



# MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

## Kiemelt közlemények

**KOVÁCS ZOLTÁN – EMBER ISTVÁN:**  
*Aknafelderítés légi eszközökkel*

**LUKÁCS LÁSZLÓ – BALOGH ZSUZSANNA:**  
*Szállodai létesítmények robbantások  
elleni védelmének lehetőségei*

**BALLA TIBOR – PADÁNYI JÓZSEF:**  
*Műszaki kiválóságok: Feimer László*

31. évf. (2021)  
4. szám

ISSN 2063-4986 (elektronikus)



**LUDOVIKA**  
EGYETEMI KIADÓ

## Műszaki Katonai Közlöny

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

ISSN 2063-4986 (elektronikus)

### Szerkesztőbizottság elnöke

Padányi József

### Szerkesztőbizottság

Árpád Lőrincz

Hanka László

Hornyacsek Júlia

Horváth Tibor

Kovács Tibor

Kovács Zoltán

Kuti Rajmund

Nagy Rudolf

Pavel Manas

Tóth Rudolf

### Főszerkesztő

Kovács Zoltán

### Szerkesztőség címe

Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar,  
Műveleti Támogató Tanszék

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

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf. 15.

E-mail: [kovacs.zoltan@uni-nke.hu](mailto:kovacs.zoltan@uni-nke.hu)

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

### Kiadó

Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Ludovika Egyetemi Kiadó

Kapcsolat: [www.ludovika.hu](http://www.ludovika.hu); [kiadvanyok@uni-nke.hu](mailto:kiadvanyok@uni-nke.hu)

1083 Budapest, Ludovika tér 2.

A kiadásért felel: Deli Gergely rektor

Olvasószerkesztők: Gergely Zsuzsánna, Resofszi Ágnes, Zsávolya Zoltán

Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla



## Tartalom

Kovács Zoltán – Ember István Aknafelderítés légi eszközökkel . . . . .	5
Lukács László – Balogh Zsuzsanna Szállodai létesítmények robbantások elleni védelmének lehetőségei . . . . .	21
Balla Tibor – Padányi József Műszaki kiválóságok: Feimer László. . . . .	35
Márton Attila Magyarországi folyók mértékadó kisvízi készletének elemzése a tervezett öntözési fejlesztések szempontjából . . . . .	45
Harangozó Dóra – Harrach Dániel Zömítő tompahegesztéssel toldott betonacél szálak alkalmazhatóságának vizsgálata . . . . .	61
Győző-Molnár Árpád Kritikusinfrastruktúra-védelmi bevetési egységek a katasztrófavédelem alkalmazásában . . . . .	79
Koch Dániel – Kutassy Emese – Nagy Tamás Szivárgáshidraulikai vizsgálatok a Kolon-tó vízgyűjtőjén . . . . .	91
Debreceni Péter Magyarországi vegetációtüzek keletkezési okainak vizsgálata és osztályozása. . . . .	111





Kovács Zoltán<sup>1</sup>  – Ember István<sup>2</sup> 

# Aknafelderítés légi eszközökkel

## Landmine Detection with Aerial Vehicles

*A háborúk és különböző fegyveres konfliktusok során a szemben álló felek gyakran hoztak létre harckocsik és gyalogság elleni aknamezőket. Az ottawai egyezményt elfogadó országok ugyan lemondtak a gyalogság elleni aknák jövőbeni alkalmazásáról, a korábban telepített aknák azonban még napjainkban is nagy számban rejtőzködnek a talaj felszíne alatt, és szedik áldozataikat. Az aknák, valamint a többi veszélyes robbanószerkezet biztonságos felderítése, a telepítési helyük minél pontosabb meghatározása sok esetben különleges eszközök felhasználását igényli. A szerzők bemutatják az aknák levegőből történő felkutatására alkalmazható egyes légi eszközöket és ezek néhány speciális felderítő berendezését.*

**Kulcsszavak:** aknafelderítés, aknamező, gyalogsági akna, légi eszköz, drón

*The opposing forces often laid antitank or antipersonnel minefields during wars and other armed conflicts. Although the countries that have adopted the Ottawa Convention have abandoned the future use of antipersonnel landmines, the mines that were previously installed are still hiding in large numbers under the surface of the soil and are taking their toll. Safe detection of mines, other dangerous explosive devices and the precise determination of their location sometimes require specific equipment. The authors introduce certain aerial vehicles that can be used to search for mines from the air and some of their special reconnaissance equipment.*

**Keywords:** mine detection, minefield, antipersonnel mine, aerial vehicle, drone

---

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi docens, e-mail: [kovacs.zoltan@uni-nke.hu](mailto:kovacs.zoltan@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, tanársegéd, e-mail: [ember.istvan@uni-nke.hu](mailto:ember.istvan@uni-nke.hu)

## 1. Bevezetés

A korábbi háborúk és fegyveres konfliktusok színterein a föld alatt rejtőzködő aknák és hátramaradt robbanó harcanyagok (ERW-k)<sup>3</sup> a konfliktusok után még évtizedekkel is szedik áldozataikat. Az aknák hadi alkalmazásának megállítása és azok kivonása érdekében tevékenykedő Nemzetközi Kampány a Szárazföldi Aknák Betiltásáért<sup>4</sup> nevű szervezet 1999 óta minden év novemberében összeállítja éves beszámolóját a világ aktuális aknahelyzetéről. A 2020-ban kiadott jelentés<sup>5</sup> adatai szerint 2019-ben a világ 50 országában összesen 5554 ember vesztette életét vagy szenvedett sérülést az aknák és az ERW-k robbanása miatt (2170 halott, 3357 sebesült, 27 fő további sorsa nem ismert). Az áldozatok több mint 80%-a civil személy volt (4466 fő), de az aknamentesítési feladatot végrehajtók (23 fő), illetve reguláris katonák és rendvédelmi személyek (944 fő) is szenvedő alanyai voltak a robbanásoknak (közülük 121 fő hovatarozása nem ismert). Talán még megdöbbentőbb, hogy 1562 fő gyerek volt az áldozatok között (580 elhunyt, 979 sérült, 3 fő további sorsa nem ismert).

Éppen ezért nagyon fontos feladat, hogy a rejtőzködő robbanószerkezeteket, különösen a gyalogság elleni aknákat minél előbb felderítsük, a volt hadszínterek területét pedig újból biztonságossá tegyük. A különböző nemzetközi szervezetek és a kormányzati szervek hatalmas erőfeszítéseket tesznek ennek érdekében, azonban az aknafelderítés és -hatástalanítás rendkívül lassú ütemben halad, az előtalált aknák mennyisége pedig minden évben igen jelentős. 2019-ben 123 375 megtalált aknát hatástalanítottak.<sup>6</sup>

## 2. Aknák és egyéb robbanószerkezetek

Az aknák<sup>7</sup> előregyártott robbanószerkezetek, amelyek a rendeltetésüket tekintve lehetnek harcokcs (harcjármű) elleni, gyalogság elleni, deszant, valamint helikopter elleni aknák. Az aknafelderítés és területmentesítés során a leggyakrabban az első két fajtával lehet találkozni, így most csak ezek rövid bemutatására szorítkozunk.

A *harcokcs vagy harcjármű elleni aknák* a járművet különböző irányból támadva, annak futóművét (lánctalp, kerék), erőforrását vagy a fegyverzetét rombolják, illetve a páncélzatot átütve a kezelőszemélyzetet teszik harcképtelenné.

A lánctalp vagy futómű elleni aknák csak 200–300 kg tömeg nyomására (ráhajt a jármű) működnek, és a futóművet megrongálva mozgásképtelenné – de nem feltétlenül harcképtelenné – teszik a járműveket. Az alakjuk és méretük nagyon széles skálán mozog: a hagyományos

<sup>3</sup> Az angol rövidítés (ERW) feloldása: *Explosive Remnants of War*. Idetartoznak a fel nem robbant bombák, löszerek, rakéták, gránátok stb. (*Unexploded Ordnance, UXO*) és a hátrahagyott harcanyagok (*Abandoned Explosive Ordnance, AXO*).

<sup>4</sup> Angolul *International Campaign to Ban Landmines* (ICBL). Az ICBL 2011-ben összeolvadt a Kazettásbomba-ellenes Szövetséggel (*Cluster Munition Coalition, CMC*).

<sup>5</sup> ICBL–CMC Landmine Monitor 2020.

<sup>6</sup> Landmine Monitor (2020): i. m. 53.

<sup>7</sup> Aknák alatt ebben a közleményben csak a szárazföldi telepítésű aknákat (angolul *landmines*) értjük.

telepítésű aknák henger vagy téglatest alakúak, míg a szórással telepíthető akna<sup>8</sup> általában negyed- vagy félhasábformájú.

A haspáncél elleni aknák általában kúpszerű, kumulatív kiképzésű töltettel rendelkeznek, amely úgy van kialakítva, hogy a robbanás hatása az akna fölött elhelyezkedő páncélt átüsse.<sup>9</sup> Méretük és tömegük hasonló a lánctalp elleni aknáéhoz, a telepített akna pedig a harcokcsi/harcjármű teljes szélessége alatt működőképes. A régebbi típusai döntőpálcás, az újabbak már közelségi (például a mágneses erőtérváltozásra működő) aknagújtóval rendelkeznek.

Az oldal elleni aknák már a harcokcsik oldalpáncélzatát rombolják,<sup>10</sup> az előfordulásukra utak mentén, lakott területek utcáin, hidaknál és egyéb szűk helyeken lehet számítani. Egyik csoportjuk akár egy páncéltörő rakéta, a páncélzat felületén a kumulatív hatás következtében kialakult *jet*<sup>11</sup> átütő erejével, míg a másik csoportjuk egy vastagabb kumulatív bélésből több tíz méter távolságban kialakult, a hagyományos kumulatív tölteténél lényegesen alacsonyabb sebességű (kb. 2000 m/s), úgynevezett „robbanással formált lövedékkel” (EFP)<sup>12</sup> pusztítja a céltárgyat.

A torony elleni, úgynevezett területvédő akna<sup>13</sup> az elmúlt évtizedek fejlesztőmunkájának eredménye. Különböző érzékeny szenzorokkal (akusztikai, rezgés- vagy infravörös érzékelőkkel) vannak ellátva, amelyek lehetővé teszik, hogy a célokat nagy távolságról (akár 500–600 méter) érzékeljék, majd azokat az aknától már 70–100 méter távolságra elpusztítsák vagy harcképtelenné tegyék. Általában parancsindítással hozhatók működésbe, illetve a távvezérlő berendezés segítségével ki/bekapcsolhatók. A segéd töltet által kilőtt harci részegységük magas hatóerejű robbanóanyagot tartalmaz, amely az elé helyezett fémbetétből létrehozza a jármű páncélzatát átütő, robbanással formált lövedéket.

A *gyalogság elleni aknák* alaprendeltetése az ellenség személyi állományának pusztítása vagy harcképtelenné tétele, amit kétféleképpen érhet el: az aknában elhelyezett robbanótöltet robbanásával vagy pedig a szétrepülő anyagrészek által okozott repeszhatással.

A nyomásra működő romboló hatású akna (közismert nevén: taposóakna) már az 5–10 kg nagyságú ránehezdedő tömeg hatására működésbe lép („elműködik”), s a benne elhelyezett 50–300 gramm brizáns robbanóanyag sok esetben nem okoz halálos sebet, csak súlyos sérülést a rálépő személynek. A taposóaknák többsége hengeres alakú, az átmérőjük 5–15 cm,

<sup>8</sup> „A szárazföldi aknaharcban alkalmazott olyan akna, amelyet nem hagyományos módon, egy meghatározott rendszerben telepítenek, hanem repülőgéppel, tüzérségi eszközzel, erre a célra szerkesztett rakétával vagy földi aknaszóró berendezéssel, esetleg kézzel juttatnak a célterületre. Az akna a talaj felszínén helyezkedik el, az integrált önsemllegesítő vagy önhatástalanító mechanizmusa miatt a telepítés utáni élettartama rendszerint korlátozott, néhány órától néhány napig terjed.” Kovács Zoltán: Szórással telepített akna. In Krajnc Zoltán (szerk.): *Hadtudományi Lexikon. Új kötet*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020. 1031.

<sup>9</sup> A kumulatív hatás minél teljesebb mértékű érvényesülése érdekében a fő töltet robbanása előtt egy kisebb segéd töltet ledobja a kumulatív üreg felett lévő aknafedelet és vele együtt az álcázó talajréteget, így a fő töltet robbanásakor keletkező kumulatív sugár akadálytalanul és közvetlenül fejtheti ki hatását a haspáncélna.

<sup>10</sup> Lásd még Kovács Zoltán: Oldal elleni aknák. *Haditechnika*, 34. (2001), 4. 36–42.

<sup>11</sup> A robbanás irányított hatása következtében a töltet fémbetétjéből kialakuló plazma, amely több tíz km/s sebességgel becsapódva a céltárgyba, akár 100 ezer atmoszférás nyomással áthatol rajta.

<sup>12</sup> Az angol rövidítés (EFP) feloldása: *Explosively Formed Projectile/Penetrator*. Lásd még Lukács László: A robbanás irányított hatása: a Munroe-effektus és Misnay–Schardin-effektus a katonai gyakorlatban. *Bolyai Szemle*, 13. (2004), Különszám. 1–13.

<sup>13</sup> Lásd még Kovács Zoltán: Területvédelem aknával. *Műszaki Katonai Közlöny*, 12. (2002), 1–2. 69–77.

magasságuk pedig 5–10 cm között változik. Telepíthetők kézi erővel vagy gépekkel, meghatározott rendszerben a talaj felszíne fölé vagy kis mélységben a felszín alá. Az alábbi ábrán látható jugoszláv gyártású PMA-2 típus az egyik legkisebb taposóakna: átmérője 68 mm, magassága pedig 61 mm és mindössze 100 g tömegű robbanóanyagot tartalmaz. A taposóaknákat tekinthetjük az aknák közül a legnagyobb veszélyforrásnak, mivel kis méretük és a felszín alá történő telepítésük miatt a legnehezebben észrevehetőek, felderíthetőek.



1. ábra. PMA-2 taposóakna nyári és téli álcázó burkolattal

Forrás: [https://htka.hu/wp-content/uploads/2012/03/PMA-2\\_mines-584x438.jpg](https://htka.hu/wp-content/uploads/2012/03/PMA-2_mines-584x438.jpg)

A körkörös hatású repeszaknák ezzel szemben már nemcsak az elműködésüket kiváltó személyt, hanem a robbanáskor szétrepülő repeszek hatótávolságán belül tartózkodókat is képesek harc-képtelenné tenni. Általában bordázott fémburkolattal rendelkeznek, amely a robbanás hatása következtében részekre szakad, de fémgolyókat is tartalmazhatnak. Leggyakrabban a felszín felett 15–20 cm-re helyezkednek el facövekeken. Az aknához rögzített, kifeszített botlódrotokra gyakorolt húzóerő hatására az akna felrobban, és a repeszek az aknától körkörösén repülnek szét, akár 20–25 méter távolságig halálos sérülést okozva.

A körkörös hatású aknák speciális válfaja az ugró repeszakna, amely a nehezebb felderíthetőség érdekében általában közvetlenül a talaj felszíne alá van telepítve úgy, hogy csak a gyújtószerkezetének teteje található a felszín felett. A gyújtó működhethet nyomóerő hatására, illetve húzásra a botlódrotokkal, amelyek akár 30 méter távolságig is nyúlhatnak az aknától. A nyomó- vagy húzóerő hatására először egy kisebb robbanóanyag-töltet kivetit az aknatestet, fel a levegőbe, ahol az akna fő robbanóanyag-töltete körülbelül 0,8–1,5 m-es magasságban működik el. Az aknában elhelyezett fémpeszszek ilyen módon akár 100 méter távolságra is szétszóródhatnak körkörösén.

Az irányított hatású repeszakna a gyalogsági repeszaknák másik speciális fajtája. Ennek repeszai már nem körkörösén szóródnak szét, hanem csak az előre beállított irányban (sávban), s az aknában elhelyezett robbanóanyag mennyiségének függvényében meghatározott távolságra pusztítanak. Az ilyen aknák a talaj felszíne fölé vannak telepítve, és általában (elektromos) vezetékös parancsindítással hozhatók működésbe. A kisebbek íves téglatestre hasonlítanak, míg a nagyobbak hengeres kialakításúak, több robbanóanyagot és nagyobb méretű repeszeket tartalmaznak, amelyek akár a páncélvédelem nélküli vagy a könnyű páncélozott járműveket is harc- vagy mozgásképtelenné tehetik.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> A gyalogsági aknákról részletesebben: Tóth József – Lukács László – Volszky Géza: *Akna kisenciklopédia*. Budapest, Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiáért Alapítvány, 2012.

A gyalogság elleni aknák alkalmazásának teljes betiltásáról rendezett nemzetközi egyeztető konferencia zárását követően 1997. december 3-án Ottawában 121 állam – köztük Magyarország – képviselője látta el kézjegyével az „Aknaegyezményt”, amely a szükséges számú ratifikáció elérésével 1999. március 1-jén hatályba lépett. Az elmúlt évtizedek során további államok csatlakoztak, jelenleg 164 részes állam és egy aláíró ország (a Marshall-szigetek 1997. december 4-én aláírta, azonban még nem ratifikálta) mellett 32 ország még mindig nem látta el azt a kézjegyével.

Az aláíró nemzetek lemondtak ugyan a hagyományos gyalogsági aknák további alkalmazásáról, de az aknák mellett a már említett ERW-k, illetve az aszimmetrikus műveletek egyik legfőbb eszközeként<sup>15</sup> a különböző improvizált robbanószerkezetek (IED-k)<sup>16</sup> is fokozott veszélyt jelentenek. Az IED olyan házilagosan készített „bomba”, amely a pusztító hatását a robbanással, repeszekkel, ártalmas vegyi, biológiai anyagokkal, pirotechnikai eszközökkel vagy gyújtóhatású anyagokkal éri el. Szerkezeti felépítése általában kezdetleges, de csak a készítőjének kreativitása és a rendelkezésére álló anyagok, alkotórészek technológiai színvonala határozza meg az eszköz komplexitását és korszerűségét. Töltetként felhasználhatnak különböző katonai vagy polgári rendeltetésű robbanóanyagokat, különféle vegyszerek keverékéből házilag előállított robbanóelegyeket, vagy akár az ERW-ből kinyert robbanóanyagokat is. Általánosságban elmondható, hogy leggyakoribbak a mechanikus behatásra elműködő szerkezetek, amelyek húzásra, teherelvételre, nyomásra, elmozdításra, tehát a célpont valamilyen közvetlen fizikai hatására robbannak fel.

### 3. Az aknafelderítés módszerei

Az aknák és egyéb robbanószerkezetek felderítésére sor kerülhet a harctevékenységek időszakában katonai célból – átjárányítás aknamezőn, terepszakasz vagy kisebb terület aknamentesítése –, illetve a harcokat követően humanitárius feladatok keretében – a területen maradt aknák megtalálása, majd a terület teljes aknamentesítése –, ami egyben meghatározza a felderítő tevékenység területi kiterjedését és a minőségét is.

A harc során az aknák, aknamezők felderítése szinte kizárólag a manőverek vagy más katonai tevékenység céljából igénybe vett területekre koncentrálódik, akárcsak az aknák felszedése és/vagy helyszíni hatástalanítása. Ezzel szemben a humanitárius felderítési-mentesítési feladatok a teljes érintett aknaszenyvezett területre kiterjednek, és jóval nagyobb pontosságot, hatékonyságot, precizitást követelnek: szemben a 80–90%-os katonai elvárással, itt közel 100%-os a megkövetelt hatékonyság, mivel csak így lehet teljesen biztonságos a terület.

Az aknák a háborúk, a nemzetközi vagy belső konfliktusok során sokszor mindenféle dokumentáció nélkül voltak alkalmazva, ami napjainkban már szinte lehetetlenné teszi

<sup>15</sup> Lásd még Padányi József: Az aszimmetrikus hadviselés során alkalmazandó eljárások, eszközök és módszerek. *Hadtudomány*, 25. (2015), 1–2. 81–82.

<sup>16</sup> Az angol rövidítés (IED) feloldása: *Improvised Explosive Device*. Lásd még Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), 2. 37–52.

a telepítési helyszín pontos beazonosítását, a telepített aknamennyiség és akár az aknatípus konkrét meghatározását.

Az elmúlt évtizedekben gyártott aknák a kis méreteik mellett szinte kivétel nélkül műanyag burkolattal rendelkeznek (vagy burkolat nélküliek!) és minimális mennyiségű fémtartalmat hordoznak, ami jelentősen megnehezíti a detektálásukat. A konfliktusok befejezése után a volt szemben álló felek gyakran nem is foglalkoztak az általuk korábban eltelepített aknamezők, improvizált robbanószerkezetek felszámolásával, otthagyták őket megjelöletlenül. A növényzet vagy a talajfelszín alatt lapuló kis robbanószerkezetek rendkívül nagy veszélyt jelentenek<sup>17</sup> a lakosságra, a gazdaság szinte mindegyik ágazatára, a létesítményekre<sup>18</sup> és akár a felderítésüket végző személyekre is. Az évekkel korábban befejeződött harcokat követően az aljnövényzet elburjánzása a területeken sokszor szinte teljesen lehetetlenné teszi a föld felszínére telepített aknák vizuális felderítését. A felszín alá telepített aknák esetében a felderítés megkezdése előtt a növényzet előzetes eltávolítása is nagy veszélyt jelent, egyben fokozott gondosságot igényel. Például a délszláv térségben a mentesítendő területre műanyag csövekben elhelyezett, rövid nyújtott tölteteket toltak be, azokkal robbantottak négyzethálós rendszert a növényzetben, majd ezekből a kis ösvényekből indultak el az aknafelderítők, először szinte szálánként levágva a növényzetet.

Az aknák, aknamezők felderítése<sup>19</sup> alatt a robbanószerkezetek pontos helyének meghatározását, illetve az aknaszennyezett veszélyes terület kiterjedésének megállapítását értjük, a szerkezetek tényleges hatástalanítását, felszedését és eltávolítását már nem ide soroljuk.<sup>20</sup>

A talaj felszínén elhelyezkedő aknák észlelése, felderítése az álcázást biztosító burkolat, aknatest színétől függően viszonylag egyszerűen, alapvetően vizuális módszerrel – szabad szemmel vagy valamilyen optikai eszköz, berendezés segítségével – is megvalósítható. Az emberi szemnek „láthatatlan”, a talajfelszín alá telepített aknák felderítésére alkalmazható módszert pedig alapvetően meghatározza az átvizsgálandó terület nagysága, a terep jellege, a felderítés megkövetelt hatékonysága, valamint a rendelkezésre álló feltételek, az eszközök mennyisége és minősége. Az aknafelderítési módszerek és eszközök főleg a mechanikus, biológiai/kémiai, elektromágneses, részecske-technológiai vagy akusztikus működési elvek valamelyikén, illetve ezek kombinációján alapulnak.

A mechanikus módszer „alapeszközének” tekinthető szúróbottal a talaj felső rétegét átszurkálva lehet megtalálni a felszín alá telepített legkisebb aknákat is, függetlenül azok fémtartalmától és a burkolat anyagától. Megfelelően kivitelezve ez a felderítési módszer az egyik leghatékonyabb, de egyben a leglassúbb és a végrehajtókra nézve a legveszélyesebb

<sup>17</sup> Lásd még Ember István: A robbanótestek mint a talajban rejlő potenciális veszélyforrások. In Varga Gabriella et al. (szerk.): *Geotechnika 2020*. Budapest, 2020. 24–31.

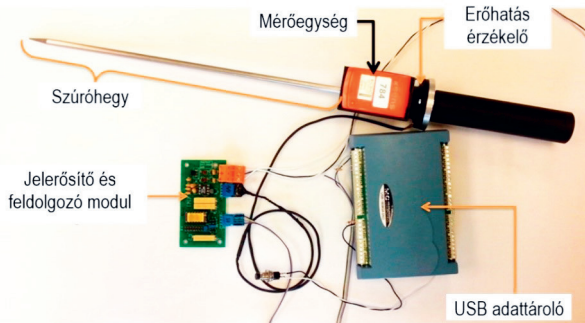
<sup>18</sup> Lásd még Dénes Kálmán – Kovács Zoltán: Létesítmények közműrendszereinek robbantásos cselekmények általi veszélyeztetettsége és védelme. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), Különszám. 77–85.

<sup>19</sup> Lásd még Lukács László: Az aknafelderítés korszerű módszerei és eszközei. *Bolyai Szemle*, 15. (2006), Különszám. 1–7; Kovács Zoltán: Műszaki zárok felderítésének korszerű eszközei. *Bolyai Szemle*, 17. (2008), 2. 1–9; Szatai Zsolt József – Horváth Tibor: A robbanószerkezetek felderítésének története 2. (1951-től napjainkig). *Honvédségi Szemle*, 149. (2021), 1. 101–115.

<sup>20</sup> Az aknamentesítés feladatkörének részeihez soroljuk az aknák/aknamezők felderítését, megtalálását; a megtalált aknák/aknamezők megjelölését, illetve a megjelölt aknák hatástalanítását, felszedését.

is. A régebbi szűrőbotok hegye még acélból volt, míg az újabb változatok már speciális fémöt-vözetből vagy nagy szilárdságú műanyagból készülnek. Az igazán modern, „okos” típusok pedig már rezgéssel vagy hangkibocsátással jelzik a kezelőjüknek, ha „észlelnek” valamit, és akár az aknatest anyagát is képesek meghatározni annak keménysége, rugalmassága alapján. E korszerűbb szűrőbotok alkalmazását egyelőre csak a humanitárius aknamentesítés során tesztelik.

A biológiai/kémiai módszer alapvetően a robbanóanyagokból kipárolgó molekulák észlelésén alapul. A biológiai „eszközökkel” történő aknafelderítés olyan élőlények alkalmazását jelenti, amelyek csoportjába sorolhatók a megfelelő érzékelő képességekkel és kiképzettséggel rendelkező kutyák, a méhek és a kisemlősök egyes fajai (patkány, egér), illetve a génmanipulált robbanóanyagfaló-baktériumok<sup>21</sup> és -növények (például lúdfű), amelyek színük változásával vagy foszforeszkálással jelzik a robbanóanyagot alkotó részecskék jelenlétét a talajban, illetve a levegőben. E módszer képviselőinek többségét elsősorban humanitárius feladatra lehet/célszerű alkalmazni, harctéri körülmények közötti felhasználásukat tekintve főleg a kutyák vehetők számításba, azonban figyelembe kell venni számos korlátozó tényezőt: időtartam (pihenésre van szükségük), hőmérséklet és időjárás, fizikai és pszichés terhelés, létszükségleteik biztosítása stb.



2. ábra. Egy „okos” szűrőbot elvi felépítése

Forrás: a szerzők szerkesztése a [www.mdpi.com/sensors/sensors-16-00965/article\\_deploy/html/images/sensors-16-00965-g003-1024.png](http://www.mdpi.com/sensors/sensors-16-00965/article_deploy/html/images/sensors-16-00965-g003-1024.png) alapján

Az aknafelderítés kémiai módszerének korszerű eszköze a gáz-/gőzelemző spektrométer, amely például a robbanóanyagból kipárolgó nitrogén-dioxid jelenlétét érzékeli a levegőben. Működési alapelve hasonlít az otthoni mindennapokban gázanalitikai eszközként használt szén-monoxid- vagy füstérzékelőhöz. Egy érzékeny spektrométer már nagyon kis mennyiségű, akár  $10^{-15}$  g/ml robbanóanyagmolekula-mennyiséget is képes észlelni. A hatékonyság nagyban függ a levegő/talaj hőmérsékletétől, páratartalmától, nedvességétől és a robbanóanyag kipárolgásától.

<sup>21</sup> Egy génmódosított baktériumtörzs az aknában alkalmazott robbanóanyagok közelében zöld fényt bocsát ki, így a baktériumokat tartalmazó színtelen folyadékkal elég a területet repülőgépről megpermetezni, a reakció néhány órán belül beindul: a foszforeszkáló zöld fény megmutatja, hol vannak az aknák.





3. ábra. Egér kiképzése robbanóanyag keresésére

Forrás: <https://media.icdn.hu/content/entity/2018/04/22215/5d2383972172fneuroscience-mousensor-a-006.jpg>

Az elektromágnesesség elvén alapuló aknakereső-eszközök közül talán a legismertebb és leggyakrabban alkalmazott a fémtartalom észlelésére és jelzésére szolgáló aknakutató műszer, közismert nevén fémkereső, amely az elektromágneses indukció, a mágneseserőtér-változás által keltett elektromos feszültség segítségével jelzi (például sípoló hanggal) a közelében lévő – a jellemző felderítési mélység 0,1–0,5 méter – vas vagy acél jelenlétét. A keresőfejet a talajfelszín fölött 5–10 cm távolságban tartva, annak lassú mozgatásával kell végezni a felderítést. Bár a korszerű, pulzindukciós műszerek akár a több méter mélységben lévő (nagyobb tömegű) fémet is képesek észlelni, a fémtartalom nélküli aknák felderítésére ez az eszköz nem alkalmas. A felderítés nagy időigénye mellett az eszköz további hátránya, hogy a fémtartalmú aknák és az egyéb fémtárgyak között nem tud különbséget tenni, így például egy korábbi harcterületen található repeszek, lőszerhüvelyek miatt rendkívül nagy számban ad jelzést, amelyekből csak minden 100–1000. jelent ténylegesen aknát.



4. ábra. Kézi aknakereső műszer

Forrás: [www.metector.hu/wp-content/uploads/2013/09/atx-\\_coil\\_rotated-620x257.jpg](http://www.metector.hu/wp-content/uploads/2013/09/atx-_coil_rotated-620x257.jpg)

A talajradar (GPR)<sup>22</sup> a nagyfrekvenciás elektromágneses hullámok alkalmazásán alapul. Adóantennája 10–3000 MHz-es elektromágneses impulzusokat bocsát ki, az eltérő elektromágneses tulajdonságokkal rendelkező anyagok felületéről visszaverődő hullámokat pedig a vevőantenna fogadja, amely egyúttal rögzíti a visszavert impulzusok késleltetési idejét, valamint a vett impulzus amplitúdóját.

<sup>22</sup> Az angol rövidítés (GPR) feloldása: *Ground-Penetrating Radar*.





5. ábra. A talajradar monitorján megjelenő kép

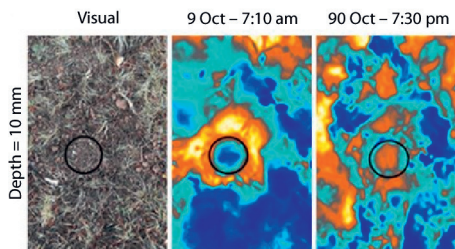
Forrás: [www.vizmuvek.hu/files/public/Fovarosi\\_vizmuvek/talajradarillusztraciok/talajradar\\_illusztracio\\_1.jpg](http://www.vizmuvek.hu/files/public/Fovarosi_vizmuvek/talajradarillusztraciok/talajradar_illusztracio_1.jpg)

A beépített helyzetmeghatározó segítségével folyamatosan rögzíteni lehet a radar pontos helyét, amelyet össze lehet kapcsolni a visszavert jelek jellemzőivel, így előállítható a terület elektromágneses profilja. Az észlelt tárgyak mélységét is meg lehet vele határozni az elektromágneses hullámok felszín alatti közegben történő terjedési sebességének ismeretében. A talajradar további nagy előnye, hogy nemfémes tárgyak helyének azonosítására is alkalmazható. A módszer hátránya viszont, hogy a felderítés hatékonysága, pontossága nagymértékben függ a talaj jellemzőitől: talajtípus, konzisztencia, nedvességtartalom.

Az elektromágnesesség elvén működnek az aknafelderítésre szintén alkalmazott milliméteres hullámhosszú radarok, amelyek már rendkívül magas frekvenciájú (EHF)<sup>23</sup> hullámsávokat is észlelnek (ezek frekvenciája 30–300 GHz közötti), illetve a mikrohullámú radarok, amelyek az 1 GHz–1 THz frekvenciatartományba eső elektromágneses hullámok visszaverődésének segítségével határozzák meg a felszín alatti tárgyak helyzetét. A hatékonyság mértéke természetesen ebben az esetben is a talaj jellemzőinek függvénye.

Az infravörös sugárzással működő aknakereső eszközök – tulajdonképpen hőkamerák – használata elsősorban a felszínre vagy kis mélységben a felszín alá telepített aknák felderítésére használhatók hatékonyan. Ezek az eszközök a milliméteres tartománynál nagyobb frekvencián (> 300 GHz), de kisebb hullámhosszon (< 1 mm) dolgoznak, és a talaj, illetve a talajban található tárgyak hőmérsékleti különbsége alapján képesek kimutatni az aknákat. Alkalmazásuk megfelelő időjárási körülmények között, illetve a reggeli vagy esti napszakban a legcélszerűbb, amikor a talaj és az aknák nincsenek termikus egyensúlyban, a hőeltérések, a hőtároló képesség terén fennálló különbségek pedig jobban megmutatkoznak. Az infravörös detektálás tehát nem alkalmazható hatékonyan minden időszakban, illetve az eszköz nem tudja egyértelműen meghatározni a felszín alatti tárgy jellegét, és nemcsak az aknákat, hanem a többi tárgyat is észleli.

<sup>23</sup> Az angol rövidítés (EHF) feloldása: *Extremely High Frequency*.



6. ábra. Felszín alá telepített akna vizuális és hőképe: a – szabad szemmel; b – hőkép délelőtt; c – hőkép délután  
 Forrás: P. Krause – Ehab Salahat – E. Franklin: *Diurnal Thermal Dormant Landmine Detection Using Unmanned Aerial Vehicles*. IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society 2018. 2299–2304.

A részecsketechnológián alapuló magfizikai aknafelderítő eszközök közé sorolhatjuk az atom-mag-rezonancia (NQR)<sup>24</sup> elvű detektort. Ez rövid ideig tartó, nagy energiájú, periodikusan ismétlődő rádiófrekvenciás besugárással gerjeszti a robbanóanyagokban megtalálható nitrogén atommagját, amely a felvett energiát vissza is sugározza, így kimutathatóvá válik a jelenléte a talajban. Ugyan a technológia hatékonysága nagyon jó, a téves jelzések mennyisége elenyésző, és akár az egyes robbanóanyag-típusok is megkülönböztethetők, azonban rendkívül magas az eszköz energiaigénye, ennek biztosítása miatt pedig (erős tápforrás szükséges) a mérete és a tömege is.

Egy másik technológia a neutronsugárzást használja fel: a nagy energiájú termikus (kis sebességű) neutronok aktiválják a nitrogénatomokat, amelyek detektálható gamma-sugárzást bocsátanak ki. Amennyiben igen nagy sebességű, gyors neutronokkal történik a neutronsugárzás – ahol a kinetikai energia a termikushoz képest nagyságrendekkel több –, a robbanóanyag összetételét alkotó nitrogén- és oxigénatomok mennyiségi arányai is mérhetők. A nagy energiaigény miatt ez a módszer is korlátozott alkalmazású. Mezőgazdasági művelésű területen használva további hátránya lehet, hogy nemcsak a robbanóanyagból, hanem a talajba került műtrágyából létrejött megemelkedett nitrogén-koncentrációra is reagál.

Az akusztikus elven működő aknafelderítő berendezések a hanghullámok által keltett talajrezgések mérésén alapulnak. A talajt és így a felszín alá telepített aknákat is különböző hullámhosszokon, 50–1000 Hz között elhelyezkedő alacsony frekvenciájú impulzusokkal rezegteti, majd a visszaverődő válaszjeleket méri és elemzi a műszer. A hanghullámok átadására nagy teljesítményű hangszórók vagy szeizmikus hullámgenerátorok szolgálnak, míg a talajról és a talajban lévő eltérő anyagoktól érkező válaszjelek vételére érzékeny mikrofonokat, rezgésmérőket vagy a rezgéshullámokat elektromos feszültséggé átalakító geofonokat használnak. A rezgéshullám kibocsátása és a felszínre történő visszaérkezése között eltelt időtartam mérésével lehet megállapítani az eltérő anyagú, tulajdonságú közeget. A technológia felhasználása a polgári életben alkalmazott válfajaira épül katonailag is, költségigénye kicsi, a felderítés során produkált téves jelzések száma csekély. Hátránya ellenben, hogy a mélyen telepített akna, a növényzettel borított vagy fagyott, kötött talaj jelentősen csökkenti a hatékonyságát.

<sup>24</sup> Az angol rövidítés (NQR) feloldása: *Nuclear Quadropole Resonance*.

A módszer korszerűbb változata a lézer vibrométer, amely teljesen más technológiát alkalmaz, a kijuttatott és szétszóródó lézersugárzás keltette rezgések érzékelésén alapul. Az eszközből kilépő lézersugarat a vizsgálandó talaj felületére fókuszálja, a visszaverődő rezgéseket pedig több pontból veszi, érzékeli. Mivel az akna fölötti talajrész rezgési hullámhossza nagyobb, mint a környező talajé, így a vibrométer adatai alapján megrajzolt rezgéstérkép segítségével jól megkülönböztethetők a felszín alatti tárgyak, aknák. Felderítési gyorsasága kiváló, 1 m<sup>2</sup> területet kevesebb, mint 20 másodperc alatt képes elemezni.

A fentebb ismertetett, felderítésre használt eszközöket, berendezéseket a méretüktől, tömegüktől, valamint komplexitásuktól függően kézzel vagy valamilyen gépi platformon elhelyezve lehet csak alkalmazni, működtetni. Több, általunk említett technológia azonban még fejlesztési szakaszban van, valós harci körülmények között eddig nem bizonyította hatékonyságát, alkalmazhatóságát. Erre, az előkészítési, tesztelési fázisnál tartó eszközkategóriára is igaz azonban, hogy az alapvető kézi keresőműszerek (mint például a fémkereső, a talajsűrűség-mérő és az infravörös hőkamera) körén túl a többi aknafelderítő eszköz terepre való kijuttatása nehézkes, azokat általában valamilyen gépi szállítóeszközön kell elhelyezni. Ilyenek elsősorban azok a szárazföldi járművek, amelyek fel vannak szerelve valamelyik speciális észlelő-érzékelő berendezéssel. Az egyik legegyszerűbb ilyen jármű a Magyar Honvédségben is rendszeresített DIM–M típusú indukciós aknakutató gépkocsi, amely a már említett fémerzékelés elvére alapozva észleli a rejtett (fémtartalmú) aknákat. Egyre jobban elterjednek a szárazföldi aknafelderítő robotok is, amelyeket rádió-távírányítással, az elaknásított területektől biztonságos távolságban tartózkodva lehet üzemeltetni. A gépi eszközök másik nagy csoportját pedig azok a járművek, berendezések képviselik, amelyek a levegőből képesek megtalálni a felszínen vagy akár a talajfelszín alatt rejtőzködő aknákat.

#### 4. Aknafelderítés a levegőből

A levegőből történő aknafelderítésre egyaránt alkalmazhatók a hagyományos repülőgépek, helikopterek és a pilóta nélküli légi járművek (UAV),<sup>25</sup> amelyek mindegyike platformként szolgálhat a fentebb bemutatott érzékelőberendezések többsége számára, csak megfelelő teherbírással és hatótávolsággal kell rendelkezniük.

A légi úton történő felderítés előnyei közé sorolható, hogy a felderítő jármű nem érintkezik a talajfelszínnel, attól adott távolságot tartva, különböző magasságokban mozog, így közvetlen kontaktusa az aknákkal, aknagyújtókkal nem alakulhat ki. A légi jármű legtöbb esetben nagyobb sebességgel hajtja végre a feladatot, mint egy szárazföldi eszköz, ezért adott idő alatt nagyobb területet képes műszeresen átvizsgálni, ráadásul a nehezen járható terep felett is képes mozogni. A digitális technika eszközeit felhasználva a felderítés során összegyűjtött adatokat, információkat már a levegőből továbbítani tudja, a területet és a talált aknákat helymeghatározó berendezéssel pontosan fel tudja térképezni. A helyből felemelkedni képes eszközök további előnye, hogy nem igényelnek nagy területet a fel- és leszálláshoz.

<sup>25</sup> Az angol rövidítés feloldása: *Unmanned Aerial Vehicle*.

A fentebb említett légi eszközök közül a merev szárnyú repülőgépek és forgószárnyas helikopterek alkalmazása a legtöbb esetben nem szükséges. Ezek üzemeltetése nagyon költséges, mozgatusuk (vezetésük) hosszú ideig tartó speciális felkészülést igényel, valamint más, fontosabb katonai feladatokra is igénybe vehetők – különösen harctevékenységek során –, így nem nyílik mindig lehetőség az aknafelderítésre történő alkalmazásukra.

A pilóta nélküli légi járművek, drónok használata ezzel szemben – az időjárás körülményektől (szélerősség, zivatar, havazás, jegesedés) függően – szinte minden esetben megvalósítható,<sup>26</sup> az alkalmazásnak talán csak a hatótávolságuk szabhat határt.<sup>27</sup> A pilóta nélküli eszközök valójában nagyon hasonlóak a merev szárnyú repülőgépekhez vagy a forgószárnyas helikopterekhez, azzal a különbséggel, hogy a pilóta nélküli eszközöket – ahogyan az elnevezés is utal rá – nem a gépben ülő pilóta irányítja, hanem az operátor rádió-távvezérléssel, a földről, vagy pedig programozott eszközként önállóan repül és hajtja végre a feladatát. A másik jellemző különbség a méretekben van: a pilóta nélküli eszközök akár nagyságrendileg kisebb méretűek és tömegűek, mint a „hagyományos” légi járművek. A drónok előnyös tulajdonsága, hogy képesek nagyon alacsonyan repülni, egyhelyben lebegni és körbefordulni. Ezenfelül kisebb költséggel gyárthatók és üzemeltethetők, mint a repülőgépek vagy helikopterek, a kezelésük egyszerű, aránylag rövid idő alatt, egy tanfolyam elvégzésével elsajátítható. Képesek olyan helyeken is mozogni, ahol a többi légi eszköz nem: szűk helyeken, magas növényzet között, de akár egy épület belsejében is használhatók. Az előzőekben ismertetett, használatban lévő aknafelderítő eszközök és műszerek közül több típust képes hordozni és korlátozott – az adott típustól függő – hatótávolságon belül működtetni drón.

A továbbiakban csak a függőlegesen felszállni képes, több forgószárnyas pilóta nélküli légi eszközök felhasználási lehetőségeit, jellemzőit tekintjük át röviden.<sup>28</sup> Ezek az aknafelderítési feladatokra leggyakrabban használt UAV-k.

A forgószárnyak száma a kezdeti 4 darabról 6, majd 8 rotorra növekedett – quadro-, hexa-, majd oktokopter –, aminek praktikus oka, hogy ha kevés rotor közül romlik el vagy sérül meg valamelyik, akkor a drón irányíthatatlanná válik, míg a többrotoros eszköznél a hibás részegység melletti rotorok kompenzálni tudják a kiesett hajtóművet. Ezenkívül a többrotoros eszköz sokkal stabilabb, a hirtelen légmozgásokat jobban kezeli, könnyebben és precízebben irányítható, mozgatható. A forgószárnyas drónok általában elektromos meghajtású motorokkal vannak felszerelve, amelyeknek már nem akkumulátor, hanem korszerű, lítium- vagy nikkell-kadmium-tartalmú tápforrás biztosítja a működéshez szükséges energiát. A felszálláshoz nincs szükségük speciális indítóállványra, bármilyen kis vízszintes felületről indíthatók és ugyanott landolhatnak is.

<sup>26</sup> Lásd még Ember István – Kovács Zoltán: Drones above EOD operators during their public duty. In Marián Beňovský (szerk.): *Zborník Prednášok Trhacia Technika 2020*. Banská Bystrica, Slovenska spolocnost pre trhacie a vrtacie prace, 2020. 90–97.

<sup>27</sup> A legtöbb szakirodalom a hatótávolság (vagy a repülési időtartam), repülési magasság és teherbírás kombinációja szerint kategorizálja a drónokat, de ebben az írásban sem a fogalmi, sem az osztályozási elvek részletesebb elemzésére nem vállalkozunk.

<sup>28</sup> Ezek az eszközök, sajnos nemcsak felderítésre, hanem az aknák és egyéb robbanószerkezetek szállítására, telepítésére is felhasználhatók. Lásd még Daruka Norbert: Oktokopter – A légiszállítás modernizációja, vagy a robbanószerkezetek célba juttatásának újabb lehetősége. *Repüléstudományi Közlemények*, 26. (2014), 2. 247–256.

Ha az operátor az eszközt vizuális kontroll alatt tartja, nem szükséges kiegészítő berendezésekkel ellátni, azonban programozott, önálló feladatellátás esetén a drónnak mindenképpen rendelkeznie kell néhány saját érzékelőműszerrel: magasságmérő, giroszkóp a stabilitáshoz, sebességmérő, műholdas navigáció és kommunikációs berendezés jelenti az alapfelszereltséget.

Az aknafelderítési feladat jellegéből következően az eszközt nem kell és nem is tartjuk célszerűnek fegyverzettel ellátni, hasznos teherként elegendő a felderítő berendezés tömege. A felderítést általában nem nagy távolságban és magasságban kell végeznie, így a rövid hatósugarú (max. 1–2 km), földközeli vagy kis magasságon (max. 50 méter) repülő drónok teljes mértékben megfelelőek és elegendők.

Példaként az egyik legegyszerűbb felderítő berendezést, a fémtartalmat detektáló akna-kereső műszert említhetjük amely – kombinálva egy infravörös hőkamerával – az alábbi ábrán 6 rotoros légi eszközön (hexakopteren) elhelyezve látható. Munkavégzés közben ez az eszköz a terep domborzatához igazodva, efelett folyamatosan 10 cm magasságot tartva lebeg és mozog, az indukciós keresőfej talajfelszíntől való távolsága a teleszkópos karral beállítható. A rá felszerelt felderítő berendezések tömege mindössze 2,8 kg (az eszköz teherbírása 10 kg), a 20 000 mAh kapacitású tápforrás 30 perc üzemidőt biztosít. Az eszköz legfeljebb 15 méter magasságban képes repülni, 50 km/óra sebességgel. Az aknafelderítés során csak 3,5 km/óra a sebessége, kézi vezérléssel és előre programozva önállóan is képes működni.



7. ábra. Fémkeresővel felszerelt hexakopter

*Forrás:* a szerzők szerkesztése a [www.cw-tpm.com/bmcnet\\_uploads/2019/09/Surveillance-Reconnaissance-and-Landmine-Detection-Drones-System-en.jpg](http://www.cw-tpm.com/bmcnet_uploads/2019/09/Surveillance-Reconnaissance-and-Landmine-Detection-Drones-System-en.jpg) alapján

Ugyan az alábbi (a 8. ábrán látható) drón erőforrásai csak 4 karon helyezkednek el, de mindegyik kar végén 2, önálló elektromotorral meghajtott rotor található. Ha bármelyik karon az egyik rotor meghibásodik, a másik át tudja venni a szerepét, és továbbra is stabilan irányítható marad az eszköz. Az előző drónhoz hasonlóan távvezérelve vagy előre programozva önállóan is képes repülni. Az önsúly (5,5 kg) minimalizálása miatt a legtöbb alkatrésze szén-szál erősítésű műanyagból készült. A 63x54x23 cm méretű eszköz teherbírása 6 kg, a korszerű, lítium-polimer polimer-áramforrás 60 perc repülési időt biztosít. Az eszköz maximális sebessége 75 km/óra, a 38,5 cm hosszú rotorlapok biztonságosan mozgatják a drónt, amely akár

88 km/órás sebességű szélben is képes dolgozni. Az aknafelderítésre használt kamerák nagy felbontású (HD)<sup>29</sup> digitális állóképet és nagy felbontású mozgóképet is készítenek.



8. ábra. Dupla rotoros quadrokoopter optikai kamerával

Forrás: <https://minekafon.org/wp-content/uploads/2019/09/DestinyBLACK-Perspectiveview-1024x640.jpg>

A 9. ábrán látható drónt háromféle, különböző frekvencián (90, 120, 260 MHz) sugárzó, a talajt eltérő mélységig felderítő talajradarral lehet felszerelni. Az alkalmazott radar típusától függően az eszköz önsúlya 14,11–14,81 kg között változik, a repülési időtartam 15–20 perc, a sebessége pedig 2 m/sec.



