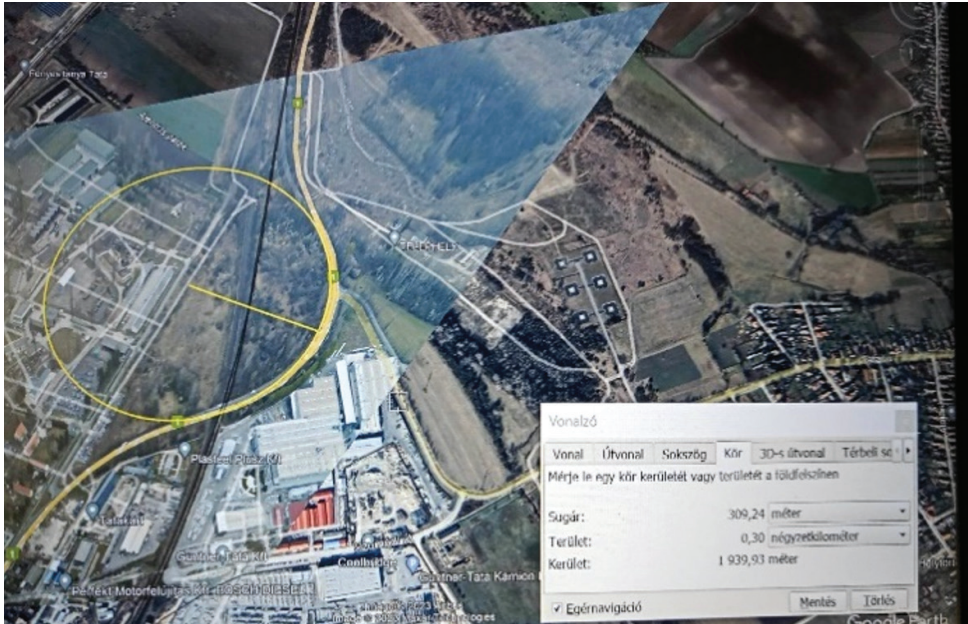
Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Az 1. számú főúton a megengedett legnagyobb sebesség (lakott területen belül) 50 km/h. Az 1. sz. főút útpálya szélességét 8,01 méternek, míg az útvonal legkisebb ívsugarát 309 méternek (külterületi út Tata–Almásfüzitő irányába) mértük (9. és 10. ábra).



9. ábra: Az 1. sz. főút pályaszélessége

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése



10. ábra: Az 1. sz. főút ívsugara

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

A vizsgált szakaszon a pályát végig aszfaltozott burkolatúnak, jó minőségűnek (hadi-technikai eszközökkel járható) és úthibától mentesnek értékeltük, ahol a 2×1 sávós útvonalon az építők 1,5 méterre helyezték el a forgalomtechnikai elemeket, valamint a növényzetet (fák, aljnövényzet). Mesterséges akadályokkal (burkolathiba, javítás, átfolyás) viszont nem talákoztunk a felderítés végrehajtásakor. A csomópontok közül a vasútállomáshoz vezető út és az 1. sz. főút közötti kereszteződését szemrevételeztük, mivel a vizsgált útszakaszon ez volt a legforgalmasabb és – a vasút–közúti szállítások tervezési, szervezési feladatait figyelembe véve – egyben a legfontosabb infrastruktúra-elem is. A szintbeni kereszteződés (a táblázat szempontjain tovább haladva) az északi szélesség $47^{\circ} 39' 48''$ és a keleti hosszúság $18^{\circ} 19' 27''$ pontnál található. A kereszteződésben a járművek, gyalogosok haladását, a forgalom irányítását jelzőtáblák (például az alsóbbrendű utak felől kihelyezett „Állj, elsőbbségadás kötelező!” jelzőtábla) és forgalomtechnikai elemek (például kijelölt gyalogos-átkelőlhely) segítik. A pálya szélességének 7,93 métert, míg az ívsugarának 14,87 métert mértünk. A 4 ágú kereszteződésben nem helyeztek el akadályozó elemeket (például növényzetet), amelynek minden kivezető irányába 2×1 sávós pályán lehet közlekedni. A kereszteződésben az ingatlanokat minimum 2,7 méter távolságra építették ki az útpályától (11. és 12. ábra). A 2×1 sávós útvonalon a menetoszlopok biztonságos közlekedése érdekében szükséges, hogy forgalomszabályzó katonák is segítsék a forgalom lebonyolítását.



11. ábra: A kereszteződés ívsugara

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése



12. ábra: A kereszteződés sávszélessége

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

Az adatokat itt is visszaellenőriztük a Magyar Útügyi Társaság által kiadott e-ÚT 03.01.11 nyilvántartási számú *Közutak tervezésében* szereplő információkkal. Eltérések a pálya szélességénél ± 1 méterben, míg az ívsugárnál (1. számú főútnál) + 9 méterben (az általunk mért adatok nagyobb ívsugarat mutattak) és (a vasútállomáshoz vezető út és az 1. számú főút kereszteződésénél) + 0,87 méterben jelentkeztek. A különbségek a vasútállomásnál már említett mérési pontatlanságból adódnak. A 2. táblázat következő szempontjai az útpálya környezetére vonatkoznak, a műtárgyak szemrevételezését nem hajtottuk végre, mert a vizsgált útvonalon nem találtunk ilyen jellegű infrastruktúra-elemet.

A drón reptetésekor és a légi felvételek alapján úgy értékeltük, hogy a vasútállomás közforgalmú rakodóterülete alkalmas lehet egy menetoszlop számára rövid (20-30 perc) és hosszú pihenő (1 óra) megtartására, viszont ennél hosszabb pihenés végrehajtását csak az infrastruktúra átalakításával, kiegészítésével és a polgári tevékenységek nagymértékű korlátozásával lehet biztosítani (13. ábra).



13. ábra: Lehetséges pihenőhely

Forrás: Szajkó Gyula szerkesztése

A pihenő céljára alkalmas terület az északi szélesség $47^{\circ} 39' 53''$ és a keleti hosszúság $18^{\circ} 19' 36''$ pontnál található, megközelíthető a vasútállomáshoz vezető útról (belépő és kilépő pontok megegyeznek), amely 17 méter széles és 140 méter hosszú szabad tárolókapacitással rendelkezik. Az utasforgalmi épületben biztosított a vízvételi lehetőség és a mosdók igénybevétele. A konvojok fordítása a kör alakú egyirányúsított (nem körforgalmú csomópont) területen – amely kerületének középértéke 119 méter – valósítható meg (koordináta-adatai megegyeznek a parkoló területével). Üzemanyag-vételezési pontot nem szemrevételeztünk, mivel a vasútállomás 500 méteres körzetében nem létesítettek üzemanyagkutakat. A táblázat utolsó szempontját figyelembe véve megállapítottuk, hogy a pihenésre kijelölhető terület közelében nincs olyan objektum vagy épület (például vegyi üzem, víztisztító állomás stb.), amely veszélyt jelenthetne a konvojokra a rövid vagy hosszú pihenő megtartásakor. Összességében a begyűjtött adatok alapján úgy értékeltük, hogy a vizsgált útszakasz járható haditechnikai eszközökkel, a pihenésre kijelölt terület alkalmas rövid és hosszú pihenés végrehajtására, valamint a szintbeni kereszteződésben – a menetoszlopok biztonságos közlekedéséhez – forgalomszabályzás is szükséges.

A vasút- és közúthálózatok helyszíni szemrevételezéséből szerzett általános tapasztalatunk, hogy a felderítést itt is hatékonyan tudják támogatni a drónnal készített légi felvételek és videók. A drónok használatával, kiválasztásával kapcsolatban azonban érdemes meghatározni olyan alapvető paramétereket is, amelyeket szükséges figyelembe venni az eredményesebb logisztikai felderítés végrehajtása érdekében. A helyszíni szemrevételezésből összegyűjtött információk alapján a pilóta nélküli repülőeszközzel szemben támasztott követelmények a következők lehetnek:

- rendelkezzen (teljes feltöltöttségénél): minimum 25 perc repülési idővel és cserélhető akkumulátorral, így rövid megszakításokkal akár több órás felmérések is végezhetők;
- a fedélzeti adatrögzítő minimum 4 órányi videófelvétel rögzítésére legyen képes, ami nagyobb felmérések eredményeinek ideiglenes tárolását is lehetővé teszi;
- repülési távolsága biztosítsa a hosszabb vonalak (nyíltvonalai vágányok, gyorsforgalmú útvonalak) felderítését, azaz minimum 1 kilométer legyen, de hosszabb útvonalszakaszok vizsgálata akár a 10 kilométeres nagyságrendet is megkövetelheti, amelyre a merevszárnyú eszközök hatékonyabb megoldást kínálnak multirotoros társaiknál;
- legyen képes akár 500 méteres repülési magasságra is annak érdekében, hogy a felmért infrastruktúráról és annak környezetéről átfogó képet kaphassunk, illetve a felmérést akár észrevétlenül is végre tudjuk hajtani;
- legyen képes magas minőségű, nagy felbontású fotók és videók készítésére a kiértékelés hatékonyságának és pontosságának növelése érdekében, illetve amennyiben lehetséges, legyen felszerelve olyan mérőeszközzel, amellyel akár az útpályák szélességét, a vágányok nyomtávolságát, vagy akár a tengelyterhelését is meg lehet pontosan határozni.

Az elvárt paraméterek köre természetesen a lehetséges alkalmazási körülmények függvényében tovább bővíthető (például működési hőmérséklet-tartomány), itt csak a legalapvetőbb követelményeket határoztuk meg azokból a tapasztalatokból kiindulva, amelyet az eddigi repülések során szereztünk. A számos elérhető megoldás közül, a fenti követelmények szem előtt tartásával, az alábbi táblázatban szereplő (3. táblázat) UAV-ok rövid ismertetésével mutatjuk be, milyen eszközök lehetnek alkalmasak a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésére, valamint segíthetik a szemrevételezést végző szakértő személyek információgyűjtő folyamatainak hatékony végrehajtását.

A tanulmány előző részében bemutatott osztályozási rendszer jól mutatta, milyen változatos műszaki tartalommal készülhetnek a UAV-ok, ami lehetőséget biztosít azok sokoldalú, a legkülönbözőbb területeken történő felhasználására. A 3. táblázatban bemutatott eszközök összehasonlítása során is megállapítható, hogy a széles tartományban mozgó paramétereknek köszönhetően több alkalmazási lehetőség közül választhatunk, így olyan eszközt is, amely az egyes feladatok jellegének leginkább megfelelő műszaki megoldásokkal rendelkezik. Azonban érdemes kiemelni, hogy a közlekedési infrastruktúrák felmérése szempontjából a legfontosabb jellemzők vizsgálata nem igényel speciális eszközöket, mivel a legtöbb információhoz hozzá lehet jutni jó minőségű felvételek készítésével és szoftveres utófeldolgozással is. Ennek köszönhetően már a „hobby” célra fejlesztett, közép-felső kategóriás pilóta nélküli légi járművek is alkalmasak lehetnek az említett feladatok ellátására.

3. táblázat: UAV-k összehasonlítása

	Jellemzően polgári célú felhasználás		Jellemzően katonai célú felhasználás	
	Megnevezés	DJI Phantom 4 Pro V2.0	Yuneec H520E drón E30Zx kamerával felszerelve	Scan Eagle
Tömeg	1375 g	2465 g	26,5 kg (üzemanyaggal feltöltve)	40 kg
Méret	átlósan 350 mm	551mm × 482mm × 309mm	3,1 m szárnyfesz-távolság	4,7 m szárnyfesz-távolság
Vezérlés	Gyári kontroller vagy okostelefonos applikáció segítségével	ST16E (Android-rendszerű) távirányítóval	2 operátoros dedikált földi irányító állomásról	Távvezérelt vagy autonóm módon
Sárkány-szerkezet, meghajtás	4 rotoros elektromos meghajtású multicopter, cserélhető akkumulátorral	6 rotoros elektromos meghajtású multicopter, cserélhető akkumulátorral	Merev szárnyú benzinmotoros, repülőpetróleummal hajtott	Merev szárnyú elektromotoros, cserélhető akkumulátorral
Adatrögzítés	MicroSD-kártya a fedélzeten és a távirányítón	MicroSD-kártya a fedélzeten és a távirányítón	A földi irányítóállomáson történik	A földi irányítóállomáson történik
Videóminőség	C4K 2160p	FHD 1080p	infravörös/elektrooptikai szenzorok által nagy felbontású HD minőségű video és Ultra 4K minőségű kép	infravörös/elektrooptikai szenzorok által nagy felbontású HD minőségű video és Ultra 4K minőségű kép
Fényképfelbontás	20MP 4096×2160	12MP 1920×1080		
Maximum repülési idő egy feltöltéssel	30 perc	30 perc	18 óra	6 óra
Maximum repülési hatótávolság	2–7 km	3,5 km	100 km	100 km
Maximum repülési magasság	500 m	500m	5900 m	3650 m
Bekerülési költség	~780 000 Ft	~2 750 000 Ft	~100 000\$	Nincs adat

Forrás: Szatmári Balázs szerkesztése

(Megjegyzés: A választás önkényes, olyan eszközöket vizsgáltunk, amelyek egyrészt a piacon könnyen hozzáférhetők, másrészt a javaslatunk összeállítását segítette, hogy rendelkezünk az üzemeltetéssel kapcsolatban közvetlen tapasztalatokkal is.)

A felmérés során szerzett tapasztalataink azt mutatták (a táblázat első oszlopában szereplő eszközt figyelembe véve), hogy a DJI Phantom 4 Pro eszköz hatékonyan tudja támogatni közlekedési infrastruktúrák értékelését, ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy alaposabb repüléstervezéssel és hatékonyabb szoftveres utófeldolgozással pontosabb mérési eredményekhez is hozzá lehet jutni. Az eszköz egyik fontos

tulajdonsága – a felderítés szempontjából –, hogy a gyártó által kiadott üzemeltetési kézikönyv szerint 0 °C hőmérséklet alatt nem működtethető üzembiztosan.²⁶ A katonai kivitelű eszközök legnagyobb előnye viszont éppen a magas üzembiztonságban és környezetállóságban rejlik, ami garantálja működésüket szélsőséges üzemeltetési körülmények között is.

A táblázat második oszlopában egy a DJI-hoz hasonló kínai gyártmányú Yuneec 520E hatrotoros polgári felhasználásra tervezett drón szerepel, amelyhez a gyártó már rendszeresítette az úgynevezett „Mapping” és „Corridor scan” funkciókat is. Mapping üzemmódban a gép automatikusan bejárja a kijelölt területet és térképet készít arról, míg a Corridor scaneléssel (folyosó feltérképezéssel) egy keskeny, de hosszú területet lehet felmérni, amely mind a közút-, mind pedig a vasúthálózat feltérképezésére jó megoldást kínál. A DJI-hoz képesti gyengébb fénykép- és videófelbontást többszörösen ellensúlyozza a 30x optikai és 6x digitális zoommal rendelkező kamera, amelyet egy második operátor – a drónpilótától függetlenül – külön is tud vezérelni. Ezek a tulajdonságok lehetővé teszik például, hogy az eszköz nagy magasságban, a földről észrevétlenül végezze el a felderítést. Amennyiben a 30 perces repülési idő kevésnek bizonyulna, akkor érdemes a – gyártó által kifejlesztett – Yuneec H850 RTK drónt alkalmazni, mivel az eszközzel optimális körülmények között 65 perces repülési időt és az akkumulátoros üzemeltetéssel akár 8 kilométeres hatótávolságot is el lehet érni. A 3,6 kg-os hasznos terhelhetőségnek és a többféle payload konzolnak köszönhetően ráadásul egy időben akár két kamerát, vagy egy kamerát és egy LIDAR-t is képes a fedélzetén szállítani, amellyel már még pontosabb (centiméteres tartományon belüli) mérések is elvégezhetőek.

Az említett eszközök katonai szempontból fontos tulajdonságokkal is rendelkeznek, például képesek több műholdas navigációs rendszer jeleit felhasználva tájékozódni, a kommunikációs rendszerük zárt, ami azért lényeges tényező, mert nem továbbítanak semmilyen adatot külső szerverek felé. Továbbá a teljesen offline működés biztosításával a váratlan vagy kötelező frissítések sem zavarhatják meg az eszközöket alkalmazásukkor. Ezenkívül a repülésbiztonságot növeli a redundáns motorműködés, amelynek köszönhetően a drón még akkor is képes a levegőben maradni, ha az egyik rotorja meghibásodik, ráadásul a kinetikus (RTK) pozícionáló rendszerével akár centiméteres pontossággal is tud tájékozódni.²⁷

Az UAV-k beszerzési árát tekintve a katonai célú eszközök alkalmazása, rendszeresítése már költségesebb beruházást jelenthet, amelyek közül kategóriájában talán a Scan Eagle UAV képviseli a legjobb ár/érték arányt. Közel 20 éve áll szolgálatban, és több mint 20 ország rendszeresítette már. A merevszárnyú eszköz kis mérete ellenére akár 18 órát is képes a levegőben tartózkodni belső égésű motoros meghajtásának köszönhetően. A hasznos teher, illetve a fedélzeti szenzorok által gyűjtött adatok kiértékeléséhez nincs szükség külön szoftverekre, mivel a gyártó által biztosított TacitView éppen ezt a célt szolgálja.²⁸ A polgári felhasználású pilóta nélküli légi járművek egyik

²⁶ Lásd: www.duplitech.hu/manuals/dji/phantom/dji-phantom4pro-manuals.pdf

²⁷ Lásd: <https://yuneecuav.hu/termek/yuneec-h520e-ipari-dron/>

²⁸ Lásd: www.insitu.com/wp-content/uploads/2021/09/TacitView_ProductCard_DU091021.pdf

nagy előnye, hogy vezeték nélküli kommunikációs csatornái az úgynevezett ISM²⁹-sávban működnek, így használatukhoz nincs szükség rádióengedélyre. Hátránya viszont, hogy egyre több eszköz működik ebben a tartományban, így elsősorban városi környezetben gyakran kell interferenciával számolni, ami csökkenheti a hatótávolságot és ronthatja a valós idejű képátvitel minőségét. A polgári célra gyártott eszközök üzemeltetése jellemzően nem igényel jelentős szakértelmet, kezelése gyorsabban elsajátítható, mint a katonai kivitelű eszközökkel történő repülés. A Skylark-3, amelyet a Magyar Honvédségben is hamarosan rendszeresítenek, például már állami légi járműnek minősül, így szakaszolgálati engedély szükséges az eszköz használatához, amelyet csak többlépcsős vizsgarendszerben való megfelelés után állít ki a hatóság.³⁰ Az eszköz ugyanakkor alkalmas lesz a közlekedési infrastruktúra felmérésére is, ennek megfelelően a kérdés már csak az, hogy használják-e majd az UAV-t a logisztikai felderítés támogatása érdekében is. Véleményünk szerint azonban ezen a területen lényegesen kisebb kockázatot jelent az ár-érték arányban is nagyságrendekkel kedvezőbb ipari célú eszközök alkalmazása, amelyek a katonai eszközökhöz hasonlóan képesek hatékonyan támogatni a közút- és vasúthálózatok katonai értékelését és a logisztikai felderítést végző csoportok munkáját.

Összegzés

A kétrészes tanulmányban bemutattuk a pilóta nélküli légi járművek osztályozását, a különböző felhasználási lehetőségeit, majd megvizsgáltuk alkalmazhatóságukat a vasút- és közúthálózatok logisztikai felderítésében. Véleményünk és tapasztalunk szerint az UAV-k nagymértékű segítséget nyújthatnak a helyszíni szemrevételezést végző csoportok munkájában a közlekedési hálózatok katonai szempontok szerinti értékelése során. Az eszközök alkalmazásával biztosítható az elsődleges információk rendelkezésre állása, amivel növelni lehet a felderítéshez kapcsolódó szakterületek végrehajtásának hatékonyságát. A drónnal készített légifelvétel, videók nemcsak a szemrevételezési listákban szereplő szempontok kitöltéséhez járulhatnak hozzá sikeresen, hanem a katonai szállítások tervezéséhez és szervezéséhez is. Az UAV-kat számos területen vonják be különböző feladatok ellátására. A katonai (harci, harctámogató feladatokban, mint a csapásmérés, felderítés, megfigyelés) mellett a polgári célú alkalmazások is egyre gyakoribbá válnak napjainkban. A vasúthálózatok, nyíltvonalai vágányok értékelését, ellenőrzését például számos országban (Franciaország, Németország, Egyesült Királyság, Spanyolország) drónokkal hajtják végre a hatóságok, mivel az eszközökkel a valós idejű információk gyűjtése, elemzése gyorsabban végrehajtható.³¹ Az UAV-kkal kapcsolatos kutatások egy része is azzal foglalkozik, hogy az ilyen járműveket önállóan vagy akár tömegesen alkalmazva milyen további területeken

²⁹ Industrial, Scientific and Medical – ipari, kutatási és egészségügyi elektronikus berendezések, illetve alkalmazások számára kijelölt frekvenciatartomány.

³⁰ Lásd: <https://honvedelem.hu/hirek/vegehez-ert-az-oteves-skylark-beszerzesi-projekt-a-kfor-ban-is-bizonyit-az-uj-tipus.html>

³¹ LESIAK 2020.

lehetne hasznosítani (például a katasztrófavédelemben).³² A logisztikai felderítés is az egyik ilyen szegmens, ahol szintén érdemes pilóta nélküli légi járműveket használni. Ezért is javasoljuk az ilyen jellegű eszközök mielőbbi rendszeresítését a műveletek logisztikai előkészítését végző szervezeteknél és szakcapatoknál annak érdekében, hogy növeljük az ellátási láncok kiépítésének, működtetésének és a logisztikai támogatáshoz kapcsolódó egyéb folyamatoknak a hatékonyságát.

Irodalomjegyzék

- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (2001): *Az országos közforgalmi vasutak pályatervezési szabályzata*. Budapest. Online: <https://docplayer.hu/105930546-Az-orszagos-kozforgalmu-vasutak-palyatervezesi-szabalyzata.html>
- Duplitech Kft. (2017): *DJI Phantom 4 Pro/Pro+ felhasználói kézikönyv*. Online: www.duplitech.hu/manuals/dji/phantom/dji-phantom4pro-manuals.pdf
- EMBER István – KOVÁCS Zoltán (2022): Mini drónok lehetséges alkalmazása tűzszerezés műveletekben. *Haditechnika*, 56(2), 18–23. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.56.2.04>
- Envirosense [é. n.]: *Légi felmérések elvégzése LIDAR technológiával*. Online: <https://envirosense.hu/2021/04/27/egyedi-felmeresek-elvezgese-lidar-technologiaval/>
- Global Hawk. Online: <https://kstatelibraries.pressbooks.pub/counterunmannedaircraft/chapter/chapter-5-surveillance-and-reconnaissance-mumm/>
- HAIG Zsolt et al. (2014): *Elektronikai hadviselés*. Budapest: Nemzeti Közzolgálati Egyetem. Online: <https://opac.uni-nke.hu/webview?infile=&sobj=9276&source=webvd&cgimime=application%2Fpdf%0D%0A>
- Insitu (2022): *TacitView Media Exploitation Tool*. Online: www.insitu.com/wp-content/uploads/2021/09/TacitView_ProductCard_DU091021.pdf
- LESIÁK, Piotr (2020): Inspection and Maintenance of Railway Infrastructure with the Use of Unmanned Aerial Vehicles. *Problemy Kolejnictwa*, 188, 115–127. Online: <https://doi.org/10.36137/1883E>
- Magyar Állami Vasutak (2021): *Tata Állomási Végrehajtási Utasítás. 5. számú módosítás*.
- Magyar Útügyi Társaság (2017): *Közutak tervezése*. Online: <https://ume.kozut.hu/dokumentum/150>
- NÉMETH András (2018a): Technical Dimensions of the Development of Unmanned Aerial Systems and Their Impact on Public Service Uses. *AARMS*, 17(3), 149–163. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/aarms/article/view/1073/395>
- NÉMETH András (2018b): UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során II. *Hadmérnök*, 13(3), 68–86. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2018.3.10>
- NÉMETH András – BACSA Balázs – NÉMETH Szabolcs (2011): Légi sugárfelderítő konténer mérési eredményeinek továbbítása Kongsberg többfunkciós rádiók segítségével. I. rész. *Haditechnika*, 45(1), 10–14. Online: http://real-j.mtak.hu/11404/1/Haditechnika%202011_1_teljes_red.pdf

³² NÉMETH–PÁPIC 2019.

- NÉMETH András – PÁPICS Patrik: Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre. II. rész. *Haditechnika*, 53(6), 2–6. Online: <https://doi.org/10.23713/HT.53.6.01>
- PALIK Mátyás (2013): Pilóta nélküli légi járművek katonai alkalmazása. In PALIK Mátyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 281–298.
- PUSZTAI Zoltán – HAJDER Levente (2019): Affin transzformációt becsülő eljárások kvantitatív kiértékelése drónfelvételek által. In *KÉPAF 2019: Képfeldolgozók és Alakfelismerők Társaságának 12. országos konferenciája*. Online: https://eprints.sztaki.hu/9695/1/Pusztai_1_30762027_ny.pdf
- USAF official site [é. n.]: *RQ-4 Global Hawk USAF Fact Sheet*. Online: www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104516/rq-4-global-hawk/
- SZAJKÓ Gyula (2019): Az út és úthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor. *Hadmérnök*, 14(4), 61–77. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.4.4>
- SZAJKÓ Gyula – LÉVAI Zsolt (2021): A vasúthálózatok értékelése a hadszíntéri logisztikai felderítés végrehajtásakor. *Hadtudományi Szemle*, 14(1), 27–52. Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2021.1.3>
- SZLOSZJÁR Balázs (2017): A dandárképesség jövője – Mennyiség vagy Minőség? *Honvédségi Szemle*, 27(5), 26–45. Online: https://honvedelem.hu/files/files/65171/hsz_2017_5_beliv_026_045.pdf
- United States Air Force Scientific Advisory Board (2011): *Operating Next-Generation Remotely Piloted Aircraft for Irregular Warfare*. SAB-TR-10-03. Online: <https://info.publicintelligence.net/USAF-RemotelIrregularWarfare.pdf>
- Végéhez ért az ötéves Skylark beszerzési projekt, a KFOR-ban is bizonyít az új típus. *Honvédelem*, 2022. december 13. Online: <https://honvedelem.hu/hirek/vegehez-ert-az-oteves-skylark-beszerzesi-projekt-a-kfor-ban-is-bizonyit-az-uj-tipus.html>

Gábor Deli¹

Mechanism of Action and Use of Radiomimetic Compounds – Part 2

Radiomimetic Substances of Bacterial Origin

Abstract

Radiomimetic compounds, similarly to ionising radiation can directly or indirectly cause DNA damage. Two major groups of these compounds, alkylating agents and antimetabolites, have already been discussed in the first part of this article. The topic of this article is an overview of radiomimetic substances of biological origin; they are grouped and discussed upon their chemical structure. Some bacteria, belonging to the class of Actinobacteria can produce compounds with radiomimetic property as part of their defence mechanisms, such as bleomycins, enediynes, streptonigrins, etc. Radiomimetic compounds of bacterial origin can be divided into three main groups: radiomimetic glycopeptides, enediynes and quinone antibiotics. Each of them induces double-strand DNA breaks. Some of them work through their reactive radicals and the molecules are also transformed when they break DNA. Others, such as bleomycin and similar glycopeptides, have an enzyme-like catalytic effect as the molecule regenerates itself after interacting with DNA thus the same molecule can create new DNA breaks again. The damage caused by radiation and by bleomycin is very similar: double DNA strand breaks occur in close proximity to each other, below the lethal dose of the cell, so as the cell does not die, the DNA repair process is activated, which can lead to the formation of dicentric chromosomes and other detectable DNA alterations. This review briefly summarises the mechanism of action of bacterial radiomimetic compounds and their benefit.

Keywords: radiomimetic substances, bleomycin, alkylating agents, dicentric chromosome, enediyne

¹ Senior Research Fellow, Military Hospital Medical Centre, Hungarian Defence Forces, Epidemiological and Scientific Research Institute, e-mail: deligabor08@gmail.com

Introduction

Changes that resemble the effects of ionising radiation have been observed during the usage of some chemical substances. The term radiomimetic was coined by Dustin in 1947; in 1952 Boyland made a list to summarise the features of radiomimetic compounds.² The first comprehensive review on this topic was published by Elson in 1963. That time only synthetic compounds were known to belong to this group. The radiomimetic substances of bacterial origin were discovered only a few years later.

In this second part of the article, they are grouped and discussed upon their chemical structure, as glycopeptides, enediynes and quinone antibiotics.

The first paper about bleomycin in 1966 found that some bacteria produce a compound with radiomimetic activity.³ It was known earlier that many microorganisms producing antibiotics (e.g. penicillin, streptomycin) inhibit the growth and reproduction of other species via inhibiting polysaccharide synthesis or protein synthesis, but bleomycin was the first antibiotic with radiomimetic activity. Since then, many compounds with similar ability have been found and isolated.

The producing bacteria all belong to the class of Actinobacteria. They are gram positive, aerobic organisms, the colonies often grow extensive mycelia, like fungi, and the name of this phylum, Actinomycetales (the actinomycetes), reflects that they were earlier believed to be fungi. There are two exceptions: two enediyne compounds, shishijimycin and namenamycin, which are produced not by bacteria, but tunicates.

The earliest discovered enediyne, calicheamicin was isolated originally in the mid-1980s from the chalky soil, or "caliche pits", located in Kerrville, Texas.⁴ The sample was collected by a scientist working for Lederle Labs. Later, in a monograph, researchers of Stanford University and Pfizer Pharmaceuticals argue that Alexander the Great was poisoned by drinking the water of the river Mavroneri (identified with the mythological River Styx) which is postulated to have been contaminated by this compound.⁵

Esperamycins were isolated in 1985, a family of extremely potent compounds showing a broad spectrum of antimicrobial and antitumor activity in murine systems has been identified in cultures of *Actinomyces verrucosospora*. The producing organism was collected at Pto Esperanza, Misiones, Argentina, consequently they named these compounds esperamicins.⁶

Mitomycin is an antitumor antibiotic discovered in the 1950s by Japanese microbiologists in fermentation cultures of the microorganism *Streptomyces caespitosus*.⁷ Several close structural variants of mitomycins have since been isolated.

Many radiomimetic compounds act as alkylating agents, their alkyl groups are transferred to DNA during breakage. Only few chemicals, for example Streptonigrin, Bleomycin, m-AMSA can induce double-strand break (DSB). Chemically induced DSBs form acentric fragments, rather than dicentric chromosome (DIC). Due to its catalyst-like effect, bleomycin can induce DIC, which is considered widely an ionising radiation specific marker.

² BOYLAND 1952: 87.

³ UMEZAWA et al. 1966: 200.

⁴ LEE et al. 1989: 1070.

⁵ STONEMAN 2008.

⁶ KONISHI et al. 1985: 1605.

⁷ SZYBALSKI-IYER 1964: 946–957.

In 1963 in his summary, Elson could not mention the formation of DIC as a radiomimetic effect (he only mentioned chromosome damage) because although bleomycin – which causes this specific effect of ionising radiation – has been isolated, it has not yet been published.

Characteristics of radiomimetic substances of bacterial origin

Radiomimetic compounds of bacterial origin can be divided into three main groups. Radiomimetic glycopeptides (such as tallysomylin and bleomycin), the second group is called enediynes (e.g. neocarzinostatin and C-1027) and the third is quinone antibiotics (anthracyclines, mitosanes [incl. mitomycins], streptonigrins and saframycins). It is important to note that not all compounds that belong to these three groups are radiomimetic substances.

The producing microorganisms are protected against the cytotoxic effects of the self-secreted compound, for example in their natural form, the radiomimetic molecules are often embedded in molecular chaperon proteins.

Radiomimetic glycopeptides: Bleomycin derivatives

While the structure of bleomycin derivatives exhibits similarities to other glycopeptides such as vancomycin, the pharmacodynamic pathways and mechanism of action of radiomimetic glycopeptides can be quite different and should not be confused with those glycopeptides which inhibit the synthesis of bacterial cell wall.⁸

Bleomycin (Figure 1), the first representative of radiomimetic glycopeptides (Table 1) was discovered in 1962 by a Japanese scientist Hamao Umezawa, who found an anticancer effect on the filtrate of the *Streptomyces verticillus* culture. He published this result in 1966.⁹

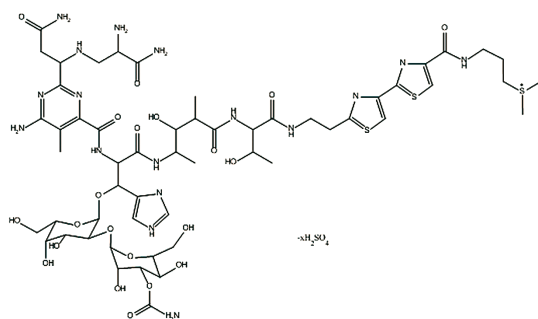


Figure 1: Bleomycin

Note: Bleomycin is a radiomimetic glycopeptide produced by *Streptomyces verticillus*. This molecule usually makes a complex with iron or copper ions.

Source: Soo et al. 2017: 1168.

⁸ ANDROS et al. 2015: 1372.

⁹ UMEZAWA et al. 1966: 200.

Table 1: Microorganisms producing glycopeptide antibiotics with radiomimetic effect

Producing organism	Antibiotics
Streptomyces verticillus	Bleomycin
	Phleomycins (zeocin)
Streptoalloteichus hindustanus	Tallysomyacin
Streptomyces flavoviridis	Zorbamycin

Source: COUGHLIN et al. 2014: 6901.

Bleomycin and other natural glycopeptide antibiotics are non-ribosomal hybrid peptide-polyketide products. The peptide/polyketide/peptide chain of the aglycone is produced by the bleomycin megasynthase, which has both a non-ribosomal peptide synthase (NRPS) and a polyketide synthase (PKS) subunit. These non-ribosomal peptides and polyketides are made up of amino acids and short carboxylic acids by the above-mentioned bacterial enzymes.¹⁰

The cytogenetic effect of bleomycin has been known since the 1970s. Bleomycin is a large hydrophilic molecule and mostly unable to diffuse on biological membranes.¹¹ It enters the target cell after binding its receptor then it is transferred to intracellular endocytotic vesicles by receptor mediated endocytosis.¹²

Radiomimetic glycopeptides of bacterial origin require both metal ion [Fe (II), or Cu (I)] and molecular oxygen for their activity. It should be noted here that Fe²⁺ ions themselves have DNA damaging effects.¹³ The glycopeptide molecule forms a complex with metal ions, which after that binds oxygen, as this connection is not stable it leads to the formation of free radicals and oxidised metal ions.¹⁴ These reactive radicals can cause single strand breaks in DNA. Approximately every 10th single strand break also has a second break on the adjacent DNA chain resulting in DSB.¹⁵

Based on the results of several studies, the cytogenetic effect of bleomycin is the most comparable to that of high linear energy transfer (LET) radiation, because in the case of high LET radiation, the distribution of cells with DICs is similar and the dose-effect relationship is also linear. It can be assumed that the high statistical variance observed after bleomycin treatment is due to different lymphocyte sub-populations and their different bleomycin sensitivity.¹⁶

At least two DSBs (i.e. 4 breaks) close to each other are one of the conditions for the creation of DIC. Most radiomimetic substances cannot produce close-to-each-other breaks at low – sublethal – concentrations, because the molecules are randomly distributed around the DNA and they themselves undergo an irreversible chemical transformation during the DNA break. In contrast, each Fe-bleomycin complex go through several cycles

¹⁰ ARORA et al. 2017: 99.

¹¹ CHEN-STUBBE 2005: 102.

¹² PRON et al. 1993: 333.

¹³ AYENE et al. 2007: 195.

¹⁴ DORR 1992: 3.

¹⁵ ANDROS et al. 2015: 1372.

¹⁶ BENKHALED et al. 2008: 134.

of oxidation and reduction and that bleomycin usually is not inactivated in the base-release reaction,¹⁷ so one molecule can form many breaks and so DICs.¹⁸ Ionising radiation causes DNA breaks by forming ions along a narrow straight line in nanosecond time as it passes through the DNA coil and in principle, any dose of ionising radiation, even a single track, can induce DIC. So, bleomycin acts the most similarly to ionising radiation amongst radiomimetic substances, as bleomycin can produce DIC effectively.¹⁹

Bleomycin does not interfere directly with DNA replication, thus acting independently of the cell cycle. Depending on which phase of the cell cycle interacts, it may also cause chromosomal and chromatid-type aberrations, but only slightly induce exchange between sister chromatids.²⁰

Bleomycin can be metabolically inactivated in normal and tumour tissues by an enzyme called BLM hydrolase,²¹ or it can be inactivated by an N-acetyltransferase which inactivates the drug in the presence of acetyl coenzyme A.²²

Enediynes

Since the discovery of calicheamicin (Figure 2) and esperamycin, several enediynes produced by various bacteria have been discovered.²³ Synthetically produced enediynes have also been created to improve the functionality of naturally occurring molecules (in contrast to bleomycin derivatives, enediynes are not oligopeptides but polysaccharides). The central ring of these molecules contains an alkene conjugated with two alkynes.²⁴ This ring has a total of nine or ten members.²⁵ Other functional groups are usually attached to these central rings, providing each enediyne with additional chemical properties.

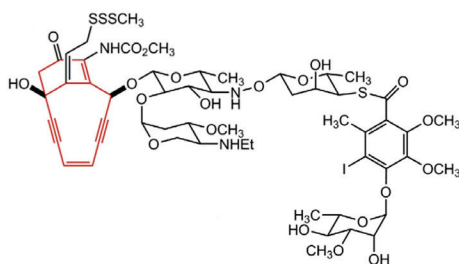


Figure 2: Calicheamicin

Note: Calicheamicin is an enediyne with a ten membered ring produced by Micromonospora echinospora.

Source: compiled by the author.

¹⁷ POVIRK 1979: 3989.

¹⁸ BENKHALED et al. 2008: 139.

¹⁹ HOFFMANN-SCHMITZ-FEUERHAKE 1999: 118.

²⁰ BENKHALED et al. 2008: 138.

²¹ GALM et al. 2005: 741.

²² SUGIYAMA et al. 1994: 81.

²³ LEE et al. 1987: 3464.

²⁴ NICOLAOU et al. 1993: 5881.

²⁵ GALM et al. 2005: 744.

There are 11 naturally occurring enediynes, and three others have been isolated in cycloaromatised form;²⁶ the other molecules are produced synthetically.

Enediynes can be divided into two groups based on the numbers of the central ring's members (9 or 10) (Table 2).

Table 2: Enediynes with nine- and ten-membered cores and their origin

Enediynes	Origin
Nine-membered ring	
Neocarzinostatin	<i>Streptomyces carzinostaticus</i>
C-1027 (lidamycin)	<i>Streptomyces globisporus</i>
Kedarcidin	<i>Actinomycete sp.</i>
Maduropeptin	<i>Actinomadura madurae</i>
N1999A2	<i>Streptomyces sp.</i>
Ten-membered ring	
Calicheamicin	<i>Micromonospora echinospora</i>
Dynemicin	<i>Micromonospora chersina</i>
Esperamicin	<i>Actinomadura verrucosospora</i>
Shishijimicin	<i>Didemnum proliferum</i>
Uncialamycin	<i>Streptomycete sp</i>
Golfomycin A	synthetic
Taxamycin	synthetic

Source: compiled by the author.

Another name for enediynes with nine-membered ring is chromoprotein because they are associated with an apoprotein. Apoprotein is required for transport and stabilisation of the labile chromophore enediyne group.²⁷ The histone specific protease activity has been examined for Neocarzinostatin (NCS)²⁸ and results confirmed that protease activity can be separated from NCS-A (apo-protein), suggesting this activity is due to minor contaminating proteases.²⁹ NCS and C-1027 consist of hydrophobic proteins that require the presence of enediyne prosthetic groups for activity. NCS is a natural product of *Streptomyces carzinostaticus*. This chromophore forms a chromoprotein with a 113-amino acid polypeptide.³⁰ Two possibilities emerged to consider: the apo-protein has cofactor for protease activity that is lost (perhaps the enediyne itself) or could bind a specific protease by noncovalent interactions.³¹

In addition, organisms that produce enediynes have been shown to protect themselves with a self-resistance mechanism that uses a self-sacrificing protein. Some microbes that produce calicheamicin use CalC (a peptide encoded by the gene

²⁶ SHEN et al. 2015: 10.

²⁷ GAO–THORSON 2008: 105.

²⁸ HEYD et al. 2000: 1812.

²⁹ GAO–THORSON 2008: 105.

³⁰ HEYD et al. 2000: 1812.

³¹ GALM et al. 2005: 747.

CalC from the calicheamicin biosynthetic gene cluster) as defence mechanism, so the diradical absorbs hydrogens from a glycine of the protein, not from the DNA.³²

One of the most significant properties of enediynes is their limited anti-tumour and antibiotic activity. They effectively induce apoptosis in cells but cannot distinguish between healthy and tumour cells.³³

Enediynes bind to DNA by interaction with the minor groove and activate to DNA-cleaving biradical species, either by reaction with thiols or by reduction.³⁴

In this step, enediynes generate free radicals. The chemical basis for enediyne activation is the Bergmann reaction, through which enediyne systems undergo cycloaromatisation to benzene derivatives, with the intermediacy of the highly reactive 1.4-benzenoid biradical species. In the related Myers reaction, (e.g. in case of neocarzinostatin) one of the triple bonds can be replaced by an allene unit, leading to biradical as well. The result a 1.4-benzenoid biradical is highly reactive, abstracting all hydrogen from all possible hydrogen donors.

During interaction with DNA, the 1.4-benzenoid diradical displaces hydrogen from the phosphate-deoxyribose backbone, predominantly from the C-1', C-4' and C-5' positions. Hydrogen removal causes radicalisation on the affected carbon. Carbon radical reacts with molecular oxygen, which causes chain breakage in DNA by various mechanisms.³⁵

The 1.4-benzenoid diradical can position itself to abstract hydrogens from both strands of DNA close to each other.³⁶ This leads to a DSB that may result in apoptosis if not repaired.

This process is even more efficient at producing DSBs than the free radicals produced by radiomimetic glycopeptides: DSBs occur in approximately 1:8 of interactions with NCS, 1:1.8 with C-1027 and 1:2 with Calicheamicin.³⁷

Quinone antibiotics

Quinone is a highly bioreactive moiety, it is found in many variants in bacteriostatic compounds, known as quinone antibiotics.

Four main groups of quinones of bacterial origin that cause DNA damage are anthracyclines, mitosanes, streptonigrins and saframycins.³⁸ A few representatives of anthracyclines, doxorubicin and daunorubicin were reported as radiomimetic compounds,³⁹ as well as mitomicins⁴⁰ and streptonigrin.⁴¹ Almost all of quinone antibiotics

³² LIANG 2010: 501.

³³ GREDIČAK–JERIĆ 2007: 134.

³⁴ AVENDAÑO–MENÉNDEZ 2008: 376.

³⁵ POVIRK 1996: 78.

³⁶ KRAKA–CREMER 2000: 8246.

³⁷ ANDROS et al. 2015: 1372.

³⁸ LOWN 1983: 21.

³⁹ LU–YAGI 1999: 263.

⁴⁰ ALMODIN et al. 2013: 110.

⁴¹ SÁNCHEZ et al. 2010: 90.

generate reactive oxygen species or alkylate the DNA. A few of them need metal ions to function.

Anthracyclines are antibiotics and have broad-spectrum antitumor activity. They inhibit cell function at three main points: the nucleic acid metabolism, the integrity of cellular phospholipid membranes and the redox reactions. The latter includes cellular respiration and electron transport. The aglycone moiety of daunorubicin and doxorubicin has been shown to intercalate between base pairs of the DNA helix.⁴²

Streptonigrin is an aminoquinone antibiotic produced by *Streptomyces flocculus*. The cytotoxic effect is based on the formation of free radicals and the inhibition of topoisomerase II activity.

Mitomycin (MTM) A and B were isolated from *Streptomyces caespitosus* in 1956,⁴³ and shortly after mitomycin C was found from the same strain.⁴⁴ Of all these different MTMs, mitomycin C led to early, widespread clinical application due to its uniquely outstanding activity and reduced toxicity against solid tumours compared to the natural counterparts of mitomycin A and mitomycin B.

Because mitomycin C is isolated from *Streptomyces*, it belongs to the radiomimetic substances of bacterial origin. In respects of mechanism of action, it is also an alkylating agent.⁴⁵ A unique feature of MTMs is that they are converted to the active ingredient by an enzyme reduction process, preferably in the absence of oxygen; MTM C can be reductively activated by several oxidoreductases, in a process required for the expression of its therapeutic effects. This enzymatic reduction results in preferential activation of MTM C under hypoxia and, in most instances, the production of greater toxicity to oxygen-deficient cells than to their oxygenated counterparts,⁴⁶ so that MTM C is mainly active under anaerobic conditions.⁴⁷ Unlike BLM and enediyne antibiotics, MTM does not directly cause DNA backbone breakage, but rather forms covalent bonds with DNA and acts as an alkylating agent, coupling DNA with high efficiency, specifically CpG sequence (CpG sites are regions of DNA where a cytosine nucleotide is followed by a guanine nucleotide in the linear sequence of bases along its 5' – 3' direction). The degree of cross-linking of the DNA interstrand increases with GC content.⁴⁸ MTM C is a potent antibiotic that belongs to the family of antitumor quinones and has high efficacy in the treatment of solid tumours. Unfortunately, acquired or intrinsic drug resistance in tumour cell populations limits the utility of the drug.⁴⁹ The side effects of MTM suggest a radiomimetic nature, as the main toxicities are thrombocytopenia and leukocytopenia. Rare but serious side effects are hemolytic uremic syndrome, pneumonia and heart failure.⁵⁰

⁴² LOWN 1983: 21.

⁴³ HATA et al. 1956: 141.

⁴⁴ HATA–SUGAWARA 1956: 147.

⁴⁵ SASTRY et al. 1995: 338.

⁴⁶ SARTORELLI et al. 1994: 501.

⁴⁷ VERWEIJ–PINEDO 1990: 6.

⁴⁸ GALM et al. 2005: 753.

⁴⁹ GALM et al. 2005: 752.

⁵⁰ VERWEIJ 1990: 8.

Some of the saframycin antibiotics can alkylate DNA via forming electrophilic imine species. Only those saframycins can alkylate the DNA that bear a leaving group (i.e. cyanide or hydroxide).⁵¹

Application of radiomimetic compounds

Antibiotic activity

The effect of radiomimetic compounds on different types of cells may vary, but their selectivity is still poorly understood.⁵²

Bleomycin and Tallysomycin show general activity against Gram-negative bacteria, while radiomimetic enediynes are generally more active against Gram-positive bacteria.⁵³

Many quinone antibiotics show both radiomimetic and antibacterial properties. Streptonigrin has anti-bacterial activity against *E. coli*. Mitomycin A, B and C together with porfiromycin and many of their analogues exhibit useful antibacterial properties against Gram-positive and Gram-negative bacteria.⁵⁴

Tumour and autoimmune therapy

It was mentioned in the first part of this article how chemotherapy began with the nitrogen mustard. Radiomimetic glycopeptides are widely used in the treatment of germ cell line cancers and lymphomas.⁵⁵ Bleomycin and its derivatives are also used in cancer therapy regimens, e.g. in the BEP regimen: bleomycin, etoposide and platinum agents are used for treatment testicular cancer and germ cell tumours.⁵⁶

Bleomycin is used in the chemotherapy of several types of cancer, such as certain lymphomas and skin cancers.⁵⁷

In the case of enediynes, excessive cytotoxicity limits the utility of them, and the development of less toxic analogues is the subject of research. In general, most of the enediynes are too toxic to be used for clinical purposes; although neocarzinostatin and calicheamicin are used in a limited extent.⁵⁸

Many efforts have been made to increase the cancer therapeutic specificity of these drugs by altering their tissue distribution. Attempts were taken nowadays assembling enediyne-integrated fusion proteins, containing defensin which is a ligand of epidermal growth factor receptor.⁵⁹ Calicheamicin is extremely toxic to all cells and,

⁵¹ GATES 1999: 497.

