



# MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY

## Kiemelt közlemények

**EMBER ISTVÁN:**

*Modern kumulatív töltet méretezésének  
lehetőségei*

**BALLA TIBOR – PADÁNYI JÓZSEF:**

*Műszaki kiválóságok:  
Karl Freiherr von Birago*

**TÓTH FERENC – KOVÁCS ZOLTÁN:**

*Hidak a magyar–jugoszláv határon*

32. évf. (2022)  
1. szám

ISSN 2063-4986 (elektronikus)



**LUDOVIKA**  
EGYETEMI KIADÓ

## Műszaki Katonai Közlöny

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

ISSN 2063-4986 (elektronikus)

### Szerkesztőbizottság elnöke

Padányi József

### Szerkesztőbizottság

Árpád Lőrincz

Hanka László

Hornyacsek Júlia

Horváth Tibor

Kovács Tibor

Kovács Zoltán

Kuti Rajmund

Nagy Rudolf

Pavel Manas

Tóth Rudolf

### Főszerkesztő

Kovács Zoltán

### Szerkesztőség címe

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

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

Levelezési cím: 1581 Budapest, Pf. 15.

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

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

### Kiadó

Nemzeti Közszolgálati 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: Bujdosó Hajnalka, Gergely Zsuzsánna, Resofszki Ágnes

Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla



## Tartalom

Ember István Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei . . . . .	5
Balla Tibor – Padányi József Műszaki kiválóságok: Karl Freiherr von Birago . . . . .	17
Tóth Ferenc – Kovács Zoltán Hidak a magyar–jugoszláv határon . . . . .	27
András Domján The "Evolution" of Improvised Explosive Devices (IED) in the Light of Technical Development . . . . .	49
Ádám Balázs Német erődítés a II. világháború magyarországi harcai során. . . . .	63
Rakaczki István Erődített körzetek a Szovjetunió nyugati határai mentén . . . . .	91
Ujházi Lóránd A Katolikus Karitásztól az állami szervekkel a katasztrófák elleni védekezésben . . . . .	109
Róbert Balogh Preparation for Transport Accidents of Dangerous Goods by Inland Waterways at the Establishments Involving Dangerous Substances . . . . .	125
Nagy Rudolf – Szabó Attila A CGF-pellet öngyulladásos hajlamának vizsgálata indirekt módszerrel . . . . .	135



Ember István<sup>1</sup> 

# Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei<sup>2</sup>

## Sizing Possibilities of Sophisticated Shaped Charge

*A cikkben vizsgálat alá veszem a lehetséges méretezési eljárásokat, amelyek segíthetik egy modern kumulatív töltet kialakítását. A hagyományos eljárások alapvetően fém bélésesekkel szerelt töltetekre vonatkoznak, de részben megfelelők lehetnek. A korábbi kutatások, amelyek során különböző polimereket és kompozitokat vizsgáltak, jó alapjai az elemzésnek. A kutatók eredményeiben azonban található néhány ellentmondás, amelyek tisztázása kulcsfontosságú lehet a további lehetőségek tükrében. Az elemzés során meghatároztam azokat az anyagokat, amelyek szintén további vizsgálat részét fogják képezni egy modern, a tűzszerész szakfeladatokhoz alkalmas kumulatív töltet kialakításakor.*

**Kulcsszavak:** kumulatív töltet, méretezés, robbantás, kompozit, polimer, béléses

*In this article, I investigate the possible sizing methods, which may help to design a sophisticated shaped charge. The traditional sizing methods fit for shaped charge made with metal liner, but partly they might be proper. Former researches, which were in the field of polymer and composite liner, may be a good starting point. Unfortunately, there are some contradictions in the results of researches and it is a vital question to disclose the truth of this matter. During my assay, I am going to define the pool of possible materials, which will be the part of further investigation in order to design a streamlined shaped charge fit to explosive ordnance disposal tasks.*

**Keywords:** shaped charge, sizing, blasting, composite, polymer, liner

<sup>1</sup> Tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Műveleti Támogató Tanszék, e-mail: [ember.istvan@uni-nke.hu](mailto:ember.istvan@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> A mű az innovációs és technológiai minisztérium ÚNKP-21-3-II-NKE-26 kódszámú új nemzeti kiválóság programjának a nemzeti kutatási, fejlesztési és innovációs alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

## 1. Bevezetés

A kumulatív töltetek igen hatékony eszközök egyes célfeladatok ellátására. A robbanás energiájának fókuszálásával kifejezetten hatékonyak a fémek átlukasztásában, nyújtott töltet esetén azok vágásában.

Folyamatban lévő kutatásom – amelyet az Új Nemzeti Kiválósági Program támogat – hosszú távú célja olyan kumulatív töltetet kialakítani, amely valóban használható a tűzszerészek által végzett életveszélyes feladatok során. Fontos minden eszköz és eljárás, amely segítheti a szakembereket, de ezeken túl a hadtudományban vizsgálandó területekbe is illeszkedik ez a méretezési feladat.<sup>3</sup> Ahhoz, hogy ezt a célt elérjem, dolgozatomban átfogóan fogom megközelíteni a területet és annak esetleges nehézségeit, ellentmondásait.