9. ábra. Talajradarral felszerelt hexakoopter

Forrás: [https://img.edilportale.com/product-thumbnails/2b\\_DRONE-GPR-SYSTEMS-NOVATEST-370993-rel-13aeff85.jpg](https://img.edilportale.com/product-thumbnails/2b_DRONE-GPR-SYSTEMS-NOVATEST-370993-rel-13aeff85.jpg)

A felderítési adatokat az eszköz azonnal továbbítja az adatfeldolgozó egységnek, amelynek monitorján kirajzolódik a talaj rétegzendje, a talajfelszín alatt található eltérő szerkezetű tárgyak pontos helye és mélysége.

<sup>29</sup> Az angol rövidítés (HD) feloldása: *High Definition*.



## 5. Összegzés

A drónok, akárcsak az aknafelderítő berendezések, folyamatosan fejlesztés alatt állnak. A miniaturizálás folytán hamarosan elterjednek az egyre kisebb méretű: mini-, mikro- és nanoeszközök, amelyek többsége a teherbíró képessége miatt vélhetően csak korlátozottan lesz alkalmas műszeres aknafelderítésre. A másik nagy fejlesztési terület a rendelkezésre álló energia megnövelése, ami egyúttal a hatótávolságot, repülési időt (azaz a munkavégzés idejét) is meghosszabbítja. Egyik alternatív megoldás lehet a napenergia hasznosítása, például napelemet szerelve a drónra, azonban ez a napszak (szürkület, éjszaka) vagy az időjárás (borult idő) függvényében korlátozhatja a rendelkezésre álló energiamennyiséget, így a működési időt. Másik lehetőség a tápforrások modernizálása, például a lítium-polimer akkumulátor használata, amelynek sokkal hosszabb az élettartama, mint a hagyományos, lítium- vagy nikkell-/kadmiumtelepeknek, emellett a tömege is kisebb.

A dróntechnológia további fejlesztési területe lehet a jelenleg már előrehaladott fázisban lévő irány: nemcsak felderítésre, hanem a felderített aknák hatástalanítására is alkalmazni ezeket az eszközöket. Az aknát fedő talajra juttatott megfelelő tömegű robbanótöltet – amelyet kamerával felszerelt drón szállít oda és helyez le – távolról történő indításával az akna töltete is felrobbantható. Természetesen az aknák helyszíni megsemmisítése nem minden esetben és körülmények között lehetséges, azonban ezzel a módszerrel egy aknamező felszámolása teljesen veszélytelenül végrehajtható.

Amint a felvillantott példából látható, a helyből függőlegesen felszállni képes pilóta nélküli légi eszközök már most alkalmasak aknafelderítésre, képesek a széles körben elterjedt, már kiforrott technológiával rendelkező felderítő berendezések hordozására, üzemeltetésére. Az általunk fentebb ismertetett, még fejlesztés alatt álló, illetve kísérleti fázisban lévő aknafelderítő berendezések – amelyek nagyobb mérettel, tömeggel és energiaigénnyel rendelkeznek – fogadására azonban a jelenlegi konstrukciójukban valószínűleg már nem lesznek használhatók, így további, másféle fejlesztések szükségesek ezen a téren.

## Felhasznált irodalom

- Daruka Norbert: Oktokopter. A légiszállítás modernizációja, vagy a robbanószerkezetek célbajuttatásának újabb lehetősége. *Repüléstudományi Közlemények*, 26. (2014), 2. 247–256. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2014.2.21>
- Dénes Kálmán – Kovács Zoltán: Létesítmények közműrendszereinek robbantásos cselekmények általi veszélyeztetettsége és védelme. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), Különszám. 77–85. Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2019.1.ksz.5>
- Ember István: A robbanótestek mint a talajban rejlő potenciális veszélyforrások. In Varga Gabriella et al. (szerk.): *Geotechnika 2020*. Budapest, 2020. 24–31. Online: <https://drive.google.com/file/d/1JXyXe7ow0TT1zqRxbnLTR9igF2bvWgc/view>
- Ember István – Kovács Zoltán: Drones above EOD operators during their public duty. In Marián Beňovský (szerk.): *Zborník Prednášok Trhacia Technika 2020*. Banská Bystrica, Slovenska spoločnosť pre trhacie a vrtacie práce, 2020. 90–97.

- ICBL-CMC: *Landmine Monitor 2020*. Online: [www.the-monitor.org/media/3168934/LM2020.pdf](http://www.the-monitor.org/media/3168934/LM2020.pdf)
- Kovács Zoltán: Oldal elleni aknák. *Haditechnika*, 35. (2001), 4. 36–42.
- Kovács Zoltán: Területvédelem aknával. *Műszaki Katonai Közlöny*, 12. (2002), 1–2. 69–77.
- Kovács Zoltán: Műszaki záruk felderítésének korszerű eszközei. *Bolyai Szemle*, 17. (2008), 2. 1–9.
- Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), 2. 37–52. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2012.2.3>
- Krajnc Zoltán (szerk.): *Hadtudományi Lexikon. Új kötet*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020. Online: [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14688/790\\_hadtudomanyi\\_lexikon\\_2019.pdf;jsessionid=8A935C412B6461E39A1C3466BBE93C68?sequence=1](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14688/790_hadtudomanyi_lexikon_2019.pdf;jsessionid=8A935C412B6461E39A1C3466BBE93C68?sequence=1)
- Krause, P. – Ehab Salahat – E. Franklin: *Diurnal Thermal Dormant Landmine Detection Using Unmanned Aerial Vehicles*. IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society 2018. 2299–2304. Online: <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8591378>
- Lukács László: A robbanás irányított hatása. A Munroe-effektus és a Misznay – Schardin-effektus a katonai gyakorlatban. *Bolyai Szemle*, 13. (2004), Különszám.
- Lukács László: Az aknafelderítés korszerű módszerei és eszközei. *Bolyai Szemle*, 15. (2006), Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2015.25.1-2.81> Különszám.
- Padányi József: Az aszimmetrikus hadviselés során alkalmazandó eljárások, eszközök és módszerek. *Hadtudomány*, 25. (2015), 1–2. 81–82. Online: <https://doi.org/10.17047/HADTUD.2015.25.1-2.81>
- Szalai Zsolt József – Horváth Tibor: A robbanóeszközök felderítésének története 2. (1951-től napjainkig). *Honvédségi Szemle*, 149. (2021), 1. 101–115. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2021.1.8>
- Tóth József – Lukács László – Volszky Géza: *Akna kisenciklopédia*. Budapest, Tudásmenedzsmentért, Tudás Alapú Technológiáért Alapítvány, 2012.

## Internetes források

- [https://htka.hu/wp-content/uploads/2012/03/PMA-2\\_mines-584x438.jpg](https://htka.hu/wp-content/uploads/2012/03/PMA-2_mines-584x438.jpg)
- [www.mdpi.com/sensors/sensors-16-00965/article\\_deploy/html/images/sensors-16-00965-g003-1024.png](http://www.mdpi.com/sensors/sensors-16-00965/article_deploy/html/images/sensors-16-00965-g003-1024.png)
- <https://media.icdn.hu/content/entity/2018/04/22215/5d2383972172fneuroscience-mousensor-a-006.jpg>
- [www.metector.hu/wp-content/uploads/2013/09/atx-\\_coil\\_rotated-620x257.jpg](http://www.metector.hu/wp-content/uploads/2013/09/atx-_coil_rotated-620x257.jpg)
- [www.vizmuvek.hu/files/public/Fovaros\\_i\\_vizmuvek/talajradarillusztraciok/talajradar\\_illusztracio\\_1.jpg](http://www.vizmuvek.hu/files/public/Fovaros_i_vizmuvek/talajradarillusztraciok/talajradar_illusztracio_1.jpg)
- [www.cw-tpm.com/bmcnet\\_uploads/2019/09/Surveillance-Reconnaissance-and-Landmine-Detection-Drones-System-en.jpg](http://www.cw-tpm.com/bmcnet_uploads/2019/09/Surveillance-Reconnaissance-and-Landmine-Detection-Drones-System-en.jpg)
- <https://minekafon.org/wp-content/uploads/2019/09/DestinyBLACK-Perspectiveview-1024x640.jpg>
- [https://img.edilportale.com/product-thumbs/2b\\_DRONE-GPR-SYSTEMS-NOVATEST-370993-re-l13aeff85.jpg](https://img.edilportale.com/product-thumbs/2b_DRONE-GPR-SYSTEMS-NOVATEST-370993-re-l13aeff85.jpg)



Lukács László<sup>1</sup>  – Balogh Zsuzsanna<sup>2</sup> 

# Szállodai létesítmények robbantások elleni védelmének lehetőségei

## Defence Possibilities of Hotel Facilities against Explosions (Bombing Attacks)<sup>3</sup>

*A terrorista-támadások során az elkövetők célja a lehető legnagyobb pusztítás mellett, hogy tettek minél szélesebb körű publicitást kapjon. Ehhez az egyik széleskörűen alkalmazott eszköz a robbanóanyag, amelyet akár rejtetten, akár erőszakos úton, például tehergépjárművel áttörve juttatnak el a tervezett célponthoz, célpontba. A támadások olyan helyszínekre irányulnak, ahol sokan, sok helyről érkeve tartózkodnak egy helyen. Az elmúlt évek eseményei bizonyítják, hogy a kedvelt turistacélpontok szállodai létesítményeiben is történtek ilyen merényletek. A tanulmányban e létesítmények védelmi szintjének, fizikai biztonságtechnikai eszközökkel történő fokozásának lehetőségeit foglaljuk össze bizonyítva, hogy a külső esztétikum és a magas hatásfokú védelem ma már kölcsönösen biztosítható.*

**Kulcsszavak:** terroristarobbantás, biztonsági távolság, ramming támadás, utcabútor, fizikai akadály, beltéri biztonsági bútor

*The goal of the perpetrators in case of a terrorist attack, besides causing as much damage as possible, is to widely publicise their actions. One of the most commonly used tools for this is explosives, which can be delivered to its destination hidden or by the use of force, for example breaking through with a truck. Attacks tend to target locations where a large number of people from various places stay within the same space. Events from the previous years prove that such attacks can occur in hotel facilities popular amongst tourists. In this study we prove that the*

<sup>1</sup> Nemzeti Közszerológati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, a hadtudomány kandidátusa, egyetemi tanár, e-mail: [lukacs.laszlo@uni-nke.hu](mailto:lukacs.laszlo@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> Nemzeti Közszerológati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, téma- és tantárgyhirdető külsős oktató, e-mail: [balogh.zsuzsanna@uni-nke.hu](mailto:balogh.zsuzsanna@uni-nke.hu)

<sup>3</sup> Az V. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia – Tanulmánykötet. Pannon Egyetem Nagykanizsa, Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ, 2021. című kiadványban megjelent tanulmány másodikközlése.

*aesthetics and high efficiency protection can both be ensured by summarising the possibilities of improving the level of defence in such facilities with the use of physical security equipment.*

**Keywords:** *terrorist blast, stand-off distance, ramming attack, street furniture, physical obstacle, indoor security furniture*

## 1. Bevezetés

Az elmúlt év áprilisában jelent meg az 1163/2020. (IV. 21.) Kormányhatározat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról. A bevezető részben foglaltak szerint:

„Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájának célja hazánk jelenlegi biztonsági szintjének megőrzése és erősítése, ennek nyomán pedig az ország további fejlődésének szavatolása egy változékony világban. Ehhez felvázoljuk nemzeti jövőképünket, [...] tárgyaljuk hazánk [...] biztonsági környezetét, valamint [...] azonosítjuk a legfontosabb kihívásokat és az azokra adott válaszainkat, illetve lehetőségeket.” Hazánk biztonsági környezetéről megállapítja: „A kontinensünkön elkövetett terrorcselekmények arra utalnak, hogy a szélsőséges vallási indíttatású terrorizmus egyre növekvő biztonsági kockázatot jelent Európa államai számára.”<sup>4</sup>

Ebből következően az Alapvető érdekeinket tartalmazó VI. fejezetben többek között ez olvasható:

„Magyarország megkülönböztetett figyelmet fordít a terrorizmus minden formája elleni küzdelemre: a jelenségcsoporttal szembeni leghatározottabb fellépés nemzeti érdekünk. A terrorizmus elleni harc egyszerre épül a terrorcselekmények megelőzésére, a terrorista csoportok és a terrorszervezetek felderítésére és felszámolására, a terrorcselekmények következményeinek kezelésére, a védelmi képességek megerősítésére és a veszélyhelyzetekre való felkészülésre.”<sup>5</sup>

A VII. fejezetben a kiemelt biztonsági kockázatokkal foglalkozik. Ezen belül a témánk szempontjából fontos megállapítás a következő:

„A változékony globális környezetben számos kihívás, kockázat és fenyegetés irányulhat hazánk vagy szövetségi rendszereink ellen. Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájában meghatározott értékeink és adottságaink alapján, az elemzett biztonsági környezetben a következő kihívások nemzeti érdekeinkre gyakorolt hatása a leginkább jelentős:

e) terrorcselekmény elkövetése Magyarországon, illetve magyar állampolgárok vagy magyar érdekeltségek ellen külföldön.”<sup>6</sup>

<sup>4</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról.

<sup>5</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat 99.

<sup>6</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat 124.

Az Átfogó feladatokat és eszközöket felsoroló IX. fejezet a terrorizmus jelentette fenyegetéssel kapcsolatban az alábbiakat tartalmazza:

- „A terrorizmus elleni küzdelemhez nemzeti szinten összehangolt kormányzati tevékenységre, az intézmény- és képességrendszer erősítésére, a hatáskörök összehangolására, horizontális koordinációra, a kockázatelemzési és kezelési, valamint a tájékoztatási módszerek és eljárások egységesítésére van szükség.”<sup>7</sup>
- „A védekezés kiemelt területe a terroristák potenciális célpontjainak védelme, különös tekintettel a lakosságra és hazánk létfontosságú infrastruktúrájára.”<sup>8</sup>

A záró rendelkezések a turisztikai szervezetek részére is fontos feladatokat határoz meg:

- „A biztonság egyes részterületeiért felelős szervezetek a jelen dokumentumban adott iránymutatás figyelembevételével alkotják meg és vizsgálják felül saját szakági szabályozóikat. A szakstratégiák megalkotása során a tárcáknak figyelemmel kell lenniük arra, hogy azok álljanak összhangban a Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájában foglaltakkal.”<sup>9</sup>
- „A biztonság egyes részterületeiért felelős állami szervezeteknek a Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájában megfogalmazott iránymutatásokkal összhangban kell megalkotniuk és felülvizsgálniuk a tevékenységükre vonatkozó szakági szabályzókat, különös tekintettel a nemzeti katonai, a rendészeti, a nemzetbiztonsági, a terrorelhárítási, a katasztrófavédelmi, a kiberbiztonsági és a migrációs területekre.”<sup>10</sup>

A tanulmányban a fenti dokumentumban foglaltakhoz kapcsolódóan, a szállodai létesítmények terroristarobbantásokkal kapcsolatos fenyegetettségét és az ellene való védelem egyes lehetőségeit vizsgáljuk meg, különös tekintettel a fizikai védelem eszközeire.

## 2. Turisztikai létesítmények elleni terrorista-támadások – tények és következtetések

A II. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencián tartott előadásunkban a lehetséges terrorista-támadások jellemzőit és a védekezés lehetőségeit foglaltuk össze röviden.<sup>11</sup> Egy másik, a kritikus infrastruktúra létesítményeinek robbantások elleni védelmét elemző tanulmány<sup>12</sup> bevezetőjében, egy 2012-es cikkre hivatkozva az alábbi gondolatok olvashatók:

<sup>7</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat 147.

<sup>8</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat 149.

<sup>9</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat 177.

<sup>10</sup> 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat 178.

<sup>11</sup> Lukács László – Balogh Zsuzsanna: Turisztikai létesítmények, események robbantásos fenyegetettsége. In Kiglics Norbert (szerk.): *II. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia Tanulmánykötet*. Nagykanizsa, Pannon Egyetem Nagykanizsai Kampusz 2017. 73–84.

<sup>12</sup> Lukács László – Balogh Zsuzsanna: [A kritikus infrastruktúra létesítményeinek robbantásos cselekmények elleni védelméről](#). *Honvédségi Szemle*, 147. (2019), 3. 85–102.

„A XIX. századot a nemzeti szabadságharcok, a XX.-at pedig a világháborúk korszakának nevezhetjük. Vajon a XXI. század a robbantásos terrorista merényletek századaként kerül be a történelemkönyvek lapjaiba?”<sup>13</sup>

A kérdés akár „költőinek” is tekinthető, hiszen elég csak a napi híradásokat olvasni, hallgatni ahhoz, hogy szembesüljünk a rideg valósággal. A tanulmány témájához kötődően, a turizmus fenyegetettségét vizsgálva, sem lehetünk nyugodtak. Az alábbiakban az elmúlt időszak szállodák elleni terrorista-támadásaiból tallózunk.

2004. október 13. Az egyiptomi Tábában az ötcsillagos Hilton szálloda egy része a földdel vált egyenlővé, amikor 200 kg-os pokolgéppel megrakott autó rohant be a szálloda előcsarnokába, és ott felrobbant. A detonáció teljesen szétvetette az épület tízemeletes szárnyát, maga alá temetve a benn lévőket. A támadás utóhatásaként Tábától Sarm es-Sejkig mindenhol hazautaztak a turisták.<sup>14</sup>

2008 novemberében merényletsorozat rázta meg Mumbai városát: a Lashkar-e-Taiba nevű pakisztáni iszlamista csoport tíz tagja összesen 12 célpontot támadott meg, vasútállomást, kávézót, egy zsidó kulturális központot és két luxushotelt. Legalább 174 ember veszítette életét, beleértve a támadók közül kilencet, és több mint 300-an sebesültek meg.

2016. január 9. Két helyi fegyveres jutott be egy külföldiekkel teli szállodába az egyiptomi Hurghadában. Öt szállóvendéget megsebesítettek, mielőtt egyiküket agyonlőtték, a másikat pedig ártalmatlanná tették a biztonsági erők. A támadók annak ellenére jutottak be a szállodába, hogy az épület előtt biztonsági őrök posztoltak, a hotelben azonban a rendőröknek sikerült feltartóztatniuk őket.

2016. január 18. Fegyveresek támadták meg a Burkina Fasó-i főváros Splendid nevű luxus-szállodáját és a szemközti kávézót. A támadók felgyújtottak, felrobbantottak több, a szálloda előtt parkoló gépkocsit, tüzet nyitottak a hotel melletti kávézó teraszára, majd tűzharcba keveredtek a biztonsági erőkkel. Ezután a szállodába behatolva, ott tűszokat ejtettek.

2018. január 21. A kabuli Intercontinental szálloda ellen követtek el fegyveres támadást. A merényletben hat civil, köztük egy külföldi nő veszítette életét. Afganisztán első, 1969-ben épült luxus-szállodáját az utóbbi két évtizedben többször is érték terrortámadások, ezért rendkívüli biztonsági intézkedésekkel védték. A mostani akció elkövetői robbantással törtek utat maguknak a szállodába.

2019. január 15. Terrortámadás érte Nairobiban a DusitD2 szállodakomplexumot, amelyben irodák és bankfiókák is vannak. Az összehangolt támadás egy robbantással kezdődött az egyik bankfiók előtt parkoló autónál, majd egy öngyilkos merénylő robbantott a szálloda aulájában.

<sup>13</sup> Lukács László: *Épületek elleni robbantásos cselekmények és jellemzőik. Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), Különszám. 4.

<sup>14</sup> A kézirat elkészülését követően, ez év februárjában jelent meg egy hír arról, hogy az egyiptomi hatóságok 36 km hosszú biztonsági falat húznak a Sarm es-Sejk-i üdülőkompexum köré, a terrorista-támadások megelőzésére. Lásd *Betonfallal és fémkerítéssel védik az egyiptomi Sarm-es-Sejk turistáit. Infostart*, (2021. február 8.).

2019. április 21. Több mint száz halálos áldozata volt a húsvétvasárnapi robbantásoknak Srí Lankán, több mint 250-en pedig megsebesültek. A támadásokat a fővárosban, Colombóban, illetve az annak környékén lévő szállodáknál, templomoknál követték el. Az egyik colombói szállodában, a Cinnamon Grand Hotelben a pokolgépet az étteremben helyezték el.

2019. december 10. A szómáliai al-Shabaab terrorszervezet iszlamistái megrohmoztak egy szállodát a mogadishui elnöki rezidencia közelében. A támadók a biztonsági erők egyenruháit viselve álcázták magukat. Az AP amerikai hírügynökség a merénylet kapcsán kiemelte, hogy a mostani támadás eltér a szélsőségesek korábbi merényleteitől, amelyekben autókba rejtett pokolgépeket használtak az erősen őrzött létesítmények védelmének áttörésére, a harcosaik rohamát megelőzően. Ebben az esetben azonban csak gyalogosan támadó szélsőségesek voltak, ami új taktikai fogás lehet. Szómáliai tisztségviselők szerint az új biztonsági intézkedések, így a Mogadishuban berendezett ellenőrzőpontok megnehezítik a terroristák dolgát, s gyalogszerrel kénytelenek támadni.

2020. augusztus 16. Szélsőséges iszlamista fegyveresek megtámadtak egy tengerparti szállodát Szómália fővárosában. Legkevesebb tíz ember életét vesztette és többtucatnyian megsebesültek. A rendőrség arról számolt be, hogy délután egy öngyilkos merénylő felrobbantotta magát az Elite Hotel bejáratánál, s ezután a társai megrohanták a négyemeletes épületet.

A támadásokban közös vonás volt, hogy a terroristák olyan létesítményeket támadtak, ahol viszonylag kis helyen sokan tartózkodtak, így rövid idő alatt nagy pusztítást tudtak okozni. Az első csapást robbanóanyag-töltet (töltetek) robbantásával mérték, majd a kialakuló kóoszt kihasználva, löfegyverekkel fokozták a pusztítást.

Hogyan lehet megakadályozni az ilyen típusú támadásokat? Minden robbanóanyaggal elkötett merénylet elhárításánál az első szabály: a töltet nem juthat be a létesítménybe. Korábbi konferencia-előadásunkban már bemutattuk azokat a korszerű csomagvizsgáló röntgeneket és személyvizsgáló szkennereket, amelyekkel ezek felderíthetők, kiszűrhetők.<sup>15</sup> De mit lehet tenni a gépjárművel támadó öngyilkos merénylővel? Hogy lehet egy szálloda a vendégek számára külsőleg vonzó építmény, egy ilyen támadással szemben mégis biztos védelmet nyújtó „erőd”? Tovább menve: ha mégis bejut egy robbanómellényt viselő merénylő, a belső közös terek kialakításával, speciális berendezésével csökkenthető-e a robbanás okozta pusztítás hatása? A következőkben ezt mutatjuk be.

### 3. Az erőszakos gépjármű-behatolás fizikai akadályai és a beltéri robbanás elleni védelem lehetőségei

A szállodáknak, mint minden közintézménynek, jól azonosíthatónak kell lennie, esztétikus megjelenésével ki kell hogy tűnjön az épített környezetből. Ezt legtöbbször nagy üvegfelületek alkalmazásával érik el az építészek, ami nyíltságot, természetes megvilágítást biztosít a lobby területén. Ugyanakkor ez a megoldás a biztonság szempontjából nagymértékben

<sup>15</sup> Lukács–Balogh (2017): i. m.

sebezhetővé teszi az épületet. Egy robbantással elkövetett merénylet esetén az üveg nagyon veszélyes építőanyag, szétrepülő szilánkjai – a töltet mennyiségének függvényében – akár több száz méteren is halálos sérülést okozhatnak.<sup>16</sup> Amennyiben a robbanóanyagot az ugyancsak mostanában „népszerű” *ramming*-technikával, azaz a nagy sebességgel tömegbe, épületbe száguldó gépjárműbe helyezik el, ez több száz kilogramm TNT erejű is lehet. A már meglévő épületek védelmi szintjének növelésére vannak utólagosan alkalmazható megoldások. Ugyanakkor fontos lenne az ilyen támadások elleni védelemre már a szállodák építései, telepítései gondolni. Ez sajnos még nem jellemző a hazai gyakorlatban.<sup>17</sup>

Amikor olyan helyen épül egy új létesítmény, ahol a telekméret ezt lehetővé teszi, akkor a robbantások hatása elleni védelem szempontjából is optimálisan lehet kialakítani azt. Nagyobb problémát okoz a megfelelő távolságtartás („*stand-off distance*” biztosítása) a már meglévő, sűrűn beépített területen elhelyezkedő szállodaépületeknél. Ilyen esetekre is vannak utólagos megerősítési megoldások, de a mechanikai védelem kialakítása jóval korlátozottabb, mint az úgynevezett zöldmezős beruházások esetén.<sup>18</sup>

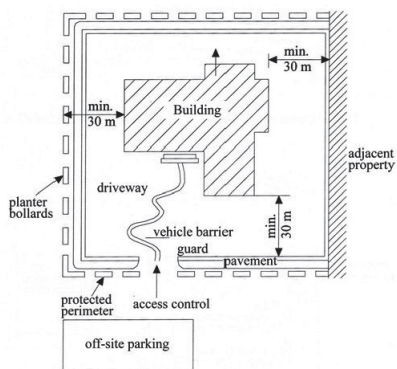
Az alapelv, hogy megakadályozzuk a robbanóanyag bejutását az épületbe, vagy akár azt, hogy egy, az épület közelében parkoló gépjárműbe rejthessék. Ezért a parkolók kijelölését jól át kell gondolni: amennyiben lehetséges, akkor az épület egy kevésbé üvegezett homlokzatának oldalán ajánlott azokat kialakítani.

Már a közútsatlakozásnál való lehajtónál is az erőszakos behatolásnak ellenálló sorompót célszerű elhelyezni, ahol például a szobafoglaláshoz kapott kóddal azonosíthatja magát a vendég, kizárva ezzel a jogosulatlan belépéseket a területre. Az alábbi ábrán egy beépített környezetben lévő épület elhelyezkedése látszik, ami kellő védelmet nyújt a robbantásos támadás ellen. A szomszédos épülettől, illetve amennyiben ez lehetséges, minden irányban ajánlott a minimum 30 m-es távolságot tartani. Az ellenőrzött terület bejárat utáni útszakasz vezetése nem egyenes, hanem több kanyarral kialakított, megakadályozva, hogy az épület felé tartó autó felgyorsulhasson és becsapódjon az épületbe. A vendégparkolót a telken kívül helyezték el, ugyancsak a fentebb már említett okok miatt.

<sup>16</sup> Balogh Zsuzsanna: Üveg az építészetben, a terrorista robbantások tükrében. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20. (2010), 1–4. 257–271.

<sup>17</sup> Balogh Zsuzsanna – Szabó Lajos: A „RAMMING”, azaz a tömegbehajtás módszerével elkövetett terrortámadások jelensége és az ellenük való védekezés lehetőségei. *Felderítő Szemle*, 17. (2018), 4. 140–159.

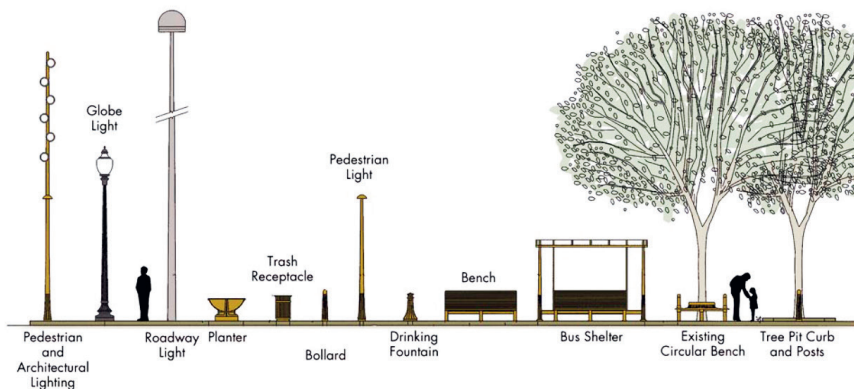
<sup>18</sup> Balogh Zsuzsanna: *Tisztes távolság – optimális védőtávolság robbantásos támadások esetén. Repüléstudományi Közlemények*, 24. (2012), Különszám. 380–386.



1. ábra. Sematikus épületelhelyezés robbantás elleni védelem biztosítására

*Forrás:* Zeynep Koccaz – Fatih Sutcu – Necdet Torunbalci: Architectural and Structural Design for Blast Resistant Buildings. *The 14<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, October 12–17, Beijing, China. 2008. 5. ábra

A telek körüli járdát nagyobb (speciális) növényládákkal, esetleg oszlopokkal, egyéb térbútorokkal lehet kiépíteni. A főbejáratok előtti nagyobb virágládák, rusztikus nagy méretű kövek, szobornak látszó tárgyak is szolgálhatnak a védelem eszközeként. Ma már rengeteg különféle, nagyon esztétikus kivitelű behatolást megakadályozó oszlopakadály létezik a biztonságtechnikai elemek tárházában. Ugyancsak kellemes környezetet és észrevétlen biztonságot nyújtanak az utcabútorok, amelyek padok, szeméttárolók, kandeláberek formájában jelennek meg. Ezek alapja mindenkor nagy szilárdságú acél és/vagy vasbeton szerkezet, amelyet megfelelő burkolattal „álcáznak”.



2. ábra. Utcabútorok a biztonsági távolságok kialakítására

*Forrás:* FEMA: [Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings](#). Federal Emergency Management Agency, US Government, (2003. december). 2–4. ábra



3. ábra. Virágláda barikádelemek

*Forrás:* <http://perimetersecurityproducts.com/products/8-urban-terrorism-safety-barricade/>



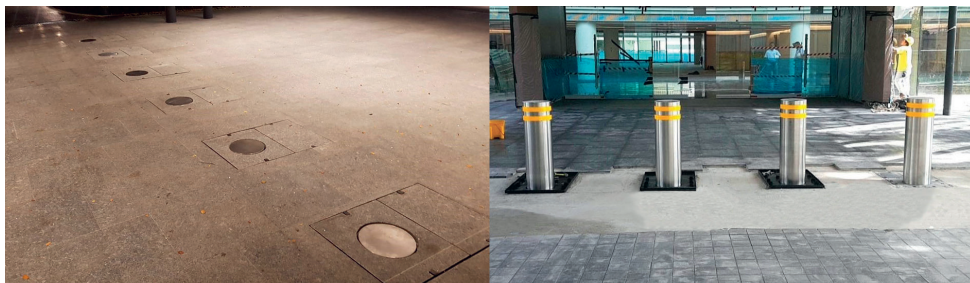
Mit lehet tenni akkor, ha az épület olyan belvárosi területen fekszik, ahol utólag már nem biztosítható a fent említett, robbantások ellen védő biztonsági távolság? A kenyai fővárosban lévő amerikai nagykövetség ellen végrehajtott 1998-as robbantásos merénylet bizonyítja, hogy egy közvetlen utcai kapcsolattal rendelkező létesítmény esetén hiába építünk biztonsági kerítést és kaput, szervezünk az erőszakos behatolástól is védő őrséget. A kapu előtt megállított tehergépjárművön felrobbantott, mintegy 3 tonnás bomba súlyos károkat okozott a környező épületekben, több mint 200 halálos áldozatot követelt, és négyezren sérültek meg (4. ábra).<sup>19</sup>



4. ábra. Az amerikai nagykövetség elleni robbantásos merénylet – Nairobi, 1998.

*Forrás:* Tara Kavalier: *The Forgotten Al-Qaeda Victims of the American Embassy Bombings*. *The Jerusalem Post*, 2019. augusztus 6.

A védelem szempontjából kedvezőtlen adottságok ellenére ebben az esetben sem kell lemondani az ilyen típusú merényletek elleni védekezésről. A hotel főbejárata előtt, vagy akár a biztonságos távolság határán elhelyezhető olyan oszlopok, amelyek süllyeszthető kialakítása lehetővé teszi az erőszakos behatolás elleni védelmet, ugyanakkor azt leengedve az érkező szállóvendég közelebb hozhatja csomagjait az épülethez. Az épülettel párhuzamosan kialakított rámpán a bejelentkezés előtt pár percre megállhat a járművel a vendég, vagy esetleg ez kiváltható, ha az épület bejáratához még mindig viszonylag közeli parkolóhelyekhez csomagszállító állványt gurítva segíti a személyzet a beköltözést.



5. ábra. Süllyeszthető oszlopok a bejárat előtt

*Forrás:* [www.heald.uk.com/products/hostile-vehicle-mitigation/bollards/evo-bollard/](http://www.heald.uk.com/products/hostile-vehicle-mitigation/bollards/evo-bollard/)

<sup>19</sup> Lukács László – Balogh Zsuzsanna: Bombatámadás az USA nagykövetség ellen – Nairobi, 1998. augusztus 07. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23. (2013), 2. 159–178.



Azokon a helyeken, ahol jelentősek a telekárak, a tervezők a költségcsökkentés érdekében a vendégek számára szolgáló gépjárműparkolókat az épületek alatti szinte(ke)n alakítják ki. Ez kényelmes a vendégek számára, hiszen egy belső lifttel a lobbyba, esetleg a szobájukba is feljuthatnak csomagjaikkal. Ugyanakkor rendkívül veszélyes is, hiszen a parkoló személyautókba is elhelyezhető körülbelül 200 kilogrammnyi robbanóanyag.<sup>20</sup> Ezért sem ajánlott a vonatkozó szakirodalmak, szabványok szerint a felszín alatti garázsok kialakítása.<sup>21</sup> Ezeket a szabványokat folyamatosan fejlesztik, a bekövetkezett cselekmények elemzésének tapasztalatai alapján.<sup>22</sup> Azonban, ha semmilyen módon nem kínálkozik más megoldás, a mélygarázsok beléptetésénél rendkívül szigorúan kell eljárni. Nemcsak rendszámfelismerő, illetve zárt láncú TV-hálózat kell, hogy figyelje az autókat, hanem tanácsos egyéb robbanóanyag-detektorokat, esetleg erre képzett keresőkutyákat alkalmazni. Ez utóbbiak jó szolgálatot tehetnek akkor is, ha nem kell folyamatosan magas biztonsági szintet biztosítanunk a szállodának, ugyanakkor egy-egy kiemelt rendezvény vagy VIP-vendég ott-tartózkodása indokolttá teszi ezt.

A vendégparkolókat és a dolgozói/beszállítói parkolót mindenkor el kell különítenünk. A parkolók lezárása történhet sorompóval, vagy akár oszlopokkal. Ezek az elemek bármikor elláthatók rendszámfelismerő, és ezáltal automatikus működést biztosító rendszerrel.

A rendszeres beszállítók (élelemiszer, mosoda stb.) beléptetésének is ellenőrzött (sorompóval megerősített bejáraton, vagy csúszó/nyíló kapun történő áthaladást követően) kell történnie, amit minden esetben átvizsgálás előz meg. A statisztika azt mutatja, hogy a beszállítókon keresztül gyakran próbálnak robbanóanyagot, -szerkezetet bejuttatni az épületekbe. Ezért nemcsak a szállítóleveleik, egyéb okmányaik rutinszerű ellenőrzése fontos, hanem a gépjármű is, hiszen a gépjárművezető tudta nélkül is bárki elhelyezhet egy robbanószerkezetet, amelyet aztán távirányítással vagy időzítővel működésbe léptet. Kiemelt biztonsági igény esetén a teherautók átvilágítása (például Heimann mobil mágneskapuk telepítésével) vagy tetejüknek átvizsgálása (egy mobil létra segítségével) is hasznos lehet.

A középületekre jellemzően a légies, nyitott tér miatt a nagyméretű üvegtáblák használata elterjedt az építészeti eszközök terén. Ezek hiába készülnek ma már valamilyen speciális edzett üvegből, a robbanásra nem méretezettek, hiszen ez nem követelmény a tervezők számára. Akár kifelé, akár a belső térbe berobbanó üvegezett szerkezetek vagy az üvegszilánkok miatt, vagy a nem megfelelő tokhoz való rögzítés miatt okozhatnak súlyos baleseteket. Ezen üvegtáblák megfogására is vannak már kidolgozott módszerek, technológiák.

A lobbyba lépve speciálisan kialakított, megerősített bútorokat helyezhetünk el. Az amerikai Amulet Protective Technologies Inc. például lövés- és robbanásálló szállodai és repülőtéri bútorokat gyárt. Ilyenek a nagy üvegfelületek előtt elhelyezett repeszálló ülőgarnitúrák vagy recepciós pultok. A legtöbb szállodában ma már biztosítanak munkaállomást is, ahol egy

<sup>20</sup> A World Trade Center ellen 1993 februárjában, az északi torony alatti garázsban egy kb. 680 kg robbanóanyaggal megrakott kisbusszal követtek el támadást. A robbanás következtében kb. 30 méteres kráter keletkezett, és 6 ember életét veszítette.

<sup>21</sup> Department of Defense: UFC 4-010-01, *Unified Facilities Criteria (UFC) DoD Minimum Antiterrorism Standards for Buildings* (9 February 2012).

<sup>22</sup> Balogh Zsuzsanna: Az USA védelmi minisztérium által kiadott, épületek minimálisan kialakítandó terrorizmus elleni védelmének szabványa – egységes létesítményi előírások. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23. (2013), 2. 47–63.

internetcsatlakozással a vendég saját laptopját üzemeltetheti, nyomtathatja előadása anyagát vagy akár repülőjegyét. Az ilyen célokra kialakított boxoknál jó szolgálatot tehet az ugyancsak ballisztikai válaszfal alkalmazása, így a robbanás esetén berepülő üvegszilánkoktól, törmelékektől megvédi az asztal mögött ülőt.



6. ábra. Amulet biztonsági ülőbútor

*Forrás:* [www.amuletb.com/amulet-in-structures.html](http://www.amuletb.com/amulet-in-structures.html)



7. ábra. Amulet biztonsági recepció pult

*Forrás:* [www.amuletb.com/amulet-in-structures.html](http://www.amuletb.com/amulet-in-structures.html)



8. ábra. Amulet biztonsági munkaállomás

*Forrás:* [www.amuletb.com/amulet-in-structures.html](http://www.amuletb.com/amulet-in-structures.html)

Ugyancsak jó szolgálatot tehetnek a mobil biztonsági panelek, de akár előadói pultok is, ha a szálloda általában nem igényel kiemelt biztonsági szintet, de elvétve olyan rendezvények helyszíne, amikor ezeket a paravánokat fel lehet állítani, dekorációval ellátva észrevehetetlenül részeivé válnak a védelemnek.



9. ábra: Amulet biztonsági panel és előadópu

Forrás: [www.amuletb.com/amulet-in-structures.html](http://www.amuletb.com/amulet-in-structures.html)

A lobby belső terét is el lehet látni olyan robbanási lökőhullámokat elnyelő panelekkel,<sup>23</sup> elemekkel, amelyek egy esetlegesen bekövetkező támadás esetén csökkentik a károkat, a repeszhatásokat, és ezzel emberéletet is menthetnek.

Az erőszakos gépjárműves behatolás ellen védő fizikai akadályok széles palettájával találkozhat a különböző internetes oldalakon biztonsági rendszert tervező szakember. De mennyire hatékony ezek közül az egyik vagy a másik? Mi alapján döntsön a választás során? A legtöbb biztonságtechnikai eszközhöz hasonlóan (tekintsük akár a legegyszerűbbeket, például a záratok, lakatokat) a gépjárművel végrehajtott támadások ellen védő eszközök, berendezések minősítéséről is találunk útmutatót, például az amerikai Védelmi Minisztérium ezzel kapcsolatban kiadott, folyamatosan frissülő adatbázisát.<sup>24</sup>

## 4. Befejezés

A „terror” szó eredeti angol jelentése szerint rémület, rettegés, borzalom, iszony kiváltása a lakosság körében. A fegyveres támadás, robbantás vagy egy sokaságba rohanó tehergépjármű által okozott tényleges veszteségeknél is nagyobb gondot jelent az annak nyomán eluralkodó

<sup>23</sup> Ilyenek például a habosított alumínium (Alusion), vagy perlit örlemény és műgyanta keverékéből készült panelek (TABREShield).

<sup>24</sup> Department of Defense: *DoD Anti-Ram Vehicle Barriers List*. Omaha, Nebraska, USA, US Army Corps of Engineers, Protective Design Center, (November 2019).

széles körű bizonytalanság, félelem. A fent bemutatott merényletek után kiürültek a térség szállodái, a vendégek elhagyták az üdülőhelyeket, és még évekkel később is érezhető volt a merényletek negatív hatása a látogatóforgalmon.

A terroristamerényletek ma már országoktól és földrészekről függetlenül jelennek meg, az alkalmazott módszerek is nagyon változatosak. Az egyik leggyakoribb elkövetési módszerré a robbantásos cselekmények váltak. Ezen belül a sokak által látogatott létesítmények, események kiemelt célpontnak számítanak, így a szállodák is „puha célpontok”, ahogy egy tanulmány szerzői fogalmaznak.<sup>25</sup>

Írásunkban azokat a fizikai védelmi eszközöket, berendezéseket próbáltuk bemutatni, amelyekkel – akár a szállodáiparban is – megelőzhető a gépjárművel végrehajtott öngyilkos merényletek, illetve csökkenthető a létesítmények belsejében bekövetkező robbanás hatásai.

Megéri-e a pénzt a terrorelhárítás? – teszi fel a kérdést Bjørn Lomborg, a *NATO Review* 2008. évi 4. számában. Az általa akkor megfogalmazottak ma is elgondolkodtatók:

„A globális terrorizmus olcsó, csekély emberigényű, a világ figyelmét felkelti és lehetőséget ad a gyengének arra, hogy megrémíssa az erőseket. [...] A fejlett világ a fundamentalista iszlám terrorizmus fenyegetésére reagálva kulcsfontosságú célpontjai körül egyre nagyobb, egyre erőteljesebb védelmet épít ki. Egyre nehezebb bejutni a repülőterekre és nagykövetségekre, a legfontosabb látványosságokat is elzárták a potenciális robbantók elől.

2001 óta a világ körülbelül 70 milliárd dollárt költött megnövelt belbiztonsági intézkedésekre. Amint az várható volt ez körülbelül 34%-kal csökkentette a transznacionális támadások számát. Azonban a terroristák évente átlagosan így is 67-tel több halottat hagytak maguk mögött.

A halottak számának növekedése azért következett be, mert a terroristák racionálisan reagálnak az egyre növekvő biztonsági intézkedések eredményeként létrejött magasabb kockázatra. Olyan tervekre koncentrálnak, amelyek még nagyobb pusztítást okozhatnak.

A kormányok intézkedése annak érdekében, hogy egy helyszínt megvédjenek, egész egyszerűen arra ösztökéli a terroristákat, hogy másik célpontot válasszanak.

Az USA nagykövetségeinek megerősítése az évtized során ugyancsak oda vezetett, hogy több gyilkosságot és támadást követnek el követségi dolgozók ellen, nem biztosított helyszíneken. A tisztviselők védelmére tett intézkedéseknek betudhatóan egyre több támadás éri az üzletembereket és turistákat, mint például a 2005-ös támadások Balin.

A terrortámadások mindig is egyértelmű és olcsó módszer lehetnek az olyan csoportok számára, akik pánikot és kétségbeesést akarnak okozni.<sup>26</sup>

<sup>25</sup> Lippai Zsolt – Thieme-Eső Milán: A szállodák, mint „puha célpontok”. In Csaba Zágón – Szabó Andrea (szerk.): *Közös kihívások – egykor és most*. Tanulmánykötet. Budapest, Magyar Rendészettudományi Társaság Vámszaki és Pénzügyőri Tagozat, 2020. 160–183.

<sup>26</sup> Bjørn Lomborg: Is counterterrorism good value for money? *NATO Review*, 2008. április 8.

A 1163/2020. számú kormányhatározatban a Kormány felhívja a feladat- és hatáskörrel rendelkező minisztereket, hogy az 1. mellékletben foglalt, Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiája Biztonságos Magyarország egy változékony világban elnevezésű stratégiai dokumentum végrehajtását szolgáló ágazati stratégiai dokumentumokat vizsgálják felül, illetve készítsék el. Felelősek: a feladat- és hatáskörrel rendelkező miniszterek. A határidő: 2020. december 31. volt.

Feltehetően már ennek keretében adták ki a 383/2020. (VIII. 7.) Korm. rendeletet a szálláshelyszolgáltatási tevékenység folytatásához kapcsolódó egyes kormányrendeletek módosításáról. Ebben a szálláshely-szolgáltatók részére egy informatikai program kötelező használatát rendelik el, amely okmányolvasóval kialakított kapcsolattal rendelkezik, és amely a Nemzeti Turisztikai Adatszolgáltató Központ, valamint egy tárhely számára adatok továbbítására alkalmas. A szállásadó a vendégek Turizmus tv. 9/H. § (1) bekezdése szerinti adatait köteles rögzíteni a szálláshelykezelő szoftver okmányolvasó részén keresztül, azokat pedig, amelyeknél ez nem lehetséges, manuális adatbevitel útján rögzíti a szoftverben. Ez egy bekövetkezett bűncselekmény esetén hasznos adatokkal szolgálhat egy utólagos nyomozás esetén, de a fent jelölt cselekmények megelőzése, elkerülése szempontjából vizsgálva, például egy öngyilkos merénylet nem fog elrettenteni.

Magyarországon a közelmúltban számos nagy nemzetközi rendezvényt (atlétikai világbajnokság, Nemzetközi Eucharisztikus Kongresszus, Nemzetközi Vadászati és Természeti Kiállítás) bonyolítottak le. A helyszínek terrorcselekményekkel szembeni biztonságát a 2017. évi budapesti úszó-világbajnoksághoz hasonlóan szervezték meg a rendezők. Érdekes lenne annak a kérdésnek a vizsgálata, hogy a Nemzeti Biztonsági Stratégiában foglaltakkal összhangban, csak a Kormány által az elmúlt időszakban juttatott turisztikai támogatásokon belül, akár a Kiszalud Pályázat keretében mennyit fordítottak, egyáltalán fordítottak-e a szállodák üzemeltetői, a terrorizmus elleni biztonságuk fokozására?