⁵² ANDROS et al. 2015: 1377.

⁵³ ANDROS et al. 2015: 1377.

⁵⁴ LOWN 1983: 25.

⁵⁵ ANDROS et al. 2015: 1372.

⁵⁶ CAFFERTY et al. 2020: 139.

⁵⁷ GROSELJ et al. 2018: 120.

⁵⁸ AVENDAÑO 2008: 377.

⁵⁹ LIU et al. 2018: 1538.

in 2000, a CD33 antigen-targeted immunoconjugate N-acetyl dimethyl hydrazide calicheamicin was developed and marketed as targeted therapy against the non-solid tumour cancer acute myeloid leukemia (AML).⁶⁰ A calicheamicin-linked monoclonal antibody, inotuzumab ozogamicin (marketed as Besponsa) an anti-CD22-directed antibody-drug conjugate, was approved by the U.S. Food and Drug Administration in 2017, for use in the treatment of adults with relapsed or refractory B-cell precursor acute lymphoblastic leukemia.⁶¹ Today, antibody-drug conjugates still have a relatively narrow therapeutic index, but the design of new types of molecules can improve this. During the development of antibody-drug conjugates in cancer therapy, pharmacokinetic/pharmacodynamic modelling provides significant assistance in achieving the desired pharmacokinetic properties and therapeutic index.⁶²

Mitomycin is widely used in different chemotherapy regimens for gastric, breast and lung cancer and mesothelioma. It is not absorbed through the bladder mucosa, when given intravesically. It is used to treat superficial carcinoma of the bladder.⁶³

Diagnostic tests, experimental models

Some radiomimetic agents are also used in vitro or in animal models for diagnostic or research purposes. For these methods, these compounds were not necessarily selected based on their radiomimetic features, but in many cases for their other chemical properties.

Without attempting to be comprehensive, a few samples of these research topics can be found in Table 3.

Table 3: Radiomimetic agents used as research tools

Compound	Application
Bleomycin	Ex vivo test for determining chromosome breaking susceptibility ⁶⁴
	Inducing lung fibrosis (in mouse) ⁶⁵
	Detection of the iron content of serum ⁶⁶
Methotrexate	Cell division synchronisation in cell culture ⁶⁷
Streptozotocin	Animal model for diabetes ⁶⁸
Diepoxybutane	Ex vivo test for determining chromosome breaking susceptibility (Fanconi anemia) ⁶⁹

Source: compiled by the author.

⁶⁰ ELLESTAD 2011: 660.

⁶¹ ASH Clinical News 2018: 26.

⁶² LIN et al. 2018: 22.

⁶³ JACOB 1996: 266.

⁶⁴ SZÉKELY et al. 2003: 59.

⁶⁵ SONG et al. 2015.

⁶⁶ BUFFINTON et al. 1986: 65.

⁶⁷ SEN 1990: 595.

⁶⁸ GRAHAM et al. 2011: 356.

⁶⁹ AUERBACH 2015: 8.7.1.

Conclusion

Since Elson's summary in 1963, many compounds have been discovered that have a radiomimetic effect, albeit with different mechanisms. This significantly complicated the interpretation of the concept. In this summary, I have described the compounds that could not have been included in Elson's work, since they were discovered only later. These are molecules of bacterial origin that play a role in the defence mechanisms of microorganisms. These compounds are capable of exerting their radiomimetic effect by different mechanisms compared to those previously described, so the biological effects listed by Boyland cannot be fully applied to them either.

Today, according to many, "radiomimetic substances" are not considered to be a category that acts as listed by the original descriptors, rather, a group of compounds that damage nucleic acids and may be useful in the treatment of cancer. However, this definition excludes compounds that have no therapeutic use but have been shown to be radiomimetic in their activity.

The field of application of radiomimetic substances is constantly expanding. Radiomimetic compounds can do good service in many areas of life, especially in medicine. Most radiomimetic substances are used in the treatment of various types of cancer or as cytotoxic agents, antibiotics or immunosuppressive compounds. Their use may partially or completely replace radiation or optimise the dose in the case of radiation therapy. Radiomimetic substances cannot even partially play the role of X-ray in diagnostic imaging methods because they do not emit detectable radiation, so physical dosimeter is not able to detect any exposure from them, in contrast to isotopes or isotope labelled diagnostic and therapeutic compounds. However, they are useful in *in vitro* diagnostics (e.g. determination of blood iron level and chromosome fragility, diagnosis of Fanconi anemia). They have also proved useful in preclinical research on various future drugs to produce of animal models.

According to the original symptomatic-like interpretation, radiomimetic substances mimic the biological effects of ionising radiation. Some refinement is recommended, keeping only compounds that are effective in humans as radiomimetic substances. This group can also be assessed in the context of use and mechanism of action. Their use in cancer therapy is common, but not all of them are suitable for medical use yet, so this is not a necessary condition for the name. Their DNA-damaging effects are expressed at the molecular level directly by the formation of alkyl groups or reactive oxygen species (ROS), or indirectly by the inhibition of DNA-maintaining enzymes. The final image is formed with DNA repair enzymes from surviving cells; these are chromosome breaks, chromatid translocations, deletions and mutations. Some of these changes persist or are passed on to progeny cells through division.

Given that the formation of DIC is the only effect what can be considered specific to ionising radiation, it is worth considering that this phenomenon should also be added to the list of radiomimetic effects.

References

- ALMODIN, Juliana – ALMODIN, Flavia – ALMODIN, Edna – MINGUETTI-CÂMARA, Vânia Cibele – NEVES, João Paulo – TEIXEIRA BEZZON, Ana Karina – DINIZ MACIEL SAFAR, Carla Emília – BELATO BERTANHA AMADEU, Helaine (2013): Effects of Certain Drugs on the in Vitro Proliferation of Fibroblasts in Primary Pterygium. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, 72(2), 108–111. Online: <https://doi.org/10.1590/S0034-72802013000200007>
- ANDROS, Christina C. – DUBAY, Ryan A. – MITCHELL, Kayleigh D. – CHEN, Aaron – HOLMES, Dawn E. – KENNEDY, Daniel R. (2015): A Novel Application of Radiomimetic Compounds as Antibiotic Drugs. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 67(10), 1371–1379. Online: <https://doi.org/10.1111/jphp.12432>
- ARORA, Gunjan – SAJID, Andaleeb – KALIA, Vipin Chandra eds. (2017): *Drug Resistance in Bacteria, Fungi, Malaria, and Cancer*. Cham: Springer. Online: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48683-3>
- ASH Clinical News (2018): Newly Approved Drugs in ALL and NHL: How to Use Them in Practice. *ASH Clinical News*, 4(2), 26–27.
- AUERBACH, Arleen D. (2015): Diagnosis of Fanconi Anemia by Diepoxybutane Analysis. *Current Protocols in Human Genetics*, 85, 8.7.1–8.7.17. Online: <https://doi.org/10.1002/0471142905.hg0807s85>
- AVENDAÑO, Carmen – MENÉNDEZ, J. Carlos (2008): *Medicinal Chemistry of Anticancer Drugs*. Elsevier. Online: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52824-7.X0001-7>
- AYENE, Iramoudi – KOCH, Cameron J. – KRISCH, Robert E. (2007): DNA Strand Breakage by Bivalent Metal Ions and Ionizing Radiation. *International Journal of Radiation Biology*, 83(3), 195–210. Online: <https://doi.org/10.1080/09553000601146956>
- BENKHALED, Leila – XUNCLÀ, Mar – CABALLÍN, Maria Rosa – BARRIOS, Leonardo (2008): Induction of Complete and Incomplete Chromosome Aberrations by Bleomycin in Human Lymphocytes. *Mutation Research*, 637(1–2), 134–141. Online: <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2007.07.013>
- BOYLAND, Eric (1952): Azione biologica delle radiazioni e delle sostanze radiomimetiche. *Endeavour*, 11, 87–91.
- BUFFINTON, Gary D. – COWDEN, W. B. – HUNT, N. H. – CLARK, I. A. (1986): Bleomycin-detectable iron in plasma from Plasmodium vinckei vinckei-infected mice. *FEBS Letters*, 195(1–2), 65–67. Online: [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(86\)80131-4](https://doi.org/10.1016/0014-5793(86)80131-4)
- CAFFERTY, Fay H. et al. (2020): Long-term outcomes with intensive induction chemotherapy (carboplatin, bleomycin, vincristine and cisplatin/bleomycin, etoposide and cisplatin) and standard bleomycin, etoposide and cisplatin in poor prognosis germ cell tumours: A randomised phase II trial (ISRCTN53643604). *European Journal of Cancer*, 127, 139–149. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2019.12.028>
- CHEN, Jingyang – STUBBE, JoAnne (2005): Bleomycins: Towards Better Therapeutics. *Nature Reviews Cancer*, 5(2), 102–112. Online: <https://doi.org/10.1038/nrc1547>
- COUGHLIN, Jane M. – RUDOLF, Jeffrey D. – WENDT-PIENKOWSKI, Evelyn – WANG, Liyan – UNSIN, Claudia – GALM, Ute – YANG, Dong – TAO, Meifeng – SHEN, Ben (2014): BlmB and TlmB Provide Resistance to the Bleomycin Family of Antitumor Antibiotics by N-Acetylating Metal-Free Bleomycin, Tallysomyin,

- Phleomycin, and Zorbamycin. *Biochemistry*, 53(44), 6901–6909. Online: <https://doi.org/10.1021/bi501121e>
- DORR, Robert T. (1992): Bleomycin Pharmacology: Mechanism of Action and Resistance, and Clinical Pharmacokinetics. *Seminars in Oncology*, 19(2 Suppl 5), 3–8.
- ELLESTAD, George A. (2011): Structural and Conformational Features Relevant to the Anti-Tumor Activity of Calicheamicin γ 11. *Chirality*, 23(8), 660–671. Online: <https://doi.org/doi:10.1002/chir.20990>
- GALM, Ute – HAGER, Martin H. – VAN LANEN, Steven G. – JU, Jianhua – THORSON, Jon S. – SHEN, Ben (2005): Antitumor Antibiotics: Bleomycin, Eneidyne, and Mitomycin. *Chemical Reviews*, 105(2), 739–758. Online: <https://doi.org/10.1021/cr030117g>
- GAO, Qunjie – THORSON, Jon S. (2008): The Biosynthetic Genes Encoding for the Production of the Dynemicin Eneidyne Core in *Micromonospora Chersina* ATCC53710. *FEMS Microbiology Letters*, 282(1), 105–114. Online: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2008.01112.x>
- GATES, Kent S. (1999): Covalent Modification of DNA by Natural Products. *Comprehensive Natural Products Chemistry*, 7, 491–552. Online: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-091283-7.00074-6>
- GRAHAM, Melanie L. – JANECEK, Jody L. – KITTREDGE, Jessica A. – HERING, Bernhard J. – SCHUURMAN, Henk-Jan (2011): The Streptozotocin-Induced Diabetic Nude Mouse Model: Differences between Animals from Different Sources. *Comparative Medicine*, 61(4), 356–360.
- GREDIČAK, Matija – JERIĆ, Ivanka (2007): Eneidyne Compounds – New Promises in Anticancer Therapy. *Acta Pharmaceutica*, 57(2), 133–150. Online: <https://doi.org/10.2478/v10007-007-0011-y>
- GROSELJ, Ales – BOSNJAK, Masa – STROJAN, Primož – KRZAN, Mojca – CEMAZAR, Maja – SERSA, Gregor (2018): Efficiency of Electrochemotherapy with Reduced Bleomycin Dose in the Treatment of Nonmelanoma Head and Neck Skin Cancer: Preliminary Results. *Head and Neck*, 40(1), 120–125. Online: <https://doi.org/10.1002/hed.24991>
- HATA, Toju – SANO, Yoshimoto – SUGAWARA, Ryōzō – MATSUMAE, Akihiro – KANAMORI, Kōkichi – SHIMA, Tatsuo – HOSHI, Tadashi (1956): Mitomycin, a New Antibiotic from *Streptomyces*. I. *The Journal of Antibiotics*, 9(4), 141–146. Online: https://doi.org/10.11554/antibioticsa.9.4_141
- HATA, Toju – SUGAWARA, Ryōzō (1956): Mitomycin, a New Antibiotic from *Streptomyces*. II. Description of the Strain. *The Journal of Antibiotics*, 9(4), 147–151. Online: https://doi.org/10.11554/antibioticsa.9.4_147
- HEYD, Bernadette – LERAT, Guilhem – ADJADJ, Elisabeth – MINARD, Philippe – DESMADRIL, Michel (2000): Reinvestigation of the Proteolytic Activity of Neocarzinostatin. *Journal of Bacteriology*, 182(7), 1812–1818. Online: <https://doi.org/10.1128/jb.182.7.1812-1818.2000>
- HOFFMANN, Wolfgang – SCHMITZ-FEUERHAKE, Inge (1999): How Radiation-Specific Is the Dicentric Assay? *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 9(2), 113–133. Online: <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500008>
- JACOB, Leonard S. (1996): *Pharmacology*. Philadelphia: Williams & Wilkins.

- KONISHI, Masataka – OHKUMA, Hiroaki – SAITOH, Kyo-Ichiro – KAWAGUCHI, Hiroshi – GOLIK, Jerzy – DUBAY, George – GROENEWOLD, Gary – KRISHNAN, Bala – DOYLE, Terrence W. (1985): Esperamicins, a Novel Class of Potent Antitumor Antibiotics. I. Physico-chemical data and partial structure. *The Journal of Antibiotics*, 38(11), 1605–1609. Online: <https://doi.org/10.7164/antibiotics.38.1605>
- KRAKA, Elfi – CREMER, Dieter (2000): Computer Design of Anticancer Drugs. A New Eneidyne Warhead. *Journal of the American Chemical Society*, 122(34), 8245–8264. Online: <https://doi.org/10.1021/ja001017k>
- LEE, May D. – DUNNE, Theresa S. – SIEGEL, Marshall M. – CHANG, Conway C. – MORTON, George O. – BORDERS, Donald B. (1987): Calicheamicins, a Novel Family of Antitumor Antibiotics. 1. Chemistry and partial structure of calicheamicin. *Journal of the American Chemical Society*, 109(11), 3464–3466. Online: <https://doi.org/10.1021/ja00245a050>
- LEE, May D. – MANNING, Joann K. – WILLIAMS, David R. – KUCK, Nydia A. – TESTA, Raymond T. – BORDERS, Donald B. (1989): Calicheamicins, a Novel Family of Antitumor Antibiotics. 3. Isolation, purification and characterization of calicheamicins beta 1Br, gamma 1Br, alpha 2I, alpha 3I, beta 1I, gamma 1I and delta 1I. *The Journal of Antibiotics*, 42(7), 1070–1087. Online: <https://doi.org/10.7164/antibiotics.42.1070>
- LIANG, Zhao-Xun (2010): Complexity and Simplicity in the Biosynthesis of Eneidyne Natural Products. *Natural Product Reports*, 27(4), 499–528. Online: <https://doi.org/10.1039/b908165h>
- LIN, Jiunn H. – GUO, Yue – WANG, Weirong (2018): Challenges of Antibody Drug Conjugates in Cancer Therapy: Current Understanding of Mechanisms and Future Strategies. *Current Pharmacology Reports*, 4, 10–26. Online: <https://doi.org/10.1007/s40495-018-0122-9>
- LIU, Wen-juan – ZHU, Kun-li – XU, Jian – WANG, Jia-lin – ZHU, Hui (2018): Eneidyne-activated, EGFR-targeted Human β -defensin 1 Has Therapeutic Efficacy against Non-small Cell Lung Carcinoma. *Laboratory Investigation*, 98(12), 1538–1548. Online: <https://doi.org/10.1038/s41374-018-0109-5>
- LOWN, William J. (1983): The Mechanism of Action of Quinone Antibiotics. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 55(1), 17–40. Online: <https://doi.org/10.1007/BF00229240>
- LU, Yanjun – YAGI, Takashi (1999): Apoptosis of Human Tumor Cells by Chemotherapeutic Anthracyclines Is Enhanced by Bax Overexpression. *Journal of Radiation Research*, 40(3), 263–272. Online: <https://doi.org/10.1269/jrr.40.263>
- NICOLAOU, Kyriacos C. – SMITH, A. L. – YUE, E. W. (1993): Chemistry and Biology of Natural and Designed Eneidyne. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 90(13), 5881–5888. Online: <https://doi.org/10.1073/pnas.90.13.5881>
- POVIRK, Lawrence F. (1979): Catalytic Release of Deoxyribonucleic Acid Bases by Oxidation and Reduction of an Iron-Bleomycin Complex. *Biochemistry*, 18(18), 3989–3995. Online: <https://doi.org/10.1021/bi00585a023>
- POVIRK, Lawrence F. (1996): DNA Damage and Mutagenesis by Radiomimetic DNA-Cleaving Agents: Bleomycin, Neocarzinostatin and Other Eneidyne. *Mutation Research*, 355(1–2), 71–89. Online: [https://doi.org/10.1016/0027-5107\(96\)00023-1](https://doi.org/10.1016/0027-5107(96)00023-1)

- PRON, Géraldine – BELEHRADEK, Jean Jr. – MIR, Lluís M. (1993): Identification of a Plasma Membrane Protein that Specifically Binds Bleomycin. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 194(1), 333–337. Online: <https://doi.org/10.1006/bbrc.1993.1824>
- SÁNCHEZ, Julieta – BIANCHI, Martha S. – BOLZÁN, Alejandro D. (2010): Relationship between Heterochromatic Interstitial Telomeric Sequences and Chromosome Damage Induced by the Radiomimetic Compound Streptonigrin in Chinese Hamster Ovary Cells. *Mutation Research*, 684(1–2), 90–97. Online: <https://doi.org/10.1016/j.mrfmmm.2009.12.005>
- SARTORELLI, Alan C. – HODNICK, W. F. – BELCOURT, M. F. – TOMASZ, M. – HAFFTY, B. – FISCHER, J. J. – ROCKWELL, S. (1994): Mitomycin C: A Prototype Bioreductive Agent. *Oncology Research and Treatment*, 6(10–11), 501–508.
- SASTRY, Mallika – FIALA, Radovan – LIPMAN, Roselyn – TOMASZ, Maria – PATEL, Dinshaw J. (1995): Solution Structure of the Monoalkylated Mitomycin C-DNA Complex. *Journal of Molecular Biology*, 247(2), 338–359. Online: <https://doi.org/10.1006/jmbi.1994.0143>
- SEN, Soumitra (1990): Synchronisation of Cancer Cell Lines of Human Origin Using Methotrexate. *Cytometry*, 11(5), 595–602. Online: <https://doi.org/10.1002/cyto.990110506>
- SHEN, Ben – HINDRA – YAN, Xiaohui – HUANG, Tingting – GE, Huiming – YANG, Dong – TENG, Qihui – RUDOLF, Jeffrey D. – LOHMAN, Jeremy R. (2015): Eneidyne: Exploration of Microbial Genomics to Discover New Anticancer Drug Leads. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 25(1): 9–15. Online: <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2014.11.019>
- SONG, Nana – LIU, Jun – SHAHEEN, Saad – DU, Lei – PROCTOR, Mary – ROMAN, Jesse – YU, Jerry (2015): Vagotomy Attenuates Bleomycin-Induced Pulmonary Fibrosis in Mice. *Scientific Reports*, 5. Online: <https://doi.org/10.1038/srep13419>
- SOO, Valerie W. – KWAN, Brian W. – QUEZADA, Héctor – CASTILLO-JUÁREZ, Israel – PÉREZ-ERETZA, Berenice – GARCÍA-CONTRERAS, Silvia Julieta – MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, Mariano – WOOD, Thomas K. – GARCÍA-CONTRERAS, Rodolfo (2017): Repurposing of Anticancer Drugs for the Treatment of Bacterial Infections. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 17(10), 1157–1176. Online: <https://doi.org/10.2174/1568026616666160930131737>
- STONEMAN, Richard (2008): *Alexander the Great. A Life in Legend*. London: Yale University Press.
- SUGIYAMA, Masanori – KUMAGAI, Takanori – SHIONOYA, Mitsuhiko – KIMURA, Eiichi – DAVIES, Julian E. (1994): Inactivation of Bleomycin by an N-acetyltransferase in the Bleomycin-Producing Strain *Streptomyces Verticillus*. *FEMS Microbiology Letters*, 121(1), 81–85. Online: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1994.tb07079.x>
- SZÉKELY, Gábor – REMENÁR, Éva – KÁSLER, Miklós – GUNDY, Sarolta (2003): Does the Bleomycin Sensitivity Assay Express Cancer Phenotype? *Mutagenesis*, 18(1), 59–63. Online: <https://doi.org/10.1093/mutage/18.1.59>
- SZYBALSKI, Waclaw – IYER, Vivek (1964): Crosslinking of DNA by Enzymatically or Chemically Activated Mitomycins and Porfiromycins, Bifunctionally 'Alkylating' Antibiotics. *Federation Proceedings*, 23, 946–957.

- UMEZAWA, Hamao – MAEDA, Kenji – TAKEUCHI, Tomio – OKAMI, Yoshirō (1966): New antibiotics, bleomycin A and B. *The Journal of Antibiotics*, 19(5), 200–209. Online: <https://doi.org/10.7164/antibiotics.19.200>
- VERWEIJ, Jaap – PINEDO, Herbert M. (1990): Mitomycin C: Mechanism of Action, Usefulness and Limitations. *Anticancer Drugs*, 1(1), 5–13. Online: <https://doi.org/10.1097/00001813-199010000-00002>

Péter Pántya,¹ Lilla Horváth²

Analysis of the Material Characteristics of Firefighter Personal Protective Clothing

Abstract

The firefighter's personal protective apparel is the most significant aspect of the firefighter's profession since it protects practically the entire body of the firefighter. Protective clothing must not only provide protection during firefighting, but also against other environmental effects. The purpose of the article is for the authors to propose possible directions for development along with a description of the material and ergonomic characteristics of the personal protective clothing worn by firefighters. After processing the related Hungarian and international literature, the authors present all the material properties that serve as the basis for the protective ability of protective clothing. Based on these, the reader can deepen their knowledge within this topic. At the end of the article, the authors offer solutions and suggestions, in order to increase the resistance of the firefighting protective clothing and, in addition, to improve the ergonomic characteristics.

Keywords: firefighter, PPE, ergonomics, underwear, protective ability

Introduction

The human body detects and reacts to changes in the environment (e.g. temperature, humidity, etc.) with the help of the nervous system and the senses. These external stimuli affect the person's health, including their mood. The body strives for energy balance, so the goal is to maintain a constant level even in case of the internal temperature, i.e. the processes of heat gain and heat release should be in balance. Maintaining this internal balance is mostly influenced by the external environment.³

¹ Associate Professor, University of Public Service, e-mail: pantya.peter@uni-nke.hu

² University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, e-mail: lilla.horvath@katved.gov.hu

³ RESTÁS 2019: 320–350.

If this balance is disturbed, we are talking about thermal damage, of which the following types are known:

- thermal collapse: in this case, the fluid volume of the body and the blood supply to the brain decrease
- heat exhaustion: it usually results in a disturbance of the salt–water balance
- heat cramps: muscle cramps occur due to hyponatremia caused by sweating
- heat stroke: the body temperature rises to an abnormal range, the typical symptoms of which are: nausea, vomiting, tachycardia, dizziness, confusion, convulsions, body temperature higher than 40°C, coma⁴

Firefighters have to endure unusual conditions during their work, be it extreme weather conditions (ice, snow, extreme high or low temperatures, etc.), fire, or sudden mechanical and chemical impact on the human body during the technical rescue. The response to different events may vary from general to individual, but one factor remains the same for each person, and that is personal protective equipment. The protective clothing (firefighting protective jacket and protective pants, protective gloves, boots, hood, firefighting protective helmet) must be made of special materials due to the high level of stress. These properties include a certain degree of waterproofness, heat and flame resistance, as well as a higher degree of abrasion resistance.

Before describing the protective clothing, it is important to cover all the tasks and situations in which firefighters participate in their work, as this allows you to fully understand why it is necessary to talk about the material of the protective clothing and its development.

Regarding the activities of the firefighters who intervened, firefighting and technical rescue stand out the most. The figure below shows how the number of interventions in Hungary has developed in recent years (Figure 1).

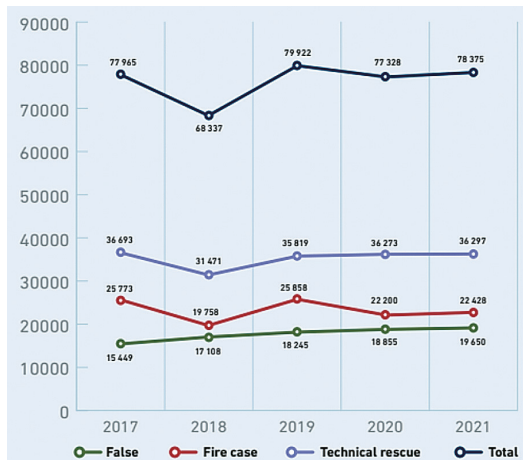


Figure 1: Annual fire dispatch data

Source: National Directorate General for Disaster Management, Ministry of the Interior 2021

⁴ RADICS 2016: 39–43.

In Hungary, based on the aggregated data, there has been no significant change in the number of different types of interventions in recent years, although a slight upward trend can be observed. The presentation of these data is important, because it shows how many times the firefighters have to intervene in hazardous environments in a year.

When most people think about firefighting, the first thing that comes to mind is intervention. During this, firefighters can be exposed to enormous heat stress, and in addition to their professional training, personal protective clothing provides (limited) protection against this. The proper wearing of this clothing must be learned as part of training since if the given person does not wear it properly, the clothing cannot provide the protection level that would ensure injury-free work. In addition, before the application, it is necessary to check whether the protective equipment has any damage or defects. If so, the protective equipment must be replaced immediately.⁵

The other – most common – intervention is the technical rescue, when they liquidate damage caused by major storms (e.g. cutting branches, lifting fallen tree branches from the road, etc.) or rush to rescue people trapped in vehicles and de-energise cars in the event of a car accident. In the process, they can suffer mainly mechanical and electric shock accidents. During these activities, not only a fallen tree or a vehicle battery can pose a danger to them, but also the dangerous machines they use. Appropriate prior theoretical and practical training is required for their use, and regular maintenance of the machines is also essential in order to avoid accidents.

In addition, they can also be affected by chemical effects, since firefighters are called to the scene during the transport of dangerous goods or in the event of an accident in a chemical plant. Even with adequate prior information, protective clothing may contain chemicals that can cause irritation, burns or other adverse effects in contact with the skin. Protective clothing must therefore be limited but resistant in this area as well.⁶

It can therefore be seen that danger can come from many directions and ways for firefighters, but some of them can be prepared by using certain professional knowledge and appropriate personal protective equipment (PPE), thus reducing the chance or extent of injury.

Protection and ergonomics

The manufacturers strive to develop and release on the market protective clothing that meets the minimum conditions of the standard requirements and also meets additional, higher-level expectations. For a fabric-based suit to be more resistant to mechanical effects and thermal stress, it may seem logical that its thickness should be increased, as long as the material properties remain constant. In this case, not only the thickness but also the mass increases, which makes movement more difficult. Based on the feedback from firefighters, movement is already limited in the current protective clothing, and the demand is moving towards lighter and more comfortable

⁵ PÁNTYA 2013: 47–58.

⁶ URBÁN 2019: 5–20.

clothing.⁷ The task for manufacturers is therefore to produce lighter clothes, but at the same time more resistant. Is this even possible? Before answering this, it is worth taking a brief look at the world of material composition, since everything starts here.

Firefighter protective clothing consists of several layers to ensure flame resistance, waterproofness and vapour permeability at the same time.

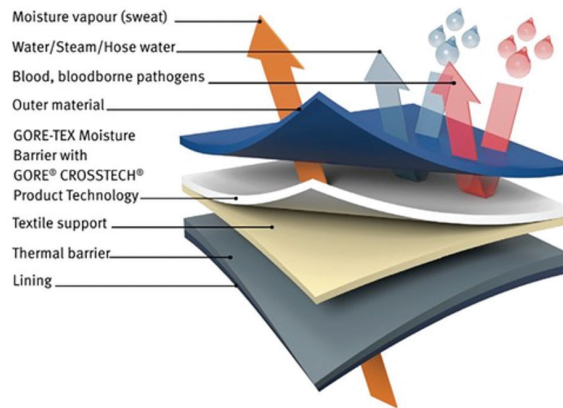


Figure 2: Roles of different layers within the firefighter's turnout gears

Source: GORE 2021.

The outer material of most firefighter protective clothing is Nomex[®], patented by the Dupont company. Fibres have inherent flame retardant properties due to polymer chemistry. Nomex[®] meta-aramid, poly (meta-phenyleneisophthalamide) is produced by the reaction of meta-phenylenediamine and isophthaloyl chloride amide in a solvent (Figure 2).⁸

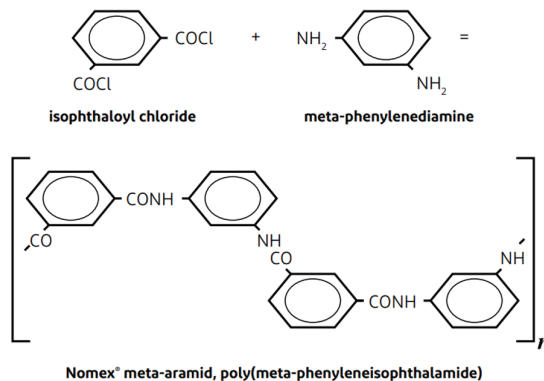


Figure 3: Synthesis

Source: Dupont s. a.

⁷ SON 2019: 209–219.

⁸ Dupont s. a.

In case of long-chain polyamide, at least 85% of the amide linkages are directly connected to two aromatic rings. The phenylene in the meta position bends into the polymer chain, in contrast to Kevlar® para-aramid, thereby reducing the rigidity of the chain. By connecting the aromatic rings and the conjugated amide bonds, an extremely strong and chemically resistant bond is created.⁹

With the help of chemistry, a solution has become available that can offer the user a higher level of protection compared to previously used materials. Of course, the example presented above is only one of many variations, but the reader of this article may find it interesting how a small change at the molecular level makes a huge difference at the material level.

Another manufacturer, Tencate, has a patent called Millenia™, which, thanks to its three layers, provides flame resistance, waterproofness, protection against chemicals, ventilation and evaporation, similar to clothing produced by Nomex®. In terms of its composition, it consists of polybenzoxazole, (PBO) Para-aramid and antistatic fibres.¹⁰ PBO is a heat-resistant fibre with a benzene-fused oxazole ring structure (Figure 3). This fibre is roughly twice as strong as aramid fibres (Nomex®, Kevlar®) and ten times stronger than steel, making it the strongest man-made organic fibre.¹¹

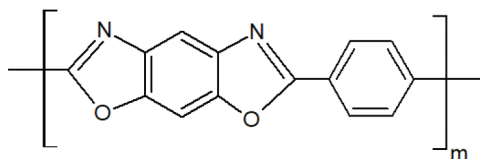


Figure 4: Polybenzoxazole

Source: Polymer Database s. a.

The multi-layered nature of firefighters' protective clothing ensures that it meets the ergonomic needs in addition to providing the adequate protection. So, in more rainy weather, it ensures waterproofness so that the clothes do not get soaked, and in a warm environment, in the event of perspiration, it can absorb the generated sweat and wick away the steam inside. This helps to prevent the firefighter from becoming ill from heat exhaustion during the intervention. A lot of research analyses the changing of the composition of materials and the number of layers to see how to create protective clothing that is more protective and at the same time more ergonomic. A study¹² found that the more the layers of a protective clothing, the higher the thermal protection, and it results in a significantly lower thermal comfort. They also described that the thickness and number of layers were of crucial importance in their measurements in terms of thermal protection and vapour permeability. In addition, it was determined that the material of the underwear has the greatest effect

⁹ Dupont s. a.

¹⁰ Tencate Protective Fabrics s. a.

¹¹ Polymer Database s. a.

¹² ERYURUK et al. 2022: 4480–4513.

on general comfort since the body is in direct contact with it and the resulting sweat must be drained away by this garment.¹³

Currently, in fire stations around the world, underwear is usually traditional outerwear and top and bottom sets, such as shirts, t-shirts, underpants, or shorts. The recommended material is cotton to avoid static build-up. The main purpose of these types of clothing is to absorb sweat, so currently they only fulfil an additional function. In the next section, the authors look for solutions by using the international literature, which can serve as help in the field of development.

Results based on literature

Many studies deal with ensuring a pleasant balance – i.e. when heat protection and vaporisation and ventilation coexist – since the goal is to ensure the work of firefighters by increasing the level of protection and comfort. One of the subjects of the study is the simultaneous use of aerogel and phase change material. A gel is usually an extremely light nanoporous material that is obtained from a gel and the liquid component of which is replaced by gas. Among many different types of aerogels, silica aerogel seemed the most promising, as it is non-combustible and have a much lower thermal conductivity than air under similar conditions. The firefighter's protective clothing was modified in such a way that aerogel was placed next to the material providing heat protection. After that, Shaid et al. found that the heat protection ability of the clothing increased, but the vapour was less able to escape, so the thermal comfort decreased considerably. To solve this problem, the spotlight is increasingly on the phase change material, of which the organic type is the most suitable for this type of activity – in addition to the inorganic and eutectic ones.¹⁴ The aim of the experiment was therefore to modify the material of the firefighter's protective clothing in such a way that, in addition to ensuring safety, it also satisfies ergonomic aspects.

Another study by Chuansong Wu highlights that personal protective equipment can even be adapted to the activity. So do Chinese firefighters, who have several different types of clothing, depending on the type of danger they are facing at a given location. It is said that changing the weave of the material also has an impact on thermal protection and resistance to other influences.¹⁵ The most effective solution for the future firefighter's protective clothing would be this solution, i.e. the incorporation of fibre among the existing ones that would be able to increase the protective capacity without negatively affecting the vapour permeability property.

In addition to changing the material of the outfits, it may be possible to add additional functions. As Ismar et al. demonstrated, in case of firefighters who intervene, it is possible to integrate a measuring instrument into a vest or even a simple belt, which continuously monitors the electrical phenomena of the heart (ECG). In addition, these measuring devices may be able to measure other signs of the human

¹³ ERYURUK et al. 2022: 4480–4513.

¹⁴ SHAID et al. 2016: 611–625.

¹⁵ WU 2019.

body, such as pulse, breathing rate, or body temperature.¹⁶ These accessories can be extremely useful during the interventions, since on the one hand the system notifies the individual if they measure values that are different from the normal values. On the other hand, the data used will allow to understand the interventions from a physiological point of view and to develop more specific protective clothing. The possibility of indicating the external temperature conditions is no longer a matter of the future since many developments have already been made thanks to some manufacturers. It can also be vital for the wearer, especially for firefighters, as the signal from the instrument arrives in time during prolonged firefighting. In this way, a more serious health problem can be avoided, e.g. heat shock.

Anett Urbán and Ágoston Restás examined some solutions for the cooling of the firefighter's body during fire interventions. Their proposal is based on an extra vest as a technical addition for the turnout gears.¹⁷ According to the authors, this type of solution currently represents such a high financial burden, which is why it is not certain that this direction is the right way for development. All kinds of bigger accessories that are not part of the clothing add extra weight to the user, so they get tired earlier than usual, and – especially in case of firefighters – due to the stress caused by the alarm and the quick preparation, the tool may be forgotten or not picked up properly, which can lead to accidents. According to the authors' point of view, the development direction itself is excellent, but the material, the weight and design do not yet meet the expectations of the technical novelties expected in the future.

Further developments in this area are expected in the future, but the course of experimentation is an extremely slow process, as it is necessary to get from the laboratory to the production and testing of the finished clothing product, which can take years. In the meantime, it is worth thinking about additional protection options, such as underwear, as these will also play a crucial role in the intervention. It would also be important to hear the views of as many firefighters as possible on the protective equipment, as they are the ones who use this equipment in daily practice. During the compilation of questionnaires and interviews, the interviewer should try to ask relevant and collected questions that will actually help the research process.

Discussion

Due to general technological advancements as well as the fact that structures, tools, human behaviour and even the nature of work have changed and are changing, firefighting protective clothing is constantly evolving. This is especially true when a threat, such as a fire, presents itself. Nowadays, the market almost expects clothing to meet not only the minimum necessary requirements, but also ergonomic aspects. A secure grip in gloves and easier movement in jackets and trousers are all factors that are not directly responsible for safety, but indirectly contribute to safer work, as the user has an easier movement and tool use. In addition, clothing and equipment can

¹⁶ ISMAR et al. 2020.

¹⁷ URBÁN-RESTÁS 2017: 47–51.

be equipped with several accessories that contribute to safe work and can also fulfil a preventive function for the human body, e.g. an integrated heart rate monitoring system. This area could include several directions for improvement that researchers should address to provide a higher level of protection for intervening firefighters.

References

- Dupont (s. a.): *Nomex® Fiber. Technical Guide*. Online: [www.dupont.com/content/dam/dupont/amer/us/en/personal-protection/public/documents/en/Nomex\(R\)%20Fiber%20Technical%20Guide.pdf](http://www.dupont.com/content/dam/dupont/amer/us/en/personal-protection/public/documents/en/Nomex(R)%20Fiber%20Technical%20Guide.pdf)
- ERYURUK, Selin H. – GIDIK, Hayriye – KONCAR, Vladan – KALAOGLU, Fatma – TAO, Xuyuan – SAGLAM, Y. (2022): Heat and Moisture Transfer Properties of a Firefighter Clothing with New Fire-Resistant Underwear. *Journal of Industrial Textiles*, 51(3), 4480–4513. Online: <https://doi.org/10.1177/1528083721993775>
- Gore (2021): Why Moisture in PPE Threatens Firefighter Safety. *Fire*, 13 February 2021. Online: www.fire-magazine.com/why-moisture-in-ppe-threatens-firefighter-safety
- ISMAR, Ezgi – BAHADIR, Senem Kurşun – KALAOGLU, Fatma – KONCAR, Vladan (2020): Futuristic Clothes: Electronic Textiles and Wearable Technologies. *Global Challenges*, 4(7). Online: <https://doi.org/10.1002/gch2.201900092>
- National Directorate General for Disaster Management, Ministry of the Interior (2021): *Yearbook 2021*. Online: www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/yearbook/public/2021/eng/
- PÁNTYA, Péter (2013): Füsttel telített, zárt terekben történő tűzoltói beavatkozások vizsgálata a biztonság szempontjából [Examining the Safety of Fire Service Interventions in Smoke-Filled Confined Space]. *Bolyai Szemle*, Special Issue, 47–58.
- Polymer Database (s. a.): Polybenzoxazole fibers. Online: <https://polymerdatabase.com/Fibers/PBO.html>
- RADICS, Judit (2016): A klímaváltozás – elsősorban a hőség – lehetséges hatásai az emberi szervezet működésére, különös tekintettel a pszichiátriai gyógyszereket szedő páciensekre [Possible Effects of Climate Change, Primarily Heat with Particular Regard to the Functioning of the Human Body for Patients Taking Psychiatric Drugs]. *Neuropsychopharmacologia Hungarica*, 18(1), 39–43.
- RESTÁS, Ágoston (2019): *Tűzoltó védőruházat ergonomikus vizsgálata és fejlesztésének lehetséges irányai a beavatkozók komfortérzetének javítása érdekében az éghajlatváltozás hatásainak enyhítésére. Adaptációs lehetőségek az éghajlatváltozás következményeihez a közszolgálat területén* [Ergonomic Examination of Firefighter Protective Clothing and Possible Directions for Development to Improve the Comfort of the Responders to Mitigate the Effects of Climate Change. Adaptation Options for the Consequences of Climate Change in the Field of Public Service]. Budapest: University of Public Service.
- SHAI, Abu – WANG, Lijing – PADHYE, Rajiv (2016): The Thermal Protection and Comfort Properties of Aerogel and PCM-Coated Fabric for Firefighter Gar-

- ment. *Journal of Industrial Textiles*, 45(4), 611–625. Online: <https://doi.org/10.1177/1528083715610296>
- SON, Su-Young (2019): Effect of Different Types of Firefighter Station Uniforms on Wearer Mobility Using Range of Motion and Electromyography Evidence. *Fashion and Textile Research Journal*, 21(2), 209–219. Online: <https://doi.org/10.5805/SFTI.2019.21.2.209>
- Tencate Protective Fabrics (s. a.): Millenia™ – Technical Specifications. Online: <https://eu.tencatefabrics.com/millenia-mi-9180>
- URBÁN, Anett (2019): The Characteristics of the Firefighter's Protective Equipment. *Műszaki Katonai Közlöny*, 29(2), 5–20. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2019.2.1>
- URBÁN, Anett – RESTÁS, Ágoston (2017): Making Body Temperature Lower to Raise the Safety Level of Firefighters' Intervention. *ECOTERRA: Journal of Environmental Research and Protection*, 14(1), 47–51.
- WU, Chuansong (2019): Application of a New Firefighter Protective Clothing Material in Fire Rescue. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 612(3). Online: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/612/3/032009>

Benjámín Hózer¹

The Safety Situation of Municipal Solid Waste Landfills in Hungary from a Disaster Management Perspective – Part 2

Abstract

Today, nearly seventy municipal solid waste landfills in Hungary fully comply with European Union directives. Experience has shown that some sites have not yet been recultivated and that there are several illegal landfills. Waste fires are a special area within disaster management that have not yet been legally regulated nor intervention procedures have been established. In the second half of the series of articles I will present the safety risks and fire intervention difficulties that arise specifically in connection with the landfill sites.

Keywords: waste management, resource management, extinguishing water management, fire safety, industrial safety

Introduction

The issue of fire safety and emergency planning of municipal solid waste storages (hereinafter: landfills) in Hungary is a less scientifically researched topic. Waste is inherent in human life. No waste is generated in nature, as any residue is recovered in the form of food or humus. In some cases, it can also serve as a habitat for smaller organisms. However, mankind has been producing unusable materials since the beginning of his evolutionary development.

In the previous part of the series of articles, I dealt with the conceptual interpretation of residential solid waste (hereinafter: waste), the domestic composition of waste generation, as well as the international and domestic legal regulation of

¹ PhD student, University of Public Service, Doctoral School of Military Engineering, e-mail: hozer.benjamin@uni-nke.hu

waste management and its implementation practice. In the second part of the article, I presented the sources of danger of landfills, the circumstances of the intervention and its hindering factors. In this article, the economic aspects of waste fires are discussed from the point of view of disaster management. I will also deal with the analysis of the characteristics of fires occurring in the area of landfills, the scope of problems and detection possibilities of underground fire spread, as well as the possibilities of investigating the release of environmental pollutants generated during fires. At the end of the investigations presented above, I will analyse the safety issues and problems of firefighting interventions in the area of landfill sites.

Evaluation of the economic aspects of fire interventions in the area of landfill sites

One of the prominent common characteristics of fires that occur at landfills is that there is no longer any salvage of value during fires. As a result, during the intervention in the case of a fire in the area of landfill, two objectives prevail: minimising the emission of environmental pollutants and maintaining the operation of the landfill.

An important objective is also to reduce the environmental pollution released into the air during combustion, and entering the soil and groundwater with the extinguishing firewater, as well as guaranteeing the safe operation of the landfill as a kind of critical infrastructure element. Unfortunately, however, the waste management sector is not currently considered a critical infrastructure system in Hungary. In Hungary, this issue is fully regulated by Government Decree 292/2013 (VII.26.) on the rules for non-regular waste transport and the designation of public bodies acting in this regard. In case of supply difficulties, on the basis of the above mentioned regulation, if the competent waste disposal company is unable to transport the waste from a given service area, the competent local authority of disaster management shall nominate another economic organisation in accordance with the legal regulations.

During the landfill fire, value is not saved, but the examination of the cost implications of the fire intervention does arise as an important factor. The cost of extinguishing water, possibly used fire extinguishing foaming material, fuel and the combined cost of the working hours of those involved in firefighting also arise as cost factors. During firefighting interventions, the main professional aspect is the most efficient and quick firefighting interventions, where the additional costs of the activities of disaster management organisations also arise. Currently, no national statistics are known in our country that would give a clear picture of the amount of waste landfill fires caused intentionally or carelessly in a given year, as well as their total costs. The question arises whether it is necessary to install fire protection forecasting and monitoring systems in the areas of waste disposal or processing facilities. It is likely that the vast majority of damage events requiring intervention lasting several hours or days are caused by the burning of waste disposal sites.

I agree with the opinion of József Padányi, according to which "the measurable loss in human lives can be continuously reduced thanks to the ever-increasing forecasting

tools".² Of course, this expert opinion is true not only for predicting natural, but also industrial hazards.

In my opinion, the investigation of fires related to residential waste for economic purposes may be justified, which is supported by the opinions of the experts I interviewed.

Investigation of fires occurring at municipal solid waste storages

Based on the previously examined aspects, it can be seen that fires occurring in the area of waste disposal sites can be considered an everyday phenomenon. In terms of nature, waste fires involve conditions similar to wildfires,³ with the difference that in the case of the latter, we also have to account for value savings. It is therefore in my opinion worth showing the differences between the two events in a table:

Table 1: Firefighting tactics comparison of waste and wildfires

Evaluation criteria	Waste fire	Wildfire
Value saving	There is no value saving.	Possible value saving (for example endangering agricultural areas).
Accessibility	Accessible only on designated roads.	Generally, it is easily accessible by several road routes.
Terrain conditions	Typically, highly divided terrain conditions, where steep slopes are also common.	Generally uniformly flat or slightly uphill/sloping terrain.
Treating hot spots	Hot spots are difficult to access, turning over the material is a key issue.	The terrain is generally easy to navigate, and a flame arrester proves to be an effective tool.
Intervention with water	The material is highly waterproof, the water does not flow, or only with difficulty, and can leak only minimally.	Dry soil absorbs water well, it is difficult to soak the ground (except in the case of peat).
Usage of solid water stream	Solid water stream cannot handle hot spots.	Solid water stream does not cause any significant additional problems.
Potential fire extinguishing materials	It can be extinguished with water, foam and manual power also.	Water and dry methods are both applicable.
Risk of re-ignition	Even an area thought to have been extinguished can re-ignite.	An area that has already been burned down rarely catches fire again.
Necessary equipment	Usage of local heavy-duty machines is necessary in almost all cases.	The majority of cases can be handled with the standardised firefighting equipment.

² PADÁNYI 2022: 20.

³ NAGY 2015: 135.

Evaluation criteria	Waste fire	Wildfire
Vertical spread of the fire	Hot spots can also occur in the deeper layers of the landfill.	Combustion occurs only above ground level, and the probability of the occurrence of hot spots can be considered minimal.
Possibility of fire spread	Smoke does not always come from where the hot spot is.	When the fire burns with a flame, it can be localised well.
Special fire extinguishing features	In particular, the hot spots must be eliminated by turning over the waste.	The fire can also be extinguished with a flamethrower (usage of flame arrester). The fire can be extinguished by itself.
Presence of combustible material	The amount of combustible material is significant both horizontally and vertically.	In case of an open wildfire, only the horizontal spread of the fire can be clearly defined. Canopy fire also occurs in forested terrain.
Water supply	The water supply can be solved with a shuttle or from a local fire water reservoir of the landfill site. The scope of the working area is considered limited.	The water supply can be solved with a shuttle or suction of the water. A large working area is available for several vehicles.
Water sources	A nearby fire hydrant or fire water pool is a requirement.	There is no fire hydrant, or it is typically located at a great distance.
Other sources of hazards	In addition to mechanical damage, there is also a risk of infection.	Similar injuries are not typical.
Respiratory protection	Low-level respiratory protection may be obligatory, such as a work mask or a protective mask with a filter insert.	Respiratory protection is typically not obligatory.
Influence of environmental factors	The occurrence of landfill fires does not depend on the season, but warm weather increases the number of cases.	Typically in the period of warm and dry months.