Írásomban megvizsgálom az ismert kumulatív töltet méretezési eljárásokat abból a szempontból, hogy lehetséges-e alkalmazásuk 3D nyomtatással elkészített modern töltetek paramétereinek meghatározásakor, ha a béléstest kompozit vagy polimer. Arra is kísérletet teszek, hogy felkutassak olyan esetlegesen vizsgált töltetváltozatokat, amelyek megfelelőek lehetnek a méretezés megalapozásához. Alapvető feladatom az is, hogy meghatározzam azoknak a lehetséges béléstestanyagoknak a körét, amelyeket a későbbiekben empirikus módszerekkel fogok majd vizsgálni kutatásaim során.

## 2. Klasszikus méretezési módszerek

Mivel a kumulatív töltetek kutatása már nagy múltra tekint vissza,<sup>4</sup> több méretezési eljárás is létezik, amelyek mindegyike alkalmas egy korrekt teljesítményű, alapvetően fém béléstesttel szerelt töltet kialakítására. Dolgozatomban egy hazai, egy keleti és egy nyugati módszert fogok vizsgálni annak érdekében, hogy átfogó kép alakuljon ki ezeknek a speciális tölteteknek a méretezése tekintetében. A dolgozatban nem részletezem a Magyar Honvédségben alkalmazott módszereket,<sup>5</sup> azonban fontosnak tartom megemlíteni, hogy összpontosított és nyújtott kumulatív töltet méretezésére is van rendszeresített hadi eljárás.

### 2.1. Diószegi-féle méretezési eljárás<sup>6</sup>

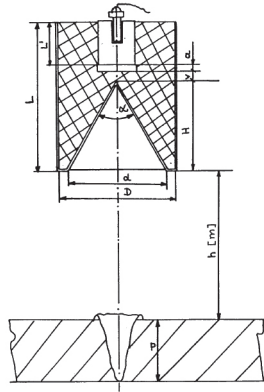
A méretezést a mellékelt táblázatok alapján kell elvégezni, olyan módszerrel, hogy úgynevezett „ököl szabályok” mentén határozzuk meg az egyes paramétereket.

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

<sup>4</sup> Lukács László: A kumulatív töltetek és gyakorlati alkalmazásuk. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20. (2010), 1–4. 175–185.

<sup>5</sup> Mú/213 Robbantási utasítás. Budapest, Honvédelmi Minisztérium, 1970. 29–30.

<sup>6</sup> Diószegi Imre, a volt MH Haditechnikai Intézet tudományos főmunkatársa, az alábbi „ököl szabály” alkalmazását javasolta a kumulatív töltetek méretezésére.



1. ábra: Töltetparaméterek

Forrás: Lukács László: A kumulatív hatás és a kumulatív töltetek méretezése. Jegyzet a Szárazföldi Haderőnemi Fakultás műszaki hallgatói számára. Magyar Honvédség Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Műszaki Tanszék, 1992. 38. 18. ábra.

Az optimális fókusztávolságot az alábbi képlettel határozzuk meg:<sup>7</sup>

$$h = d \frac{\alpha}{30^0}$$

$$30^0 \leq \alpha \leq 90^0$$

$h$  – eltartás

$d$  – a béléskúp átmérője

$\alpha$  – a béléskúp kúpszöge

A páncélatütés optimális eltartás esetén:<sup>8</sup>

$$P = F \cdot d \cdot \delta$$

$P$  – páncélatütés

$d$  – a béléskúp átmérője

$\delta$  – a robbanóanyagra jellemző állandó

$F$  – kumulatív béléskúp anyagára jellemző állandó

A páncélatütés, ha az eltartás nem optimális:<sup>9</sup>

$$P = \frac{30^0 \cdot M}{\alpha} + (F - 1) \cdot d$$

$P$  – páncélatütés

$d$  – a béléskúp átmérője

$\alpha$  – a béléskúp kúpszöge

$F$  – kumulatív béléskúp anyagára jellemző állandó

$M$  – valós emelési magasság (kisebb, mint az optimális)

<sup>7</sup> Lukács (1992): i. m. 39.

<sup>8</sup> Lukács (1992): i. m. 39.

<sup>9</sup> Lukács (1992): i. m. 40.

## Az ideális betétvastagság és a fémekre jellemző állandó

1. táblázat: A töltet paramétereinek ábrája

Fsz.	Anyag	Vastagság	„F” állandó
1.	réz	d/50	3,8
2.	acél	d/40	3,4
3.	alumínium	d/30	2,2

Forrás: Lukács (1992): i. m. 39.