## Felhasznált irodalom

- Balogh Zsuzsanna: Üveg az építészetben, a terrorista robbantások tükrében. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20. (2010), 1–4. 257–271.
- Balogh Zsuzsanna: Tisztes távolság – optimális védőtávolság robbantásos támadások esetén. *Repüléstudományi Közlemények*, 24. (2012), Különszám. 380–386. Online: <https://doi.org/10.32560/rk.2012.2.30>
- Balogh Zsuzsanna: Az USA védelmi minisztérium által kiadott, épületek minimálisan kialakítandó terrorizmus elleni védelmének szabványa – egységes létesítményi előírások. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23. (2013), 2. 47–63. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2013.2.4>
- Balogh Zsuzsanna – Szabó Lajos: A „RAMMING”, azaz a tömegbehatás módszerével elkövetett terroristatámadások jelensége és az ellenük való védekezés lehetőségei. *Felderítő Szemle*, 17. (2018), 4. 140–159.
- Betonfallal és fémkerítéssel védik az egyiptomi Sarm-es-Sejk turistáit. *Infostart*, (2021. február 8.). Online: <https://infostart.hu/kulfold/2021/02/08/betonfallal-es-femkeritessel-vedik-az-egyiptomi-sarm-es-sejk-turistait>

- Department of Defense: *DoD Anti-Ram Vehicle Barriers List*. Omaha, Nebraska, USA, US Army Corps of Engineers, Protective Design Center, (November 2019). <https://usace.contentdm.oclc.org/digital/collection/p16021coll11/id/3521/>
- Department of Defense: UFC 4-010-01 *Unified Facilities Criteria (UFC) DoD Minimum Antiterrorism Standards for Buildings* (9 February 2012). Online: [https://des.wa.gov/sites/default/files/public/documents/Facilities/EAS/Mil%20Dept%20DB%20Project/13295%20RFP%20App%201%20E%20-%20UFC\\_4\\_010\\_01.pdf](https://des.wa.gov/sites/default/files/public/documents/Facilities/EAS/Mil%20Dept%20DB%20Project/13295%20RFP%20App%201%20E%20-%20UFC_4_010_01.pdf)
- FEMA: *Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings*. Federal Emergency Management Agency, US Government, (2003. december). Online: [www.fema.gov/pdf/plan/prevent/rms/426/fema426.pdf](http://www.fema.gov/pdf/plan/prevent/rms/426/fema426.pdf)
- Kavaler, Tara: The Forgotten Al-Qaeda Victims of the American Embassy Bombings. *The Jerusalem Post*, 2019. augusztus 6. Online: [www.jpost.com/opinion/the-forgotten-al-qaeda-victims-of-the-american-embassy-bombings-597866](http://www.jpost.com/opinion/the-forgotten-al-qaeda-victims-of-the-american-embassy-bombings-597866)
- Kocczay, Zeynep – Fatih Sutcu – Necdet Torunbalci: Architectural and Structural Design for Blast Resistant Buildings. *The 14<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering*, October 12–17, Beijing, China. 2008. Online: [www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/14\\_05-01-0536.PDF](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/14_05-01-0536.PDF)
- Lippai Zsolt – Thieme-Eső Milán: A szállodák, mint „puha célpontok”. In Csaba Zágón – Szabó Andrea (szerk.): *Közös kihívások – egykor és most*. Tanulmánykötet. Budapest, Magyar Rendészettudományi Társaság Vám- és Pénzügyőri Tagozat, 2020. 160–183. Online: <https://doi.org/10.37372/mrtvtpt.2020.1.9>
- Lomborg, Bjørn: Is counterterrorism good value for money? *NATO Review*, (2008. április 8.). Online: [www.nato.int/docu/review/articles/2008/04/08/is-counterterrorism-good-value-for-money/index.html](http://www.nato.int/docu/review/articles/2008/04/08/is-counterterrorism-good-value-for-money/index.html)
- Lukács László: Épületek elleni robbantásos cselekmények és jellemzőik. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012), Különszám. 4–13. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2012.4.1>
- Lukács László – Balogh Zsuzsanna: Bombatámadás az USA nagykövetség ellen –Nairobi, 1998. augusztus 07. *Műszaki Katonai Közlöny*, 23. (2013), 2. 159–178. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2013.2.13>
- Lukács László – Balogh Zsuzsanna: Turisztikai létesítmények, események robbantásos fenyegetettsége. In Kiglics Norbert (szerk.): *II. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia Tanulmánykötet*. Nagykanizsa, Pannon Egyetem Nagykanizsai Kampusz, 2017. 73–84. Online: [https://uni-pen.hu/files/konferencia/2017/Teljes\\_konf\\_tanulmanykotet.pdf](https://uni-pen.hu/files/konferencia/2017/Teljes_konf_tanulmanykotet.pdf)
- Lukács László – Balogh Zsuzsanna: A kritikus infrastruktúra létesítményeinek robbantásos cselekmények elleni védelméről. *Honvédségi Szemle*, 147. (2019), 3. 85–102. Online: <https://kiadvany.magyarhonvedseg.hu/index.php/honvszemle/article/view/254>
- <http://perimetersecurityproducts.com/products/8-urban-terrorism-safety-barricade/>  
[www.amuletbb.com/amulet-in-structures.html](http://www.amuletbb.com/amulet-in-structures.html)  
[www.heald.uk.com/products/hostile-vehicle-mitigation/bollards/evo-bollard/](http://www.heald.uk.com/products/hostile-vehicle-mitigation/bollards/evo-bollard/)

## Jogi források

- 383/2020. (VIII. 7.) Korm. rendelet a szálláshely-szolgáltatási tevékenység folytatásához kapcsolódó egyes kormányrendeletek módosításáról
- 1163/2020. (IV. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról



Balla Tibor<sup>1</sup>  – Padányi József<sup>2</sup> 

# Műszaki kiválóságok: Feimer László

## Engineer Geniuses: László Feimer

*Feimer László (1896–1954) az egyik legkitűnőbb hídtervező mérnök, aki valaha a magyar katonaság kötelékében tevékenykedett. Az általa megalkotott „K”-híd olyan szerkezet, amely gyorsan, előre elkészített anyagokból, állványzat nélkül, csavarozással szerelhető híd volt, elsősorban katonai célra. A hídszerkezet magasságának változtatásával (egy, két vagy három sor építésével) 50, 80 és 105 méteres nyílások áthidalására is alkalmas volt. Feimer László munkásságával örökre beírta magát a hídépítés történetébe.*

**Kulcsszavak:** „K”-híd, hidkiemelés, hadi hidak, hídhelyreállítás

*László Feimer (1896–1954) was one of the finest bridge design engineers in the history of the Hungarian Defence Forces. His design, the so-called “K-bridge” is a structure mainly for military purposes, which can be assembled quickly, using pre-prepared materials and screws only, without the need of scaffolding. By changing the height of the bridge structure (building either one, two or three layers) 50, 80 and 105 metres wide gaps could be bridged. With his work, László Feimer has forever written his name into the history books of bridge building.*

**Keywords:** K-bridge, bridge lifting, military bridges, bridge reconstruction

---

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, kutatóprofesszor, e-mail: [balla.tibor@uni-nke.hu](mailto:balla.tibor@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem, egyetemi tanár, e-mail: [padanyi.jozsef@uni-nke.hu](mailto:padanyi.jozsef@uni-nke.hu)



1. ábra. Feimer László 1940 körül

*Forrás:* Szabó László: Feimer László hadmérnök-ezredes hagyatéka. *Hídépítők*, 39. (2010), 29.

## 1. Katonatiszti pályafutása

Feimer László 1896. december 24-én született Budapesten, Fontaine Emil és Feleki Adél fiaként, római katolikus vallású családban (1. ábra). Édesapja a Magyar Államvasutak ellenőre, édesanyja pedig egy vasúti mérnök lánya volt. Kétéves korában szülei elváltak, és Feimer Anna örökbe fogadta. Akkortól kezdve viselte a Feimer nevet. A kisfiú 1902-től 1906-ig Budapesten végezte el a négy elemet. Ahogyan később írja: „Szüleim elhaltak. Anyám, apámtól különváltan, szűkös viszonyok között élt és főleg ezért 10 éves koromban katonai alreáliskolába adott nevelésbe.”<sup>3</sup> Tanulmányait 1906 és 1914 között a kismartoni és marosvásárhelyi katonai alreáliskolában, majd a kismartoni katonai főreáliskolában folytatta, s végül az utóbbi intézményben reáliskolai érettségét tett. Személyes életének további, fontos állomása, hogy 1946. szeptember 3-án Budapesten feleségül vette Hottinger Olgát (özvegy Rápolthy Endrénét), akitől két gyermeke született: 1941. november 7-én Luca, 1947. június 4-én pedig László.

A katonatiszti hivatás szakmai alapjait az Osztrák–Magyar Monarchia egyik nagy hírű tisztképző intézményében, nevezetesen a Bécs melletti Mödlingben működő császári és királyi Műszaki Katonai Akadémián sajátította el, ahová az 1914 és 1917 közötti háborús években járt. Az első világhéást követően tanulmányait kiegészítette, hiszen a budapesti József Nádor Műszaki Egyetem mérnöki tagozatának 1921 és 1923 között történt elvégzése után, 1923 novemberében, mérnöki oklevelet szerzett. A műszaki tudományok művelésében is jelentős mértékben haladt. Elmélyült szakmai és tudományos tevékenysége eredményeképpen 1928-ban a budapesti Műszaki Egyetemen végzett tisztek közül elsőként szerezte meg a műszaki tudományok doktora címet, 1935-ben egyetemi magántanári címet kapott.

<sup>3</sup> Rapali Vivien: „Csak a monokli és a lakkcipő hiányzik róla” – avagy egy rendkívüli elme tündöklése és bukása. In György Sándor – Hajnáczy Tamás – Kányó Ferenc (szerk.): *Történelmi útvesztők. Válogatás a Napi Történelmi Forrás szerzőinek írásaiból II*: Budapest, Gondolat, 2018. 245–254.



1951. október 18-án a Magyar Tudományos Akadémia a műszaki tudományok kandidátusává választotta. Tudományos és szakmai munkásságához az alapokat többek között kiváló nyelvi kompetenciái szolgáltatták, hiszen német nyelven tökéletesen beszélt és írt, az angol, a francia és az olasz nyelvet pedig jó szinten sajátította el.

Katonatiszti pályafutását a Nagy Háború idején kezdte meg. 1917. augusztus 18-án avatták hadnaggyá a műszaki fegyvernemnél, s beosztották a Korneuburgban hátországi állomáshellyel bíró császári és királyi Vasúti Ezredbe. Az első világháború idején, 1917. december 17-től szakaszparancsnokként először a 14. vasútépítő századnál teljesített szolgálatot Albániában. Mint ő maga írja,

„[e]bben az időszakban a század a Fjeritől Gerspan helységen át Buzmariig vezető tábori vasút építését végezte. Ez a vonal az ellenséges tűzéréség hatáskörletében feküdt, és az építő csoportok gyakran kaptak ellenséges gránáttűzet. Ezenkívül Paprijalitól kiindulva – Skumbin át tábori vasúti-hídon – motoros tábori vasutat építettek Susicán át a Devoli-völgyben fekvő Drizáig. A 14. vasútépítő század a Hadzi bekjár drótkötélpálya után Berattól délnek, Trpani felé könnyű tábori drótkötélpályát épített, kereken 8 km hosszúságban.”<sup>4</sup>

Ezt követően a 25. vasútépítő századnál szintén szakaszparancsnoki beosztásban az olasz hadszíntéren szolgált. Elsősorban tábori vasutak és drótkötélpályák építésében működött közre katonáival. A háború végén, 1918. október 30-án olasz hadifogságba esett. Egy éven keresztül volt a szicíliai Sciacca hadifogolytáborában, mindeközben 1918. november 1-jén főhadnaggyá nevezték ki. Az olasz hadifogságból történt hazatérése után, 1919. november 20-án vették hivatásos állományba a magyar Nemzeti Hadseregben. 1921. február 13-ig csapatszolgálatot látott el a honvéd vasútépítő zászlóaljnál Budapesten mint szakaszparancsnok. 1924. január 1-jén a budapesti Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézetbe került, ahol először szakelődóként, majd 1940-től mint műszaki szakosztályvezető dolgozott egészen nyugdíjállományba helyezéséig. 1926. május 1-jén hadiműszaki törzskari századosná, 1935. május 1-jén őrnaggyá, 1940. november 1-jén pedig alezredessé léptették elő beosztásában. Alapvetően hadi hidak tervezésével foglalkozott, s munkájának az eredményeként született meg az 1929-ben rendszeresített „K”-híd.

A „K”-híd egységes (azaz egymással felcserélhető) alkatrészekből álló, csavarokkal összeállítható és szétszedhető rácsos vasszerkezet, egyvágányú vasúti hidak építésére, nagyobb nyílású hidak gyors helyreállítására és újjáépítésére szolgál, különösen ott, ahol nagy a vízmélység, és pályamagasság, árvízveszély vagy roncsok miatt az állványozásnak akadályai vannak. Ilyen szerkezetet használtak 1946-ban a déli összekötő vasúti hídnál, majd 1953 után, amikor a déli összekötő hídnál elkészült a végleges szerkezet, az északi vasúti hídnál építették be – nem véglegesnek szánt – újjáépítésként. Azonban annyira masszív szerkezettel, hogy 1955–2008 között 53 éven át szolgálta az Esztergom felé menő vasútvonal forgalmát.

<sup>4</sup> Jacobi Ágost (szerk.): *Magyar műszaki parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban*. Budapest, Közlekedési Nyomda K. F. T., 1938. 406.

Az 1955–1957 között épült a 105 méter hosszú, Hajógyári-szigeti „K”-híd (2. ábra). A II. világháború után iparvágányra és közúti megközelítést biztosító hídra volt itt szükség, amely igénynek a Feimer-féle, K-rácsoszerű hadihíd-készletből épült híd teljeskörűen megfelelt.<sup>5</sup>



2. ábra. A hajógyári „K”-híd

Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/K-h%C3%ADd>

Széles körű szakmai tevékenysége és elméleti munkája mellett Feimer László 1924-ben rövid ideig, majd 1936. május 1-jétől egy éven át a budapesti 1. honvéd utászászlóaljnál teljesített csapatszolgálatot. Mivel 1940 októberében orvosi vélemények alapján bármiféle szolgálatra alkalmatlannak minősítették, 1941. január 1-jén saját kérelmére alezredesként nyugállományba helyezték.

## 2. Civil mérnöki pályafutása

Nyugállományba helyezését követően Feimer László a budapesti IV. kerület Veres Pálné utca 32. szám alatt lakott. 1941 májusától 1943 októberéig mint a MÁVAG hídosztályának építésvezetője dolgozott a felrobbantott újvidéki vasúti és közúti híd roncsolási munkálatainak és helyreállításán. 1943. november 2-tól Siófokon, 1944 októberétől pedig Magyaróváron élt.

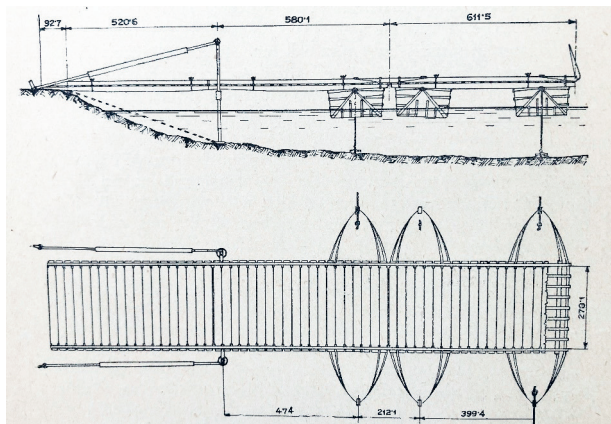
Az újvidéki vasúti híd kiemelése mérnöki bravúr volt.

1941 április havában a visszavonuló jugoszláv hadsereg robbantotta fel a hidat, más Duna-hidakkal együtt. A Budapest–Belgrád elsőrendű fővasútvonalon fekvő, több támaszú vasúti híd minden nyílásban két, tehát összesen tíz keresztmetszetben robbantották fel. Felrobbantották a két hídfőt, míg a mederpillérek sértetlenek maradtak. A robbantás a két-két keresztmetszetben nem sikerült teljesen, így az egyik hídrész egyik fele a mederpillérré támaszkodott, míg a híd többi része eltűnt a Duna vizében. A híd teljes hossza 432 méter, súlya kereken 1900 tonna volt. A híd felerészben magyar, felerészben horvát területre esett.

Külföldön is felfigyeltek Feimer tehetségére. Felelősségteljes szolgálata ellátása közben jutott ideje szakmai ismereteinek kibővítésére is, egy-egy tanulmányút vagy ösztöndíjas út alkalmával. 1930 szeptembere és 1931 májusa között az Egyesült Államokban ismerkedett

<sup>5</sup> Tóth Ernő (szerk.): *Duna-hídjaink*. Budapest, Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ, 2009. 102.

a kor műszaki újdonságaival, a Jeremias Smith-ösztöndíj segítségével.<sup>6</sup> 1927 és 1939 között több alkalommal járt hivatalos tanulmányúton Franciaországban, Olaszországban, Svájcban, Németországban, Hollandiában, Belgiumban és Angliában, különféle műszaki kérdések tanulmányozása céljából. Tapasztalatait – köztük az adott országok hadihíd-fejlesztéseit – több publikációban is feldolgozta (3. ábra).



3. ábra. Fedett komp, kikötőhídhöz kapcsolva

Forrás: Feimer László: Az új angol hadihidak. *Magyar Katonai Szemle*, (1936), 12. 148–160.

1945 tavaszától részt vett a II. világháború által okozott károk felszámolásában és az újjáépítésben. 1945. április 1-jétől Magyaróváron a felrobbantott hidak helyreállítása során ellenszolgáltatás nélkül segített a városi mérnöki hivatalnak. 1945 májusától a Közlekedésügyi Minisztérium megbízásából a felrobbantott budapesti Margit-híd roncskiemelési munkáit szervezte meg, és vezette 1946 tavaszáig. Megbízását elsősorban az indokolta, hogy az újvidéki Duna-híd-roncs kiemelésekor már értékes tapasztalatokat szerzett.

### 3. Újra a hadseregben

1945. július 24-én az új Honvédelmi Minisztériumban állományba vették, és beosztották az Ipari Felszerelési Csoporthoz. 1945. december 14-én a Honvédelmi Minisztérium igazoló

<sup>6</sup> Feimer László ösztöndíjas a megpályázott időszagnál rövidebb ideig tartózkodott 1930–1931-ben az Egyesült Államokban. Miután a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium értesült a korábbi hazatérésről, az Egyetemi Tanács bekérte Feimertől a tanulmányútján készült jelentést, és felülvizsgálatnak vetették alá. Feimer csak abban az esetben kaphatta meg ösztöndíjának negyedik, egyben utolsó részletét, amennyiben kötelességét maradéktalanul teljesítette. – BME Levéltár, JNMGE RH, 3/c., 1. cs. 180. sz./1935. 5795/1931. Feimer László mérnök Smith-féle ösztöndíjas tanulmányútjára vonatkozó jelentés bekérése. Feimer László ügyéről végül döntöttek, és néhány hónappal a bekérés után határozatot hoztak arról, hogy kiutalják neki ösztöndíjának negyedik részletét. Ebből arra következtethetünk, hogy Feimer teljesítette kötelezettségeit. – BME Levéltár, JNMGE RH, 3/c., 1. cs. 180. sz./1935. 917/1931. Dr. Feimer László Smith-ösztöndíjas beszámoló jelentésének felterjesztése a VKM-ba. Rapali Vivien: „A tudományos versenyben megállás nincs”. A Smith Jeremiás-ösztöndíj mérlege. In *Veritas Évkönyv 2019*. Budapest, Magyar Napló, 2020. 224.

bizottsága igazolta, hogy nem tartozott az 1944 októberében hatalomra jutott nyilas rendszer kiszolgálói közé. 1946. március 1-jén a Honvédelmi Minisztérium Műszaki és Szállítási Osztályára került, ahol 1946. március 12-én letette a honvéd esküt a Magyar Köztársaságra és annak alkotmányára. 1946. március 15-én nyugállományú hadiműszaki törzskari ezredessé nevezték ki, s onnantól kezdve 1948. március 1-jéig a felrobbantott tiszauzi híd újjáépítésén munkálkodott, katonai építésvezetőként. 1946. június 1-jén visszavették a honvédség hivatásos állományába.

Ahhoz, hogy értékeljük az elvégzett munkák nagyságát, érdemes idéznünk az egyik írásából, amelyben a tiszauzi hídnál végzett munkát jellemzi:

„A hídemelési munkák során megmozgattunk összesen 1617 tonna szerkezetet, ebből 1192 tonna vasszerkezetet. 731 tonna vasszerkezet a híd helyreállításánál hasznosítható lett, ami megmentett nemzeti vagyonnak tekinthető. A tiszauzi Tisza-híd kiemelése a demokratikus magyar hadsereg műszaki csapatainak próbaköve volt. A feladatot megoldották. Hiányos ruházatban, lyukas cipővel dolgoztak a bajtársak, tűző napban, esős őszi-, majd kegyetlen zord téli időjárásban, heteken keresztül, megszakítás nélkül, feláldozván szombat délutánt és vasárnapot, kockára téve. egészséget és életet. Legyen jutalmuk az újjáépülő magyar haza köszönete és az a büszke tudat, hogy annak felépítésében tevékeny részt vállaltak.”<sup>7</sup>

A Kecskemét felőli hídfőnél ma is látható az emlékkő, a következő felirattal: „A hidat a Magyar Közlekedésügyi Minisztérium a Honvédség Műszaki Csapatainak közreműködésével újjáépítette 1946–1947. években.”



4. ábra. A tiszauzi híd ma (jobbra az emlékkő)

Forrás: wikipedia.org

<sup>7</sup> Feimer László: A felrobbantott tiszauzi Tisza-híd helyreállítása. *Honvéd*, 1947. szeptember 15. 28–34.

1947. október 20-án a Honvédelmi Minisztérium állományából áthelyezték a Katonai Műszaki Intézet állományába. 1948. március 15-én vonult be a tisztaugri hídépítés vezetőségétől a Katonai Műszaki Intézetbe, ahol az utász- és közlekedési szakosztály vezetője lett. 1948. április 24-én a számadótest parancsnoki teendőinek ellátásával is megbízták. 1948. június 9-én munkahelye addigi neve (Katonai Műszaki Intézet) Haditechnikai Intézetre változott. 1948. október 18-án a Haditechnikai Intézet III. szakosztályának megbízott vezetőjévé nevezték ki, s egyúttal felmentették a számadótest-parancsnoki teendők alól. 1949. március 12-én letette az előírt esküt a Népköztársaságra. 1950-től a Haditechnikai Intézet 4. osztályát vezette. Elöljárói tisztában voltak szakmai képességeivel, hiszen évről évre kiemelték jellemzésében, hogy a hídszerkesztés, hídépítés és hadiközlekedés terén kimagasló elméleti tudással és nagy gyakorlattal rendelkezik. Molnár Pál altábornagy, a Haditechnikai Intézet parancsnoka így írt róla az 1950. február 10-én készült szolgálati jellemzésében:

„Nagy szaktudással rendelkező, tehetséges haditechnikus, tudós, aki azonban egészségi állapotánál fogva főleg csak mint tudományos tanácsadó tud majd a hadseregnek szolgálatokat tenni. Nem jó szervező, a munkát kevéssé ellenőrzi. Nincs a szakember számára oly fontos perspektívája, és ezért munkája mint vezető nem kielégítő.”

1949-től viszont már az is szerepelt a jellemzésében, hogy rossz fizikai állapota miatt sokat betegeskedik. Talán ennek következményeként erős alkoholfogyasztóvá vált. 1951 márciusában az intézmény politikai tisztje eltávolítását javasolta a Haditechnikai Intézetből, amire indokként iszákosságát, teljes politikai passzivitását és klerikális beállítottságát hozta fel. 1951. szeptember 1-jén másodszor is nyugállományba helyezték. 1952 januárjától a XIII. kerületi Jászai Mari tér 5. szám alatt lakott. 1954. április 25-én hunyt el Budapesten.

#### 4. Mérnöki és tudományos munkássága

Több szakmai egyesületnek is tagja volt 1945 előtt, többek között a Magyar Mérnök- és Építész-Egyletnek, az Anyagvizsgálók Egyesületének. 1949-ben a Mély- és Vízépítési Tudományos Egyesület választmányi tagjai közé került.

Szakmai érdemeit több kitüntetés adományozásával is elismerték előljárói. Az I. világháború idején megkapta a Károly Csapatkeresztet (amelyet a fronton legalább 12 heti folyamatos frontszolgálatot teljesítő tisztek és katonák számára adományoztak). 1934-ben a Honvédség felszerelésének fejlesztéséért, nevezetesen a „K”-híder – tehát a szétszedhető, vasúti rácsos, tartós híder – a Magyar Érdemkereszt lovagi fokozatával tüntették ki, valamint honvédelmi miniszteri dicsérő elismerésben is részesült. 1937-ben a Tiszti Katonai Szolgálati Jel III. osztályát kapta meg. Az 1930-as években birtokába jutott a Magyar Háborús Emlékérem kardokkal és sisakkal kitüntetésnek is. 1948. január 13-án a Magyar Köztársasági Érdemérem arany fokozatával gazdagodott elismeréseinek gyűjteménye: az indoklás szerint az ország újjáépítése terén kifejtett eredményes munkásságáért. Külföldi kitüntetéssel nem rendelkezett.

Tudományos téren igen termékeny szerzőnek bizonyult. Több műszaki témájú tankönyv, számos tanulmány és cikk szerzője volt. Fontosabb művei listáját jelen írásunk egyik bibliográfiájaként közöljük.

## 5. Hagyatéka

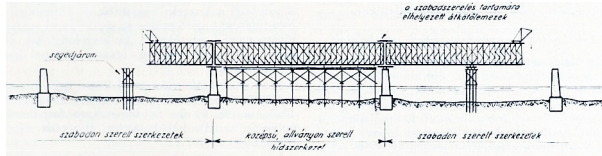
Feimer László hagyatéka a Közlekedési Múzeumban várja, hogy részletesen feldolgozzák.<sup>8</sup> Főbb dokumentumcsoportjai a következők:

- szakmai tevékenységét dokumentáló egyedi fényképek (mintegy 1000 db);
- I. világháborús események, helyszínek fotói;
- publikációk anyagtani, mechanikai kísérletekről (József Nádor Műegyetem Mechanikai Technológiai Intézete, azaz Haditechnikai Intézet);
- tábori drótkötélpályák szerkezete és üzeme (saját és gyűjtött kutatás);
- nem rendszeresített hadi hidak, elvi szerkezetek, szabadalmak (gyűjtött kutatás és forrásfeldolgozás);
- rendszeresített utász hadihíd-anyagok szerkezete (saját kutatások, gyűjtött források);
- könnyűfém-kutatások (saját kutatások, hazai és külföldi publikációk feldolgozása, fordítások);
- közlekedéstörténeti és haditechnikai-kultúrtörténeti előadások vázlatai (saját munkák);
- hídtervezések, számítások, szerelési utasítások, rajzok (saját munkák);
- hidak újjáépítése (saját összeállítások);
- későbbi anyagtani, szerkezzetani kutatások adatállománya, kézi, pausz és fénymásolt ábrái;
- beszámolók, ismertetések külföldi tanulmányutak anyagtani, technológiai, katonai-műszaki tapasztalatairól (saját publikációk, gyűjtött anyagok);
- szakkönyvek, tankönyvek, kiadványok Feimer László korából;
- vegyes feljegyzések, újságvivágások, előadásvázlatok, cikkek;
- részben magánjellegű iratok, feljegyzések (családi fotóalbumok és szórványos emlékfotók, vasút- és vízépítéstani, mechanikai jegyzetek, olasz és francia nyelvi jegyzetek);
- személyes iratok (44 db);
- nyugállományával kapcsolatos vegyes iratok;
- hadifogságával kapcsolatos feljegyzések;
- a kitelepítésre vonatkozó feljegyzések (lakás- és lakberendezés-problémák);
- idegen anyag (technikumi rajzok).

Érdekes és figyelemre méltó vállalkozás lenne feldolgozni, kiegészíteni és megjelentetni mindezek lényegét, bemutatva a kiemelkedő tudású mérnököt, a műszaki katonát. Sorsa, pályafutása jellegzetes 20. századi katonasors: van benne jó és kevésbé jó, siker és kudarc egyaránt. Feimer László annyiban különbözik a legtöbb, hasonló sorsú bajtársától, hogy nevét örökre megőrzik a „K”-hidak.

<sup>8</sup> Szabó László: Feimer László hadmérnök-ezredes hagyatéka. *Hídépítők*, (2010), 4–5. 26–29.





5. ábra. Az Újpesti vasúti híd helyreállítása a háromsoros „K”-híd szerkezettel

Forrás: Nemeskéri-Kiss (1955): i. m. 365.

## Feimer László fontosabb művei

A Flettner rendszerű forgóvitorla. *Magyar Katonai Közlöny*, (1925), 5–6. 511–514.

Egy magyar mérnök nagyszerű találmánya. *Magyar Katonai Közlöny*, (1925), 5–6. 514–515.

A rádiótechnika múltja és jelene. *Magyar Katonai Közlöny*, (1925), 5–6. 516–524.

A hellespontusi hajóhidak szerepe a perzsa–görög háborúban. *Magyar Katonai Közlöny*, (1925), 7–9. 719–722.

*Utász hadihidak teherbírásának elméleti meghatározása a tartóelemek rugalmas együttműködésének figyelembevételével.* Budapest, 1928.

A Kill van Kull híd. *A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye*, 1932. június 19.

Angol közúti szétszedhető hidak. *Magyar Katonai Szemle*, (1932), 10. 135–149.

Angol szabványos közúti hidak és hidprovizóriumok. *Magyar Katonai Szemle*, (1932), 11. 126–139.

A hollandi utász hadianyagok és azok korszerűsítése. *Magyar Katonai Szemle*, (1933), 3. 126–134.

A tűzálló fa alkalmazása az Észak-amerikai Egyesült Államokban. *Anyagvizsgálók Közlönye*, 10. (1932), 1–2. 3–8.

Az Egyesült Államokban használt alumínium-ötvözetek tulajdonságai és alkalmazásuk. *Anyagvizsgálók Közlönye*, 10. (1932), 1–2. 9–13.

Az Egyesült Államok új utász hadihídjai. *Magyar Katonai Szemle*, (1933), 6. 148–153.

A K-alakú szélráccstartók ruderőinek grafikus meghatározása. *A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye*, 1933. június 11.

*Mechanika a m. kir. Honvéd Ludovika Akadémia számára.* [Társszerző: Anderlik Előd] Budapest, Pallas, 1934.

A francia utász hadihidak. *Magyar Katonai Szemle*, (1936), 2. 134–144.

Az új angol hadihidak. *Magyar Katonai Szemle*, (1936), 12. 148–160.

Csavarkötések szilárdsága tekintettel a lemezek palástnyomására. *Anyagvizsgálók Közlönye*, (1936), 4.

Az angol közúti hadihidak. *Magyar Katonai Szemle*, (1937), 10. 168–171.

A szovjetorosz folyamátkelési eszközök. *Magyar Katonai Szemle*, (1939), 1. 149–158.

Közelítő képletek közúti hidak teherbírásának meghatározására. *Magyar Katonai Szemle*, (1939), 12. 166–176.

Egyszerű eljárás keretszerkezetek teherbírásának meghatározására. *Magyar Katonai Szemle*, (1941), 8. 393–401.

Alapelvek és adatok könnyű fémszerkezetek méretezéséhez. *Anyagvizsgálók Közlönye*, (1941), 4–5. 175–231.

A felrobbantott újvidéki vasúti híd kiemelése. *A Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye*, 1943. október 3.

Tapasztalatok vasszerkezetű hidak vízalatti bontásával kapcsolatban. *Magyar Katonai Szemle*, (1944), 3. 604–621.

A felrobbantott újvidéki közúti híd magyar oldalon lévő részeinek kiemelése. *Technika*, (1944), 7. 307–314.



A felrobbantott tiszauji Tisza-híd helyreállítása. *Honvéd*, (1947), 9.

Műszaki csapatok szerepe a tiszauji híd újjáépítésében. *Honvéd*, (1948), 6.

Korszerű folyamatkezelés. *Honvéd*, (1948), 11–12.

A K-rendszerű szétszedhető vasúti híd keletkezése. *Általános Mérnök*, (1948), 9. 211–215.

*Hadiépítéstan*. Budapest, Haditechnikai Intézet, 1950.

A ferde szakadás kérdése könnyűfém-ötvözeteknél. *Az MTA Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei*, (1952), 2–4. 347–365.

## Felhasznált irodalom

Feimer László: A felrobbantott tiszauji Tisza-híd helyreállítása. *Honvéd*, 1947. szeptember 15.

Feimer László: Az új angol hadihidak. *Magyar Katonai Szemle*, (1936), 12. 148–160.

Hadtörténelmi Levéltár Budapest (HL), Tiszti anyakönyvi lapok 19636. HL HM 4. osztály 1940.

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

Nemeskéri-Kiss Géza: Az Újpesti Vasúti Dunahíd újjáépítése. *Közlekedéstudományi Szemle*, (1955), 10.

Szabó László: Feimer László hadmérnök-ezredes hagyatéka. *Hídépítők*, 39. (2010), 4–5.

Rapali Vivien: „A tudományos versenyben megállás nincs”. A Smith Jeremiás-ösztöndíj mérlege. In *Veritas Évkönyv 2019*. Budapest, Magyar Napló, 2020. 214–231.

Rapali Vivien: „Csak a monokli és a lakkcipő hiányzik róla” – avagy egy rendkívüli elme tündöklése és bukása. In György Sándor – Hajnáczy Tamás – Kanyó Ferenc (szerk.): *Történelmi útvesztők. Válogatás a Napi Történelmi Forrás szerzőinek írásaiból II*: Budapest, Gondolat, 2018. 245–254. Online: [www.academia.edu/37275606/Rapali\\_Vivien\\_Csak\\_a\\_monokli\\_%C3%A9s\\_a\\_lakkcip%C5%91\\_hi%C3%A1nyzik\\_r%C3%B3la\\_Avagy\\_egy\\_rendk%C3%ADv%C3%BCli\\_elme\\_t%C3%BCnd%C3%B6kl%C3%A9s\\_%C3%A9s\\_buk%C3%A1sa\\_2018\\_](http://www.academia.edu/37275606/Rapali_Vivien_Csak_a_monokli_%C3%A9s_a_lakkcip%C5%91_hi%C3%A1nyzik_r%C3%B3la_Avagy_egy_rendk%C3%ADv%C3%BCli_elme_t%C3%BCnd%C3%B6kl%C3%A9s_%C3%A9s_buk%C3%A1sa_2018_)

Tóth Ernő (szerk.): *Duna-hídjaink*. Budapest, Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ 2009.

<https://hu.wikipedia.org/wiki/K-h%C3%ADd>

[https://hu.wikipedia.org/wiki/Tiszauji\\_vas%C3%BAti\\_Tisza-h%C3%ADd#/media/F%C3%A1jl:Tiszauji\\_vas%C3%BAti\\_h%C3%ADd2.jpg](https://hu.wikipedia.org/wiki/Tiszauji_vas%C3%BAti_Tisza-h%C3%ADd#/media/F%C3%A1jl:Tiszauji_vas%C3%BAti_h%C3%ADd2.jpg)

Márton Attila<sup>1</sup> 

# Magyarországi folyók mértékadó kisvízi készletének elemzése a tervezett öntözési fejlesztések szempontjából

## Analysing the Water Resources of Hungarian Watercourses in Terms of the Planned Irrigation Developments

*A folyamatosan változó hidrológiai viszonyok bizonyos időközönként indokolják felszíni vízmérlegek készítését hazánkban. A rendelkezésre álló vízkészletek kiszámítására több módszert is alkalmazhatunk, azonban a hatályos jogszabályok szerint az augusztusi 80%-os tartósságú vízhozam a mértékadó. A cikkben a szerző tíz vízfolyás különböző eljárással kiszámolt vízkészletét hasonlítja össze, majd vízmérlegeket készít a jövőbeli öntözési igények megbecslésével. Az eredmények elemzése után pedig javaslatokat tesz további eljárások és elemzések elvégzésére.*

**Kulcsszavak:** hidrológia, vízkészlet, vízmérleg, vízjog, öntözés

*The constantly changing hydrological circumstances require making surface water balances from time to time in our country. Multiple methods can be used to calculate available water resources but according to water laws currently in force, the standard is the August 80% discharge duration. In the article, the author compares water resources of ten watercourses resulting from different methods, then creates water balances by estimating future water needs. After analysing the results, the author suggests performing new methods and analyses in the future.*

**Keywords:** hydrology, water resources, water balance, water law, irrigation

---

<sup>1</sup> Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, szakágazati vezető, e-mail: [marton.attila@kdvvizig.hu](mailto:marton.attila@kdvvizig.hu)

## 1. Bevezetés

A jelenleg hatályos magyar felszíni vízkészlet-gazdálkodással kapcsolatos jogszabály alapján a vízfolyásainkon rendelkezésre álló szabad vízkészleteket statisztikai feldolgozással, az augusztusi 80%-os tartósságú középvízhozamok figyelembevételével kell meghatározni.<sup>2</sup> Ez a módszer az 1970-es évek óta nem változott hazánkban,<sup>3</sup> azonban az éghajlatváltozás és az átalakuló vízhasználati igények indokolják ennek felülvizsgálatát.

A vízigények változásának fontos gerjesztő oka lehet Magyarországon a Kormány öntözésfejlesztési célkitűzése. 2017-ben kormányhatározat született, amelyben megfogalmazták, hogy az érintett ágazatoknak Öntözésfejlesztési Stratégiát kell előkészíteniük.<sup>4</sup> Általános célkitűzés, hogy az öntözhető területek nagyságát a jelenlegi 100 ezer hektárról 300 ezer hektárra kell növelni az országban különböző infrastrukturális és vízkészlet-gazdálkodási fejlesztések végrehajtásával.<sup>5</sup> Az elmúlt években tapasztalt kora tavaszi aszályos időszakok miatt kitolták továbbá az öntözési időszakot, amely a korábbi, április 15-től szeptember 31-ig tartó időszak helyett március 1-jétől október 31-ig tart.<sup>6</sup>

Fentieket figyelembe véve, célom volt elemezni azt, hogy a jelenleg alkalmazott módszer szerint kielégíthetők lennének-e a jövőben megnövekedő öntözési vízigények különböző méretű hazai vízfolyásaink rendelkezésre álló vízkészletéből, továbbá elméleti példák alapján vizsgáltam, hogy milyen más módokon lehetne számítani rendelkezésre álló vízkészleteket.

## 2. Magyarország rövid vízrajzi jellemzése

Magyarország a Duna-vízgyűjtő közepén, jellemzően mély fekvésű területen helyezkedik el a Kárpát-medencében, így a környékbeli hegyekben eredő vízfolyások itt érik el a csekély esésű sík területeket. A Kárpátokból érkező folyók igen szélsőséges vízjárásúak, az árvizeket gyakran váltják kisvízes, aszályos időszakok. A vízhasználatunk és vízkészlet-gazdálkodásunk jellegéből adódóan évente valamivel több víz hagyja el az országot, mint amennyi a határokon túlról érkezik.<sup>7</sup>

Az országban rendelkezésre álló vízkészleteket és azok hozzáférhetőségét korábban jellemzően nagyobb vízgazdálkodási egységeként elemezték, ennek 1984-es ábrázolását mutatja be az 1. ábra, a 2. ábrán pedig az ország vízfolyásain rendelkezésre álló augusztusi mértékadó készletek ábrázolása figyelhető meg 1994-ből.

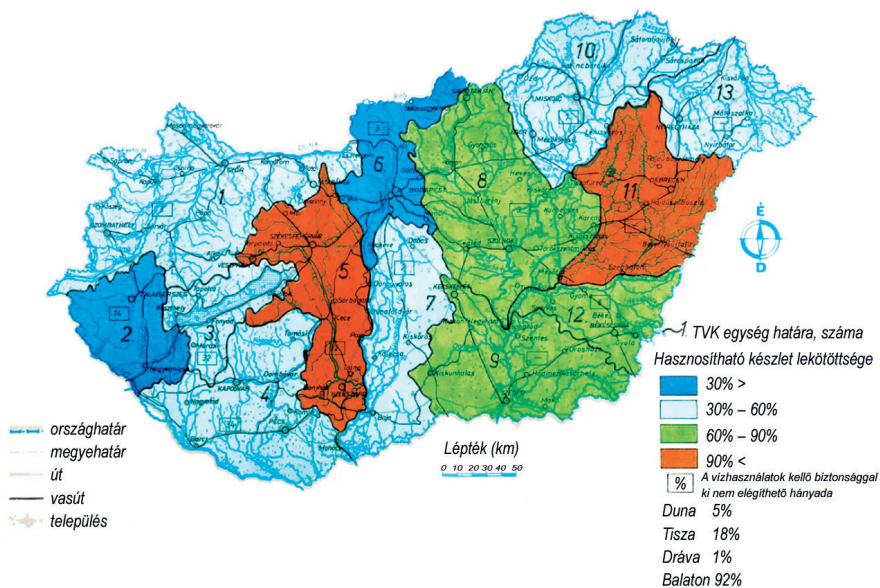
<sup>2</sup> 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról.

<sup>3</sup> Márton Attila: A hazai vízkészlet-gazdálkodási gyakorlat változásainak bemutatása a 20. századtól. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 65–74.

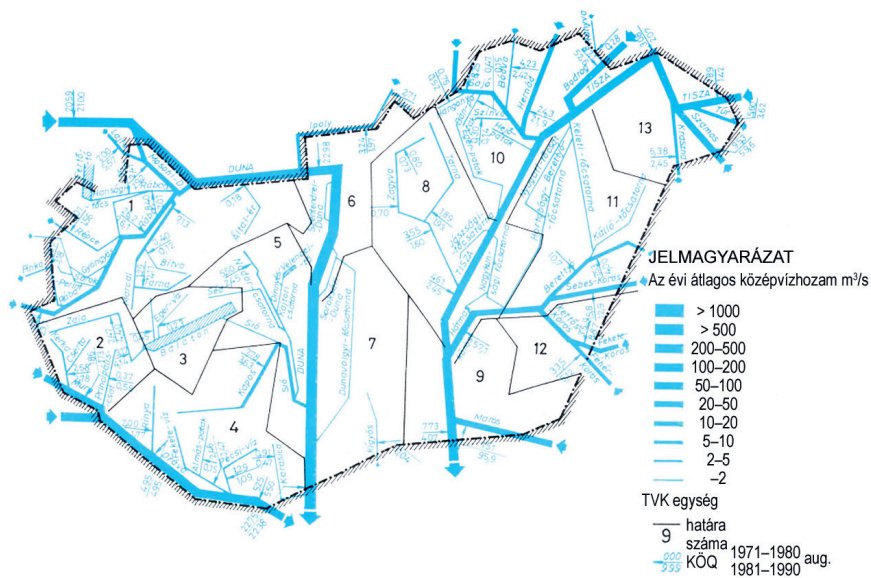
<sup>4</sup> 1744/2017. (X. 17.) Korm. határozat az Öntözésfejlesztési Stratégia megalkotásáról.

<sup>5</sup> Kolossváry Gábor: *Magyarország öntözési stratégiája, az öntözésfejlesztés aktualitásai. Agrofórum*, 2019. május 1. 2/1997. (II. 18.) KHVM rendelet a mezőgazdasági vízszolgáltató művek üzemeltetéséről.

<sup>7</sup> Varga György (szerk.): Vizek. In Kocsis Károly (főszerk.): *Magyarország nemzeti atlasza: természeti környezet*. Budapest, MTA Földrajztudományi Intézet, 2018. 70–81.



1. ábra. Vízgazdálkodási egységek lekötött készleteinek aránya a rendelkezésre álló készletekhez képest 1984-ben  
Forrás: Vízgazdálkodási Intézet: *Országos Vízgazdálkodási Keretterv*. Budapest, Országos Vízügyi Hivatal, 1984, 257.



2. ábra. A magyarországi vízfolyások jellemző augusztusi középvízhozamainak ábrázolása 1994-ben  
Forrás: Liebe Pál (szerk.): *Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése*. Budapest, 1994.

A fenti ábrákon bemutatott eredmények esetében az látszik, hogy jellemzően a Duna-völgyben állt rendelkezésre nagyobb arányban szabad vízkészlet, amely nem változott az aktuális hidrológiai viszonyok és vízigények figyelembevételével sem.<sup>8</sup> Napjainkban a vízgyűjtő-gazdálkodási tervekhez készültek ehhez hasonló vízmérlegek, amelyek valamivel kisebb egységben, víztest-vízgyűjtőnként adtak eredményt.

A tervezett számítások elvégzéséhez szükséges vízhozam adatok gyűjtése során 10 vízrajzi állomást választottam ki, majd a Vízügy vízrajzi adatbázisából letöltöttem azok 30 éves (1989–2019) vízhozam-idősorait, amelyek az észlelés sűrűségétől függően akár 200–300 ezer adatot is jelentettek vízfolyásonként. Fontos megemlíteni, hogy ezek az állomások vízállásokat mérnek, amiből vízhozamokat a rendszeres vízhozammérések alapján generált vízállás-vízhozam összefüggésből képeznek a szakemberek.

Automata vízhozammérő berendezések is működnek az országban, jellemzően a folyók határszélvényei közelében,<sup>9</sup> viszont ezek fenntartása nehezebb, a berendezések folyamatos kalibrációt igényelnek.

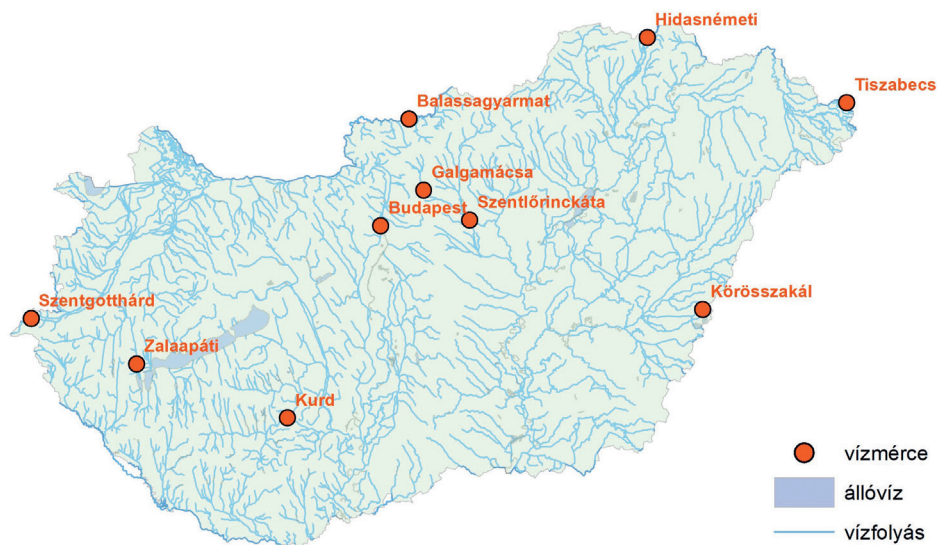
### 3. A választott vízmércék környezete és az érintett vízfolyások jellege

A kiválasztás szempontja az volt, hogy 10 eltérő jellegű vízfolyást elemezhessek, így tágabb képet kapok a módszerek hatékonyságáról. A választott vízmércék a következők voltak:

- Duna, Budapest;
- Tisza, Tiszabecs;
- Hernád, Hidasnémeti;
- Rába, Szentgotthárd;
- Sebes-Körös, Körösszakál;
- Ipoly, Balassagyarmat;
- Kapos, Kurd;
- Zala, Zalaapáti;
- Zagyva, Szentlőrincváta;
- Galga-patak, Galgamácsa.

<sup>8</sup> Országos Vízügyi Főigazgatóság: *A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv. 6–4. melléklet.* Budapest, 2015.

<sup>9</sup> Országos Vízügyi Főigazgatóság: *Vízrajzi adatok* (2013. november 15.).



3. ábra. A vizsgált vízmércék elhelyezkedése az országban

Forrás: a szerző szerkesztése

A 3. ábrán látható, hogy a választott vízrajzi állomások lefedik az ország több tájegységét, valamint a vizsgált vízfolyások a nagy folyótól (Duna) a kisebb patakig (Galga) terjednek. A számításaim elvégzéséhez felhasználtam a vízmércékhez tartozó vízgyűjtő területek méreteit is. Az elmúlt 30 év vízrajzi adatai alapján a kijelölt vízfolyások vízjárásának elemzését az 1. táblázat tartalmazza:

1. táblázat. A vizsgált vízfolyások vízrajzi szélsőségei

állomás	vízfolyás	minimum (m <sup>3</sup> /s)	maximum (m <sup>3</sup> /s)	arány
Budapest	Duna	870	9200	11
Tiszabecs	Tisza	10.1	3700	366
Hidasnémeti	Hernád	5.1	980	192
Szentgotthárd	Rába	2.08	484	233
Körösszakál	Sebes-Körös	0.8	517	646
Balassagyarmat	Ipoly	0.4	308	770
Kurd	Kapos	0.25	53.4	214
Zalaapáti	Zala	0.123	91	740
Szentlőrincváta	Zagyva	0.109	78.9	724
Galgamácsa	Galga-patak	0.003	22.9	7633

Forrás: a szerző szerkesztése

Látható, hogy minél kisebb a minimum vízhozam, jellemzően annál magasabb a szélsőségek egymáshoz viszonyított aránya, továbbá látható az is, hogy a Dunán érkező vízkészletek mennyisége jelentősen kiemelkedik a hazai vízfolyások közül.

A számítások során kapott adatok összehasonlítását nemcsak a hidrológiai jellemzők, hanem az érintett vízgyűjtők lefolyási sajátosságai és az érintett tájak földrajzi jellemzőinek figyelembevétele mellett lehet megtenni.