Source: Compiled by the author.

Waste fires have many specifics that are not typical in any other type of disaster area. In the case of the influence of environmental factors, we can say that approximately one third of spontaneous combustion events can be related to the hot weather conditions.⁴

In the following, I will examine the issue of extinguishing water management in more detailed manner. Firefighters often make mistakes when they use firefighting tactics that are commonly used in case of wildfires. In the long term, excessive use of extinguishing water can unfortunately cause more problems than benefits. Hot spots occur mainly in the deeper layers, where an anaerobic condition does not yet exist. In this way, the material present in the landfill must be rotated in order to eliminate the hot spots. In many cases, firefighters prefer to "break up" hard-to-reach areas with a solid stream. Due to the heterogeneous composition of the waste, the extinguishing water injected in this way does not always exert its effect where it is directed. The material deposited in the landfill drains the water on the surface, so the

⁴ IBRAHIM et al. 2010: 737.

extinguishing water does not always reach the hot spots situated in deeper layers. As a result, the access roads can become impassable, which makes it necessary to use the grapple machine. The grapple machine can only be used during working hours. The on-call service of the machine operator is only available in a few landfill sites.

It is an essential issue to deliver the extinguishing water as and where it is needed. In the last century, a so-called coal jet pipe was used to extinguish, for example, haystacks and burning piles of coal. Nowadays, the same could be done with a water mist lance, which is not yet applied in Hungary. The sprayed water jet formed by the water mist lance works on the principle of inhibition, during which the water molecules are able to integrate into the chain of combustion and effectively extinguish the fire.⁵

The most critical area for landfill fires is the side of the landfill, where no compression procedure is applied, so movement on it is particularly dangerous. At this location the vertical fire spread can develop quickly due to the loose material structure. At the same time, due to the large distances, the water mist lance devices become useless. Therefore, the only possibility is the application of the solid stream, during which the problems already examined may appear. In such situations, the bucket of the grappeler can typically help to turn over the hot spots. In order to solve this situation, it would be advisable to try a pair of fork-shaped mist lances that can be attached to the place of the grab bucket, which, in my opinion, could be suitable at the same time for injecting the extinguishing water and turning over the waste material to be extinguished. This would make the area accessible, and the side of the landfill would not get wet either. In case of landfill-side fires, it can also be a source of danger if the pipelines extracting landfill gas are damaged.

Some researchers are on the opinion to prioritise covering with earth (i.e. oxygen deprivation) over extinguishing waste fires. According to Ágnes Sallay's opinion, after covering of the landfill surface, the materials present in the area affected by the fire should be turned over and the smouldering parts should be extinguished with water, and then spread thinly.⁶ The author recommends reducing the use of extinguishing water because organic waste increases gas production and the watery environment provides an ideal breeding ground for the growth of decomposition bacteria. At the same time, she draws attention to the fact that it is necessary to monitor the affected area for another two days. However, it is worth noting here that multi-day follow-up care of firefighters involves significant personal and financial resources. So, in this expert opinion, instead of fire protection and economic issues, environmental protection aspects better prevail. When discussing the issue of environmental pollution, the effects of climate change must be addressed, which can also promote the development of landfill fires as a result of dry weather conditions.⁷

⁵ KUTI 2015: 262.

⁶ SALLAY 2003: 31.

⁷ RÁCZ-LÓDERER 2011: 91–98.

Prevention of underground fire spread and examination of its causes

In an international context, it is a frequently occurring problem that in the deeper layers of the landfill, ignition can occur as a result of surface fire spread or self-ignition. This phenomenon can occur due to the accumulation of landfill gases and the development of heat from decomposing materials,⁸ or due to damage to the lithium-ion batteries. In such cases, the waste does not enter a completely anaerobic environment, as the recultivation by partial clay or earth covering has not yet taken place. As a result, the hearth of fire can produce a significant amount of smoke and consumes oxygen-rich air.⁹ In these cases, the use of conventional detection methods, such as scanning with a thermal camera does not lead to results, as it can only detect surface infrared signal emission.

Foreign examples show that there are no effective methods in the field of intervention, as there are also cases where the waste glow lasts for several months.¹⁰ In the case referred to in the example, similarly to the cases in Italy, the intervention was also delayed due to jurisdictional and legal disputes. In my opinion, if it had been possible to localise the fire when it started, the fire could have been extinguished in less time. Due to several months of inactivity, the fire spread to the entire area of the landfill. The maintenance of the fire was even more facilitated by surface land cultivation and disturbance of surface waste glows. The toxic combustion products produced during a fire also make the work conditions difficult. Another problem is that illegally created landfill sites are located mainly close to residential areas. It is therefore an important lesson for the authorities to take timely inspection actions when they experience illegal waste disposal activities.

Currently, two technical methods are known, which can be used for prevention and monitoring the extent of underground fires. The first is a classic remote sensing method, with which we can examine the fluctuation of heat and the heat emission of individual areas using a raster.¹¹ The other is a drilling method, with which we install pipelines through the layers of waste in a similar way to underground monitoring wells and examine the presence and concentration of evaporating toxic and flammable gases, with particular attention to combustion products.¹² This method is very similar to the already mentioned vertical landfill gas drainage. It can be concluded that it is also possible to inject extinguishing water through the pipelines. During the later gas concentration measurements, it can be established whether the fire has gone out or whether there is still a waste glow in the internal waste layers of the landfill.

⁸ CHAVAN et al. 2019: 123.

⁹ MOLNÁR 2016: 80.

¹⁰ CBS46 Atlanta: *Landfill fire still burns after 7 months*.

¹¹ NAZARI et al. 2020.

¹² SABRIN et al. 2020.



Figure 1: Finalised monitoring well (in the foreground) and one under drilling in the background
Source: FAITLI–MAGYAR 2018: 5.

Analysis of environmental pollutants produced during fire development

One of the main goals during the intervention at solid waste landfill fires is to minimise the environmental pollution impact on the surrounding environment of the site. Air pollutants include dangerous substances and compounds that are harmful to health and the living and non-living environment. From the point of view of fire-fighters and site workers, the most consequential impacts are dangerous substances and compounds harmful to human health. During combustion, plastics can release a number of pollutants, which enter the environment mainly as decomposition products of plastics fires. We can currently detect their presence and concentration at the event site via mobile chemical monitoring devices. Such a device is, for example, the Disaster Management's Mobile Laboratory.¹³ The first responder units according to my experiences do not have devices capable of detecting dangerous chemical substances. There are only devices on the fire engines that are suitable for measuring carbon monoxide.

¹³ CIMER et al. 2021.

In addition to the many dangers of waste fires, the presence of health-damaging vapours and gases can also be considered a real risk factor. Due to the often-protracted nature of firefighting interventions, it follows that regularised respiratory protective devices serve the staff for a limited time. In the last cases, it is necessary to take care of continuous replacement of spare air cylinders for the breathing apparatus, which can pose a serious logistical challenge due to the lack of a breathing base vehicle installed on site. In my opinion, it is necessary to provide combined filters that are suitable for protection against toxic dangerous substances that occur on site. It is recommended to use tools that have a low weight and can be used for a long time, up to 1–2 hours, depending on the degree of contamination. Currently, the effective use time of the breathing apparatus is 30 to 45 minutes, depending on the physical load. Beyond that, due to their considerable weight, they are less suitable for working on marshy ground or on the sides of the landfill.

From the point of view of the environmental impact, another important question to be solved is the treatment of leachate. During the construction of landfills, significant care must be taken to retain, pump out and clean the leachate, which is achieved by laying various geotextiles. The barrier layer of geotextile or foils prevents runoff of and waste-contaminated extinguishing water flowing into the soil or underground water.

However, in case of landfill sites that have not yet been filled up, a common problem is that the fires that occur in the peripheral areas can damage and destroy the foils over a large area. In addition, another challenge is the common practice of operators of landfill sites, that the foils are fixed with used car tires. Vehicle tires can transfer considerable heat and are extremely difficult to extinguish.¹⁴ The toxic combustion products produced in tire fires are also an important source of danger for the responders.¹⁵ In my opinion, it is necessary to enforce the regulation determined by KvVM Decree 20/2006 (IV.5.) on the landfill and certain rules and conditions related to the landfill,¹⁶ which prohibits the dumping of vehicle tires in the area of waste disposal sites.

The procedure currently used to investigate the rupture of the foils includes the assessment of the groundwater of the monitoring wells drilled around the landfills.¹⁷ In my view, the same method can be applied to illegal landfill sites as well.

Conclusions

Based on my research work, it can be concluded that municipal solid waste storages have many sources of environmental hazards. Damage events related to residential waste are significantly part of the long-term interventions, the economic effects of which have not yet been investigated in Hungary. In addition, the currently used firefighting tactics do not define a separate methodology for fires involving landfill

¹⁴ STEFANOV et al. 2013: 905.

¹⁵ SALLAY 2003: 30.

¹⁶ 20/2006 (IV.5.) KvVM decree on the landfill and certain rules and conditions related to the landfill, 5 § d).

¹⁷ MADON et al. 2019.

waste. Thus, in professional practice, firefighters use standard procedures, which predominantly involve static extinguishing. In these cases, the interventionists try to cover as large an area as possible from one point, with continuous provision of fire water. As a result, the time of the intervention becomes longer and the firewater consumption becomes much larger. This condition could be improved by the combined use of water mist lance device. I also consider it justified to examine the implementation of a mechanised version of the latter firefighting procedure.

Several methods should be considered to prevent and detect the spread of underground fires. When monitoring wells are used, the level of the gas concentration is measured, the indication value of which can be the signal limit value typical for ignition. When the alarm level of the gas concentration is reached, the intervention of the fire brigade is initiated.

Health risks can also be significant during interventions in the landfill areas. Particular attention must therefore be paid to protecting the primary responding firefighters and the population living in the environment from health-damaging effects in events of propagation of toxic combustion products. Environmental pollutants can also have a direct effect on the health of the workers at the landfill site. It is absolutely necessary to ensure the use of appropriate self-protective equipment.

The problems outlined in this article have not yet been fully answered by landfill operators and authorities. It can be concluded that several development opportunities have been identified in the area of landfill safety, in connection with which further research directions have been determined.

References

- CHAVAN, Digambar – LAKSHMIKANTHAN, P. – PAPIYA, Mondal – KUMAR, Sunil – KUMAR, Rakesh (2019): Determination of Ignition Temperature of Municipal Solid Waste for Understanding Surface and Sub-Surface Landfill Fire. *Waste Management*, 97(2), 123–130. Online: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.002>
- CIMER, Zsolt – VASS, Gyula – ZSITNYÁNYI, Attila – KÁTAI-URBÁN, Lajos (2021): Application of Chemical Monitoring and Public Alarm Systems to Reduce Public Vulnerability to Major Accidents Involving Dangerous Substances. *Symmetry*, 13(8). Online: <https://doi.org/10.3390/sym13081528>
- FAITLI, József – MAGYAR, Tamás (2018): *Optimizing the Operation of Municipal Solid Waste Landfills*. The WR18 Conference.
- IBRAHIM, M. A. – HOGLAND, W. – ELMBERG, E. – LÖNNERMARK, A. – PERSON, H. (2010): *Fires Due to Selfignition in Municipal Solid Waste Storages*. Linnaeus ECO-TECH '10, Kalmar, Sweden. Online: <https://doi.org/10.15626/Eco-Tech.2010.080>
- KUTI, Rajmund (2015): Advantages of Water Fog Use as a Fire Extinguisher. *AARMS*, 14(2), 259–264. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2015.2.11>
- MADON, Igor – DREV, Darko – LIKAR, Jakob (2019): Long-term Groundwater Protection Efficiency of Different Types of Sanitary Landfills: Model Description. *MethodsX*, 7(26). Online: <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100810>

- MOLNÁR, Robin (2016): A tűzoltói beavatkozások környezetre gyakorolt hatásai. *Hadmérnök*, 11(2), 78–86.
- NAGY, Zsolt (2015): A vegetációs tüzek környezeti hatásainak elemzése környezetbiztonsági szempontok figyelembevételével. *Hadmérnök*, 10(1), 127–138.
- NAZARI, Rouzbeh – ALFERGANI, Husam – HAAS, Francis – KARIMI, Maryam E. – RABBANI FAHAD, Golam – SABRIN, Samain – EVERETT, Jess – BOUAYNAYA, Nidhal – PETERS, Robert W. (2020): Application of Satellite Remote Sensing in Monitoring Elevated Internal Temperatures of Landfills. *Applied Sciences*, 10(19). Online: <https://doi.org/10.3390/app10196801>
- PADÁNYI, József (2022): *Kihívások, kockázatok, válaszok. Az éghajlatváltozás okozta kihívások és azok hatása a katonai erőre*. Budapest: Ludovika.
- RÁCZ, Réka Magdolna – LÓDERER, Balázs (2011): A klímaváltozás és annak következményeire való felkészülés lehetséges jövőbeni aspektusai. *Hadtudományi Szemle*, 4(3), 91–98.
- SABRIN, Samain – NAZARI, Rouzbeh – RABBANI FAHAD, Golam – KARIMI, Maryam – EVERETT, Jess W. – PETERS, Robert W. (2020): Investigating Effects of Landfill Soil Gases on Landfill Elevated Subsurface Temperature. *Applied Sciences*, 10(18). Online: <https://doi.org/10.3390/app10186401>
- SALLAY, Ágnes (2003): *Kommunális szilárd hulladék elhelyezésével összefüggő tájrendezési feladatok*. Phd. thesis. Gödöllő: Szent István Egyetem.
- STEFANOV, Sonja B. – BIOČANIN, Rade R. – VOJINOVIĆ MILORADOV, Mirjana B. – SOKOLOVIC, Slobodan M. – IVANKOVIĆ, Darko (2013): Ecological Modeling of Pollutants in Accidental Fire at the Landfill Waste. *Thermal Science*, 7(7), 903–913. Online: <https://doi.org/10.2298/TSC110531161S>

Legal sources

- 20/2006 (IV. 5.) KvVM decree on the landfill and certain rules and conditions related to the landfill
- 54/2014 (XII. 5.) BM decree on the National Fire Protection Regulations
- 6/2016 (VI. 24.) BM OKF instructions on the Firefighting Tactical Regulations and the Technical Rescue Regulations

Attila Márton¹ 

Comparison of Water Balance Results for Different Operating Conditions of the Ráckeve–Soroksár Danube with Particular Reference to Infiltration

Abstract

The operation of the Ráckeve–Soroksár Danube (RSD) is a complex task for water engineers, as its multiple uses means that there are many different types of water demand in the system. For the economic sustainability of the operation, it is important to know the exact water balance of the RSD, as it is not always the same amount of water that needs to be supplied into the system during low water periods. In this article, the water balances of four operating conditions are analysed and compared, with a special focus on the amount of infiltration. This document also provides a solution for the infiltration amount that should be included in water balance calculations.

Keywords: water balance, infiltration, Danube, operation, RSD

Introduction

The Ráckeve–Soroksár Danube (RSD) is the second longest side arm of the Hungarian Danube. It has gradually lost its natural character over the last 100 years due to anthropogenic influences, with the construction of the Kvassay and Tassi lock gates, and has been transformed into a highly modified, standing water body.²

The RSD's proximity to Budapest and its regulated character make it suitable for a wide variety of water management and municipal uses. From a water management

¹ Branch Manager, Middle Danube Valley Water Directorate, e-mail: marton.attila@kdvvizig.hu

² VITUKI 2019a.

point of view, its most important functions are irrigation water supply, inland drainage, meeting recreational needs and protecting the special areas for conservation within the Natura 2000 framework. The RSD receives treated wastewater too, which leads to more sources of conflict in the operation of the system.³

The many (often conflicting) aspects required by the multiple uses must be reconciled in some way to reach a compromise acceptable to the stakeholders in the use. As a result of these factors, the Ráckeve–Soroksár Danube has the most complex tasks of any of Hungary's recreational lakes. Without integrated water resource management, the RSD cannot fulfil its multifunctional role.⁴

During the Danube's low water periods, there are physical limitations to the operation of the pumping station at the Kvassay Water Power Plant, which supplies water to the upper reaches. The low and medium water levels of the Danube, according to the results of the hydrographic measuring of the water levels at the main stations, are decreasing in a trend.⁵ The main reason for this is probably the gradual deepening of the Danube riverbed, because the low and medium discharges water levels of the Danube are not showing this trend.⁶

The multifunctional Tassi (Sajó Elemér) diversion structure is also responsible for the safe operation of the RSD and for guaranteeing sufficient water quantity. The construction and operation of the structure has increased the amount of feedwater in the lower RSD reaches, which also means that the operating water level is kept on less extreme level.⁷

In case of pumping at the structures, it is particularly important from a water resource management and economic point of view to have an accurate description of the water balance of the system. The water balance, which based on the discharge measurements, often shows that the amount of water leaving the reservoir is significantly less than the amount entering without any change in the volume of stored water, and therefore presumably has a significant effect on evaporation and infiltration. In this paper, I estimate these types of characteristics of the Ráckeve–Soroksár Danube, which will help to understand the hydrology of the system and to make the management of the system more predictable.

Operational basics of the RSD

The Kvassay structure was built between 1910 and 1962, and located in the 1642.4 river kilometre section of the Danube. Its main function is to ensure the water supply of the RSD, to guarantee the operating water level, to exclude floods on the Danube and to ensure water transport. The Kvassay hydropower station has a dual function, on the one hand to generate hydropower when the Danube water level is sufficiently high, and on the other hand to ensure the flow with fresh water

³ VITUKI 2019a: 44.

⁴ VITUKI 2019b.

⁵ TÓTH 2021: 31–43.

⁶ VITUKI 2019b: 13.

⁷ Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság 2021.

by operating the turbines in pumping mode during low Danube water levels, when gravity feed into the RSD is no longer possible. The hydropower station is equipped with two turbine-pump units (Kaplan system, reversible vertical axis) installed in 1963. The maximum capacity per unit is 25 m³/s in turbine mode and 6–15 m³/s in pump mode, depending on the water level difference.⁸

The Tassi structure, originally built as a group of works, as a joint energy pair with the Kvassay structure, was constructed in the 1586.0 river kilometre section of the Danube between 1926 and 1928. The 1956 ice flood damaged the gate and the hydroelectric power station and it was demolished.⁹ The partially renovated structure (of the whole Tassi structure) has been operated since 1956.

In 2021, a multi-functional diversion structure was built to replace the damaged gate and power plant, taking over its functions, north-west of the existing Tassi ship lock, at a distance of about 250 m from it, and integrated into the Danube's first-order flood protection dike. The primary objective of the structure is to ensure a safer regulation of the water flow and water level in the Ráckeve–Soroksár Danube.¹⁰

The facility, which was inaugurated in June 2021, is a double-arch reinforced concrete structure with two identical openings, each containing a reversible Kaplan turbine with a horizontal axis, a rarity in the world. Thanks to this water engineering equipment, the facility is suitable for both Danube to RSD and reverse flow. It is also capable of generating electricity by exploiting the water potential of the water discharged during normal operation.¹¹

The RSD is the permanent or temporary receiving water of the Gyáli, North Danube Valley and Ráckeve (Soroksár) Danube inland water systems connected to its territory. The RSD also functions as an irrigation water base in the area. Figure 1 shows the locations affecting the water balance of the RSD. Blue dots indicate incoming water, red dots indicate outgoing water and yellow dots indicate outgoing and incoming water in the tested operating conditions.

If the water level of the Danube at Budapest, Vigadó Square is below 200 cm, the gravitational water supply of the RSD via the Kvassay lock will be eliminated. As gravity supply ceases and the RSD operating water level decreases, water quality will start to deteriorate due to the inflow of approximately 1.0 m³/s of treated wastewater from the South Pest Wastewater Treatment Plant (DPSZT on Figure 1.) and the Gyáli stream (Gyáli-patak on Figure 1) into the RSD.¹²

⁸ VITUKI 2019a: 9.

⁹ VITUKI 2019a: 14.

¹⁰ Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság 2021.

¹¹ Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság 2021.

¹² VITUKI 2019a: 17.

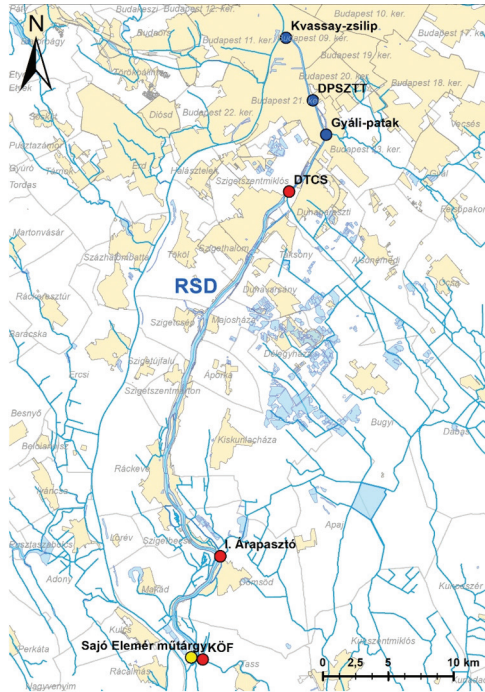


Figure 1: Layout plan of the RSD with the locations affecting the water balance
 Source: Compiled by the author.

To mitigate the water quality degradation resulting from the water level decline and to meet ecological and other water needs, the reversible turbines of the Kvassay structure and the turbines of the multi-functional Tassi (Sajó Elemér) diversion structure need to be started up in pumping operation. However, despite the pumped operation, the physical constraints of the pumped operation also require a reduction in the volume of water to be discharged from the system.

The Hydrometeorology Unit of the Central Danube Valley Water Directorate (KDVVIZIG) carries out frequent measurements to monitor the water flow in the system during pumping, and remote sensing of discharge also adds to the knowledge of the hydrologist specialists.

Calculation of the RSD water balance for different operating periods

Water balances are often calculated by hydrologists for the larger lakes of Hungary, but the RSD is a different type of water body.¹³ Only the water balance calculated according to the river basin management plan is publicly available.¹⁴

¹³ KRAVINSZKAJA 2022; Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság Vízrajzi és Adattári Osztály 2022.

¹⁴ Országos Vízügyi Főigazgatóság 2015.

In order to prevent deterioration of the water quality of the RSD and to ensure the ecological water demand of the region, the Central Danube Valley Water Directorate was ordered to pump water into the Danube branch on 13 July 2022, starting at 06:00, as part of a water quality protection alert level III, with the elimination of the possibility of gravity feed. The water quality protection was ordered on the basis of Government Decree 90/2007 (IV.26.) on the Prevention and Remedying of Environmental Damage, due to the obligations to take preventive measures against environmental damage.¹⁵

During the period of the water quality protection, several discharge and water level measurements were made in the system, so that water balance calculations could be carried out under different operating conditions.

The analyses were based on the water balances of four periods of essentially low water levels (under 200 cm in Budapest) during which KDVVIZIG carried out interventions in the water quality protection:

1. Low water level in the Danube, pumped water supply at the Kvassay and Sajó Elemér structures
2. Low water level on the Danube, gravity feed at the Kvassay structure and pumped at the Sajó Elemér structure
3. Low flood wave (maximum level was 238 cm in Budapest) on the Danube, gravity feed at the Kvassay structure
4. No Danube water supply to the RSD

The flow results are based on actual measurements and the monitoring system of the Water Directorate.¹⁶ For the water balance calculations I used the elements of the hydrological cycle and the major water uses. The water balance had to come out to 0 when the storage was taken into account, so I was able to estimate the unit (m^3/s) of infiltration. The precipitation on the water surface was neglected in the calculation, because there was no rain on the days in the study. I used the following equation for my calculations.

$$Kvassay + SPWTP + Gyáli - DTCS - Árapasztó - KÖF \pm Sajó Elemér \pm storage - evaporation - infiltration = 0$$

Low water level with pumped water supply

During the period under review, both water intakes (Kvassay, Sajó Elemér) of the RSD were supplied by pumping. Table 1 shows that on 21 July 2022, in the absence of water level changes (storage), the water flow is assumed to "disappear" in the system by almost $5 \text{ m}^3/\text{s}$, which is much higher than the value assumed as a measurement error.

¹⁵ Government Decree 90/2007 (IV.26.) on the Prevention and Remedying of Environmental Damage.

¹⁶ KDVVIZIG: Water flow measurements, 2022.

Table 1: Low water level with pumped water supply, water balance data

21 July 2022		
		m ³ /s
Kvassay	+	8.450
South Pest WTP	+	0.488
Gyáli	+	0.057
DTCS	-	0.436
Árapasztó	-	2.680
KÖF	-	12.330
Sajó Elemér	+	11.530
waterflow scheme		5.079
storage	-	0.000
evaporation	-	0.720
<i>infiltration</i>	-	4.359
water balance		0.000

Source: Compiled by the author.

The average evaporation calculated by the Meyer method for the month of July is 115 mm/month on the RSD, which can be estimated at 0.7 m³/s because of the surface area of 15.7 km². The Meyer method is used to determine the actual monthly evaporation and allows the determination of actual surface evaporation values using meteorological factors (wind speed, water temperature, air temperature).¹⁷ To the calculated value is added the 20% higher evaporation intensity due to the transpirational evaporation surplus on the water surface covered by approximately 236.15 hectares of reedbed, giving an average evaporation of 0.72 m³/s. Due to the meteorological conditions on 21 July 2022, I have assumed an average wind speed for the calculation of evaporation, but higher wind speeds may result in a significant evaporation surplus, which cannot be ignored in the daily resolution.

To estimate the infiltration, it was necessary to collect literature values. According to the Csepel–Halásztelek Drinking Water Basin Safety Plan prepared by the KSZI Kft. in 2003, the Csepel Island has a sandy gravel layer of 4–10 m under a sand cover of 4–9 m, which is considered to be a good conductor of water. Based on the water levels measured on 21 July 2022, the groundwater conditions on the Csepel Island are approximate. Figure 2 compares the longitudinal profile of the Danube and RSD water levels for the reference date with the water levels measured in the wells on the island and on the left bank of the RSD.¹⁸

¹⁷ KORIS et al. 1993.

¹⁸ KSZI Kft. 2013.

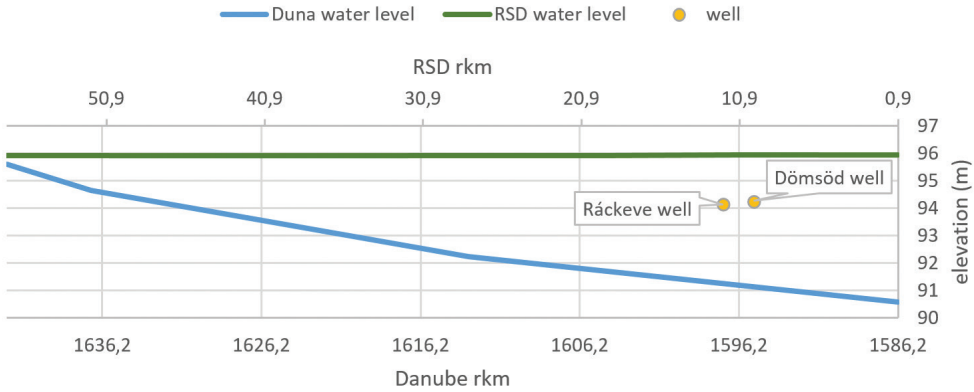


Figure 2: Water levels on 21 July 2022

Source: Compiled by the author.

It can be seen that from the Kvassay structure the water level in the Danube drops by about 5 m to Tass, while the water level in the RSD is nearly constant along its entire length. Compared to the RSD, the water levels measured in the wells were almost 2 metres lower.

Figure 3 shows an estimated cross-section for the Csepel Island (the field level is estimated from a topographic map [without dikes] and the water levels marked with a blue circle are from measurements):

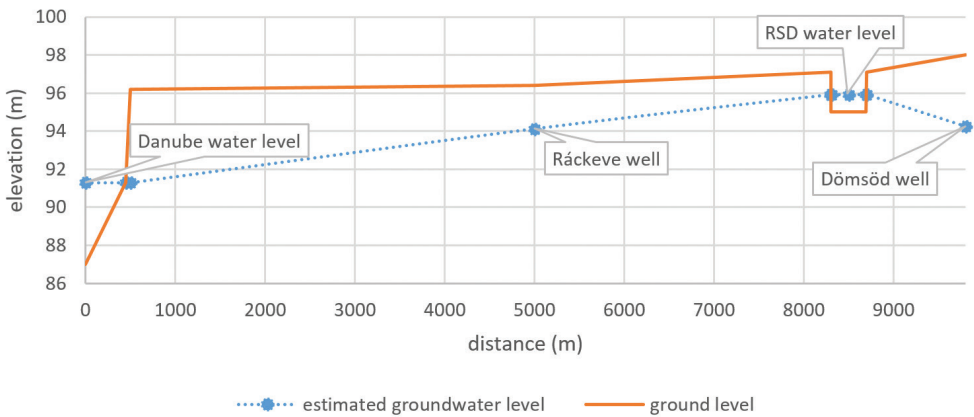


Figure 3: Cross-section (around 1,597 rkm) for Csepel Island on 21 July 2022

Source: Compiled by the author.

The figure shows that the groundwater level in the well-drained soils also decreases towards the Danube and the Sandhills, indicating infiltration from the RSD. By connecting the points, it can be observed that the slope of the RSD–Ráckeve well (55 cm/km) and the Ráckeve well – Danube (63 cm/km) lines are almost identical.

Low water level with gravity and pumped water supply

In the case under study, water was gravity-fed through the Kvassay structure and pumped through the multifunctional Sajó Elemér diversion structure. As shown in Table 2, on 2 August 2022, 3.5 m³/s was stored in the riverbed, which is estimated from the daily water level rise of 2 cm. Accordingly, based on the water flow, a discharge of nearly 6.4 m³/s “disappears” in the system.

Table 2: Low water level with gravity and pumped water supply, water balance data

02 August 2022		
		m ³ /s
Kvassay	+	18.646
South Pest WTP	+	0.500
Gyáli	+	0.067
DTCS	–	0.828
Árapasztó	–	2.750
KÖF	–	12.320
Sajó Elemér	+	7.320
waterflow scheme		10.635
storage	–	3.500
evaporation	–	0.720
<i>infiltration</i>	–	6.415
water balance		0.000

Source: Compiled by the author.

The average evaporation, calculated by the Meyer method, is still estimated at 0.720 m³/s per unit, and the longitudinal profile and the cross-section around the wells are shown in the following figures (Figures 4 and 5).

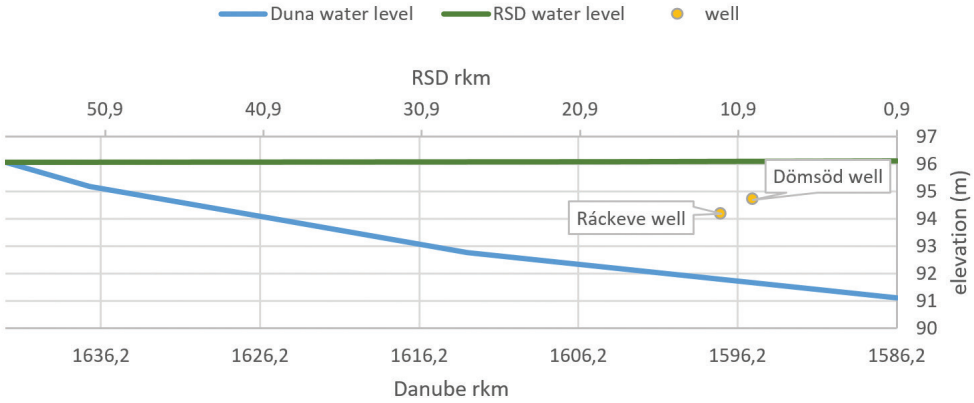


Figure 4: Water levels on 2 August 2022
 Source: Compiled by the author.

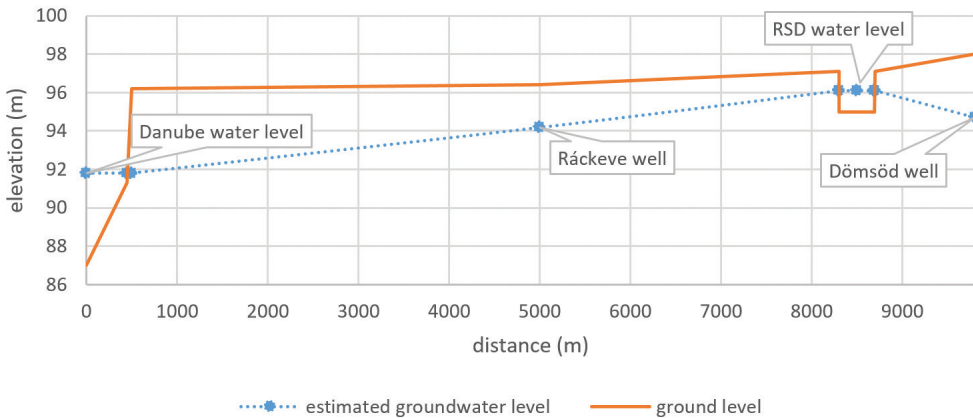


Figure 5: Cross-section (around 1,597 rkm) for Csepel Island on 2 August 2022
 Source: Compiled by the author.

The water level of the RSD is permanent in the studied condition, and the groundwater level is visibly decreasing towards the Danube.

Low flood wave on the Danube, gravity feed at the Kvassay structure

In the operational regime under study, gravity feed through the Kvassay structure and no water was required through the multifunctional Sajó Elemér diversion structure, and there was no water discharge due to the filling of the system. As shown in Table 3, on 23 August 2022, 33.2 m³/s was stored in the riverbed, which is estimated from

the daily water level rise of 20 cm. Accordingly, based on the water flow, a discharge of nearly 8.9 m³/s "disappears" in the system.

Table 3: Low flood wave on the Danube, gravity feed at the Kvassay structure, water balance data

23 August 2022		
		m ³ /s
Kvassay	+	52.430
South Pest WTP	+	0.800
Gyáli	+	0.091
DTCS	-	0.251
Árapasztó	-	1.930
KÖF	-	8.270
Sajó Elemér	+	0.000
waterflow scheme		42.870
storage	-	33.200
evaporation	-	0.720
<i>infiltration</i>	-	8.950
water balance		0.000

The average evaporation, calculated by the Meyer method, is still estimated at 0.720 m³/s per unit, and the longitudinal profile and the cross-section around the wells are shown in the following figures (Figures 6 and 7).

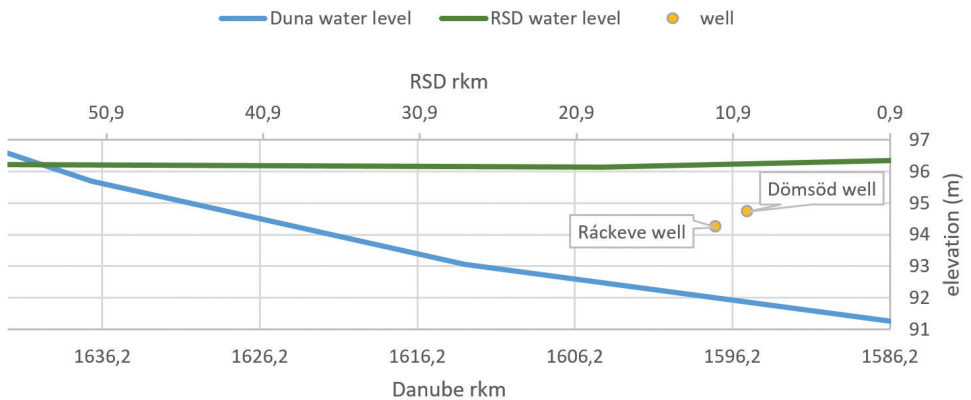


Figure 6: Water levels on 23 August 2022

Source: Compiled by the author.

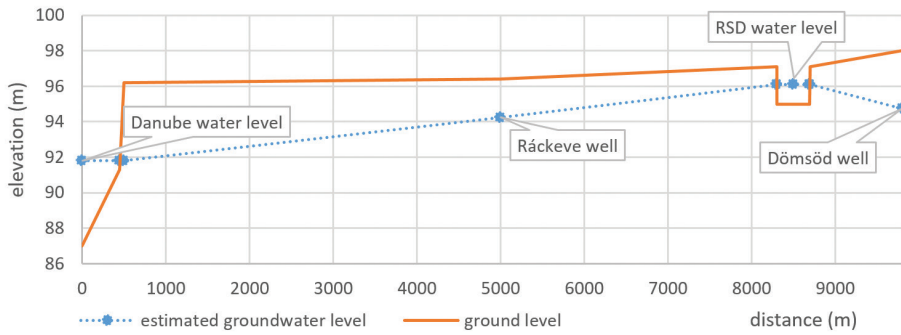


Figure 7: Cross-section (around 1,597 rkm) for Csepel Island on 23 August 2022

Source: Compiled by the author.

At this stage, the Danube water level at the Kvassay structure is higher than at the RSD, and the level at Tass is also higher due to the filling of the reservoir. The groundwater level is decreasing towards the Danube with a nearly equal slope.

No Danube water supply to the RSD

No water is supplied to the RSD from the Danube during the period of operation under consideration. As shown in Table 4, on 23 October 2022, 8.7 m³ of stored water per second were consumed from the riverbed, estimated from a daily water level drop of 2 cm. Accordingly, based on the water flow, a discharge of nearly 3.38 m³/s “disappears” in the system.

Table 4: No Danube water supply to the RSD, water balance data

23 October 2022	
	m ³ /s
Kvassay	+ 0.000
South Pest WTP	+ 0.800
Gyáli	+ 0.050
DTCS	- 1.000
Árapasztó	- 0.000
KÖF	- 5.000
Sajó Elemér	+ 0.000
waterflow scheme	- 5.150
storage	+ 8.700
evaporation	- 0.170
<i>infiltration</i>	- 3.380
water balance	0.000

Source: Compiled by the author.

The average evaporation calculated by the Meyer method for the autumn period is estimated at $0.170 \text{ m}^3/\text{s}$ per unit, and the longitudinal profile and the cross-section around the wells are shown in the following figures (Figures 8 and 9).

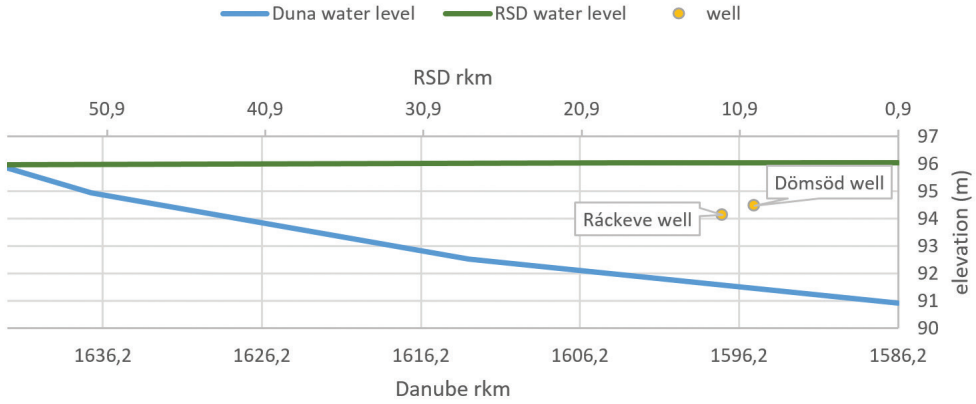


Figure 8: Water levels on 23 October 2022

Source: Compiled by the author.

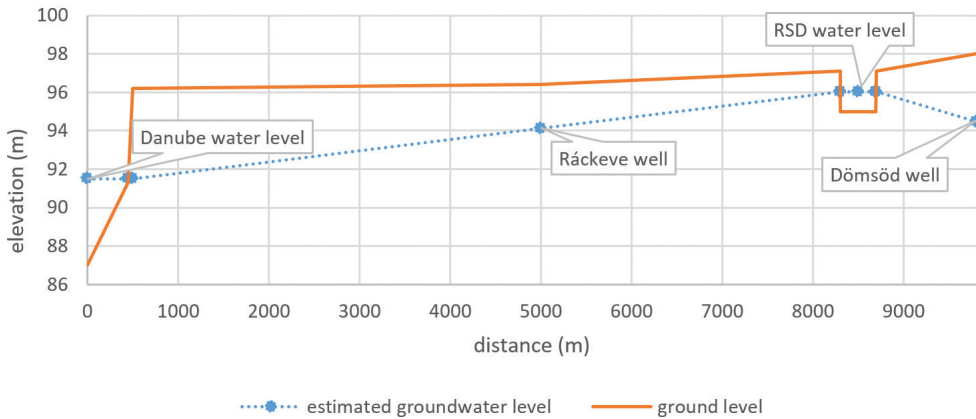


Figure 9: Cross-section (around 1,597 rkm) for Csepel Island on 23 October 2022

Source: Compiled by the author.

In this case, it can be seen that the water level in the RSD is almost unchanged, but water is continuously discharged from the system. It should also be noted that this period is particularly dangerous from a water quality point of view because of the treated wastewater on the system.¹⁹

¹⁹ GYÖRE 2018.

Conclusion

The Figure 10 summarises the water levels associated with the operating conditions analysed.

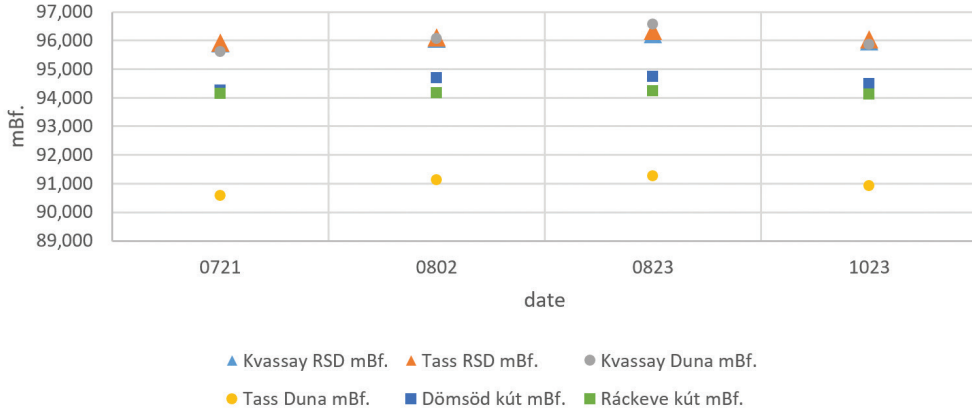


Figure 10: Water levels in the analysed conditions

Source: Compiled by the author.

It can be seen that the water levels measured in the wells are related to the water levels in the Danube and the RSD. A correlation calculation can be carried out to investigate this more specifically.

The closer the correlation coefficient is to +1 or -1, it means that there is a positive (+1) or negative (-1) linear correlation between the arrays. A positive correlation means that as the values of one array increase, the values of the other array increase. A correlation coefficient closer to 0 indicates no or weak correlation.²⁰

$$\text{Correl}(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

The table shows that there is a strong correlation between the water level in the Ráckeve well, the RSD and the Danube water level, which shows that these values vary together. It is obvious that the water levels (Danube, RSD) are also dependent on each other, which is due to the operating characteristics. If we look at the correlation of the (estimated) infiltration values, we can see that it is highly dependent on the values observed at the Kvassay structure.

²⁰ CORREL function s. a.

Table 5: Correlation studies between water balance elements

	Kvassay RSD	Tass RSD	Kvassay Danube	Tass Danube	Dömsöd well	Ráckeve well	Kvassay supply	Tass supply	Evaporation	Infiltration
Kvassay RSD	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tass RSD	0.990	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kvassay Danube	0.995	0.999	x	x	x	x	x	x	x	x
Tass Danube	0.925	0.920	0.923	x	x	x	x	x	x	x
Dömsöd well	0.897	0.868	0.878	0.984	x	x	x	x	x	x
Ráckeve well	0.965	0.937	0.948	0.802	0.789	x	x	x	x	x
Kvassay supply	0.931	0.912	0.921	0.722	0.693	0.988	x	x	x	x
Tass supply	-0.572	-0.671	-0.640	-0.685	-0.554	-0.374	-0.358	x	x	x
Evaporation	0.357	0.246	0.282	0.101	0.202	0.568	0.576	0.551	x	x
Infiltration	0.940	0.898	0.914	0.770	0.776	0.994	0.978	-0.276	0.648	x

Source: Compiled by the author.

Using a literature value as a benchmark for estimating the exact value of the infiltration, the possible specific infiltration of 13,000 m³/day/km for the Csepel section of the Danube river as described in the safety plan of the KSZI can be considered a benchmark.²¹

The boundedness of the silt layer deposited in the RSD impedes the infiltration to some extent, but if only two thirds of the specific infiltration of the Danube is considered as being relevant for the RSD, the unit seepage value of 5 m³/s is still obtained in the summer low water hydrogeological and hydrological situation. The value obtained is supported by water balance studies for different operating conditions.

Without a more accurate model to determine the discharge, this value can only be estimated, but the figures clearly show that when the Danube water level is so low compared to the RSD, it can have a significant suction effect. As shown above, up to a quarter of the injected water volume could then be drained from the RSD. Evaporation during the summer period is also associated with a significant abstraction of water resources on the RSD, estimated at 0.5–1 m³/s.

There may also be a risk of infiltration from the mine lakes east of the RSD, which have a large evaporation surface area, but whose drainage effect is unknown at present.

²¹ KSZI Kft. 2013.

Overall, the Ráckeve–Soroksár Danube is expected to infiltration between 3 and 6 m³/s during operation, and this should be taken into account when planning the rate of pumped water replacement.

References

- CORREL function (s. a.). Online: <https://support.microsoft.com/en-us/office/correl-function-995dcef7-0c0a-4bed-a3fb-239d7b68ca92>
- GYÖRE, Károly (2018): *A Ráckevei (Soroksári)-Duna hal együttesének vizsgálata (különös figyelemmel a Dél Pesti Szennyvíztisztító hatásaira)*. Budapest. Online: www.rdhsz.hu/index.php/tevekenysegeink/tudomanyos-es-ismeretterjeszto-muvek/category/191-ismeretterjeszto-cikkek?download=2041:allomanyfelmeres-2018-szakertoi
- KORIS, Kálmán – KONTUR, István – WINTER, János (1993): *Hidrológiai számítások*. Budapest: Akadémiai Kiadó. Online: https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizugyiKonyvek_121/?pg=0&layout=s
- Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság Vízzajzi és Adattári Osztály (2022): *A Velencei-tó 2021. évi vízmérlege*. Székesfehérvár. Online: <https://vpf.vizugy.hu/reg/kdtvizig/doc/Velencei-to%20vizmerleg%202021.pdf>
- Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság (2021): „A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág és mellékágai kotrása, műtárgyépítés és -rekonstrukció.” A Tassi többfunkciójú vízleeresztő műtárgy megvalósítása. Projektinformációk. Online: <http://rsd.ovf.hu/>
- KRAVINSZKAJA, Gabriella (2022): *A Balaton és a Tórészek Havi Vízháztartási Jellemzőinek Meghatározása*. Siófok: Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság Balatoni Vízügyi Kirendeltsége. Online: <https://vpf.vizugy.hu/reg/kdtvizig/doc/Balaton,%202021%20evi%20vizmerleg.pdf>
- KSZI Kft. (2013): *Csepel–Halásztelek Drinking Water Basin Safety Plan*. Budapest.
- Országos Vízügyi Főigazgatóság (2015): *A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. Vízyűjtő-gazdálkodási Terv*. 6–4. melléklet. Budapest. Online: www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=149
- TÓTH, Tamás (2021): A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág integrált tervezése a fenntartható vízgazdálkodás érdekében. *Műszaki Katonai Közlöny*, 31(2), 31–43. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2021.2.3>
- VITUKI (2019a): *A Ráckevei (Soroksári)–Duna-ág (RSD) vízjogi üzemeltetési engedélyezési tervdokumentációja (Tervszám: VET-RSD-2019)*. Műszaki Leírás. Budapest: VITUKI Hungary Kft.
- VITUKI (2019b): *Döntéselőkészítő komplex tanulmány a Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízminőség javítása érdekében*. Budapest: VITUKI Hungary Kft.