## A robbanóanyag típusából fakadó paraméterek

2. táblázat: Robbanóanyagokra jellemző méretezési adatok

Fsz.	Robbanóanyag	$\delta$	v (mm)	a (mm)	D – d (mm)	L <sub>min</sub>
1.	A-IX-1 <sup>10</sup>	1,5	4–8	3–5	6–10	10–15
2.	A-IX-2 <sup>11</sup>	1,45				
3.	préselt nitropenta <sup>12</sup>	1,42				
4.	préselt alumínium poros nitropenta	1,37	5–10		4–8	
5.	nitropenta por	1,2	8–10		6–10	10–15
6.	pentritol <sup>13</sup> 50/50	1,28	10–15	5–8	10–15	15–20
7.	pentritol 60/40	1,32	8–10		8–10	
8.	préselt TNT <sup>14</sup>	1,21	10–15	8–10	10–15	20–25
9.	öntött TNT	0,95	15–20	10–15	15–20	25–30
10.	TNT-por	0,55		10–20		20–25
11.	Semtex <sup>15</sup>	1	10–15		10–15	15–20
12.	C4 <sup>16</sup>	1,4		5–8	8–10	10–15

Forrás: Lukács (1992): i. m. 40. 6. számú táblázat

## Kúp alakú béléstest kúpszögének meghatározása

3. táblázat: Kúpszög meghatározása

d (mm)	$\alpha$	ideális $\alpha$
20–50	35°–60°	40°
50–80	50°–65°	55°
80–120	55°–65°	60°
120–200	60°–85°	65°
200–300	80°–90°	85°

Forrás: Lukács (1992): i. m. 40. 7. számú táblázat

<sup>10</sup> A-IX-1 – viasszal flegmatizált hexogén.

<sup>11</sup> A-IX-2 – viasszal flegmatizált hexogén, amely alumíniumport tartalmaz.

<sup>12</sup> Pentaeritrit-tetranitrát vagy pentrit.

<sup>13</sup> Pentritol – nitropenta és TNT jelzett arányú keveréke.

<sup>14</sup> Trinitrotoluol vagy trotil.

<sup>15</sup> Nitropenta és hexogén bázisú plasztikus robbanóanyag.

<sup>16</sup> Hexogén bázisú plasztikus robbanóanyag.



## 2.2. Hasonlóságon alapuló méretezés

Egy már meglévő és megfelelő teljesítményű kumulatív töltet esetén alkalmazható Szalamahin professzor módszere, amely a hasonlósági törvényen alapul.<sup>17</sup> A számítások előtt szükséges a főbb paraméterek meghatározása a céltárgy és a méretezés alatt álló töltet vonatkozásában.<sup>18</sup>

A következő adatok meghatározása szükséges:<sup>19</sup>

- Forma: F;
- Befoglaló méret: R (m);
- A béléskep vastagsága: d (m);
- A béléskep anyagsűrűsége: r (kg/m<sup>3</sup>);
- A töltet külső köpenyének vastagsága: d<sub>1</sub> (m);
- A töltet külső köpenysűrűsége: r<sub>1</sub> (kg/m<sup>3</sup>);
- A robbanóanyag sűrűsége: r<sub>0</sub> (kg/m<sup>3</sup>);
- A robbanóanyag vastagsága: H<sub>0</sub> (m);
- A robbanási behatolás kezdeti energiája: Q<sub>0</sub> (J/kg = m<sup>2</sup>/c<sup>2</sup>);
- A robbanóanyag detonációs sebessége: D<sub>0</sub> (m/c).
- Céltárgy sűrűsége: r<sub>2</sub> (kg/m<sup>3</sup>);
- Céltárgy szilárdsága: s<sub>2</sub> (Pa = kg/(m·c<sup>2</sup>));
- Hengersebesség: a (m/c).

A meghatározandó adatok:

- A lyukasztási mélység: L (m);
- A lyukasztási átmérő: d (m).

A behatolási adatok összefüggései:

$$L = f_1(F, R, d, r, d_1, r_1, r_0, H_0, Q_0, D_0, r_2, s_2, a)$$

$$d = f_2(F, R, d, r, d_1, r_1, r_0, H_0, Q_0, D_0, r_2, s_2, a)$$

A megfelelő átalakítások után 10 darab mértékegység nélküli tényezőt kapunk:

$$\frac{L}{R} = \varphi_1 \left( \Phi, \frac{\sigma}{H_0}, \frac{\rho_1}{H_0}, \frac{H_0}{R}, \frac{\rho_2}{\rho_0}, \frac{\rho_1}{\rho_0}, \frac{\rho}{\rho_0}, \frac{D_0}{a}, \frac{D_0^2}{Q_0}, \frac{\sigma_2}{\rho_2 \cdot a^2} \right)$$

$$\frac{d}{R} = \varphi_2 \left( \Phi, \frac{\sigma}{H_0}, \frac{\rho_1}{H_0}, \frac{H_0}{R}, \frac{\rho_2}{\rho_0}, \frac{\rho_1}{\rho_0}, \frac{\rho}{\rho_0}, \frac{D_0}{a}, \frac{D_0^2}{Q_0}, \frac{\sigma_2}{\rho_2 \cdot a^2} \right)$$

Az összefüggésből jól látszik, hogy ha a forma és a robbanóanyag megegyezik a minta- és a méretezett töltet között, akkor ugyanolyan céltárgyra arányosan eltérő hatást fejtenek ki. Az arányosság a fókusz távolság meghatározásakor is mérvadó.