A vizsgált vízfolyások közül legkisebb vízgyűjtővel rendelkező Galga völgyhálózata nagyon fiatal, néhány százezer évvel ezelőtt (újpleisztocén) alakult ki. A patak mentén gyakoriak a bádeni andezitkúp-maradványok és az andezitből álló magaslatok, a völgytalpakon erős a lejtők anyagának feltöltődése. A vízgyűjtőn a hóolvadás okozza a nagyobb áradásokat, ilyenkor a Galga gyakran elönti a völgytalpat. A területen a talajvíz az éghajlat és a földtani felépítés miatt kevés, általában a völgytalp alatt 2–3 m-re található meg. A völgy sávjának rétegvízkészlete sem jelentős.<sup>10</sup>

A Zagyva Magyarország legmagasabbra emelkedő hegyvidékének, a Mátra vízgyűjtőjének főbefogadója. A vízgyűjtő két alapvetően különböző jellegű területegységre osztható. A Cserhát és a Mátra hegységek és a hozzájuk csatlakozó dombvidékek az Északi-középhegységhez, míg a Cserhátalja és a Tápió-vidék az Alföldhöz tartozik.<sup>11</sup> E kettősségből fakadóan a vízgyűjtő igen változatos földtani felépítésű tájakat foglal magában, a vizsgált szentlőrincikatai vízmérce környezetében például hullámos síkság jellegű a táj. Az árvizek a tavaszi hóolvadást követik, míg a kisvizek nyár végén és ősszel gyakoriak. A talajvíz mélysége 2–4 m között mozog a területen.<sup>12</sup> A Zagyva vízjárását jelentősen befolyásolhatja a vízgyűjtő felsőbb szakaszain található völgyzárógátas tározók működése.

A Zala két szerkezeti árokban alakította ki a völgyét. A folyó felső szakasza a forrástól a Zalabér és Túrje községeknél lévő kanyarig tart. A vizsgált zalaapáti vízmérce környezete a folyó alsó szakaszához tartozik, amely egy É–D-i irányú szerkezeti árokban kialakult, aszimmetrikus eróziós völgy. Esése jelentős (1,5 m/km), de nem egyenletes, mert a mellékpatakok torkolatában nagy mennyiségű hordalék rakódik le. Az árvizek minden évszakban bekövetkezhetnek, de tavasszal a leggyakoribbak. A kisvizek – az ország egyéb kisebb vízfolyásaihoz hasonlóan – jellemzően nyár végén jelennek meg. A talajvíz szintje 2–4 m között mindenhol elérhető a területen.<sup>13</sup>

A Kapos vízgyűjtője nagyrészt dombos felszínű, sík területek a folyó völgyére jellemzők. A terület legmagasabb pontja a Zselicben található, 358 mBf. magasságban. A mellékvízfolyások szinte mindegyikén egy vagy több halastó is található, amely jelentősen befolyásolja a vízfolyásokon az árhullámok levonulását, valamint a hordalékviszonyok alakulását.<sup>14</sup> A kurdi vízmérce a Dél-Külső-Somogy kistáj területén helyezkedik el, amely mintegy 40 km hosszú

<sup>10</sup> Dövényi Zoltán: *Magyarország kistájainak katasztere*. Budapest, MTA Földrajtudományi Kutatóintézet, 2010. 684–685.

<sup>11</sup> Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 2–10 Zagyva vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Szolnok, 2020.

<sup>12</sup> Dövényi (2010): i. m. 195–196.

<sup>13</sup> Dövényi (2010): i. m. 421–422.

<sup>14</sup> Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 1–12 Kapos vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Székesfehérvár, 2020.



és 15 km széles, átlagosan 130–160 m tszf-i magasságú sík terület. A talajvíz a magasabb lösz-térszíneken 20–25 m, másutt 6–10 m mélyen, alluviumokon a felszín közelében helyezkedik el.<sup>15</sup>

Az Ipoly folyó a Kárpát-medence szélsőséges vízjárású folyói közé tartozik. A szlovákiai Vepor-hegység délkeleti lejtőjén eredő vízfolyás vízgyűjtőterületének legmagasabb pontja ezer méter fölött van, torkolati szintje pedig alig emelkedik 100 méterrel a tengerszint fölé. Kezdetben igen meredek a folyó völgsíkjának esésgörbéje, a magyarországi szakaszra ellaposodik.<sup>16</sup> A balassagyarmati vízmércé által érintett kistáj az Ipolytarnóctól Hontig nyúló, szélesebb-keskenyebb völgszakaszra terjed ki, mintegy 100 km-es hosszúságban. Domborzata teraszos völgymedence képét mutatja, az abszolút magasság 126 és 180 mBf. között változik. A kistáj jelentős vízkincse az Ipoly-menti kavicskitöltésben tározott, parti szűrésű talajvíz.<sup>17</sup> A folyó feszített vízgazdálkodási helyzetben van a vízkivételi igények növekedése és határvízi voltából adódóan. A vízfolyáson több duzzasztómű is található.



4. ábra. Az Ipoly duzzasztott víztere Balassagyarmat közelében

*Forrás: a szerző felvétele (2021. április)*

<sup>15</sup> Dövényi (2010): i. m. 467–468.

<sup>16</sup> Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 1–8 Ipoly vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Budapest, 2020.

<sup>17</sup> Dövényi (2010): i. m. 803–804.

A Sebes-Körös az Erdélyi-szigethegységben a Réz-hegység és a Király-erdő közötti völgyben ered. A hegyvidéki szakaszán a folyó esése 2,7 m/km, ezért a folyó vízkészletét a felső és a középső szakaszon elektromosenergia-termelésre használják. A mederben és a mellékpatakok völgyében kiépített 270 millió m<sup>3</sup>-nyi térfogatú tározóban (az éves lefolyás 33%-a) visszatartott víz a turbinákon átengedve a folyó vízjárását kiegyenlíti, így ideális esetben elmaradnak a nyári kisvizek és aszályos időszakban kritikus helyzet jellemzően nem alakul ki. A terület vízhasznosítási igényeinek kielégítése érdekében 1977-re megépítésre került a körösladányi duzzasztómű a vízfolyás 13+550 fkm szelvényében.<sup>18</sup> Körösszakál a Sebes-Körös hordalékkúpjának D-i lábánál elhelyezkedő 85,4 és 99,3 m közötti tengerszint feletti magasságú tökéletes síksági kistájhoz tartozik. Az év második felére jellemzőek a kisebb vízhozamok a folyón, a talajvizet 2–4 m mélységben érjük el a területen, mennyisége jelentéktelen.<sup>19</sup>

A Rába az ausztriai Stájer-peremhegység délkeleti lejtőin ered, és Szentgotthárdnál éri el Magyarországot. A Rába-völgy a Nyugat-Dunántúl legnagyobb völgye, árkos süllyedékben keletkezett aszimmetrikus eróziós teraszos jellegű, szembetűnő alakrajzi és szerkezeti vonása a nagy völgyaszimmetria.<sup>20</sup> Árvizei főleg tavasszal, kisvizei ősszel jelennek meg, a vízjárást módosító beavatkozások egy része ipari célú, más része árvízvédelmi célú beavatkozást jelentett. A vízszintsüllyedés miatt a Rába kis- és középvíztrendjei csökkenő tendenciát mutatnak. Szentgotthárdon egy duzzasztógát létesült a múlt században, ipari vízigény kielégítése céljából, a műtárgy teljes körű rekonstrukciójára 2013-ban sor került. A duzzasztó mellett 2017-ben újabb törpe vízerőművel bővült a Rába folyó vízerő-hasznosítása.<sup>21</sup>

A Hernád folyó Szlovákiában, a Király-hegy északi oldalán ered, és Hidasnémeti térségében Abaujvár mellett éri el Magyarországot. A Hernád-völgy kistáj tektonikus árokban elhelyezkedő folyóvölgy. A felszint egyenlő arányban jellemzik az ártér, az enyhén tagolt síkság, továbbá az alacsony domblábi hátak és lejtők orográfiai domborzattípusok. A tengerszint feletti magasság 118 és 170 m között változik a kistáj területén. Hidasnémetinél a tavaszi és az őszi árhullámok a jellegzetesek. A folyó dús hordaléka miatt hordalékkúp-építő, feltöltő jellegű; a mederfeltöltés üteme 2 mm/év. A bővízü folyó energiáját a gibárti és a felsődobszai erőművekkel használják ki. A völgy durva üledékének jelentős parti szűrészű talajvízkészlete van, amely általában 2 m-nél magasabban elérhető.<sup>22</sup>

A Tisza két forrásból ered a Keleti-Kárpátokban, Ukrajnában, majd a Szatmári-sík kistáján Tiszabecsnél éri el Magyarországot. A kistáj 123,8 és 108 m közötti tengerszint feletti magasságú, DK felől ÉNy-nak lejtő tökéletes síkság. A folyón a nagyvizek időpontja általában a kora nyár, az 1998 óta levonult nagy árvizek azonban már tavasszal voltak, kisvizek ősszel és télen jellemzőek. A talajvíz átlag 2–4 m között található, de a medreket kísérő folyóhátak alatt 4 m alá süllyed.<sup>23</sup>

<sup>18</sup> Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vizgazdálkodási Kérdések, 2–14 Sebes-Körös vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Gyula, 2020.

<sup>19</sup> Dövényi (2010): i. m. 266–267.

<sup>20</sup> Dövényi (2010): i. m. 387–388.

<sup>21</sup> Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vizgazdálkodási Kérdések, 1–3 Rába vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Szombathely, 2020.

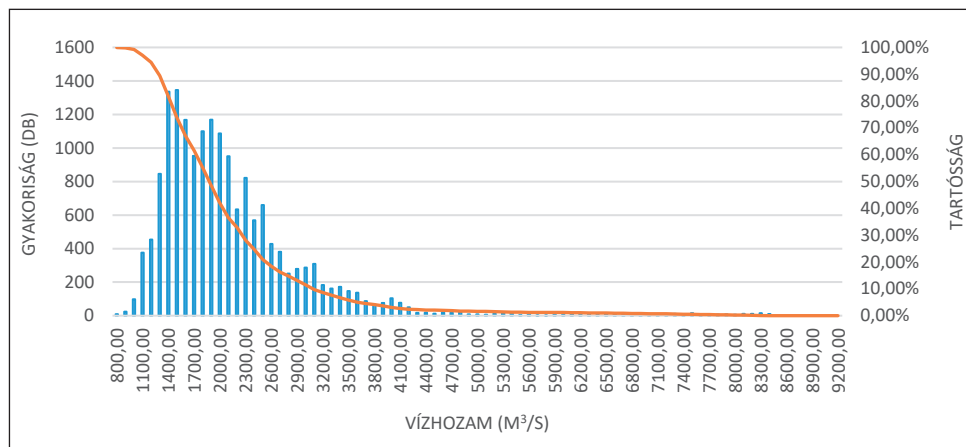
<sup>22</sup> Dövényi (2010): i. m. 850–851.

<sup>23</sup> Dövényi (2010): i. m. 140–141.

A Duna menti síkság Vác-Pesti-Duna-völgy kistáján található a budapesti vízmérce. A kistáj túlnyomóan 98 m tengerszint feletti magasságú ártéri síkság, legmagasabb pontja 122 m. Felszíni formáinak döntő többsége a folyóvizek eróziós és akkumulációs tevékenységéhez kapcsolódik. A Dunán a nyár eleji árvíz a megszokott az őszi-téli kisvizekkel szemben. A talajvíz mennyiségét a Duna jelentős mértékben befolyásolja, árvízkor tetemesen emelkedik, kisvízkor csökken.<sup>24</sup> A folyó vízgyűjtőjének mérete, ezáltal mértékadó vízkészletei is jelentősen magasabban a többi vizsgált vízfolyásénál. A Duna magyarországi szakasza felett számos duzzasztómű befolyásolja az érintett szakaszok hidromorfológiáját.

#### 4. A számítások elvégzésének menete

Egyszerűsítésképp nem a napi középvízhozamok tartósságát számoltam ki, hanem az összes mért értéket vettem figyelembe egy adott időszakban. A mért értékeket egyenlő osztályközökre osztottam, megvizsgáltam, hány darab érték tartozik egy-egy osztályba, majd ábrázoltam az adatsor tartósságát az 5. ábrán látható módon.<sup>25</sup>



5. ábra. A Duna budapesti vízmércéjén augusztusban mért vízhozam-értékek gyakorisága és tartóssága (1989–2019)

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Ugyanezt az eljárást alkalmaztam az elemzésben vizsgált többi statisztikai érték kiszámításához is. A kapott tartóssági görbékről leolvashatók voltak a keresett tartósságok. Bár a szakirodalomban az adatok elemzése során jellemzően eloszlásfüggvényeket használnak, a rendelkezésre álló adatok nagy mennyisége miatt külön eloszlásfüggvények alkalmazását nem tartottam szükségesnek a számítások során.

<sup>24</sup> Dövényi (2010): i. m. 26–27.

<sup>25</sup> Kontur István – Koris Kálmán – Winter János: *Hidrológiai számítások*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1993. 392–397.

Ahhoz, hogy a vizsgált mértékadó vízhozamokat össze lehessen hasonlítani, egyszerű vízmérleg készítésére volt szükség. A készlet oldalt a számított vízhozamok adják, az igény oldalt pedig elméletben vizsgáltam Magyarország öntözési viszonyai és az ökológiai igények alapján.

A vízmércékhez tartozó augusztusi 80%-os tartósságú ( $Q_{aug80}$ ) értékek felét vettem ökológiai vízigényeknek ( $Q_{OKO}$ ), a vízgyűjtő-gazdálkodási tervekben alkalmazott magyar gyakorlatot alapul véve.<sup>26</sup> Ennél a módszernél az ökológiai vízigény függ a víztest típusától is, azonban mivel ez is becslésnek tekinthető, így ezt az 50%-os értéket használtam.

Az öntözési igényeket a következő logika szerint határoztam meg:

- Napjainkban közel 100 ezer hektár öntözhető terület van Magyarországon, ezt vízgyűjtő területük arányában szétosztottam a vízmércék között.
- 150 liter/év/m<sup>2</sup> öntözési igénnyel számolva megkaptam az éves igényeket, amit másodperces igényre bontottam le, az öntözési idő hosszával számolva ( $Q_I$ ).
- Kiindulva a fejlesztési stratégiákból, 300 ezer hektár öntözhető területtel is kiszámoltam a fentieket, viszont az éghajlatváltozás hatásai miatt ekkor már magasabb, 160 liter/év/m<sup>2</sup> fajlagos vízigényt vettem figyelembe ( $Q_{I+}$ ).

A készletoldalon az augusztusi 80%-os tartósságú vízhozam mellett a következő módszerekkel számoltam még mértékadó vízhozamot:

- Szeptemberi 99%-os tartósság ( $Q_{SZ99}$ ): ismert, a szakma által korábban is alkalmazott mértékadó kisvízi adat.
- Július-október időszak 99%-os tartóssága ( $Q_{JASZO99}$ ): a melegebb és szárazabb hónapok kisvízi értéke.
- Öntözési időszak 99%-os tartóssága ( $Q_{ONT99}$ ): a 2/1997. (II. 18.) KHVM rendeletben meghatározott öntözési időszak kisvízi értéke.

Fentiek számítása a  $Q_{aug80}$  értéknek megfelelően történt a fejezetben részletezett módszerrel. A számítások elvégzésével az egyszerűsített vízmérleg minden eleme összeállt, így a vizsgált vízfolyásokon megkaptam a mérlegeredményeket. A jelenidejű eredményeket ( $M_Q$ ) a különböző módszerek alapján meghatározott, rendelkezésre álló vízkészletekből kivont ökológiai és jelenlegi vízigények adják, a fejlesztések megvalósulása által várható mérlegnél ( $M_{Q+}$ ) pedig a jövőbeli vízigényeket kellett figyelembe venni, tehát:

$$M_Q = Q - Q_{OKO} - Q_I$$

$$M_{Q+} = Q - Q_{OKO} - Q_{I+}$$

## 5. Az eredmények elemzése

A számított eredményeket táblázatos formában, illetve diagramokon szemléltettem. A vízigények becslése miatt nem a számszerű eredmények, hanem azok egymáshoz viszonyított

<sup>26</sup> Szalay Miklós: *A felszíni vizek mennyiségi jellemzése: kisvízi készlet*. Budapest, ÖKO Zrt., 2009.

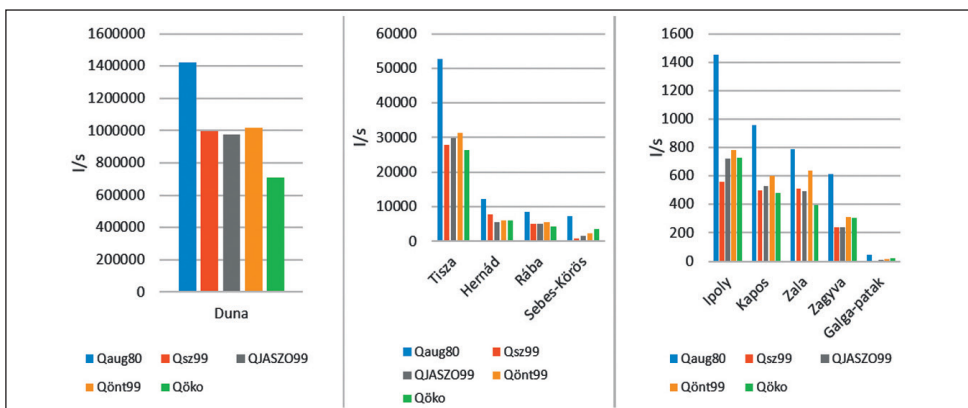
arányai a fontosabbak. A mértékadó vízkészletek augusztusi 80%-os tartósságú készlethez viszonyított arányát a 2. táblázat mutatja be, a jelölések magyarázata a 4. fejezetben található.

2. táblázat. A vizsgált vízfolyásokon rendelkezésre álló, különböző statisztikai módszerekkel számított vízkészletek egymáshoz viszonyított arányai

állomás	vízfolyás	Q <sub>aug80</sub>	Q <sub>sz99</sub>	Q <sub>JASZ099</sub>	Q <sub>önt99</sub>
Budapest	Duna	100%	70%	69%	72%
Tiszabecs	Tisza	100%	53%	57%	59%
Hidasnémeti	Hernád	100%	63%	46%	50%
Szentgotthárd	Rába	100%	59%	60%	65%
Körösszakál	Sebes-Körös	100%	11%	20%	30%
Balassagyarmat	Ipoly	100%	39%	50%	54%
Kurd	Kapos	100%	52%	55%	63%
Zalaapáti	Zala	100%	65%	62%	81%
Szentlőrincváta	Zagyva	100%	39%	39%	51%
Galgamácsa	Gálga-patak	100%	13%	17%	27%

Forrás: a szerző szerkesztése

Az 1. táblázatban bemutatott minimum és maximum vízhozamokkal, valamint a szélsőséggel nincs szoros kapcsolata a kapott értékeknek, ugyanis a számsorok egymáshoz viszonyításakor kapott korrelációs értékek 0,45 és  $-0,6$  között alakultak (*minél közelebb van a korrelációs együttható a +1-hez vagy -1-hez, annál erősebb a korreláció a többök között*). Látható, hogy a Duna arányosított eredményei a legmagasabbak, azonban ennek a folyónak a mértékadó vízhozamai jelentősen magasabbak a többi vízfolyásénál. A mértékadó vízkészleteket a 6. ábra oszlopdiagramjai szemléltetik.



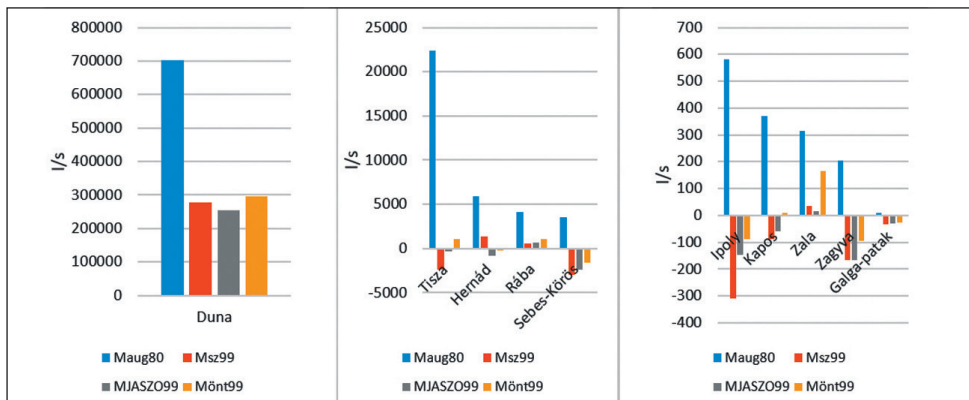
6. ábra. A vizsgált vízfolyásokon rendelkezésre álló, különböző statisztikai módszerekkel számított vízkészletek értékei

Forrás: a szerző szerkesztése



A vizsgált mértékadó vízhozamok közül minden esetben az augusztusi 80%-os tartósságú vízhozam volt a legmagasabb, azonban ez nem meglepő eredmény, mivel a többi esetben 99%-os tartósságokat vizsgáltam. Általában az öntözési időszakokra vonatkozó készletek adták a legmagasabb értéket, az ábrán is látható, hogy arányaiban annál jobban különbözött két eredmény, minél kisebb egy vízfolyás.

A vízmérleg kiszámítása után kapott jelen idejű eredményeket a 7. ábra szemlélteti. Fontos leszögezni, hogy ezek nem pontos eredmények, a vízigényekre vonatkozó adatokat az összehasonlíthatóság és a jövőbeli változások szemléltetése miatt vettem figyelembe ily módon.

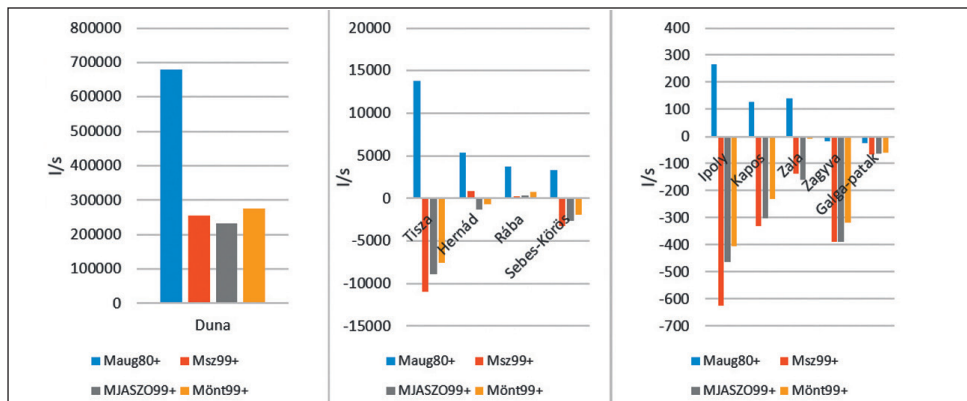


7. ábra. A vizsgált vízfolyások különböző statisztikai módszerekkel számított vízmérleg-eredményei, jelen

*Forrás: a szerző szerkesztése*

A fentiekben részletezett módszerrel becslést, aktuális vízmérlegek esetében az augusztusi 80%-os tartósságú értékek minden vízfolyásnál pozitívrá adódtak. A különböző 99%-os tartósságú, tehát szinte biztosan rendelkezésre álló készletek figyelembevételkor már szélsőséges eredményeket kaptam. A Dunát nem figyelembe véve jellemzően a nyugat-magyarországi vízfolyásoknál (Rába, Zala) látszanak ekkor pozitív vízmérlegek, az Ipolyon és a Zagyván viszont, főként a szeptemberi 99%-os tartósság esetén meglehetősen negatív eredményeket kaptam.

A vízmérleg kiszámítása után kapott, az öntözési fejlesztések elvégzése után becslést eredményeket a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra. A vizsgált vízfolyások különböző statisztikai módszerekkel számított vízmérleg-eredményei, jövő

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Az öntözési fejlesztések jövőbeli megvalósulása esetén keletkező vízigényekből becsült mérlegek alapján a Dunán rendelkezésre álló vízkészletek arányaiban továbbra sem változnak jelentősen, viszont a többi vízfolyáson – a Rába és a Hernád kivételével – csak negatív értékeket kaptam. Fontos eredmény még, hogy a kisebb vízfolyásokon az augusztusi 80%-os tartósságú készletekből számolt vízmérlegek is a negatív tartományban mozognak.

Az nem váratlan a mérlegeredmények alapján, hogy minél hosszabb időszakot vizsgálunk, jellemzően annál magasabb a nagyobb biztonsággal rendelkezésre álló készlet, viszont jelentős eltérések vannak az augusztusi 80%-os és a különböző 99%-os tartósságú készletekkel számított eredmények között.

Ha a konkrét értékeket is figyelembe vesszük, sokszor több száz l/s készlet hiányt kapunk, tehát a fejlesztések alapján várható jövőbeli vízigények nem lesznek kielégíthetők felszíni vizekből, a Duna vízkészletének szélesebb körű felhasználása nélkül.

## 6. Összegzés, következtetések

Vízmérlegek készítésével az 1950-es évek óta foglalkozik a vízügyi ágazat. Míg vízmérlegekre korábban jellemzően kerettervek készítéséhez volt szükség, ezzel szemben manapság egyre fontosabb cél vízkészleteink pontos ismerete.<sup>27</sup> A cikkben részletezett számítások elvégzése során igyekeztem az utóbbi évek vízrajzi adatai alapján szinte biztosan (99%-os tartóssággal) rendelkezésre álló felszíni vízkészleteket figyelembe venni különböző típusú vízfolyásokon, hogy realisabb képet kapjak a felhasználható hazai készletekről.

A számítások fontos eredményének tartom, hogy a kisebb vízfolyásoknál akár tizedakkora készletekkel kell számolni az igények kielégítésének biztosabb becsléséhez, ami azt mutatja,

<sup>27</sup> Lásd Márton (2019): i. m.



hogyan amennyiben továbbra is az augusztusi 80%-os tartósságú vízhozamokat kell használnunk, például a vízjogi engedélyezési eljárások során, úgy több korlátozásra lesz szükség a jövőben, ugyanis az augusztusi 80%-os tartósságú vízhozamok számításával túlbecsülhetők a rendelkezésre álló vízkészletek. Ilyen korlátozások lehetnek például természetes lefolyással rendelkező víztesteken az aktuális vízállásokhoz (vízhozamhoz) kötött vízkivételi korlátozások vagy mesterséges, befolyásolt vízjárású víztesteken az öntözési szolgáltatás szüneteltetése.

A vizsgált adatok közül megfontolandónak tartom – főként a kevésbé szélsőséges vízjárású, nagyobb vízgyűjtővel rendelkező vízfolyások esetében (a vizsgáltak közül: Duna, Hernád, Zala, Rába) – öntözési időszakonként meghatározni a mértékadó készleteket. Ez egyrészt nem jelentene túl nagy szigorítást (általában 60–80%-a az augusztusi 80%-os tartósságú értékeknek), másrészt az öntözés biztosabban tervezhető lenne egyes területeken. Az ilyen jellegű vízfolyások földrajzi jellemzői alapján megállapítható, hogy szorosabb kapcsolatban vannak a felszín alatti vizekkel is.

Az eredmények szélsőségei miatt fontos kategorizálni a különböző hazai vízfolyásokat földrajzi és hidrológiai jellemzőik alapján, ugyanis látható, hogy nem lehet ugyanazt a metódikát használni például a szélsőségesebb vízjárású, antropogén hatásoktól erősen függő Sebes-Körös és Zagyva, vagy a jelentősen nagyobb vízgyűjtővel és rendelkezésre álló készlettel rendelkező Duna esetében.

A másik fontos eredmény, hogy az öntözött területek háromszorosára növelésével keletkező vízigény vélhetően nem lesz kielégíthető kizárólag felszíni vizek felhasználásával. Így ha megvalósulnak a fejlesztések, új öntözött területek létesítésekor minden bizonnyal fontos szerepet fognak kapni a vízbeszerzési tervek, ugyanis előfordulhatnak az országban olyan területek, ahol sem felszíni, sem felszín alatti vizek nem fognak adott pillanatban rendelkezésre állni egyéb műszaki megoldások (például tározás) nélkül.

Annak ellenére, hogy az elmúlt évek során voltak erre vonatkozó törekvések,<sup>28</sup> az eredmények tükrében javaslom olyan további országos tervek elkészítését, amelyekben pontosan le vannak határolva azok a területek, ahol felszíni vagy felszín alatti vízből műszakilag és készlet szempontjából biztosítható öntözési vízellátás.

## Felhasznált irodalom

- Dövényi Zoltán: *Magyarország kistájainak katasztere*. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 2010.
- Kolossváry Gábor: *Magyarország öntözési stratégiája, az öntözésfejlesztés aktualitásai. Agroforum*, 2019. május 1. Online: <https://agroforum.hu/lapszam-cikk/magyarorszag-ontozesi-strategia-ja-az-ontozesfejlesztes-aktualitasai/>
- Kontur István – Koris Kálmán – Winter János: *Hidrológiai számítások*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1993. Online: [https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizugyiKonyvek\\_121/?pg=0&layout=s](https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizugyiKonyvek_121/?pg=0&layout=s)

<sup>28</sup> Smaragd-GSH Kft.: *Öntözésre rendelkezésre álló vízkészletek, valamint az öntözhető területek meghatározása érdekében 2017 márciusában készített vízkészletgazdálkodási térségi terv és stratégiai környezeti vizsgálat eredményeinek felülvizsgálata*. Budapest, 2019.

- Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 2–14 Sebes-Körös vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Gyula, 2020. Online: <http://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/reszvizgyujto-alegyseg/jvk3-elfogadott/>
- Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 1–8 Ipoly vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*, Budapest, 2020. Online: <http://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/reszvizgyujto-alegyseg/jvk3-elfogadott/>
- Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 1–12 Kapos vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Székesfehérvár, 2020. Online: <http://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/reszvizgyujto-alegyseg/jvk3-elfogadott/>
- Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 2–10 Zagyva vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Szolnok, 2020. Online: <http://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/reszvizgyujto-alegyseg/jvk3-elfogadott/>
- Liebe Pál: *Magyarország vízkészleteinek állapotértékelése*. Budapest, 1994. Online: [https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizugyiKonyvek\\_MagyarországVizkiszletenekAllapotertekelese/?pg=0&layout=s](https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizugyiKonyvek_MagyarországVizkiszletenekAllapotertekelese/?pg=0&layout=s)
- Márton Attila: A hazai vízkészlet-gazdálkodási gyakorlat változásainak bemutatása a 20. századtól. *Hadmérnök*, 14. (2019), 3. 65–74. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2019.3.6>
- Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős Vízgazdálkodási Kérdések, 1–3 Rába vízgyűjtő-gazdálkodási tervezési alegység*. Szombathely, 2020. Online: <http://vizeink.hu/vizgyujto-gazdalkodasi-terv-2019-2021/jelentos-vizgazdalkodasi-kerdesek-jvk/reszvizgyujto-alegyseg/jvk3-elfogadott/>
- Országos Vízügyi Főigazgatóság: *Vízrajzi adatok* (2013. november 15.). Online: [www.ovf.hu/hu/vizrajzi-adatok](http://www.ovf.hu/hu/vizrajzi-adatok)
- Országos Vízügyi Főigazgatóság: *A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv. 6–4. melléklet*. Budapest, 2015. Online: [www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=149](http://www.vizugy.hu/index.php?module=vizstrat&programelemid=149)
- Smaragd-GSH Kft.: *Öntözésre rendelkezésre álló vízkészletek, valamint az öntözhető területek meghatározása érdekében 2017 márciusában készített vízkészletgazdálkodási térségi terv és stratégiai környezeti vizsgálat eredményeinek felülvizsgálata*. Budapest, 2019.
- Szalay Miklós: *A felszíni vizek mennyiségi jellemzése: kisvízi készlet*. Budapest, ÖKO Zrt., 2009.
- Varga György (szerk.): Vizek. In Kocsis Károly (főszerk.): *Magyarország nemzeti atlasza: természeti környezet*. Budapest, MTA Földrajztudományi Intézet, 2018. 70–81. Online: [www.nemzetiatlasz.hu/MNA/MNA\\_2\\_6.pdf](http://www.nemzetiatlasz.hu/MNA/MNA_2_6.pdf)
- Vízgazdálkodási Intézet: *Országos Vízgazdálkodási Keretterv*. Budapest, Országos Vízügyi Hivatal, 1984. Online: [https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizgazdKeretterv\\_14/?pg=0&layout=s](https://library.hungaricana.hu/hu/view/VizgazdKeretterv_14/?pg=0&layout=s)

## Jogi források

- 2/1997. (II. 18.) KHVM rendelet a mezőgazdasági vízszolgáltató művek üzemeltetéséről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99700002.khv>
- 30/2008. (XII. 31.) KvVM rendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó műszaki szabályokról. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800030.kvv>
- 1744/2017. (X. 17.) Korm. határozat az Öntözésfejlesztési Stratégia megalkotásáról. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A17H1744.KOR&xtreferer=00000001.txt>



Harangozó Dóra<sup>1</sup>  – Harrach Dániel<sup>2</sup> 

# Zömítő tompahegesztéssel toldott betonacél szálak alkalmazhatóságának vizsgálata

## Analysis of Applicability of Upset Welded Ribbed Steel Bars for Concrete Reinforcement

*Rendeltetés, szerkezet, anyaghasználat és mobilitás szerint különféle létesítmények állnak a hadiipar szolgálatában. Jelen cikk a betonacél-erősítésű konstrukciókkal foglalkozik, amelyek például hidak, csarnokok, védő és kiszolgáló épületek szerkezetében fordulnak elő. Mivel a betonacél szálak hosszúsága gyártásilag – különösképp a nagyobb átmérőjűek esetében – korlátozott, illetve a gazdaságos felhasználás érdekében sok esetben szükséges az egyes szálak toldása, aminek lehetőségeit európai szabványok szabályozzák. Jelen kutatás célja a hazai viszonylatban még nem alkalmazott betonacél toldási módjának alkalmazási kockázatértékelése és az esetleges teherbírás-csökkenés okainak feltárása laboratóriumi vizsgálatokkal. Zömítő tompahegesztéssel toldott betonacél szálak keresztirányú szakítóvizsgálatát, illetve átfogó anyagvizsgálatát végeztük el a kötéstípus pontos tulajdonságainak meghatározása érdekében. Megállapítottuk, hogy a hegesztett szálak egytengelyű húzó igénybevétellel szembeni ellenállása átlagosan körülbelül 80%-a az alapanyagénak, illetve a hajlított tartó teherbírását is nagyjából ilyen mértékben befolyásolja a toldott szálak alkalmazása. A hagyományos metallográfiai vizsgálatok eredményei megfelelnek a vonatkozó szabványok előírásainak, így a vizsgált technológia a kockázati tényezők körülmekintő figyelembevételével alkalmazható az említett szerkezetekben.*

**Kulcsszavak:** betonacél, zömítő tompahegesztés, minőségbiztosítás, anyagvizsgálat

<sup>1</sup> Széchenyi István Egyetem Audi Hungaria Járóműmérnöki Kar Anyagtudományi és Technológiai Tanszék, tanársegéd, e-mail: [harangozo.dora@sze.hu](mailto:harangozo.dora@sze.hu)

<sup>2</sup> Széchenyi István Egyetem Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék, tanársegéd, e-mail: [harrach.daniel@sze.hu](mailto:harrach.daniel@sze.hu)

*Different establishments distinguished by function, structure, material usage or mobility are used in military industry. Constructions reinforced by steel bars are examined in this paper which are installed in the structure of bridges, halls or buildings. Because the length of the reinforcement steel is limited by the production technology – especially at the bigger diameters – and for economic reasons, extension of the bars is necessary in many cases which is regulated by European standards. Transversal tensile tests of reinforcement steel bars joint by upset welding were carried out in order to determine the accurate attributions of this joint type. The resistance against uniaxial tension of the welded bars were approximately 80% of the raw material and the load capacity of a bended structure is affected in a similar manner. Results of traditional metallurgical tests meet the requirements of the relevant standards, so this technology is applicable with prudent consideration of the risk factors.*

**Keywords:** reinforcement steel, upset welding, quality assurance, material testing

## 1. Bevezetés

A manapság rendkívül elterjedt, különböző igénybevételeknek kitett vasbeton olyan kompozit alapanyagú tartószerkezet, amelyben megvalósul a beton és a betonacél közös teherviselése. A beton a nyomó-, a betonacél a húzófeszültségeket veszi fel. Az első betonacélokra vonatkozó szabályozás 1910-ben jelent meg, azóta a múlt század során különböző szabványokat dolgoztak ki, amelyek az elvárt szállítási és felhasználási feltételeket tartalmazzák. Természetesen az acélgyártás fejlődésével újabb gyártástechnológiák, illetve eljárások is megjelentek: például az 1950-es években az amerikai haditengerészet elkezdett galvanizált betonacél szálakat használni a Bermuda-területen történő hídépítés során.<sup>3</sup> Sok publikáció jelent meg, amelyek a különböző típusú betonacél szálak mechanikai tulajdonságait, bizonyos igénybevételekkel szembeni ellenállását, mikroszerkezetét tárgyalják.<sup>4</sup> Az acélbetétek gyártási hossza szükségessé teszi a vasbeton szerkezetek vasalásának toldását. Általánosságban azt lehet mondani, hogy a szokványos gyártási szálhosszúság 6,0 m a betonacél átmérőjétől függetlenül. Különleges igények esetén, az arra alkalmas gyártóüzemek 9,0–12,0 m hosszúságban is képesek betonacélokat gyártani.<sup>5</sup> Magasépítési és hídépítési vasbeton szerkezetek esetén ebből a gyártási hosszából azonban nem lehet kialakítani a megfelelő betonacél armatúrát. A 6 m szerkezeti hosszát meghaladó, vagy egyedi (nem csak húzott betonacélokat tartalmazó) vasbeton

<sup>3</sup> Susan Lane – Danielle Kleinhans: *FHWA LTBP Summary. National Changes in Bridge Practices for Reinforcing Bars*. Concrete Reinforcing Steel Institute and Chair – National Concrete Bridge Council, 2016.

<sup>4</sup> Dan Song et al.: Microstructure and deformation behavior of anovel steel rebar. Effect of the heterogeneous microstructure of soft ferrite and hard bainite. *Journal of Materials Research and Technology*, (2020), 12281–12292; Yukun Lv et al.: Microstructure evolution of 400 MPa class rebar produced by QST and VNM technology under the high strain and low cycle fatigue. *Construction and Building Materials*, 229. (2019), 116889; Dongming Yan et al.: Microstructural and mechanical characterization of the interface between concrete and chemically reactive enamel (CRE) coated rebar. *Construction and Building Materials*, (2020). 263; Jie Wei – Junhua Dong – Wei Ke: Corrosion resistant performance of a chemical quenched rebar in concrete. *Construction and Building Materials*, 25. (2011), 1243–1247.

<sup>5</sup> Taylan Altan – Ngaile Gracious – Shen Gangshu: *Cold and Hot Forging Fundamentals and Application*. Ohio State University, 2004.

szerkezetek esetén szükség lehet a betonacélok toldása. Az érvényes tervezési szabályozás az Eurocode-2 előírása<sup>6</sup> értelmében magasépítési vasbeton szerkezetek esetén egy keresztmetszetben az acélbetétek 1/4-ét – 1/3-át lehet toldani. A toldási előírások a hagyományos átlapolós toldásra vonatkoznak. Egy másik lehetőség a kohéziós kapcsolat létesítése az acélszálak között, ami hegesztéstechnológiákkal valósítható meg. Hővel, nyomással vagy mindkettővel létrehozott nagy szilárdságú, oldhatatlan, gyakorlatilag homogén kötéseket nevezünk hegesztésnek, amelynek során a munkadarabok között fémes (kohéziós) kapcsolat jön létre.<sup>7</sup> A hegeszthetőség az acélokra általánosan jellemző módon a szénttartalom függvénye, elsődlegesen ez, illetve az átmérő határozza meg, hogy hegeszthető-e a betonacél, és ha igen, igényel-e előmelegítést.<sup>8</sup> A hagyományos átlapolós toldásos eljárásához képest a zömítő tompahegesztésekkel egy-egy tartószerkezeti elemre vonatkozóan akár 3–5%-os betonacél alapanyag-mennyiség is megspórolható. Olyan területen (ilyen például a hadiipar is), ahol a nagy teherbírás mellett kiemelten fontos a gazdaságossági kérdés, elengedhetetlen az ilyen technológiák használata. Kutatási munkánk során a zömítő tompahegesztéssel toldott betonacélok anyagvizsgálatait fogjuk elvégezni, és értékeljük a vizsgálati eredményeket. Egy új – egyedi – technológia bevezetése előtt szükség van annak megismerésére, hogy alkalmazása rendelkezik-e valamilyen negatív tulajdonsággal. Értékelni kell a próbatestek viselkedését, valamint teoretikusan a szerkezeti kölcsönhatásokat is, ennek befejezése után van lehetőség áttérni a tényleges tartószerkezeti alkalmazásra. A cikkünk ennek a folyamatnak fontos részét képezi.

## 2. Megoldások a betonacél szálak meghosszabbítására

A modern építőipar igényeinek megfelelően a szerkezetek tervezésénél elődleges követelmény a gazdaságosság, ezért a tartószerkezeteket a biztonság és legkisebb keresztmetszet szempontjából optimalizálják. Vasbeton esetében ez azt jelenti, hogy kis szerkezeti szélességű/magasságú szerkezeteket kell tervezni. A méretezés során egy másik fontos szempont a betonacél rudak közötti megfelelő távolság biztosítása,<sup>9</sup> amit az (1) képlet szerint határozzunk meg:

$$a_{\min} = \max(\emptyset; 20 \text{ mm}; d_g + 5 \text{ mm}) \quad (1)$$

$a_{\min}$  – a betonacél rudak között minimálisan szabadon tartandó távolság [mm]

$\emptyset$  – betonacél átmérője [mm]

<sup>6</sup> MSZ EN 1992-1-1:2004/A1:2016 Eurocode 2: „Betonszerkezetek tervezése. 1–1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok”.

<sup>7</sup> Gunczer László: *Anyagismeret és gyártástechnológia – Hegesztések modul*. Szeged, Universitas-Szeged, 2009.

<sup>8</sup> Gillemot László: *Szerkezeti anyagok technológiája II. – Hegesztések*. Budapest, Tankönyvkiadó, 1965; Baránszky-Jób Imre: *Hegesztési kézikönyv*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1985; Ferenc Tancsics – Tamás Ibríks: Determining the optimum heating time of small sized test specimen made from weldable mild steel. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, 2020. 903.

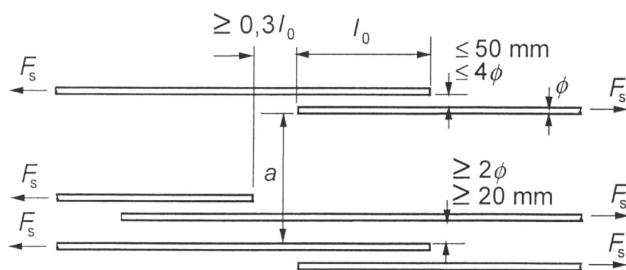
<sup>9</sup> Farkas György et al.: *Betonszerkezetek méretezése az Eurocode alapján. Közúti hidak, épületek*. Budapest, TERC, 2008.

$d_g$  – a beton adalékanyagának maximális szemcseátmérője [mm]

Ennek tekintetében belátható, hogy a túl sűrű háló elkerülése érdekében a tervező mérnöknek a betonacél szálak toldási lehetőségeit is figyelembe kell venni a megfelelő armatúra kialakításához.

## 2.1. Átlapolásos toldás

Az átlapolásos toldás esetén (1. ábra) nincs mechanikai kapcsolat a két toldott betonacél szál között, ezért biztosítani kell a megfelelő lehorgonyzási hossz betartását. Emiatt a toldási hossz értéke – betonacél-átmérőtől függően – akár 200 mm is lehet.<sup>10</sup> Az általában alkalmazott, a tervezett toldási hosszaknak megfelelő mértékű átfedéssel kialakított toldások esetén az acélbetéteket nem szabad összekötözni, mert az acélbetéteket a beton nem képes körülvenni, így nem látja el feladatát. A hagyományos átlapolásos toldás<sup>11</sup> esetén ez komoly betonacél-torlódást tud okozni, ahol nem öleli körbe megfelelő mennyiségű betonagy a betonacél rudakat.



1. ábra. Átlapolásos toldások kialakítása

Forrás: Deák et al. (2016): i. m. 14.

A gazdaságossági szempont és a statikailag meghatározott vashányad biztosítása azt okozza, hogy a betonban sűrűn helyezkednek el a betonacél rudak.

## 2.2. Kötőelemes toldások

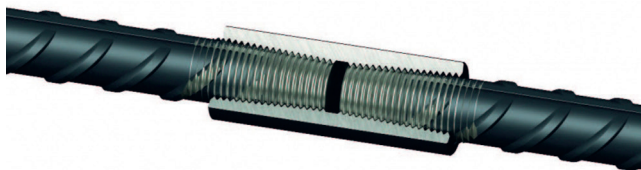
A 12–40 mm-es átmérővel hazánkban is gyártott menetbordás acélok toldását belső menetű csőhüvelyek felhasználásával is meg lehet oldani, ahol a menetbordára illeszkedő szárnyas csavarokkal feszítik össze a zsaluhéjakat. Az eljárással a menetbordás betonacélokon kívül összekapcsolhatók sima betonacélok és pászmák is, valamint egy menetes végű és egy rovátkolt acél, vagy betonacélok átfedéssel is. Sőt egyik oldalról két, a másik oldalról egy kapcsolódó betonacél, akár oldhatatlan akár – bordázott acélok esetében – oldható kötésekkel. A toldási módszer előnye, hogy üzemben és az építés helyszínén egyaránt alkalmazható, időjárásra

<sup>10</sup> Farkas et al. (2008): i. m. 7.

<sup>11</sup> Deák György et al.: *Vasbeton szerkezetek. Tervezés az Eurocode alapján*. Budapest, Arfitex, 2016.



érzéketlen, élőmunka igénye a hegesztésnek csak 1/5-e, használata néhány óra alatt betanítható (2. ábra).



2. ábra. TTS belső menetes betonacél toldóelem

Forrás: Ancon Building Products: [Menetes és menetmentes betonacéltoldó szerkezetek](#). Bauhaus, 2012.

## 2.3. Hegesztéses toldás

A 19. század vége óta használják a villamos ív energiáját hegesztési célokra, és még a századforduló előtt szabadalmaztatták a leolvadó elektródákat, illetve az ellenállás-hegesztés technológiáját is. Természetesen a világháborúk általános technológiai serkentő hatása a hegesztés fejlődését és széles körű elterjedését is eredményezte. Bővült a hegeszthető anyagfajták sora, különös tekintettel a könnyű-, színes- és különleges fémötvözetekre, ami az 1930-as években a semleges védőgázos, wolframelektrodás ívhegesztés kifejlesztését is előidézte. A tömeggyártás igénye a technológiák gépesítésének szükségességét is jelentette. Az autógyártásban és a repülőgépiparban az ellenállás- és a dörzshegesztés jutottak nagy szerephez. Betonacélok esetében a B.38.24, B.45.30 és B.50.36. anyagminőségek ívhegesztéssel is, míg a B.60.40-es minőség csak tompa ellenállás-hegesztéssel toldható. Ennél a típusú jelölésnél a „B” betű utáni első két számjegy az acél legkisebb húzószilárdságát, az utána következő két számjegy pedig a folyáshatárt jelöli, N/mm<sup>2</sup>-ben kifejezve, illetve a jelölésből a szelvényalakra is lehet következtetni. Emellett használatos még a Bxxx jelölés is, ahol a „B” betű utáni három számjegy az anyagtól elvárt folyáshatár N/mm<sup>2</sup>-ben.<sup>12</sup>

MSZ EN ISO 17660-1:2007 szabvány<sup>13</sup> a következő hegesztési eljárásokat határozza meg betonacélok esetén:

- tompahegesztés: bevont elektródás ívhegesztés, leolvasztó tompahegesztés, zömítő tompahegesztés, dörzshegesztés, sajtoló gázhegesztés;
- átlapolt kötés: önvédő porbeles huzalos ívhegesztés, ellenállás-ponthegesztés;
- keresztkötés: fogyóelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés (MAG-hegesztés), dudorhegesztés;
- egyéb kötések: fogyóelektrodás, aktív védőgázos ívhegesztés porbeles huzalelektrodával, dörzshegesztés.