Legal source

Government Decree 90/2007 (IV. 26.) on the Prevention and Remediating of Environmental Damage

Papp Csenge,¹ Kersák József²

Közúti járművekben keletkezett tüzek okai

Fire Causes in Road Vehicles

Absztrakt

Napjainkban a mobilitás egyre nagyobb teret nyer, így egyre többen vesznek részt a közúti közlekedésben is. Emiatt a közlekedéssel összefüggő balesetek és tüzesetek száma is növekszik. Ebben a cikkben a közúti járműtüzek keletkezési okait vizsgáljuk, ami összetett kérdéskör, mivel a járművek üzemeltetése és az esetleges közlekedési balesetek során is bekövetkezhetnek tüzesetek. Az egyre szigorodó biztonsági és környezetvédelmi követelmények miatt folyamatosan átalakul a járművek tűzbiztonsága, ez adja a téma aktualitását. Kutatómunkánk során áttekintettük az elérhető források és gyakorlati tapasztalatok alapján, mely okok idézhetnek elő tüzeseteket a közúti járművek közlekedése során, továbbá vizsgáljuk, hogy milyen tűzmegelezési lehetőségek állnak rendelkezésre és alkalmazhatók hatékonyan a gyakorlatban, a járművezetők tevékenységére fókuszálva.

Kulcsszavak: mobilitás, közúti jármű, járműbiztonság, járműtüzek, tűzmegelezés

Abstract

Nowadays, mobility gained more and more ground, so as more and more people participate in road traffic as well. Because of this reason, the number of traffic-related accidents and fires is also increasing. In this article, I examine the causes of road vehicle fires, which is a complex issue, as fires can occur during the operation of vehicles, also traffic accidents

¹ Doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: pappcsenge1996@gmail.com

² Doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: jozsef.kersak@gmail.com

may occur. Due to the increasingly strict safety and environmental protection requirements, the fire safety of vehicles is worth to be considered. During my research work, I reviewed, based on the available sources and practical experience, the origins and causes of fires during the traffic of road vehicles, and I examined what fire prevention options are available and how effective they are in practice, focusing on the activities of drivers.

Keywords: mobility, road vehicle, vehicle safety, vehicle fires, fire prevention

Bevezetés

A közúti járművek száma az elmúlt évtizedekben rohamosan növekedett, a beépített anyagok és az alkalmazott gyártástechnológiák megváltoztak, ami a járművekben keletkező tüzek kialakulását és a tűzterjedést is befolyásolja. Az új technológiák alkalmazása egy esetleges tüzeset során új típusú veszélyhelyzeteket idézhet elő, amelyek az emberi életeket és a környezeti elemeket is veszélyeztetik.³ A modern járműiparban széles körben elterjedt a különböző műanyagok alkalmazása, amelyek tűzbiztonsága rendkívül eltér a korábban alkalmazott hagyományos alumínium, vas és fa anyagokétól. A műanyag alkatrészek alkalmazása az üzemanyag-fogyasztás csökkentése érdekében évről évre nő az autóiparban.⁴ Mindezek mellett a járművek hajtásrendszere is megváltozott, a belső égésű motorról fokozatosan áttérnek a hibrid vagy tisztán elektromos hajtás alkalmazására. Ezek mindegyike további, részben ismeretlen veszélyeket jelenthet mind a felhasználó, mind az elsődleges beavatkozó személyek számára, főként tűzbiztonsági kérdéseket illetően.⁵ Jelen kutatás célja az elérhető feljegyzések és gyakorlati tapasztalatok alapján áttekintést adni a járműtüzek lehetséges keletkezési okai tekintetében. Több általunk elérhető szakirodalmi forrás csak egy-egy megtörtént baleset alapján ad magyarázatot az okokról, általános összehasonlításra nem találtunk példát, így ezt a hiányt is pótolni kívánjuk. Továbbá a meglévő tapasztalatok alapján javaslatot kívánunk tenni, és megoldásokat megfogalmazni a modern járműpark tűzbiztonsági kihívásaira.

Járműtüzek számának változása

A KSH által elérhető statisztikákat elemezve megállapítható, hogy Magyarországon mennyi közúti baleset történt éves lebontásban az elmúlt 5 évben. 2017–2019 között ez a szám kis eltéréssel szinte mindhárom évben körülbelül 16 500 körül alakult, majd a 2020-as évben a balesetek száma 13 778-ra esett vissza, aminek valószínűsíthető oka a pandémia visszaszorításának érdekében hozott kijárási korlátozás lehetett. 2021-ben is csökkent ez a szám, ám így is magasnak tekinthető és növekedési tendenciát mutat az azt megelőző évhez képest. A balesetek számának csökkenése a Covid⁶-időszakban vélhetően nem a körültekintőbb forgalomban való részvételnek tudható be, sokkal

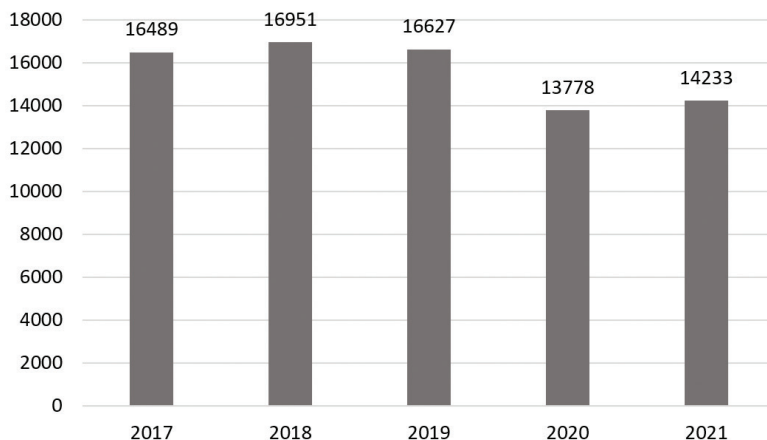
³ BEKE-FÖLDI-KUTI 2019.

⁴ AKAMPUMUZA et al. 2016.

⁵ SZABÓ-MOLNÁR-NAGY 2018.

⁶ Koronavírus-betegség 2019.

inkább gazdasági és társadalmi okai lehettek. A betegek számának növekedése a védőoltások megkezdéséig folyamatosan növekedett vagy stagnált, ez állhat a forgalomban való alacsonyabb részvétel és az ezzel összefüggésben lévő kialakuló balesetek száma mögött. Ez a tendencia a következő, 1. ábrán végig követhető.



1. ábra: Magyarországi közúti balesetek száma

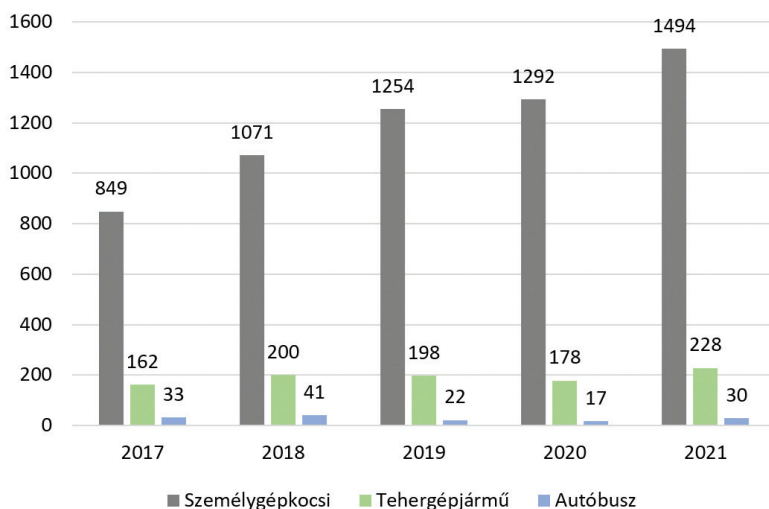
Forrás: a szerzők összeállítása a KSH adatai alapján

A 14 000 körüli baleseti szám sem kevés, de a 16 000 feletti esetszám aggodalomra adhat okot, ebből körülbelül éves szinten 450-600 jár halálos áldozattal. A 2. ábrán olvasható, hány olyan esetet jegyeztek fel, ahol a baleset műszaki mentést igényelt a legfőbb közlekedési eszközöket tekintve. A tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet⁷ szerint a műszaki mentési tevékenység során különösen az élet- és a vagyonmentés, valamint az alapvető élet- és vagyonbiztonság érdekében végrehajtott tűzoltói feladatokat kell érteni. Fontos kiemelni, hogy a fenti jogszabály szerint műszaki mentés alatt akár csak kárfelszámolási beavatkozást is érthetünk. Ám a balesetek során a járművek nagy része kigyullad – így a tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy egy esetleges baleset során a tűzoltók és mentők egyidejű bevetése nem elkülöníthető egymástól, különösen, hogy a jogalkotó elsődleges feladatként az életmentést jelöli meg. A műszaki mentések számának alakulását a vizsgált időszakban a 2. ábra mutatja, amelyet a KAP-KÜIR⁸ adatbázis, a BM OKF⁹ által használt adatszolgáltatási rendszer alapján állítottunk össze.

⁷ 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet 51. § (1)–(5).

⁸ KAP: Káreset Adatszolgáltatási Program, KÜIR: Központi Ügyeleti Információs Rendszer.

⁹ Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság.



2. ábra: Magyarországon történt műszaki mentést igénylő közúti balesetek száma az egyes közlekedési eszközöket kiemelve

Forrás: a szerzők összeállítása a KAP-KÜIR adatai alapján

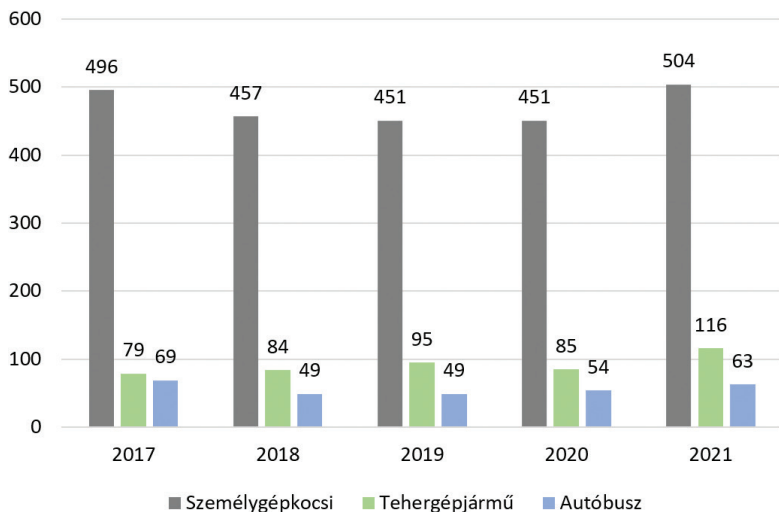
A fenti ábráról leolvasható, hogy a megjelenített éveknél folyamatosan nő a műszaki mentések száma, a vírushelyzet időszaka kivételével. A tapasztalatok alapján elmondható, hogy a balesetek száma várhatóan növekvő tendenciát fog mutatni 2021. és 2022. évekre is. Ennek oka szintén a vírushelyzetre vezethető vissza, ugyanis a kormány által kiadott rendeletben a járművek műszaki érvényességét kiterjesztették, a kötelező műszaki vizsgától eltekintettek a járvány terjedésének megakadályozása érdekében. Ezzel azonban sajnos a nem megfelelő műszaki állapotú járművek közúti forgalomban való közlekedése megnövekedhetett, ezzel növelve a baleset kockázatát is. A műszaki mentések során készült hivatalos statisztikából kiderült, hogy évente körülbelül 50–100 olyan baleset történik, ahol az előidéző ok a jármű műszaki hibájára vezethető vissza. Ugyanakkor meg kell említeni a közúti közlekedésben részt vevők magatartását is. Rohanó világunkban egyre inkább növekszik mind a városi, mind a vidéki forgalom, a sietség miatt általában sajnos nem követik a közúti közlekedés szabályairól szóló 1/1975. (II. 5.) KPM-BM¹⁰ együttes rendelet, közismert nevén KRESZ¹¹-ben rögzített szabályokat. A magyarországi úthálózat, különösen az útburkolat minősége sem felel meg minden esetben a biztonságos közlekedés követelményeinek. Így a környezetünkben jelen lévő megannyi tényező egyre inkább rávilágít a közúti járművek komplex biztonságára kérdésköre vizsgálatának fontosságára.

¹⁰ 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól.

¹¹ Közúti Rendelkezők Egységes Szabályozása.

Járműtüzek keletkezésének okai

A Magyarországon közúton előforduló járműtüzek száma a legfrissebb központi információ (KAP-KÜIR adatbázis) alapján a 3. ábrán látható a főbb kategóriák szerint. A legtöbb tüzeset a személygépjárművekkel történt. Ennek egyik oka a forgalomban való magas részvételi arány. 2021-ben jelentős változást tapasztalhatunk a korábbi évekhez képest. A diagram alapján belátható, hogy az évek során mindhárom kategóriában egyre nőttek az esetszámok a vírushelyzet időszaka kivételével, ez a további években hasonló emelkedő trendet enged feltételezni.



3. ábra: Magyarországon történt közúti közlekedésben részt vevő járművek tüzeseinek száma 2017–2021 között

Forrás: a szerzők összeállítása a KAP-KÜIR adatai alapján

Ha a buszokkal kapcsolatos tüzesetek számát figyeljük meg, akkor fontos kiemelni, hogy bár jóval alacsonyabb az esetszám, mint a személygépjárműveké, de a buszon utazó, veszélynek kitett személyek száma sokkal magasabb. Egy átlagos városi busz kapacitása nagyjából 90 fő, míg a csuklósbuszé 130. A távolsági buszé pedig átlagosan 60 utas. Bár Nagy Péter¹² írásában kifejtette, az utasterek kialakítása segíti a jármű kiürítését, mégis fontos megjegyezni, hogy a megfelelő tűzbiztonsági tényezőket figyelembe véve a kritikus pont az utasok időbeli kimenekíthetőségének kérdése. A fenti felsorolásból kiderült, ha egy autóbusz maximálisan kihasználtnak közlekedik, akkor akár százas nagyságrendű utasszámról is szó lehet. Ekkora létszámnál a kiürítés is komoly problémákat vethet fel, Érces Gergő és Komjáthy László¹³ ad erről cikkében átfogó képet, miszerint

¹² NAGY 2016.

¹³ ÉRCES-KOMJÁTHY 2018.

egy kimenekítés során az úgynevezett tűzvédelmi helyzet egyensúlyának leggyengébb láncszeme az emberi tényező, hiszen a mentendő személyek képességein is múlik a mentés sikeressége. Így kiemelten fontos szerepet kell hogy kapjon a járműtüzek vizsgálata, hogy a mentésben a tapasztalatok alapján minél sikeresebben lehessen eljárni a következőkben. Ennek célja a keletkezési körülmények, a hely, idő, ok felderítése. Járműtűz keletkezhet közlekedési baleset során is, amikor az összeütközés következtében a járművek elektromos vagy üzemanyag-ellátó rendszere sérül.¹⁴

A járműtüzek vizsgálatakor fontos megkülönböztetni a nem szándékos cselekedetek okozta tüzeket a szándékos gyújtogatástól. A szándékos gyújtogatásból származó tüzek Magyarországon nem gyakoriak, az Amerikai Egyesült Államokban is csak a közúti tüzesetek 5%-át teszik ki. Ezért az amerikai NFIRS¹⁵ nem gyűjt erre vonatkozóan széles körű információkat.¹⁶

A járműtüzek keletkezési okainak megállapítása gyakran jelent kihívást a baleset helyszínére való kiérkezés után, ugyanis a tűz keletkezési helye sok esetben egyáltalán nem megállapítható, mivel a járműtüzek időbeni lefutása meglehetősen gyors, így a tűz pusztító hatása rövid időn belül bekövetkezik. A jármű a tűz során megsemmisülhet, vagy olyan mértékben károsodhat, hogy egyértelmű megállapítás a tűzkeletkezési okra vonatkozóan már nem tehető. Ebből eredően számos eset előfordul, amikor a tűzkeletkezési okot ismeretlennek kell tekinteni.¹⁷ A tűz keletkezési helye utalhat a tűz kialakulásának okára, adott esetben egy meghibásodott alkatrészre, vagy épp egy másik gyújtóforrásra. Az Egyesült Államokban készült jelentések alapján ide tartozhat még a tűznek való kitettség, amikor egy másik forrásról terjed át a tűz az adott járműre, illetve a természet okozta károk is.¹⁸ Ezek a kategóriák töredékét teszik ki a hibás berendezésből vagy hőforrásból származó tüzeseteknek. Gyakori veszélyforrásként jelöli meg egy hazai szakirodalom egy másik megközelítéssel a járművek elektromos berendezéseit, az üzemanyagtartályt és az üzemanyag-ellátó rendszert, illetve a gumiabroncsot.¹⁹ Érdemes külön foglalkozni az üzemanyagokkal, hajtásrendszerekkel, ugyanis ezek is összefüggenek a tűzkeletkezéssel. A benzin gyúlékonyabb üzemanyagnak tekinthető, fokozottan tűz- vagy robbanásveszélyes osztályba tartozik, a gázolaj pedig a mérsékelt tűzveszélyes kategóriába. Az Otto motorra jellemző karburátor- vagy befecskendező rendszer meghibásodása és a benzingőz hővel való érintkezése gyakori tűzforrás, ugyanis a benzin már szobahőmérsékleten intenzíven párolog. A teljes üzemanyagrendszer részletes elemzése meghaladná a cikk terjedelmi korlátait. A dízelmotor sajátossága, hogy kompressziógyújtással üzemel, azaz a gázolaj meggyújtásához nincs szükség szikrára, öngyulladásal jön létre az égés. Bár a dízelmotorok jellemzően alacsonyabb hőmérsékleten üzemelnek a jobb hatásfoknak köszönhetően, mégis előfordulhat, hogy a motor túlmelegszik, az üzemanyag-ellátó rendszer meghibásodik, ezzel okozva tüzet a motortérben, amelynek kiindulási oka lehet a hűtőrendszer eltömődése vagy a hűtőfolyadék szivárgása. Gyújtáskimaradás

¹⁴ KUTI 2019; SVENSSON 2002.

¹⁵ National Fire Incident Reporting System (Nemzeti Tüzeset Jelentő Rendszer [szerzői fordítás]).

¹⁶ National Fire Data Center 2018; HORVÁTH-KUTI 2017.

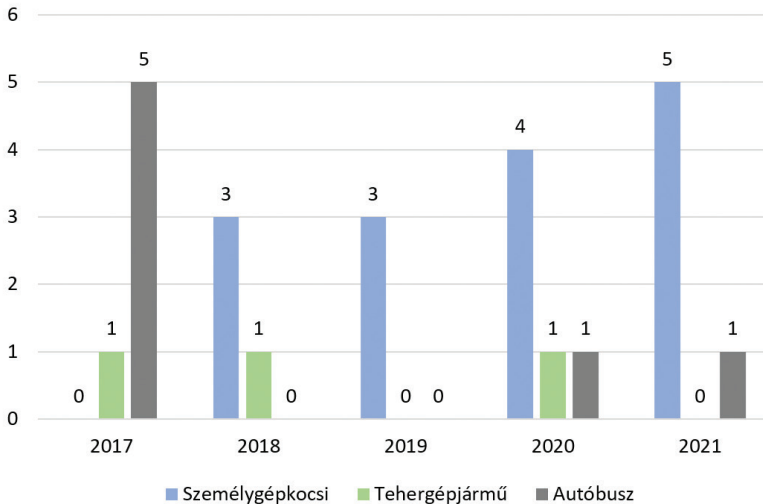
¹⁷ BARTHA-FENTOR 2006.

¹⁸ National Fire Data Center 2018; HAJDU-KUTI 2018.

¹⁹ BLESZITY-ZELENÁK 1989; TÓTH 1984.

esetén, ami miatt elégtelen üzemanyag juthat a kipufogórendszerbe, az ott lévő magas hőmérséklet miatt gyúlékony elegy tüzet okozhat. Ez utóbbi a benzinüzemű motornál is megtörténhet.²⁰

A 4. ábra alapján látható, hogy 2017 és 2021 között a közúti közlekedésben részt vevő járművekkel megtörtént tüzesetek során hány alkalommal volt nehezítő körülmény az elektromos energia. Megfigyelhető, hogy a tehergépjárművekkel kapcsolatos tüzek száma 0 és 1 közötti volt az elmúlt 5 évben, azonban számolni kell a teherszállításban használt járművek hajtórendszerének elektromosításával, ez pedig a tüzesetek számában növekedést enged feltételezni. A Budapesti Közlekedési Vállalat is megújította járműflottáját és újabb elektromos meghajtású autóbuszokat szereztek be ez évben. Az Európai Unió ösztönzésével és az általa biztosított forrásból megvalósított projektekben támogatják a nagyvárosokat, hogy a helyi személyszállításban az elektromos hajtású autóbuszokat részesítsék előnyben a lokális emisszió alacsonyán tartása érdekében. Az autóbuszparkok elektromos autóbuszokkal való bővítése pedig magában hordozhatja a tűzbekövetkezés kockázatának növekedését. A személygépjárművek tekintetében a tüzesetek száma fokozatosan nőtt az elmúlt években, ez a tendencia pedig várhatóan folytatódik a következő években, különösen az elektromos személygépjárműveket vizsgálva, ezek egyre több háztartásban megjelennek ma Magyarországon kedvező üzemeltetési költségük miatt, amelyet a statisztika is alátámaszt és a következő, 4. ábra szemléltet.



4. ábra: Magyarországon történt közúti közlekedésben részt vevő járművek azon tüzeseteinek száma, ahol nehezítő körülmény az elektromos energia volt 2017–2021 között

Forrás: a szerzők összeállítása a KAP-KÜIR adatai alapján

²⁰ HIGGINS 2012; KANYÓ 2018.

A fent említettek miatt ki kell egészíteni a tűzkeletkezési okokat a mai modern járművek, személygépjárművek, tehergépjárművek és autóbuszok alternatív hajtáslánc elemeivel, mint elektromos motor, illetve 480–1000 V feszültségű akkumulátor és kábelrendszer, ugyanis ezek meghibásodásai már vezettek tűzkeletkezéshez. A tisztán elektromos, a plug in hibrid²¹ és a hagyományos hibrid járművek tűzkeletkezési okai részenként megegyeznek a hagyományos járművekével, azonban a különbség az, hogy ezek mindegyike akkumulátortól függve 480–1000 V feszültséggel üzemel, és lítiumion-akkumulátorral rendelkezik, ami a keletkezési okok körét kibővíti. Ezek teljesen új kihívásokat jelentenek a beavatkozó személyek számára. A hagyományos járművekben is egyre inkább nő az elektromos berendezések, kábelek és hálózatok száma, ám az elektromos és hibrid üzemű járművek nagyfeszültségű (300–1000 V) rendszerrel működnek, amelyek eltérnek a hagyományos 12 V-os rendszertől. Fontos kiemelni, hogy nemcsak a tűzzel magával és az új technológia nyújtotta kihívásokkal kell szembenézniük a beavatkozó személyeknek egy esetleges baleset során, hanem az akkumulátor égése során felszabaduló káros gázokkal is. Ez sok esetben nagyobb veszélyt jelent, mint a tűz, hiszen egészségkárosító anyagok juthatnak a levegőbe. Az ilyen típusú járművek tűzvizsgálata során meg kell különböztetni az úgynevezett hagyományos járműtüzet és az elektromos hajtásrendszer elemeiben keletkezett tüzet. Ha a tűz nem érinti az e-hajtásrendszert, úgy a kármentés hagyományos módon történik. Egy finn tanulmányban vizsgáltak különböző hibrid és elektromos járműveket. Ebben a kutatásban megállapították, hogy a vizsgált, tisztán elektromos és plug in hibrid járművek mindegyike a töltés során gyulladt ki, míg a hagyományos hibrid menet közben.²² Az eddigi üzemeltetési tapasztalatok szerint a tisztán elektromos járművek menet közbeni kigyulladását nem szabad kizárni, hazánkban már fordult elő közúti közlekedésben részt vevő ilyen jármű tüzesete. A menet közbeni kigyulladás okait a következőkben lehet definiálni. Az akkumulátorból kiinduló tűz kialakulhat túlterhelés hatására, extrém rekuperáció során, nagy teljesítményigény esetén, amikor az akkumulátorból kivett energia jelentősen nagyobb, mint az általános energia felvétele. Ilyen helyzetben az elektrolit hőmérséklete drasztikus mértékben megnövekszik, és ezt a növekedést az akkumulátor hűtőegysége nem képes lekövetni, vagy arra időben reagálni. A hibridek esetén a menet közbeni kigyulladás okozója az akkumulátor előmelegítő berendezése volt. Egy másik járműtűznél pedig egy elektromos fűtőszál volt az okozó, több példa is előfordult, amikor a tűz okozója a hajtóakkumulátor volt.²³ Az akkumulátor előmelegítője fontos szerepet lát el az akkumulátor kondicionálásában, mivel azt 0–35 °C között kell tartani – csak ebben a tartományban képes működni. Ez egy 480–1000 V feszültségű fűtőberendezés, amelyben a fűtőszál a fűtővízzel közvetlenül érintkezik, ez magas kockázati tényező a jármű tűzbiztonsága tekintetében, ugyanis a vízben kialakulhat elektromos vezetés, vagy a fűtőszál zárlata is vezethet túlmelegedéshez. Az előbb említett tüzesetek mindegyike forgalomban történt, személyautókkal és autóbuszokkal kapcsolatosan. A cikkben felsorolták a kifejezetten akkumulátorral megtörtént tüzesetek okait, amelyek a következők

²¹ Vegyes töltésű hibrid.

²² LINJA-AHO 2020.

²³ XUNING et al. 2018.

voltak: az akkumulátor csatlakozója laza volt, emiatt a rögzítő csavar túlmelegedett, és az akkumulátor kigyulladt. A jármű karosszériájának oldalába bekövetkező ütközés tönkretette a hűtő- és akkumulátormodult, így az lángra kapott. Nagy sebességgel történő ütközés hatására megrongálódott a 480 V feszültséggel üzemelő kábelrendszer, és az meggyújtotta az éghető gázt, amely az akkumulátorból szivárgó elektrolitból származott. Az ütközés hatására megrongálódott 480 V feszültségű kábelrendszer szikrakisülést okozott, meggyújtva a cellák nagyrészét, majd az egész járművet. Belső rövidzárlat és a BMS²⁴ meghibásodása miatti túlmelegedés is gyakori tűzokozók.²⁵

Személyes tapasztalatainkból, illetve egy amerikai forrásból is szeretnénk kiemelni, hogy a közúton történő járműtüzek mögött meghúzódó ok maga a baleset is lehet, amelyet például ütközés, felborulás és ráfutás jelenthet. Az előzőekben felsorolt hibrid hajtóakkumulátorral történő tüzesetek okozója számos esetben maga az ütközés és az abból származó fizikai károsodás volt.

A hagyományos meghajtású járművek baleseteinél sérülhet a jármű üzemanyag-ellátó rendszere, ettől pedig üzemanyag szabadulhat ki, amely a hőforrásként szolgáló meghajtó motorra folyva lángra lobban, másrészt az ütközés következtében kialakulhatnak szikraforrások sérült elektromos rendszerből is, így az üzemanyag az elektromos szikra hatására meg tud gyulladni, ha a folyadék párologni kezd.²⁶ Hasonlóan viselkedik a forró, akár 100-120° C hőmérsékletű kenőanyag és hűtőfolyadék. Balesetek alkalmával a segédanyagok tárolására szolgáló tartályok gyakran sérülnek elsőként, hiszen ezek a jármű motorterében, jellemzően az ütközőzónához közel helyezkednek el. A külföldi és hazai források is az autóbustüzek keletkezési okait, hasonlóan, mint a személygépjárműveknél, három nagy csoportra bontják, úgy mint elektromos meghibásodás, hőfejlődés a kerekeknél és a motor alkatrészeinek meghibásodása.²⁷ A buszok tüzeseteinek több mint 50%-a vezethető vissza a motortérhez. Az autóbuszok esetében is új keletkezési okként merül fel az elektromos hajtásrendszer, valamint az energiatárolásra szolgáló akkumulátortelepek. Nemcsak a buszok esetében, hanem a személy- és tehergépjárműveknél is a motortérben megtalálható gumialkatrészek, tömítések, hőszigetelő anyagok, segédanyagok – gépelemek, mint olaj, hűtőfolyadék, továbbá elektromos berendezések, kábelek mind-mind növelik a tűzterjedés kockázatát, elősegítik a tűz további terjedését. A motortérben található forgó gépelemek, kopó alkatrészek, mint vízpumpa, olajpumpa, csapágyazás vagy szíjak elhasználódása, meghibásodása szintén gyakori ok a tűznél. Szintén gyakori a turbófeltöltővel szerelt járműveknél a berendezés túlmelegedéséből adódó tűzkeletkezés a motortérben. Az elektromos rendszerekben keletkezett hiba tüzet okozhat a motortérben, az akkumulátor(ok)nál, vagy annak mentén, a kábelköteg útvonalán. Általában ezek a meghibásodások további kategóriákra bonthatók, mint túlterhelt vezetékek, nagy ellenállású csatlakozások és szikrakisülés. A harmadik kategória pedig a futóműveknél előforduló tűz, amelynek oka általában a szoruló fékek okozta súrlódásból származó hő, amely később átterjed a jármű abroncsára. Az ebből a forrásból származó tüzek általában a buszokra és tehergépjárművekre, valamint azok pótkocsijaira

²⁴ Battery management system, azaz akkumulátorfelügyelő rendszer.

²⁵ WÖHRL et al. 2021.

²⁶ AHRENS 2021.

²⁷ HAMMARSTRÖM et al. 2008.

jellemzőek, ugyanis ezek rendelkeznek nagy teljesítményű levegőrendszerű fékberendezéssel, hiszen a jármű tömege önmagában több mint egy személygépjárműé, nem beszélve a tehergépjárművek által szállított rakomány tömegéről, amely plusz tömeget jelent.²⁸ Tehergépjárműveknél a rakománytüzek kiemelt figyelmet érdemelnek, ugyanis a keletkezett tüzek olthatósága szempontjából fokozott veszélyt jelentenek. Ebben az esetben azonban rakodási jogszabályoknak kell megfelelni, különösen a speciális tűzveszélyes anyagokra vonatkozóan. A rakományok tüzeinek megelőzése érdekében a legfontosabb feladat a rakomány lángtól, szikrától és hőszugárzástól való védelme.²⁹

Tüzek megelőzésének lehetőségei

Az előbbiekben bemutatott példák és tapasztalatok alapján a járművekkel kapcsolatos tüzek megelőzése összetett mérnöki kihívás. A következő fejezetben a különböző források megelőzési lehetőségeit összesítve mutatjuk be. A hagyományos és az alternatív hajtású járművek tűzkeletkezési okai nagy hasonlóságokat mutatnak mindaddig, amíg nem a hajtásrendszert vizsgáljuk. Míg a hagyományos járművek belső égésű motorja kockázati tényező, addig az alternatív meghajtásnál az energiatároló akkumulátor, a meghajtó elektromotor és a 480–1000 V feszültségű kábelrendszer nagyobb veszélyt jelentenek. Az elektromos rendszerhiba az alternatív járműveknél sokkal gyakrabban fordul elő. Az ebből származó tűz lefolyása rövidebb idő alatt következik be, amely annak tudható be, hogy a tűz terjedése nem csupán a keletkezés helyére korlátozott, ugyanis a 480–1000 V feszültségű rendszeralkotó kábelek mentén vagy egy cellából kiindulva egy egész akkumulátortelepen végig képes haladni, ezzel az egész járművet lángokba borítva. Egy belső égésű motor esetében a motortérből a tűzfal miatt, ami fizikai gátat képez, a tűz korlátozottan képes az utastérbe jutni, azonban a szélvédőn keresztül hosszabb idő alatt már képes átterjedni az utastérbe. A legkiszámíthatatlanabb tényező pedig a baleset következtében keletkezett fizikai sérülés a járműben, ami azonnal megváltoztatja a jármű állapotát. A baleset következtében üzemanyag, hűtés és kenés hiányából származó alkatrész-meghibásodás, túlmelegedés mind tűzkeletkezési ok. Egy tisztán elektromos jármű esetén ezek mindegyike fennáll az üzemanyag kivételével. Ehhez ellenben hozzáadódik még az akkumulátortelep és az elektromos motor deformációja, ami sokszor ellehetetleníti a tüzeset megelőzési lehetőségét. Erre az egyetlen megoldás a jármű helyes konstrukciójának elkészítése, tehát gyűrődési zónák kialakítása, ahol a jármű az ütközésből származó energiát elnyeli, akkumulátor elhelyezését ezekbe mellőzni kell. A 480–1000 V feszültségű kábelrendszert pedig megfelelő szigeteléssel kell ellátni, minél jobban óvni kell a dörzsölő hatástól, illetve rögzíteni is úgy kell, hogy a karosszériára az áram ne folyhasson át, amely nemcsak tűzveszélyes, de élettani hatása is van. A benzin- és gázolajüzemű járműveket tekintve belátható, hogy legtöbbször a motor környezetéből indul a tűz. A hagyományos hajtóanyaggal üzemelő járművek tüzeinek megelőzésekor tehát a legfontosabb, hogy az üzemanyag-ellátó rendszer biztonsági elemmel, hiszen az üzemanyag táplálná magát

²⁸ NAGY 2016; SMYTH–DILLON 2012.

²⁹ BLESZITY–ZELENÁK 1989.

a tüzet mint éghető anyag. Már a 2000-es évek óta alapfelszereltség az úgynevezett borulásérzékelő, amely a jármű pozícióját vagy a rá ható gravitációs gyorsulást figyeli, és a beállított értékek túllépése esetén automatikusan hatástalanítja az üzemanyag-pumpát, ezzel meggátolva az üzemanyag-ellátást. Kötelező biztonsági elemként kellene beszerezni az esetleges üzemanyag-ellátó rendszer sérülését figyelő érzékelőt. Ez egy nyomásérzékelő, amely figyeli a nyomásesést a rendszerben, szivárgás esetén lezár egy szelepet, ezzel megakadályozza az üzemanyag további áramlását.

Mivel a balesetekből származó tüzek száma is jelentős, fontosnak tartjuk, hogy a járművezetői tanfolyamon nagyobb figyelmet kapjon a baleseti oktatás. Ennek keretében kaphatna felvilágosítást minden jogosítványt szerző a különböző járműtípusnak megfelelő tűzokozó tényezőkről, a megelőzési lehetőségekről, a karbantartás fontosságáról, illetve a baleset bekövetkeztekor szükséges teendőkről, különös figyelemmel az új típusú járművek tűzbiztonságára, mint például a főbiztosíték, vagy a biztonsági hatástalanítókábel elhelyezkedése a hibrid és elektromos járművek esetében. Továbbá megelőzésként a gyártó a jármű gyártása során kötelezően elhelyezhetné a keletkezendő tűz oltásához szükséges oltóberendezést. Az elektromos járművek töltésével kapcsolatban a járműforgalmazók pedig kötelező tréninget tarthatnának vásárlóik számára, mivel sok esetben töltés közben, a nem megfelelő csatlakozó alkalmazása miatt történnek tüzesetek.³⁰ Végezetül a személygépjárművek és a járműflották karbantartási feladatainak elvégzésére is fontos felhívni a figyelmet, azokat a gyártói előírások szerint be kell tartani, így csökkenthető az ilyen jellegű meghibásodásokból származó tüzesetek száma.

Összegzés

Az írásban bemutatott statisztikákból látható, hogy ma Magyarországon a közúti balesetek száma éves szinten egyre nő. E balesetek közül számos igényelt műszaki mentést, ez pedig arra enged következtetni, hogy a balesetek súlyossága is jelentős. Arra a következtetésre jutottunk, hogy az átalakulóban lévő járműipar magában hordozza a növekvő veszélyeket, ugyanis a hibrid és elektromos meghajtású járművek tűzbiztonsága jóval összetettebb, mint a hagyományos belső égésű motoros járművéké. Már nemcsak a motorra kell úgy tekinteni, mint lehetséges tűzkeletkezési forrás, hanem más egyéb kiegészítő rendszereket is számításba kell venni, ami növeli a kockázatot. Az új berendezések eddig ismeretlen kihívásokat támasztanak a beavatkozó személyekkel és felhasználókkal szemben, ezért ezek felderítése, megismerése nagyon fontos feladat, aminek a megelőzés és kárfelszámolás terén is kiemelt jelentősége van. Kutatásunk során nem találtunk olyan írást, amely átfogó képet adna a különböző közúti közlekedésben részt vevő járművek tűzkeletkezési okairól, csak kategorizáltan egy-egy típusra vonatkozóan megtörtént tüzeset leírására találtunk példákat, amelyeket felhasználtunk és hasznos tapasztalatként beépítettünk munkánkba. További feladatként szeretnénk a járműtüzeket kutatni, az alkalmazott és beépített anyagok

³⁰ BRZEZINSKA–BRYANT 2022.

tűzbiztonságát vizsgálni, ezzel segítve a megelőzés lehetőségeinek bővítését és növelni a kárfelszámolás hatékonyságát.

Irodalomjegyzék

- AHRENS, Marty (2021): *U.S. Vehicle Fire Trends and Patterns*. National Fire Protection Association. Fire Analysis and Research Division
- AKAMPUMUZA, Obed et al. (2016): Review of the Applications of Biocomposites in the Automotive Industry. *Polymer Composites*, 38(11), 2553–2569. Online: <https://doi.org/10.1002/pc.23847>
- BARTHA Iván – FENTOR László (2006): A tűzvizsgálat alapjai. Budapest: Főváros Tűzoltóparancsnokság.
- BEKE Dóra – FÖLDI Alexandra – KUTI Rajmund (2019): Közúti balesetek során bekövetkező talajszennyezések és kárelhárítási eljárások vizsgálata. *Hadmérnök*, 14(3), 13–20. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.3.2>
- BLESZITY János – ZELENÁK Mihály (1989): A tűzoltás taktikája. Budapest: BM.
- BRZEZINSKA, Dorota – BRYANT, Paul (2022): Performance-Based Analysis in Evaluation of Safety in Car Parks under Electric Vehicle Fire Conditions. *Energies*, 15(2), 649. Online: <https://doi.org/10.3390/en15020649>
- ÉRCES Gergő – KOMJÁTHY László (2018): Mérnöki módszerek szerepe a felszín alatti vasútvonalak tűzvédelmi helyzetének alakulásában. *Hadmérnök*, 13(4), 190–199. Online: www.hadmernok.hu/184_15_erces.pdf
- HAJDU, Csaba – KUTI, Rajmund (2018): Designing Complex Technical Rescues with a Proprietary Application (Computer Program). *AARMS*, 17(1), 45–52. Online: <https://doi.org/10.32565/aarms.2018.1.5>
- HAMMARSTRÖM Rolf et al. (2008): *Bus Fire Safety*. SP Technical Research Institute of Sweden. Online: <http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:962472/FULLTEXT01.pdf>
- HIGGINS, Mike (2012): Vehicle Fires: A Practical Approach. Online: www.cafsti.org/wp-content/uploads/Vehicle-Fires-a-Practical-Approach.pdf
- HORVÁTH, Galina – KUTI, Rajmund (2017): Задачи руководителя аварийно-спасательных работ по ликвидации аварий при перевозке опасных веществ автотранспортом. *Pozhary I Chrezvychajnye Situacii, Predotvrashenie Likvidacia*, 2017/1, 30–35. Online: <https://doi.org/10.25257/FE.2017.1.30-34>
- KANYÓ Ferenc (2018): Elektromos gépjárművek tűzoltásának nemzetközi és hazai tapasztalatai. *Védelem Online, Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár*, 2, 19–20.
- Központi Statisztikai Hivatal [é. n.]: *Közlekedési balesetek*. Online: www.ksh.hu/statdat_files/ege/hu/ege0061.html
- KUTI Rajmund (2019): *Alkalmazott műszaki mentések és technikák*. Győr: Palatia.
- LINJA-AHO, Vesa (2020): Hybrid and Electric Vehicle Fires in Finland 2015–2019. *Fires in Vehicles (FIVE) Conference*. Online: <https://bit.ly/41ukO5q>
- NAGY Péter (2016): Közúti közlekedés – Autóbusztüzek tapasztalatai. Online: <http://vedelem.hu/letoltes/anyagok/-kozuti-kozlekedes-%E2%80%93-autobusztuzek-tapasztalatai.pdf>

- National Fire Data Center (2018): Highway Vehicle Fires (2014–2016). *Topical Fire Report Series*, 19(2), 1–11. Online: www.usfa.fema.gov/downloads/pdf/statistics/v19i2.pdf
- SMYTH, Suzanne – DILLON, Scott (2012): Common Causes of Bus Fires. *SAE Technical Paper Series*, 1–10. Online: <https://doi.org/10.4271/2012-01-0989>
- SVENSSON, Stefan (2002): A Study of Tactical Patterns During Fire Fighting Operations. *Fire Safety Journal*, 37(7), 673–695. Online: [https://doi.org/10.1016/S0379-7112\(02\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S0379-7112(02)00027-9)
- SZABÓ Viktória – MOLNÁR Kristóf – NAGY Rudolf (2018): Elektromos járművek tűzbiztonságának vizsgálata. *Védelem Tudomány*, 3(2), 77–118. Online: www.vedelemtudomany.hu/articles/06-szabo-molnar-nagy.pdf
- TÓTH Zoltán (1984): A közúti járművek tűzvédelme. In HUSZÁR Imre: *Közlekedési eszközök és létesítmények tűzvédelme*. Budapest: BM, 288–308.
- WÖHRL, K. et al (2021): Crashed Electric Vehicle Handling and Recommendations – State of the Art in Germany. *Energies*, 14(4), 1040. Online: <https://doi.org/10.3390/en14041040>
- XUNING Feng et al. (2018): Thermal Runaway Mechanism of Lithium Ion Battery for Electric Vehicles. *Energy Storage Materials*, 10, 246–267. Online: <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2017.05.013>

Jogi források

- 1/1975. (II. .) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=97500001.kpm>
- 39/2011. (XI. 5.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól. Online: <https://njt.hu/jogszabaly/2011-39-20-0A>

Kiss Adrienn¹

Létfontosságú rendszerelemek vizsgálata 1. – Hálózatosságvizsgálat²

Critical Infrastructure Analysis 1 – Network Analysis

Absztrakt

A létfontosságú rendszerelemek – más néven kritikus infrastruktúrák – interdependens kapcsolatban álló létesítmények és rendszerek, amelyek működésük szempontjából létfontosságúak egy adott ország általános biztonságának, gazdasági működőképességének, illetve a lakosság létszükségeinek fenntartásához. Bár a létfontosságú rendszerelemről tudjuk, hogy elengedhetetlenek egy ország normális működéséhez, nem teljesen feltárt, hogy egy rendszerelem működésének változása milyen módon befolyásolja a többiét. A kutatásom során először a kritikus infrastruktúrák hálózatossága általi interdependenciát, vagyis kölcsönös függőségét vizsgálom. A kritikus infrastruktúrák hálózatosságát hazai viszonylatban egy nyílt forráskódú hálózatelemző és -ábrázoló szoftver (Gephi) segítségével vizsgáltam. A tanulmány három darab létfontosságú szektorhoz tartozó objektumokat, az egészségügyi ellátó intézményeket, a víziközműveket és a villamosenergia-termelő egységeket és -alállomások közötti kapcsolatokat vizsgálja. A vizsgálat során 189 darab objektumot rögzítettünk a Gephiben földrajzi koordináta alapján, majd vizsgáltuk közöttük a hálózatosságot.

Kulcsszavak: létfontosságú rendszerelem, hálózatosság, interdependencia, kritikus infrastruktúra

¹ Doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, e-mail: adriennk73@gmail.com

² A mű az NTP-SZKOLL-Z1-0027 számú projekt keretében, a Miniszterelnökség támogatásával, a Nemzeti Tehetség Program című pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Abstract

Critical infrastructures are interdependent interconnected facilities and systems that are vital to the overall security, economic viability, and livelihood of a country's population. Although critical infrastructures are known to be essential for the normal functioning of a country, how changes in the functioning of one system element affect others is not fully examined. In my research, I will examine the interdependence, or interdependence through networking, of critical infrastructures. I examined the networking of critical infrastructures in a domestic context using an open-source network analysis and mapping software (Gephi). The study examines the interconnections between three critical sector objects: healthcare facilities, water utilities, and electricity generation units and substations. In the study, 189 objects were recorded in Gephi according to their geographical coordinates, and the connectivity between them was examined.

Keywords: critical infrastructure, network, interdependence

Bevezetés

A létfontosságú rendszerelemekre egyre nagyobb figyelem terelődött az elmúlt években a kutatások, illetve a szakpolitikai és politikai viták során, miután a rendszerelemek egyre nagyobb kitettsége, a katasztrófák okozta zavarok vagy akár az infrastrukturális rendszerek, eszközök tulajdonjogának és felelőségének a változása aggodalomra adott okot.³ Magyarországon vagy a világ bármely más térségében a létfontosságú rendszerelemek jelentős szerepet töltenek be az emberek életében. Nap mint nap kiszolgálják a létszükségleteinket, és hozzájárulnak a gazdasági működőképesség, illetve a közbiztonság fenntartásához is. Ilyen rendszerelem többek között az ivóvízhálózat, a villamosenergia-rendszer és a közúthálózat is. Azt pedig mindenképpen szükséges nyomatékosítani mind a társadalom tagjai számára, mind pedig a döntéshozók részére, hogy milyen fontos számunkra a létfontosságú rendszerelemek védelme.⁴ A hazai jogszabályi környezet a létfontosságú rendszerelemet a következőképpen definiálja:

„[...] szolgáltatás, eszköz, létesítmény vagy rendszer olyan rendszerleme, továbbá azok által nyújtott szolgáltatások, amelyek elengedhetetlenek a létfontosságú társadalmi feladatok ellátásához – így különösen az egészségügyhöz, a lakosság személy- és vagyonbiztonságához, a gazdasági és szociális közszolgáltatások biztosításához, az ország honvédelméhez – és amelynek kiesése e feladatok folyamatos ellátásának hiánya miatt jelentős következményekkel járna.”⁵

A világnak mindig szüksége volt az infrastruktúrákra, idővel az emberek, a világ és a környezet változásával pedig megjelentek a hálózatos infrastruktúra-rendszerek, mint például az ókorban is használatos vízvezetékrendszer vagy Kína úthálózata. Az idő

³ STEELE–HUSSEY–DOVERS 2017.

⁴ HORVÁTH 2010.