<sup>17</sup> T. M. Саламахин: *Основа моделирования и боевая эффективность зарядов разрушения, Военно-Инженерная Академия им. Москва*, В. В. Куйбышева, 1984. 113–118.

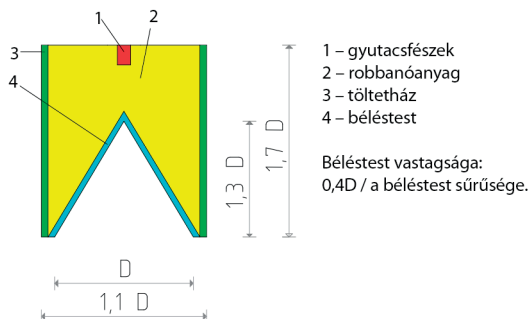
<sup>18</sup> Lukács (1992): i. m. 31.

<sup>19</sup> Lukács (1992): i. m. 31–32.

## 2.3. Cooper-féle módszer

Ez a módszer rendkívül egyszerű méretezést tesz lehetővé. Itt is hengeres kialakítású a töltet, és néhány szabály alkalmazásával könnyedén méretezhető a töltetüreg és a többi paraméter.

A méretezést a kumulatív béléstest belső átmérőjéhez – amelyet a 2. ábrán „D” jelöl – viszonyítva kell elvégezni. A töltet teljes átmérője  $1,1D$ , tehát a töltetház fala és a béléstest vastagsága oldalanként 5–5%-a a béléstest belső átmérőjének. A béléskúp belső magassága  $1,3D$ , míg a töltet teljes magassága ettől  $0,4D$ -vel nagyobb. A béléskúp vastagságát annak sűrűsége határozza meg:  $0,4D / \text{a béléstest sűrűsége}$ .<sup>20</sup>



2. ábra: Cooper-féle kumulatív töltet méretezése

Forrás: a szerző szerkesztése

Az eltartás meghatározására külön grafikon<sup>21</sup> szolgál, amely alapján kijelenthető, hogy három béléstestnyi belső átmérőnek megfelelő eltartás esetén impozánsnak tűnő, 5 béléstestnyi belső átmérőjű átütést kaphatunk. Ez utóbbi adat hatig javítható az eltartás növelésével.

A béléstest vonatkozásában fontos információ, hogy kizárólag kúpformára vonatkozik, amely rézből van kialakítva. Cooper a kúpszöget  $42^\circ$  esetén tartja ideálisnak.

## 3. Modern lehetőségek

A fent bemutatott klasszikus módszerek elavulásáról nem beszélhetünk, azonban van néhány terület, amely a fejlesztés, méretezés tekintetében további lehetőségeket hordoz.

Mivel a „jet”<sup>22</sup> kialakulásának modellje ismert, jelentősége a céltárgy átütésében vitathatatlan, de alapvetően fémből készült béléstestek az elterjedtek. Ez könnyen magyarázható, hiszen a fémek sűrűsége, főleg a réz esetében, megfelelő egy viszonylag vastag páncél átütésére. Ennek alapja az, hogy a célközeg és a béléstest sűrűsége meghatározó az átütés viszonyában, mivel a „jet” összenyomhatatlan folyadékként viselkedik, annak ellenére, hogy azt szilárdnak

<sup>20</sup> Paul W. Cooper: *Explosive Engineering*. New York, Wiley–VCH, 1996. 435–444.

<sup>21</sup> Cooper (1996): i. m. 439, 30.8. ábra.

<sup>22</sup> A béléskúp robbanás során átalakult formája.

ismerjük.<sup>23</sup> A jól ismert fémek mellett azonban megjelentek más anyagok is, mint a polimerek, amelyek átalakulása a robbanás során nem teljesen tisztázott.<sup>24</sup>

Manapság a béléstestek anyagaként az alábbiak jöhetnek számításba:<sup>25</sup>

- fémek;
- kompozitok;
- polimerek;
- üveg.

A fémek alkalmazása esetében nehéz a meglévő eredményeket fejleszteni, de új anyagokkal, mint a molibdén, kiváló eredmények érhetők el. Más tekintetben az alkalmazott fémek tisztaságának vizsgálata szintén hozhat új eredményeket. Ezek mellett azonban előremutató lehet a kompozit anyagok alkalmazása. Ilyen eljárásokkal például ötvözhető egyes fémek előnyös tulajdonságai, ami jelentősen kedvezőbb átütést eredményez a céltárgyon. A vegyes kompozitok alkalmazása is lehetséges. Ilyen például, amikor alumíniumporral dúsított politetrafluoreténből<sup>26</sup> készül el a béléstest.<sup>27</sup>

Az üveg főleg mint üvegpórk alkalmazható béléstestek anyagába keverve. Több kutatás vizsgálta a hatását, többek között a reaktív páncélzat átütésére vonatkozólag. Ezek a kísérletek kedvező eredménnyel kecsegtetnek, de a méretezési céljaim megvalósításához nem tűnnek megfelelőnek.<sup>28</sup>