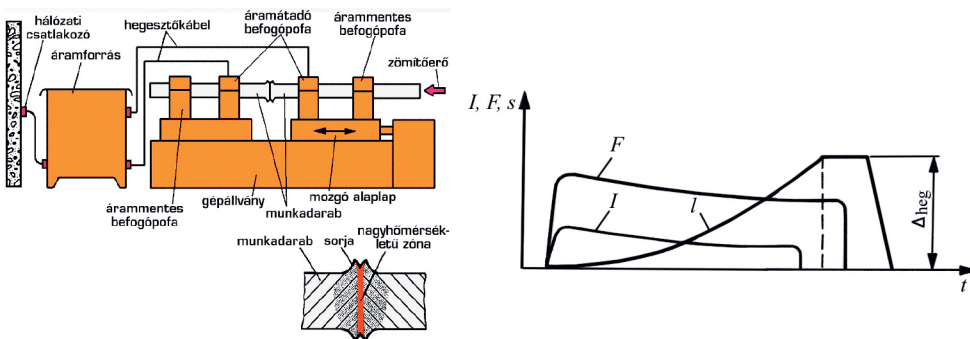
<sup>12</sup> Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium: *Különleges feltételek a közúti hidak betonacél hegesztésére*. Budapest, 1967.

<sup>13</sup> MSZ EN ISO 17660-1:2007 „Hegesztés. Betonacélok hegesztése. 1. rész: Teherhordó hegesztett kötések”.

A zömítő tompahegesztés hozaganyag nélkül, nyomás alatt végzett sajtolóhegesztés. Ezt a hegesztési módot általában rúd- vagy csőszerű anyagok esetében alkalmazzák, amelyeknél az érintkezésbe kerülő homlokl felületük mentén, áramátvezetés révén felhevítik, majd tengelyirányú erőhatással zömítik.<sup>14</sup> A 3.a ábra szerinti elrendezésben a munkadarabok a befogópofákon keresztül a hegesztőtranszformátor szekunder kapcsaihoz csatlakoznak, amelyek közül az egyik rögzített, a másik elmozdítható. A fejlődő hő és az erőhatás együttesen nagyfokú képlékenyalakítást hoz létre, ami megteremti a kohéziós kapcsolatot a két anyag között. Fontos a megfelelően nagy alakítási mérték, illetve az érintkező felületek szolidusz feletti hőmérsékletének biztosítása, hogy a felületeken lévő vagy a hevítés során keletkező szennyeződések, oxidok a sorjába nyomódjanak. Nagy keresztmetszeteknél ez nem is mindig biztosítható.<sup>15</sup> A 3.b ábrán látható az eljárás munkarendje, ahol:

- $F$ : a munkadarabra ható nyomóerő;
- $I$ : az áramerősség;
- $l$ : a mozgó befogópofa elmozdulása;
- $t$ : az idő.

A lágyacélok hegesztéséhez szükséges áramsűrűség  $70\text{--}80\text{ A/mm}^2$ , az összeszorító nyomás  $0,5\text{--}2,0\text{ bar}$ , a zömítéshez szükséges nyomás  $1,5\text{--}3,0\text{ bar}$ , a helytelenül megválasztott áramerősség káros metallurgiai folyamatokhoz (szemcsedurulás) vezet, ami rontja a túlhevült övezet szívósságát. Az eljárás során végbemenő zömítés miatt a munkadarabokat ráhagyással kell terveznünk, amelynek mértéke  $\varnothing 4\text{--}10\text{ mm}$  esetén  $0,75\text{--}1,5\text{ mm}$ .<sup>16</sup>



3. ábra. A zömítő ellenálláshegesztés a) elvi ábrája, b) munkarendje

Forrás: Gáti (1995): i. m. 19–20.

<sup>14</sup> Bagyinszki Gyula – Czinege Imre: *Fémek gyártási eljárásai*. Győr, Széchenyi István Egyetem, 2006.

<sup>15</sup> Gáti József: *Hegesztési zsebkönyv*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1995.

<sup>16</sup> Gáti (1995): i. m. 8.

### 3. Hegesztett kötések minősége és vizsgálata

A hegesztett betonacél kötéseknek vizuális, radiográfiai, hajlító-, szakító-, fásasztó-, ütő- és csiszolatvizsgálatokra előírt követelményeknek kell megfelelniük. Ezekkel a vizsgálatokkal az alábbi, megengedhetetlen hibák jelenlétét kell kimutatni:

- illesztési hiba;
- felületre tört gázzárványok;
- keresztmetszethiány;
- szegélykiolvadás;
- repedések, salak- és gázzárványok.

Az acél- és alumíniumszerkezetek kivitelezését érintő műszaki minőségügyi kérdéseket az MSZ EN 1090-2:2018 szabvány<sup>17</sup> tartalmazza. A szabvány négy kiviteli osztályt különböztet meg (EXC1–EXC4), amelyekkel szemben támasztott követelmények az EXC4 osztály felé haladva emelkednek. Minden osztályhoz meghatározza a feltételeket, a dokumentációt, az előkészítést, a hegesztést, a tűréseket és az elvégzendő vizsgálatokat illetően.

#### 3.1. Kiviteli osztály meghatározása

Az építőipar szempontjából különösen fontos annak mérlegelése, hogy egy új technológia alkalmazásának milyen kockázata van (a már használatos eljárásokhoz képest). Egy új eljárás, építőanyag alkalmazása nem feltétlenül jelent biztonsági/teherbírási kockázatot, viszont ennek értékelése elengedhetetlen része a folyamatnak, még a beépítés megkezdése előtt, a tervezés szakaszában. A kiviteli osztály (a kockázati értékelés alapja) meghatározása négy lépésben történik, a következőkben részletezett módon.

##### 3.1.1. A kárkövetkezmény-osztályok (káreseti veszélyesség) meghatározása

Az MSZ EN 1090-2:2018 szabvány<sup>18</sup> a következő szempontok figyelembevételét írja elő a szerkezet(ek) káreseti veszélyességi kategóriájának meghatározásánál. Például egy irodaházban beépítésre kerülő betonacél a CC2-es veszélyességi kategóriába kerül. A CC1-től a CC3 kategória felé haladva egyre nagyobb mértékű az emberéltre gyakorolt hatás. Az 1. táblázat a szabvány szerinti kategorizálást tartalmazza.

<sup>17</sup> MSZ EN 1090-2:2018 „Acél- és alumíniumszerkezetek kivitelezése. 2. rész: Acélszerkezetek műszaki követelményei”.

<sup>18</sup> MSZ EN 1090-2:2018. i. m. 18.

1. táblázat. A kárkövetkezmény-osztályok (káreseti veszélyesség) meghatározása

Kárkövetkezmény-osztály	Jellemzők	Példák
CC1	Kis kár az emberéletben és kis vagy elhanyagolható gazdasági, szociális vagy környezeti következmények.	Rendszeres emberi jelenlét nélküli mezőgazdasági épületek (például tároló színek, növényházak).
CC2	Közepes mértékű kár az emberéletben és jelentős gazdasági, szociális vagy környezeti következmények.	Lakó- és irodaházak, közepes káreseményt jelentő középületek.
CC3	Nagymértékű kár az emberéletben és rendkívül jelentős gazdasági, szociális vagy környezeti következmények.	Lelátók, nagy kárkövetkezményt jelentő középületek (például koncerttermek).

*Forrás: MSZ EN 1090-2:2018. i. m. 18.*

### 3.1.2. Az igénybevételi kategóriák meghatározása

A szerkezet igénybevételét tekintve két kategória került elkülönítésre, amelyeket a 2. táblázat mutat be. A jellemzően statikus igénybevételekre méretezett elemek az SC1, míg a jelentős dinamikai hatásoknak kitett szerkezetek az SC2 kategóriába tartoznak.

2. táblázat. Az igénybevételi kategóriák meghatározása

Igénybevételi kategóriák	Jellemzők
SC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jellemzően nyugvó igénybevételre méretezett tartószerkezetek, alkatrészek (például épületek).</li> <li>Kis földrengés-veszélyességű országokban földrengésre méretezett kötésekkel rendelkező tartószerkezetek, alkatrészek.</li> </ul>
SC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Az EN 1993 szerint kifáradásra méretezett tartószerkezetek és alkatrészek (például közúti és vasúti hidak, daruk, szélterhelésnek kitett tartószerkezetek).</li> <li>Közepes vagy nagy földrengés-veszélyességű országokban földrengésre méretezett kötésekkel rendelkező tartószerkezetek, alkatrészek.</li> </ul>

*Forrás: MSZ EN 1090-2:2018. i. m. 18.*

### 3.1.3. A gyártással kapcsolatos veszélyek meghatározása

A szerkezeti elemek kialakítása, gyártási módja szerint további alkategóriák használatára van lehetőség (3. táblázat). Ennél az osztályozásba sorolásnál az acélananyag gyártása során kialakuló alakítási szilárdságot vesszük figyelembe.

3. táblázat. A gyártással kapcsolatos veszélyek meghatározása

Gyártási kategóriák	Jellemzők
PC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nem hegesztett alkatrészek, bármilyen acélminőségéből.</li> <li>Hegesztett alkatrészek, S355 alatti acélminőségéből.</li> </ul>
PC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hegesztett alkatrészek, S355 és afölötti acélminőségek.</li> <li>Az állékonyság szempontjából lényeges alkatrészek, amelyeket a helyszínen hegesztenek össze egymással.</li> <li>Melegen alakított vagy a gyártás során hőkezelt alkatrészek.</li> <li>Csővekből összeállított rácsos tartók, amelyek végkeresztmetszetein különleges vágások szükségesek.</li> </ul>

Forrás: MSZ EN 1090-2:2018. i. m. 18.

### 3.1.4. A kiviteli osztály meghatározása

Az előzőekben meghatározott következmény, igénybevételi és gyártási kategóriák alapján kerül meghatározásra a 4. táblázat szerint a kiviteli osztály. Az EXC1-től az EXC4 kategóriák felé haladva növekszik a kockázat. Az egyes csoportokra különböző szabályok vonatkoznak a kivitelezés/gyártás és a minőség-ellenőrzés során is.

4. táblázat. A kiviteli osztály meghatározása

Következményosztályok		CC1		CC2		CC3	
Igénybevételi kategóriák		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Gyártási kategóriák	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3a	EXC3a
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3a	EXC4
a) EXC4-et különleges vagy nagy kárkövetkezményekkel járó szerkezetek esetén kell alkalmazni, összhangban a nemzeti előírásokkal.							

Forrás: MSZ EN 1090-2:2018. i. m. 18.

## 4. Felhasznált anyagok és módszerek

Annak érdekében, hogy összehasonlíthatók legyenek a különböző betonacéltöltési technológiák, laboratóriumi körülmények között megvizsgáltuk a zömítő tompahegesztéssel készített próbatestek (4. ábra) főbb anyagtulajdonságait, illetve a kapcsolat teherbírását is. A hagyományos átlapolts töltés esetén nincs lehetőség a töltés teherbírásának vizsgálatára, hiszen ebben az esetben (a 2.1. fejezetben részletezettek szerint) nincs kapcsolat a két elem között.



4. ábra. A vizsgálati próbatest

*Forrás: a szerzők felvétele*

A vizsgált minta kémiai összetételét MSZ EN 10080:2005 „Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények” szabvány<sup>19</sup> az 5. táblázatban szereplő módon határozza meg.

5. táblázat. A vizsgált minta kémiai összetétele

elem [%]	C	P	S	Cu	N
<b>B500</b>	max. 0,22	max. 0,05	max. 0,05	max. 0,80	max. 0,012

*Forrás: MSZ EN 10080:2005. i. m. 31.*

#### 4.1. Szakítóvizsgálat

Az MSZ EN ISO 17660-1:2007<sup>20</sup> szabvány tartalmazza a betonacélok esetén alkalmazható hegesztési eljárásokat, illetve a releváns vizsgálati módszereket.

A hegesztőműhelytől készen kapott B500 anyagminőségű szálak végeit a varrattól 250-250 mm távolságban levágtuk. Zömítőhegesztésnél a kinyomódott sorját nem kell lemunkálni a vizsgálat előtt. ZD40 típusú szakítógéppel 400 kN mérés határral az MSZ EN ISO 6892-1:2020 „Fémek. Szakítóvizsgálat. 1. rész: Vizsgálat szobahőmérsékleten”<sup>21</sup> előírásai szerint végeztük a vizsgálatokat. Az eredményeket a 6. táblázat tartalmazza.

<sup>19</sup> MSZ EN 10080:2005 „Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények”.

<sup>20</sup> MSZ EN 10080:2005. i. m. 15.

<sup>21</sup> MSZ EN ISO 6892-1:2020 „Fémek. Szakítóvizsgálat. 1. rész: Vizsgálat szobahőmérsékleten”.



6. táblázat. A szakítóvizsgálat mérési eredményei

A vizsgálat sorrendje		$F_m$ [kN]	$R_m$ [MPa]	Szakadás helye
Ø20	1	118	376	varratban
	2	167	532	varratban
	3	151	481	varratban
	4	152	484	varratban
$U^*$	51,3	163,3		
Ø25	1	242	493	varratban
	2	241	491	varratban
	3	228	464	varratban
	4	232	473	varratban
$U^*$	17,0	35,0		
Ø28	1	236	384	varratban
	2	248	403	varratban
	3	299	485	varratban
	4	333	541	varratban
$U^*$	112,2	181,5		
Ø32	1	287	357	varratban
	2	339	422	varratban
$U^*$	91,3	114,1		

\* Kiterjesztett mérési bizonytalanság az MSZ EN ISO 6892-1:2020 szabvány<sup>22</sup> szerinti „A” eljárással számítva, ismételt mérésekkel.

Forrás: a szerzők szerkesztése

A vizsgálat során elért maximális erőből számítottuk a hegesztett pálcák szakítószilárdságát, amihez az MSZ EN ISO 15630:2020: „Betonacél és feszítőacél. Vizsgálati módszerek. 1. rész: Betonacél rúd, pálcá és huzal” szabvány<sup>23</sup> előírásai szerint a betonacél rudak névleges átmérőjéből számított keresztmetszetet használtuk fel. A B500 anyagminőségű betonacél folyáshatára minimum 500 MPa, szakítószilárdsága minimum 550 MPa. A táblázat alapján látható, hogy a hegesztés gyengíti a szerkezeteket, mivel egyik hegesztett pálcá szakítószilárdsága sem éri el az alapanyag szakítószilárdságát. A szakadás minden esetben a varratban következett be, ami szintén arra utal, hogy az volt a próbatetek leggyengébb pontja. A mért eredmények átlaga 456 MPa lett, ami 17%-kal kevesebb, mint az alapanyagra előírt 550 MPa. A 32 mm átmérőjű próbatestből csak kettőt tudunk vizsgálni, a leggyengébb szál

<sup>22</sup> MSZ EN ISO 6892-1:2020. i. m. 24.

<sup>23</sup> MSZ EN ISO 15630-1:2020 „Betonacél és feszítőacél. Vizsgálati módszerek. 1. rész: Betonacél rúd, pálcá és huzal”.

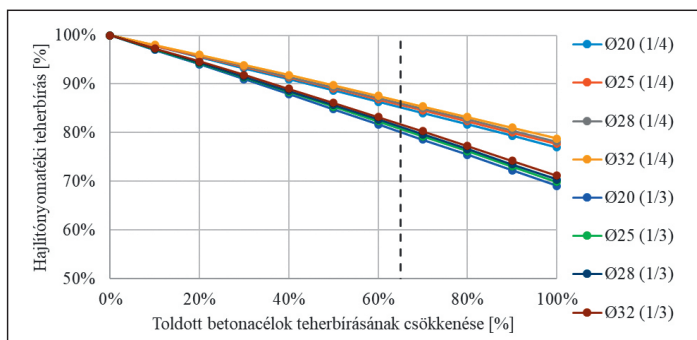
mégis a legvastagabbak között volt. Az ebben az esetben mért 357 MPa szakítószilárdság 65%-a az alapanyagénak.

## 4.2. A vizsgált zömítő tompahegesztéses toldás hatása a tartó teherbírására

Egy hajlított gerenda méretezésén keresztül megvizsgáltuk annak hatását, hogy a toldott betonacélok szilárdságcsökkenése hogyan befolyásolja a tartó teherbírását. A méretezés során az volt a fő szempont, hogy az Eurocode 2 előírásainak<sup>24</sup> megfelelően, olyan határhelyzetet ellenőrizzünk, amikor maximális kihasználtságon van a szerkezet. Ez esetünkben azt jelentette, hogy egysoros húzott vasalást terveztünk a tartóba, az egy keresztmetszetbe (a szerkesztési szabályoknak megfelelően) maximálisan elhelyezhető betonacélok mennyiségével.

A betonacélok toldására az Eurocode 2 azt írja elő, hogy egy keresztmetszetben toldható betonacélok mennyisége az alkalmazott betonacéloknak maximum harmada vagy negyede lehet kialakítástól függően, ezt a két határhelyzetet vizsgáltuk meg.

A szakítóvizsgálat alapján elmondható, hogy a toldott betonacélnak csökken a szilárdsága a toldási keresztmetszetben. Ezt a szilárdságcsökkenést százalékos értékben kifejezve meghatároztuk egy 60x90 cm keresztmetszetű, C25/30 minőségű hajlító igénybevételek kített vasbeton gerendán keresztül, a korábban vizsgált Ø20, Ø25, Ø28, Ø32 -es betonacél átmérők alkalmazásával. Az 5. ábra azt mutatja be, hogy amennyiben a toldott keresztmetszetben alkalmazott betonacéloknak csökken a feszültség, milyen mértékben csökken a tartó hajlítónyomatéki ellenállása. A diagramban Ø28 (1/4) jelölés azt jelenti, hogy 28 mm átmérőjű betonacélokkal számoltunk, és az egy keresztmetszetben toldott betonacélok mennyisége a teljes húzott vasalás egynegyede.



5. ábra. A keresztmetszet teherbírásának változása a toldott betonacélok szilárdságcsökkenésének függvényében

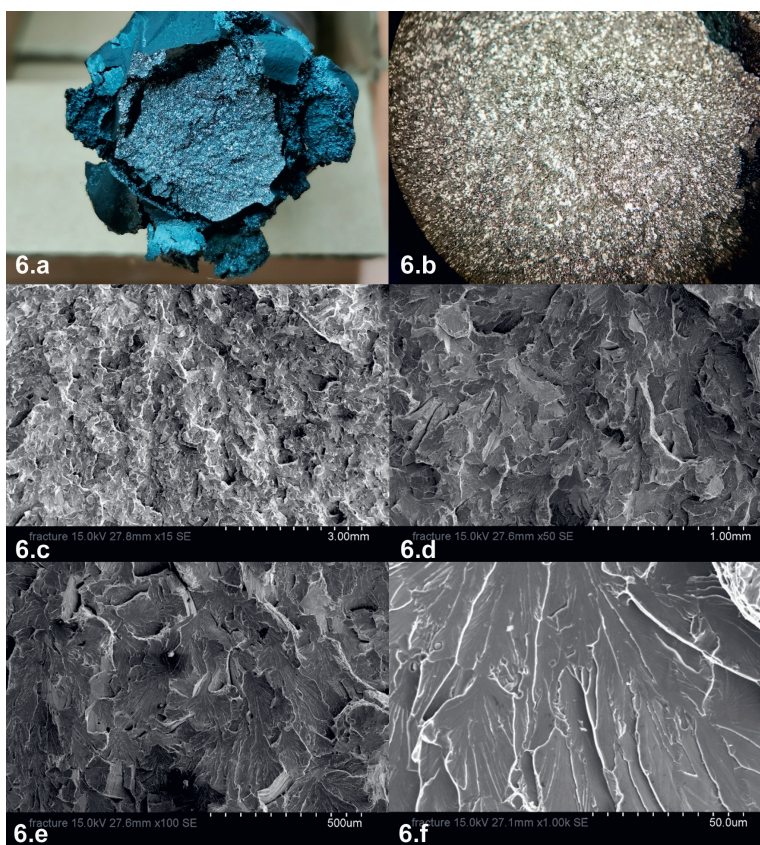
*Forrás: a szerzők szerkesztése*

Az ábrán látható, hogy a vizsgált zömített toldások alkalmazása a teljes tartó teherbírását 1/4 toldási mennyiség esetén körülbelül 85%-ra, 1/3 toldási mennyiség esetén 80%-ra csökkentette.

<sup>24</sup> MSZ EN ISO 15630-1:2020. i. m. 7.

### 4.3. Szakító próbatetek töretvizsgálata

Az előzőekben leírt módon elszakított hegesztett próbatetek töretfelületét vizsgáltuk. Az 6.a–b. ábrán szereplő felvételek fényképezőgéppel, míg a 6.c–f. felvételek Hitachi S-3400N típusú pásztázó elektronmikroszkóppal készültek a Ø25/2 sorszámú próbatestről. A többi próbatest törete is hasonló volt, de a nagyobb keresztmetszeteknél nagy zárványok fordultak elő, a 2.3. fejezetben leírt technológiából adódó problémák miatt. A képeken látható, hogy a kinyomódott sorja a vizsgálat során elkezdett leválni a betonacél rúdról. Maga a szál pedig kontrakció nélküli, rideg törést szenvedett, aminek eredménye a hasadásos – interkristallin töret. 1000-szeres nagyításban jól láthatók a hasadásos felületek, amelyek szintkülönbségének mértékéből lehet következtetni a hasadás terjedésére, ugyanis a hasadás későbbi szakaszaira nagyobb emelkedés jellemző.<sup>25</sup>



6. ábra. Szakító próbatest töretfelülete

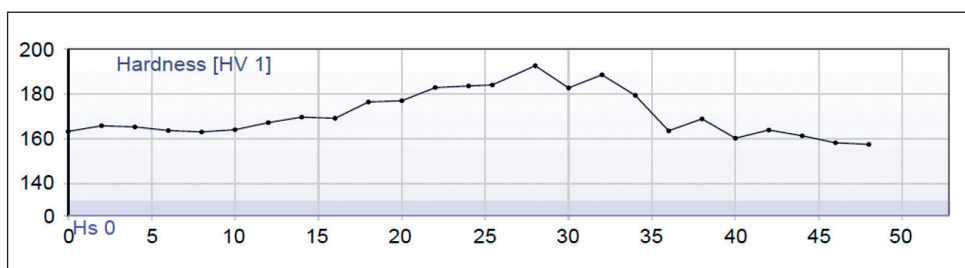
*Forrás: a szerzők felvételei*

<sup>25</sup> American Society for Metals: *ASM Handbook*. Volume 9. Fractography and Atlas of Fractographs. Ohio, Metals Park, 1987.

#### 4.4. Keménységmérés

A polírozott hosszmetseten MSZ EN ISO 6507-1:2018 „Fémek. Vickers-keménységmérés. 1. rész: Mérési eljárás” szabvány<sup>26</sup> előírásai szerint HV1 módszerrel mértük a minta keménységét. A varrat közepétől 25–25 mm-es távolságban, egymástól 2 mm-re képeztünk lenyomatokat. Az eredményeket a 7. ábra tartalmazza.

MSZ EN ISO 15614-1:2017 „Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és lánghegesztése, valamint nikkell és ötvözetek ivhegesztése”<sup>27</sup> szerint az 1 vagy 2 anyagcsoportba tartozó anyagok hegesztése esetén a mért keménységértékek nem haladhatják meg a 320 HV-t, ezt a követelményt maradéktalanul teljesíti a vizsgált varrat.



7. ábra. A próbatest hosszmetsetében mért keménység változása

Forrás: a szerzők szerkesztése

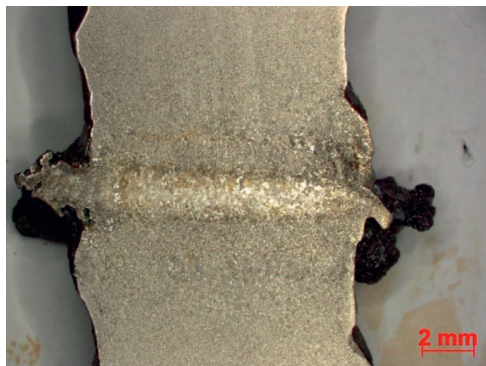
#### 4.5. Mikroszkópos vizsgálatok

A keménységméréshez előkészített mintadarabot 6% nitállal (salétromsav alkoholos oldata) történő maratásnak vetettük alá a mikroszkópos vizsgálatokhoz. A makrofelvételeket (8–10. ábra) Zeiss Stereo Discovery V20 sztereomikroszkóppal készítettük, a szövetszerkezeti vizsgálatokat (11–13. ábra) Zeiss Axiolmager M1 optikai mikroszkóppal végeztük. A hegesztési hő hatására végbemenő allotróp átalakulás következtében megváltozik az acél kristályszerkezete. A varratban, illetve a hőhatásövezetben jelentős szemcsedurulás figyelhető meg, körülbelül 10 mm széles területen. Az alapszövet ferrit-perlites szerkezetű, az újrakristályosodási zónában ferrit, perlit és bainit figyelhető meg, a varratközép viszont a ferrithálóban durva tűs martenzitet tartalmaz, amely a kontrakció nélküli, rideg törést okozza a szakítóvizsgálat során.

<sup>26</sup> MSZ EN ISO 6507-1:2018 „Fémek. Vickers-keménységmérés. 1. rész: Mérési eljárás”.

<sup>27</sup> MSZ EN ISO 15614-1:2017 „Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és lánghegesztése, valamint nikkell és ötvözetek ivhegesztése”.

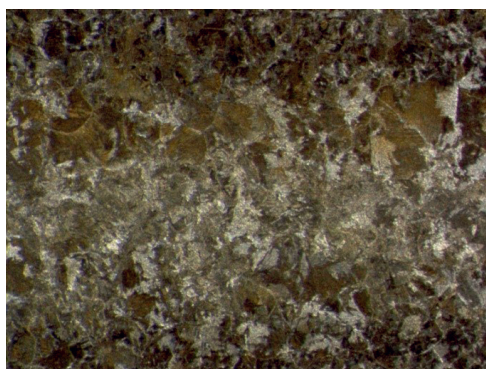




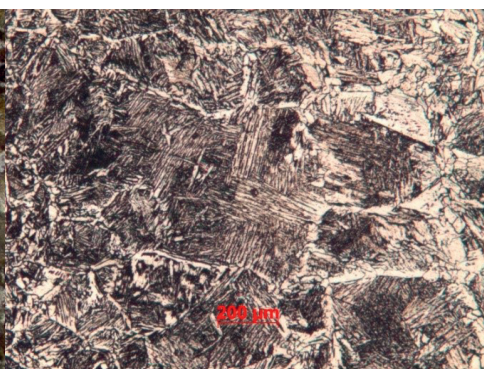
8. ábra. Sztereomikroszkópos felvétel a makrociszolatról



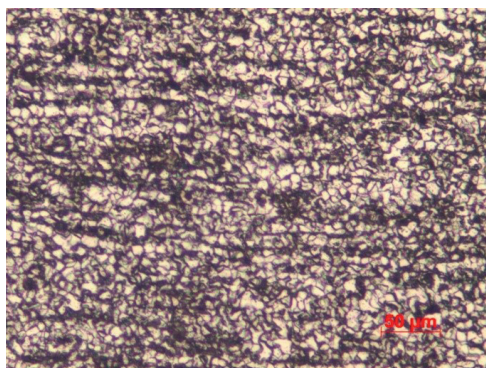
9. ábra. A varrat és a hőhatásövezet sztereomikroszkópos felvétele



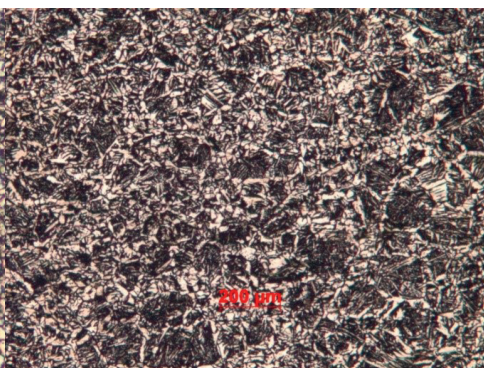
10. ábra. A varratközép sztereomikroszkópos felvétele



11. ábra. Varratközép mikroszkópos képe 50-szeres nagyításban



12. ábra. Alapszövet mikroszkópos képe 200-szoros nagyításban



13. ábra. Újrakristályosodási zóna mikroszkópos képe 200-szoros nagyításban

Forrás: a szerzők felvételei

## 5. Összefoglalás, következtetések

Az ellenállás-tompahegesztéssel toldott betonacél szálak felhasználása az építőiparban még nem bevett gyakorlat. Az általunk vizsgált kisszámú minta alapján nem lehet kijelenteni, hogy ez a technológia alkalmas a nagyüzemi építkezések esetén is, viszont ha megfelelő körülményekkel veszik figyelembe annak kockázatát, hogy a toldott kapcsolat esetén csökken a keresztmetszet teherbírása, akkor csökkenthető az építés során felhasznált betonacél mennyisége. A technológia további vizsgálatára, például hajlítóvizsgálatra és nagyobb számú próbatest kiértékelésére van szükség. A kockázati tényezők meghatározási módját az európai szabványok tartalmazzák. Megállapítottuk, hogy a hegesztett szálak egytengelyű húzó igénybevétellel szembeni ellenállása átlagosan körülbelül 80%-a az alapanyagénak, illetve a hajlított tartó teherbírását is nagyjából ilyen mértékben befolyásolja a toldott szálak alkalmazása. A hagyományos metallográfiai vizsgálatok eredményei megfelelnek a vonatkozó szabványok előírásainak, így a vizsgált technológia a kockázati tényezők körültekintő figyelembevételével alkalmazható a vasbeton szerkezetekben.

## Felhasznált irodalom

- American Society for Metals: *ASM Handbook*. Volume 9. Fractography and Atlas of Fractographs. Ohio, Metals Park, 1987.
- Altan, Taylan – Ngaile Gracious – Shen Gangshu: *Cold and Hot Forging Fundamentals and Application*. Ohio State University, 2004. Online: <https://doi.org/10.31399/asm.tb.chffa.9781627083003>
- Bagyinszki Gyula – Czinege Imre: *Fémek gyártási eljárásai*. Győr, Széchenyi István Egyetem, 2006.
- Baránszky-Jób Imre: *Hegesztési kézikönyv*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1985.
- Deák György – Draskóczy András – Dulácska Endre – Kollár László – Visnovitz György: *Vasbeton szerkezetek. Tervezés az Eurocode alapján*. Budapest, Arfitex, 2016.
- Farkas György – Huszár Zsolt – Kovács Tamás – Szalai Kálmán: *Betonszerkezetek méretezése az Eurocode alapján. Közúti hidak, épületek*. Budapest, TERC, 2008.
- Gáti József: *Hegesztési zsebkönyv*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1995.
- Gillemot László: *Szerkezeti anyagok technológiája II. – Hegesztések*. Budapest, Tankönyvkiadó, 1965.
- Gunczer László: *Anyagismeret és gyártástechnológia – Hegesztések modul*. Szeged, Universitas-Szeged, 2009.
- Lane, Susan – Danielle Kleinhaus: *FHWA LTBP Summary. National Changes in Bridge Practices for Reinforcing Bars*. Concrete Reinforcing Steel Institute and Chair – National Concrete Bridge Council, 2016.
- Lv, Yukun – Xuerou Zhao – Tuo Shi – Li Bai – XiuLan Liu – Jian Chen: Microstructure evolution of 400 MPa class rebar produced by QST and VNM technology under the high strain and low cycle fatigue. *Construction and Building Materials*, 229. (2019), 116889. Online: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116889>
- Song, Dan – Guowei Wang – Falin Yang – Huande Chen – Ningning Liang – Han Ma – Jinghua Jiang – Xiaolong Ma: Microstructure and deformation behavior of a novel steel rebar. Effect of the heterogeneous microstructure of soft ferrite and hard bainite. *Journal of Materials Research and Technology*, (2020), 12281–12292. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.08.085>

- Tancsics, Ferenc – Tamás Ibricsz: Determining the optimum heating time of small sized test specimen made from weldable mild steel. *Iop Conference Series. Materials Science and Engineering*, 2020. Online: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/903/1/012033>
- Wei, Jie – Junhua Dong – Wei Ke: Corrosion resistant performance of a chemical quenched rebar in concrete. *Construction and Building Materials*, 25. (2011), 1243–1247. Online: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.09.029>
- Yan, Dongming – Hao Qian – Zhenwen Xu – Shikun Chen – Genda Chen: Microstructural and mechanical characterization of the interface between concrete and chemically reactive enamel (CRE) coated rebar. *Construction and Building Materials*, (2020). Online: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120676>

## Előírások, szabványok

- Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium: *Különleges feltételek a közúti hidak betonacél hegesztésére*. Budapest, 1967.
- MSZ EN 1992-1-1:2004/A1:2016 Eurocode 2: „Beton szerkezetek tervezése. 1–1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok”
- MSZ EN 10080:2005 „Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények”
- MSZ EN ISO 17660-1:2007 „Hegesztés. Betonacélok hegesztése. 1. rész: Teherhordó hegesztett kötések”
- MSZ EN ISO 15614-1:2017 „Fémek hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának minősítése. A hegesztéstechnológia vizsgálata. 1. rész: Acélok ív- és lánghegesztése, valamint nikkell és ötvözetek ivhegesztése”
- MSZ EN 1090-2:2018 „Acél- és alumínium szerkezetek kivitelezése. 2. rész: Acélszerkezetek műszaki követelményei”
- MSZ EN ISO 6507-1:2018 „Fémek. Vickers-keménységmérés. 1. rész: Mérési eljárás”
- MSZ EN ISO 6892-1:2020 „Fémek. Szakitóvizsgálat. 1. rész: Vizsgálat szobahőmérsékleten”
- MSZ EN ISO 15630-1:2020 „Betonacél és feszítőacél. Vizsgálati módszerek. 1. rész: Betonacél rúd, pálcá és huzal”

## Internetes forrás

<https://bau-haus.hu/megjelenites/393ktR2kU8C5VyLLGbetonacelto-prslDOSzerkezF87lqSwwU>





Győző-Molnár Árpád<sup>1</sup> 

# Kritikusinfrastruktúra-védelmi bevetési egységek a katasztrófavédelem alkalmazásában

## Critical Infrastructure Protection Units in the Application of Disaster Management

*A Belügyminisztériumhoz tartozó Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság folyamatosan fejleszti az eszközparkját, azonban a közelmúltig hiányzott egy kifejezetten vezetési pontként alkalmazható jármű, amely gyorsan telepíthető és könnyen kezelhető, illetve képes a döntés-előkészítési tevékenység híradó- és informatikai hátterének önálló biztosítására. Ezt a hiányt orvosolta a kritikusinfrastruktúra-védelmi bevetési egységek 2018/2019-es rendszerbe állítása. Bár az egység elsősorban a kritikusinfrastruktúra-védelmi feladatok ellátásra került a rendszerbe, felszereltségének köszönhetően mégis jól alkalmazható bármely olyan katasztrófavédelmi beavatkozásnál, amelynél gyorsan telepíthető vezetési pontra van szükség. Jelen munka célja a jármű bemutatása és a rendszeresítés óta eltelt alkalmazási tapasztalatok összegzése.*

**Kulcsszavak:** mobil vezetési pont, információgyűjtés, katasztrófavédelem, kritikus infrastruktúra

*The National Directorate General for Disaster Management (Ministry of the Interior) is constantly developing its fleet of devices; however, there has so far been a lack of a dedicated control and command point vehicle, which is quick to install and easy to operate, as well as able to provide independently the communication and IT background of decision-making processes. This deficiency has been solved by the deployment of Critical Infrastructure Protection Units in 2018–2019. The unit – despite being primarily equipped for critical infrastructure protection tasks – is well-equipped for use in any disaster management intervention that requires a quick deployment of a control*

---

<sup>1</sup> Békés Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Orosházi Katasztrófavédelmi Kirendeltség, polgári védelmi felügyelő, e-mail: [arpad.gyozo@katved.gov.hu](mailto:arpad.gyozo@katved.gov.hu)

and command point. The aim of the present work is to present the vehicle and to summarise the application experience since its deployment.

**Keywords:** mobile command point, information gathering, disaster management, critical infrastructure

## 1. Bevezető

A 21. században, az informatikai rendszerek széles körű alkalmazása, a rendkívüli mértékben felgyorsult információáramlás és -igény korában egyértelműen felértékelődött a pontos és lehetőleg valós idejű információszerezés szerepe. Különösen igaz ez a rendvédelmi szervekre, illetve a haderőre, ahol a parancsnokok, a különböző szintű vezetők és vezető szervek hatékony, valamint eredményes döntéselőkészítési-döntéshozatali mechanizmus, ezáltal az alárendeltek vezetésének alappillére a hiteles, megbízható, védett és valós idejű információk rendelkezésre állása.<sup>2</sup> Katasztrófavédelmi szempontból kiemelt jelentőségű ez napjaink gyakori veszélyforrása, a természeti eredetű extremitás megtörténtehez kapcsolódó károk következményeinek felszámolása során. A rendkívüli időjárási jelenségek, közös ismertetőjegye a nehéz prognosztizálhatóság, illetve a váratlan bekövetkezés, a gyors lefolyás és a nagy pusztítás, amelyek a kritikus infrastruktúra elemeit különböző mértékben károsítják vagy akár rövidebb-hosszabb időre megbénítják.<sup>3</sup> A hazai kritikusinfrastruktúra-védelmi szabályozás által érintett szektorok: az energetika, a közlekedés, a hírközlés és az infokommunikációs infrastruktúra, a vízi közművek és a hidrológiai létesítmények, az egészségügy, az élelmiszer-előállítás és -ellátás, a kormányzat és a közigazgatás.<sup>4</sup> A felsorolt elemeket károsító rendkívüli helyzetekben a reagálás, a szervezeten belüli és kívüli információáramlás biztosítása nem valósulhat meg a helyszínen is jelen lévő, a műveleteket irányító/támogató vezetési elem, azaz vezetési pont és az annak bázisán működő operatív munkaszerv alkalmazása nélkül. Azonban a bekövetkezett események jellegére tekintettel jelentős idővesztéséget jelenthet egy állandó vezetési pont kiépítése, telepítése, amit hatékonyan valósítanak meg a mobil vezetési pontok (MVP-k). A telepíthetőségen felül az MVP-k mobilitásuknak köszönhetően képesek az események dinamikus követésére, a gyors helyváltoztatásra, valamint szükség szerint akár az önálló felderítésre is. Az MVP-k másik fő ismérve a mobilitáson túl, hogy rendelkeznek mindazon informatikai, technikai és hírközlő eszközökkel, amelyekkel a működést önállóan megkezdhetik.

Az MVP-k katasztrófavédelmi alkalmazására számos nemzetközi példa szolgál alapul. Figyelemmel jelen cikk terjedelmére a teljesség igénye nélkül csak néhányat sorolunk fel: ilyenek a német Bundesanstalt Technisches Hilfswerk,<sup>5</sup> illetve az Amerikai Egyesült Államokban

<sup>2</sup> Jobbágy Szabolcs: Híradás, hírendszer, vezetés. Irányításrendszer-fogalmi kitekintő. *Hadmérnök*, 5. (2010), 1. 247–256.

<sup>3</sup> EASAC 22. sz. szakpolitikai jelentés. *Szélsőséges időjárási jelenségek Európában és hatásuk a nemzeti, valamint az uniós alkalmazkodási stratégiákra*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 2014.

<sup>4</sup> Kátai-Urbán Lajos (szerk.): *Iparbiztonságtan I. Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati és Tankönyvkiadó, 2013.

<sup>5</sup> Lásd: [www.thw.de/SharedDocs/Ausstattungen/DE/Fahrzeuge/F/F%3BC3%BCKomKW-beschr.html?nn=924418](http://www.thw.de/SharedDocs/Ausstattungen/DE/Fahrzeuge/F/F%3BC3%BCKomKW-beschr.html?nn=924418)

a Federal Emergency Management Agency<sup>6</sup> által üzemeltetett „mobil vezetési pont”-járművek. Ezen szervezetek járműveinek vizsgálata során megállapítható, hogy a bekövetkezett természeti katasztrófák során eredményesen, a fentiekben megfogalmazott igények teljesítésével kerültek alkalmazásra, a védekezést irányító személyi állomány technikai, informatikai támogatását és gyors helyszínre juttatását biztosították.

Jelen írás fő célja a Belügyminisztériumhoz tartozó Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) KIBE gépjárművének bemutatása, a rendszeresítés óta eltelt alkalmazási tapasztalatok összegzése, valamint az MVP-ként való alkalmazhatóság tekintetében összehasonlítás megtétele a korábban rendszeresített „katasztrófavédelmi sugárfelderítő egység” járművel.

## 2. A KIBE rendszerbe állítása

A hivatásos katasztrófavédelmi szervezet tevékenységét támogató járműparkból egészen a közelmúltig hiányzott egy, a már a bevezetőben ismertetett kedvezőtlen körülmények között is biztonságosan üzemeltethető, legalább a katasztrófavédelem területi szerveinél, azaz a megyei (fővárosi) katasztrófavédelmi igazgatóságoknál (MKI) rendszerben álló, kifejezetten MVP-ként alkalmazható jármű. A katasztrófavédelemnél rendszeresített MVP-k főbb jellemzői a következők szerint foglalhatók össze: a beavatkozások támogatására a riasztástól számított két órán belül helyszínre irányítható, a kiérkezést követően egyszerűen, minimális előképzettséggel és rövid idő alatt telepíthető, illetve a külső forrásoktól függetlenül, akár hosszabb igénybevétel során is, önálló működésre képes, legalább két fő folyamatos szolgáltatellátását lehetővé tevő jármű. 2014–2015-ben már megtörtént hét MKI vonatkozásában a katasztrófavédelmi sugárfelderítő egység (KSE) rendszeresítése, amelynek képességei, illetve alkalmazási tapasztalatai egy korábbi munkában részletesen elemzésre kerültek.<sup>7</sup> Az említett cikkben történő vizsgálat összességében a KSE eredményes vezetési pontként történő alkalmazhatóságát igazolta. Hátránya azonban – mint ahogyan az elnevezés is jól mutatja – a KSE-k elsődlegesen sugárfelderítési feladatok ellátására kerültek a katasztrófavédelem rendszerébe, és pusztán másodsorban a törzsfeladatok támogatására. További hátrányként jelentkezik a KSE-k viszonylatában, hogy korlátozott számban, csak a már említett néhány MKI állományában kerültek rendszeresítésre, így esetükben az országos lefedettség, valamint a gyors reagálás nem valósult meg.

A KSE-k szolgálatba állítása óta eltelt időszakban is tovább növekedett azoknak az elsősorban rendkívüli időjárási eseményeknek a száma, amelyek miatt további hangsúlyt kaptak a kritikus infrastruktúra védelmével összefüggő beavatkozások, ezzel párhuzamosan továbbá nőtt az igény az ilyen helyzetekben alkalmazható MVP-kre. A hivatásos katasztrófavédelem alaprendeltetései közé nemcsak a klasszikusnak nevezhető tűzoltás, műszaki mentés, polgári

<sup>6</sup> Lásd: [www.mfindustries.com/fema/](http://www.mfindustries.com/fema/)

<sup>7</sup> Négyesi Imre – Győző-Molnár Árpád: Katasztrófavédelmi sugárfelderítő egység mobil vezetési pontként történő alkalmazása. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), 2. 129–138.

védelem tartozik, hanem kiemelt helyen jelentkeznek az iparbiztonsági, hatósági, továbbá a kritikus infrastruktúra védelmével összefüggő feladatok is.<sup>8</sup> E feladatok végzését a katasztrófavédelmi szervezet állománya pusztán az esetek kis részében tudja önállóan megoldani. A különböző kritikusinfrastruktúra-elemekből fakadó sajátosságokra figyelve a kárfelszámolási folyamatba mindenképpen szükséges bevonni az érintett infrastruktúra üzemeltetőjét, a társszervet. E folyamat ebből következően több szereplő együttműködését, koordinált tevékenységét igényli, lehetőleg egy kárhelyszínhez közeli telepítési helyen. A fenti elvárások figyelembevételével megtervezett kritikusinfrastruktúra-védelmi bevetési egységek (KIBE) rendszeresítését a KEHOP-1.6.0-15-2016-00024 azonosító számú projekt tette lehetővé, amelynek célja egy egységes, a komplex ellenőrzések lebonyolítását segítő, a megelőző hatósági munkát, vezetői döntéshozatalt, továbbá az események gyors és hatékony kezelését támogató rendszer megvalósítása.<sup>9</sup> Az említett KEHOP-projekt eredményeképpen összesen 20 db KIBE került beszerzésre, azaz a katasztrófavédelem valamennyi területi szervénél szolgálatba állhatott egy ilyen jármű.

### 3. A KIBE feladatai és főbb jellemzői

A KIBE járművek feladatrendszerét és tevékenységét a hivatásos katasztrófavédelmi szervezetten belül a BM OKF főigazgatói intézkedése határozza meg. Az intézkedést alapul véve, illetve az abban foglaltakat vizsgálva megállapítható, hogy a KIBE elsődleges feladata a létfontosságú rendszerelemekben bekövetkezett rendkívüli események, továbbá a természeti és civilizációs katasztrófák esetén a beavatkozó erők koordinálására, irányítására szolgáló vezetési pontként történő működés, ezáltal a lakosság és az anyagi javak védelme. MVP-ként való alkalmazásnál az egység feladatai különösen:

- a) „a létfontosságú rendszerelemekben bekövetkezett esemény kárterületének nagyságát, kiterjedését, jelentőségét illető felderítésben háttértámogatás nyújtása;
- b) a beavatkozási állomány, a lakosság, valamint az anyagi javak veszélyeztetettségét érintő felmérésben való közreműködés, a változások figyelemmel kísérése, az azokról szóló adatok, információk gyűjtése és továbbítása;
- c) a kárhelyparancsnok döntéseinek előkészítéséhez javaslatot tesz a beavatkozás biztonságának, hatékonyságának elősegítése érdekében;
- d) kapcsolat tartása a létfontosságú rendszerelem helyszínén lévő munkatársával, biztonsági összekötőjével;
- e) szakmai segítség nyújtása a társ- és együttműködő szervezetek részére.”<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Horváth Margit (szerk.): *Elemzés a katasztrófavédelem új rendszerének működéséről*. Budapest, Állami Számvevőszék, 2016.

<sup>9</sup> Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, lásd: [www.katasztrofavedelem.hu/611/szechenyi-2020/22/kritikusinfrastruktura-vedelmi-bevetesi-egysegek-rendszerbe-allitasa#galleries](http://www.katasztrofavedelem.hu/611/szechenyi-2020/22/kritikusinfrastruktura-vedelmi-bevetesi-egysegek-rendszerbe-allitasa#galleries)

<sup>10</sup> A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgató 10/2021. számú intézkedése az iparbiztonsági szakterületen speciális feladatot ellátó szerek tevékenységének szabályozásáról.

A KIBE a kárhelyszíni szakmai informálódási és irányítási tevékenységet segíti elő, valamint támogatást nyújt a vezetői döntések előkészítéséhez. A gépjárműben kiépített informatikai és távközlési-telekommunikációs eszközök lehetővé teszik:

- a) a világhálón megtalálható, a katasztrófavédelmi feladatok végrehajtását támogató adatbázisok elérését;
- b) a katasztrófavédelmi megelőzési, beavatkozási és lakosságvédelmi intézkedésekkel kapcsolatos információk gyűjtését, elemzését és értékelését;
- c) a döntéselőkészítéshez gyűjtött adatok átadását a BM OKF, az MKI igazgatója és igazgatóhelyettese, a helyi szervek, a kárhelyparancsnok, a megyei főigyeletek, műveletirányítási ügyeletek és a Katasztrófavédelmi Mobil Laborok számára;
- d) az eseménnyel kapcsolatos dokumentumok kezelését, jelentések készítését;
- e) a társszervekkel való együttműködést, kommunikációt.