⁵ 2012. évi CLXVI. törvény.

előrehaladtával pedig ezeknek az infrastruktúráknak a védelme már nem opcionális, hanem szükségszerű. Ami még szükségszerűbbé teszi a védelmüket, az például a napjainkban egyre gyakrabban megmutatkozó kiberhadviselés,⁶ amelynek részét képezi az elektronikai hadviselés⁷ vagy a kiberfenyegetettség, amely többek között olyan létfontosságú rendszerelemeket is érint, mint például a közlekedési ágazat⁸ vagy akár a tanulmány részét képező víziközmű-szolgáltatás.⁹ Amit érdemes megemlíteni még az infrastruktúrák tekintetében az az, hogy az egyik milyen hatással van a másikra. Az emberek életében folyamatosan jelen lévő alapvető szükségleteket kielégítő szolgáltatásokat az infrastruktúrák és rendszerei biztosítják, ezért vizsgálatuk, a feladatuk fontosságát tekintve is elengedhetetlen. A létfontosságú rendszerelemek és védelmük kapcsán nem csak az egyes fenyegetési tényezőket, jogszabályokat, humán erőforrást és más módon felmerülő szempontokat lehet figyelembe venni, de annak a vizsgálata sem elhanyagolható, hogy az adott létfontosságú rendszer elem működése, kiesése vagy esetleg megszűnése milyen hatással van más rendszer elemekre és azoknak a működésére. Az évek során már számos szakember foglalkozott a kritikus infrastruktúrákkal, illetve, hogy egy-egy katasztrófa bekövetkezése milyen hatással volt a létfontosságú rendszerekre,¹⁰ azonban azt is figyelembe kell vennünk, hogy az infrastruktúrák milyen hatással vannak egymásra. Jelen tanulmány középpontjában a hazai létfontosságú rendszer elemek hálózatossága, kölcsönös függőségük és Magyarország területi egységeinek a kritikussági vizsgálata áll. A nemzetközi jogszabályi környezet kritikus infrastruktúráként, a hazai jogszabályi rendszer 2012 óta létfontosságú rendszer elemekként hivatkozik ezekre az alapvető szolgáltatást nyújtó szervezetekre. A két megnevezés szinonimája egymásnak, így a tanulmány során mindkettő alkalmazható.

Létfontosságú rendszer elemek hálózatossága

A hálózatok mindenhol jelen vannak. Gyakori és ismert példává vált a mindenhol jelen lévő hálózatokra vonatkozóan az internet, az infrastrukturális hálózatok, a társadalmi, politikai és gazdasági hálózatok, a tudományometriai hálózatok, de akár említhetnénk a táplálékhálózatot is.¹¹ Ezek mellett számos más, jobban vagy kevésbé említett hálózat létezik több kutatási területen is. Erre példaként említhető többek között a mobilhálózatok által nyújtott lehetőségek használata a pandémia terjedésének követése esetében is.¹² A hálózattudomány fejlődése több tényezőre vezethető vissza, mint például a dinamikus és sokrétű hálózatokhoz elengedhetetlen, fejlettebb matematikai képességek, a nagy mennyiségű humán adathoz történő hozzáférés, a nagy számítási kapacitással rendelkező számítógépes technológia, amely nagy

⁶ BÁNYÁSZ 2017.

⁷ FARKAS-TÓTH 2012.

⁸ BÁNYÁSZ 2016

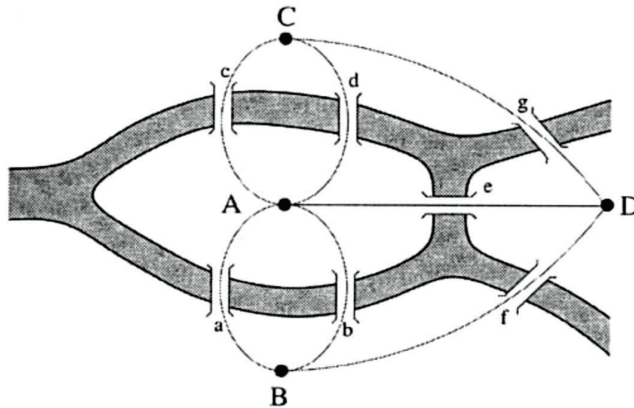
⁹ SZÁDECKY 2021.

¹⁰ BÁNYÁSZ 2013.

¹¹ BARABÁSI 2013: 13–15.

¹² NÉMETH-MAGYAR 2020.

adatrendszerek rögzítésére és kezelésére képes, valamint az egyetemek, kormányzatok vagy az ipar részéről történő hálózati gondolkodás elfogadása.¹³ A hálózatelemzés alapjait Leonhard Euler fektette le még 1736-ban, amikor a Königsbergi hidak esetét egy új matematikai módszerrel oldotta meg. A kérdés az volt, hogy a négy szárazföldet összekötő hét hídön végig lehet-e úgy sétálni, hogy minden szárazföldet érintve egynél többször egyik hídon se menjünk át.¹⁴ Euler elemezve a város 1. ábrán látható, akkori infrastrukturális adottságait konkrét matematikai bizonyítást adott arra, hogy nem létezik olyan útvonal, amelyen minden szárazföldet érintve minden hídon csak egyszer tudunk átmenni. Euler bizonyítása úttörőnek tekinthető módszertanát tekintve annak ellenére vagy talán pont emiatt is, hogy magyarázata még a matematikában kevésbé jártasak számára is testközelbe hozza a probléma megoldását.¹⁵



1. ábra: Königsberg elrendezése 1875 előtt, Kneiphof-sziget (A) és Pregel folyó két ága közötti D terület látható az ábrán

Forrás: BARABÁSI 2013: 13–15.

Így nem is maga a megoldás került végül a történelemkönyvekbe, hanem a módszer, ahogy a bizonyítás készült, ugyanis Euler a hidakat – mai szemszögből nézve – gráfoknak tekintette, vagyis olyan éleknek, amelyek valamilyen fajta pontokat kapcsolnak össze. A folyóval elválasztott területeket betűkkel jelölte, az élek a hidak voltak. Olyan ábrázolásmódot vezetett be, ahol a pontok és élek rendszerét átlátható módon, a szükséges információkat közvetítve lehet illusztrálni. Euler matematikai módszerekkel bizonyította be, hogy a felvetődött kérdésnek nincs lehetséges megoldása. Mivel a hálózattudomány kialakulásának alapjairól van szó, fontos tisztázni, hogy szükséges-e a gráfnak és a hálózatnak az elhatárolása.

A hálózatok matematikai terminológia szerint gráfok, így azok szinonimaként használhatóak. A gráfokban lévő pontok és kapcsolatok mennyiségének drasztikus

¹³ AUER-JÓÓ 2019: 9.

¹⁴ EULER 1736: 128–140.

¹⁵ BARABÁSI 2013: 13–15.

növekedésével egy új terület kezdett kibontakozni, a hálózatelemzés, amelynek fókuszában a nagy méretű gráfok és az azokban lévő összefüggések vizsgálata áll.¹⁶ Mind a gráfelmélet, mind pedig a hálózatelemzés függetleníti magát a vizsgálat tárgyától és a pontok és élek kapcsolatrendszerére, struktúrájára vonatkozóan von le következtetéseket, mutat rá összefüggésekre. Ezen eredmények pedig adaptálhatók a vizsgálat tárgyára. Összefoglalva a fontos tudnivalókat, a gráfok, hálózatok tulajdonságai magukban a felépítésükben, vagyis a pontok és az élek kapcsolatrendszerében rejlenek. Egy él hozzáadása úgy meg tudja változtatni a gráf felépítését, hogy az egyes feltételek akár meg is szűnhetnek, míg mások akár életre is kelhetnek.¹⁷ A hálózattudomány arra is alkalmas, hogy megmutassa: a Földön egymástól csak hatlépésnyi távolságban vagyunk egymástól. A hatlépésnyi távolság röviden azt jelenti, hogy a Földön létező összes ember közül átlagosan öt más egyénen keresztül – akik közül az egyik személyes ismerős – kapcsolatot lehet létesíteni egy, a világban bárhol lakó, véletlenszerűen vagy meghatározott módon kiválasztott személlyel. Az elmélet alapján a világ társadalmi kapcsolatrendszerének (vagyis hálózatának) sajátossága tehát, hogy az egymástól való távolságunk együttesen, átlagosan hat.¹⁸ A hálózati szemlélet hozzásegít minket ahhoz, hogy mélyreható kérdésekkel foglalkozzunk az emberi, biológiai, gazdasági és egyéb, egymástól függő szervezethez mutató rendszerekkel kapcsolatban.

Hálózatosság és összetevői

A hálózattudományt fel tudjuk használni arra, hogy elemezzünk, tervezzünk és összetett társadalmi, technikai rendszereket irányítsunk. Alkalmas többféle tartomány együttes modellezésére, és irányítani tudjuk az előbb említett társadalmi, technikai rendszerek közösségi viselkedésre gyakorolt hatását, a hálózati struktúrán keresztül.¹⁹ A hálózatelemzés pedig arra a feltételezésre épül, hogy egy ok, egy effekt vagy egy szempontok közötti kapcsolat magában foglal valamit, ami hálózatként fogalmazható meg. Az oka annak, hogy egyre gyakrabban fordul elő egy absztrakt vagy konkrét rendszerről való hálózatos gondolkodás az, hogy egyre több összetett, nagyszámú és egymással kölcsönhatásban lévő egységet magában foglaló, komplex rendszert vagyunk képesek áttekinteni, legfőképp az információtechnológia hatalmas, robbanásszerű fejlődésének következtében.

A kutatás tárgyát szem előtt tartva a vizsgálat során a részletes matematikai elemzések helyett a hálózatok összefüggései kerültek a fókuszba. A hálózatosság mutatja meg, hogy mely rendszerek milyen összeköttetésben állnak egymással. Az ábrázoláshoz csomópontokra és élekre, kapcsolatokra van szükség, így lehet érzékelteni a rendszerelemek hálózatát.²⁰ A kutatás részeként ezért információt kellett gyűjtenem magyarországi viszonylatban az országban található – és a jelen kutatás szempontjából is releváns – kritikus infrastruktúrák hollétéről.

¹⁶ BARABÁSI 2013.

¹⁷ BARABÁSI 2013: 13–15.

¹⁸ BARABÁSI 2013: 25–36.

¹⁹ VICSEK 2006.

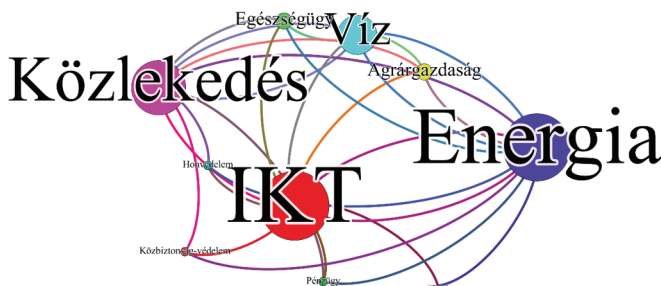
²⁰ PLATT 2019: 12.

Létfontosságú szektorok hálózatossága

Egy adott hálózatot egy nagy rendszerként lehet leírni, amely adott számú részből, részegységből áll. Ezek a részegységek össze vannak kötve, és így teszik lehetővé a kommunikációt egymás között, egymás mentén vagy az egységek és a központ között. A tanulmányban tárgyalt hálózatok kapcsán a részletes matematikai ismérvek bemutatása nem szükséges, az összefüggések feltárása a kutatás folyamán anélkül is kivitelezhető és levezethető. Két aspektusból közelíthető meg a létfontosságú rendszerelemek vizsgálata, egyrészt az európai uniós irányelv alapján:

„Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/1148 irányelve (2016. július 6.) a hálózati és információs rendszerek biztonságának az egész Unióban egységesen magas szintjét biztosító intézkedésekről” „(Directive 2016/1148 of the European Parliament and of the Council of 6 July 2016 concerning measures for a high common level of security of network and information systems across the Union”, továbbiakban: NIS-D).

Másrészt pedig megközelíthető a már említett 2012-es Lrtv. alapján. Mivel az interdependenciák azonosítását célozza meg a tanulmány, ebben a NIS-D általi alapvető szolgáltatást nyújtó szektorok vizsgálata akadályokba ütközött. A jelenleg hatályos NIS-D nem ad lehetőséget arra, hogy az általa kijelölt alapvető szolgáltatást nyújtó szektorok körében kölcsönös függőséget lehessen vizsgálni, ugyanis e szektorok kijelölésének listája szűkebb, mint az Lrtv.-ben megnevezettek. A 2. ábrán szemléltetem a vizsgált létfontosságú szektorokra vonatkozó kölcsönös függőséget. Az energiaszektor függésben áll a vízsztortól, példának okáért az utóbbinak az Lrtv. alapján van vízbázisok védelme alszektora, ami összeköthető azzal, hogy vannak energiát termelő, megújuló energiaforrások. A NIS-D alapján e szektoron belül csak ivóvízellátás és -elosztásról beszélhetünk, amely esetében az interdependencia-vizsgálat nem reális eredményeket hozna, hiszen e terület sok más alszektora kiesne a vizsgálat tárgya alól, amelyek viszont szoros függőségben állnak más szektorokkal. Azonban nem ez az egyetlen olyan eset, amikor az interdependencia nem jelenik meg megfelelőképpen a vizsgálat során, így az Lrtv. mint hazai jogszabály alkalmasabb a szektorok, infrastruktúrák vizsgálatára.



2. ábra: Az Lrtv. alapján létfontosságúnak azonosított ágazatok és az ezáltal kiválasztott szektorok interdependenciája

Forrás: a szerző szerkesztése RINALDI–PEERENBOOM–KELLY 2002 alapján

Az energiaszektor létesítményeinek egy részéhez elengedhetetlen a víz mint létfontosságú szektor alszektorának, a vízbázisok védelmének a megléte. Általánosságban beszélhetünk az energiaszektor közlekedéstől való függéséről is, ugyanis egyes energiát termelő aggregátorok nem működnek üzemanyag nélkül, amely pedig a logisztika, mint olyan nélkül nem tudna Magyarországra és Magyarországon belül mozogni. Itt kerül előtérbe például az az evidencia, miszerint a villamosenergia-szektor kiemelt szerepet játszik a kritikus infrastruktúrák között. Ez a megközelítés pedig feltételezhető olyan szempontból, hogy áram nélkül nem működik más infrastruktúra, de mivel maga az energia léte is kötött más-más szektorokhoz, így a kritikusságot vissza is tudnánk vezetni azon tényezőkhöz, amelyek elengedhetetlenek az energia termeléséhez. Emellett az infokommunikációs technológiák (továbbiakban: IKT-technológiák) azok, amelyeket kiemelhetünk az infrastruktúrák közül kritikusság szempontjából. Ennek megalapozása az, hogy az összes többi szektor függ tőle, ugyanúgy, mint az energiától.

Amennyiben a kölcsönös függőséget számszerűsíténénk, az IKT-technológiák szektora minősülhetne a legkritikusabb szektornak, ugyanis az összes létfontosságú szektor függésben áll tőle, azonban az IKT-technológiák szektora nem áll függésben annyi létfontosságú szektortól, mint például maga az energiaszektor is. Ezért a számszerűsítést tekintve is különbséget lehet tenni a kritikus és kritikussabb szektor között. Az egészségügy mint szektor más módon lehet legkritikusabb kritikus infrastruktúra, ugyanis, ha a szektorok függőségét vizsgálom, megállapítható, hogy egyik sem függ tőle. Amennyiben a kritikusságot úgy mérném, hogy ettől a szektortól emberi életek függenek, ilyen szempontból feltételezhetően ez lehetne a legkritikusabb kritikus infrastruktúra. Ezt egészíti ki az is, hogy egészséges emberek szükségesek ahhoz, hogy üzemeltessék, működtessék a rendszereket, ellássák a feladatokat, nyújtsanak szolgáltatásokat. A vízszektortól nemcsak az egészségügyi szektor, de akár a közlekedés, agrárgazdaság, ráadásul az energiaszektor egy része is függ. Ivóvíz nélkül sem lennének képesek az emberek hosszú ideig élni, ilyen megközelítésből következtethetünk arra, hogy az ivóvízellátás mint szerezlem a legkritikusabb kritikus infrastruktúra. A hálózatos szemlélettel végiggondolt interdependenciákkal azt kívántam kifejezni, hogy egyrészt egyik-másik szektor függésben áll egymástól, így még jobban oda kell figyelniük a védelmükre, hiszen sérülésük, működésük hatással van egymásra. A másik, amit szemléltetni kívántam az az, hogy a villamosenergia-rendszerek összessége vagy konkrétan az energiaszektor adott szempontok alapján lehet a legkritikusabb kritikus infrastruktúra, de ez akár túl általánosnak is minősülhet, így meg kell először határozni, hogy mely tekintetben minősül annak, ugyanis más-más módon, de valamennyi létfontosságú rendszerelemet feltételezhetően nevezhetnénk a legkritikusabb kritikus infrastruktúráknak.

A vizsgált rendszerelemek bemutatása

Hazánkban az MVM Csoport törekszik arra, hogy kihasználja a villamosenergia-piacok nyújtotta lehetőségeket, és a villamos energiához kötődő kereskedelmi, ellátási-elosztási tevékenységen kívül aktív szereplő a villamosenergia-termelésben

is.²¹ A hazai energiapiacra kívül az MVM Csoport a nemzetközi piacon is jelen van, de a tanulmány szempontjából nem releváns az MVM nemzetközi részvételének a bemutatása. Az MVM célja többek között a megfizethető, tiszta energia biztosítása a lakosság részére fenntartható és ügyfélelvárásokhoz méltó módon. Az MVM Csoport tagjai Magyarországon szerte üzemeltetnek áramtermelő egységeket, amelyek között van atomerőmű,²² vannak hagyományos erőművek és megújuló energiaforrások is. Az MVM infrastruktúrái által a magyar villamos energia kulcsfontosságú ellátója.²³ Az MVM Csoport termelőegységei 2020-ban az országos nettó erőművi termelés több mint 60%-át adták, a megújuló alapon megtermelt villamos energia pedig az összes előállított mennyiség 3,5%-a.²⁴

Az ivóvíz az egyik, ha nem a legszigorúbban ellenőrzött élelmiszer. Az ivóvíz-szolgáltatás nagy felelősséggel járó közszolgálat, a csapvíz rendszeresen kell ellenőrizni, és minden szolgáltatónak törvényben van előírva az a kötelezettsége, hogy mintákat vegyenek és ellenőrizzék azokat.²⁵ Hazánkban a víziközmű-ellátás, -szolgáltatás aktuális, illetve jövőbeni kérdéskörével az elmúlt években fokozottan foglalkoztak. Ilyen kérdéskör a vízbázisok biztonságának fenntartása, az ivóvízellátás vízminőségi problémáinak megoldása vagy akár a szabályozásoknak megfelelő víziközmű-struktúra fenntartása.²⁶ Magyarországon minden település rendelkezik közüzemi vízművel és a településeken belül teljesen kiépített a vízellátó hálózat. A víziközmű közcélú vízellátási rendszer, amely többek között a települések ivóvízellátását, az ivóvíztermelést, így az ehhez kapcsolódó ivóvízbázis-védelmet, az ivóvízkezelést, -tárolást, -elosztást, -szállítást, illetve a felhasználási helyekre való eljuttatást biztosítja.²⁷ Összesen 41 víziközmű társaság rendelkezik engedéllyel, hogy hazánkban szolgáltatást nyújtsanak.²⁸

Magyarországon az egészségbiztosítás által, adott jogosultságok alapján a magyar állampolgárok természetbeni ellátás keretében nyújtott egészségügyi és pénzben nyújtott pénzbeli ellátásokat vehetnek igénybe. Minden betegnek joga van ahhoz, hogy az egészségügyi állapotához viszonyítottan, indokoltan, megfelelő és állandó jelleggel hozzáférhető módon, az egyenlő bánásmód követelményéhez hűen egészségügyi ellátást kaphasson, a jogszabályi keretek között.²⁹ Hazánkban az alapellátáson kívül – amelyet a beteg lakóhelyén vagy legalábbis annak közelében biztosítani kell – elérhető a járóbeteg-szakellátás és a fekvőbeteg-szakellátás. Utóbbi kettőt gyógyintézeti, egészségügyi intézményi keretek között lehet igénybe venni, így ezen intézmények védelme kulcsfontosságú.³⁰

²¹ MVM Energetika Zrt. – Termelés, lásd: <https://mvm.hu/hu-HU/Tevekenysegunk/Termeles>

²² Az Lrtv. alapján az atomerőművek nem minősülnek létfontosságú rendszerelemnek, csak a működésük kritikus.

²³ MVM Csoport. Energiát adunk. Lásd: <https://bit.ly/3M7I2b5>

²⁴ MVM Energetika Zrt. Termelés. Lásd: <https://mvm.hu/hu-HU/Tevekenysegunk/Termeles>

²⁵ Magyarország kiváló minőségű ivóvizei. Lásd: www.maviz.org/fogyasztoi_informaciok/magyarorszag_kivalo_minosegu_ivovizei

²⁶ Lásd: www.ovf.hu/hu/ovf-vizikozmu

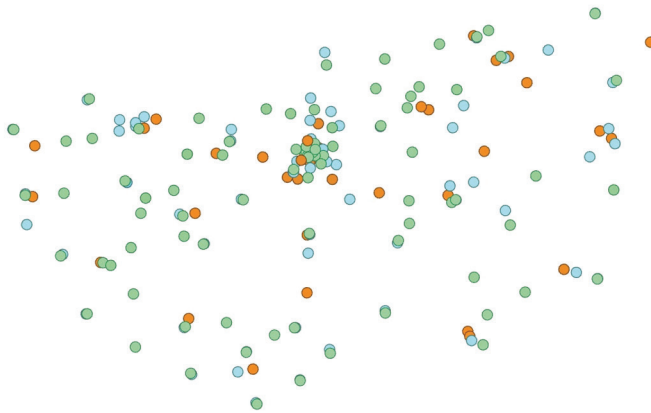
²⁷ 2011. évi CCIX. törvény.

²⁸ Lásd: www.maviz.org/46_vizikozmu_tarsasag_szolgaltathat_az_orszagban

²⁹ Lásd: www.neak.gov.hu/felso_menu/lakossagnak/ellatas_magyarorszagon/egeszsegugyi_ellatasok

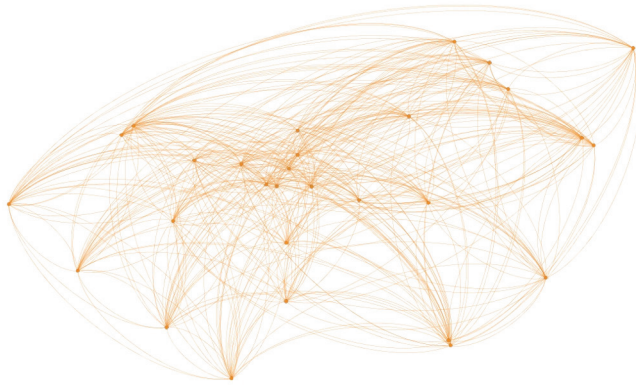
³⁰ Lásd: www.eubetegjog.hu/az-ellatorendszer-felepitese.html

Miután a rendelkezésemre álló adatokat felvittem a Gephibe, a következő lépés a pontok közötti kapcsolatok megállapítása volt. Kapcsolatok nélkül e pontok földrajzi elhelyezkedéséből mindössze azt tudhatjuk meg, hogy egy adott létfontosságú rendszerelem hol helyezkedik el az országban, mely területen van nagyobb számú, több fajtájú és melyik területen van kisebb számú, kevesebb fajtájú infrastruktúra, így elengedhetetlen feltérképezni a feltárható összefüggéseket, kapcsolatokat a pontok között. Az alaphelyzet látható a 4. ábrán, ahol már a koordináták alapján kinyerjük a létesítmények elhelyezkedését. Az ábrából jól látszódik, hogy a GeoLayout segítségével milyen módon rajzolódik ki a Magyarország tekintetében vizsgált kritikus infrastruktúrák földrajzi eloszlása. A földrajzi elhelyezkedést figyelembe véve vannak olyan területek, ahol többfajta és nagyobb számú vizsgált infrastruktúra helyezkedik el, illetve olyan területek is, ahol elszórtan találhatóak meg ezek. Le kell szögezni, hogy összességében ennél több létfontosságú szektor is van, illetve egy adott infrastruktúra sem pusztán egy létesítményből áll, hanem például vezetékekből és egyéb elemekből, rendszerekből is. A rendelkezésre álló adatokat figyelembe véve a tanulmány a három kiválasztott és vizsgált szektor bázislétesítményeire fog koncentrálni. Az ábrázolások során három színt alkalmaztam, az energiaszektorhoz kapcsolódó narancssárga, a vízszektorhoz tartozó kék és az egészségüghöz kapcsolható zöld színjelzéseket. Az infrastruktúrák ellátáshoz kapcsolódó pontjait az alapján kötöttem össze, hogy mekkora a fizikai távolság egy-egy pont között. Például egy villamosenergia-termeléshez kapcsolódó alállomás a legközelebb található pontot fogja ellátni árammal, ugyanígy a víziközmű-szolgáltató is a hozzá közel fekvő létesítményeket látja el ivóvízzel.



4. ábra: A kritikus infrastruktúrák földrajzi koordinátáinak felvitele utáni állapot

Forrás: a szerző szerkesztése

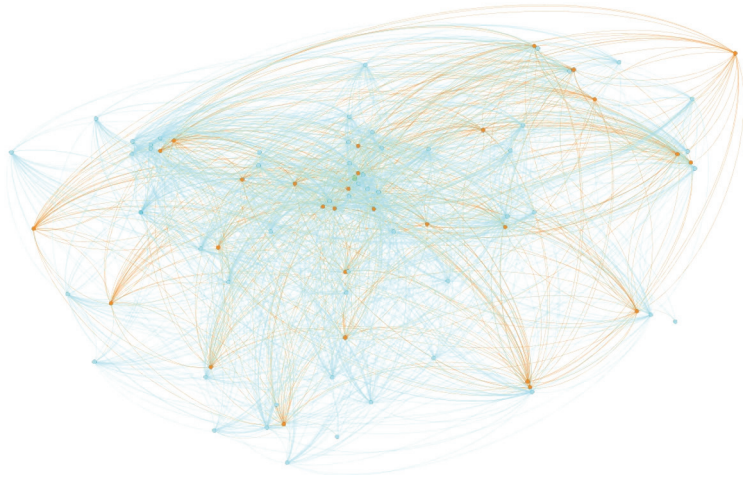


5. ábra: A villamosenergia-termelő egységek és alállomások logikai kapcsolatai

Forrás: a szerző szerkesztése

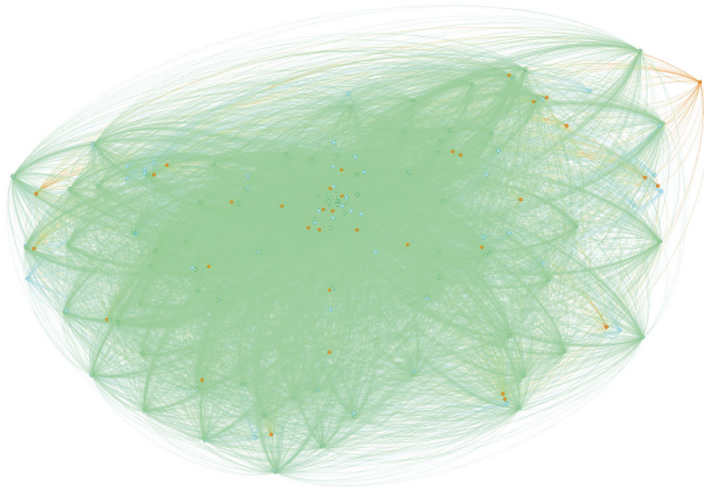
A vizsgált kritikus infrastruktúrák közötti kapcsolatok, bár valós adatok, koordináták alapján ábrázolom őket, nem fizikai, hanem logikai kapcsolatként vannak feltüntetve, mivel nem ismerjük a villamosenergia-, az ivóvíz- és az ellátásban részt vevő egyéb infrastruktúrák pontos rendszerét. Az 5. ábrán a földrajzi koordináták alapján látható Magyarországon a villamosenergia-termelő egységek és alállomások pontos helye. A villamosenergia-termelő egységek kapcsolatban állnak a víziközműekkel és az egészségügyi létesítményekkel is. Mivel a pontos útvonalat nem ismerjük, így csak feltételezhető – a felvázolt termelőegységek és alállomások okán –, hogy az egyes rendszerelemek áramot kell hogy szállítsanak a közelben található többi infrastruktúrának. A villamosenergia-termelő egységek és alállomások között is vélelmezhetően logikai kapcsolat áll fenn. Ez a logikai kapcsolat kimerülhet egy virtuális központi nyilvántartásban is, de akár a kibertérben összekapcsolt információs hálózatban is. Így tehát a villamosenergia-termelő egységek és alállomások egyenként nemcsak a közelben lévő más típusú infrastruktúrákkal, de egymással is összeköttetésben vannak.

A 6. ábrán szemléltetett vízszektorba tartozó víziközmű-szolgáltatók szempontjából is hasonló a helyzet a korábbiakhoz, vagyis hogy az ivóvízellátás és a szennyvízelvezetés útvonalát pontosan nem ismerjük, de a szolgáltatók üzemi telephelyeit igen. Feltételezhetően a vízszektoron belüli logikai kapcsolat is érzékelhető, illetve a szektoron átívelő kapcsolat is, ugyanis a szolgáltatók biztosítják az ivóvízellátást mind az egészségügyi ellátó intézményekbe, mind pedig a villamosenergia-termelő egységekbe. Végezetül pedig az egészségügyi intézmények hálózatosságát bizonyítandó, hogy az ivóvíz- és az áramellátás szintén biztosított ezeknél – így látható, hogy a különböző szektorokhoz tartozó objektumok kapcsolatban állnak egymással, tehát az intézmények közötti logikai kapcsolat is hasonló módon vélelmezhetően fennáll. Az egészségügyi létesítményeken belül pedig megemlíthetjük logikai kapcsolatként itt is a virtuális központi nyilvántartást. A 7. ábra alapján jól látható, hogy mivel számszerűen az egészségügyi intézmények száma volt a legmagasabb, szinte teljesen elfedi a többi ábrázolt létfontosságú rendszerelemet és azok kapcsolatait.



6. ábra: A villamosenergia-termelő egységek és alállomások, illetve a víziközmű-létesítmények logikai kapcsolatai

Forrás: a szerző szerkesztése



7. ábra: A villamosenergia-termelő egységek, illetve a víziközmű-létesítmények és egészségügyi létesítmények logikai kapcsolatai

Forrás: a szerző szerkesztése

Következtetések

A kutatás célja a vizsgálat alapjául választott létfontosságú szektorokhoz tartozó infrastruktúra-elemek vizsgálata volt hazai viszonylatban. A vizsgálat az elemek közötti kapcsolatok, hálózatosság, illetve a kölcsönös függőségek azonosítására terjedt ki. Magyarország tekintetében a hálózatosságot alapul véve megállapítható, hogy az infrastruktúrákból eredő hálózatok körbevesznek bennünket. Továbbá fontos, hogy a jogszabály által meghatározott tíz darab létfontosságú szektorból már három szektor vizsgálata is interdependenciát feltételez, így a jelen tanulmány alapján logikai – de további vizsgálatokat igénylően, feltételezhetően az infrastruktúrák hálózata okán fizikai – kölcsönös függés is fennáll. A kritikus infrastruktúrák földrajzi értelemben is, illetve virtuális értelemben is hatással vannak egymásra, befolyásolják egymás működését. Továbbá megállapítható az is, hogy a vizsgált kritikus infrastruktúrák körében a kölcsönös függőség mértéke nem egyenlő, a különböző létfontosságú szektorokhoz tartozó infrastruktúrák más-más hatással vannak egymásra.

Összességében tehát feltételezhetően a területileg egymáshoz közel lévő infrastruktúrák fizikai, az egymástól nagy távolságra találhatóak pedig logikai kapcsolatban állnak egymással és így hatnak egymás működésére. Az is megállapítható, hogy ezek a függőségek nem minden esetben állnak fent, hiszen nem minden rendszerlem nyújt olyan szolgáltatást, amely egy másik működéséhez elengedhetetlen. A kutatás során elért eredmények hasznosíthatósága kapcsán mindenképpen érdemes megjegyezni, hogy az interdependencia-vizsgálata – bár számos tanulmány létezik a modellezésére – még jelenleg is újszerű területnek minősül, így szükséges a tanulmányozása. A tanulmányban felvázolt eredményeket fel lehet használni a kritikus infrastruktúrák kockázatelemzése szempontjából, hiszen a kockázatok felmérése során elengedhetetlen, hogy a kölcsönös függőségeket és az ebből eredő hatásokat számba vegyük. Megjegyzendő, hogy a kockázatelemzés során a rendelkezésre álló kockázatregiszteren felül olyan kockázatok is számításba kerüljenek, amelyekkel pár évvel ezelőtt még nem feltétlenül számoltunk volna, mint például a social engineering támadások³² vagy akár az álhírekkel való küzdelem is.³³ Ezenfelül célszerű lehet a Magyarországon túli területekre is gondolni, tehát az országon kívül található kritikus infrastruktúráknak, így például a katonai vonalon maradvány a NATO kommunikációs rendszerének³⁴ a vizsgálata is lényeges. A jövőben tervezem a többi szektor – mint például a kormányzati célú infokommunikációs hálózatok³⁵ – egymáshoz fűződő interdependens kapcsolatait is felmérni, annak érdekében, hogy a kritikus infrastruktúrák kockázatelemzése során – amelynek elvégzése a védelem kiépítéséhez szükséges – számba tudjuk venni az interdependenciákat is, így kapva még pontosabb kockázati eredményeket.

³² BÁNYÁSZ–BÓTA–ZÁGON 2019.

³³ INÁNCSI–FARKAS 2022.

³⁴ TÓTH 2014; FARKAS 2020; FARKAS 2021.

³⁵ FARKAS–PRISZNYÁK 2017.

Irodalomjegyzék

- AUER Ádám – JOÓ Tamás (2019): *Hálózatok a közszolgálatban*. Budapest: Dialóg Campus. Online: <https://bit.ly/3nYkQoB>
- BÁNYÁSZ Péter (2013): A közösségi média szerepe a katasztrófaelhárításban a Sandy hurrikán példáján keresztül. In HORVÁTH Attila (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből: Kiemelten a közlekedési alrendszer*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 281–292. Online: http://real.mtak.hu/94342/1/A_kozossegi_media_sze-repe_a_katasztrofae.pdf
- BÁNYÁSZ Péter (2016): Az ellátási lánc kiberfenyegetettsége, különös tekintettel a közlekedési alrendszer biztonságára, a szervezett bűnözés hatásai. In CSENGERI János – KRAJNC Zoltán (szerk.): *Humánvédelem – békeművelési és veszélyhelyzetkezelési eljárások fejlesztése*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 643–673.
- BÁNYÁSZ Péter (2017): A közösségi média, mint az információs hadszíntér speciális tartománya. *Hadmérnök*, 12(2. KÖFOP-szám), 108–121. Online: http://real.mtak.hu/72504/1/170kofop_07_banyasz2.pdf
- BÁNYÁSZ Péter – BÓTA Bettina – ZÁGON Csaba (2019): A social engineering jelentette veszélyek napjainkban. In ZSÁMBOKINÉ FICSKOVSZKY Ágnes (szerk.): *Biztonság, szolgáltatás, fejlesztés, avagy új irányok a bevételi hatóságok működésében*. Budapest: Magyar Rendészettudományi Társaság Vám- és Pénzügyőri Tagozat. Online: <https://doi.org/10.37372/mrtvpt.2019.1.1>
- BARABÁSI Albert László (2013): *Behálózva – A hálózatok új tudománya*. Budapest: Helikon.
- EULER, Leonard (1736): *Solutio Problematis ad Geometriam situs pertinentis*. [H. n.]: [K. n.]. Online: <https://scholarlycommons.pacific.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=euler-works>
- FARKAS, Tibor (2020): Communication and Information Services – NATO Requirements, Part I. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, 25(4), 281–289. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2020-0034>
- FARKAS, Tibor (2021): Communication and Information Services – NATO Requirements, Part II. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, 26(1), 9–15. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2021-0002>
- FARKAS Tibor – PRISZNYÁK Szabolcs (2017): Kormányzati célú infokommunikációs hálózatok: A rendészeti szervek infokommunikációs rendszere. *Hadtudományi Szemle*, 10(4), 583–596.
- FARKAS Tibor – TÓTH András (2012): Electronic Warfare in Full Spectrum Operation. In SOTAK, Milos – SOSTRONEK, Mikulas – BERESIK, Roman (szerk.): *Proceedings of the International Scientific Conference: New Trends in Signal Processing*, Armed Forces Academy of General Milan Rastislav Štefánik, 181–188.
- HORVÁTH Attila (2010): Hogyan értesük meg a kritikus infrastruktúra komplex értelmezésének szükségességét és védelmének fontosságát? *Hadmérnök*, 5(1), 377–386. Online: www.hadmernok.hu/2010_1_horvatha.pdf
- INÁNCSI Mátyás – FARKAS Tibor (2022): Álhírek ellenőrzése a közösségi médiafelületeken a COVID-19 járvány alatt. *Hadtudomány*, 32(1), 42–53. Online: <https://doi.org/10.17047/Hadtud.2022.32.E.42>

- NÉMETH Attila – MAGYAR Sándor (2020): An Investigation of Data Used to Support Contact Tracing to Curb the Spread of Covid-19 Pandemic from the Aspect of Possible National Security Application (part 1). *National Security Review*, 6(2), 52–64. Online: www.knbsz.gov.hu/hu/letoltes/szsz/2020_2_NSR.pdf#page=52
- PLATT, Edward L. (2019): *Network Science with Python and NetworkX Quick Start Guide: Explore and Visualize Network Data Effectively*. Birmingham: Packt Publishing. Online: <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5762394>
- RINALDI, S.M. – PEERENBOOM, James – KELLY, T. K. (2002): Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies. *IEEE Control Systems Magazine*, 21(6), 11–25. Online: <https://doi.org/10.1109/37.969131>
- STEELE, Wendy – HUSSEY, Karen – DOVERS, Stephen (2017): What's Critical about Critical Infrastructure? *Urban Policy and Research*, 35(1), 1–13. Online: <https://doi.org/10.1080/08111146.2017.1282857>
- SZÁDECZKY Tamás (2021): Víz 4.0? A digitális víziközmű-infrastruktúra kiberbiztonsági kitettsége. *Hadtudomány*, 31(4), 111–117. Online: <http://doi.org/10.17047/HADTUD.2021.31.4.111>
- TÓTH András (2014): A NATO kommunikációs rendszerének elméleti és gyakorlati vizsgálata. In FEKETE Károly (szerk.): *Kommunikáció*. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 65–77.
- VICSEK Tamás (2006): Hálózatok. *Magyar Tudomány*, 167(11), 1296–1297. Online: https://epa.oszk.hu/00600/00691/00035/pdf/EPA0691_magyar_tudomany_2006-11_1296-1297.pdf

Jogi források

2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról
2012. évi CLXVI. törvény a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- A Tanács 2008/114/EK irányelve (2008. december 8.) az európai kritikus infrastruktúrák azonosításáról és kijelöléséről, valamint védelmük javítása szükségességének értékeléséről. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0114&from=EN>
- Directive (eu) 2016/1148 of the European Parliament and of the Council of 6 July 2016 concerning measures for a high common level of security of network and information systems across the Union. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L1148&from=HU>

Ináncsi Máttyás¹

A Reddit közösségimédia-platform szerepe az orosz–ukrán konfliktus vonatkozásában

The Role of Reddit Social Media Platform in the Russian-Ukrainian Conflict

Absztrakt

A publikációban bemutatjuk a közösségi média szerepét az orosz–ukrán konfliktusban. Kapcsolódóan pedig, hogy a közösségi médiát főleg mely okokból használják a felhasználók, és az ott felmerülő tartalmakat hogyan hasznosítják a háborús információmegosztás céljából (Liveuamap). A kutatásban a Reddit közösségimédia-platform került a fókuszba. Ennek oka a nyílt tartalommegosztás. A publikáció a 2022. január 1. és 2022. november 1. közötti időszak kiválasztott subredditjeinek legnépszerűbb harminc posztját vizsgálja. Pontosán azt, hogy a posztok tartalmilag hogyan viszonyulnak a konfliktushoz. Kiemelten, hogy mennyire van jelen maga a konfliktus, illetve milyen jellegűek a megosztott tartalmak. A kutatás arra a kérdésre is választ ad, hogy milyen arányban van a hivatalos és a nem hivatalos információ a közösségi médiában. A vizsgált posztokból kiderült, hogy a nem hivatalos információ szerepe sokkal súlyosabb, mint a hivatalosé. Ehhez kapcsolódóan a felhasználók nagy mennyiségben fejeznek ki szimpátiát posztjaikban. A posztok affiliációja kapcsán erősen dominál az ukrán oldal, mindösszesen egy olyan poszt volt a vizsgált tartalmak között, amely az orosz oldalt képviselte. Garcia és Cunanan-Yabut tanulmánya a Twitter-széntimentet vizsgálta meg, és ott a felhasználók reakciója hasonló eredményeket nyújtott.

Kulcsszavak: közösségi média, orosz–ukrán konfliktus, Reddit

¹ Nemzeti Köszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola; Nemzeti Köszolgálati Egyetem Kiberbiztonsági Kutatóintézet, e-mail: inancsi.matyas@uni-nke.hu

Abstract

The publication presents the role of social media in the Russian-Ukrainian conflict. It presents how social media is mainly used. What is the main reason of social media usage, how the users and other content creators use the available information from social media for war information sharing (Liveuamap). In this research the Reddit social media platform received the focus as the object of the study due to its open content sharing. In my publication, I examined the most popular thirty posts from selected subreddits between 01/01/2022 and 01/11/2022 to see how these posts relate to the conflict in terms of context: how well is the conflict represented, and what is the nature of the content shared? It is important to see the ratio of official information to unofficial information within social media. From the posts examined, it was found that the role of informal information is much more important than the official information. Furthermore, users express a large amount of sympathy in their posts, especially towards the Ukrainian party. The Ukrainian side strongly dominates in terms of affiliation of posts, with only one post among the content analysed representing a Russian side. Garcia and Cunanan-Yabut's study looked at the Twitter sentiment, and their user reactions yielded similar results.

Keywords: Social media, russia-ukraine conflict, reddit

Bevezető

A publikáció kutatási témája a Reddit közösségimédia-platform szerepe az orosz–ukrán konfliktus vonatkozásában. A kutatási témához kapcsolódóan három hipotézist állítottunk fel:

- H1: A Redditen megosztott orosz–ukrán konfliktussal kapcsolatos tartalmak száma jelentős, és a felhasználók érzelme dominánsan a nyugati oldallal azonosul.
- H2: A kiválasztott subredditen jelentős mennyiségben van jelen a nem hivatalos forrásból származó katonai jellegű információ.
- H3: A felhasználók bíznak a megosztott tartalmakban.

A hipotézisek célja az alábbi tézisre választ adni: a felhasználók a nem hivatalos forrásokba is bizalmat fektetnek, és arra, hogy a Reddit szerepe az információmegosztásban jelentős. A kutatás módszertanát a második fejezetben mutatjuk be részletesen. Felhasználhatóság szempontjából a publikáció célja rávilágítani, hogy kritikus helyzetben egy közösségimédia-platform képes információs rendszer szerepét betölteni. A felhasználók információigényének ismerete, és annak pontos tudása, hogy milyen jellegű információk rendelkeznek nagy eléréssel a közösségi médiában, elengedhetetlenek a hatékony informáláshoz. Jövőbeli cél pedig e kutatást kibővítve választ adni arra a nagyobb kérdésre, hogy a közösségi médiából történő informálás mint háborús célt elősegítő lépés hogyan használható fel.

A Statista becslése szerint a 2021-es év végére a közösségi médiát használók száma elérte a 4,26 milliárd főt.² A regisztrált felhasználók száma természetesen ennél nagyobb, a közösségimédia-platformok a regisztráció vonatkozásában jelentős szabadságot nyújtanak. A szabadságból eredően bárki szabadon (az adott platform közösségi irányelveit betartva) regisztrálhat, beleértve a vállalatokat és szervezeteket is. Illetve egy személy akár több platformon is jelen lehet. A közösségi média egyik népszerűségi pillére, hogy a felhasználók a tartalommegosztásban is jelentős szabadságot kapnak.

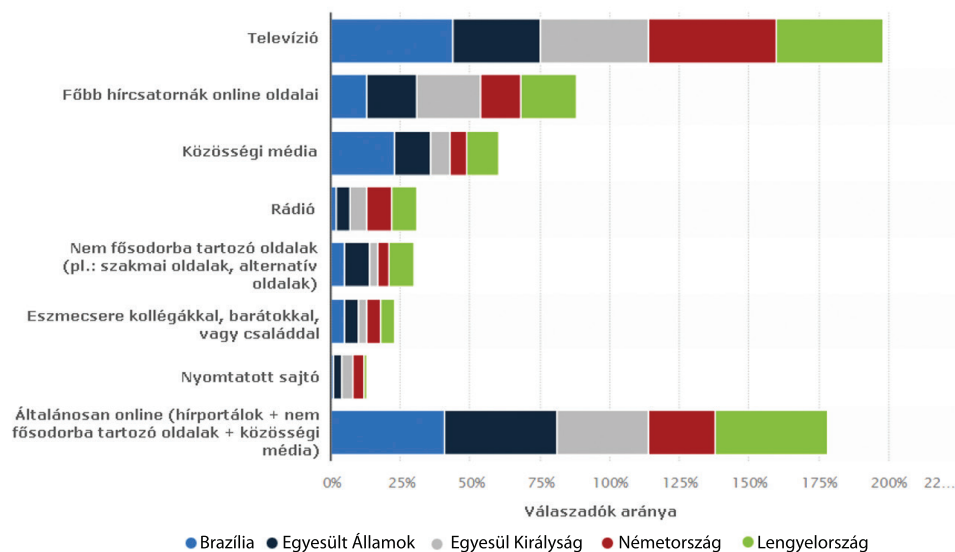
A Statista továbbá felmérte, hogy melyek a főbb okai a közösségi média használatának, így a legnépszerűbb okok:³

- kapcsolattartás családdal és barátokkal (47,6%);
- szabadidőben időtöltés (36,6%);
- hírek böngészése (35,1%);
- tartalomkeresés (31,6%);
- beszélt témák felkeresése (29,5%);
- inspirációs tartalmak böngészése (27,7%);
- termékkeresés (26,3%);
- véleményolvasás és véleménymegosztás (24,5%).

A legnépszerűbb okok között látható, hogy az információszerzés kiemelt szerepet tölt be, ami a közösségi média nyíltságából és hatalmas térfelületéből eredően logikusan következtethető. A többi oknál is látható, hogy valamilyen módon információszerzéshez, hírek kereséséhez és feldolgozásához kapcsolódik. Kontextusba helyezve, hogy pontosan milyen mértékben van jelen a közösségi média megosztása más médiumokhoz képest, a Statista szintén rendelkezik egy aktuális és releváns összehasonlítással. Ezt összekötve a kutatási témával, a közösségi médiából származó információk megosztása más médiumokhoz képest a 2. ábrán látható. Láthatjuk, hogy a televízió szerepe továbbra is jelentős, de elmondható, hogy általánosan az online tér már utolérte a televízió státuszát. Az online térnek pedig a közösségi média összeforrt részét képezi. A statisztikai adatokban feltételezhető átfedés, mivel a normál médiumok gyakorta rendelkeznek szintén internetes weboldallal és közösségimédia-platformon saját oldallal azért, hogy növelhessék az eléréseiket.

² Statista: Number of social media users worldwide from 2018 to 2027 (in billions).

³ Statista: Most popular social networks worldwide as of January 2022, ranked by number of monthly active users (in millions). Fontos megjegyezni, hogy egy felhasználó akár több témát is megjelölhetett, így a százalékos arányok nem összeadandóak. A százalék azt jelzi, hogy az összes kitöltőből az adott témát hányan jelölték meg, és nem megosztást. A felsorolás nem teljes.