A polimerek alkalmazása egy viszonylag új terület a kumulatív töltetek világában. Eleinte úgynevezett dupla béléstesteket vizsgáltak, ahol a fémet gyakorlatilag egy műanyag réteggel toldották meg a kutatók. A műanyag a robbanóanyag felőli oldalon helyezkedett el ezekben a vizsgálatokban. Több fém esetében – alumínium, magnézium és titánium – jelentősen megnőtt az átütési teljesítmény, a különböző anyagok felerősítették egymást.<sup>29</sup>

A kutatások egyik fő területe a reaktív páncélzat leküzdése<sup>30</sup> volt, ami determinálja, hogy ilyen kumulatív töltetekkel főleg dupla vagy tandem töltetek első fokozatában találkozhatunk majd a jövő páncélelhárító fegyvereiben. A fém béléstestek erre a célra nem megfelelők, hiszen a fémből formálódott „jet” képes inicializálni a robbanóanyagokat,<sup>31</sup> és a reaktív páncélzat robbanóanyag-réteggel rendelkezik. Ennek a rétegnek a robbanása a „jet” formálódását rombolja, ezáltal csökkenti az átütési teljesítményt.

<sup>23</sup> Alistair Doig: Some Metallurgical Aspects of Shaped Charge Liners. *Journal of Battlefield Technology*, 1. (1998), 1. 1–3.

<sup>24</sup> Jianya Yi et al.: Simulation Study on Explosive Jet Formation Characteristics of Polymer Liner. *Materials*, 12. (2019), 5. 744. 1.

<sup>25</sup> Yi et al. (2019): i. m. 1.

<sup>26</sup> Rövidített elnevezése és a továbbiakban: PTFE.

<sup>27</sup> Yi et al. (2019): i. m. 2.

<sup>28</sup> Yi et al. (2019): i. m. 2.

<sup>29</sup> Yi et al. (2019): i. m. 2–3.

<sup>30</sup> Manfred Held: Shaped Charge Optimization against ERA Targets. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 30. (2005), 3. 216–223.

<sup>31</sup> Artur Steckiewicz – Waldemar Trzcinski: Investigation of the Reaction of Energetic Materials on “Jet” Impact. In *17<sup>th</sup> International Seminar New Trends in Research of Energetic Materials*. Pardubice, University of Pardubice, 2014. 1038–1049.

## 4. Műanyagok és kompozitok alkalmazási lehetősége béléstestek anyagaként

A műanyagok és kompozitok alkalmazásában van néhány terület, ahol számításba jöhetnek mint alternatíva a béléskúpok anyagaként. Ilyen a tüzserész szakfeladatok során alkalmazott kumulatív töltet is, ahol nem feltétlenül a legnagyobb átütés számít, és a célközeg nem páncélból készült. Egyes esetekben kifejezetten előnyös, ha a „jet” kizárólag 1–2 cm átütést produkál. Ilyen esetek lehetnek például az ABV<sup>32</sup> tüzserész szakfeladatok,<sup>33</sup> a terrorizmus elleni harc<sup>34</sup> során különböző improvizált robbanótestek<sup>35</sup> hatástalanításakor végzett tevékenységek – amelyek egyes kutatók szerint korunk meghatározó biztonsági kihívásai<sup>36</sup> –, valamint egyes hagyományos robbanótestek hatástalanítása során végzett robbantások.

Yi és kutatótársai több nem fémet is vizsgáltak számítógépes modellezéssel béléstestként: PTFE, poliamid<sup>37</sup> és polikarbonát.<sup>38</sup> A béléstest alapvetően lekerekített hegyű kúpot formázott az alábbi paraméterekkel:<sup>39</sup>

- kúpszög: 60°;
- külső átmérő: 37 mm;
- vastagság: 3mm.

A szimuláció eredményeként a rézhez képest jelentősen eltérő eredmények alakultak:<sup>40</sup>

- a „jet” formája jóval szélesebb és a vége jelentősen szétnyílnak 40 µs-nál;
- a PA esetében áll a forma legközelebb a fémekből formálódott „jet”-hez;
- a fémhez képest mindhárom anyagnak jelentősen nagyobb volt a sebessége;
- a kialakult „jet” átmérője a PA és PTFE esetében hozzávetőleg több mint tízszerese, PA esetében hozzávetőleg ötszöröse a réznek;
- a kialakult „jet” hossza 60 µs-nál hozzávetőleg két-háromszoros mind a három anyagnál a rézhez viszonyítva.

Számomra ezek az eredmények azt mutatják, hogy van jelentősége vizsgálni a különböző műanyagok és polimerek alkalmazását béléstestként a tüzserész szakfeladatok során használt kumulatív töltetekben. A PA kifejezetten előnyös lehet, bár kezelése hordozhat nehézségeket.

<sup>32</sup> Jelentése: atom, biológiai és vegyi.