A KIBE az előzőekben említett, kárfelszámoláshoz köthető vezetéstámogató feladatai mellett azonban mindenképpen fontos megemlíteni még azt is, hogy az egység többcélú igénybevételekre került rendszeresítésre. A katasztrófavédelem tevékenysége során számos olyan „békeidőszaki” feladat van, amelyben felszerelésének köszönhetően eredményesen működhet közre. Erre tekintettel a katasztrófavédelem különböző hatósági – tűzvédelmi, iparbiztonsági, vízvédelmi – jogköreihez tartozó ellenőrzésekbe és szakterületi gyakorlatokba kiemelten bevonásra kerülhet a jármű. A KIBE prognosztizálható, elsősorban a már említett hatósági tevékenységéhez kapcsolódóan az MKI havi munkatervet készít, amely lehetővé teszi a tervszerű és gazdaságos igénybevételt.<sup>11</sup>

A KIBE tervezése és gyártása a BM HEROS Zrt.-nél folyt, amelyet a Belügyminiszter 2001-ben alapított, annak érdekében, hogy a Belügyminisztériumhoz tartozó szervezetek, intézmények által üzemeltetett gépjárművek és technikai eszközök szakszerű és folyamatos javítása, szervizelése, karbantartása, esetenként gyártása biztosított legyen. A KIBE alapját egy Volkswagen T6 HT 2.0 TDI SCR BMT típusú, dobozos felépítményű jármű adja. Főbb műszaki paraméterei megegyeznek a kereskedelmi forgalomban kapható hasonló gépjárművekével, azaz a motorja: 1968 ccm, dízel, 110 kW/150 Le, erőátvittele: kézi 6+1 sebességi fokozatú; megengedett legnagyobb össztömege: 2800 kg, hosszúsága: 5304 mm, magassága: 2477 mm, szélessége: 1900 mm. Az MVP jellegű alkalmazáshoz átalakított csomagtér (munkatér) adatai: 9,3 m<sup>3</sup>, hosszúság: 2975 mm, szélesség: 1700 mm, magasság: 1940 mm. A munkatér hátsó részén polcos málhatér található. A munka- és a málhatér hő- és hangszigetelt burkolattal van ellátva. A KIBE vezetőfülkéjének tetején kék-piros LED-es és forgófényes fényhid, az elején és a hátulján 1–1 db kék és piros kiegészítő megkülönböztető LED-es villogó, továbbá tolatókamera és kihangosításra is alkalmas elektronikus megkülönböztető hangjelző-berendezés került elhelyezésre. A jármű a megkülönböztető jelzésen felül a rendvédelmi szervezeti jellegre utaló és egyben a láthatóságot erősítő matricázással ellátott.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> 10/2021. számú BM OKF intézkedés. i. m.

<sup>12</sup> *Kritikus Infrastruktúra Bevetési Egység. Használati útmutató.* A BM Heros Zrt. kiadványa.



1. ábra. A beépített polcos málhátér és a KIBE-re málházott eszközök

Forrás: Tira Róbert főhadnagy fotója

A KIBE-n elhelyezett felszerelést vizsgálva kijelenthető, hogy azon a kárhelyszíni és az egyéb tevékenység korszerű, önálló informatikai tevékenykedést lehetővé tevő eszközök találhatók.<sup>13</sup>

Az egység a saját erővel, illetve a társszervekkel történő, vezeték nélküli hírközlési kapcsolattartására két, a vezetőfülkében és a munkatérben külön beépített, GPS-vevővel, Gateway típusú választható átjátszó funkcióval és kézi beszélővel felszerelt, Sepura SRG3900 EDR-terminál szolgál.

Az informatikai támogatást két HP ProBook 450 G5 típusú laptop biztosítja, amelyeken megtalálhatók és futtathatók mindazok az alkalmazások, valamint adatbázisok, amelyek a katasztrófavédelem alkalmazását segítik. Mind a hatósági munkát, mind a törzsalkalmazást jól támogatja a málházott lézernyomtató, amely kellően nagy kapacitású ahhoz, hogy az okvetlenül szükséges papíralapú dokumentumok rendelkezésre állását biztosítsa. A napjainkban nélkülözhetetlen internetelérhetőséget, egy V-link WL-R520 LH-dm 4G router, a hálózati tevékenységet egy Cisco 8-port gigabit switch biztosítja.

A berendezések üzemeltetéséhez szükséges áramellátás a jármű motorjáról, külső megtáplálással vagy a rendszeresített GEKO 4400 típusú, ~5,4 kW teljesítményű aggregátorral biztosított, illetve – rövidebb időtartamú igénybevételre – az egység saját 12V-os, 180 Ah-s akkumulátoráról. Az aggregátor egy üzemanyag-feltöltéssel a terheléstől függően 2–4 óra időtartamban biztosítja az egység önálló működését. Az áramfejlesztő használatához azt a málhátérből szükséges kiemelni és a biztonsági előírásoknak megfelelően telepíteni. A KIBE a jobb oldalán elhelyezett csatlakozóknak köszönhetően egyaránt alkalmas a saját internetes és áramhálózat külső megosztására, illetve megtáplálására, valamint a jármű áramigényének külső hálózatról történő biztosítására.

<sup>13</sup> Kritikus Infrastruktúra Bevetési Egység. i. m.



A KIBE időjárás viszonyoktól függetlenül történő bevetettségét és a komfortos munkavégzést biztosítja az utastérben elhelyezett tetőklíma. A járművet felszerelték továbbá egy Concorde Roadcam HD80 GPS típusú eseményrögzítő kamerával, Fuji Finepix XP120 digitális fényképezőgéppel, valamint egy Navon A500 5" műholdas helymeghatározó berendezéssel.

Az előzőleg bemutatott különböző informatikai és kapcsolódó technikai berendezéseken túl málházásra került és a különféle, végzett tevékenységek támogatására szolgál: hat db öszszecsomagolható, akkus izzós terelőkúp, a kordonszalag, a kézilámpa, illetve kéziszerszámok, valamint a működéshez szükséges egyéb irodai eszközök.

A KIBE nem rendelkezik állandó kezelőszeméllyzettel, a használókat eseti jelleggel az MKI igazgatója vagy annak helyettese jelöli ki, a következő szempontok figyelembevételével. A KIBE mindenkori állománya minimum két fő – egy parancsnok és egy gépjárművezető –, akik közül a málházott szakfelszerelések és kiségek kezeléséhez szükséges képzéssel egy főnek rendelkeznie kell. Az áramfejlesztő üzemeltetéséhez előírás, hogy a kezelő állománynak kezelői tanfolyamon kell részt vennie és eredményes vizsgát tennie. A gépjármű vezetéséhez minimum „B”-kategóriás vezetői engedély és kétéves vezetési gyakorlat szükséges. A KIBE működőképességének, bevetettségének, illetve rendszeres karbantartásának biztosítása az üzemeltető MKI feladata. A KIBE kezelőszemélyzetébe tervezhető állományt legalább évente egy alkalommal képzésben kell részesíteni.<sup>14</sup>

## 4. A KIBE alkalmazási lehetőségei

Az alkalmazás vizsgálatához szükséges a fentiekben ismertetett KIBE jármű egyes tulajdonságait a hozzá méretében, felépítésében és feladatában is hasonló KSE-vel összevetni. Célszerű az összehasonlítást, különösen abból a szempontból, hogy a KIBE és a KSE rendszeresítése között rövid idő telt el, és mindkét jármű alkalmas MVP-feladatok ellátására.

Az összehasonlítás során, az elsőként megállapítható markáns különbség – amelyet már többször említettünk –, hogy a KSE jármű alapvetően sugárfelderítési feladatokra került rendszeresítésre, és a vezetési pontként történő használata az erre alkalmas berendezései ellenére is csak másodlagos. Ezzel ellentétben a KIBE már kiemelten az MVP-feladatokra történő alkalmazást figyelembe véve került megtervezésre.

Mindezek jól tetten érhetők a járművek belső terében, mivel – a jármű alapvetően nagyobb mérete ellenére – a KSE az elhelyezett sugárfelderítési felszerelések, berendezések miatt jóval zsúfoltabb. A KIBE munkaterében ezzel szemben csak a málház és két asztal került beépítésre, így nem pusztán két fő végezheti a törzsfeladatait, hanem szükség esetén még bővíthető a törzsmunkát végző állomány, anélkül, hogy egymás tevékenységét lényegesen akadályoznák.

Kifejezetten jelentős különbség – ahogyan a belső térről készült képekből is kitűnik –, hogy a KSE beépített munkaállomásaival szemben, a KIBE járműben nem kerültek állandó munkaállomások kiépítésre. Az informatikai támogatást itt két laptop biztosítja, amely erősíti az alkalmazhatóság szabadságát, mivel e két eszköz igény szerint kiemelhető a járműből,

<sup>14</sup> 10/2021. számú BM OKF intézkedés.

és a beavatkozás jellegétől, akár attól függetlenül is üzemeltethető. A laptopok alkalmazása elősegíti továbbá, hogy az eszközök esetleges hibája vagy avulása esetén ne legyen szükség a munkaállomás megbontására, ehhez társul, hogy a laptopok alkalmazása némileg egyszerűbb a felhasználók számára is.

Mindkét jármű saját aggregátorral van felszerelve, ezek lehetővé teszik az önálló, külső áramforrástól független tevékenység végzését, ami megteremti annak lehetőségét, hogy a megfelelő üzemanyag-ellátás és karbantartás biztosításával akár huzamosabb időn keresztül is megoldott legyen az egységek működése. Ugyanilyen lényeges, hogy mindkét egység rendelkezik a munkatérben klímaberendezéssel, amelyek biztosítják a kezelők számára a komfortos környezetet, bármilyen időjárási körülmények között is kell a tevékenységet végezni. Mindkét egység működtethető külső áramforrásról is, amihez a betáplálási pontok kiépítésre kerültek.



2. ábra. A KSE belseje a kisebb, zsúfoltabb munkatérrel

*Forrás: Gombos Erik főhadnagy fotója*



3. ábra. A KIBE letisztult munkatere

*Forrás: Tira Róbert főhadnagy fotója*

A KIBE- és a KSE-járművek gyors bevetettségét egyaránt biztosítja, hogy a járművek – megkülönböztető jelzés nélküli – vezetéséhez elegendő a „B” kategóriás gépjárművezetői engedély. Ennek köszönhetően az állomány bármely kijelölt tagja vezetheti őket, nem szükséges külön képzéssel rendelkező gépjárművezető igénybevétele.

Hasonlóság figyelhető meg a két egység között abban is, hogy kezelőszemélyzetük egyaránt két fő, és eseti jelleggel kerül beosztásra, azonban a két fő alkalmazása bizonyos esetekben kevésnek bizonyulhat, különösen a jármű megtelepítésének és az elektromos, illetve informatikai rendszere kiépítésének időszakában. A KIBE rendszeresített aggregátorával kapcsolatban szükséges megjegyezni, hogy annak tömege ~71 kg. Emiatt a biztonságos, munkavédelmi előírásoknak is megfelelő lemálházáshoz és üzembe helyezéshez nem elegendő a gépjármű kétfős kezelőállománya, szükséges még legalább két fő bevonása.

A KIBE és a KSE közötti hasonlóság, hogy elsődlegesen a szilárd burkolatú, kiépített utakon való mozgásra tervezték őket, így terepjáró képességük korlátozott, amit a bevetésük előtt mindenképpen figyelembe kell venni.

Jelentős eltérés a két jármű között, egyidejűleg komoly előrelépés, hogy a KIBE valamennyi MKI állományában rendszeresítésre került, ennek következtében biztosítható valamennyi megyében a gyors reagálás.

A rendszerbe állítás óta eltelt időszakban KIBE-k fokozottan kerülnek bevonásra a katasztrófavédelem feladataiba, amelyek közül kiemelendő az iparbiztonsági szakterület által végzett veszélyes áruk közúti és vasúti szállításának ellenőrzése, illetve a szakterületet is érintő gyakorlatokon való részvétel. A veszélyes áruk szállításának ellenőrzéséhez kapcsolódó hatósági feladatokat nagyban elősegítik a KIBE ismertetett informatikai rendszerei, illetve az egyéb eszközökkel történő ellátottsága, amelyekkel a helyszíni hatósági tevékenység végzése gördülékenyebben és biztonságosan valósítható meg. Az ellenőrzést végzők tapasztalatai szerint a járműben rendelkezésre álló eszközök az ellenőrzési tevékenység időtartamát jelentősen lerövidítik, eredményességét fokozzák, köszönhetően az irodai és informatikai eszközöknek, amelyek biztosítják a folyamatos kapcsolatot és hozzáférést a katasztrófavédelmi adatbázisokhoz.

A KIBE rendszeresítésének helyességét és az egység képességeit – különösen az önálló MVP-működésre és külső eszközök megtáplálási lehetőségének kiépítésére vonatkozóan – egy katasztrófafelszámolási együttműködési gyakorlaton szerzett tapasztalatok támasztják alá. A 2019. november 20-án, Tótkomlóson végrehajtott gyakorlat feltételezése szerint egy vasúti tömegszerencsétlenséget követően a helyszíni irányítási feladatok biztosítása, helyszíni operatív törzs létrehozása válik szükségessé. A helyszíni operatív törzs a helyi műveletirányítást igénylő események eredményes helyszíni kezelése, a döntések szakszerű előkészítése érdekében a kialakult helyzet függvényében létrehozott ideiglenes műveletirányítási elem, amelynek működési helye a kárhelyszín körzetében kijelölt vezetési pont. A feladatok volumenére és a bevetett erők összetételére (önkormányzat, katasztrófavédelem, önkéntes tűzoltó- és mentőszervezetek) figyelemmel azonban a jármű munkaterének befogadóképességét meghaladó létszámú munkaszerv kerül alkalmazásra. Ennek elhelyezése érdekében a gyakorlatot végrehajtó Békés MKI kezelésében lévő felfújható sátor került telepítésre. A sátor felfújását elektromos pumpa alkalmazásával kellett végrehajtani, amelynek áramellátását

a KIBE aggregátora biztosította. Az említett felfújható sátor berendezését követően az operatív munkaszerv működéséhez szükséges informatikai eszközök a KIBE-ből kerültek biztosításra. A KIBE aggregátora, valamint a jármű a gyakorlat teljes időtartama alatt eredményesen biztosította a szükséges áram- és internetellátást, továbbá a folyamatos EDR-kapcsolatot a beavatkozók és az előljáró, továbbá a társszervek között.

A gyakorlat jó alkalmat biztosított arra, hogy a kezelésbe bevonható állomány átfogó ismereteket szerezzen a KIBE jármű működtetési feladatairól, illetve eredményesen modellezte a jármű bevonásával végrehajtható törzstámogató feladatokat.



4. ábra. KIBE mobil vezetési pontként való használata katasztrófafelszámolási együttműködési gyakorlat során

*Forrás: Gombos Erik hadnagy fotója*

## 5. Összegzés

A KIBE rendszeresítésével, az átgondolt tervezésnek és fejlesztési folyamatnak köszönhetően, a hivatásos katasztrófavédelmi szervezet egy jól használható MVP-vel gazdagodott. A jármű és a máházott eszközök lehetővé teszik a bevezetőben megfogalmazott igények teljesülését, emellett megfelelnek a 21. századi műszaki követelményeknek. Azaz a KIBE önállóan képes biztosítani a vezetés folyamatosságát és a döntéselőkészítési tevékenység híradó- és informatikai hátterét, még kedvezőtlen külső üzemeltetési körülmények között is.

A KIBE szolgáltatba állításának kiemelkedő eredménye, hogy valamennyi MKI-n rendszeresítésre került, ezáltal növelve a katasztrófavédelmi szervezet beavatkozásainak hatékonyságát. Mindemellett a katasztrófavédelem sokrétű alaprendeltetésére figyelemmel a mindennapi tevékenység során is hatékonyan alkalmazható, amit jól alátámasztanak a hatósági ellenőrzések végrehajtása során szerzett pozitív tapasztalatok.

Az egység használhatóságát nagyban elősegíti, hogy kezeléséhez nem kell speciális ismeretekkel rendelkezni, ezáltal a hivatásos állomány bármely tagja előképzettség nélkül képes kezelni a benne elhelyezett technikai, informatikai eszközöket, ami alól kizárólag az aggregátor

képez kivételt. Ennek ellenére a hivatásos katasztrófavédelmi szervezetnek törekednie kell arra, hogy folyamatos képzéssel és gyakorlással szinten tartsa a KIBE kezelőszemélyzetébe tervezhető állomány jártasságát, illetve hogy az esetlegesen új belépő állománytagok is elsajátíthassák a működtetés alapjait. Erre figyelemmel javasolt az állomány lehetőleg félévenkénti felkészítése. Ehhez kapcsolódóan javasolt a Nemzeti Községi Egységrendészettudományi Karának Katasztrófavédelmi Intézete, illetve a Katasztrófavédelmi Oktatási Központ hallgatói részére a tananyagba beépíteni a KIBE kezelésének alapjait. Mindez azzal az előnnyel jár, hogy a későbbiekben akár a hatósági feladatokba, akár a törzsek tevékenységébe tervezhető állomány már az iskolarendszerű képzés időtartama alatt megszerzi az üzemeltetéshez szükséges kompetenciákat.

Az eddigi alkalmazási tapasztalatok alapján különösen az aggregátor lemálházásánál és üzembe helyezésénél figyelmet kell fordítani arra, hogy a KIBE kezelőszemélyzetén kívül még legalább két fő részt vegyen a felmerülő feladatokban, amivel biztosítható az áramfejlesztő biztonságos, a munka- és balesetvédelmi előírásoknak megfelelő telepítése.

A KIBE, paramétereit figyelembe véve, elsősorban arra lehet alkalmas, hogy egy településen vagy egyéb kisebb, behatárolható területen bekövetkező rendkívüli esemény során elláthassa a kihelyezett vezetési pont szerepét. Azonban a nagyobb területet érintő katasztrófák, a több beavatkozó szervezet összehangolt tevékenységét igénylő, összetett káresemények nagyobb létszámú és összetett struktúrájú vezetési törzsek alkalmazását indokolják, amelyeknek a jármű méretbeli korlátai miatt már nem felel meg maradéktalanul. Ezzel együtt – ahogyan az ismertetett katasztrófafelszámolási együttműködési gyakorlat során is megvalósításra került – a KIBE alkalmas azon törzs tevékenységét is eredményesen támogatni, amelynek működése nem a jármű munkaterében valósul meg. Ez jól alátámasztja azt a koncepciót, hogy a rendszeresített eszközök a KIBE-ből egyszerűen kiemelhetők, és máshol is alkalmazhatók, ezzel nagymértékben fokozzák az alkalmazási szabadságot, amire a káresemények felszámolása során az irányítást végző állománynak a körülmények dinamikus változása miatt szüksége van.

A KIBE – figyelembe véve a rendszeresítése óta eltelt időszak tapasztalatait – összességében jól alkalmazható arra, hogy a kialakult helyzet függvényében akár a hatósági tevékenység végzésének bázisul szolgáljon, akár a helyi műveletirányítást igénylő események kezelésében részt vegyen, vagy akár a döntések szakszerű előkészítése érdekében ideiglenes műveletirányítási elemként megalakított, kis létszámú operatív munkaszerv tevékenységét támogassa.

## Felhasznált irodalom

- Dely Péter: A kritikus infrastruktúra védelmének hazai jogszabályi környezete. *Hadmérnök*, 12. (2017), 3. 188–197. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2017.3.17>
- Horváth Margit (szerk.): *Elemzés a katasztrófavédelem új rendszerének működéséről*. Budapest, Állami Számvevőszék, 2016.
- Jobbágy Szabolcs: Híradás, hírendszerek, vezetés. Irányításrendszer-fogalmi kitekintő. *Hadmérnök*, 5. (2010), 1. 247–256. Online: [http://hadmernok.hu/2010\\_1\\_jobbagy.pdf](http://hadmernok.hu/2010_1_jobbagy.pdf)
- Kátai-Urbán Lajos (szerk.): *Iparbiztonságtan I. Kézikönyv az iparbiztonsági üzemeltetői és hatósági feladatok ellátásához*. Budapest, Nemzeti Községi Egységrendészettudományi Központ és Tankönyvkiadó, 2013.

KEHOP-1.6.0-15-2016-00024 Kritikusinfrastruktúra-védelmi bevetési egységek rendszerbe állítása. Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. Online: [www.katasztrofavedelem.hu/611/szechenyi-2020/22/kritikusinfrastruktura-vedelmi-bevetesi-egysegek-rendszerbe-allitasa#galleries](http://www.katasztrofavedelem.hu/611/szechenyi-2020/22/kritikusinfrastruktura-vedelmi-bevetesi-egysegek-rendszerbe-allitasa#galleries)

*Kritikus Infrastruktúra Bevetési Egység. Használati útmutató.* A BM HEROS Zrt. kiadványa.

Máthé András – Berek Lajos: Mobil vezetési pontok a krízismenedzsmentben. *Hadmérnök*, 15. (2020), 2. 127–143. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.2.9>

Négyesi Imre – Gyöző-Molnár Árpád: Katasztrófavédelmi sugárfelderítő egység mobil vezetési pontként történő alkalmazása. *Hadtudományi Szemle*, 12. (2019), 2. 129–138. Online: <https://doi.org/10.32563/hsz.2019.2.9>

## Szakpolitikai források

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgató 10/2021. számú intézkedése az iparbiztonsági szakterületen speciális feladatot ellátó szerek tevékenységének szabályozásáról

EASAC 22. sz. szakpolitikai jelentés. *Szélsőséges időjárási jelenségek Európában és hatásuk a nemzeti, valamint az uniós alkalmazkodási stratégiákra.* Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 2014. Online: [https://easac.eu/fileadmin/PDF\\_s/reports\\_statements/Extreme\\_Weather/Extreme\\_Weather\\_Hungarian.pdf](https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Extreme_Weather/Extreme_Weather_Hungarian.pdf)

Koch Dániel<sup>1</sup>  – Kutassy Emese<sup>2</sup>  – Nagy Tamás<sup>3</sup> 

# Szivárgáshidraulikai vizsgálatok a Kolon-tó vízgyűjtőjén

## Groundwater Modelling at the Catchment of Kolon Lake

A Duna–Tisza közti homokhátságon időről időre vízgazdálkodási problémák jelennek meg. Ezek elsődleges kiváltó oka a részben antropogén hatásnak, részben pedig természeti folyamatoknak köszönhető talajvízszint-süllyedés. A talajvízszint-süllyedés a vizes élőhelyeken, mezőgazdasági és erdőgazdasági területeken egyaránt gondot okoz, és konfliktusokhoz vezet a tavak üzemeltetési kérdéseiben. Ezek a negatív hatások érintik a Kolon-tavat is, amely a Kiskunság kiemelt jelentőségű édesvízi mocsara. A Kolon-tó térségében jelentkező vízhiány távlatilag öntözési szükségleteket támaszthat a tó vízgyűjtőjén. Az ilyen irányú hatásokat próbáljuk előre jelezni a vízgyűjtőjére készített hidrodinamikai modell segítségével. A tárgyi modellvizsgálatok célja annak feltárása, milyen várható hatást gyakorol ezen a területen a vízszintpotenciál-eloszlásra, ha azzal számolunk, hogy a talajvízkészletet érintő rendszeres öntözési vízkivételre kerül majd ott sor.

**Kulcsszavak:** vízkészletbecslés, talajvíz-modellezés, vízgyűjtőfeltárás

The water management problems of the Sand ridge between the Danube and Tisza rivers appear from time to time. The groundwater level subsidence in the area, which partly due to the anthropogenic impact and partly due to natural processes, is the primary cause of the problems. Groundwater level subsidence is the main problem in wetlands, agricultural and forestry areas. These negative processes also affect the Kolon Lake, which is a marshland of special importance in Kiskunság. The lack of water in the area of the Kolon Lake may raise long-term irrigation needs in the catchment area of the lake. Based on our prepared hydrodynamic model, we try to make a prediction, and we are able to monitor the development of the groundwater base and estimate the effects.

**Keywords:** estimation of water quantity, groundwater modelling, catchment exploration

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar, egyetemi tanársegéd, e-mail: [koch.daniel@uni-nke.hu](mailto:koch.daniel@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víz tudományi Kar, mérnök tanár, e-mail: [kutassy.emese@uni-nke.hu](mailto:kutassy.emese@uni-nke.hu)

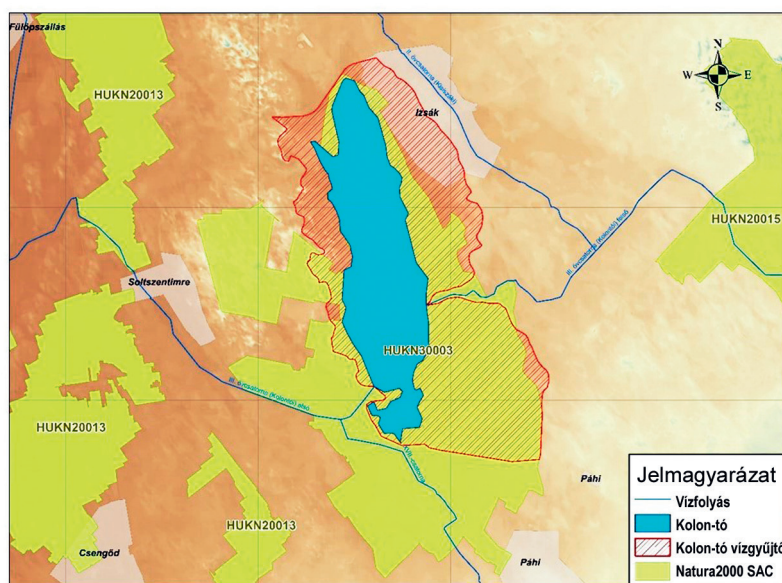
<sup>3</sup> Kiskunsági Víziközmű-Szolgáltató Kft., hidrogeológus, e-mail: [nagy.tamas@kiskunviz.hu](mailto:nagy.tamas@kiskunviz.hu)



## 1. Bevezetés

Az Izsák településtől délnyugati irányban és Soltszentimre településtől keleti irányban elhelyezkedő Kolon-tó az Országos Vízügyi Főigazgatóság Adatbázisa alapján síkvidéki, természetes eredetű, meszes és szerves vízkémiai tulajdonságú állóvíznek tekinthető. Az átlagosan 0,6 méteres vízmélység mellett a tó vízfelülete mintegy 8,97 km<sup>2</sup>.<sup>4</sup> A Kolon-tó vízgyűjtő területe 2626,78 hektár lehet, amelynek laterális kiterjedése nagyobb részben a keleti irányban elhelyezkedő, magasabb térzínnel jellemezhető hátsági területekre eshet. Ebből adódóan a felszíni és felszín alatti lefolyásból, valamint a felszín alatti vízkészletek gravitációs eredetű áramlásából származó utánpótlódás döntően a keleti területekről érkezik.

A tó és az annak környezetében elhelyezkedő vizes élőhelyek ökológiai vízkészletének mennyiségi paraméterei a lehullott csapadék mellett döntően a térség talajvízkészletének mennyiségi állapotától függhetnek, tehát a vízgyűjtőgazdálkodási tervezés során a terület a felszín alatti víztől függő ökoszisztéma minősítését kapta. Ennek közvetett okaként, illetve az itt élő flóra- és faunaelemek érzékenysége következtében a Kolon-tó és környezete – összesen 3581,79 hektár laterális kiterjedésben – különleges természetmegőrzési és különleges madárvédelmi területként a Natura 2000 hálózat részévé vált (HUKN30003, Izsáki Kolon-tó).<sup>5</sup>



1. ábra. A Kolon-tó térsége

Forrás: a szerzők szerkesztése

<sup>4</sup> Országos Vízügyi Főigazgatóság: A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. Vízügyi Főigazgatóság – 2015 Budapest. 2016. 1.1 sz. melléklet.

<sup>5</sup> Országos Vízügyi Főigazgatóság (2016): i. m. 6.7 sz. háttéranyag.

A homokhátsági területek, köztük a Kolon-tó térsége víztől függő ökoszisztémáinak állapotát rontja a területre jellemző talajvízszint-süllyedés. Így a vizes élőhelyek jó ökológiai állapotához szükséges vízigények biztosítása a felszín alatti vízkészletekre korlátozódik, s akár meg is szűnhet. A felgyorsult beszivárgás következtében a közvetlenül a csapadékból származó felszíni utánpótlódás mértéke is számottevően lecsökkenhet.<sup>6</sup>

Ugyanakkor számítani kell arra, hogy az EU által támogatott öntözésfejlesztési beruházások több és akár jelentős volumenű, döntően a talajvizadót érintő öntözési célú vízkivétel tervezését és megvalósulását vonhatják maguk után, melyek jelentős kockázatot jelenthetnek a Kolon-tó környezetében elhelyezkedő vizes élőhelyek ökológiai vízigényének felszín alatti vízkészletekből származó utánpótlására.<sup>7</sup>

A felszín alatti vízkivételek mellett az egyes klimatikus elemek (lehullott csapadék mennyisége, léghőmérséklet, párolgás) kedvezőtlen irányú változásából adódó, a felszín alatti vízkészletek mennyiségi állapotára vonatkozó kockázatok területi értékelésére, valamint a különböző hidrodinamikai paraméterek időbeli változásának nyomon követésére és hatásbecslésére a térséget lefedő lokális vagy szubregionális hidrodinamikai modellek lehetnek alkalmasak. A modellek lefuttatásához, a szükséges peremfeltételeik lehető legpontosabb megadásához és időbeli nyomon követéséhez folyamatos vízszintregisztrálásra alkalmas, továbbá a terület földtani és vízföldtani adottságainak megfelelő elemű és műszaki kialakítású monitoring-rendszer kialakítására lehet szükség.

Kutatási célkitűzésünk egy olyan hidrodinamikai modell elkészítésére irányult, amely alkalmas a Kolon-tó mint vizes élőhely vízkészletei változásának, ezáltal ökológiai állapotának folyamatos nyomon követésére, a kockázatot jelentő hatásmechanizmusok kimutatására. A vizsgálathoz a Kolon-tó térségében fellelhető 10 db állami üzemeltetésű törzshálózati talajvízszint-figyelő kút és 4 db ásott kút 2019. szeptember 7-én mért talajvízállásai szolgáltatnak kalibrációs adatot. A vizsgálat során hipotetikus öntözési célú vízkivételeket határoztunk meg, például a terület művelési ága, az átlagos öntözési norma és idő alapján. Célunk a modell segítségével kimutatni az öntözési célú távlati vízkivételek talajvízszint-süllyedést fokozó hatását, valamint a talajvízszint-csökkenés mértékének számszerűsítését elvégezni a Kolon-tó vízgyűjtőjén.

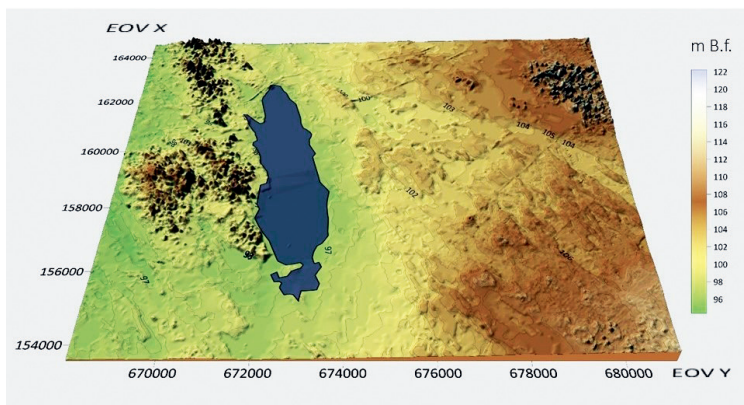
## 2. A térség általános földtani és vízföldtani jellemzése

A modellezett terület földrajzi szempontból a Duna–Tisza közti homokhátsághoz tartozó Kiskunsági-homokhát délnyugati peremén helyezkedik el. Geomorfológiailag a terület túlnyomó részben futóhomokkal borított hordalékkúp síkságnak, illetve a domborzat tagoltsága szerint enyhén tagoltnak (relatív reliefkülönbség 5–25 m/km<sup>2</sup>) tekinthető. A Kolon-tó közvetlen környezetében jellemző mélyfekvésű szikes területeken a tőzeges, finomszemcsés, iszapos,

<sup>6</sup> Országos Vízügyi Főigazgatóság (2016): i. m. 6.4.4 sz. háttéranyag.

<sup>7</sup> Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: *Duna-részvízgyűjtő*. Győr, 2020. 40–43.

agyagos felszíni borítottság lehet meghatározó.<sup>8</sup> A térszín megközelítőleg kelet-nyugati irányban 110–96 mBf. intervallum közötti, fokozatosan csökkenő tendenciát mutat. Ugyanakkor a Kolon-tó 96–98 mBf. magasságértékekkel leírható közvetlen térségétől nyugati irányban is jellemzőek lehetnek 100–104 mBf. volumenű térszínekkel leírható homokbuckás területek.<sup>9</sup>



2. ábra. A modellezett terület rész felszíni morfológiája

*Forrás: a szerzők szerkesztése*

A modellezett területen az alaphegységi, túlnyomórészt paleozóos karbon korú gránit, granitoid és kisebb részben mezozóos tengeri eredetű földtani képződmények megközelítőleg 800–1200 méter mélységben helyezkednek el, és fedőjükben több száz méter vastagságban miocén, döntően bádeni tengeri üledékek találhatók. A modellterület nyugati és délkeleti peremi részén szintén tengeri képződési környezettel jellemezhető alsó pannon rétegek is detektálhatók lehetnek. A miocén és alsó pannon képződmények fedőjében lerakódott homokkő, aleurolit és agyagmárga található, majd azt követően folyóvízi és tavi eredetű, közép- és finomszemcsés homok, homokkő, aleurit, s az agyagrétegek vastag homokos közbe-településekkel jelennek meg. Ez a felső pannon üledékösszlet megközelítőleg 600–800 méter mélységben már jelen lehet.

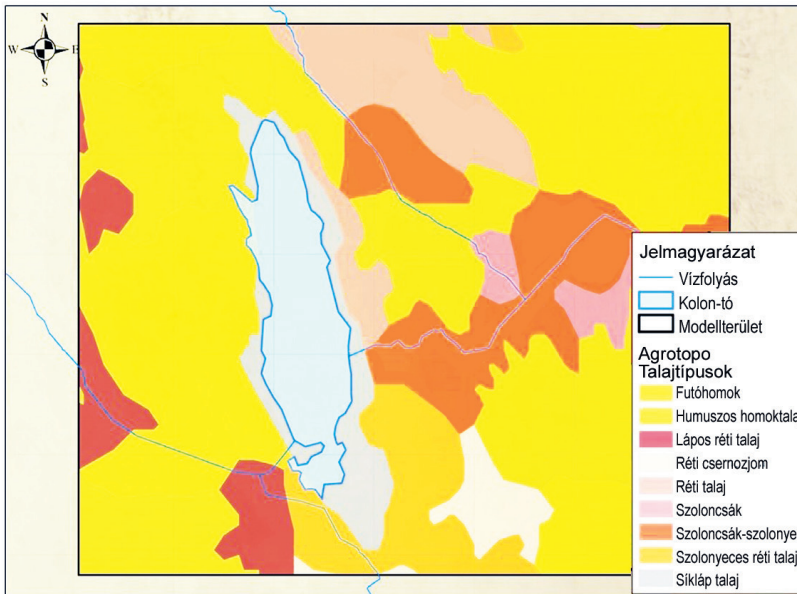
A keleti irányban fokozatosan vastagodó, megközelítőleg 110–140 méter vastag negyedkori üledékeket jórészt folyóvízi genetikájú rétegösszlet alkotja. Az alluviális rétegsorban 15–20 méter vastagságú, változó szemcse nagyságú, tehát apró-, közép- és durvaszemcsés homok, illetve maximálisan 8–10 méter vastagságú finomabb szemcsés agyagos homok, aleurites homok, homokos agyag, aleurites agyag rétegeinek megjelenésére lehet számítani. A homokos kifejlődésekben gyakorinak tekinthetők a túlnyomó részben lencsés geometriájú kavicsos homok, illetve homokos kavics kőzettani összetételű mederüledékek is. A holocén talajosodott homokos és magas nátriumsó-tartalmú szikes üledékek képviselhetik a térségben.<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Molnár Béla – Iványosi Szabó András – Fényes József: A Kolon-tó kialakulása és limnogeológiai fejlődése. *Hidrológiai Közöny*, 59. (1979), 12. 549–560.

<sup>9</sup> Akusztika Mérnöki Iroda Kft.: *Vizkészslet-gazdálkodási Térségi Terv az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság Területére*. Baja, 2017. 18.

<sup>10</sup> Molnár Béla: *A Kiskunsági Nemzeti Park földtana és vízföldtana*. Szeged, JATEPress, 2015, 183–213.

Talajtani szempontból a Kolon-tó közvetlen környezetében magas vízállással jellemezhető síkláp-talajok találhatók, míg kissé távolodva döntően a futóhomok-talaj és a mozgó homokszemcsék megkötöttségének függvényében humuszos homoktalaj megjelenése lehet általános. Valószínűsíthetően a területre jellemző mélységi kompressziós feláramlásból adódó, igen magas sótartalmú talajvizek következményeként a homokos talajok közé beékelődve igen gyenge vízgazdálkodási tulajdonságú szikes talajrétegek találhatók. Ezekben a nátriumsók ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) felhalmozódása következtében – amelynek intenzitása, eloszlása mélység és talajszintek szerint differenciálódik – szoloncsák- és szolonyectalajok lehetnek jellemzőek. Utóbbiak jelenléte az öntözéses gazdálkodás szempontjából korlátozó ok lehet.<sup>11</sup> A talajtípusok modellezett területen belüli eloszlását a 3. ábra mutatja be.



3. ábra. A modellezett területrészen belül jellemző talajtípusok elterjedése

*Forrás: a szerzők szerkesztése*

A modellvizsgálatok tárgyát képező térség túlnyomó része hidrodinamikai szempontból semleges, tehát oldalirányú felszín alatti áramlással jellemezhető területnek tekinthető. Ebből adódóan a térség talajvízkészletének utánpótlódását a lehullott csapadékból származó beszivárgás mellett a Duna–Tisza közti hátság magasabb térszínrel jellemezhető leáramlási területei felől történő oldalirányú hozzáfolyás is biztosíthatja.<sup>12</sup> Ugyanakkor a területen a gravitációs áramlási rezsim által generált sekély mélységű feláramlási zónák mellett lokálisan jellemzőek lehetnek a mélységi kompressziós eredetű feláramlási területek is, ennek következtében

<sup>11</sup> Zsemle Ferenc – Mádlné Szőnyi Judit – Angelus Béla: Felszíni hidraulikai rezsimjelleg térképezése az izsáki Kolon-tó környezetében. *Hidrológiai Közöny*, 82. (2002), 2. 104–109.

<sup>12</sup> Consult-Info Mérnöki, Szervező és Szolgáltató Kft: *A Közép-homokhátsági tározók üzemelésének felülvizsgálata a természetvédelmi szempontok figyelembe vételével*. Budapest, 2005.

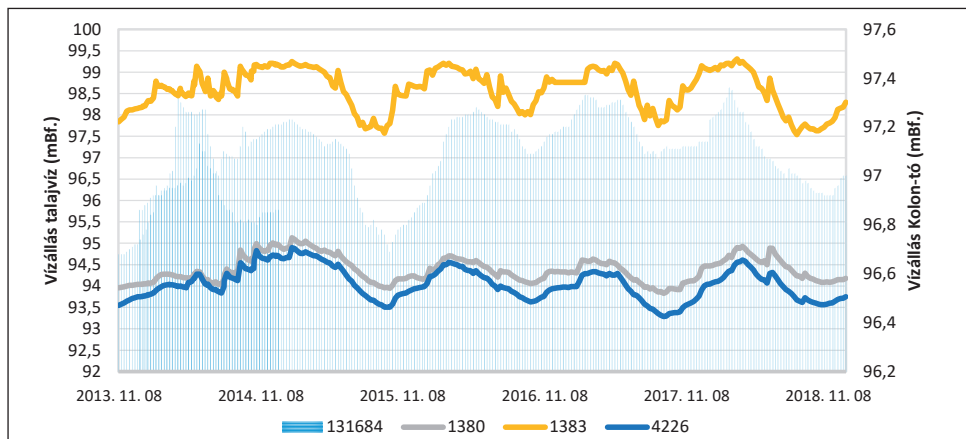
a sekély mélységű réteg- és talajvizek oldott sótartalma is igen magas lehet, ami a fentiekben említett szikes talajtípusok kialakulásához is elvezetett.<sup>13</sup>

A területen a talajvíz áramlási iránya a felszíni morfológia által generált térszíncsökkenést követve regionálisan kelet–nyugati lehet. A Kolon-tó környezetében a talajvíz mélységbeli elhelyezkedésének területi és időbeli eloszlása az attól keleti irányban elhelyezkedő Izsák (001383. számú) és a nyugati irányban található Soltszentimre és Fülöpszállás (001380. és 004226. számú) törzshálózati talajvízszint-figyelő kútjainak vízállás-idősorai alapján adható meg. Maga a Kolon-tó vízkészlete is túlnyomó részben a talajvízből származtatható, tehát a talajvízviszonyok jellemzésére alkalmasak lehetnek a tó vízállását regisztrálni hivatott 131683. és 131684. számú felszíni üzemi állomások idősorai is. A talajvízkút-adatsorokat az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság (ADUVIZIG) bocsátotta rendelkezésünkre:

1. táblázat. Talajvízkutak adatai

Törzsszám	EOV_Y	EOV_X	Terep (mBf.)	Perem/Nullpont (mBf.)	Vízállás átlag (mBf.)
Soltszentimre, 001380	668 196	158 600	96,28	96,789	94,392
Izsák, 001383	674 451	161 400	99,40	100,299	98,521
Fülöpszállás, 004226	668 190	163 360	96,26	96,707	94,086
Kolon-tó alvíz, 131683	672 254,4	158 526,2		95,92	97,063
Kolon-tó felvíz, 131684	672 261,8	158 543,2		95,92	97,065

Forrás: a szerzők szerkesztése az ADUVIZIG adatai alapján



4. ábra. Talajvízkutak és a Kolon-tó vízállásai

Forrás: a szerzők szerkesztése

<sup>13</sup> Mádlné Szőnyi Judit et al.: Felszíni és felszín alatti vizek kapcsolata a Duna–Tisza-közi Kelemen-szék és Kolon-tó esetében. *Általános Földtani Szemle*, 30. (2005), 93–110.

A fenti grafikon a 2013–2018 közötti vízállásidősorokat mutatja be. Az adatsorok alapján megállapítható, hogy a Kolon-tótól nyugatra eső területrészekben a talajvízszintek a terep alatt átlagosan 1,5–3,0 méter mélységben ingadozhatnak (93,5–95,0 mBf.), illetve a keletre eső, magasabb térszínnel jellemezhető területeken a terep alatt átlagosan 0,4–2,0 méter mélységben (97,5–99,2 mBf.) helyezkedhetnek el. Összehasonlítva a talajvízszint-figyelő kutak, valamint a Kolon-tó felvízi üzemi állomásának vízállásidősorait, elmondható, hogy mind a talajvíz, mind pedig a tó évszakos vízállás-ingadozásai időben igen jól korrelálhatók egymással, ami alátámasztja a tóban tározott vízkészletnek a talajvízzel való igen szoros kapcsolatát és annak döntően a talajvízből történő utánpótlását.

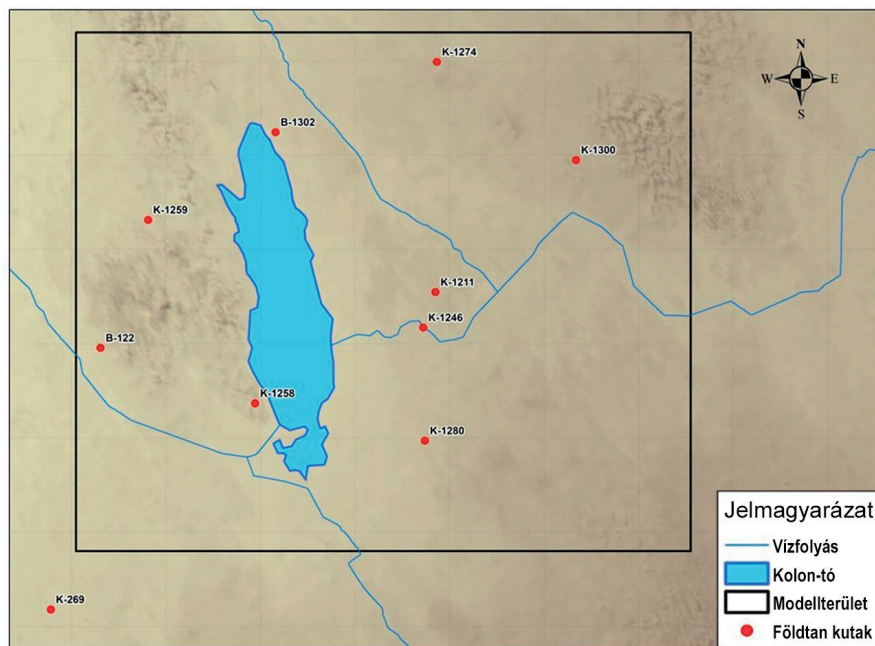
A tárgyi modellvizsgálatok célja annak vizsgálata, milyen hatást gyakorolnak a talajvízkészletet érintő hipotetikus öntözési vízkivételek a vízszintpotenciál-eloszlásra, ezért elégségesnek látszott a felszíntől 40,0 méterig terjedő mélységtartományban elhelyezkedő pleisztocén földtani képződmények részletesebb feltárása, amit az alábbi táblázatban szereplő kutak fúrási rétegsorai alapján lehetett megtenni. A kutak térbeli elhelyezkedését a K-46 és K-87 kutak kivételével az 5. ábra mutatja be.

2. táblázat. Talajvízkutak adatai

Település	Kat. Szám	EOV_Y	EOV_X	Talp (m)	Terep (mBf.)
Izsák	K-1300	678 674	161 894	30,00	116,54
Izsák	K-1258	671 887	156 734	34,40	98,50
Izsák	B-1302	672 319	162 484	73,50	97,65
Izsák	K-1246	675 442	158 341	41,90	101,50
Izsák	K-1211	675 701	159 093	43,00	103,00
Izsák	K-1280	675 477	155 942	34,00	102,26
Izsák	K-1274	675 732	163 975	50,00	102,53
Izsák	K-1259	669 624	160 625	26,00	98,00
Tabdi	K-46	672 438	149 362	88,00	105,01
Páhi	K-87	673 200	149 300	48,00	105,00
Soltszentimre	B-122	668 619	157 910	96,61	104,00
Csengőd	K-269	667 567	152 362	53,40	96,74
Orgovány	K-70	682 683	154 063	104,00	112,02

*Forrás: a szerzők szerkesztése*





5. ábra. A modellrétegek vertikális kiterjedését és közzetani felépítését megalapozó kataszterezett kutak elhelyezkedése

*Forrás: a szerzők szerkesztése*

A 0,5–1,0 méter vastagságú, homokos, agyagos feltalaj alatt 40,0 méter mélységig változatos, de kvázi felfelé finomodó szemcsenagyságú, túlnyomó részben homokos földtani felépítésű pleisztocén alluviális rétegösszlet helyezkedik el. A térségre jellemző folyóvízi üledékképződés sajátosságaiból adódóan a vízrekesztő tulajdonságú, magas agyagtartalmú rétegek geometriája és vertikumban való elhelyezkedése igen változatos lehet, ezért a 40,0 méterig terjedő földtani képződmények egységesen talajvízadónak tekinthetők.