1. ábra: Az orosz–ukrán háborúval kapcsolatos hírekre leginkább odafigyelő hírforrások a világ kiválasztott piacain 2022 februárjában

Forrás: Statista: News Sources Paid Most Attention to for News on the Russia-Ukraine War in Selected Markets Worldwide as of February 2022

Ha közösségi médiát kívánjuk elhelyezni az orosz–ukrán konfliktus vonatkozásában, akkor hasonlóan tehetjük meg, mint ahogy Bányász Péter általánosságban helyezte el (a közösségi médiát), azaz az információs hadszíntér speciális területként.⁴ Kutatásában a közösségi médiát nem értelmezi önállóan mint hadszínteret, hanem mint a kibertér részét képező elemet. És így válik az információs hadszíntér speciális területévé. A kibertér rendelkezik speciális jellemzőkkel, amelyek érvényesek a közösségi médiára. Ezek a speciális jellemzők tartományi kereteken és információs műveletek alkalmazási területein belül helyezkednek el.⁵ A tartományi kereteken belül egyéni és társadalmi alrendszer helyezkednek el, az információs műveletek alkalmazási területein belül pedig konkrét műveletek, például PSYOPS,⁶ CIMIC,⁷ INFOSEC.^{8,9} A közösségi média pedig ezek alkalmazására nyújt lehetőséget.¹⁰ A kutatási kérdésre visszakapcsolva, a felhasználók bizalmának megismerése a közösségi médiában alapot nyújthat a hatékony információs műveletek végrehajtásához.

A social media¹¹ platformjain a felhasználók vagy állami szereplők információt osztanak meg saját motivációjuk tükrében. A motiváció szerepére és az információmegosztásra

⁴ BÁNYÁSZ 2020.

⁵ BÁNYÁSZ 2020: 596.

⁶ Pszichológiai műveletek (*psychological operations*).

⁷ Polgári és katona együttműködés (*civil-military co-operation*).

⁸ Információs Biztonság (*InfoSec*).

⁹ BÁNYÁSZ 2020: 596.

¹⁰ PARÁDA–FARKAS 2020.

¹¹ Más néven közösségi média.

kifejezetten ráerősít az orosz–ukrán konfliktus, amely során jelentős mennyiségű háborús információt innen tudunk meg. Felmerül azonban a megbízhatósággal szembeni kérdés, hogy megbízhatóak-e az információk? Hírportálok, médiumok is gyakran a közösségi médiában megosztott hírekről számolnak be, hiszen gyakran itt osztanak meg először háborús felvételeket és információt. Az Ukrán Biztonsági Szolgálat például rendelkezik hivatalos Telegram-csatornával, ahol hivatalos információt osztanak meg és fogadnak. De itt is, mint minden felmerülő információ kapcsán, fontos az a kérdés, hogy a tartalom valós-e. Hiszen ahogy fentebb is említettük, a közösségi média mint a kibertér része az információs műveletek alkalmazására alkalmas, és a megtévesztés fontos művelet.

A közösségi médiában rejlő információk felhasználására példa a Liveuamap internetes weboldal, amely segítségével a felhasználók aktívan követhetik a háborús eseményeket, a jelenlegi frontvonal állását, a katonai csapásokat, illetve egyéb jelentős információkat a konfliktusról. Ez az oldal a felhasználók által beküldött (főleg közösségimédia-) posztokból állít elő egy élő térképet, amelyen aktuálisan és aktívan követhető a konfliktus jelenlegi státusza.



2. ábra: Az orosz–ukrán konfliktus státuszát bemutató élő térkép

Forrás: Liveuamap

Fontos azt is megjegyezni, hogy az ellenőrizetlenül, nem hivatalos forrásból származó tartalmak komoly problémát okozhatnak, kifejezetten az álhírek és a dezinformáció kapcsán. Az oldalon megosztott tartalmak nem egészét, de az aznapi aktuális híreket átnézve, minden megjelent tartalom valósnak és megbízhatónak tűnik. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a megosztott tartalom valós és megbízható. Az oldal a hivatalos, a félhivatalos és a civil forrásokat egységesen kezeli a térképen. Arról pontos információt nem lehet fellelni, hogy milyen előzetes szűrések vannak felállítva tartalommegosztás előtt az oldalon. Ez a transzparencia szempontjából kifejezetten fontos, de az oldalon ez nem elérhető.

Az oldal információfelhasználása esetében felmerül az a felvetés, hogy a látogatókat könnyen megtéveszthetik hamis információk beküldésével. A Liveuamapen

erre konkrét példát nem leltem, de egy hasonló példa a Redditen volt látható: egy 2022 márciusában megjelent felhasználói posztban egy orosz város olajfinomítójáról mutatnak videót.¹² A videóban orosz munkások sztrájkolnak a rubel értékének visszaesése miatt. A témára rákeresve viszont csak ez az egy videó elérhető, amelyet néhány felhasználó a közösségimédia-platformon megosztott. Tényleges információ még most, 9 hónappal a tartalom feltöltése után sem elérhető. A Liveuamap esetében hasonló kapcsolatot bizonyos térképjelölések kapcsán láthatunk, amelyek mindösszesen csak egy felhasználó által beküldött Twitter- vagy Telegram-üzenetre alapozzák a tényközlést.

A fake news mint stratégiai narratíva nem új keletű dolog, és folyamatosan visszatérő kihívás, amely nemcsak a katonai kérdéskör esetén merül fel, hanem például a közélet kapcsán is (például Covid-19-járvány).¹³ A 2022-es orosz–ukrán konfliktus esetében már előzetesen is téma volt a fake news, hiszen a Krím félsziget annexiója óta visszatérő elem a két fél között. Irina Khaldarova és Mervi Pantti tanulmánya¹⁴ foglalkozott a fake news kérdéssel és a felmerülő álhírek cáfolásával. A tanulmányban – közösségi forrásokból – működő oldalt mutattak be, amelynek a neve StopFake. A StopFake¹⁵ 6 évvel később is láthatóan aktívan működik, és továbbra is igyekszik cáfolni a felmerülő álhíreket. Fontos kiemelni azt, hogy nem csupán a StopFake foglalkozik az orosz–ukrán konfliktus kapcsán az álhírek cáfolatával, hanem például a BellingCat¹⁶ internetes weboldal is. Mindkét weboldal célja, hogy a kibertér információs terén belül tisztázza a felmerülő hamis információkat. Az egyértelműen látható, hogy az oldalak limitált kapacitásokkal rendelkeznek. Naponta maximum 1-2 hírt dolgoznak fel, ami természetesen nagy eredmény, hiszen az információ pontos ellenőrzése a létrehozásával ellentétben rengeteg munkát igényel. A fake news-zal szembeni fellépés legnagyobb kihívása – hiába vannak tényeket tisztázó oldalak – a közösségi média alapvető működéséből ered. A platformok az azonnali információmegosztásra és az érzelmekre hatnak. Tehát később tisztázni egy teljesen különálló oldalon, azt, hogy egy múltbeli hír igaz vagy hamis nem a leghatékonyabb, továbbá az álhír létrehozásával ellentétben a tisztázás idő- és erőforrás-igényes. A fake news kapcsán kiemelendő, hogy orosz oldalról a konfliktus első szakaszában prognosztizált volt, hogy jelentős dezinformációs kampány jelenik meg a közösségi médiában. Az orosz fél 2022 előtti kiberdimenziója alapján (például két háborús esemény: Grúzia 2008 és Ukrajna 2014) erősen prognosztizálta azt, hogy komoly kibercsapás fog bekövetkezni.¹⁷ A konfliktus elején érkezett több komoly kibertámadás, de ezek kritikus csapása nem következett be, vagy elhárították azokat.¹⁸ A közösségi médiában is általánosságban a szentimentet, azaz a felhasználói érzést nem sikerült elnyomnia az orosz félnek. Itt kapcsolódik a kutatási téma a bevezetőhöz: kutatási témaként bemutatni a Reddit közösségimédia-platform szentimentjét, és választ adni arra a kutatási kérdésre, hogy

¹² u/raqp1 2022.

¹³ INÁNCSI-FARKAS 2022.

¹⁴ KHALDAROVA-PANTTI 2016.

¹⁵ Lásd: www.stopfake.org

¹⁶ Lásd: www.bellingcat.org

¹⁷ WILLETT 2022.

¹⁸ WILLETT 2022.

a Reddit platform szerepe az információmegosztásban jelentős-e, és a felhasználók bíznak-e a megjelenő tartalmakban. Az információmegosztás szerepe előtt fontos azt a kérdést tisztázni, hogy a közösségi média önmagában képes-e lefedni az alapvető információs rendszer feltételeit. Farkas Tibor és Hronyecz Erika¹⁹ hat lételemet fogalmazott meg az információs rendszerrel szemben: hardveres, szoftveres, irányító, adatbázis és applikáció, személyek és telekommunikáció. A közösségi média önmagában nem rendelkezik e hat elemmel, viszont arra képes, hogy kiválóan összekösse ezt a hat elemet és így információs rendszerként létezhesen. A social media nem arra lett kitalálva, hogy információs rendszerként működjön, de képes arra, hogy a szükséges feltételeket lefedje és így alternatív lehetőséget nyújtson. Az is kiemelendő, hogy a NATO többnemzeti műveletek²⁰ esetében az információmegosztás komoly kihívásokat rejt, e kihívások egyik része az eszközök között található szakadék.²¹ Az információbiztonság és a tartalomhitelesség elengedhetetlen, tehát közösségi média csak alternatívaként értelmezhető. Ilyen alternatíva lehet például ideiglenesen információs szakadék ideiglenes összekötésében.

Az információmegosztáson túl a közösségi média másik fontos szerepe a visszacsatoláshoz jutás. Mind a tartalmegosztó, mind az olvasó, mind a kommentelő láthatja azt, hogy az adott tartalomhoz más felhasználók hogyan viszonyulnak. A közösségi média használatánál így lényeges elem az, hogy a felhasználók érzelmeire is hasson, hiszen ez tudja növelni a tartalmak elérését. A posztokra érkező reakciók, továbbá a posztok utóélete így függ a felhasználói érzelemtől.

A felhasználók visszajelzése adhat választ arra, hogy milyen az általános felhasználói nézet a konfliktus vonatkozásában. Azért esett a választásom a Redditre, mert ez az egyik legtágabban értelmezhető platform. A Facebookkal, illetve Instagrammal ellentétben (amelyek szintén jelentős felhasználói bázissal rendelkeznek) itt, a ritka kivételeket eltekintve, a feltöltött tartalmak nyíltak és mindenki számára elérhetőek. Így például a Facebooknál a felhasználói szentiment értelmezésénél nehézséget ad az, hogy sok felhasználó posztja csak a saját ismerősi köre számára elérhető. Továbbá a Reddit nem egy zártabb közösséget képvisel, minden nemzetből (még ha eltérő arányokban is) van reprezentáció, továbbá témakörök köré is gyűlnek felhasználók nemzettől és hovatartozástól függetlenül. Természetesen mivel a platform amerikai születésű, a Reddit főleg „nyugati” jellegű. A posztok és kommentek túlnyomó része például angol nyelven íródik, illetve a felhasználók 47,13%-a az Egyesült Államokból használja a platformot.²²

A platform 2021-ben havi átlagosan 861 millió aktív felhasználóval rendelkezett,²³ és meglátásom az, hogy az orosz–ukrán konfliktus vonatkozásában jól mutatja kifejezetten a nyugati felhasználók szentimentjét.

A Reddit közösségimédia-platform különböző fórumokból áll, ezeket subredditeknek hívják. A subredditnek egy-egy specifikus témát (vagy témakört) ölelnek át fórum jelleggel. A fórumok gyakorlatilag bármilyen témakörűek lehetnek, alapvető

¹⁹ FARKAS HRONYECZ 2016.

²⁰ FARKAS 2020; FARKAS 2021.

²¹ TÓTH 2021.

²² Statista: Regional Distribution of Desktop Traffic to Reddit.com as of May 2022.

²³ Statista: Social Media & User-Generated Content – REDDIT.

kritérium, hogy a felhasználók egy adott csoportja érdeklődjön iránta. Így a platform az olvasónak nem ismerősi körökből kiindulva vagy személyek követéséből (fontos megjegyezni, hogy lehet felhasználókat és posztjaikat követni) dob fel tartalmat, hanem elsődlegesen az adott subredditre feliratkozásokból. Gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a felhasználó témakörökre iratkozik fel, amelyek iránt érdeklődik (de ezek a témakörök eléggé tágak). Pár példa a legnépszerűbbek közül: a /r/pics – subredditen képeket, a /r/MadeMeSmile subredditen olyan tartalmakat, amelyek mosolyra derítők, a /r/memes subredditen pedig mémeket osztanak meg a felhasználók.

Kutatási módszertan

A Reddit közösségimédia-platform kiválasztott subredditjein 2022. január 1. és 2022. november 1. közötti időszakban megvizsgáltam a 30 legnépszerűbb posztot a /r/Military, /r/War, /r/Ukraine, /r/Russia, /r/WorldNews és a Frontpage subredditen. A választás oka, hogy katonai témájú, illetve háborús témájú subredditen, illetve Ukrajna és Oroszország subredditje kapcsán bemutatható legyen a szentiment. A /r/WorldNewst az általános hírmegosztó jellege miatt választottam. A Frontpage pedig a Reddit önálló főoldala, ez az, amit minden felhasználó lát mint fő hírfolyamot.

A /r/Military subredditre összesen 450 ezer,²⁴ a /r/War subredditre 103 ezer,²⁵ a /r/Ukraine 822 ezer,²⁶ a /r/WorldNewsra 30,3 millió²⁷ felhasználó iratkozott fel. A /r/Russia esetében nem tudjuk megnevezni a pontos feliratkozási számot, ugyanis a subreddit karanténba került. A Redditen általában azokat a subredditet szokták karanténba helyezni, amelyek egyértelmű közösségi irányelveket nem sértenek, viszont a platform adminisztrátori csapata úgy ítéli, hogy közösségre káros jellegű sértő vagy megbízhatatlan tartalmat közölnek. A karanténba helyezett subreddit szankciókat kap, ezek közül főbb az, hogy a subreddit kereséssel nem elérhető, az ott látható posztokat az oldal nem dobja fel, csakis direkt eléréssel látható. Ez csökkenti a subreddit elérését, illetve terjeszkedését. Arról pontos és megbízható információt nem találtam, hogy a platformot Oroszországból pontosan hány felhasználó használta 2021-ben. Illetve arról sem, hogy Oroszországból a Reddit elérhetőségét korlátozták-e. Azt feltételezem, hogy korlátozás nem volt, mert különben a subreddit nem került volna karanténba.

A felhasználók a subredditen megosztott tartalmakra „upvote”-tal (felszavazás), „downvote-tal” (leszavazás) és kommenttel tudnak reagálni. A felszavazások pozitív reakciónak minősülnek, ezzel tudnak a tartalom számára nagyobb elérést biztosítani. Minden subreddit három kategória szerint csoportosítja a tartalmakat. A „Hot” oldalon látható minden olyan tartalom, amely az aktuális időszakban népszerű, ez az adott subreddit főoldala. A „New” oldalon helyezkednek el azok a tartalmak, amelyek épp most kerültek fel a subredditre. A „Top” pedig a legnépszerűbb tartalmak megtekintésére szolgál egy adott időszakon belül, így lényegében a „Hot” kiterjesztett változata. A felhasználóknak ezért érdekük a posztok „upvote”-olása, mert így kerül az adott

²⁴ Reddit: Military, lásd: www.reddit.com/r/military

²⁵ Reddit: War, lásd: www.reddit.com/r/war/

²⁶ Reddit: Ukraine, lásd: www.reddit.com/r/ukraine/

²⁷ Reddit: WorldNews, lásd: www.reddit.com/r/worldnews/

subredditen kiemelt helyre. Ha egy subredditen valami jelentős elérést generál, az kikerül a Reddit központi oldalára, amelyet „Frontpage”-nek hívnak. Tehát a felhasználók a számukra szimpatikus contentet²⁸ így felszavazzák. Nem tetszés esetén a felhasználók a posztot (leszavazással) süllyesztőbe küldik.

A vizsgálat során a főoldalra kikerült posztokat is megnéztem, szintén a legnépszerűbb 30-at a 2022. január 1. és 2022. november 1. közötti időszakban.

Eredmények

Összesen 180 posztot vizsgáltam meg, amelyeket a poszt témája és jellege szerint kategorizáltam. Téma szerint négy kategóriát hoztam létre: Ukrajnai konfliktussal kapcsolatos (ukrán oldallal szimpatizál); ukrajnai konfliktussal kapcsolatos (orosz oldallal szimpatizál); ukrajnai konfliktussal kapcsolatos (nem egyértelmű mely oldalon áll a szerző); és nem orosz–ukrán konfliktussal kapcsolatos. Jelleg szerint az egyszerűség érdekében öt kategóriát hoztam létre. Így háborús tájékoztatás (hivatalos) kategóriába helyeztem azon posztokat, amelyek az orosz–ukrán konfliktussal kapcsolatosak és egyértelműen hivatalos, megbízható forrásból adnak információt. Háborús tájékoztatás (nem hivatalos) kategóriába került minden olyan poszt, ahol nem egyértelműen eldönthető az, hogy ezt egy hivatalosan megbízható szerv közölte-e. Szimpátiakifejezés kategóriába került minden olyan tartalom, amelynek az általános célja valamely oldallal szemben szimpátiát kifejezni; háborúval kapcsolatos egyéb kategóriába azon tartalmak kerültek, amelyek tágabb jellegük miatt konkrétan egy kategóriába nem besorolhatóak. Illetve azon posztokat is kategorizáltam, amelyek nem az orosz–ukrán konfliktussal kapcsolatosak. Például Nancy Pelosi tajvani látogatása is jelentős eseménynek tekinthető,²⁹ az afgán háború vonatkozásában Biden elnök döntése alapján az Egyesült Államok hadseregének kivonulása³⁰ sem elhanyagolható esemény. Továbbá 2022 ősze óta felfutóban van az iráni nők tüntetése, ahol az események egyre élesebbek, és a kormányzat oldalán álló rendvédelmi szervek állítólagosan a tömegbe is lőttek.³¹ Nem mondhatjuk azt, hogy világunkban az orosz–ukrán konfliktus az egyetlen krízis, vagy a krízisek közül ez a legkiemelkedőbb.

Az öt subredditen és frontpagen vizsgált posztokra összességében 14 907 200 upvoté és 732 462 komment érkezett. Azt fontos megjegyezni, hogy egy felhasználó több subredditen is jelen lehet, tehát felhasználói átfedés van a reakciók között.

A /r/Ukraine subreddit megoszlása kapcsán a posztok 100%-a az ukrán háborúval foglalkozott, és ukrán oldallal szimpatizált. Ez az eredmény várható volt, de azt is meg kell jegyezni, hogy /r/Ukraine nemcsak a háborúval foglalkozik, hanem az adott nemzetet érintő minden kérdéssel. A subredditen a legnépszerűbb 30 posztra összesen 2 267 000 upvoté és 56 142 komment érkezett. A legtöbbjük február–márciusból

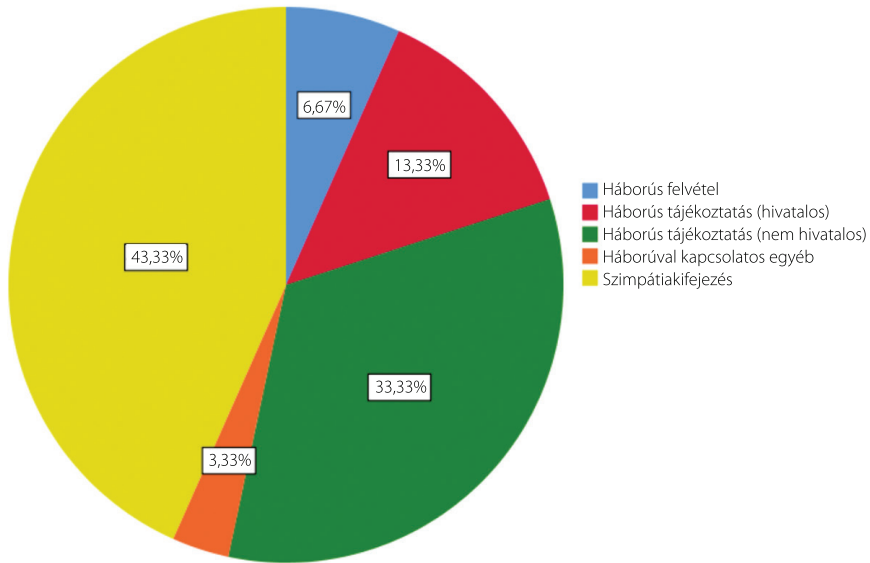
²⁸ Content: internetes tartalom.

²⁹ CHEUNG et al. 2022.

³⁰ The White House 2021.

³¹ GRITTEN 2022.

származik. Ez egybeesik a konfliktus kibontakozásának időszakával is. Érdekeség a jelleg szerinti megoszlásnál látható, amit a 3. ábra mutat.



3. ábra: A /r/Ukraine top 30 posztjának jelleg szerinti megoszlása

Forrás: a szerző szerkesztése

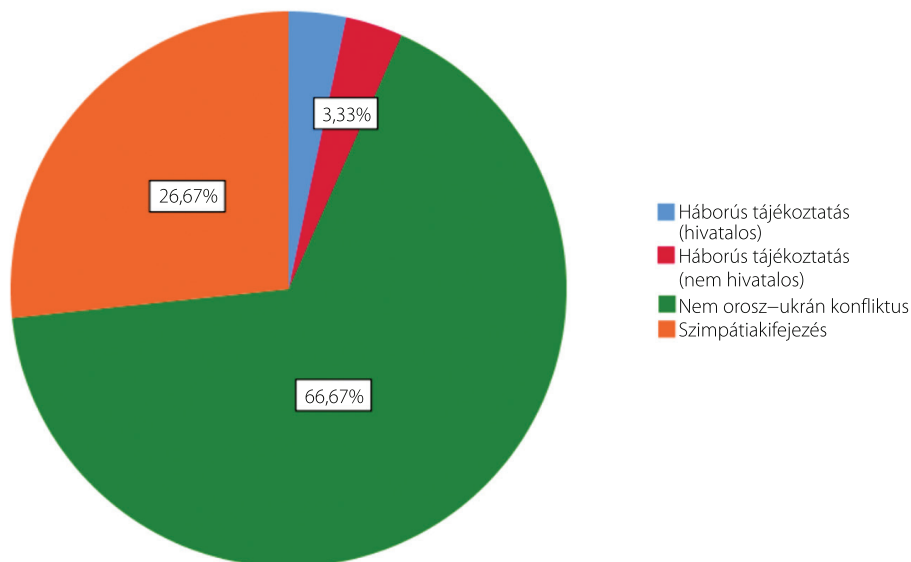
A legnépszerűbb 30 poszt közül minimális mennyiségben (13,3%) található háborús tájékoztatással kapcsolatos és megbízható, hiteles forrásból származó tartalom. Túlnyomó többségben a szimpátiát kifejező tartalmak és a nem hivatalos jellegű tájékoztatások voltak jelen.

A /r/Russia subreddit esetén erősen érződik a karantén hatása. Mindössze 65 900 upvoté és 5520 komment érkezett a legnépszerűbb 30 contentre. Az összes vizsgált tartalom közül csak ezen a subredditen volt olyan tartalom, amely az orosz oldalt képviselte. Összesen négy ilyen tartalom volt fellelhető a legnépszerűbb harminc közül, és mind a négy szimpátiát fejezett ki az orosz oldallal szemben. A jelleg szerinti megoszlást vizsgálva pedig egyértelműen érződik, hogy a vizsgált tartalmak nagy része nem háborús jellegű. Ennek a feltételezett fő oka az erős moderáltság és a karantén. A Reveddit nevű oldal lehetőséget nyújt arra, hogy részben megtekinthessük a Redditről törölt tartalmakat. Az eltávolított posztok így is nehézkesen elérhetőek (ez az oldal időnként készít egy-egy snapshotot,³² így a gyorsan törölt tartalmak itt sem láthatóak), de viszonyítási alapul tud szolgálni, hogy mi lehetett az erős moderáció és karanténba kerülés mögött. A törölt tartalmak főleg az orosz rendszerrel szembeni kritikát gyakoroltak (például Putyin

³² Más néven mentést az eredeti oldalról.

elnök halálát kívánták), illetve a subredditet ért raiddel³³ kapcsolatosak. Továbbá felmerültek a törölt tartalmak között Oroszországot dicsőítő posztok is, de ezek száma elenyésző volt.

A megmaradt tartalmak esetében egyértelműen érződik, hogy nem a háború a fő téma. Az oka ennek az lehet, hogy a subreddit karanténba került, és ez nagyon közeli pont ahhoz, hogy teljesen töröljék és véglegesen kiltítsák. Ezért a felhasználók és moderátorok óvatosabbak a megosztott tartalmak vonatkozásában, főleg semlegességet képviselnek, vagy nem foglalnak állást. Ez látható a posztok jelleg szerinti megoszlásában.

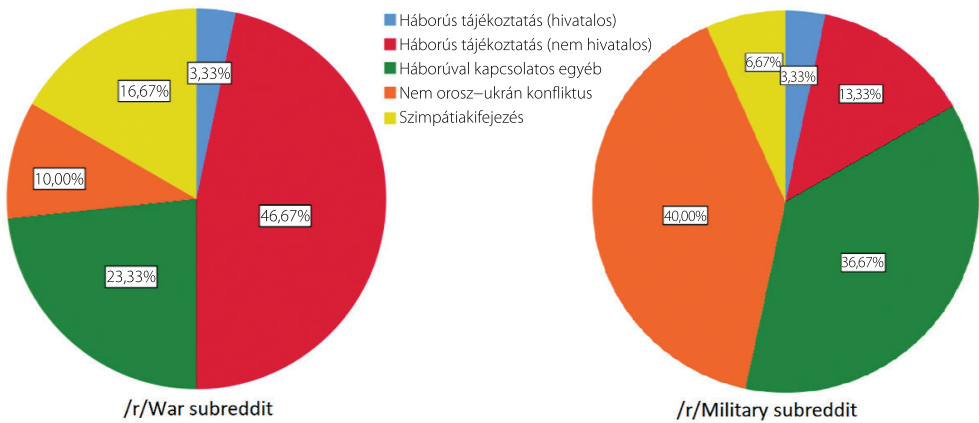


4. ábra: A /r/Russia top 30 posztjának jelleg szerinti megoszlása

Forrás: a szerző szerkesztése

A /r/War subredditre 60 700 upvote és 6 986 komment érkezett, a /r/Military esetében pedig 448 600 upvote és 16 479 komment keletkezett. A két subon a vizsgált posztok közül összesen 18 volt, amely nem az orosz–ukrán konfliktussal volt kapcsolatos. Ezek a tartalmak főleg az afgán háborúval foglalkoztak, és az Egyesült Államok hadseregéhez kötődő témát dolgoztak fel.

³³ Raidnek nevezzük azt, amikor egy adott közösség egységesen „elárasztja” egy másik közösség platformját azonos magatartást követve (ez lehet pozitív vagy negatív visszajelzés).



5. ábra: A /r/War és /r/Military top 30 posztjának jelleg szerinti megoszlása

Forrás: a szerző szerkesztése

A jelleg szerinti megoszlások alapján elmondható, hogy a hivatalos háborús tájékoztatás jelenléte ezeknél a subredditeknél is minimális. A nem hivatalos forrásból származó tartalmak viszont a /r/War, azaz a háborúval foglalkozó subreddit esetében jelentős. Az orosz–ukrán háborúval foglalkozó tartalmak közül tíz olyan tartalom volt, amely semlegesként jelölhető meg állásfoglalás tekintetében. Az összes többi az ukrán oldal nézeteit képviselte.

A subredditek vizsgálata alapján megállapítható, hogy a vizsgált subok legnépszerűbb 30 posztja között túlnyomó többségben az orosz–ukrán konfliktus foglal helyet, és a felhasználók nagymértékben állást foglalnak az ukrán fél mellett. Így a H1 hipotézis (A Redditen megosztott orosz–ukrán konfliktussal kapcsolatos tartalmak száma jelentős, és a felhasználók érzelme dominánsan a nyugati oldallal azonosul), bizonyítást nyert.

A Reddit szentimentjének vizsgálatánál a Frontpage-t is megnéztem, szintén azonos időszakban, azonos top 30 posztot. A Frontpage a Reddit központi gyűjtőoldala, minden subreddit-ről kerülhet fel oda tartalom, ha az adott content eléri az aznapi népszerűségi küszöböt. A főoldalra kikerült tartalmakra is szavazhatnak a felhasználók, így, ha egy subról kikerült tartalmat a nagyobb közösség nem tart szimpatikusnak, leszavazhatja és süllyesztőbe küldheti. A Frontpage ily módon jó képet mutat arról, hogy a Reddit közössége mit gondol és érez egy témáról. A főoldalban a vizsgált időszak legnépszerűbb 30 tartalmát azonos szempontok szerint elemeztem. Ezekre a posztokra összesen 8 106 000 upvote és 160 535 komment érkezett. A harminc tartalomból összesen hét foglalkozott az orosz–ukrán konfliktussal, és ezek, két nem egyértelmű tartalmat leszámítva, mind az ukrán oldalt képviselték. Kettő darab hivatalos háborús tájékoztatás és egy darab nem hivatalos érte el a legnépszerűbb kategóriát, a maradék négy pedig szimpatiait fejezett ki az ukrán féllal szemben.

Látható, hogy a Redditen az orosz–ukrán konfliktus jelentősen megjelenik az elmúlt időszak top posztjai között, és a felhasználók általános jellegű szentimentje, hogy az ukrán oldallal szemben fejeznek ki szimpátiát. Megjelenik a háborús tájékoztatás is mint elem. A tájékoztatás vonatkozásában jelentősek a nem hivatalos forrásból származó hírek, a hivatalos forrásból származókkal szemben. Ennek az oka feltételezhetően az lehet, hogy a közösségi média kulcseleme a gyors információmegosztás, és a felhasználóknak lehetőségük van arra, hogy könnyen és gyorsan dokumentálják az aktuális eseményeket, majd pedig ezeket megosszák egymás között. Ezért ezek a tartalmak jelentős elérést és a posztolónak virtuális népszerűséget tudnak hozni. A H2 hipotézis, „A kiválasztott subredditen jelentős mennyiségben van jelen a nem hivatalos forrásból származó katonai jellegű információ”, bebizonyosodott. A felhasználói visszajelzések (upvote) alapján azt is megállapíthatjuk, hogy a felhasználók bíznak a tartalmakban, mivel domináns a tartalom jelenléte és a pozitív visszajelzés. A H3 hipotézis, azaz „A felhasználók bíznak a megosztott tartalmakban” így szintén bizonyítást nyert.

A Reddithez kapcsolódóan a Twitteren is hasonló a felhasználók nézete. A kutatás fókuszja a Reddit közösségimédia-platform és a platform szerepe az orosz–ukrán konfliktus vonatkozásában. Párhuzamot vonni más közösségimédia-platformokkal kihívásokban gazdag, mivel minden platform más-más jellegzetességekkel rendelkezik (például a YouTube videóformátumot használ, az Instagram képalapú). Azért a Redditet választottam, mert nyílt és könnyen tematizálható platform. Ehhez kapcsolódóan viszonyítást tud nyújtani a Twitter, viszont fontos hangsúlyozni, hogy összehasonlítani két különböző közösségimédia-platformot nehéz. A publikáció írásakor kifejezetten kapcsolódó kutatás, amely a Twittert elemezte, nem volt,³⁴ egy kapcsolódó tanulmányt találtam, amely a twitterezők szentimentjét vizsgálta.

Garcia és Cunanan-Yabut³⁵ tanulmányukban vizsgálták a twitterezők álláspontját abban a kérdésben, hogy a háborúnak a jóváhagyása vagy elítélése-e az egyetemes üzenet. A konfliktus első szakaszában vizsgálták meg a felhasználói szentimentet. A Twitteren is, a Reddit-tartalmakhoz hasonlóan, azonos időszakból származnak a legnépszerűbb posztok. Összesen 27 894 tweetet elemeztek 22 286 felhasználótól, és összességében a háború több negatív érzelmot váltott ki a felhasználókból, mint pozitívumot. A legnépszerűbb három kulcsszóból és az azok körüli pozitív/negatív szentimentből levezették, hogy a twitterező felhasználók elítélik a konfliktust. Legfrekvenciáltabb kulcsszavak a „war”, „people”, „world”, „putin” és „peace” voltak. A felhasználók érzelme a kulcsszavak kapcsán negatív volt, legerőteljesebb negatív érzelmot a Putin szó váltotta ki. Kivételes a „peace” kulcsszó volt, amelyet mindösszesen ~20% használt negatív kontextusban. A Twitter esetében is elmondható, hogy a felhasználók a háborút elítélik, és szimpátiát az ukrán féllel szemben fejeznek ki.

³⁴ A keresést a Scopus, ScienceDirect és T&F rendszereiben végeztem.

³⁵ GARCIA – CUNANAN-YABUT 2022.

Konklúzió

Összességében elmondható, hogy a közösségi média szerepe jelentős, továbbá a platformok jelentős felhasználóval rendelkeznek. A televízióhoz képest viszont a Statista felmérése szerint nincs olyan jelentős elérése a vizsgált és megkérdezett országokban. A Redditen a legnépszerűbb érintett subreddit a /r/WorldNews volt, amely több mint 30 millió feliratkozóval rendelkezik. A közösségi média szerepe az információ-megosztásban nem elhanyagolható, látható volt, hogy a redditező felhasználóknak van hírigénye, illetve külső oldalak is felhasználják a közösségi médiában felbukkanó tartalmakat, hogy aktuális beszámolót, illetve háborús térképet hozhassanak létre. Továbbá a subredditenél is a legnépszerűbb harminc tartalom nagy részben valamilyen módon kapcsolódott az orosz–ukrán konfliktushoz. Ez alól csak a karanténba került /r/Russia subreddit képzett kivételt, aminek az oka feltételezhetően az, hogy a moderátorok és a felhasználók óvatosan közelítik meg a témakört, nehogy kitiltsák a subredditet.

A többi vizsgált subreddit esetében az előző év legnépszerűbb harminc posztjánál minimális volt az a mennyiség, amikor megbízható forrásból származik a tartalom. Jelentős mennyiségű content szimpátiát, illetve nem megbízható forrásból származó információt oszt meg. A felhasználóknak azonnali információra van szükségük, ezért azokat a tartalmakat szavazzák fel, amelyek ezen igényeiket kielégítik. Információ kapcsán teljes egészében csak az ukrán félt erősítő információk kerültek be a legnépszerűbb harmincba. Az információ megbízhatósága viszont erősen kérdéses, hiszen a tartalmak túlnyomó része nem hivatalos forrásból származott, ez alapján a második (A kiválasztott subredditen jelentős mennyiségben van jelen a nem hivatalos forrásból származó katonai jellegű információ) és a harmadik (A felhasználók bízna a megosztott tartalmakban) hipotézis bizonyítást nyert.

A szentimentvizsgálatból egyértelműen kirajzolódott, hogy a felhasználók elítélik a háborút, és komoly szimpátiát fejeznek ki az ukrán oldallal szemben. Ezt megerősíti a nagy mennyiségű szimpátiaposzt. Illetve a konfliktus prioritásnak mondható a felhasználói elérések vonatkozásában, hiszen nagy mennyiségben ez dominálta a legnépszerűbb harminc posztot az elmúlt egy évből. A Twitter esetében is hasonló szentiment rajzolódott ki: a felhasználók szintén elítélték a háborút és negatív élményként élték meg.

A felhasználóknak igénye van az információra, kifejezetten a rendkívüli helyzetben. A platformon lévők igényelték, hogy aktuális és releváns információhoz juthassanak, a vizsgált subredditen dominánsan jelen voltak az orosz–ukrán konfliktust taglaló témák, és a Reddit főoldalán a legnépszerűbb harmincba hét darab tartalom került. A vizsgálat alapján így az első számú hipotézis (A Redditen megosztott orosz–ukrán konfliktussal kapcsolatos tartalmak száma jelentős, és a felhasználók érzelme dominánsan a nyugati oldallal azonosul) bizonyosodott be. A hipotézisek alapján arra a kutatási kérdésre, hogy „A felhasználók a nem hivatalos forrásokba is bizalmat fektetnek-e, és a Reddit szerepe az információmegosztásban jelentős-e” egyértelmű igen választ tudunk adni. A felhasználói információigény egyértelműen felülmuta

az információ hitelességének kritériumát. Bányász Péter kutatásában³⁶ a közösségi média katasztrófaelhárításban betöltött szerepét vizsgálta a Sandy hurrikán példáján keresztül. Cikkében bizonyította azt, hogy a közösségi média eszközeit lehet a lakosság-felkészítésben, tájékoztatásban és mentésben használni. Ez nem kapcsolódik szorosan a jelenlegi kutatási kérdéshez, viszont arra rávilágít, hogy kárenyhítés szempontjából egy hasonló rendkívüli helyzetben van fontossága és haszna a közösségi médiának. Jelentős mennyiségű információmegosztás és felhasználói aktivitás volt a Redditen, mivel a platform képi, videó- vagy szövegalapú információmegosztásra egyaránt alkalmas. A felhasználók önkéntesen összegyűlve elkezdtek aktuális információkat megosztani egymással, és ezeket a megosztott tartalmakat a platformon belüli lehetőségekkel (például felszavazás) népszerűsítették.

A jelenlegi kutatás választ adott a felhasználók információéhségének igényére. Céloom e kutatást kibővítve a későbbiekben választ adni arra a nagyobb kérdésre, hogy a közösségi médiából történő informálódás mint háborús célt elősegítő lépés hogyan használható fel. Jelenleg a konkrét konklúzió, hogy a felhasználók információéhsége magasabb, mint az információ hitelességének kérdése. Tehát informálás szempontjából a konkrét hitelességgel nem lényeges foglalkozni, a felhasználóknál a megbízhatónak látszó azonnali információk a lényegesek.

Irodalomjegyzék

- BÁNYÁSZ Péter (2013): A közösségi média szerepe a katasztrófaelhárításban a Sandy hurrikán példáján keresztül. In HORVÁTH Attila (szerk.): *Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből: Kiemelten a közlekedési alrendszer*. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 281–292. Online: http://real.mtak.hu/94342/1/A_kozossegi_media_sze-repe_a_katasztrofae.pdf
- BÁNYÁSZ Péter (2020): A közösségi média lehetőségei és kihívásai a védelmi szférában. In POHL Árpád (szerk.): *Biztonság és honvédelem: Fenntartható biztonság és társadalmi környezettanulmányok 2*. Budapest: Ludovika, 587–602.
- CHEUNG, Eric et al. (2022): Pelosi Expected to Visit Taiwan, Taiwanese and US Officials Say. *CNN*, 2022. augusztus 2. Online: <https://edition.cnn.com/2022/08/01/politics/nancy-pelosi-taiwan-visit/index.html>
- FARKAS, Tibor (2020): Communication and Information Services – NATO Requirements, Part I. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, 25(4), 281–289. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2020-0034>
- FARKAS, Tibor (2021): Communication and Information Services – NATO Requirements, Part II. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, 26(1), 9–15. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2021-0002>
- FARKAS, Tibor – HRONYECZ, Erika (2016): Basic Information Needs in Disaster Situations (Capabilities and Requirements). In *XXI. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszaka*. Kolozsvár, 153–156. Online: <http://hdl.handle.net/10598/29161>

³⁶ BÁNYÁSZ 2013.

- GARCIA, Manuel B. – CUNANAN-YABUT, Armi (2022): *Public Sentiment and Emotion Analyses of Twitter Data on the 2022 Russian Invasion of Ukraine*. 9th ICITACEE 2022. augusztus 25–26, Semarang, Indonesia. Online: <https://doi.org/10.1109/ICITACEE55701.2022.9924136>
- GRITTEN, David (2022): Iran Protests: Police Fire on Mahsa Amini Mourners – Witnesses. *BBC*, 2022. október 26. Online: www.bbc.com/news/world-middle-east-63397159
- INÁNCSI Máttyás – FARKAS Tibor (2022): Álhírek ellenőrzése a közösségi médiafelületeken a COVID-19 járvány alatt. *Hadtudomány*, 32(1), 42–53. Online: <https://doi.org/10.17047/Hadtud.2022.32.E.42>
- KHALDAROVA, Irina – PANTTI, Mervi (2016): Fake News The Narrative Battle over the Ukrainian Conflict. *Journalism Practice*, 10(7), 892–900. Online: <https://doi.org/10.1080/17512786.2016.1163237>
- PARÁDA István – FARKAS Tibor (2020): Felderítés és analízis a penetrációs tesztekben – 1. Információgyűjtési technikák. *Hadmérnök*, 15(1), 159–182. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.1.11>
- Statista: Most Popular Social Networks Worldwide as of January 2022, Ranked by Number of Monthly Active Users (in millions). Online: www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/
- Statista: Number of Social Media Users Worldwide from 2018 to 2027 (in billions). Online: www.statista.com/statistics/278414/number-of-worldwide-social-network-users/
- Statista: News Sources Paid Most Attention to for News on the Russia-Ukraine War in Selected Markets Worldwide as of February 2022. Online: www.statista.com/statistics/1316996/russia-ukraine-war-news-sources-worldwide/
- Statista: Regional Distribution of Desktop Traffic to reddit.com as of May 2022 by Country Online: www.statista.com/statistics/325144/reddit-global-active-user-distribution/
- Statista: Social Media & User-Generated Content – REDDIT. Online: www.statista.com/study/67973/reddit/
- The White House (2021): Remarks by President Biden on the Drawdown of U.S. Forces in Afghanistan. 2021. július 8. Online: www.whitehouse.gov/briefing-room/speeches-remarks/2021/07/08/remarks-by-president-biden-on-the-drawdown-of-u-s-forces-in-afghanistan/
- TÓTH András (2021): Information-Sharing Challenges and Issues in Multinational Operations, Part 2. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review* 26(1), 22–30. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2021-0004>
- [u/raqp1]: It's started in Russia. In Nizhnekamsk, Workers of the Hemont Plant Staged a Spontaneous Strike Due to the Fact that They Were Not Paid Part of Their Salaries as a Result of the Sharp Collapse of the Ruble. Reddit, 2022. Online: www.reddit.com/r/ukraine/comments/t7v7mm/its_started_in_russia_in_nizhnekamsk_workers_of/
- WILLETT, Marcus (2022): The Cyber Dimension of the Russia–Ukraine War. *Survival Global Politics and Strategy*, 64(5), 7–26. Online: <https://doi.org/10.1080/00396338.2022.2126193>

Vattai Eszter¹ 

A nyílt forrású információszerzés kapcsolata a hadsereggel²

Open Source Intelligence in the Context of the Military

Absztrakt

Az infokommunikációs technológiák és az azokkal szoros kapcsolatban lévő közösségimédia-platformok napjaink egyik leggyorsabban változó és fejlődő területei. A jelenben, ha egy képet megosztunk, ha egy posztot kiírunk, vagy elfogadjuk azokat a bizonyos „cookie” beállításokat, minden mozdulatunk és érdeklődési körünk lekövethető. A technológia fejlődése megteremtette azt a különleges helyzetet, hogy a felelőtlen, nem biztonságtudatos felhasználók nagyon könnyen lekövethetővé és lehallgathatóvá váltak.

Kutatásom célja az OSINT-eszközök és az infokommunikációs technológiák komplex vizsgálata katonai aspektusokban. Jelenleg csak nagyon szűk körben vizsgált terület hazánkban a nyílt forrású információszerzés, ennek megfelelően ez ösztönzött arra, hogy ezzel a területtel foglalkozzam.

Előzetes elemzéseim alapján (jellemzően nemzetközi szakirodalmak vizsgálatával) arra a következtetésre jutottam, hogy az OSINT-tevékenységeknek egyre nagyobb hatása lesz a katonai műveletekre, így kiemelten fontosnak tartom egy ilyen irányú kutató-elemző munka végrehajtását.

Kutatási kérdéseimen keresztül tematikusan építettem fel a megállapításokat, amelyeknek részleteit a kutatás első felében ismertetem.

Kulcsszavak: OSINT, nemzetbiztonság, katonai műveletek, orosz–ukrán háború

¹ Hallgató, Nemzeti Közszerológiai Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: vattaieszter2001@gmail.com

² A publikáció az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-1-I-NKE-34 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának szakmai támogatásával készült.

Abstract

Information and communication technologies and the social media platforms that are closely linked to them are one of the fastest changing and evolving areas today. In the present, by sharing a picture, posting a story, or accepting certain 'cookie' settings, our every move and interest can be tracked. Advances in technology have created the unique situation where irresponsible, insecure users are very easily tracked and intercepted.

The aim of my research is a complex study of OSINT devices and infocommunication technologies in military aspects. Currently, open-source information acquisition is only a very narrowly investigated area in our country, and this is what prompted me to focus on this area. Based on my preliminary analyses (typically by examining international literature), I have concluded that OSINT activities will have an increasing impact on military operations, and therefore I consider it of utmost importance to carry out a research and analysis work in this direction.

Through my research questions, I have structured my findings thematically, the details of which are presented in the first half of this study.

Keywords: OSINT, national security, military operations, Russian-Ukraine conflict

Bevezetés

A nyílt forrású információszerzés (továbbiakban: OSINT³) célja alapvetően, hogy a felhasználó információigényeire minél pontosabb, teljesebb, hitelesebb választ tudjon adni, illetve a felhasználó szándékának megfelelő információt biztosítson. Az OSINT teljesen átformálta jelen korunk hírszerzését is. A közösségi média mellett számos más nyílt forrás is rendelkezésre áll.⁴ Az interneten keresztül elérhetőek a rádió- és tv-adások, visszakövethetők a publikációk, az újságok. Keresni lehet képekre, videókra, dokumentumokra, vagy akár webkamerákat is lehet nézni. Továbbá az interneten a különböző geolokációs adatokat is le lehet kérdezni.

Katonai műveletek előtt az információk körülbelül 80%-át nyílt forrásokból gyűjtik össze. Magyar vonatkozásban az Információs Hivatal (IH) gyűjti össze az információkat és szűri ki ezek közül a feladatellátáshoz a legmegfelelőbbeket.⁵

A releváns hazai és nemzetközi szakirodalmak elemzése mellett a következő kutatási módszereket alkalmaztam: kérdőíves felmérés a közösségimédia-használat és digitális higiénia kérdéskörökben a magyar szerződéses és hivatásos katonák körében, továbbá interjú készítése a Magyar Honvédség felső vezetésében dolgozó szakemberekkel, a nyílt forrású információszerzés hatásairól napjaink műveleti környezetére. Az OSINT rendkívül fontos napjaink katonai műveleteiben, ezért a célok ezeknek az állításoknak a megválaszolása és bizonyítása.

A kutatásom kezdetén a következő kutatási kérdéseket fogalmaztam meg:

³ Open Source Intelligence.

⁴ BÁNYÁSZ 2015: 16.

⁵ DEZSŐ 2018: 100.

- Milyen új megoldásokat és kihívásokat jelent a katonai műveletekben a nyílt forrású információszerezés szélesebb körben történő elterjedése?
- Melyek azok az OSINT-alkalmazások és -szolgáltatások, amelyek segíthetik a parancsnokokat a döntéshozatali folyamatok során?

Ezek alapján a következő hipotéziseket fogalmaztam meg:

1. Véleményem szerint a nyílt forrású információszerezés felgyorsíthatja a műveleti információk gyűjtését, amely gyorsíthatja a döntéshozatali folyamatokat, valamint az információk fölény megszerzését.
2. Az orosz–ukrán konfliktusban megjelent OSINT-technikák nagymértékben támogatják a szemben álló feleket az ellenséges csapatok helyének, mozgásának azonosításában.