<sup>33</sup> Berek Tamás: ABV (CBRN) tüzserészcsoporthoz mint a biztonsági kihívásokra adott válaszlépés. *Bolyai Szemle*, 25. (2016), 4. 22–34.

<sup>34</sup> Horváth Tibor: A műveleti környezet műszaki támogatásának kihívásai. In Krajnc Zoltán – Csengeri János (szerk.): *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. Budapest, Nemzeti Közszerkeleti Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, 2016. 256.

<sup>35</sup> Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012a), 2. 37–52; Kovács Zoltán: Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012b), ksz. 35–44.

<sup>36</sup> Tomolya János – Padányi József: A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22. (2012), 3–4. 34; Daruka Norbert: Terroristák és taktikák, avagy védekezz, ha tudsz. *Repüléstudományi Közlemények*, 24. (2012), ksz. 35.

<sup>37</sup> Nylon, a továbbiakban rövidítve: PA.

<sup>38</sup> Angolul: polycarbonate, a továbbiakban rövidítve: PC.

<sup>39</sup> Yi et al. (2019): i. m. 4., 1. ábra.

<sup>40</sup> Yi et al. (2019): i. m. 10–11., 8–10. ábra.

A kutatások során lehetőségként vizsgálandónak tartom a polietilén-glikol-teraftalátot<sup>41</sup> vízállósága miatt, valamint az akrilnitril-sztirol-akrilátot,<sup>42</sup> amely ellenáll a környezet károsító hatásainak. A különböző fémekkel dúsított kompozitok felhasználása szintén eredményezhet hatásfokjavulást.<sup>43</sup> Ez utóbbi esetben a megnövelt sűrűség lehet a kulcsa a hatások növekedésének.

A 3D nyomtatók alkalmazása kézenfekvőnek tűnik ebben a vonatkozásban. A fenti anyagokat felhasználva ezzel a nyomtatási technikával jó minőségű minták készíthetők. Ezen a területen már vannak eredmények fémből készült béléstestek esetén.<sup>44</sup>

A témához kapcsolódva nem fémek 3D nyomtatására is található eredmény a nemzetközi szakmai közegeben: Henry Obediah Agu doktori értekezésében vizsgálta a témakört. A 3D nyomtatóval elkészített töltetek béléstestjei 54 mm átmérőjűek, 60°-os kúpszöggel készültek, anyaguk politejsav<sup>45</sup> és rézzel dúsított PLA volt. A béléstestek több vastagságban készültek: 1,5 mm; 3,5 mm; 5,5 mm; 7,5 mm.<sup>46</sup>

A robbantásokat 3 béléstest átmérőnyi eltartással végezte minden esetben. Az eredményeit összegezve látható, hogy a legvékonyabb, PLA anyagú, 1,5 mm-es béléstest produkálta a legnagyobb behatolást az acél céltárgyba. Ez 18,1 mm volt. A jövőbeli töltetméretezési és anyagválasztási problémák egyik legfontosabb tétele Agu részkövetkeztetéséből, részeredményeiből fakad. Tapasztalata szerint a rézzel dúsított PLA béléstest gyengébb teljesítményt hozott az átütés tekintetében, mint a dúsítatlan PLA. Az olvasztószálas nyomtatás<sup>47</sup> során felhasznált réz-PLA kompozit anyag porózusságát és heterogén szerkezetét jelölte meg a gyengébb teljesítmény forrásaként.<sup>48</sup>

A fenti kutatók adatait összevetve kijelenthető:

- 55–60°-os kúpszög tekinthető ideálisnak modern anyagok alkalmazása esetén béléstestként;
- 1,5 mm és 3 mm körüli béléstest anyagvastagság lehet ideális;
- a 3 béléstest átmérőnyi eltartást érdemes lehet felülvizsgálni, csökkenteni, mert az tiszta fémek esetében lehet megfelelő érték;
- a rézzel dúsított kompozitok tekintetében ellentmondásosak az eredmények, ezt a területet mindenképpen további vizsgálat alá kell vonni;
- a 3D nyomtatással készült töltetek, kompozit vagy műanyag béléstesttel képesek lehetnek fémek lyukasztására.

<sup>41</sup> Rövidítve és a továbbiakban: PET-G vagy PETG.

<sup>42</sup> Rövidítve és a továbbiakban: ASA.

<sup>43</sup> B. H. Chang et al.: Numerical Simulation of Modified Low-Density Jet Penetrating Shell Charge. *International Journal of Simulation Modelling*, 14. (2015), 3. 426–437.

<sup>44</sup> Phillip Mulligan et al.: 3D Printed Conical Shaped Charge Performance. In *Proceedings of the 2019 Hypervelocity Impact Symposium*. Destin, Florida, United States of America, 2019. 113–122.

<sup>45</sup> A továbbiakba rövidítve: PLA.

<sup>46</sup> Henry Obediah Agu: The Effect of 3D Printed Material Properties on Shaped Charge Liner Performance. PhD-értekezés. United Kingdom, Cranfield University, 2019. 235–238.