A talajvízadó üledékek felső 10,0–15,0 méter vastagságú részén az alacsonyabb térszínnel és szikes vagy réti talajokkal jellemezhető területeken döntően finom- és aprószemcsés, relatív nagy agyagtartalmú rétegek, agyagos aleurit és aleuritos agyag üledékei lehetnek jellemzők. Ugyanakkor a homokos talajtípusokkal rendelkező területrészekben az üledéksor felső részét apró- és középszemcsés homok közzetani kifejlődésű rétegei képviselhetik. Ezek közvetlen fekéjében nagyjából 10,0–15,0 méter vertikális kiterjedésű apró- és középszemcsés homokrétegek jelenhetnek meg, amelyeket nagy gyakorisággal vékony agyagos homok, agyagos aleurit közbetelepülései harántolhatnak.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Molnár (2015): i. m.



A 40,0 méter vastagságú pleisztocén rétegsor alsó részén – a térségben jelenleg is üzemelő öntözési vízkivételek által túlnyomó részben érintett, 25,0–40,0 méter közötti mélységintervalumban – elhelyezkedő üledékek döntően közép- és durvaszemcsés homokból álló litológiával jellemezhetők. A jó vízáadó képességű homokrétegekben előfordulnak lencsés geometriájú kavicsoshomok-, illetve homokoskavics-kifejlődésű mederüledékek is, amelyek főleg Izsák közigazgatási területének keleti, délkeleti részén lehetnek jellemzők.<sup>15</sup>

### 3. A hidrodinamikai modellezés

A hidrodinamikai modellezés a Processing Modflow 5.3 modellező szoftver MODFLOW-moduljával készült. A MODFLOW modell telített zónában képes háromdimenziós áramlások szimulációjára permanens és nem-permanens állapotokban. A programmal nyomásszinteket, vízmérleget, az áramlási viszonyokat jellemző áramvonalakat és elérési időket lehet számítani. A numerikus megoldóképlet a véges differencia módszerét alkalmazza.

#### 3.1. A modell geometriája

A modellezett terület geometriájának meghatározásakor szempont volt a Kolon-tó tágabb környezetének érintettsége, és az arra vonatkozó vízgyűjtő terület laterális geometriája mellett a jelenleg is üzemelő és vízjogi engedéllyel rendelkező öntözési vízkivételek elhelyezkedése, továbbá a terület hidrodinamikai karakterisztikuma is. Ennek következtében a tótól keleti irányba eső, annak utánpótlódási területét képező térrész jelentősebb hányadát képezi a modellterületnek. Ennek megfelelően a felvett modellterület az EOV Y: 668 100 – 681 100 és EOV X: 153 600 – 164 600 földrajzi koordináták közötti 13 km × 11 km oldalhosszúságú téglalapnak feleltethető meg, amelynek tájolása észak–déli irányú. A modell laterálisan 50 × 50 méter oldalhosszúságú cellákból épül fel.

Vertikális szempontból, az 5. számú ábrán feltüntetett kutak fúrási rétegsorai alapján felvázolt földtani felépítésnek, illetve a modellezés céljainak megfelelően 3 db, a 40,0 méter mélységig terjedő vízáadó réteget reprezentáló modellréteg került kijelölésre. Az első modellréteg a felszínhez közeli finom- és aprószemcsés agyagos aleurit, homok, aleuritos agyag, valamint apró- és közepes szemcsés homok közettani felépítésű üledékeket, a második modellréteg pedig az ennek közvetlen fekéjében elhelyezkedő, döntően apró- és közepes szemcsés homok felépítésű rétegeket képviseli. A pleisztocén talajvízáadó bázisán elhelyezkedő közép- és durvaszemcsés homok, kavicsos homok földtani felépítésű vízáadó képződmények a harmadik modellrétegnek feleltethetők meg. Természetesen a modellben alkalmazott réteghatárok kijelölése a kutak rétegsorában megjelenő fedő- és fekészintek interpolációja után történt meg.

<sup>15</sup> Az ADUVIZIG fúrásjelvényeinek leírása alapján.

### 3.2. Beépített hidrodinamikai paraméterek

Mindhárom modellréteg esetében peremfeltételként, a talajvíz áramlási irányának figyelembevétele mellett, a modell keleti és nyugati peremén úgynevezett puha peremfeltételnek tekinthető GHB- (*General Head Boundary*) cellákat alkalmaztunk. A GHB-cella úgy működik a modellezés során, mint egy olyan állandó,  $h_{\text{GHB}}$ -nyomású cella, amely a peremen elhelyezkedő GHB-cellától meghatározott távolságban van.<sup>16</sup>

A modellezett, 40,0 m mélységig terjedő talajvízadó réteg paraméterezésére szakirodalmi adatok alapján került sor. A modellrétegek litológiájának kismértékű heterogenitása ellenére – a modellezett térrész jelentős kiterjedésének kezelhetősége és a modell egyszerűsítése érdekében – a modellrétegek vonatkozásában átlagosnak tekinthető hidrodinamikai paraméterek kerültek megadásra. Az egyes rétegek esetében  $10^{-1}$  volumenű anizotrópia-faktort használtunk. A modellben alkalmazott „k” szivárgási tényezőket és effektív porozitásértékeket az alábbi táblázat tartalmazza:

3. táblázat. „K” szivárgási tényezők és effektív porozitás-értékek

	Földtani felépítés	k horizontális (m/nap)	k vertikális (m/nap)	effektív porozitás (%)
1. réteg	finom, aprószemcsés agyagos aleurit, aleuritos agyag, apró- és középszemcsés homok	0,05	0,0008	18
2. réteg	apró- és középszemcsés homok	1,5	0,02	22
3. réteg	közép- és durvaszemcsés homok, kavicsos homok	4	0,1	25

Forrás: a szerzők szerkesztése

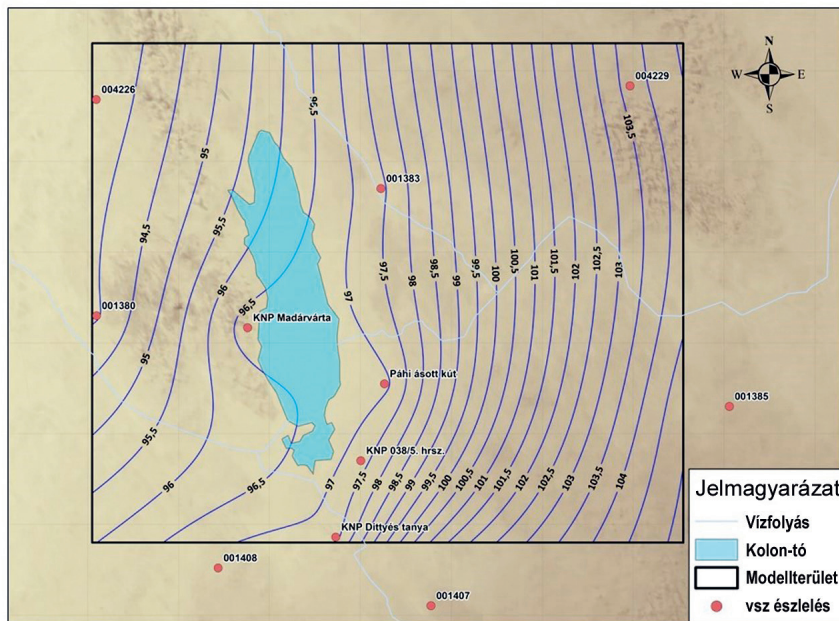
A modell talajvízadó rétege esetében a kezdeti vízszint megadásánál (*Initial Hydraulic Heads*) a modellterületen belül, illetve annak környezetében található talajvízszint-figyelő törzshálózati kutak, valamint a Kolon-tó térségében elhelyezkedő további, a Kiskunsági Nemzeti Park (KNP) üzemeltetésében lévő talajvíz-kutak és ásott kutak 2019. szeptember 7-én mért talajvízállásai kerültek interpolálásra, majd beépítésre a modellbe. Az adott kutak alapadatait, az egyidejű vízszintészlelés értékeit a 4. táblázat, a modellterületen belüli talajvízszintekre vonatkozó potenciáeloszlást pedig a 6. ábra mutatja be.

<sup>16</sup> A MODFLOW használatához lásd [Exploring MODFLOW Head Boundary Packages](#). Aquaveo, 2019. június 19.

4. táblázat. A 2019. szeptember 7-i vízszintrögzítés adatai

Törzsszám/Név	EOV_Y	EOV_X	Terep (mBf.)	Vízállás 09.07. (mBf.)
1379	668 972	166 886	96,43	93,689
1380	668 196	158 600	96,28	93,943
1383	674 451	161 400	99,4	97,386
1384	680 278	166 366	108,33	104,354
1385	682 115	156 600	109,1	105,711
1407	675 550	152 210	105,5	103,164
1408	670 871	153 042	99,55	97,262
3743	672 568	167 913	98,63	96,192
4226	668 190	163 360	96,26	93,637
4229	679 930	163 663	108,33	103,715
KNP 038/5	674 009	155 406	98,82	97,305
Páhi ásott kút	674 528	157 098	98,94	96,843
KNP Dinyés tanya	673 459	153 722	101,55	97,353
KNP Madárvárta	671 521	158 333	99,42	96,782

Forrás: a szerzők szerkesztése



6. ábra. A kezdeti vízszintként alkalmazott, 2019. szeptember 7-én detektált talajvízszint-eloszlás

Forrás: a szerzők szerkesztése

A Kolon-tó környezetében elhelyezkedő talajvízkészletre és magára a tóra vonatkozó vízállás-idősorok fenti elemzése által egyértelműnek tekinthető, hogy a tó vízkészlete és a talajvíz között közvetett hidrodinamikai kapcsolat lehetséges. Annak érdekében, hogy a modellben ez a hatás szimulálva legyen s így a modellezett talajvízszint-eloszlások jobban közelítsék a valóságot, a tóban tározott vízkészlet – amely ugyan nem jelentős, de hidrosztatikai nyomása jól detektálható – az úgynevezett „vízfolyás csomag” (*River Flow*) alkalmazása mellett került beépítésre a modell első számítási rétegébe.<sup>17</sup> A vízfelszín laterális kiterjedését az átlagos vízállásnak megfelelően vettük fel a modellben. A modellben figyelembe vehető „folyó csomag”, esetünkben a tó áramlási szimulálásának adatigénye, három (típusú) paraméterből áll:

- A tó vízállásának abszolút magassága (*Head in the River*);
- A tómeder abszolút magassága (*Elevation of the Riverbed Bottom*);
- A felszíni és a felszín alatti vizek kapcsolatát jellemző mérőszám (*Hdraulic Conductance of the Riverbed*).

A tómeder abszolút magassága vonatkozásában a területre jellemző felszíni morfológiának megfelelő magasságértékek, a vízállás vonatkozásában pedig a 131684. számú üzemi felszíni állomásnak a 2013–2018. évek közötti időintervallumban detektált vízállásátlagát adtuk meg, ami 97,06 mBf. volumennek volt megfeleltethető.<sup>18</sup>

A felszíni és a felszín alatti vizek kapcsolatát jellemző mérőszám, vagyis a vízfolyások medrének átteresztő képessége az alábbi összefüggéssel számítható ki:

$$C_{\text{folyó/tó}} = (k_{\text{kolmatált}} / m_{\text{kolmatált}}) \times L \times W$$

$k_{\text{kolmatált}}$ : a kolmatált zóna szivárgási tényezője [m/nap]

$m_{\text{kolmatált}}$ : a kolmatált zóna vastagsága [m]

L és W: az adott cella kiterjedésére vonatkozó paraméterek

A kolmatált zónára jellemző hányados a Duna esetében (irodalmi adatok alapján) 0,005 1/nap, tehát cellamérettől függően  $C_{\text{folyó/tó}} = 12,5$ .<sup>19</sup>

A modellvizsgálatok tárgyát képező vízkivételek hatásvizsgálata döntően a nyári, öntözési időszakra vonatkozóan tekinthető lényegesnek, ezért a modellbe ennek az időszaknak megfelelő maradó beszivárgási érték, 10 mm/év került beépítésre.

### 3.3. Modell-lefuttatások

A modellvizsgálatok céljának megfelelően összesen két permanens, tehát időben állandó peremfeltételeket tartalmazó modellváltozat került lefuttatásra. Az első, amely az alapállapotnak tekinthető modellvariáns, a 2019. szeptember 7-én detektált egyidejű talajvízszint-észlelés

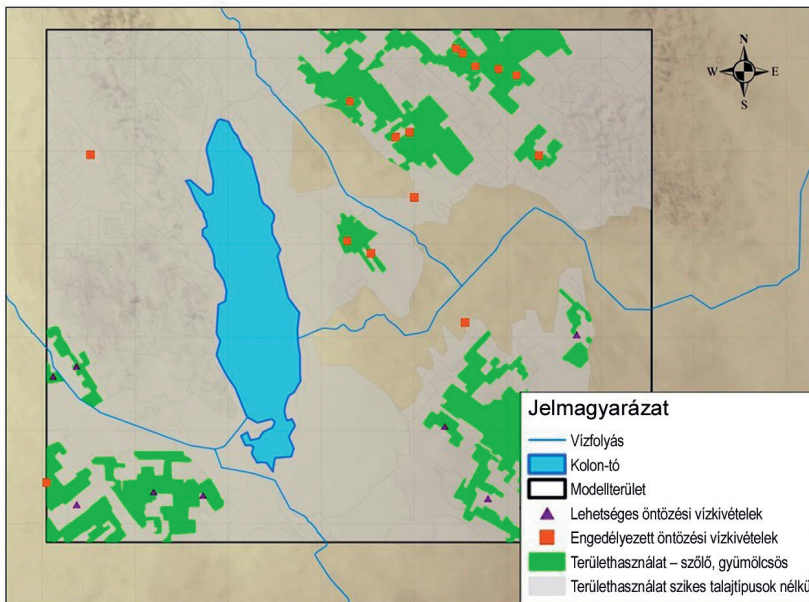
<sup>17</sup> Kovács Balázs: *Hidrodinamikai és transzportmodellezés (Processing MODFLOW környezetben) I.* Miskolc, 2004. 128.

<sup>18</sup> Az ADUVIZIG adatai alapján.

<sup>19</sup> Kovács (2004): i. m. 129.

eredményként kapott talajvízszint-eloszlást tárja fel. A második modellvariánsba már kútként beépítésre kerültek a hipotetikus öntözési vízkivételek is, amelyeknek a modellterületen belül való elhelyezkedése és napi víztermelési volumene az alábbi metodika alapján került meghatározásra:

1. A modellterületen belül leválogatásra kerültek a hátsági területeken legtöbbször öntözéses növénytermesztés szempontjából távlatinak tekinthető, „szőlő-gyümölcsös” kategóriába eső területhasználatnak megfelelő területrészek.
2. Ezekből a megfelelő térinformatikai módszerekkel kivonásra kerültek az öntözés szempontjából talajtani korlátozás alatt álló, tehát öntözéses növénytermesztésre alkalmatlan szikes talajtípusokkal (szoloncsák, szolonyec) jellemezhető területek (3. ábra).
3. A 2018-ban hatályos vízjogi üzemeltetési engedéllyel rendelkező öntözési vízkivételek döntően a modellterület északi felén helyezkedtek el, illetve elhelyezkedésük igen jól egyezett a figyelembe vett „szőlő-gyümölcsös” művelési ágú területekkel. Ennek megfelelően a továbbiakban a modellterület déli felén elhelyezkedő területek kerültek figyelembevételre.
4. A déli területrészek térinformatikai módszerekkel lehatárolt területrészek poligonjait középponti pontállománnyá konvertáltuk át, amely így 9 db hipotetikus vízkivételi pontot eredményezett (7. ábra).



7. ábra. Az öntözés szempontjából potenciális területek, illetve a jelenlegi és feltételezett vízkivételek elhelyezkedése

*Forrás: a szerzők szerkesztése*

5. Feltételezve, hogy az öntözés szempontjából perspektivikus földrészletek területének legfeljebb tizedrészén kerül berendezésre öntözőtelep, valamint az öntözési gyakorlatban – öntözendő növénykultúrától függetlenül – az átlagosnak tekinthető 100 mm/év/ha

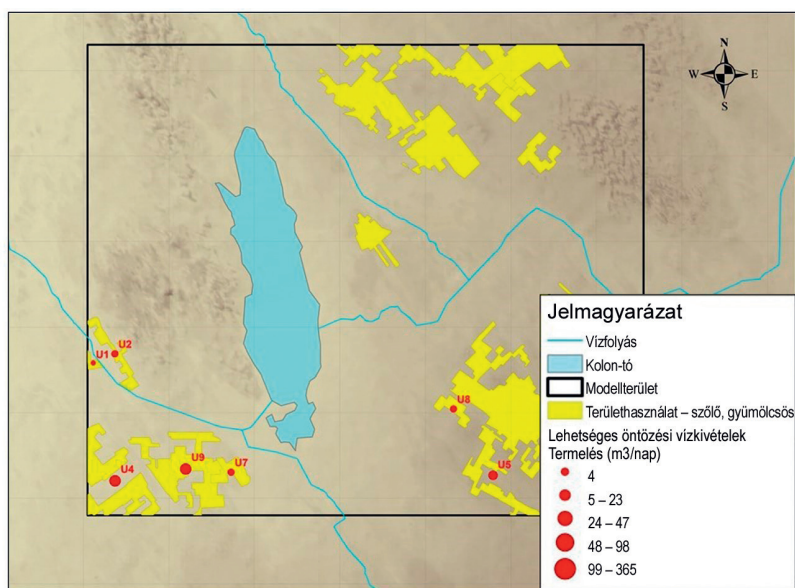
mértékű öntözési víznorma és 180 öntözési nap figyelembevételével meghatározásra kerültek az egyes hipotetikus öntözési vízkivételekhez tartozó víztermelési volumenek ( $\text{m}^3/\text{nap}$  dimenzióban, 5. táblázat).

6. A jelenleg is engedélyezett és üzemelő öntözőkutat döntően a harmadik modellrétegnek megfelelő kőzet- és durvaszemcsés homokot, illetve kavicsos homokot tartalmazó üledékeket termeltek. Ebből adódóan a fentiek alapján meghatározott víztermelési volumenek kútként ebbe a modellrétegbe kerültek beépítésre (8. ábra).

5. táblázat. A modellbe bevont hipotetikus kutak alapadatai

Hipotetikus kút jele	EOV_Y	EOV_X	Víztermelés ( $\text{m}^3/\text{nap}$ )
U1	668 236	157 162	4,31
U2	668 741	157 378	22,76
U3	679 491	158 054	20,17
U4	668 744	154 408	76,39
U5	677 582	154 536	46,87
U6	679 031	155 664	364,66
U7	671 458	154 610	18,68
U8	676 658	156 091	14,41
U9	670 395	154 684	97,65

Forrás: a szerzők szerkesztése



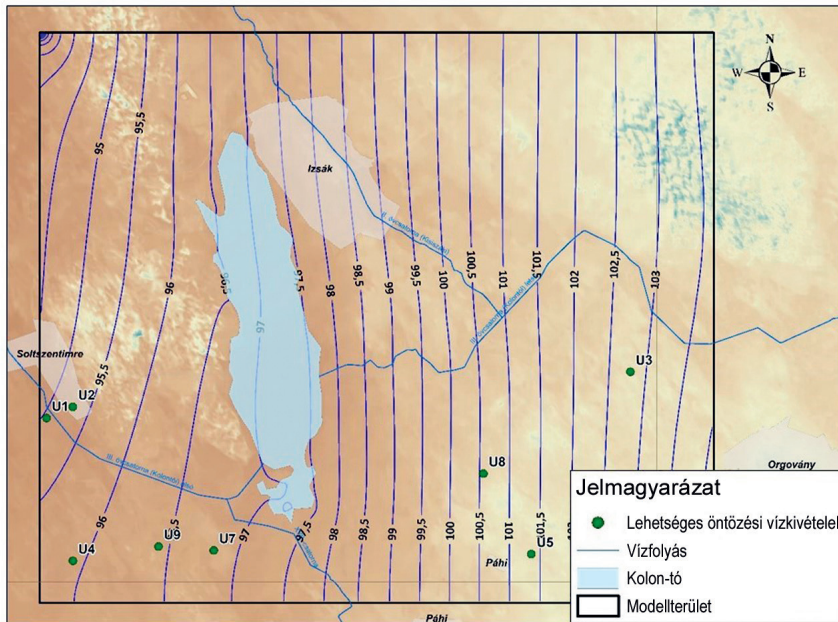
8. ábra. A modellben alkalmazott hipotetikus öntözési vízkivételek elhelyezkedése

Forrás: a szerzők szerkesztése



### 3.4. Modellezési eredmények

2019. szeptember 7-én kiegészítő terepi mérésekkel talajvízszint-eloszlást vettünk fel, amely a tárgyi modellvizsgálatok szempontjából alapállapotnak tekinthető. A feltételezett öntözési vízkivételek nélküli modellfuttatás eredményeként kapott potenciáleloszlást a 9. ábra mutatja be. Az ábra alapján elmondható, hogy a modell által számított talajvízszint-eloszlások a valóságnak megfelelő, túlnyomó részben kelet–nyugati irányú talajvízárrelást reprezentálnak. A modellterületen belül elhelyezkedő, a Kolon-tó medrétől a legkisebb távolságban található „KNP Madárvárta” megnevezésű mintavételi ponton a 2019. szeptember 7-én mért talajvízállás 96,78 mBf. volt. A modell által kiszámított talajvízállás ugyanezen a helyen 96,59 mBf. értéket mutat, tehát megállapíthatjuk, hogy a modellezett alapállapot viszonylag jól korrelálható a kiinduló talajvízszint-értékekkel. Ezek alapján a modellben alkalmazott peremfeltételek megfelelőnek tekinthetők.



9. ábra. Az alapállapotnak megfelelő modellezett talajvízszint-eloszlás

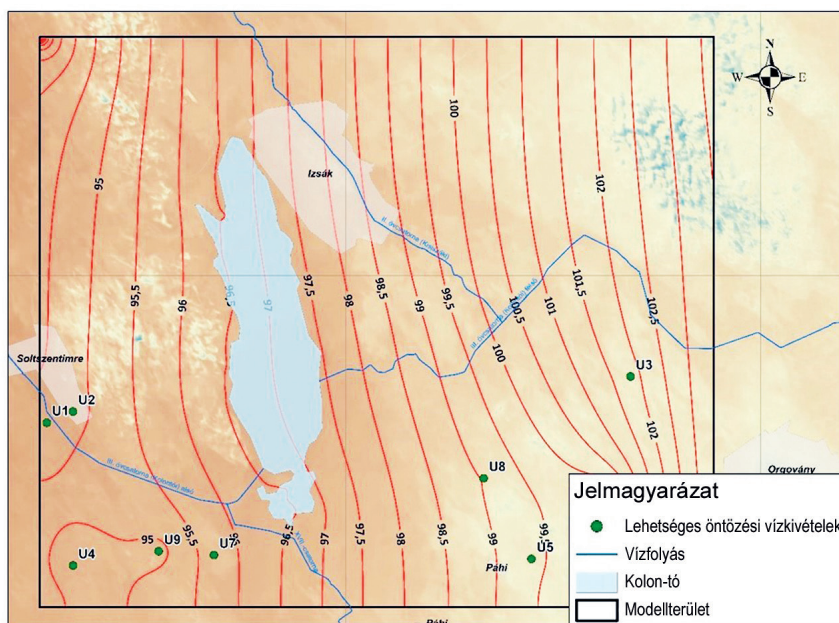
*Forrás: a szerzők szerkesztése*

A fent szereplő metodika alapján meghatározott elhelyezkedésű, potenciálisan öntözhető földrészek területével arányosítható, minimálisan  $4,31 \text{ m}^3/\text{nap}$ , maximálisan  $364,66 \text{ m}^3/\text{nap}$  volumenű, feltételezett öntözési célú víztermelést tartalmazó permanens modellváltozat eredményeként kialakuló, a talajvízre vonatkozó potenciáleloszlást, illetve az alapállapothoz



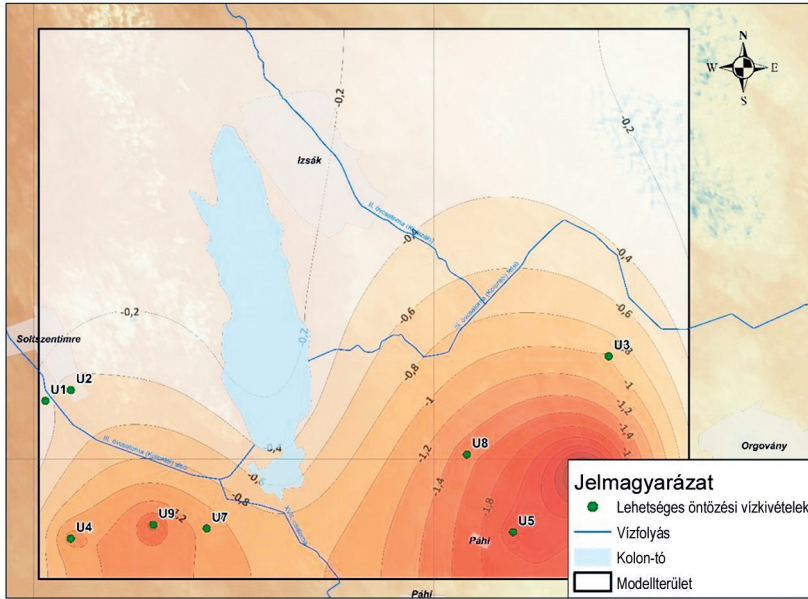
képest való talajvízszint-süllyedések eloszlását a 10. és 11. számú ábra mutatja be. A modelledmények alapján megállapítható, hogy a kutak becsült napi vízhozamokon történő termeltetése egyértelműen körülhatárolható és viszonylag jelentősnek mondható depressziós tereket generálhat. Annak ellenére, hogy az egyes, megközelítőleg  $100 \text{ m}^3/\text{nap}$  mértékű, illetve az azt meghaladó vízkivételek jelentős volumennek tekinthetők, a modellszámítások által megbecsült, a feltételezett kutak közvetlen környezetére jellemző, maximális leszívási értékek megközelítőleg csak  $-3,60$  (U6) és  $-1,70$  (U9) méterre rúgnak. A maximális leszívások e relatív alacsony értéke valószínűsíthetően az elméletileg beszűrőzött harmadik modellrétegnek megfelelő, földtani felépítésük szerint közép- és durvaszemcsés homokból, illetve kavicsos homokból álló üledékek kedvező hidrodinamikai jellemzőinek (magas szivárgási tényezők) lehet köszönhető.

Az ábrák alapján az állapítható meg, hogy a modellterület déli felén elhelyezkedő hipotetikus vízkivételi helyek üzemeltetésének hatására kialakuló depressziós tér a Kolon-tó közvetlen környezetében, annak jellemzően déli részén  $0,2\text{--}0,8$  méteres talajvízszint-süllyedéseket generálhat.



10. ábra. A feltételezett vízkivételek hatására kialakuló talajvízszint-eloszlás

*Forrás: a szerzők szerkesztése*



11. ábra. Az alapállapothoz viszonyított talajvízszint-süllyedések eloszlása

*Forrás: a szerzők szerkesztése*

## 4. Összefoglalás

A Kolon-tó térségében elvégzett, jelenleg csak az elméletileg megvalósítható öntözési vízkivételeknek a talajvízkészlet mennyiségi állapotára gyakorolt hatását feltáró modellvizsgálatunk eredményei alapján elmondható, hogy a tó vízkészletének mennyiségi paramétereit, valamint az annak környezetében elhelyezkedő vizes élőhelyek ökológiai állapotát közvetlenül vagy közvetetten befolyásoló talajvízkészlet mennyiségi változásának kockázatbecslésére alkalmas. A mért és modellezett adatok közötti különbség elfogadható, a célkitűzésben megfogalmazott öntözési célú talajvízszint-süllyedés mértéke jó közelítéssel kimutatható. A hipotetikus öntözési pontok nagy vízkitermelés-értéke mellett kialakuló leszívás volumene kicsi, ami a vízáadó közeg jó áteresztőképességének köszönhető. A leszívás leginkább a Kolon-tó déli részén érezheti hatását.

A tárgyi modellvizsgálatok során alkalmazott öntözési vízkivételek negatív mennyiségi hatása mellett még számos antropogén és természetes tényező hatásbecslésére lehet alkalmas a hidrodinamikai modellezésen alapuló módszer:

- a környező vízfolyások adott vízállásának függvényében kialakuló, a talajvíz szempontjából drénező vagy duzzasztó hatás értékelésére;

- az egyes talajvízkészleteket befolyásoló klímaelemek (lehullott csapadék mennyisége – beszivárgás, léghőmérséklet – párolgás, evapotranspiráció) extrém mértékű, akár rövid időintervallumon belül történő, adott időszakra vonatkozóan permanens vagy tranzien változásának következtében kialakuló hatásmechanizmusok értékelésére;
- a modell transzportmodellé való átalakítása után lehetőség nyílik a talajvíz kémiai állapotára vonatkozó kockázati tényezők (felszíni szennyezőanyag-bevezetések, a kompressziós mélyégi feláramlásból származó magas oldott sótartalmú vizek) felmérésére, idő- és térbeli nyomon követésére.

A hidrodinamikai modellvizsgálatok eredményeként kapott becslések lehető legnagyobb pontosságának elérése érdekében elengedhetetlen, hogy a modellezés során alkalmazott földtani és vízföldtani paraméterek megfelelően reprezentálják a vizsgált térrészt. A modellbe beépített kezdeti vízszintek is az adott időpontra vagy időintervallumra vonatkozó pillanatnyi vagy átlagos hidrológiai szituációnak a lehető legpontosabban kell hogy megfeleljenek.

A tárgyi modellvizsgálatokkal egyidejűleg, 2019. szeptember 7-én történt vízszintészlelés során 10 db, viszonylag nagy adatbiztonsággal rendelkező, állami üzemeltetésű törzshálózati talajvízszint-figyelő kút, valamint 4 db, a mintázás szempontjából bizonytalannak tekinthető egyéb talajvízkút vizállásadatai kerültek felhasználásra, amelyek relatíve nagy távolságban helyezkednek el egymástól. Ebből adódóan a Kolon-tó környezetében elhelyezkedő felszín alatti vízkészletek finomabb felbontású, pontosabb eredményeket reprezentáló modellvizsgálatához az itt alkalmazottnál mindenképpen nagyobb adatsűrűsége lenne szükség.

Az adatsűrűség optimális szintre való emelése egy, a tó térségében elhelyezkedő, a földtani és vízföldtani jellemzők függvényében a legmegfelelőbb területi eloszlás és műszaki paraméterek mellett kialakított, továbbá vízszintregisztráló műszerrel felszerelt talajvízszint-figyelő kutakból álló monitoringrendszerrel biztosítható. Ennek segítségével detektált, a kívánt időpillanatra vonatkozó diszkrét, vagy a meghatározott időintervallumra vetített, az átlagos talajvízszinteket peremfeltételként alkalmazó modell-lefuttatások végezhetőek, amelyek eredményeivel folyamatosan és közvetlenül nyomon követhetőek lennének a talajvízkészlet mennyiségi és kémiai állapotára, illetve közvetve a Kolon-tó térségében elhelyezkedő vizes élőhelyek ökológiai állapotára kockázatot jelentő hatásmechanizmusok.

## Felhasznált irodalom

- Akusztika Mérnöki Iroda Kft.: *Vízkészlet-gazdálkodási Térségi Terv az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság Területére*. Baja, 2017. Online: [www.aduvizig.hu/wp-content/uploads/2019/05/VKGT-TT\\_ADU\\_05.pdf](http://www.aduvizig.hu/wp-content/uploads/2019/05/VKGT-TT_ADU_05.pdf)
- Consult-Info Mérnöki, Szervező és Szolgáltató Kft.: *A Közép-homokhátsági tározók üzemelésének felülvizsgálata a természetvédelmi szempontok figyelembe vételével*. Budapest, 2005.
- Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság: *Jelentős vízgazdálkodási kérdések. Duna-részvízgyűjtő*. Győr, 2020. Online: [http://vizeink.hu/wp-content/uploads/2020/05/Duna\\_RVGY\\_JVK.pdf](http://vizeink.hu/wp-content/uploads/2020/05/Duna_RVGY_JVK.pdf)
- Kovács Balázs: *Hidrodinamikai és transzportmodellezés (Processing MODFLOW környezetben) I*. Miskolc, 2004.

Mádlné Szőnyi Judit – Simon Szilvia – Tóth József – Pogácsás György: Felszíni és felszín alatti vizek kapcsolata a Duna-Tisza-közi Kelemen-szék és Kolon-tó esetében. *Általános Földtani Szemle*, 30. (2005), 93–110.

MODFLOW Head Boundary-csomagok felfedezése. Online: [www.aquaveo.com/blog/2019/06/19/exploring-modflow-head-boundary-packages](http://www.aquaveo.com/blog/2019/06/19/exploring-modflow-head-boundary-packages)

MODFLOW 6: USGS Modular Hydrologic Model. Online: [www.usgs.gov/software/modflow-6-usgs-modular-hydrologic-model](http://www.usgs.gov/software/modflow-6-usgs-modular-hydrologic-model)

Molnár Béla – Iványosi Szabó András – Fényes József: A Kolon-tó kialakulása és limnogeológiai fejlődése. *Hidrológiai Közöny*, 59. (1979), 12. 549–560.

Molnár Béla: *A Kiskunsági Nemzeti Park földtana és vízföldtana*. Szeged, JATEPress, 2015.

Országos Vízügyi Főigazgatóság: *A Duna-vízgyűjtő magyarországi része. Vízyűjtő-gazdálkodási Terv – 2015*. Budapest, 2016. Online: [www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD9B8A6DBAB/OVGT\\_foanyag\\_vegleges.pdf](http://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/E3E737A3-3EBC-4B6F-973C-5DD9B8A6DBAB/OVGT_foanyag_vegleges.pdf)

Zsemle Ferenc – Mádlné Szőnyi Judit – Angelus Béla: Felszíni hidraulikai rezsimmjelleg térképezése az izsáki Kolon-tó környezetében. *Hidrológiai Közöny*, 82. (2002), 2. 110–119.



Debreceni Péter<sup>1</sup> 

# Magyarországi vegetációtüzek keletkezési okainak vizsgálata és osztályozása

## Study and Classification of the Causes of Wildfires in Hungary

*Az erdő- és vegetációtüzek okainak megértése kiemelkedő jelentőségű az erdőtűz megelőzési tevékenység, valamint a környezet- és lakosságvédelmi intézkedések megtervezésében. Hazánkban a klimatikus viszonyok és a vegetáció összetétele miatt természetes úton alig keletkezik vegetációtűz. A vegetációtüzek többsége emberi gondatlanság következménye. A tűzkockázat értékelésének hatékonyságát növeli, ha értjük a vegetációtüzek okait, a tüzet gyújtó személyek motivációit. Az erdőtűz megelőzésért felelős hatóságok a 2011–2020 közötti időszakban végzett adatgyűjtése során megismert tűzokok elemzésével lehetőség van a magyarországi vegetációtüzek antropogén eredetének vizsgálatára, a szocioökonómiai faktorok meghatározására, ami a későbbiekben alapja lehet a vonatkozó célzott kommunikáció célcsoportjai meghatározásának. Az Európai Erdőtűz Információs Rendszer tűzkeletkezésiok-sémájával való összevetés alapján javaslatok tehetők a hazai rendszer harmonizálására.*

**Kulcsszavak:** vegetációtűz, tűzkeletkezési ok, Katasztrófavédelmi Adatszolgáltató Program, Országos Erdőtűz Adattár, Európai Erdőtűz Információs Rendszer

*Understanding the causes of wildfires is of paramount importance in the planning of forest fire prevention activities, environmental and civil protection measures. The probability of wildfires occurring naturally is very low due to the climate and vegetation conditions in Hungary. Most wildfires are caused by human negligence. The effectiveness of a wildfire risk assessment can be increased if we understand the causes of wildfires and the motivations of those who set fires. By analysing the fires identified during the data collection of the forest fire prevention authorities in the period of 2011–2020, it is possible to examine the anthropogenic origin of wildfires in*

---

<sup>1</sup> Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, doktori hallgató, e-mail: [DebreceniP@nebih.gov.hu](mailto:DebreceniP@nebih.gov.hu)

*Hungary and define social economic factors, which may later be the basis for defining the target groups of relevant targeted communication. Based on the comparison with the fire generation scheme of the European Forest Fire Information System proposals can be made for the harmonisation of the Hungarian system.*

**Keywords:** wildfire, cause of fire, Data Gathering System of the Disaster Recovery Service, Forest Fire Database of Hungary, European Forest Fire Information System

## 1. Bevezetés

Az erdő- és vegetációtüzek okainak megértése kiemelkedő jelentőségű az erdőtűz megelőzési tevékenység során. Hazánkban, a klimatikus viszonyok és a vegetáció összetétele miatt természetes úton az esetek kevesebb mint egy százalékában keletkezik vegetációtűz. A vegetációtüzek többsége emberi gondatlanság, illetve néhány esetben szándékosság következménye. A hatósági adatgyűjtésből kinyert információk alapján a tüzeket elsősorban az autóból, vonatból, kerékpárról kidobott, eldobott cigarettacsikkek, a hanyagul ott hagyott tábornövények, a gondatlanul végzett kiskerti és tarlóégetések, a rosszul szervezett grillezés és bográcsozás vagy az erdőterületen helytelenül kivitelezett vágástéri hulladékégetések okozzák. A tűzkockázat-értékelés hatékonyságát nagyban meghatározza és növeli, ha értjük a tüzek okait, a tüzet gyújtó személyek motivációit. Az adatgyűjtés során megismert tüzokok elemzésével lehetőség van az erdőtüzek antropogén eredetének vizsgálatára, a szocioökonómiai faktorok és a célzott kommunikáció célcsoportjainak meghatározására.

A cikk megírásával a célom a 2011 és 2020 között keletkezett vegetációtüzek okainak vizsgálata, továbbá a hazai adatgyűjtési rendszerben rögzített tüzokok összehasonlítása az EFFIS,<sup>2</sup> vagyis az Európai Erdőtűz Információs Rendszer tüzoksmájával. További cél a hazai és az európai rendszer közötti eltérések feloldására irányuló javaslat összeállítása.

## 2. Vizsgálati módszer

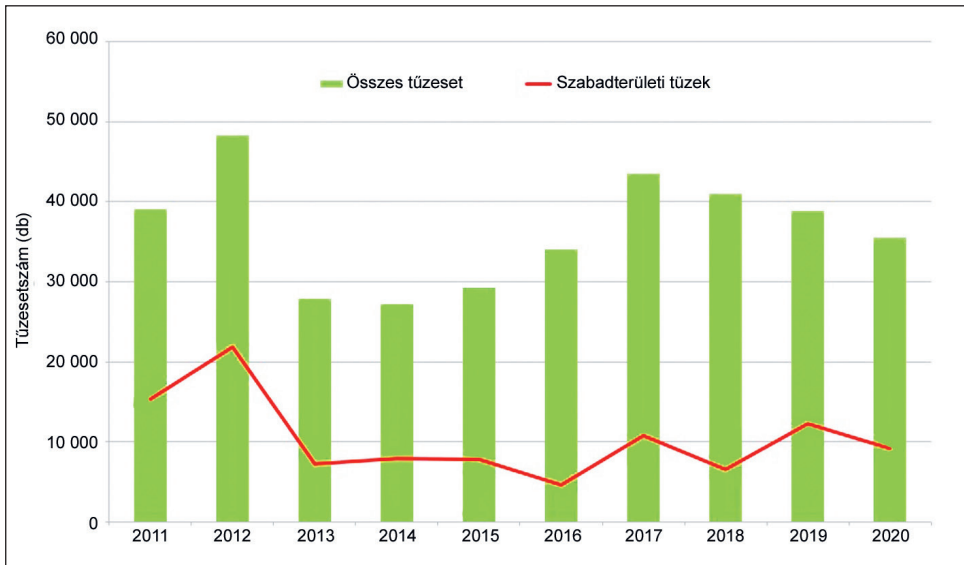
A hatékony erdőtűz megelőzési tevékenység alapja a megfelelő részletességű adatgyűjtés, amelynek segítségével leírhatók a vegetációtüzek keletkezési körülményei, a tűzben károsodott terület paraméterei, információkat kaphatunk a tűz keletkezési okáról és a tűzoltói beavatkozás során megtett intézkedésekről. A 2011 és 2020 között keletkezett erdő- és vegetációtüzek vizsgálatához létrehoztam egy térinformatikai adatbázist, amely tartalmazza a katasztrófavédelem és az erdészeti hatóság által a tüzesetekről rögzített adatokat, a keletkezés időpontjában fennálló tűz időjárásindex-értéket, amely a meteorológiai körülményekből fakadó tűzkockázatot jelzi. Ezenfelül térbeli elemzéseket végeztem és egyéb számított, származtatott paramétereket adtam hozzá az egyes tüzesetek leíró adataihoz, amelyek segítségével térbeli és időbeli mintázatokra vonatkozó vizsgálatok is végezhetők a későbbiekben.

<sup>2</sup> Az angol mozaikszó (EFFIS) feloldása: <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>



A szabad területen keletkező tüzesetek leíró adatainak rögzítése során a helyszín jellege szerint három kategóriába sorolják a tüzeseteket. A létesítmények szabad terei jellemzően azokat a belterületi kerítéssel határolt ingatlanokon, épített környezetben keletkezett tüzeket jelölik, amelyek területén növényzetet is érintett a tűz. Ilyen esemény lehet lakóház, tanya udvarán vagy parkban égő aljnövényzettűz. A szabad területen, fával borított területen vagy annak határán, jellemzően külterületi ingatlanokon meggyújtott hulladék vagy növényi maradványok szintén külön kategóriát képviselnek. A szabad területen keletkezett tüzesetek közül azok minősülnek vegetációtűznek, amelyekben a tűz a természetes növénytakaróban keletkezett vagy arra áterjedt. Értelemszerűen a vegetációtüzek egy részhalmazát jelentik az erdőtüzek, amikor a tűz nem szükségszerűen az erdőből indult ki, és nem kizárólagosan, de teljesen vagy részben erdőt vagy fával borított területet is érint. Az erdőtűz definíció megfelel az EFFIS-ben megadott erdőtűzfogalomnak.

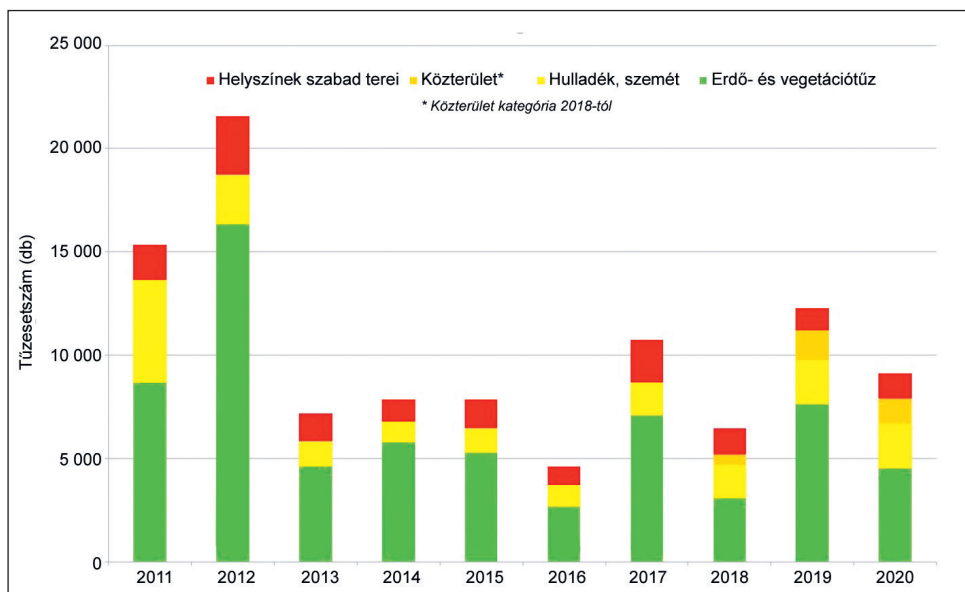
A 2011–2020 közötti évtizedben a szabadterületi tüzesetek száma az első két év kiemelkedő értékei után csökkenést mutat. Az utóbbi négy évben enyhe emelkedés tapasztalható, amely jellemzően az egyenetlen csapadékeloszlással és az emberi tevékenységgel magyarázható. Jelen kutatásnak nem tárgya a tüzesetszámok mögött meghúzódó klimatikus és egyéb tényezők vizsgálata. Esetünkben annyit érdemes kiemelni, hogy az elmúlt évtizedben a tűzoltói beavatkozással érintett erdő- és vegetációtüzek száma átlagosan 27,8 %-át tette ki az összes éves tüzesetszámnak (1. ábra).



1. ábra. Összes tüzeset és a szabadterületi tüzek száma évente 2011–2020 között

Forrás: a szerző szerkesztése a BM OKF KAP Online és a NÉBIH Erdőtűz Adattár adatai alapján

A 2. ábrán látható a vizsgált időszakban keletkezett szabadterületi tüzesetek éves alakulása, illetve a vizsgálatba bevont azon erdő- és vegetációtüzek száma, amelyeknél tűzoltói beavatkozás történt.



2. ábra. Szabadterületi tűzek száma évente 2011–2020 között

Forrás: a szerző szerkesztése a BM OKF KAP Online és a NÉBIH Erdőtűz Adattár adatai alapján

A tűzek okainak vizsgálata során az összes vegetációtűz közül azokat vizsgáltam, ahol történt tűzoltó beavatkozás. A vizsgált időszakban 63 175 ilyen vegetációtűzet regisztráltak. A beavatkozást igénylő eseménynél helyszíni adatfelvételezés történik, amikor a tűz keletkezési okára vonatkozó szakkerü megállapítások is rögzítésre kerülnek. A vegetációtűzek a vizsgált időszakban átlagosan 62,1%-át tették ki az összes szabadterületi tűzesetnek, illetve a vegetációtűzek 96%-ában történt tűzoltói beavatkozás.

A tűzkeletkezési okok vizsgálata során összevettem a Tűzeseti és Műszaki Mentési Jelentés (TMMJ)-adatlapokon<sup>3</sup> a tűzoltást vezető által rögzített tűzokat az Erdő és Vegetációtűz Felveteli Adatlapon (Erdőtűz-adattal) található tűzokkal. A rögzített tűzkeletkezési okokat összevettem az EFFIS tűzoksémájával, és áttekintettem a vonatkozó szakirodalmat.

### 3. Az adatgyűjtés rendszere és jogszabályi alapja

Az erdőtűz-megelőzésért és a védekezésért felelős kormányzati szervek, a Belügyminisztérium kötelékében működő Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) és a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) együttműködésének köszönhetően létrehozásra került az EFFIS-nek megfelelően adatszerkezettel rendelkező adatbázis, amelynek segítsé-

<sup>3</sup> A tűzoltási és műszaki mentési tevékenységről készülő adatszolgáltatást elsődlegesen a működési terület szerinti beavatkozó hivatásos tűzoltóság készíti az online Katasztrófavédelmi Adatszolgáltató Programban (másképpen: KAP Online).

gével biztosított a szabványosított adatfelvételezés, az adatok archiválása és feldolgozása, a katasztrófavédelem és az erdészeti hatóság kölcsönös hozzáférése, valamint az adatszolgáltatás az EFFIS részére.