A nyílt forrású információszerezés szerepe a katonai szervezeteknél

„A világunkat elárasztó adat- és információmennyiség célirányos monitorozására és kutatására aligha lenne lehetőség a nyílt forrásból származó információgyűjtés nélkül. A nemzetbiztonsági szolgálatok eszköztárában az OSINT egyre inkább meghatározó szerepet tölt be.”⁶

A nemzetbiztonsági szolgálatoknál fontos azt elemezni, hogy milyen adatot vagy információt szeretnénk megszerezni, ennek értelmében a képességek és lehetőségek jelentős mértékben függnék az adatszerezés jellegétől és módjától.

Az információszerezést pedig az alábbi hírszerzési ágak végzik:

- emberi erőforrásokkal folytatott hírszerzés (HUMINT⁷);
- rádióelektronikai felderítés (SIGINT⁸);
- nyílt forrású hírszerzés (OSINT);
- képfelderítés (IMINT⁹);
- mérés és jelmeghatározó hírszerzés (MASINT¹⁰);
- kiberhírszerzés (CYBINT¹¹).¹²

„A magyar nemzetbiztonsági gondolkodásban – a titkos információgyűjtés jogi szabályozásának elsődlegessége mellett – főként a hírszerzés-felderítés (intelligence) fogalomrendszerét és az ott megjelenő egyes ágakat (így pl. HUMINT, SIGINT, OSINT stb.) vehetjük alapul. Ennek kereteit tekintve azonban nem feltétlenül lehet és indokolt minden hazai információgyűjtő tevékenységet a jelzett fogalomrendszerbe besorolni, már csak az egyes területek eltérő adottsága vagy akár rendeltetése okán sem.”¹³

⁶ SZABÓ 2019.

⁷ Human intelligence.

⁸ Signal intelligence.

⁹ Imagery intelligence.

¹⁰ Measurement and signature intelligence.

¹¹ Cyber intelligence.

¹² VIDA 2018: 119.

¹³ DOBÁK 2018: 99.

Az egyik kiemelt szakasz az OSINT tekintetében a döntéshozatal. „A nemzetbiztonsági szolgálatok eszköztárában lévő lehetőségeket aszerint is érdemes tehát megvizsgálni, hogy jellemzőik által milyen hatást gyakorolhatnak a döntéshozók munkájára. Ez az OSINT estében is szükségszerű.”¹⁴ Tehát különböző szolgálatoknak érdemes összpontosítaniuk az alkalmazási kockázatokra.

Minden tevékenység mozgatóeleme a különböző médiumokon alapszik. Igaz az, hogy a titkos információgyűjtés forrásaiból származó információk esetében megvan a kockázata annak, hogy a minősített információk előbb-utóbb nyílt információkká alakulnak át és a médiában is megjelenhetnek.¹⁵ A titkos információgyűjtés eszközeinek és módszereinek alkalmazása útján megszerzett minősített információknak az OSINT lehetőségeivel történő visszaellenőrzése pedig szinte lehetetlen. Viszont, ezekből az információkból is lehet szűrni különböző adatokat, amelyek hasznosak lehetnek a szolgálatok számára. Vagy éppen az információk kikerülése kárt is okozhat egy másik országnak. Ismertetőként mutatom be a különböző adatok kikerülésének veszélyességi szintjeit hazai vonatkozásban, amely kategóriába tudjuk helyezni az OSINT által szerzett információkat.¹⁶

„(4) Amennyiben az adat nyilvánosságra hozatala, jogosulatlan megszerzése, módosítása vagy felhasználása, illetéktelen személy részére hozzáférhetővé, valamint az arra jogosult részére hozzáférhetetlenné tétele

- a) rendkívül súlyosan károsítja a minősítéssel védhető közérdeket, akkor »Szigorúan titkos!«,
- b) súlyosan károsítja a minősítéssel védhető közérdeket, akkor »Titkos!«,
- c) károsítja a minősítéssel védhető közérdeket, akkor »Bizalmas!«,
- d) hátrányosan érinti a minősítéssel védhető közérdeket, akkor »Korlátozott terjesztésű!« minősítési szintű.”¹⁷

Ezt az elemzés fázisában kell mérlegelni, és a következtetéseket levonni belőle.

További, az OSINT-tal szorosan összetartozó, kibontakozó hírszerzés az úgynevezett cyber intelligence (CYBINT) vagyis a kiberhírszerzés. Az ilyen típusú hírszerzés a fizikai kémkedés és a védelem keveréke a modern információs technológiával.

A kiberhírszerzés védelmet nyújt az olyan digitális fenyegetésekkel szemben, mint a vírusok, hackerek és terroristák, amelyek célja érzékeny információk ellopása az interneten keresztül.¹⁸

A CYBINT és az OSINT közti különbségnek az tekinthető, hogy míg a CYBINT-nél szükséges hackertevékenységet folytatni, addig az OSINT-nál ez nem túl nagy mértékben jelenik meg, hiszen lényegében csak a digitális lábnyomokat gyűjtjük össze.

Ehhez az alfejezethez zárszóként Vida Csaba véleményezését közlöm, amely a saját meglátásommal is egybefügg;

¹⁴ SZABÓ 2019.

¹⁵ TÓTH 2020.

¹⁶ TÓTH 2021.

¹⁷ 2009. évi CLV. törvény, II. Fejezet, 4. §.

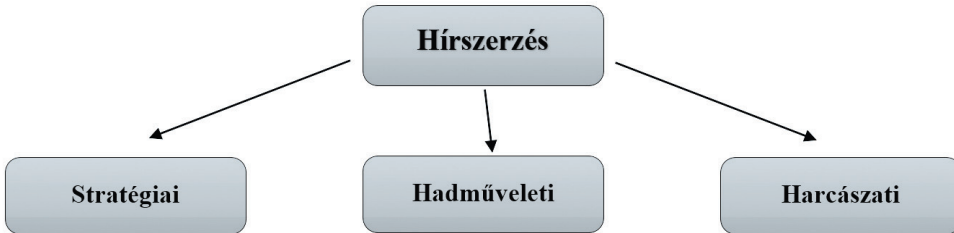
¹⁸ Lásd: <https://usnwc.libguides.com/c.php?g=494120&p=3381599>

„[...] egy régi hírszerzési ágaként az OSINT a hírszerzési ciklus adatszerzési szakaszának integrált része, bár a korábbiakhoz képest jóval nagyobb hangsúlyt kapott, és esetenként egyedül is képes biztosítani a szükséges adatokat. Az OSINT esetében azonban ügyelni kell arra, hogy a hírszerzés ne váljon egyoldalúvá, mert a hatékony és eredményes munkához továbbra is szükség van a többi hírszerzési ág által megszerzett adatokra és információkra. A CYBINT-tel kapcsolatban más a helyzet, mert az alapvetően nem információszerező hírszerzési ág, hanem funkcióját vizsgálva inkább a fedett és a titkos hírszerzési akciókhoz lehet hasonlítani.”¹⁹

Az orosz–ukrán háború OSINT-vonatkozásai

A közösségi média a nyílt forrású információgyűjtés aranybányája, és az egyének vagy a csapatmozgások felderítésére számos ingyenes, legális eszköz áll rendelkezésre, amit az előzőekben is kiemeltem.

Háborús helyzetben háromfelé lehet osztani a hírszerzést, ahogyan az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: A hírszerzés felosztása

Forrás: a szerző szerkesztése

A stratégiai szintű hírszerzéshez tartoznak a HUMINT és az OSINT eszközei is (például attasék, nagykövetek küldése).

A hadműveleti szintű hírszerzési feladatot főképpen a különleges erők és a mélyégi felderítők végzik el. Fontos továbbá a SIGINT – jelhírszerzés – és az IMINT – képi hírszerzés – is ebben a szakaszban.

A harcászati szintű hírszerzés már csak felderítésnek tekinthető a parancsnok információigényei alapján; legjobb megoldása a drónokkal való felderítés.

Mindössze egy héttel azután, hogy Oroszország teljes körű inváziót indított Ukrajnában, az OSINT-ot széles körben kezdték el használni a hírekből és a közösségi médiából származó tényellenőrző narratívák megértésére.

Kiemeltem ezek közül a három legfontosabb lekövetést:

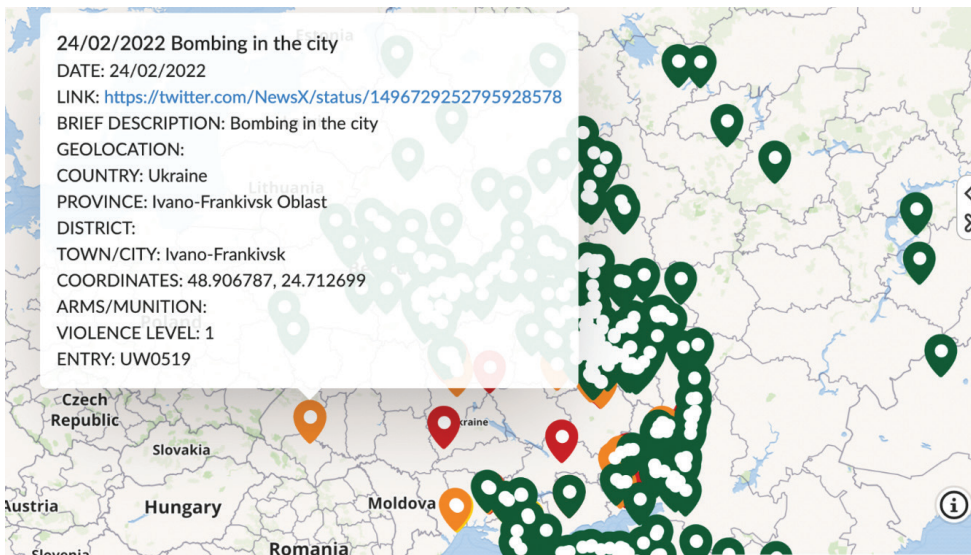
- A katonai csapatok mozgásának lekövetéséhez a közösségi média tartalmaiból vett rendszámadatokat például arra használták, hogy járműveket kapcsoljanak

¹⁹ VIDA 2013.

össze a kormányzati szervekkel. A műholdfelvételek képei továbbá az orosz járművek mozgását is meghatározhatják.

- Felmérni az éppen zajló eseményeket és a sérülteket. Miközben a felhasználók fotókat és videókat tesznek közzé az eseményekről, az elemzők figyelemmel kísérhetik a támadásokat, és valós időben értékelhetik a károkat. A nyilvános közösségimédia-tartalmak és a műholdképek szintén segítenek az elemzőknek abban, hogy pontosan meghatározzák a tevékenységek földrajzi helyét.
- Ellenőrizni a dezinformált tartalmakat. Az elemzők használnak olyan alkalmazásokat, amelyek lehetővé teszik az események idő és hely szerinti csoportosítását. Több cég is foglalkozik ilyen típusú adatszelektációval.

A Center for Information Resilience cég intelligens térképe a Russia–Ukraine Monitor Map. A cég nyílt forrású információkból dokumentálja és ellenőrzi az információk hitelességét az ukrajnai konfliktus során történt jelentős eseményekről, majd egy térkép segítségével vizualizálja azt. Célja, hogy megbízható információkat nyújtson a politikai döntéshozók, újságírók, valamint igazságügyi szervek számára a változó helyzetekről. A Bellingcat és a Conflict Intelligence Team is képes hozzájárulni a térképek bővítéséhez azáltal, hogy a projekthez felülvizsgált összes tartalmat összegyűjtik, és megőrzésre elküldik a Mnemonicnak.²⁰ Erre látható példa a 2. ábrán.



2. ábra: Ivano-Frankivszkban történt bombamerénylet részletes kimutatása a térképen

Forrás: www.bellingcat.com/news/2022/02/27/follow-the-russia-ukraine-monitor-map/

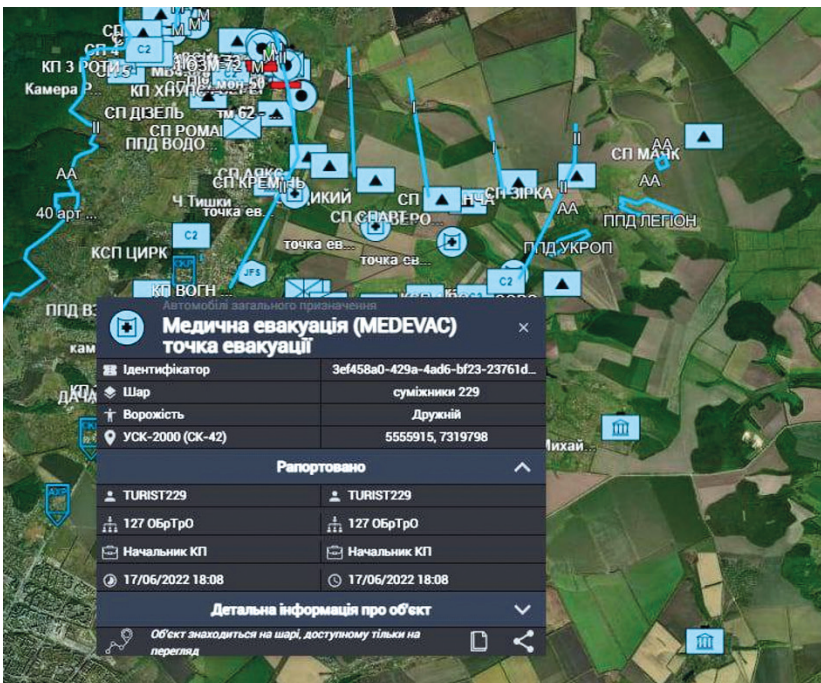
²⁰ A Mnemonic kiberbiztonsági szolgáltató egyértelmű válaszokat és utakat kínál összetett biztonsági kihívásokra. Lásd: www.mnemonic.io/company/

A következőkben a Joker-botrányról szóló következtéseimet mutatom be, amelyben az ukrán katonai parancsnokság által használt amerikai „Delta” programot feltörte a „Joker DPR”²¹ hackercsoport.

Korábban az ukrán média nyilvánosságra hozta az ukrán katonák által használt külföldi modern technológiákat és szoftvereket, amelyeket amerikaiaktól kaptak. Az ukrán katonák megalázták az oroszokat, mondván, hogy túl messze vannak az ilyen technológiáktól.

Az oroszok viszont, mondhatni, nem törődtek a saját rendszereik fejlesztésével, és feltörték az ellenség által használtakat. November 1-jén a DPR sajtószolgálatának vezetője, Daniil Bezsonov megerősítette, hogy a DPR hadserege hozzáférést kapott az ellenséges szoftverhez.

Hogy világos legyen, ez egy parancsnoki és irányítási program, amelyben a baráti és ellenséges csapatokra vonatkozó összes adat szerepel, és rendszeresen frissül, többek között a hírszerzési forrásokból származó információkkal, és amelynek egy aktuális állapotát a 3. ábra szemlélteti.²²



3. ábra: Képernyőfotó a Delta rendszeren tárolt információkról

Forrás: <https://southfront.org/us-delta-program-used-by-ukrainian-military-command-hacked-by-joker-dpr-hacker-team/>

²¹ Donetsk People's Republic.

²² Lásd: <https://southfront.org/us-delta-program-used-by-ukrainian-military-command-hacked-by-joker-dpr-hacker-team/>

A katonai szakértőkkel végrehajtott kérdőíves felmérés következtetései

Befejezőként az interjúalanyokkal folytatott beszélgetés részleteit prezentálom. Az ő válaszaik elemzése után jutottam a következő állításokra, megválaszolva ezzel a kutatási kérdéseimet.

Milyen megoldásokat jelent a katonai műveletekben az OSINT szélesebb körben történő terjedése?

A katonai műveletekhez való szigorú kapcsolódást nehéz kívülről megítélni, de a jelenség gyökere abban rejlik, hogy azzal, hogy az infokommunikációs eszközök, onlineközösség-megoldások széles körben elterjedtek a társadalom tagjai között, mindenki (és nem csak a katonai szereplők) szükségszerűen fordul ezekhez. Kritikus eseményeknél, például fegyveres konfliktusnál az információk kiemelt szerepet kapnak, így minden forrásból (köztük a nyílt) is várják az aktuális, a helyzet megítélését segítő adatokat. Például az orosz–ukrán háború első napjaiban a keleti területen élő lakosság tömegesen osztotta meg az orosz csapatmozgásokra vonatkozó információkat (például Twitteren). Ezek nemcsak szöveges, hanem képi információk, fotók, videók is. Ezek a művelet szempontjából pozitív jellegűek lehetnek, hiszen a helyszínen lévő személyek általuk rendkívül értékes információkat nyújthatnak. Azonban ezen adatokkal vagy azok egyes elemeivel kapcsolatban felmerülhet a hitelesség kérdése. Könnyen előfordulhat, hogy a nyílt források tudatos alakításával az elérhető információk akár dezinformációs elemeket is tartalmazhatnak.

Az OSINT kapcsán létezik egy úgynevezett CNN-effektus, amikor a média a tudósítás és hírek tájékoztatásának szándékával akár hamarabb adott helyszínen lehet, mint más szereplők, így ebben az esetben ők lesznek az információk elsődleges forrásai (ez esetben is a hitelesség és a függetlenség kérdése merülhet fel). További hátránya (nézőpont kérdése) is lehet, hogy könnyen bemérhetővé válik az adott célpont.

A kihívások leküzdésére minden bizonnyal a mesterséges intelligencia használata és annak tanítása lesz majd a megoldás.

Mely alkalmazások segíthetik a parancsnokokat a döntéshozatal során?

Számos megoldás nyíltan elérhető a neten, a komolyabb változatok már csak előfizetés ellenében, gondolhatunk itt például az információbrókerekre, akik fizetés ellenében szolgáltatnak adatokat, vagy akár biztosítják az adott célra kifejlesztett szoftvereiket.

Akár ajánlhatók bizonyos felületek, azonban ezeket a másik fél a már említett módon akár ki is használhatja a befolyásolás érdekében. Felmerül a nyílt források hitelességének a kérdése, így például a média szerepe is, amelyet a felek szintén kihasználhatnak saját érdekeik érvényesítésére.

Az OSINT és megoldásai esetében a legnagyobb gond tehát az információk hitelességének kérdése, amelyek konfliktusos helyzetekben tömegesen jelennek meg, és szinte lehetetlen csak erre a forrásra hagyatkozva megállapítani azok valódiságát.

A parancsnokokat kielégítő két legfontosabb információ igénye az ellenségről és a terepről szerzett információk, megszerzésükben segíthetik őket a drónfelvételek is, amelyeket az aktuális időben készítenek el, és biztosan hitelesek.

Fontossá válnak az OSINT előnyei:

- akár ingyenes megoldások;
- nem kell hozzá engedély;
- tömegesen keletkeznek információk (ez akár gond is lehet);
- az információk a helyszínről érkehetnek (például Twitter-videó);
- olcsóbb lehet, mint a HUMINT.

Ezenfelül hátrányai:

- tömegessége, amiből nehéz kiszűrni a számunkra értékeset;
- sokféle nyílt platform, amely forrásként szolgálhat;
- nehéz kiszűrni a hiteles információt.

Továbbá nagyobb hangsúlyt kell fektetni a Cyber Threat Intelligence-re (CTI) is.

Háborús helyzetben a HUMINT vagy az OSINT a célravezetőbb?

Mindkét felderítési fajta együttes alkalmazása (természetesen a többi felderítési móddal együtt) szükséges. A közeli és a távolabbi jövőben is szükség lesz a HUMINT-ra is. Ezek nem kizárólagosságot, hanem együttműködést jelentenek. A minden forrású felderítés (ASI, all source intelligence) elve továbbra is működik.

Amennyiben nincs adott helyszínen HUMINT-forrás, akkor szükségszerűen fordulnak az OSINT-hoz. Ha csak OSINT van, akkor a már jelzett hitelességi és tömegességi problémák adódnak.

Ugyanakkor megfelelő szakmai tudással a civil szereplő is akár mélyebb információt kiáshat, mint egy HUMINT-forrás.

10 év távlatában mennyire fog fejlődni a technológia ahhoz, hogy egyre kevesebb legyen az adatszivárgás?

A technológia folyamatosan fog fejlődni, amivel mindenképpen szükséges a lépést tartani, azonban többnyire ezek magas költségű licenzek, szolgáltatások keretében valósulnak majd meg, amelyet nem tud minden szervezet finanszírozni.

Annak ellenére is, hogy a technológia a védelemben is hatalmas fejlődésen megy keresztül, a jövőben is lesz adatszivárgás. A technológia mellett ebben a kulcs az emberi tényező lesz, hiszen a védelem egyik igen markáns tényezője az ember. Meg lehet zsarolni, téveszteni, vagy más módszerekkel rá lehet venni a hibázásra. Ugyanakkor a technológiai és technikai fejlődés elérheti azt a szintet, amikor a humán eredetű veszélyek nagymértékben csökkenthetők, mert a viselkedésalapú védelem, azaz amikor a felhasználó eddigi tevékenységétől eltérő viselkedését automatizáltan figyeli/ellenőrzi, nagy segítséget jelenthet majd.

Ami talán még érdekes lehet, hogy a hibrid hadviselés esetében a célok között jelenik meg a másik fél társadalmára való hatásgyakorlás, ahol értelemszerűen előtérbe fognak kerülni a nyílt infokommunikációs felületek, hiszen ezeket érik el a társadalom tagjai.

További radikális megoldást jelenthet még a teljes telefontilalom, amelyet az ukrán–orosz háborúban is bevezettek, azonban ez hosszú távon nem tartható cselekvési forma.

Összefoglaló gondolatok

Tisztázom azt az állítást, hogy a mai technológia és energiaellátás nélkül a fent felsorolt technológiák és eszközök nem is léteznének, és a megfelelő kommunikációs eszközök az alappillérei az elektronikus hírszerzésnek egyaránt.

A publikációban a katonaság és az OSINT összefonódását vettem alapul, és hogy ez a jelen időszakban is mennyire számottevő kérdéskör. Elsősorban a katonai ágazatok, majd a nemzetbiztonsági szolgálatok mentén kerestem az irányt, hiszen ők a fő mozgatórugói egy állam információszerzésének. Ezután érintettem a jelen időnk egyik fő konfliktusát, az orosz–ukrán háborút, reflektálva arra, hogy az OSINT mennyire befolyásolja a háború kimenetelét, és mennyire elterjed a híre az egész világon szinte másodpercről másodpercre; ezt nevezhetjük technológiai csodának is, ugyanakkor sokkal nagyobb technikai problémákkal és változó helyzetekkel kell szembenéznie a mai kor parancsnokainak. Ezért is szerettem volna interjút készíteni hazánk felső vezetőivel, akik tapasztalatukkal és hozzáértésükkel tudtak válaszolni a feltett kutatási kérdéseimre.

A hipotéziseket elemezve a következő megállapításokra jutottam: az orosz–ukrán háború kitűnő példa volt az 1. hipotézisem alátámasztására, hiszen ott is megnyilvánult, mennyire meg tud változni egy hadszíntér, ha nem kívánt információ kerül fel az internetre. Hasonlóképpen vélekedem a 2. hipotézisemmel kapcsolatban is, hiszen több olyan példát ismerhettünk meg mi is a közösségi médiából, amely alátámasztotta, hogy bizonyos csapatok úgy mérték csapást az ellenségre, hogy előtte a közösségi médiából tájékoztak.

Irodalomjegyzék

- BÁNYÁSZ Péter (2015): A közösségi média, mint a nyílt forrású információszerzés fontos területe. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 3(2), 21–36. Online: http://uni-nke.hu/uploads/media_items/nbszemle-20152-banyasz.original.pdf
- DEZSŐ Lajos (2018): A nemzetbiztonsági szolgálatok. In RESPERGER István (szerk.): *Nemzetbiztonsági alapismeretek*. Budapest: Dialóg Campus, 95–109.
- DOBÁK Imre (2018): Az információgyűjtésről általában. In RESPERGER István (szerk.): *A nemzetbiztonság elmélete a közszolgálatban*. Budapest: Dialóg Campus, 74–83.

- SZABÓ Károly (2019): Az OSINT – Gondolatok a tevékenységről és az alkalmazás közegeiről. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 7(2), 68–82. Online: <https://doi.org/10.32561/nasz.2019.2.6>
- TÓTH András (2020): Information-Sharing Challenges and Issues in Multinational Operations, Part 1. *Revista Academiei Fortelor Terestre*, 25(4), 307–316. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2020-0037>
- TÓTH András (2021): Information-Sharing Challenges and Issues in Multinational Operations, Part 2. *Revista Academiei Fortelor Terestre*, 26(1), 22–30. Online: <https://doi.org/10.2478/raft-2021-0004>
- VIDA Csaba (2013): Létezik-e még a hírszerzési ciklus? Miről szól a hírszerzés? *Felderítő Szemle*, 12(1), 43–57. Online: www.knbsz.gov.hu/hu/publikaciok.html#fsz2013-1
- VIDA Csaba (2018): Hírszerzés. In RESPERGER István (szerk.): *Nemzetbiztonsági alapismeretek*. Budapest: Dialóg Campus, 111–132.

Jogi forrás

2009. évi CLV. törvény a minősített adat védelméről

Kugler Péter¹

Kína nemzetközi megítélésének változása a Covid–19-járvány során

Changes in the International Perception of China during the COVID-19 Epidemic

Absztrakt

Kína mint nagyhatalom jelentős szerepet tölt be a nemzetközi térben, cselekedeteivel sok szinten hatással van világunkra. A Covid–19-járvány a pandémián túl olyan gazdasági recessziót okozott, amely egy megosztottabb, kevésbé interdependens világot vetít előre. A SentiOne közösségimédia-figyelő platform segítségével a közösségi média és az egyéb online tartalmak kereshetők kulcsszavak alapján – illetve egyes kulcsszavak kizárásával a relevánsabb tartalom megtalálása érdekében –, a kereséssel nyert adatokat elemeztem a SentiOne online beépített elemző modulja segítségével. A SentiOne a PANAS alapján saját maga által fejlesztett szentimentelemző algoritmust alkalmazva méri az egyes média-tartalmak érzelmi töltöttségét, ez alapján pozitív, negatív és semleges lehet egy üzenet, és ezt a hagyományosnak számító hármas skálán összesíti is. Az új hidegháború kérdéskörét is bemutom az egymással szemben álló, USA által vezetett NATO–Quad–AUKUS szövetséget jellemeztem az ellentétes oldalon álló, Kína által vezetett Oroszország és a Sanghaji Együttműködési Szervezet tagjaiból álló szövetséggel együtt. A kibertér mint virtuális világ egyre inkább a hétköznapjaink része, és az életünkre gyakorolt hatása egyre nagyobb, így fontos az itt megjelent tartalmak vizsgálata. Az információs zűrzavar és a posztigazság fogalmainak ismertetésével, illetve az infodémia jelenségének bemutatásával a pandémia egy másik aspektusára is felhívom a figyelmet, amely a kibertérhez kapcsolható. Ismertetem a kínai segélyezési rendszert és a pandémia meghatározó pontjait. Sematikusan bemutatom az adatbányászat módszerét. A közösségi média és az egyéb weboldalak tartalmának elemzésével bebizonyítom az alábbi hipotézisemet: Az AUKUS és a Quad országainak angol nyelvű közösségimédia- és egyéb online felületeken megjelenő tartalmait vizsgálva a Kínai

¹ Nemzeti Közszoigálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: kugler.peti@protonmail.com

Kommunista Párt megítélése romlott a járvány során. Megcáfoltam a következő hipotéziseimet: A nyugati közösségi médiában és online felületeken a kínai segélyezés jelentős véleményformáló szerepet töltött be a járvány során. Kína járványkezelésének nemzetközi megítélése a kezdeti negatív időszak után pozitívvá vált.

Kulcsszavak: Kína, szentimentelemzés, Covid–19, nemzetközi kapcsolatok

Abstract

China, as a major power, plays a significant role in the international environment, and its actions influence our world on many levels. Beyond the pandemic, Covid–19 has caused an economic recession that foreshadows a more divided, less interdependent world. Using the SentiOne social media monitoring platform, social media and other online content can be researched by using keywords – or by excluding certain keywords to find more relevant content – I analysed the data obtained from the search using SentiOne's online built-in analytics module. SentiOne uses a proprietary sentiment analysis algorithm based on PANAS to measure the emotional content in each piece of media content, based on whether a message is positive, negative or neutral, and summarizes this on a traditional three-point scale. I have also introduced the new Cold War issue, characterising the opposing US-led NATO-Quad-AUKUS alliance, along with the opposing China-led Russia and the Shanghai Cooperation Organisation alliance. As cyberspace as a virtual world becomes increasingly embedded in our everyday lives and its impact on our lives grows, it is important to examine the content that is published there. By introducing the concepts of information disorder and post-truth, and the phenomenon of infodemic, I also draw attention to another aspect of the pandemic that can be linked to cyberspace. I have described the Chinese humanitarian aid system and the defining points of the pandemic. I have schematically presented the data mining method. In my thesis, by analyzing the content of social media and other websites, I proved my hypothesis: examining the content of English-language social media and other online platforms in the AUKUS and Quad countries, the perception of the Chinese Communist Party deteriorated during the pandemic. My hypothesis was disproved: in Western social media and online platforms, Chinese humanitarian aid played a significant opinion-shaping role during the epidemic. The international perception of China's handling of the epidemic has turned positive after an initial negative period.

Keywords: China, sentiment analysis, Covid–19, international relations

Bevezetés

A Kínai Népköztársaság (KNK) napjainkra gazdasági, politikai és katonai nagyhatalommá vált.

A Wallerstein-féle világrendszer-elemzés kategóriáit figyelembe véve Kína mostanra a perifériáról a félperifériára jutott, és jó úton halad afelé, hogy vagy csatlakozzon a centrumhoz, vagy új centrummá váljon. Ennek egyik leglátványosabb jele, hogy rendelkezik az élen járó (*cutting edge*) technológiákkal. Néhány példa e technológiákra:

5G-hálózatok, mesterséges intelligencia, robotika, űrtechnológia – ezekben vagy élen járónak mondható, vagy alig van lemaradva a centrumtól. A másik az Övezet és Út kezdeményezés (Belt and Road Initiative, BRI, régebbi nevén Egy Övezet egy Út, angolul One Belt, One Road), amely mind geopolitikailag, mind gazdaságilag nagy hatású lehet. A BRI kulcsa a konnektivitás, a projektek megvalósulása esetén Kína centrummá válik majd.²

Gazdaságát nézve elmondható, hogy a világ egyik vezető gazdasága, a nominális GDP-t tekintve az Amerikai Egyesült Államok után a második legnagyobb gazdaság, és a különbség csökkenő tendenciát mutat. Vásárlóerő-paritáson számolva ugyanakkor már 2014-ben a világ legnagyobb gazdaságává lépett elő.³

Politikai jelentőségének alátámasztására – a teljesség igénye nélkül – a KNK az alábbi fontos nemzetközi szervezetek és multilaterális fórumok aktív szereplője: az ENSZ Biztonsági Tanács állandó tagja; tagja még továbbá az Ázsiai és Csendes-óceáni Gazdasági Együttműködésnek (Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC); a Sanghaji Együttműködési Szervezetnek (Shanghai Cooperation Organization, SCO), a G20-nak, a Világkereskedelmi Szervezetnek (World Trade Organization, WTO), a Délkelet-ázsiai Nemzetek Szövetsége Plusz Három együttműködésnek (Association of Southeast Asian Nations, ASEAN+3), amely szövetséggel megalakították 2010-ben a világ lakosságszámát tekintve legnagyobb szabadkereskedelmi zónáját az ASEAN–Kína Szabadkereskedelmi Zónát (ASEAN–China Free Trade Area, ACFTA). Továbbá még számos multilaterális regionális fórumot és regionális együttműködést is létrehozott.⁴

Kína egyre több erőforrást fordít a Népi Felszabadító Hadsereg (People's Liberation Army, PLA) fejlesztésére, a katonai kiadások összege 2020-ra túllépte a 250 milliárd USD-t, ami a 2006-os ráfordításhoz képest az ötszörösére emelkedett.⁵ Elmondható, hogy e pénzből a PLA gyorsan modernizálódik, illetve fejleszti képességeit. A PLA a világ legnagyobb hadserege, a reformfolyamatokat követő jelentős létszámbeli leépítések után is közel kétmillió létszámával.

A fent leírtakból következően Kína a nemzetközi tér egyik meghatározó hatalma, cselekedeteivel minden szinten hatással van világunkra. A KNK hagyományos nemzetközi stratégiája, amelynek lényege, hogy a katonai téren meglévő törésvonalak az USA- és NATO-szövetségesek irányában ne húzódnak át a gazdasági és politikai kapcsolatok területére, kudarcra ítéltetett. A 2008-as gazdasági válság által felszínre hozott problémák, és az ezáltal megváltozott nemzetközi helyzet, amelynek negatív hatásaira a Covid-19-járvány csak ráerősített, egy kevésbé interdependens, megosztottabb világot vetít előre. Több szakértő is úgy látja, hogy jelenleg új hidegháború felé sodródunk, ha már nem éppen zajlik, amely az USA és szövetségesei, illetve Kína és szövetségesei között fog beállni.

A Covid-19-járványhoz kapcsolódó presztízvesztés után a KNK természetesen törekszik helyreállítani azt a képet, hogy Kína felelős nagyhatalomként viselkedik a nemzetközi térben, de még kérdéses, hogy mennyire jár sikerrel.

² SALÁT 2021.

³ P. SZABÓ 2020a: 8.

⁴ P. SZABÓ 2020b: 12–13.

⁵ SIPRI 2020.

Kína a szigorú járványellenes intézkedéseknek köszönhetően gyorsan újra tudta indítani a termelést, így 2020-ban 2,2%, 2021-ben 8,1% GDP-növekedést realizált.⁶ Nyitott kérdés, hogy az egyre inkább felfúvódó ingatlanbuborékkal mit fog kezdeni a Kínai Kommunista Párt (KKP). Vajon a szigorúbb szabályzás által a buborék leengedése és az ingatlanszektor megmentése lesz a döntés, vagy hagyják, hogy a piac szabályozza magát?⁷

A Kína békés felemelkedése elmélet

A Kína békés felemelkedése elmélet a Tienanmen téri események után született meg az 1990-es évek közepén azzal a szándékkal, hogy az amerikaiak által 1992-től használni kezdett kínai fenyegetés elméletére választ adjon. Fenti nevét 2003-ban kapta egy Zheng Bijian által tartott beszédben, amely a *Kína békés felemelkedésének új útja és Ázsia jövője* címet viselte. 2004-től az akkori pártfőtitkár, Hu Jintao a pacifistább hangzású Kína békés fejlődése elnevezést kezdte használni.⁸ 2011-ben az egész elméletet összegezve egy fehér könyv formájában hivatalosan is kiadták *Kína békés fejlődése* címen, ahol részletekbe menően kifejtették a kínai álláspontot saját szerepről a nemzetközi térben.⁹ Az első részben a békés fejlődés definícióját találjuk: „Kína a világbéke fenntartása révén fejlődik, és saját fejlődésével segíti a világbéke fenntartását.” A kínai magyarázat szerint e folyamat részei: „tudományos, független, nyitott, békés, együttműködő és közös fejlődés.” A második rész tartalmazza Kína elérni kívánt céljait. Egy igazságos és méltányos nemzetközi politikai és gazdasági rend létrehozását tüzték ki célként. Ehhez Kína modernizációja is szükséges, amelyet három lépésben terveztek végrehajtani, a gazdaság modernizációjával a végső cél a „szerény jólét” társadalmának megteremtése. A harmadik lépés a harmonikus társadalom felépítése, egy szocialista jogállam létrehozása, ahol a nép részt tud venni a kormányzásban. A nyitás politikájának folytatását deklarálják. Békés nemzetközi környezetet szeretnének fenntartani, a „békés egymás mellett élés öt vezérelvének” alapján. A hadseregfejlesztés, a terrorizmus elleni harc, a fegyverkezési verseny elutasítása, a konfliktusok békés úton történő megoldása, az egyes államok szuverenitásának tisztelete is megtalálható e részben. Kína jó szomszédi viszonyt kíván ápolni, illetve regionális együttműködést szeretne megteremteni. A negyedik rész ismerteti, hogy Kína békés felemelkedése a kínai történelmi és kulturális hagyományok továbbvitele. A globalizálódás következtében a határon átvívelő problémák (klímaváltozás, terrorizmus, pénzügyi válságok stb.) csak közös erővel oldhatók meg. Az ötödik részben azt tárgyalja, hogy mit jelent a békés fejlődés a világ többi részére nézve. Kína támogatja a fejlődő országok felemelkedését, illetve segíti a fejlett országokat jólétük fenntartásában. Egy jóléti és fejlődő Kína a nemzetközi közösség érdeke is. Zárszóként a fehér

⁶ Statista 2022.

⁷ BROOKER 2021.

⁸ GLASER-MEDEIROS 2007: 295.

⁹ Information Office of the State Council 2011.

könyv utolsó mondata, hogy a kínaiak elévülhetetlen érdemeket fognak szerezni más népekkel közösen a „fényes jövő” elérésében.¹⁰

A Mao utáni reformerek vezetője Deng Xiaoping által meghatározott „rejsük el ragyogásunkat, és burkolózzunk homályba”, ami Kína hagyományos külpolitikai stratégiáját jelentette sokáig, a 2010-es évtől fokozatosan, Xi Jinping pártfőtítkári hatalomra kerülésével egyre jobban a háttérbe szorult. Ugyanakkor a kínai propaganda által megteremtteni szándékozott önkép is alátámasztja a kínai ambíciókat (hogy kiemeljek egy példát a *Harci farkas* című filmek szárazföldi Kínában aratott sikere, főleg a második részben megjelenő nagyhatalmi fellépés Kína részéről).¹¹ A fent említett filmek nyomán ezt az új, agresszívabb fellépést harci farkas diplomáciának nevezik a szakirodalomban. Kérdés, hogy ez az agresszív, nagyhatalmi érdekeket nyíltan vállaló nemzetközi politika, bármennyire is megdobogtatja a nacionalista szíveket, mennyire lesz kerékkötője a nemzetközi kapcsolatoknak.¹²

Kína egyik ki nem mondott célja, hogy nagyhatalmi alternatívát kínáljon az USA vezette nyugati demokratikus tengellyel szemben, elsősorban olyan államok számára, akik hozzá hasonlóan máshogy képzik el az új világrend szerkezetét, illetve más értékrenddel rendelkeznek. Ennek a külpolitikában legfőbb komponense az el nem köteleződés, Kína a Deng Xiaoping-féle nyitás óta általában nem nyilvánít határozott véleményt, inkább csak a konfliktus békés, tárgyalások útján való megoldását szorgalmazza. Mint hagyományos érték megjelenik nála az államok abszolút szuverenitásának tiszteletben tartása, ami azért is fontos, mert Kína általában pont erre hivatkozva szokta elutasítani a nemzetközi részről őt ért vádakot, példának okáért a Xinjiang tartománybeli ujjur népcsoporttal való bánásmód vagy a hongkongi autonómiával kapcsolatos visszasságok miatti tüntetésekkel kapcsolatosan. Ezáltal azon országok vezetőinek lehet szimpatikus a kínai nagyhatalmi alternatíva, ahol hasonló jellegű emberi jogi problémákkal küzdenek.

Kínára az úgynevezett „kétvágányos” politika jellemző, amelynek gyökerei Deng Xiaoping 1978-ban meghirdetett reform és nyitás politikájához nyúlnak vissza, amikor a szocialista tervgazdasági rendszer mellett elkezdtek kiépíteni a modern kapitalista szabadpiaci rendszert is párhuzamosan, majd a régi rendszert, amikor az új megerősödött, „lekapcsolták”. Analóg módon, ahol nem sikerült eléggé saját érdekeinek megfelelően átformálni a nemzetközi rendszert, ott párhuzamosan elkezdte saját rendszerét felépíteni, erre számos regionális és nemzetközi példát találhatunk. Párhuzamosan felépített saját szervezet: Ázsiai Infrastrukturális Beruházási Bank (Asian Infrastructure Investment Bank, AIIB), amely a Nemzetközi Valutaalap (International Monetary Fund, IMF) kiváltására született. Regionális együttműködések: APEC, ASEAN+3, ACFTA.¹³ A legújabb, 2022. január 1-jén hatályba lépett Regionális Átfogó Gazdasági Partnerséget (Regional Comprehensive Economic Partnership, RCEP), amelynek jelentősége jelenleg vitatott, egyes szakértők jelentősnek, mások elhanyagolandó hatásúnak tartják. Mindenesetre elmondható, hogy a hagyományos

¹⁰ BALÁZS 2012: 117–125.

¹¹ SALÁT 2018: 21.

¹² ZHU 2020.

¹³ P. SZABÓ 2020b: 25.

nemzetközi rendszerekből való kilépés (és a szövetségesek kilépésre kényszerítése) mint záróaktus még várat magára.

A 2017 végén kiadott Nemzetbiztonsági stratégia az első összegzés, amely leírta az amerikai–kínai és az amerikai–orosz szembenállás átfogó, komplex és globális jellegét, az ebben foglaltakat vitte tovább a Biden-kormányzat ideiglenes stratégiai dokumentuma is 2021-ben. Az új „frontvonalak” így foglalhatók össze fontosságuk sorrendjében: gazdasági és technológiai verseny, kereskedelmi háborúk, szankciók széles tárháza, a pénzügyi szféra küzdelmei; geopolitikai befolyásépítés elsősorban gazdasági eszközökkel; katonai szinten: fegyverkezés, nemzetbiztonsági kapacitások fejlesztése, úrhaderő, a katonai elrettentés és erődemonstráció visszatérése; a belső politikai, gazdasági, ideológiai és társadalmi stabilitás mint fontos kohéziós tényező, illetve e terület külön „hadszintérré” válása; a puha erő, amely az előbbi küzdelemmel szorosan összefügg; az új világrend, a globális kormányzás és a nemzetközi rendszer megalakulásának kérdése, a „Pax Americana” hanyatlásával.¹⁴

A technológiai és innovációs helyzetről Kínában: bár a kínai kormány 2006-tól elindította a hazai innovációt támogató kampányát, amelynek célja főleg a technológiai függőség csökkentése, ennek sikere finoman szólva is kétséges. A kínai 26 darab „reprezentatív gyártóipar” között – a többi fejlődő állammal összevetve – öt darab „világvezető”, hat darab „fejlett” tíz darab „elég elmaradott” öt darab „nagyon elmaradott”. Épp ennek köszönhetően két típusú ipar „magas függőséget”, nyolc meg „extrém függőséget” mutat technológiaiimport szempontjából.¹⁵

A globalizáció folyamata, amely a második világháború után új erőre kapott, most úgy tűnik, hogy megtorpant, ennek több jele is van: a 2008-as pénzügyi válság, a 2016-os brexit vagy Donald Trump hatalomra jutása 2016-ban. A Covid-19-járvány szintén az izolációs folyamatokat erősíti tovább. Az egyik legnagyobb kérdés, hogy Kína mint az előző globalizációs ciklus egyik legnagyobb nyertese ebben a megváltozott környezetben milyen stratégiát fog majd követni? Illetve a mostani helyzetben milyen lehetőségek állnak a világ előtt? Az első lehetőség: nemzetállamok mint egységek szintje, visszatérni a 19. századi világhoz. A második: strukturális/globális szint, regionalizmus, blokkok és atomizáció. A harmadik: a tematikus szint, a tudomány és technológia mint a nemzetközi versengés középpontja.¹⁶

A kínai és nemzetközi járványkezelés meghatározó pontjai

Az első gyanús eseteket 2019. december 8-án jelentették Vuhanban (pinjin átírásban, illetve angolul Wuhan). A járvány sajnálatos módon három nagy kínai ünnepet is érintett: 2020 újévét, a kínai tavaszünnepet (január 24. és február 2-a között) és a Lámpás Fesztivált február 8-án. Kína hivatalosan január 20-án jelentette be a járvány kiterjedését, amikor az emberről emberre fertőzés ténye bizonyított volt már. Azt, hogy egy vírusfertőzés mikor válik járvánnyá, nem lehet megmondani, nincs erre

¹⁴ KUSAI: 2021: 13.

¹⁵ YUE 2022.

¹⁶ FENG 2020: 364–365.

racionális válasz, nincs olyan intézkedés, amelynek ne lenne negatív következménye. 2020. február 23-án Vuhant és a környéki főbb utakat lezárták.¹⁷ Január 30-án az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) a Covid-19-et nemzetközi aggodalomra okot adó közegészségügyi vészhelyzetnek nyilvánította. Hivatalosan a WHO a pandémia létezését március 11-én ismerte el. Általánosságban elmondható, hogy azon országok, akiknek volt tapasztalata a 2003-as SARS-járványban, jobban kezelték a szituációt.¹⁸

A WHO által elismert szabályozó testületek összesen 9 vakcinát fogadtak el: Pfizer–BioNTech, Oxford–AstraZeneca, Sinopharm BIBP, Moderna, Janssen, CoronaVac, Covaxin, Novavax és Medicago, és 5 további van vizsgálat alatt. Az időbeli lefutást tekintve 2020. december 21-étől beszélhetünk tömeges vakcinaengedélyezésről.¹⁹

Már 2020 májusában felmerült az igény, hogy a vírus eredetét vizsgálják, azonban ez a szenzitív kérdés Kína aktív ellenállásába ütközött, lásd az Ausztráliára kirótt gazdasági szankciókat.²⁰ Végül a vírus kitörése után majdnem 1 évvel jutott be a WHO nemzetközi missziója Kínába, 2021. január 14-én, hogy e kérdést vizsgálja. Valószínűtlennek tűnt, hogy a vírus eredetének meghatározásában sikerrel jár, de alkalmas lehet arra, hogy az akkori járványkitörés ellenőrzés alatt tartásában segítsen.²¹ A WHO a nyomozás eredményéről 120 oldalas jelentésben számolt be. Ez alapján valószínű, hogy egy vadon élő állatról (feltételezhetően denevérről) terjedt át az emberre a vírus. A másik érdekes kijelentés benne, hogy a vírus laborból való kiszabadulásának esélyét „rendkívül valószínűtlennek” mondja.²² Lényegében azóta sem született semmi előrelépés a vírus eredetének meghatározásában a WHO honlapja alapján.²³ Szerintem nem is fog, a kezdeti időszakban lehetett volna érdemben nyomozni, az eltelt 1 év alatt minden nyom kihűlt, még akkor is, ha a szándékos nyomeltüntetést kizárjuk.

Módszertan

Lassan közhellyé vált Clive Humby matematikus „Az adat az új olaj” mondása, a teljes idézet azonban így hangzik: „Az adat az új olaj. Értékes, de finomítatlanul nem igazán lehet használni. At kell alakítani üzemanyaggá, műanyaggá, kémiai anyagokká stb., hogy értékes termékeket állíthassunk elő belőle, amivel profitot termelhetünk; ezért az adatot fel kell bontani, és elemezni kell, hogy értéke legyen.”²⁴

A járványt jelentős kiberdiplomáciai tevékenység is kísérte világszinten, főleg a közösségi médiában, vizsgálatom fő tárgyát ezért a közösségi médiában megjelenő tartalmak képezik. A kiberdiplomácia a kibertérben, vagy pontosabban, a kibertérrel

¹⁷ CHEN-YU 2020.

¹⁸ MACKINNON –VANDERKLIPPE –ROBERTSON 2020.

¹⁹ WHO 2022a.

²⁰ The Economist 2020.

²¹ ZAROCOSTAS 2021: 459.

²² MACHEMER 2021.

²³ WHO 2021

²⁴ ZÓDI 2017: 21.

kapcsolatosan folytatott diplomáciai tevékenység.²⁵ Másként fogalmazva: a diplomácia eszköztárának felhasználása arra, hogy az egyes országoknak a kibertérrel kapcsolatos nemzeti érdekeit érvényre juttassák.