Az adatgyűjtés két ágazati jogszabály alapján történik. A tűz eloltása utáni helyszíni adatfelvételezést a tüzeset helyének megfelelő működési terület szerinti beavatkozó hivatásos tűzoltóság végzi el. Az adatrögzítés szabályait a katasztrófavédelmi szervek és a tűzoltóságok tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének adatszolgáltatási rendjéről szóló 6/2014. (III. 7.) BM OKF utasítás<sup>4</sup> rögzíti. A helyszínen rögzített adatok a BM OKF által üzemeltetett online Katasztrófavédelmi Adatszolgáltató Programban (röviden: online KAP)<sup>5</sup> a Tüzeseti és a TMMJ Erdő és Vegetációtűz Felviteli Adatlapján (Erdőtűz-adatlap) kerülnek archiválásra az oltást végző egység beérkezése utáni 2 órán belül. Az erdőtűznek minősülő tüzesetek adatai az erdők tűzvédelméről szóló 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet (erdőtűzvédelmi rendelet)<sup>6</sup> előírásai szerint vezetett Országos Erdőtűz Adattárban (röviden: Erdőtűz Adattár)<sup>7</sup> kerülnek átolvasásra és eltárolásra, amit a NÉBIH üzemeltet. Az erdészeti hatóság helyszínelést csak akkor végez, ha a tüzeset során olyan mértékben károsodott a faállomány, hogy erdőművelési beavatkozás szükséges a kárfelszámoláshoz. A helyszíni ellenőrzést nem igénylő tüzesetek térinformatikai vizsgálat és az adatlapon megadott adatok alapján kerülnek minősítésre az Erdőtűz Információs rendszerben. A két adatállomány a tárgyév végén egyeztetésre, összevezetésre kerül. Az adatbázisban a tüzesetek a tűz helyével, a riasztás, beavatkozás és felszámolás időpontjával, a leégett terület kiterjedésével és a tűz feltételezett okának megadásával kerülnek leírásra. Az Erdőtűz-adatlapon rögzített tűzok kerül beolvasásra az Erdőtűz Adattárba. Ezenfelül szöveges megjegyzésben írják le a tüzeset felszámolása során tapasztalt, a tűz jellemzésében releváns információkat.

#### 4. Vegetációtűz keletkezési okai Magyarországon

A TMMJ-adatlapokon három különböző adathelyen jelenik meg a tűzkeletkezési ok. Az első adatrögzítés a helyszínen történik, amikor a tűzoltásvezető által vélelmezett tűzkeletkezési okot kell feltüntetni az adatlapon. A megjelölt tűzok statisztikai célból kerül rögzítésre, ezért a vonatkozó szabályozás szerint nem szükséges annak bizonyítottsága vagy bizonyíthatósága.<sup>8</sup>

Vegetációtűzek esetében a TMMJ Erdőtűz-adatlapján is meg kell jelölni a tűz tényleges vagy feltételezett keletkezésének okát az erdőtűzvédelmi rendelet 17. § (1) h) pontjában megadott kategóriákkal valamelyikével. Az erdőtűzvédelmi rendelet az Európai Erdőtűz Információs Rendszer működtetéséről szóló 1737/2006/EK rendelet<sup>9</sup> előírásai alapján határozza meg a rögzíthető

<sup>4</sup> 6/2014. (III. 7.) BM OKF utasítás a katasztrófavédelmi szervek és a tűzoltóságok tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének adatszolgáltatási rendjéről.

<sup>5</sup> A Katasztrófavédelmi Adatszolgáltató Program (KAP Online) adatai. Budapest, Magyarország Belügyminisztériuma, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság.

<sup>6</sup> 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet az erdők tűzvédelméről.

<sup>7</sup> Az Országos Erdőtűz Adattár adatai. Budapest, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH).

<sup>8</sup> 6/2014. (III. 7.) BM OKF utasítás.

<sup>9</sup> Az Európai Erdőtűz Információs Rendszer működtetéséről szóló 1737/2006/EK rendelet.

kategóriákat: 1. ismeretlen; 2. természetes; 3. balesettel vagy hanyagsággal, azaz emberi tevékenységgel kapcsolatos, de nem szándékos tűzokozás; 4. szándékosság, gyújtogatás.

Azokban az esetekben, amikor tűzvizsgálat indul, a tűzvizsgálat eredményeként megállapított tűzkeletkezési ok is rögzítésre kerül az adatbázisban.<sup>10</sup> A kutatás során a tűzvizsgálat által megállapított tűzokot nem vizsgáltam. A célom az alapvető adatgyűjtésből kiolvasható információk kigyűjtése és összevetése volt, illetve a tűzvizsgálati gyakorlatra vonatkozóan készült már kutatás.<sup>11</sup> A kutatásban a 2011 és 2020 közötti időszakban rögzített 63 175 db beavatkozást igénylő vegetációtűz adatlapján rögzített tűzkeletkezési okokat vizsgáltam.

Az erdőtüzek okainak megértése kiemelkedő jelentőségű az erdőtűz megelőzési tevékenység, valamint a környezet- és lakosságvédelmi intézkedések megtervezésében. A tűzkockázati értékelés hatékonyságát is nagyban meghatározza, ha a tűzben károsodott biomassza tulajdonságai mellett ismerjük és értjük a tüzek okait, a tüzet gyújtó személyek motivációit. Azonban a jelenlegi adatgyűjtési rendszerben korlátokba ütközik a tűz okainak feltérképezése és beépítése a kockázateértékelésbe. Ennek okait az alábbiakban részletezem.<sup>12</sup>

A vegetációtüzek keletkezési okait Nagy Dániel is vizsgálta 2008-ban az *Erdőtüzek megelőzési és oltástechnológiai lehetőségeinek vizsgálata* című doktori értekezésében. Kutatásában a katasztrófavédelmi adatbázisból kinyert adatok elemzése mellett terepi megfigyeléseket végzett, valamint erdész és tűzoltó szakemberekkel készített interjúkat a jellemző tűzkeletkezési okok kategorizálására. Munkájának egyik eredménye, hogy a gondatlanságból bekövetkező tüzeseteknél szétválasztotta a két büntetőjogilag definiált kategóriát. Erre azért volt szükség, mert eltérő típusú tüzekhez és célcsoportokhoz köthetők, egyes esetekben pedig földrajzilag is lehatárolhatók.<sup>13</sup>

Nagy Dániel hanyag gondatlanságnak (*negligencia*) minősítette azokat a vegetációtüzeket, ahol az elkövető nem látja előre magatartása lehetséges következményeit, mert elmulasztotta a „tőle elvárható” figyelmet vagy körültekintést. Ilyen tüzesetek lehetnek a kirándulóhelyeken nem megfelelően eloltott tábortüzek, a kertben végzett növényi hulladék égetése során a szomszédos területre áttérjedő tűz, az eldobott cigaretta vagy az erdőgazdálkodás keretében végzett vágástéri hulladékégetés közben uralhatatlanná váló tűz.<sup>14</sup>

A tudatos gondatlanság (*luxuria*) kategóriájába sorolta azokat az eseteket, ahol az elkövető előre látja magatartása következményeinek a lehetőségét, de könnyelműen bízik azok elmaradásában. Legjellemzőbb formája a luxuriának a gyepek, nád, cserje és mezőgazdasági területek évenkénti felgyújtása. A nádtüzek az egész ország területén jellemzők. A gyepek és cserjés területek rendszeres felégetése az észak-magyarországi régióban és a Duna-Tisza közén okoz kezelhetetlen problémát a tavaszi, kiemelten tűzvesélyes időszakban. Nagy szerint

<sup>10</sup> 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról.

<sup>11</sup> Érces Gergő – Bérczi László: A 2017. évi tűzvizsgálati eljárások tapasztalatainak összegzése a mérnöki és kriminalisztikai alapokon nyugvó módszerek értékelésével. *Védelem Tudomány*, 3.(2018), 1.

<sup>12</sup> Bodnár László – Debreceni Péter: Erdő- és vegetációtüzek kialakulásának térbeli és időbeli változásai Magyarországon. In Földi László – Hegedűs Hajnalka (szerk.): *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó 2020. 301–317.

<sup>13</sup> Nagy Dániel: *Az erdőtüzek megelőzési és oltástechnológiai lehetőségeinek vizsgálata*. Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2008. 35.

<sup>14</sup> Nagy (2008): i. m. 35.

„a luxuria ilyenkor már inkább az eshetőlegesen szándékkal elkövetett cselekménybe hajlik át, hiszen a tűz minden évben áttérjed erdőterületre is, így a gyújtogató könnyelműen nem az ilyen jellegű következmények elmaradásában bízik, hanem beletörődik azok bekövetkezésébe”.<sup>15</sup>

A vegetációtüzek keletkezési okait a Miskolci Egyetem Szociológiai Intézete is vizsgálta Borsod-Abaúj-Zemplén megyében 2012-ben a NÉBIH Erdészeti Igazgatóságának megbízásából. A kutatásban személyes interjúk és kérdőíves feltárás segítségével mutattak rá a régióban keletkező tüzek okaira. Az egyértelmű jogszabályi tiltás ellenére változatos okai vannak a gondatlan tűzgyújtásnak, kezdve a legelő tavaszi megújításától a gondatlanságon keresztül a figyelemelterelésig. A kutatás szerint több esetben fordult elő, hogy az elkövetők unalomból játszottak a tűzzel vagy „megszokásból” gyújtották azt meg. Gazdálkodók területkezelési vagy vidékfejlesztési támogatás megszerzése céljából gyújtottak meg gyepes, cserjés területet, azonban a tűzgyújtási szabályokat figyelmen kívül hagyva arra előzetesen nem kértek engedélyt a katasztrófavédelemtől, és nem gondoskodtak a tűz őrzéséről.<sup>16</sup> A szándékosan gyújtott tüzek aránya a vizsgált időszakban mindössze 2,2%. Szándékosnak minősíthetők azok a vegetációtüzek, ahol az elkövető a következményeket kívánja vagy a következményekbe belenyugszik.<sup>17</sup> Természetes tűzkeletkezési ok a vizsgált adatlapok mindössze 0,9%-nál lett jelezve. Magyarországi klimatikus viszonyok között természetes oknak elsősorban a nyári zivatarok idején tapasztalható, megnövekvő villámaktivitás tekinthető.<sup>18</sup> Dinga Szabolcs kérdőíves kutatással és személyes interjúkkal térképezte fel a Heves megyében keletkező vegetációtüzek okait. A válaszok döntő részében a fentieket megerősítő válaszokat kapott, azaz a gondatlanságot, a szándékosságot és a holt biomassza megsemmisítésére irányuló tűzgyújtást jelölték meg a válaszadók.<sup>19</sup>

## 5. A Tűzeseti és Műszaki Mentési Jelentésben rögzített tűzkeletkezési okok

A TMMJ-ben nyolc különböző tűzkeletkezési ok kerül megkülönböztetésre az OKF utasítás szerint. Ezenfelül további három kóddal lehet jelölni, ha nem áll elég információ rendelkezésre a tűzkeletkezési ok meghatározására (ismeretlen, nincs adat, nem sorolható kategóriákba). Az Erdőtűz-adatlapokon rögzített tűzkeletkezési okokat az alábbiakban mutatom be. Ki kell hangsúlyozni, hogy az adatlapon megjelölt tüzek statisztikai célból kerül rögzítésre, ezért a vonatkozó szabályozás szerint nem szükséges annak bizonyítottsága vagy bizonyíthatósága.

<sup>15</sup> Nagy (2008): i. m. 35.

<sup>16</sup> Szabó-Tóth Kinga: *Az erdőtüzek szociológiai vizsgálata Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. Empirikus kutatások és elemzések.* Miskolc, Miskolci Egyetem Szociológiai Intézet, 2012.

<sup>17</sup> Nagy (2008): i. m. 35.

<sup>18</sup> Nagy (2008): i. m. 35.

<sup>19</sup> Dinga Szabolcs: *Vegetációtüzek környezeti hatásai és megelőzési lehetőségei Heves megyében.* Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar. IV. kari tudományos konferencia tanulmánykötete. 2004. 34–39.

Az elmúlt évtized tűzesetadatait vizsgálva megállapítható, hogy 2012-ben háromszor annyi vegetációtűz keletkezett, mint az évtized többi évében. A TMMJ-adatlapok „a tűz oka”-rovatában, illetve a szövegesmegjegyzés-mezőben rögzített adatok alapján az alábbi tűzokok mutathatók ki hazánkban. Elektromos energia által okozott tűzek, ezek közé tartoznak az elektromos szikra vagy a kábelek túlterhelése vagy szakadása miatt keletkező tűzek. Ugyanakkor idesorolhatók a villámlás által közvetlen vagy közvetett módon keletkező tűzesetek is, vagyis ez a kategória az emberi tevékenység mellett egy természetes tűzkeletkezési okot is jelenthet a statisztikában. A természetes tűzokok közül a villámlás okoz erdő- és vegetációtűzet aszályos nyarakon, amikor az altalajon található száraz, még nem humifikálódott növényi részek gyulladhatnak meg. Dohányzás nagy számban okoz vegetációtűzetet vonalas létesítmények mellett autóból, vonatból, kerékpárról kidobott, eldobott izzó cigarettacsikkek következtében. A szabadban történő tüzelés során a nyílt láng használata okozza a legtöbb vegetációtűzet. Ezek döntő részben területkezelési célból gyújtott tűzek. A hulladék-, a tarló- vagy a cserjés-, nádas- és gyepegetés a leggyakoribb formája, azonban idesorolhatók a nyílt lángú világítóeszköz vagy mechanikai szikra által okozott tűzesetek is. Ezek a tűzek gyakran átterjednek erdőterületekre is. A tavaszi időszakban gyakori a nyárfa pihéjének meggyulladás véletlen, ritkábban szándékos közreműködéssel. Erdőterületen fakitermelési időszakban a gondatlanul végzett vágástéri hulladékégetésből keletkeznek tűzek. Aratás utáni tarlóégetés során is terjedt át tűz gyepes, cserjés vagy erdős vegetációra. Szintén kimutatható tűzok az elszáradt növényi maradványok megsemmisítésére irányuló égetés, amely szeles időben uralhatatlanná is válhat. Vonalas létesítmények (közút, vasút) mellett kidobott izzó cigaretta miatt keletkezett tűz számos esetben. Vasútvonal mentén tavasszal és nyáron keletkeztek tűzek a vasúti szerelvény fékrendszeréből kicsapó szikrák miatt is. Hőtermelő berendezés által okozott tűzek közé sorolhatjuk azokat, amelyeket tüzelő-, fűtő- vagy szárítóberendezés túlhevülése vagy az abból kihulló szikra, parázs okoz. Öngyulladás során a széna vagy a silózott anyagok semmisülnek meg. Robbanás esetén elsősorban a pirotechnikai anyagok okozta tűz terjedt át a természetes növénytakaróra. Technológiai hibaként kerül rögzítésre az a tűzeset, ahol egy berendezés szerkezeti vagy technológiai meghibásodása okoz tüzet.

„Ismeretlen” és „nincs adat” tűzkeletkezési ok megjelölése esetén nem állt elegendő adat a tűzoltásvezető rendelkezésére annak meghatározására. A tűzesetek elhanyagolhatóan kis részében a tűzkeletkezés oka semelyik meghatározott kategóriába sem sorolható. Gépjármű-tűzeset során az üzemelés közben felforrósodó anyag, szikra kibocsátása okozza a tüzet. Az 1. számú táblázatban vettem össze a helyszínen rögzített tűzkeletkezési okot az Erdő és Vegetációtűz Felvételi adatlapon megadott négy kategóriával.

1. táblázat. A tűzkeletkezési okok 2011–2020 közti vegetációtüzeknél a TMMJ- és EVF-adatlapokon

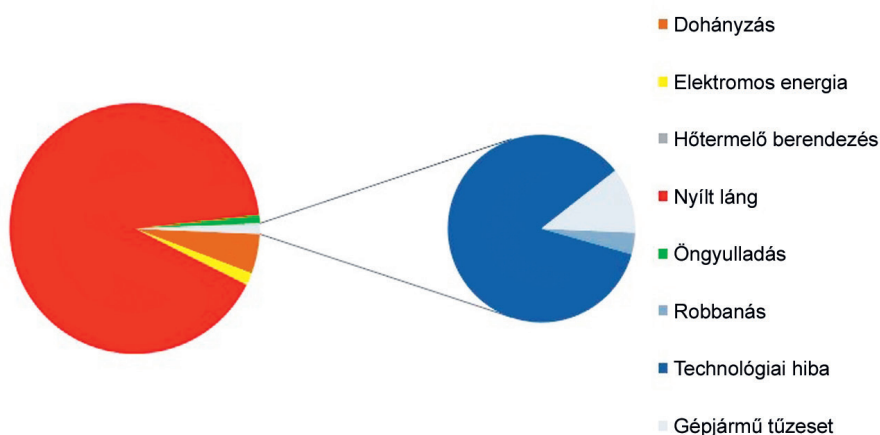
Tűz oka a TMMJ-adatlapon	Vegetációtűz esetszám (db)	Tűz oka az Erdőtűz adatlapon			
		Természetes	Hanyagosság	Szándékosság	Ismeretlen
Dohányzás	613	1	514	3	95
Elektromos energia (villámlás is)	181	48	91	0	42
Hőtermelő berendezés	8	0	7	0	1
Nyílt láng	10 788	64	3 673	684	6 367
Öngyulladás	126	89	10	0	27
Robbanás	6	2	2	0	2
Technológiai hiba	136	4	110	0	22
Ismeretlen	11 116	48	328	29	10 711
Nincs adat	40 126	293	4 885	696	34 252
A tűzkeletkezés oka semelyik meghatározott kategóriába sem sorolható	57	1	20	2	34
Gépjármű-tűzeset	18	4	11	0	3
Összesen:	63 175	554	9 651	1 414	51 556

*Forrás:* a szerző szerkesztése a BM OKF KAP Online és a NÉBIH Erdőtűz Információs Rendszer adatai alapján

A statisztikai adatok megerősítik a korábbi, szakemberekkel készített interjúk és a szociológiai felmérés eredményét. A vegetációtüzek döntő mértékben nyílt láng használata miatt következnek be. Emellett a dohányzás és bizonyos időjárási körülmények között az elektromos energia (villámlás formájában) játszik még jelentős szerepet a tűzkeletkezésben. A technikai jellegű tűzokok közül a technológiai hibák fordulnak elő nagyobb számban, amelyek főként az aratáshoz köthető eseményekhez kapcsolódnak.

Az 1. táblázat segítségével megállapítható az is, hogy kis számban ugyan, de előfordulnak téves adatrögzítések. Ezt jelzik azok az ellentmondások, amikor a nyílt láng, dohányzás, technológiai hiba következtében előálló vagy gépjármű-tűzesetnek látszó tűzkeletkezési ok az Erdőtűz-adatlapon „természetes” tűzokként kerül rögzítésre. Hibás rögzítésnek tekinthető az az eset is, amikor a TMMJ-adatlapon megállapításra került egy tűzkeletkezési ok, majd az Erdőtűz-adatlapon ugyanezt „ismeretlenként” sorolták be. Ezek az esetek vélhetően besorolhatók lennének a hanyagság vagy szándékosság kategóriákba. Ellentmondásosak azok az adatrögzítések is, amikor ismeretlen vagy nincs adat kategóriába sorolják a tűz okát a TMMJ-adatlapon, majd az Erdőtűz-adatlapon mégis besorolják egy meghatározott kategóriába. A 3. ábrán az ismeretlen, a nincs adat és a nem sorolható kategóriákba tűzkeletkezési okokat figyelmen kívül hagytam, így szembetűnőbb a nyílt láng használatra vonatkozó kiugró arány a vegetációtüzeknél.

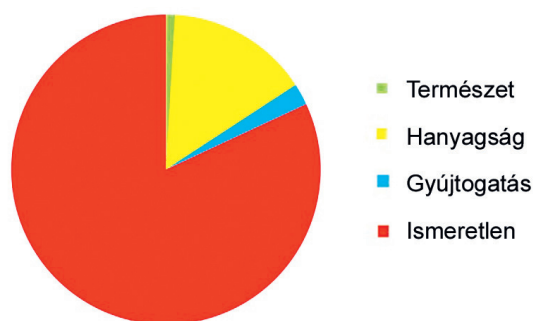




3. ábra. A 2011–2020 között keletkezett vegetációtüzek tűzkeletkezési okainak megoszlása az ismeretlen vagy nem meghatározható kategóriák nélkül

*Forrás:* a szerző szerkesztése a BM OKF KAP Online és a NÉBIH Erdőtűz Adattár adatai alapján

A 4. ábrán mutatom be az Erdőtűz-adatlapon rögzített tűzkeletkezési ok arányát. Az ismeretlen tűzkeletkezési ok teszi ki a vizsgált tíz évben az esetek 78,8%-át.



4. ábra. Tűzkeletkezési okok megoszlása az Erdőtűz Adatlapon a 2011–2020 között keletkezett vegetációtüzek esetében

*Forrás:* a szerző szerkesztése a BM OKF KAP Online és a NÉBIH Erdőtűz Adattár adatai alapján

## 6. Az ismeretlen tűzkeletkezési ok vizsgálata

A tűz kiindulási pontjának megtalálása és a tűzkeletkezési ok pontos azonosítása vegetációtüzek esetén sem könnyű feladat. Valamikor nem is lehetséges, és mindig szakképzettséget, magas szintű ismereteket igénylő feladat. Fontosnak tartom itt is kiemelni, hogy a tüzeset helyszínén a tűzoltásvezető által vélelmezett tűzkeletkezési okot kell feltüntetni az adat-

lapon. A tűzkeletkezési ok statisztikai és kutatási célokból kerül rögzítésre, ezért a vonatkozó szabályozás szerint nem szükséges annak bizonyítotttsága vagy bizonyíthatósága. Azokban az esetekben, ahol tűzvizsgálat lefolytatására is szükség van, megállapításra kerülhet a tűzoltásvezető véleményétől eltérő tűzkeletkezési ok is.<sup>20</sup> A tűzvizsgálat tárgyában Érces Gergő és Bérczi László által végzett kutatás egyik eredménye, hogy a keletkezési hely pontos meghatározása, valamint az elsőként gyulladó anyag és a gyújtóforrás azonosítása szükséges a tűzkeletkezési ok pontos meghatározásához. Az utóbbi időben kimutathatóan csökkent az ismeretlen tűzkeletkezési ok megállapítása a tűzvizsgálatok során. Ehhez hozzájárulnak a célirányos gyakorlatok és a szakmai tapasztalatok megosztása.<sup>21</sup>

A 2011–2020 között keletkezett vegetációtüzek tűzkeletkezési okainak vizsgálata is megerősíti a gyakorlatot, azaz az elkövető azonosítása az esetek döntő többségében nem lehetséges. A leégett terület jellegéből és a tűzkeletkezés időpontjában fennálló meteorológiai viszonyok alapján azonban a tűzoltásvezető tehet megállapítást a vélelmezhető tűzkeletkezési okra. A nyílt láng használata az esetek döntő többségében arra utal, hogy növényi hulladék elégetéséről vagy nádas, gyepes terület elégetéséről van szó. A helyszíni adatrögzítés során a TMMJ-adatlapok szöveges mezőjében kerülnek rögzítésre a tűz körülményeire vonatkozó tűzoltásvezetői megállapítások. A vizsgált időszakban rögzített adatlapokon kulcsszavas keresés segítségével gyűjtöttem össze azokat a jellemző kifejezéseket, amelyek azt erősítik meg, hogy a tűzkeletkezési okra vonatkozóan tehető megállapítások a vegetációtűz jellemzőiről. A leggyakrabban használt kulcsszavak a következők: aljnövényzet, erdő, nádas, gaz, avar, száraz fű, széna, bála, tarló (2. táblázat).

2. táblázat. A TMMJ-adatlapok szöveges mezőjében vegetációtűzre, gondatlan tűzgyújtásra utaló kulcsszavak a tüzesetek arányában (2011–2020)

Évjárat	Vegetációtűz esetszám	Azon tüzesetek aránya (%), ahol megtalálhatók a keresett kulcsszavak
2011	8 436	84,0
2012	15 794	87,7
2013	4 424	88,4
2014	5 535	84,8
2015	5 057	84,0
2016	2 531	84,3
2017	6 782	83,7
2018	2 981	82,3
2019	7 296	81,6
2020	4 339	81,1

*Forrás:* a szerző szerkesztése a BM OKF KAP Online és a NÉBIH Erdőtűz Információs Rendszer adatai alapján

<sup>20</sup> 6/2014. (III. 7.) BM OKF utasítás.

<sup>21</sup> Érces–Bérczi (2018): i. m.

A vizsgált kulcsszavakból kikövetkeztethető tűzhasználat összepárosítható az Európai Erdőtűz Információs Rendszer tűzkeletkezésiok-adatséma elemeivel. A kulcsszavak alapján a hazai vegetációtüzek fő keletkezési okai közé tartoznak: vegetációmenedzsment, mezőgazdasági égetés, hulladékkezelés, üdülési, rekreációs területen végzett tevékenységhez köthető égetés, cigaretta eldobása, elektromos hiba, öngyulladás, villámlás (közvetlen és közvetett ok).

Az EFFIS-be adatot szolgáltató országokban hasonlóan nehézséget okoz a vegetációtűz keletkezési okának meghatározása. Tény, hogy az erdő- és vegetációtüzek a világon mindenütt döntő mértékben antropogén hatások miatt következnek be. Szintén tény, hogy a tüzek kis hányadánál történik tűzvizsgálat, illetve nem fellelhető a tűz kiindulási pontja, ezért a statisztikákban gyakori az ismeretlen tüzok bejegyzése. A sikeres tűzvizsgálat alapja a tűz kiindulási pontjának meghatározása. Az Európai Unió tagországaiban és főként a mediterrán országokban az utóbbi évtizedben számos kutatás indult annak érdekében, hogy a tűzkeletkezési mintákat, tűzkeletkezési okokat jobban megértsük, és ezzel hatékonyabbá váljon az erdőtűz megelőzési tevékenység.<sup>22</sup> Egy, az Európai Bizottság Kutatási Központja (*Joint Research Center – JRC*) által végzett kutatás szerint az utóbbi időben Dél-Európában bekövetkezett társadalmi-gazdasági változások (például a mezőgazdasági területek elhagyása, a vidéki területek elnéptelenedése, a mezőgazdasági és az erdőkezelési módszerek változásai) olyan folyamatokat vezéltek, amelyek a vegetáció tűzveszélyességét fokozzák a nem kezelt területek növekedése, valamint az éghető holt és élő biomassza felhalmozódása révén. A tűzséma finomításával és a statisztika pontosításával homogén adatsorok előállítására lesz lehetőség a későbbiekben, ami segíthet a társadalmi és gazdasági változók tüzek bekövetkezésére gyakorolt hatásainak vizsgálatában.<sup>23</sup>

A következő fejezetben röviden áttekintem az EFFIS működését és a tűzkeletkezési ok meghatározására készített európai javaslatot.

## 7. A tűzkeletkezésiok-séma az Európai Erdőtűz Információs Rendszerben

Az Európai Bizottság kiemelt figyelmet fordít az erdőtüzek megfigyelésére, a tüzek okainak jobb megértésére, és támogatja az erdőtűz-megelőzésben alkalmazható jó gyakorlatok fejlesztését, tagországi alkalmazását. Az EFFIS-t a JRC és az Európai Bizottság Környezetvédelmi Igazgatósága (*Directorate General of Environment – DGE*) hozta létre annak érdekében, hogy európai szinten is rendelkezésre álljon egy naponta aktualizált, harmonizált adatszerkezettel rendelkező adatbázis. Az adatbázis működtetésén keresztül valósul meg az erdőtüzekre vonatkozó információcsere, a tagállamok és az EU Bizottság által az erdők tűz elleni védelme érdekében tett intézkedések hatásának folyamatos értékelése, a veszélyeztetés időszakának,

<sup>22</sup> Luciano Lourenço et al.: *Determination of forest fire causes in Portugal (1996–2010)*. *FLAMMA*, 4. (2013), 3. 171–175.

<sup>23</sup> Lara Vilar et al.: *Modelling socio-economic drivers of forest fires in the Mediterranean Europe*. Conference: VII. International Conference on Forest Fire Research, 2014.

mértékének és okának értékelése, valamint az erdők tűz elleni védelmére vonatkozó stratégiák fejlesztése, különös hangsúlyt fektetve a tüzek okainak felszámolására vagy csökkentésére.<sup>24</sup>

A tagországok a nemzeti adatszolgáltatások útján elérhetővé tették az EU Bizottság számára az erdőtüzek alapadatait, így már közösségi szinten is összehasonlítható információk gyűjtése indult meg.<sup>25</sup> Az EFFIS-ben alapvetően négy fő tüzek kerül megjelölésre: szándékosság, hanyagság, természetes és ismeretlen. Az EFFIS-be adatot szolgáltató tagországok a négy fő kategórián belül további alkategóriákat alakítottak ki a saját viszonyaik minél részletesebb jellemzésére. Habár az EFFIS az adatok összehasonlítása érdekében tartalmazza az európai adatgyűjtésre meghatározott négy fő kategóriát és a tagországok által kidolgozott alkategóriákat is, harmonizáció hiányában nehézkesen összehasonlíthatók az adatok. Az adatbázis üzemeltető JRC szakértők bevonásával dolgozta ki azt az erdőtüzek okait leíró európai adatsémát, amely magában foglalja a jogszabályokban megadott fő tüzokokat és a tagországok által használt, egységesített, harmonizált tűzkeletkezésiok-kategóriákat. Az új módszer szerint, csak akkor adható meg ismeretlenül eltérő tűz ok, ha meghatározható volt a tűz kiindulási pontja.

Tekintettel arra, hogy a 2011–2020 között keletkezett hazai vegetációtüzek 81,6 %-ánál a tűzkeletkezés oka ismeretlenként lett meghatározva, javasolt az új adatséma bevezetése és az adatfelvételezés során történő alkalmazása. Így a tagországok adataival összevethetők lesznek a hazai erdőtüzet adatok, és egyértelművé válnak mind a statisztikai, mind pedig a tudományos feldolgozás során a tüzek megállapításának körülményei.

Az EFFIS a nemzeti és az európai tűzkeletkezésiok-kategóriákat is tartalmazza. Általános, hogy a tagországok a nemzeti hatáskörben végzett adatgyűjtés során több mint négy kategóriát használnak a tűzkeletkezési ok meghatározására. Amiatt, hogy a tagországok osztályozása különböző szintű, a tűzkeletkezési okok jelentősen eltérhetnek. Az összevethetőséget megelőzve az új tűzkeletkezésiok-adatséma hierarchikusan lett kialakítva, annak érdekében, hogy valóban összehasonlíthatók legyenek az adatszolgáltatások. Az egyes tüzok-kategóriák ezért külön-külön definiálásra kerültek.<sup>26</sup>

Az európai adatséma kulcseleme, hogy a tűz kiindulási pontja meghatározható volt-e vagy sem. A javaslat szerint azokban az esetekben kerüljön csak rögzítésre ismeretlen tűzkeletkezési ok, ha a tűz kiindulási pontját a tűzoltásvezető nem vizsgálta, illetve nem volt lehetséges megtalálni azt, vagy tűzvizsgálat indult, de ez sem hozott eredményt. Ha a tűz kiindulási pontja meghatározható volt és a gyújtóforrás is azonosítható, akkor a tűz keletkezési oka meghatározható és rögzítendő az adatlapon. Abban az esetben, ha a tűz kiindulási pontja nem azonosítható, de a tűz körülményeiből meghatározható a tűzkeletkezési ok, jelölhető az adatbázisban a tüzok meghatározásának részleges bizonytalansága.

<sup>24</sup> Az EU Bizottság 804/94/EK rendelete (1994. április 11.) a 2158/92/EGK tanácsi rendeletnek az erdőtüzekre vonatkozó tájékoztatási rendszer tekintetében történő alkalmazására vonatkozó részletes szabályok megállapításáról.

<sup>25</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 2152/2003/EK rendelete (2003. november 17.) a Közösségen belüli erdők és környezeti kölcsönhatások megfigyeléséről („Forest Focus”).

<sup>26</sup> Andrea Camia: *Harmonized classification scheme of fire causes in the EU adopted for the European Fire Database of EFFIS*. Ispra, Joint Research Center Science and Policy Reports, 2013.

Az európai tűzkeletkezésiok-osztályozás sémája három hierarchikus szintet tartalmaz annak érdekében, hogy a korábban használt kategorizálás megmaradjon, illetve az egyes évjáratok adatsorai összehasonlíthatók legyenek. A hierarchikus rendszer lényege, hogy az alapvető tűzkeletkezési kategóriák csoportokra és osztályokra lettek bontva, így a tagországi adatsémákat harmonizálva összesen 29 különböző tűzkeletkezési ok megkülönböztetésére van lehetőség az alapfelosztás (természetes, hanyagság, szándékosság, ismeretlen) meghagyása mellett. Az adatséma teljes leírását az EFFIS weboldalán található technikai leírás tartalmazza.<sup>27</sup> Az új osztályozásban a korábbi baleset/hanyagság kódja ketté lesz választva, és egy új kategória, az újragyulladás is bevezetésre került. Minden kategória tartalmaz két alacsonyabb szintet, csoportot és osztályt. A hat fő kategória megnevezése a következő: 1. ismeretlen, 2. természetes, 3. baleset, 4. hanyagság, 5. szándékosság, 6. újragyulladás.

Ismeretlen tűzkeletkezési okot akkor lehet megállapítani, ha a tűz oka nem meghatározható, mert a tűz kiindulási pontja nem felkereshető vagy bizonytalan. Természetes tűzkeletkezési ok rögzítése abban az esetben lehetséges, amikor a tüzet természetes jelenség okozta, emberi beavatkozás nem történt. Baleset akkor következik be vegetációtűz esetén, ha a tűz nem szándékos és közvetlen ember által okozott tűzhasználat nélkül keletkezett, nincs kapcsolatban szándékossággal vagy hanyagsággal és – ritkán – halálos balesethez kötődik. Hanyagság, gondatlanság tűzkeletkezési ok megállapítása esetén a tüzet ember okozta, de nem szándékos tűzhasználattal vagy izzó tárgy használatával, továbbá halálesettel nem hozható összefüggésbe a tüzesemény. Ez a kategória két csoportra osztható. A tűzhasználat csoportjába tartoznak azok a tüzesetek, amikor az ember a tüzet nem szándékosan gyújtotta, például kerti munka során. Azok a tüzek sorolhatók ebbe a csoportba, amelyek kikerülnek az emberi kontroll alól. A hanyagság, gondatlanság kategóriájában a második csoportba az izzó eszköz használata tartozik, amikor a tüzet nem szándékos tűzgyújtás okozta, hanem izzó tárgy használata, például tűzijáték, cigaretta, forró hamu vagy füstölés, fertőtlenítés. Szándékos tűzről beszélünk, amikor a tüzet ember okozta szándékos tűzgyújtással. A szándékos kategória szintén két csoportra osztható. Gyújtogatással állunk szemben, amikor a tüzet nagykorú személy akaratlagosan gyújtotta és a tűz áterjedt a környező növényzetre vagy ingatlanra a tulajdonos engedélye/hozzájárulása nélkül. Beszámíthatatlanságról beszélünk, ha a tüzet olyan ember okozta, aki nem felelős a tetteiért, mert még kiskorú vagy mentális beteg. Visszagyulladás tűzkeletkezési okot kell megjelölni abban az esetben, ha egy korábbi tűz visszagyulladt rejtett hőforrás vagy parázslás miatt.

Az EFFIS-ben a korábbi évek adatszolgáltatásai alapján felülvizsgálták a tagországok által megjelölt tűzokokat, és ahol lehetséges volt, megfeleltették az új adatsémának. A 3. táblázatban javaslatot teszek a hazai rendszerrel elképzelhető megfeleltetésére.

<sup>27</sup> Vö. Camia (2013): i. m.

3. táblázat. A TMMJ-adatlapokon használt tűzkeletkezési okok kategóriáinak lehetséges megfeleltetése az európai adatsémának

Tűzkeletkezési ok hazai megnevezése	EU-osztályozásnak megfelelő tűzkeletkezési ok
Ismeretlen	Ismeretlen
Egyéb ok	Ismeretlen (Az ok ismert, de nem pontosan meghatározott.)
Elektromosság vagy villám	Villámlás
Technikai hiba	Munkálatok
Öngyulladás	Öngyulladás
Robbanás	Egyéb baleset
Nyílt láng	Egyéb gondatlan tűzhasználat
Nyílt láng	Szándékosság
Dohányzás	Cigaretta

*Forrás: a szerző szerkesztése*

Az európai megfeleltetés azt mutatja, hogy nem lehetséges minden hazai tűzkeletkezési ok egyértelmű megfeleltetése, illetve az európai adatsémában használt tűzkeletkezési okok helyenként más fogalmat használnak, mint ami a hazai adatgyűjtésben eddig előírás volt. A 4. táblázatban tüntetem fel az európai adatsémából azokat a tűzkeletkezésiok-kategóriákat, amelyekkel a hazai vegetációtüzek gondatlanságként besorolt vagy ismeretlen kategóriában értelmezett esetei jellemezhetők. Az európai adatséma pontos fogalom meghatározásokat tartalmaz, így lehetőség van azok egyeztetésére a hazai fogalmakkal.

4. táblázat. Kivonat az európai adatsémából

Kategória	Csoport	Osztály
300 – Baleset	300 – Baleset	301 – Elektromosság
		302 – Közúti, vasúti
		303 – Jármű
		304 – Munkálatok
		305 – Fegyver (lőfegyver, robbanóanyag)
		306 – Öngyulladás
		307 – Egyéb baleset
400 – Hanyagság, gondatlanság	410 – Tűzhasználat	411 – Vegetáció-menedzsment
		412 – Mezőgazdasági égetés
		413 – Hulladékkezelés
		414 – Üdülés, rekreáció
		415 – Egyéb gondatlan tűzhasználat
	420 – Izzó eszköz használata	421 – Tűzijáték, petárda, segélyhívó fáklya
		422 – Cigaretta
		423 – Forró hamu
		424 – Egyéb izzó eszköz használata

*Forrás: a szerző szerkesztése az európai erdőtüzek sémája alapján*

Az erdő- és vegetációtüzek földrajzi elhelyezkedésének és a tüzek okainak összevetésével definiálhatók az emberi viselkedésből következő kockázatok, és meghatározhatók azok a társadalmi csoportok, amelyek megfelelő informálása által növelhető a tudatosság és a tájékozottság szintje. A lehetséges célcsoportok tűzmelegelőzési szempontból: a veszélyeztetett területek lakossága, a gazdálkodók, a hobbikertek tulajdonosai fenyves területek közelében, a dohányzó gépkocsivezetők, az erdészeti és természetvédelmi szakemberek, a katasztrófavédelem hivatásos állománya, a polgári védelmi feladatot ellátó személyek, az oktatási intézmények oktatói és diákjai, a civil szervezetek képviselői. A vidéki lakosság elsősorban a gazdálkodási tevékenység, az urbanizált lakosság pedig a turizmus kapcsán találkozik az erdő- és vegetációtüzekkel. Az egyes célcsoportok nagyok és heterogén összetételűek. A célcsoportokat ezért egyértelműen el kell különíteni, és feléjük célzott üzeneteket kell küldeni, irányukban ügynevezett célcsoportos tájékoztatást<sup>28</sup> kell végezni. Az egyes célcsoportok részére specifikusan összeállított oktatási anyagok, médiaüzenetek segítségével eljuttathatók azok az ismeretek, amelyek segítik a tudatos tűzhasználatot és a tűzvédelmi szabályok megértését, betartását. A tűzokok ismerete segítséget nyújt továbbá a tűzkockázat csökkentésére irányuló tűzpászta-rendszer tervezése során is a pászta típusának és szélességének meghatározásához.<sup>29</sup> Az erdő és a lakott területek találkozásánál kialakítandó védőzónák megtervezésekor ugyancsak szükséges ismerni az adott vidéken előforduló tűzokokat.<sup>30</sup>

## 8. Összegzett következtetések

A kutatás során megvizsgáltam a 2011–2020 között keletkezett vegetációtüzek keletkezési okait. Áttekintettem azokat a hazai szakirodalmakat, amelyek korábban vizsgálták a kérdést és megállapításokat tettek az adatgyűjtésbe és a tűzvizsgálatba beépíthető szempontokra. Adatbázist állítottam össze a vegetációtüzek keletkezési okairól, és összehasonlítottam a TMMJ- és az Erdőtűz-adatlapon rögzített tűzkeletkezési okokat. Megállapítottam, hogy szükség van egy harmonizált tűzkeletkezésiok-adatséma bevezetésére, amely lehetővé teszi az egyes évjáratokban rögzített adatsorok összehasonlítását, és amely beépítésre kerülhet az Európai Erdőtűz Információs Rendszerbe történő adatszolgáltatásba is. A harmonizált tűzkeletkezésiok-adatséma bevezetése lehetőséget teremt arra is, hogy a tűzvizsgálati tevékenység során a tűzkeletkezési ok könnyebben megállapítható legyen. A tűzkeletkezési ok meghatározásának fontos eleme a tűz kiindulási pontjának megállapíthatósága. A meghatározhatóságra vonatkozó információ (nincs információ, nincs vizsgálva, bizonytalan, meghatározható) feltüntetésével javulhat az adatgyűjtés színvonala, és további tapasztalatokat szerezhetnek a tűzoltásvezetők és tűzvizsgálók a vegetációtüzek vélelmezett keletkezési okainak megha-

<sup>28</sup> Az erdőtűz-megelőzés kommunikálásakor alkalmazott technika, amelynek keretében általános figyelemfelkeltő üzenetek és kiválasztott csoportok részére készülő részletes oktatási anyagok alkalmazására kerül sor.

<sup>29</sup> Bodnár László: Az erdőtűz kockázatának csökkentési lehetőségei Magyarországon. *Védelem Tudomány. Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat*, 2. (2017), 2. 1–11.

<sup>30</sup> Bodnár László: Lakott területet érintő erdőtüzek vizsgálata, és a védekezés egyes lehetőségei. *Hadmérnök*, 15. (2020), 1. 45–61.



tározásáról. Mindez erősítheti azt a szándékot is, hogy a vegetációtüzek keletkezési okaira irányuló adatgyűjtés statisztikai és tudományos célból kerüljön végrehajtásra. A tűzkeletkezési okok statisztikai elemzése segítséget nyújthat az egyes országrészekben keletkező tüzek jobb megértéséhez és a célcsoportos tájékoztatás helyének és idejének megfelelő kiválasztásához.

## Felhasznált irodalom

- Bodnár László: Az erdőtűz kockázatának csökkentési lehetőségei Magyarországon. *Védelem Tudomány. Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat*, 2. (2017), 2. 1–11. Elérhetőség: [www.vedelem-tudomany.hu/articles/01-debreceni-bodnar-pellerdi.pdf](http://www.vedelem-tudomany.hu/articles/01-debreceni-bodnar-pellerdi.pdf)
- Bodnár László: Lakott területet érintő erdőtüzek vizsgálata, és a védekezés egyes lehetőségei. *Hadmérnök*, 15. (2020), 1. 45–61. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2020.1.4>
- Bodnár László – Debreceni Péter: Erdő- és vegetációtüzek kialakulásának térbeli és időbeli változásai Magyarországon. In Földi László – Hegedűs Hajnalka (szerk.): *Éghajlatváltozás okozta kihívások és lehetséges válaszok*. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020. 301–317. Online: [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/15313/833\\_Eghajlatvaltozas.pdf;jsessionid=E0758F6FEEBAAC1A7E736C9A8E086D53?sequence=1](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/15313/833_Eghajlatvaltozas.pdf;jsessionid=E0758F6FEEBAAC1A7E736C9A8E086D53?sequence=1)
- Camia, Andrea: *Harmonized classification scheme of fire causes in the EU adopted for the European Fire Database of EFFIS*. Ispra, Joint Research Center Science and Policy Reports, 2013. Online: [http://effis.jrc.ec.europa.eu/media/cms\\_page\\_media/42/LB-NA-25-923-EN-N.pdf](http://effis.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/42/LB-NA-25-923-EN-N.pdf)
- Dinga Szabolcs: *Vegetációtüzek környezeti hatásai és megelőzési lehetőségei Heves megyében*. Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar. IV. kari tudományos konferencia tanulmánykötete. 2014. 34–39.
- Érces Gergő – Bérczi László: *A 2017. évi tűzvizsgálati eljárások tapasztalatainak összegzése a mérnöki és kriminalisztikai alapokon nyugvó módszerek értékelésével*. *Védelem Tudomány. Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat*, 3. (2018), 1.
- Lourenço, Luciano – Sofia Fernandes – Adélia N. Nunes – Antonio José Bento-Goncalves: Determination of forest fire causes in Portugal (1996–2010). *FLAMMA*, 4. (2013), 3. 171–175. Online: [www.researchgate.net/publication/275581942](http://www.researchgate.net/publication/275581942)
- Nagy Dániel: *Az erdőtüzek megelőzési és oltástechnológiai lehetőségeinek vizsgálata*. Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2008.
- Szabó-Tóth Kinga: *Az erdőtüzek szociológiai vizsgálata Borsod-Abaúj-Zemplén megyében. Empirikus kutatások és elemzések*. Miskolc, Miskolci Egyetem Szociológiai Intézet, 2012.
- The European Fire Database, Technical specifications and data submission, JRC Science and Policy Reports, Andrea Camia, Tracy Durrant, Jesus San-Miguel-Ayanz, Online: [http://effis.jrc.ec.europa.eu/media/cms\\_page\\_media/42/EUDB\\_tech\\_spec\\_FINAL\\_2Register.pdf](http://effis.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/42/EUDB_tech_spec_FINAL_2Register.pdf)
- Vilar, Lara – Andrea Camia – J. San-Miguel-Ajanz: Modelling socio-economic drivers of forest fires in the Mediterranean Europe. Conference: VII. International Conference on Forest Fire Research, 2014. Online: [https://doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6\\_209](https://doi.org/10.14195/978-989-26-0884-6_209)

## Jogi források

- 4/2008. (VIII. 1.) ÖM rendelet az erdők tűzvédelméről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800004.onm>
- 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100044.BM&celpara=&dbnum=1>

6/2014. (III. 7.) BM OKF utasítás a katasztrófavédelmi szervek és a tűzoltóságok tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének adatszolgáltatási rendjéről. Online: <https://net.jogtar.hu/getpdf?docid=A14U0006.OKF&targetdate=&printTitle=6/2014.+%28III.+7.%29+BM+OKF+utas%C3%ADt%C3%A1s&getdoc=1>

A Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgató 56/2016. számú intézkedése a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó egyes eljárási kérdések szabályozásáról.

Az EU Bizottság 804/94/EK rendelete (1994. április 11.) a 2158/92/EGK tanácsi rendeletnek az erdőtüzekre vonatkozó tájékoztatási rendszer tekintetében történő alkalmazására vonatkozó részletes szabályok megállapításáról. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A31994R0804>

Az Európai Parlament és a Tanács 2152/2003/EK rendelete (2003. november 17.) a Közösségen belüli erdők és környezeti kölcsönhatások megfigyeléséről (Forest Focus). Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/ALL/?uri=CELEX:32003R2152>

Az Európai Erdőtűz Információs Rendszer működtetéséről szóló 1737/2006/EK rendelet.

## Adatbázis-segédletek

*Erdőtűz Információs Rendszer.* Budapest, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Erdészeti Igazgatóság.

*Katasztrófavédelmi Adatszolgáltató Program („KAP Online”).* Budapest, Magyarország Belügyminisztériuma, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság.

*Kitöltési segédlet a Tüzeseti/Műszaki Mentési Adatlaphoz.* BM OKF (2019).

# Tartalom

<b>KOVÁCS ZOLTÁN – EMBER ISTVÁN: Aknafelderítés légi eszközökkel</b>	<b>5</b>
<b>LUKÁCS LÁSZLÓ – BALOGH ZSUZSANNA: Szállodai létesítmények robbantások elleni védelmének lehetőségei</b>	<b>21</b>
<b>BALLA TIBOR – PADÁNYI JÓZSEF: Műszaki kiválóságok: Feimer László</b>	<b>35</b>
<b>MÁRTON ATTILA: Magyarországi folyók mértékadó kisértékű készletének elemzése a tervezett öntözési fejlesztések szempontjából</b>	<b>45</b>
<b>HARANGOZÓ DÓRA – HARRACH DÁNIEL: Zömítő tompahegesztéssel toldott betonacél szálak alkalmazhatóságának vizsgálata</b>	<b>61</b>
<b>GYŐZŐ-MOLNÁR ÁRPÁD: Kritikusinfrastruktúra-védelmi bevetési egységek a katasztrófavédelem alkalmazásában</b>	<b>79</b>
<b>KOCH DÁNIEL – KUTASSY EMESE – NAGY TAMÁS: Szivárgáshidraulikai vizsgálatok a Kolon-tó vízgyűjtőjén</b>	<b>91</b>
<b>DEBRECENI PÉTER: Magyarországi vegetációtüzek keletkezési okainak vizsgálata és osztályozása</b>	<b>111</b>