Pár saját gondolat kezdésként: a kibertér, bár virtuális világ, egyre inkább a hétköznapiak részévé válik, aminek a folyamatos fejlesztésében és biztonságossá tételében az államoknak kiemelt felelőssége van.²⁶ Ahogy virtualizálódik az általunk megélt világ, e folyamat új kihívásokat teremt az egyén és a társadalom számára egyaránt. Bár ez a fajta határtalanság a korlátlan szabadság érzését is megadja, hiszen ehhez a térhez elég könnyen tudunk kapcsolódni, viszont az anonimitás és az információdömping okán az elveszettség érzését is okozhatja. Ma még egyszerű a szituáció, hiszen az immerzív virtuális valóságok, amelyek lehetővé teszik, hogy a felhasználó teljesen belevegessen egy mesterséges világba, még egyelőre csak a fantázia birodalmában léteznek.

A kibertér áll az összes számítógépes hálózatból a világon és a „végpontokból”, amelyek hozzá vannak kapcsolva, illetve általa irányítottak. E teret egyre inkább hordozható eszközökön keresztül érzük el, a helyhez kötöttek helyett. Így három réteget különböztethetünk meg benne: az infrastruktúrát (a fizikai réteg, mint például a tárhelyek, processzorok stb.), a szoftvert (egymással interakcióba lépő számítógépes rendszerek és applikációk) és az adatot, amely a gépeken tárolódik.²⁷

Ahogy a való életben, ha egy adott témával kapcsolatosan szeretnénk az emberek véleményét megtudni, közvélemény-kutatást végzünk, a kibertérben is hasonló módon járhatunk el. Itt annyiban egyszerűbb a dolgunk, hogy az emberek maguktól osztanak meg információkat, és ezeket kinyerve tudunk a kibertérben lévő állapotokra következtetni, ami azért fontos, mert napjainkban a sajtó szerepét átvették a közösségi-média-szolgáltatók, így az emberek véleményének kialakításában és befolyásolásában kulcsszerepük van az itt megjelent tartalmaknak – különösen a lélektani műveletek aspektusából.²⁸ Arról nem is beszélve, hogy a közösségi média az információs műveletek kiemelt terepévé vált,²⁹ amelyet nemcsak katonai szervezetek, nemzetbiztonsági szolgálatok, de bűnözők³⁰ is gyakran alkalmaznak céljaik megvalósítása érdekében.³¹ A tradicionális médiaplatformokat szokás főáramlatúnak tekinteni, de a növekvő bizalmatlanság okán az itt megjelent tartalmak is megkérdőjeleződnek.

A fő problémát abban látom, hogy a kibertér, méretéből kifolyólag, illetve a közösségi média profitszerző mechanizmusai okán – gondoljunk csak az információs buborék jelenségére – az egyén számára átláthatatlan, azonban mind az egyén, mind a közösség szembesül a virtuális és a fizikai világ kölcsönös interakciójából származó jelenségekkel.³² Amennyiben tisztán tudnánk látni, hogy a kibertérben mi történik, akkor jobban fel tudnánk készülni arra, hogy ennek esetlegesen milyen hatása lesz/lehet a való világban.

²⁵ BARRINHA–RENARD 2017: 354.

²⁶ TÓTH 2022a, TÓTH 2022b.

²⁷ SLIWINSKI 2014: 469.

²⁸ BÁNYÁSZ et al. 2019.

²⁹ BÁNYÁSZ 2017, BÁNYÁSZ 2018.

³⁰ PARÁDA–FARKAS 2020.

³¹ BÁNYÁSZ–BÓTA–ZÁGON 2019.

³² INÁNCSI–FARKAS 2022.

Célom a kibertérben megjelenő tartalmak által kialakított online milió tudományos igényességű vizsgálata és az eredmények kvantifikálható formában való feldolgozása.

Ezzel olyan eszközt szeretnék létrehozni, amellyel a nemzetközi szakirodalomban vagy a közvélemény-kutatásokban megjelenő eredményeket lehet adatokkal alátámasztani, illetve a nemzetközi kapcsolatokban tapasztalható változásokat lehet számszerűsíteni.

Kutatásom során az alábbi hipotéziseket fogalmaztam meg:

H1: A nyugati közösségi médiában és online felületeken a kínai segélyezés jelentős véleményformáló szerepet töltött be a járvány során.

H2: Az AUKUS és a Quad³³ országainak angol nyelvű közösségimédia- és egyéb online felületein megjelenő tartalmait vizsgálva a Kínai Kommunista Párt megítélése romlott a járvány során.

H3: Kína járványkezelésének nemzetközi megítélése a kezdeti negatív időszak után pozitívvá vált.

A SentiOne közösségimédia-figyelő platform

A SentiOne közösségimédia-figyelő (*social listening*) platform segítségével a közösségimédia- és az egyéb online tartalmak kereshető kulcsszavak alapján, illetve egyes kulcsszavak kizárásával a relevánsabb tartalom megtalálása érdekében. A kereséssel nyert adatokat elemeztem a SentiOne online beépített elemző modulja segítségével, ahol az adatok megjelenítésére számos beépített eszköz áll rendelkezésre. A SentiOne a PANAS-metódus alapján saját maga által fejlesztett szentimentelemző algoritmust alkalmazva méri az egyes médiatartalmak érzelmi töltöttségét, ez alapján pozitív, negatív és semleges lehet egy üzenet, ezt a hagyományosnak számító hármasskálán összesíti is általában havi bontásban, a választott időszak nagyságának függvényében. A SentiOne három évre visszamenőleg tárol adatokat, így a Covid-19-járvány teljes időszakára vonatkozóan jelenleg lehívhatók adatok.³⁴

A SentiOne a nyilvános online platformokon közzétett szöveges tartalmakat gyűjti és elemzi (cikkek, posztok, kommentek stb.), amelyek a rendszerben létrehozott projekt beállításai után azonnal elérhetővé válnak. A SentiOne közösségimédia-adatokat és weboldalokról származó tartalmakat is gyűjt. Minden összegyűjtött adat egy adattárházba kerül, amelyben a megfelelő kulcsszavak megadásával lehet keresni, több mint 70 nyelven. A SentiOne jelenlegi adattárházában több mint 20 milliárd említés érhető el, és ez napról napra bővül. A nyelvfelismeréshez a SentiOne saját fejlesztésű algoritmust használ, amely a lingvisztikai tulajdonságokat és az elérhető metaadatokat³⁵ is figyelembe veszi, így 99,93%-os pontossággal képes detektálni adott nyelvet. A rendszer működését több mint 200 dedikált offline adattároló szerver biztosítja, és nyílt forráskód alapján működik.

³³ AUKUS: Ausztrália, az Egyesült Királyság és az Egyesült Államok háromoldalú védelmi társulása. Quad: Négyoldalú Biztonsági Párbeszéd Ausztrália, az Egyesült Államok, Japán és India között. A későbbiekben részletesebben ismertetjük a fenti védelmi társulásokat.

³⁴ BÁNYÁSZ-TÓTH-LÁSZLÓ 2022.

³⁵ Információ, amely másik információt ír le, hogy segítsen a megértésében vagy használatában.

A SentiOne a különböző közösségimédia-oldalokról a hivatalos és nyilvános API-hozzáféréseken keresztül gyűjti be az adatokat. A legnépszerűbb Facebook-oldalak automatikusan bekerülnek a rendszerbe. Az új Facebook-oldalakat pedig a rendszerben már korábban is használt, felhasználói kulcsszóbázis alapján keresi és találja meg a technológia.

A SentiOne-platform a milliós nagyságrendű eredményeket automatikusan keresi (az eredmény kategóriát leszámítva). A YouTube API-szabályzatának értelmében az egyes videókra vonatkozó adatok csak 30 napig tárolhatók, így ezeket a keresési kategóriákból eltávolítottam.

A kínai segélyezés véleményformáló hatása

H1: A nyugati közösségi médiában és egyéb online felületeken a kínai segélyezés jelentős véleményformáló szerepet töltött be a járvány során.

Kína az ezredforduló óta következetesen törekedett a jóságos és felelősségteljes imázs kialakítására, ezzel is támogatva azt a fontos külpolitikai célt, hogy a globális kormányzásban integránsabban részt tudjanak venni. Xi Jinping 2012-es hatalomra lépése óta növekvő hajlandóságot mutat a kínai kormány, hogy humanitárius problémák esetén segítséget nyújtson, még konfliktusos környezetben is, amelyeknél Peking hagyományosan a hallgatást és nagyon korlátozott segítséget választotta. A korábbi limitált szerepvállalás okán kevés szakirodalom foglalkozik a humanitárius tevékenységeivel, és ezek gyakran részét képezik a szélesebb kínai külpolitikával foglalkozó vitáknak, mint például globális kormányzás, külföldi segítségnyújtás, békefenntartás és humanitárius beavatkozások. Egyes ellentmondásos cselekedetek a segítségnyújtás terén kérdésessé tették, hogy mekkora érték a humanitárius diplomácia Peking számára, illetve hogy milyen körülmények között hajlandó Kína hozzájárulni imázsának javításához.³⁶

2017-ben a kínai humanitárius célú költekezés elérte a mindenkori csúcshoz számító 128,5 millió USD-t, de ez kevesebb, mint az ez évi globális humanitárius költekezés 1%-a. A Covid-19-járvány kapcsán a 2018-ban alapított Kínai Nemzetközi Fejlesztési Együttműködési Ügynökség (China International Development Cooperation Agency, CIDCA) 2020 márciusában kijelentette, hogy a megalapítása óta látott legnagyobb kínai humanitárius segélyakciót fogják megvalósítani.³⁷ A Kína által nyújtott orvosi segítség három célt szolgál: a kezdeti víruskezelés problémáinak elfedését, a vélt amerikai globális vezetői visszavonulás kiaknázását, illetve a már meglévő beruházások megerősítését a fejlesztési kiadásokban. Az amerikai WHO-ból való „kivonulás” után Kína kiemelt támogatása azt a látszatot keltheti, hogy a politikai „pillanatban” akart hasznot harácsolni, különösen mivel saját támogatását növelte a szervezetben.³⁸

³⁶ GONG 2021: 248.

³⁷ CIDCA 2020.

³⁸ KURTZER-GONZALES 2020.

Kína még mindig a kormányközi csatornákat szereti használni segítségnyújtásnál, miközben a globális humanitárius környezet az ENSZ szervezeteit, valamint a nagyobb nemzetközi humanitárius nem kormányzati szervezeteket szereti támogatni. A kínai államközpontú gondolkodásnak – illetve a korlátozott interakcióknak a nem állami humanitárius szereplőkkel – köszönhetően Kínának vannak fenntartásai ezek tevékenységével kapcsolatban. Bár az elmondható, hogy a meglévő humanitárius rendszer a humanitárius segítségnyújtás alapelvein (semlegesség, függetlenség, pártatlanság és emberségesség) nyugszik, amit be is tartanak ezen résztvevők, de általánosságban elmondható, hogy az államok igen sokfélék hozzáállásukban, motivációjukban és lehetőségeikben. A kulturális különbségek is meghatározóak, keleti kultúrákban például a katonák mint segítők küldése katasztrófa helyzet esetén elfogadottnak számít. A járvány kezdeni fázisában 2020 áprilisában Délkelet-Ázsia volt a kínai segítségnyújtás fókuszpontja: orvosi eszközök és szakemberek, technológiai támogatás tesztelő laborok létrehozása, orvoscsapatok közötti tapasztalatcsere (amelyek általában katonáorvosokat jelentettek). Kína februárban már elkezdett az ASEAN keretén belül válaszlépésekben gondolkodni, illetve közös megállapodások is születtek, ezzel is némileg enyhítve a Kína-ellenes politikai légkört. Viszont csak korlátozott sikerességről beszélhetünk, mivel a régóta tartó dél-kínai-tengeri konfliktus inkább meghatározó a Kínát érintő negatív képpel kapcsolatban, ezt nem sikerült felülírnia a pandémiás kooperációnak.³⁹ Ami nyitott kérdés, hogy a BRI terjedésének köszönhetően teljesül-e majd az a belső és külső elvárás Kína felé, hogy (egyre) jobban támogassa a humanitárius krízisek áldozatait?

A SentiOne-ban a 2019. december 1. – 2022. április 1. időtávon kerestem az alább felsorolt kulcsszavakra, majd az 1. táblázatban összesítettem az eredményeket.

Először kulcsszóként a CICDA-t mint a kínai segélyezésért felelős minisztériumot adtam meg rövidített és teljes angol kiírással.

A következő kulcsszavam a ChinaAid volt, mivel a hivatalos logón ezt az angol kifejezést használják, lásd az 1. ábra jobb oldalát. Itt felmerült az a probléma, hogy a ChinaAid nevet egy keresztény, nonprofit szervezet is használja, amely a vallás-szabadságért, az emberi jogokért és jogállamiságért küzd Kínán belül – ennek logója az 1. ábra bal oldalán látható –, a különbség a két szervezet között eredeti nevükből adódóan kínai nyelven egyértelmű.



1. ábra: A bal oldalon a ChinaAid szervezet, jobb oldalon a ChinaAid mint a kínai segélyezés márkanéve
Forrás: www.chinaaid.org, http://en.cidca.gov.cn/2019-11/29/c_427670.htm

³⁹ GONG 2021: 249.

A keresésnél több kulcsszót is kivételként adtam hozzá, például a keresztény szervezet doménjét, a @chinaaid Twitter-fiókot, meg az alapító nevét és a „human rights” kifejezést, hogy csak a segélyezés szempontjából releváns találatokat kapjam meg. Utolsó lépésként kínaiul is megadtam a 中国援助 (*zhongguoyuanzhu*) kulcsszót. A SentiO-ne-ban jelenleg nem támogatott a kínai nyelv, viszont találatokat így is szolgáltattott.

1. táblázat: A kínai segélyezés összehasonlítása

kulcsszó	említés	elérés (millió)	pozitív	negatív
CICDA		20	116 000	49 000
CICDA	740		96	50
ChinaAid		0,452	87 000	2212
ChinaAid	912		83	14
中国援助		0,226	662	2
中国援助	105		10	1
EUaid		118	24 400 000	2 000 000
EUaid	18 781		1100	907
USAid		5693	461 000 000	484 000 000
USAid	1 068 852		80 657	102 353

Forrás: a szerző szerkesztése a SentiOne adatai alapján

Az EUaid és a USAid a világ két legnagyobb donorszervezete humanitárius segítséget nézve, ezért esett rájuk a választásom az összehasonlítás során.

Ha a kínai segélyezésben érintett összes említést összeadjuk, és arányosítjuk az EUaid említéseivel, akkor 9,36%-ot, ha az összes (SentiOne által becsült) elérést, akkor pedig 17,5%-ot kapunk. Ha ugyanezt a USAid említést hasonlítjuk össze, akkor pedig 0,16%-ot, vagy az elérés tekintetében 0,036%-ot kapunk.

A fenti eredmények tükrében a hipotézisem megdőlt.

A Kínával szemben álló társulások vizsgálata

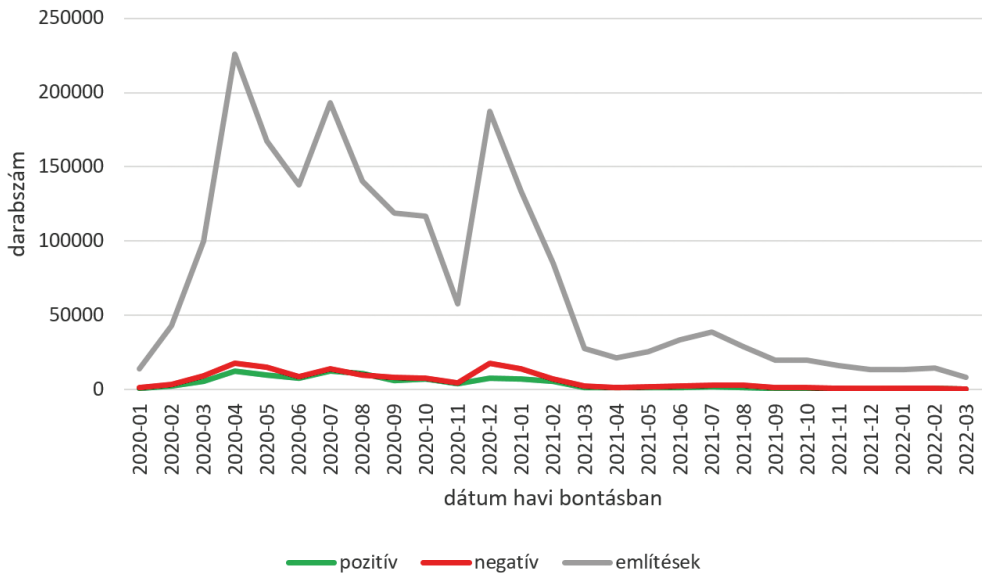
H2: Az AUKUS és a Quad országainak angol nyelvű közösségimédia- és egyéb online felületeken megjelenő tartalmait vizsgálva a Kínai Kommunista Párt megítélése romlott a járvány során.

2021. szeptember 15-én az USA, az Egyesült Királyság és Ausztrália bejelentett egy háromoldalú védelmi együttműködést, az úgynevezett AUKUS-t. Első lépésként AU-val megosztják majd az atommeghajtású tengeralattjáró technológiát. A bejelentés mind Európában – a kútba esett Franciaországgal aláírt korábbi dízel-tengeralattjáró megállapodás okán –, mind az indo-csendes-óceáni térségben nagy visszhangot kapott. Bár Kínát nem nevezték meg közvetlenül, hogy ez a térségben a kínai tengeri hatalom kérdésére kihat, vitathatatlan. Kína figyelmeztetett arra, hogy ez a szövetség, különösen a tengeralattjáró-megállapodás fokozhatja a fegyverkezési versenyt. A bejelentéssel a 2011-es „Amerika az ázsiai Csendes-óceán felé fordul” stratégiájához tértek vissza, az iraki és az afganisztáni jelenlét csökkentésével. A párhuzamosan felmerülő kihívások, mint az Iszlám Állam jelenléte Szíriában és Irakban, a Krím Oroszország általi elfoglalása korábban meghíúsították ezt a stratégiai fókuszváltást. A Biden-kormányzat igyekezett rendezni a kereskedelmi vitákat Európával, illetve feloldani a feszültségeket a NATO-ban. Az európai államok kihagyása (az Egyesült Királyság kivételével), lehetséges, hogy a stratégiai autonómia irányába mozgatja majd az Európai Uniót. A tengeralattjáró-megállapodás mellett még egyéb közös képességek erősítését is bejelentették, például a kiberképességek, a mesterséges intelligencia, kvantumtechnológiák és egyéb tengeralatti képességek terén. Az interoperabilitás növelését szintén célként deklarálták. Az USA kijelentette, hogy más szövetségesei számára, mint például Dél-Korea, nem fog atommeghajtású tengeralattjáró-technológiát megosztani.⁴⁰

A másik Kína tengeri hatalmát korlátok közé szorítani célzó megállapodás, az úgynevezett Négyoldalú Biztonsági Párbeszéd (Quadrilateral Security Dialogue, Quad) az USA, Ausztrália, Japán és India között jött újra létre 2017-ben (2007–2008 között működött először ez a szövetség, de Ausztrália kilépésével véget is ért). Az AUKUS és a Quad is az USA szövetségépítési politikájának része, amivel a kínai térnyerést igyekeznek ellensúlyozni. Az USA és szövetségesei kaotikus 2021. augusztusi afganisztáni kivonulása óta Belső-Ázsia engedékenyebb közeggé vált Kína számára. 2021 szeptemberében az SCO csúcstalálkozóján Irán teljes jogú tagként való csatlakozását elfogadták, így Afganisztán majdnem minden szomszédja (Türkmenisztánt leszámítva) SCO-tag.

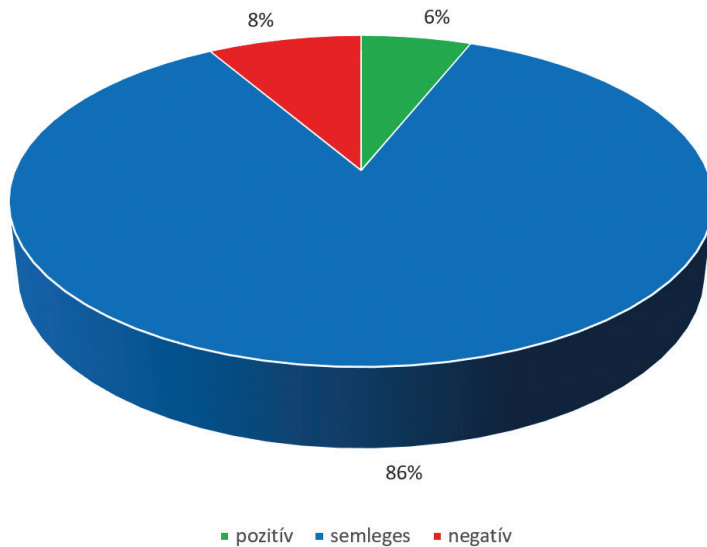
A kulcsszavaim a Chinese Communist Party és CCP voltak, ez a nem hivatalos elnevezés, emellé a hivatalos Communist Party of China és CPC rövidítést is megadtam. A következő öt országból származó találatokra szűkítettem le, amelyek az AUKUS vagy a Quad tagjai: USA, Ausztrália, Egyesült Királyság, Japán és India. A SentiOne a belső súgójában felhívja a figyelmet arra, hogy nem kapnak geolokációs adatokat a közösségimédia-oldalaktól, így csak az algoritmus segítségével tudják megbecsülni a származás helyét, így nem tekinthető százszázalékosnak ez az információ. Csak az angol nyelvű találatokat vettem figyelembe. A vizsgált időszak: 2020. január 20-tól 2022. április 1-éig.

⁴⁰ American Journal of International Law 2022.



2. ábra: A KKP-emlések pozitív és negatív szentimentjeinek alakulása

Forrás: a szerző szerkesztése a SentiOne adatai alapján



3. ábra: A KKP-emlések összesített szentimentmegoszlása

Forrás: a szerző szerkesztése a SentiOne adatai alapján

A grafikonokról leolvasható, hogy a KKP intenzív említésének időszaka 2020 februárja és 2021 márciusa között volt, ekkor a pozitívhoz képest a negatív szentimentű

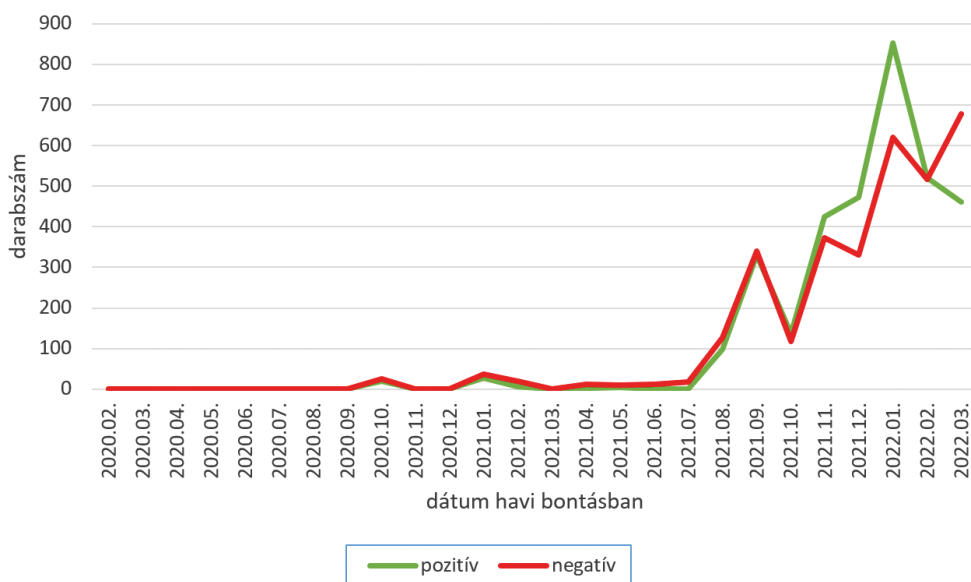
hozzászólások túlsúlyban voltak. Azóta egy egyszeri kismértékű emelkedést (körülbelül 2800 negatív szentimentig) leszámítva 2021 májusa és szeptembere között, fokozatos lassú csökkenés figyelhető meg. A legfőbb forrásként a Twitter (1,15 millió), illetve a Facebook (0,46 millió) jelent meg. Elmondható, hogy az említések pozitív és negatív száma 2022 márciusára nagyjából visszaállt a 2020. januári szintre.

A fenti eredmények tükrében a hipotézisem igaznak bizonyult, azzal a kiegészítéssel, hogy ahogy a védőoltások megjelentek, és a pánik alábbhagyott, nagyjából a járvány előtti szintre estek vissza az említések (minden aspektusban). Ami számomra meglepetés volt, hogy az omikron variáns megjelenése, illetve az ukrán–orosz háború kirobbanása sem okozott emelkedést.

A kínai járványkezelés megítélésének változása

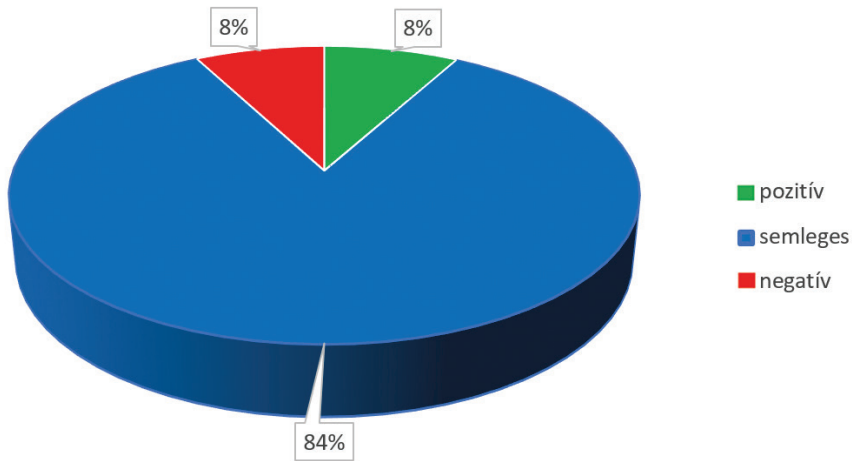
H3: Kína járványkezelésének nemzetközi megítélése a kezdeti negatív időszak után pozitívvá vált.

A járványkezelés egyik aspektusaként külön vizsgáltam a kínai „zero-Covid” politikának a világhálón való megítélését, 2020. január 30-tól 2022. április 1-jéig. Az eredményeket a 4–5. ábrán szemléltetem.



4. ábra: A zero-Covid-ementések pozitív és negatív szentimentjei

Forrás: a szerző szerkesztése a SentiOne adatai alapján

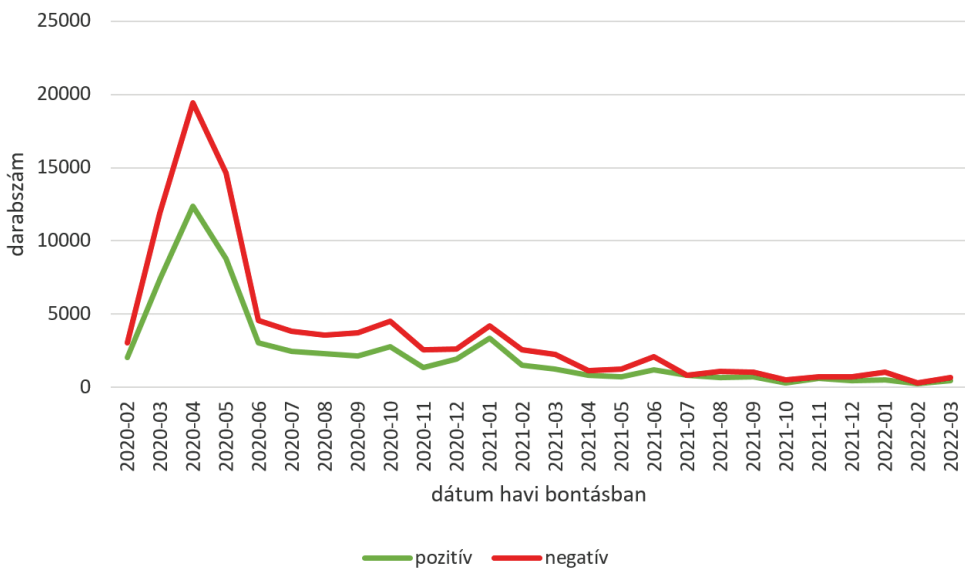


5. ábra: A zero-Covid- említések összesített szentiment megoszlása

Forrás: a szerző szerkesztése a SentiOne adatai alapján

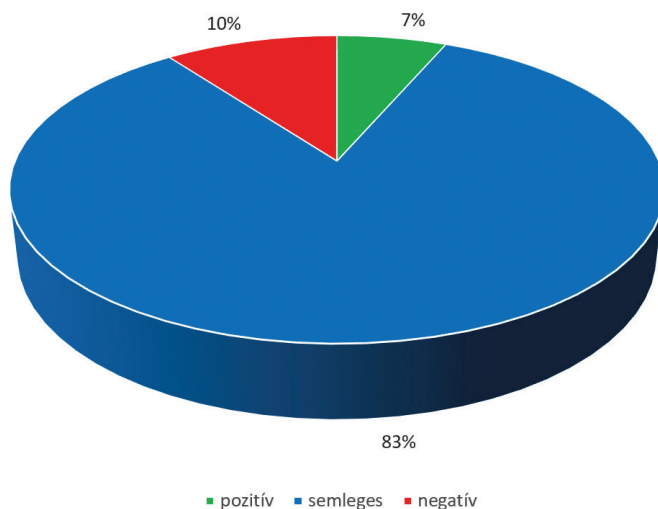
Ez alapján azt mondhatjuk, hogy 2021 júliusától kezd számottevővé válni az említések száma, és jelentősen megnő, ezzel együtt a megítélés összességében pozitív.

A következő általam vizsgált kulcsszó-kombináció a „China/chinese pandemic/epidemic handling” volt a 2020. január 30. – 2022. április 1. közötti időszakban. Az eredményeket a 6–7. ábra mutatja.



6. ábra: A járványkezelés említései pozitív és negatív

Forrás: a szerző szerkesztése a SentiOne adatai alapján



7. ábra: A járványkezelés- említések összesített szentimentmegoszlása

Forrás: a szerző szerkesztése a SentiOne adatai alapján

Az adatok összesítésével elmondható, hogy a 2020. február és június közötti kiugró számú, és ezen belül is kiemelkedően negatív volt a kínai járványkezelés említése, utána 2021 júliusa óta pedig fokozatosan csökken. A zero-Covid-stratégia említésének száma 2021 júliusa környékén kezdett el emelkedni, és 2021 novemberéig a pozitív és a negatív említések száma nagyjából egyenlő volt, viszont utána 2021 februárjáig pozitív túlsúly figyelhető meg, de csökkenő tendenciával, márciusban meg fordulni látszik az említések polaritása. Így mindent összesítve elmondható, hogy a hipotézisem megdőlt.

Konklúzió

A kínai segélyezésről elmondhatjuk, hogy a stratégiai prioritásoknak megfelelően történt a Covid-19-járvány alatt, így főleg a szegényebb, harmadik világnak nyújtott segítség volt a meghatározó, ez oltóanyagot és orvosi felszereléseket egyaránt jelentett. Ha megvizsgáljuk az internetpenetrációt⁴¹ Afrikában (mint kiemelt érdekszféra), akkor azt látjuk, hogy messze ez a legelmaradottabb kontinens, bár erőteljes fejlődést mutat, a 2019-es 28,6%-ról 2022-re 40%-ra emelkedett ez az érték.⁴² A közösségimédia-használati szokások is természetesen nem azonosak egy interneten „felnőtt” és azt készségi szinten használó régióhoz. Az orosz-ukrán háború során sem tapasztalhattunk változást a kínai segélyezési szokásokban, az ukrán fél részére

⁴¹ Ez az adat azt jelzi, hogy egy adott populáció milyen arányban éri el egy országban vagy régióban az internetet. Az internetkapcsolat mellett az internetezéshez szükséges alapvető tudás is feltétele.

⁴² Statista 2023.

Kína is szállított humanitárius segílyt, de ennek mértéke korlátozott volt az ország gazdasági lehetőségeihez képest.

Kutatásomat az inspirálta, hogy olvastam a 2020 októberében a Pew Research Center által készített közvélemény-kutatást, amelyben Kína nemzetközi megítélése – a telefonon megkérdezett 14 fejlett ország 14 276 felnőtt lakosának véleménye alapján – a kutatás történetében mélypontot ért el. A vizsgált országok a következők voltak: az Egyesült Államok, Ausztrália, Olaszország, Németország, Hollandia, Egyesült Királyság, Svédország, Kanada, Franciaország, Dél-Korea, Spanyolország, Japán, Belgium és Dánia (ez utóbbi két ország akkor csatlakozott a vizsgált országok körébe, így nem volt összehasonlítási alap). Ennek megfelelően arra számítottam, hogy jelentős romlás fog bekövetkezni a KKP megítélésében, hiszen e fenti kutatásban olyan kérdés is volt, amelynél a válaszadók legalább 70%-a úgy nyilatkozott, hogy nem bízik abban, hogy Xi Jinping kínai elnök a világszintű ügyekben „helyesen” fog cselekedni.⁴³

2022 júniusában hasonló kutatás keretében ismét megvizsgálták Kína nemzetközi megítélését, immáron hét új országgal bővítve a vizsgált államok körét: Lengyelország, Magyarország, Görögország, Izrael, Malajzia és Szingapúr. Paradox módon, bár a többség kedvezőtlennek látja Kína megítélését, saját országának Kínával való kapcsolatát jónak tartja. Magyarországi adatok alapján hazánkban a második legkedvezőbb Kína megítélése, és kapcsolatunkat is jónak látjuk.⁴⁴

A kínai járványkezelésben a XX. Pártkongresszustól 2022. október 16-ai kezdettel gyökeres változást vártak, amely elmaradt. A nagyon szigorú szabályozást 2022 decemberére váltotta fel a nyugaton is megszokott fokozatos lazítás, illetve 2023 elejére a teljes nyitás. Véleményem szerint ezzel a nemzetközi közönség számára e téma elvesztette fontosságát, hiszen így a nyugati világhoz hasonló módon kezelik a járványt. Amit érdemes lenne még megvizsgálni, hogy 2022 júniusa és decembere között, amikor a tüntetések száma megnőtt,⁴⁵ mekkora figyelmet kapott a nyugati közönségnél ez a téma, vagy az orosz–ukrán háború elvonta erről a közfigyelmet.

A Covid-19-járvány következményeként elkezdtek törések mutatkozni a globalizált világban. Az interdependencia csökkenésével az államok nem annyira lesznek rákényszerítve a kompromisszumkeresésre, és ezáltal jó eséllyel vár ránk megosztottabb világ a jövőben, amit vélhetően erősíteni fog, hogy az esetlegesen kialakuló járványok kezelésére a technológia is egyre hatékonyabb válasszmegoldásokat fog biztosítani,⁴⁶ így fokozva az államok közti kompetitív viselkedéseket a kooperáció hátrányára.

Irodalomjegyzék

American Journal of International Law (2022): The United States, Australia, and the United Kingdom Announce “AUKUS” Alliance Focused on Indo-Pacific Security. *American Journal of International Law*, 116(1), 164–170. Online: <https://doi.org/10.1017/ajil.2021.69>

⁴³ SILVER–DEVLIN–HUANG 2020.

⁴⁴ SILVER–HUANG–CLANCY 2022.

⁴⁵ The Guardian 2022.

⁴⁶ NÉMETH–MAGYAR 2021a, NÉMETH–MAGYAR 2021b.

- BALÁZS Dániel (2012): Kína békés felemelkedése. In P. SZABÓ Sándor (szerk.): *A Sárkány közbelép – Kína nemzetközi kapcsolatai, gazdasága és közigazgatási rendszere a 21. században*. Budapest: Nemzeti Közszerzői Egyetem Kínai Közigazgatás-, Gazdaság- és Társadalomkutató Központ, 117–125.
- BÁNYÁSZ Péter (2017): A közösségi média, mint az információs hadszíntér speciális tartománya. *Hadmérnök*, 12(2), 108–121. Online: http://real.mtak.hu/72504/1/170kofop_07_banyasz2.pdf
- BÁNYÁSZ Péter (2018): Social Engineering and Social Media. *Nemzetbiztonsági Szemle*, 5(1), 59–77. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/nbsz/article/view/1511/829>
- BÁNYÁSZ Péter – BÓTA Bettina – CSABA Zágon (2019): A social engineering jelentette veszélyek napjainkban. In ZSÁMBOKINÉ FICSKOVSKY Ágnes (szerk.): *Biztonság, szolgáltatás, fejlesztés, avagy új irányok a bevételi hatóságok működésében*. Budapest: Magyar Rendészettudományi Társaság Vám- és Pénzügyőri Tagozat, 12–37. Online: https://rtk.uni-nke.hu/document/rtk-uni-nke-hu/Zsambokine_F_A_Biztonsag_szolgaltatas_fejlesztos_2019.pdf
- BÁNYÁSZ Péter et al. (2019): Lélektani műveletek a közösségi médiában. In AUER Ádám – JOÓ Tamás (szerk.): *Hálózatok a közszolgálatban*. Budapest: Dialóg Campus, 111–133.
- BÁNYÁSZ Péter – TÓTH András – LÁSZLÓ Gábor (2022): A koronavírus oltással kapcsolatos állampolgári attitűd vizsgálata szentimentanalízis segítségével. *Információs Társadalom*, 22(1), 99–125. Online: <http://doi.org/10.22503/inftars.XXII.2022.1.6>
- BARRINHA, André – RENARD, Thomas (2017): Cyber-Diplomacy: The Making of an International Society in the Digital Age. *Global Affairs*, 3(4–5), 353–364. Online: www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23340460.2017.1414924
- BROOKER, Matthew (2021): Can China Step Off Its Property Treadmill? Not Likely. Bloomberg. *Bloomberg*, 2021. augusztus 20. Online: www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-08-19/china-s-real-estate-bubble-is-so-dangerous-beijing-can-only-watch-it-grow
- CHEN, Xinguang – YU, Bin (2020): First Two Months of the 2019 Coronavirus Disease (COVID-19) Epidemic in China: Real-Time Surveillance and Evaluation with a Second Derivative Model. *Global Health Research and Policy*, 5. Online: <https://doi.org/10.1186/s41256-020-00137-4>
- CIDCA (2020): *CIDCA outlines China's Anti-Virus Assistance to International Communities*. Online: http://en.cidca.gov.cn/2020-03/26/c_465653.htm
- FENG, Shuai (2020): Cyclical Globalization and China's Strategic Options. *China Quarterly of International Strategic Studies*, 6(3), 355–370. Online: <https://doi.org/10.1142/S2377740020500207>
- GLASER, Bonnie S. – MEDEIROS, Evan S. (2007): The Changing Ecology of Foreign Policy-Making in China: The Ascension and Demise of the Theory of „Peaceful Rise”. *The China Quarterly*, 190, 291–310. Online: www.jstor.org/stable/20192771
- GONG, Lina (2021): Humanitarian Diplomacy as an Instrument for China's Image-Building. *Asian Journal of Comparative Politics*, 6(3), 238–252. Online: <https://doi.org/10.1177/20578911211019257>

- INÁNCSI Mátyás – FARKAS Tibor (2022): Álhírek ellenőrzése a közösségi médiafelületeken a COVID-19 járvány alatt. *Hadtudomány*, 32 (E-szám), 42–53. Online: <https://doi.org/10.17047/Hadtud.2022.32.E.42>
- Information Office of the State Council (2011): *The Path of China's Peaceful Development: What It Is About*. Online: www.china.org.cn/government/whitepaper/2011-09/06/content_23362449.htm
- KURTZER, Jacob – GONZALES, Grace (2020): *China's Humanitarian Aid: Cooperation amidst Competition*. CSIS, 2020. november 17. Online: www.csis.org/analysis/chinas-humanitarian-aid-cooperation-amidst-competition
- KUSAI Sándor Zoltán (2021): Az új hidegháború kérdéséről. *Külgügyi Szemle*, (20), 3–21. Online: https://doi.org/10.47707%2FKulugyi_Szemle.2021.2.1
- MACHEMER, Theresa (2021): WHO Releases Results of First Investigation Into the Origin of Covid-19. *Smithsonian*, 2021. április 6. Online: www.smithsonianmag.com/smart-news/key-takeaways-who-report-origin-covid-19-180977423/
- MACKINNON, Mark – VANDERKLIPPE, Nathan – ROBERTSON, Grant (2020): Flattery and Foot Dragging: China's Influence over the WHO under Scrutiny. *The Globe and Mail*, 2020. április 25. Online: www.theglobeandmail.com/world/article-flattery-and-foot-dragging-chinas-influence-over-the-who-under/
- NÉMETH, Attila – MAGYAR, Sándor (2021a): An Investigation of Data Used to Support Contact Tracing to Curb the Spread of COVID-19 Pandemic From the Aspect of Possible National Security Application (part 1). *National Security Review: Periodical Of The Military National Security Service*, 6(2), 52–64.
- NÉMETH, Attila – MAGYAR, Sándor (2021b): An Investigation of Data Used to Support Contact Tracing to Curb the Spread of COVID-19 Pandemic From the Aspect of Possible National Security Application (part 2). *National Security Review: Periodical Of The Military National Security Service*, 1, 218–231.
- PARÁDA István – FARKAS Tibor (2020): Felderítés és analízis a penetrációs tesztben – 1. Információgyűjtési technikák. *Hadmérnök*, 15(1), 159–182. Online: http://real.mtak.hu/109949/1/HM_2020_1_Parada_Istvan_Farkas_Tibor.pdf
- P. SZABÓ Sándor (2020a): A kínai gazdaság jelenlegi helyzete. In P. SZABÓ Sándor – HORVÁTHNÉ VARGA POLYÁK Csilla (szerk.): *Lehetőségek és kihívások a magyar-kínai kapcsolatok területén. II. Gazdasági kapcsolatok*. Budapest: Nemzeti Közszerológálati Egyetem Közigazgatási Továbbképzési Intézet, 8–33.
- P. SZABÓ Sándor (2020b): A Kínai Népköztársaság „kétvágányos” külpolitikája. In P. SZABÓ Sándor – HORVÁTHNÉ VARGA Polyák Csilla (szerk.): *Lehetőségek és kihívások a magyar-kínai kapcsolatok területén. I. Politikai kapcsolatok*. Budapest: Nemzeti Közszerológálati Egyetem Közigazgatási Továbbképzési Intézet, 9–29.
- SALÁT Gergely (2018): Kína Kapitány rendet tesz a nagyvilágban – A Harci farkas 2. és az új kínai önkép. *Filmszem*, 8(3), 20–43. Online: https://epa.oszk.hu/03500/03508/00030/pdf/EPA03508_filmszem_2018_03_20-41.pdf
- SALÁT Gergely (2021): Kína, az új centrum. *Eurázsia Szemle*, 1(1), 8–25. Online: https://eurasiacenterhu.files.wordpress.com/2022/01/salat_gergely_kina.pdf
- SILVER, Laura – DEVLIN, Kat – HUANG, Christine (2020): *Unfavorable Views of China Reach Historic Highs in Many Countries*. Online: www.pewresearch.org/global/2020/10/06/unfavorable-views-of-china-reach-historic-highs-in-many-countries/

- SILVER, Laura – HUANG, Christine – CLANCY, Laura (2022): *Negative Views of China Tied to Critical Views of Its Policies on Human Rights*. Online: www.pewresearch.org/global/2022/06/29/negative-views-of-china-tied-to-critical-views-of-its-policies-on-human-rights/
- SLIWINSKI, Krzysztof Feliks (2014): Moving Beyond the European Union's Weakness as a Cyber-Security Agent. *Contemporary Security Policy*, 35(3), 468–486. Online: <https://doi.org/10.1080/13523260.2014.959261>
- Statista (2022): *China GDP growth rate 2011-2024*. Online: www.statista.com/statistics/263616/gross-domestic-product-gdp-growth-rate-in-china/
- Statista (2023): *Global internet penetration rate from 2009 to 2022, by region*. Online: www.statista.com/statistics/265149/internet-penetration-rate-by-region/
- Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) (2020): *Armaments, Disarmament and International Security*. Online: <https://data.worldbank.org/indicator/MS.MIL.XPND.CD?end=2020&locations=CN&start=1989&view=chart>
- The Economist (2020): *China Punishes Australia for Promoting an Inquiry into Covid-19*. Online: www.economist.com/asia/2020/05/21/china-punishes-australia-for-promoting-an-inquiry-into-covid-19
- The Guardian (2022): *Clashes in Shanghai as Protests Over Zero-Covid Policy Grip China*. Online: www.theguardian.com/world/2022/nov/28/clashes-in-shanghai-as-protests-over-zero-covid-policy-grip-china
- TÓTH András (2022a): Az IoT-eszközök védelmi célú alkalmazásának információbiztonsági kihívásai. In M. SZABÓ Miklós (szerk.): *A hadtudomány aktuális kérdései napjainkban I*. Budapest: Ludovika, 77–93.
- TÓTH András (2022b): *A digitális állam információbiztonsági kihívásai*. Budapest: Ludovika.
- WHO (2021): *Origins of the SARS-CoV-2 Virus*. Online: www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/origins-of-the-virus
- WHO (2022a): *Status of COVID-19 Vaccines within WHO EUL/PQ Evaluation Process*. Online: https://extranet.who.int/pqweb/sites/default/files/documents/Status_COVID_VAX_02April2022.pdf
- WHO (2022b): *Tracking SARS-CoV-2 Variants*. Online: www.who.int/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants
- YUE, Jianyong (2022): The Limits to China's Peaceful Rise – Deep Integration and a New Cold War. *Global Policy*, 13(1), 91–106. Online: <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13040>
- ZAROCOSTAS, John (2021): WHO Team Begins COVID-19 Origin Investigation. *Lancet (London, England)*, 397(10273), 459. Online: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00295-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00295-6)
- ZHU, Zhiquan (2020): Interpreting China's 'Wolf-Warrior Diplomacy'. *The Diplomat*, 2020. május 15. Online: <https://thediplomat.com/2020/05/interpreting-chinas-wolf-warrior-diplomacy/>
- ZÓDI Zsolt (2017): Privacy és a Big Data. *Fundamentum*, 1–2. 18–30. Online: http://epa.oszk.hu/02300/02334/00072/pdf/EPA02334_fundamentum_2017_01-02_018-030.pdf

Tartalom

KATONAI LOGISZTIKA ÉS KÖZLEKEDÉS

JASZTRAB PÉTER JÁNOS, ISTÓK RÓBERT: *A világítás katonai vonatkozásai* 5

SZAJKÓ GYULA, NÉMETH ANDRÁS, SZATMÁRI BALÁZS:
*A pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatósága a vasút-
és közúthálózatok logisztikai felderítésében – 2. rész* 31

KÖRNYEZETBIZTONSÁG

GÁBOR DELI: *Mechanism of Action and Use of Radiomimetic Compounds* 57

PÉTER PÁNTYA, LILLA HORVÁTH: *Analysis of the Material Characteristics of Firefighter Personal Protective Clothing* 73

BENJÁMIN HÓZER: *The Safety Situation of Municipal Solid Waste Landfills in Hungary from a Disaster Management Perspective – Part 2* 83

ATTILA MÁRTON: *Comparison of Water Balance Results for Different Operating Conditions of the Ráckeve–Soroksár Danube with Particular Reference to Infiltration* 93

PAPP CSENGE, KERSÁK JÓZSEF: *Közúti járművekben keletkezett tüzek okai* 109

VÉDELEM-INFORMATIKA

KISS ADRIENN: *Létfontosságú rendszerelemek vizsgálata 1. – Hálózatosságvizsgálat* 123

INÁNCSI MÁTYÁS: *A Reddit közösségimédia-platform szerepe az orosz–ukrán konfliktus vonatkozásában* 139

VATTAI ESZTER: *A nyílt forrású információszerzés kapcsolata a hadsereggel* 155

FÓRUM

KUGLER PÉTER: *Kína nemzetközi megítélésének változása a Covid–19-járvány során* 167