<sup>47</sup> Angolul: Filament Deposition Modelling, rövidítve és a továbbiakban: FDM.

<sup>48</sup> Agu (2019): i. m. 121–137.

## 5. Összegzés

Az adatok igazolják tehát, hogy lehetséges 3D nyomtatóval hatékony kumulatív töltetet méretezni. Az is látszik, hogy a fém bélésstesttel rendelkező töltetek méretezési eljárásai csak részlegesen alkalmasak kompozit vagy műanyag változatok kialakítására.

A különböző eredmények azt mutatják, hogy van potenciál az ilyen modern megoldásokban, de akad aggasztó ellentmondás is, amely feltétlen vizsgálatot követel. Látszik azonban néhány olyan irányvonal is, amelyet még nem vizsgáltak részletesen. Ilyen területnek gondolom az eltérő bélésstestformák alkalmazását, illetve új anyagok vizsgálatát bélésstestként, mint az ASA és a PET-G, amelyek jobban ellenállnak az időjárás viszontagságainak, mint a környezetben viszonylag gyorsan bomló PLA.

A továbbiak során érdemes lehet a méretezési paramétereket az alkalmazott robbanóanyagok tekintetében is felülvizsgálni. Ilyen értelemben a bináris robbanóanyagok<sup>49</sup> alkalmazása izgalmas terület lehet, mert kiküszöbölheti a helyszíni töltésben rejlő hibafaktorokat, mint a plasztikus robbanóanyag nem megfelelő réskitöltése a töltetben.

## Felhasznált irodalom

- Agu, Henry Obediah: *The Effect of 3D Printed Material Properties on Shaped Charge Liner Performance*. PhD-értekezés. United Kingdom, Cranfield University, 2019. Online: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/15285>
- Boda József – Boldizsár Gábor – Kovács László – Orosz Zoltán – Padányi József – Resperger István – Szene Zoltán: A hadtudományi kutatási irányok, prioritások és témakörök. *Államtudományi Műhelytanulmányok*, (2016), 16. 1–23. Online: [www.med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702](http://www.med.u-szeged.hu/download.php?docID=90702)
- Berek Tamás: ABV (CBRN) tűzszerészecső mint a biztonsági kihívásokra adott válaszlépés. *Bolyai Szemle*, 25. (2016), 4. 22–34. Online: [https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20\(CBRN\)%20t%20zser%E9szecs%20mint%20a%20biztons%E1gi%20kih%EDv%E1sokra%20adott%20v%E1laszl%E9p%E9s.pdf?sequence=1](https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/14564/ABV%20(CBRN)%20t%20zser%E9szecs%20mint%20a%20biztons%E1gi%20kih%EDv%E1sokra%20adott%20v%E1laszl%E9p%E9s.pdf?sequence=1)
- Chang, B. H. – J. P. Yin – Z. Q. Cui – T. X. Liu: Numerical Simulation of Modified Low-Density Jet Penetrating Shell Charge. *International Journal of Simulation Modelling*, 14. (2015), 3. 426–437. Online: [https://doi.org/10.2507/IJSIMM14\(3\)5.295](https://doi.org/10.2507/IJSIMM14(3)5.295)
- Cooper, Paul W.: *Explosive Engineering*. New York, Wiley–VCH, 1996.
- Daruka Norbert: Terroristák és taktikák, avagy védekezz, ha tudsz. *Repüléstudományi Közlemények*, 24. (2012), ksz. 33–41. Online: [https://epa.oszk.hu/02600/02694/00059/pdf/EPA02694\\_rtk\\_2012\\_2\\_0033-0041.pdf](https://epa.oszk.hu/02600/02694/00059/pdf/EPA02694_rtk_2012_2_0033-0041.pdf)
- Doig, Alistair: Some Metallurgical Aspects of Shaped Charge Liners. *Journal of Battlefield Technology*, 1. (1998), 1. 1–3.
- Held, Manfred: Shaped Charge Optimization against ERA Targets. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 30. (2005), 3. 216–223. Online: <https://doi.org/10.1002/prop.200500009>
- Horváth Tibor: A műveleti környezet műszaki támogatásának kihívásai. In Krajnc Zoltán – Csengeri János (szerk.): *Humánvédelem – békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, 2016. 256–300. Online: [http://real.mtak.hu/33554/1/tanulmanygyujtemeny%20\\_ujratervezes\\_Csj\\_KZ\\_1.5.pdf](http://real.mtak.hu/33554/1/tanulmanygyujtemeny%20_ujratervezes_Csj_KZ_1.5.pdf)

<sup>49</sup> Kugyela Lóránd: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28. (2020), 4. 58–75.

- Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012a), 2. 37–52. Online: [https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012\\_2\\_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20t%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf](https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_2_03%20IED-k%20f%C5%91bb%20t%C3%ADpusai%20-%20Kov%C3%A1cs%20Z.pdf)
- Kovács Zoltán: Fontos létesítmények IED elleni védelme. *Műszaki Katonai Közlöny*, 22. (2012b), ksz. 35–44. Online: [https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012\\_k\\_05%20IED%20elleni%20v%C3%A9delem%20-%20Kov%C3%A1cs\\_Z.pdf](https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2012_k_05%20IED%20elleni%20v%C3%A9delem%20-%20Kov%C3%A1cs_Z.pdf)
- Kugyela Lóránd: A többkomponensű robbanóanyagok múltja, jelene és jövője. *Katonai Logisztika*, 28. (2020), 4. 58–75. Online: [www.mkle.net/products/a2020-4-szam/](http://www.mkle.net/products/a2020-4-szam/)
- Lukács László: *A kumulatív hatás és a kumulatív töltetek méretezése. Jegyzet a Szárazföldi Haderőnemi Fakultás műszaki hallgatói számára.* Magyar Honvédség Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Műszaki Tanszék, 1992.
- Lukács László: A kumulatív töltetek és gyakorlati alkalmazásuk. *Műszaki Katonai Közlöny*, 20. (2010), 1–4. 175–196. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/2866/2122>
- Mulligan, Phillip – Catherine Johnson – Jason Ho – Cody Lough – Edward Kinzel: 3D Printed Conical Shaped Charge Performance. In *Proceedings of the 2019 Hypervelocity Impact Symposium*. Destin, Florida, United States of America, 2019. 113–122. Online: <https://doi.org/10.1115/HVIS2019-110MÚ/213> Robbantási utasítás. Budapest, Honvédelmi Minisztérium, 1971.
- Steckiewicz, Artur – Waldemar Trzcinski: Investigation of the Reaction of Energetic Materials on "Jet" Impact. In *17<sup>th</sup> International Seminar New Trends in Research of Energetic Materials*. Pardubice, University of Pardubice, 2014. 1038–1049.
- Саламахин, Т. М.: *Основа моделирования и боевая эффективность зарядов разрушения, Военно-Инженерная Академия им. Москва, В. В. Куйбышева*, 1984.
- Tomolya János – Padányi József: A terrorizmus jelentette kihívások. *Hadtudomány*, 22. (2012), 3–4. 34–67. Online: [www.mhtt.eu/hadtudomany/2012/3\\_4/HT\\_2012\\_3-4\\_Tomolya\\_Padanyi.pdf](http://www.mhtt.eu/hadtudomany/2012/3_4/HT_2012_3-4_Tomolya_Padanyi.pdf)
- Yi, Jianya – Zhijun Wang – Jianping Yin – Zhimin Zhang: Simulation Study on Expansive Jet Formation Characteristics of Polymer Liner. *Materials*, 12. (2019), 5. 744. Online: <https://doi.org/10.3390/ma12050744>





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

# Műszaki kiválóságok: Karl Freiherr von Birago

## Engineer Geniuses: Karl Freiherr von Birago

*Karl Freiherr von Birago (1792–1845) az egyik legsokoldalúbb műszaki tiszt, aki nem csak a hadihídépítés területén alkotott maradandót. Az 1841-ben rendszeresített Birago-féle hadihídkészlet olyan sikeres alkotás volt, hogy számos ország vette használatba és több mint 100 évig szolgálta a haderőt. Tehetségét mutatja, hogy légzőkészüléket fejlesztett, a hírközlés korszerűsítésén is dolgozott, és belekóstolt az erődítés tudományába is. Szerencsés katona volt, hiszen már életében elismerték tudását, mind katonaként, mind újító elmeként.*

**Kulcsszavak:** Birago-híd, átkelés, hídépítés, erődítés

*Karl Freiherr von Birago (1792–1845) is one of the most versatile engineering officers, who had an impact not only on bridge construction, but in other professional fields as well. His design, the so-called Birago Bridge introduced into service in 1841, was so successful that numerous other nations purchased it, and it remained in service for more than 100 years. His talent is also illustrated by the respirator developed by him, his work on modernising telecommunications and his foray into the field of fortifications, too. He was a fortunate soldier, because his skills both as a soldier and as an inventor were recognised in his lifetime.*

**Keywords:** Birago Bridge, crossing, bridge construction, fortifications

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

<sup>2</sup> Egyetemi tanár, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: [padanyi.jozsef@uni-nke.hu](mailto:padanyi.jozsef@uni-nke.hu)

## 1. Katonatiszti pályafutása

Carlo Birago 1792. április 24-én egy római katolikus vallású, lombard nemesi családban látta meg a napvilágot a Milánó melletti Locate megyében található Cascina d'Olmo településen (1. ábra). Apja Giacomo Antonio von Birago földbirtokos, édesanyja pedig Margherita Bosone volt. 1841. május 18-án vette feleségül Albertine von Schön bárónőt, aki 1842. május 9-én elhunyt. 1844. június 3-án másodsor is megnősült, Karolina Josefa Hietzingert vette nőül. Első házasságából egy fia, Karl született.

Német, olasz és francia nyelven folyékonyan, latinul pedig jól beszélt és írt, azonkívül valamennyit tudott angolul és spanyolul is.

Alapfokú tanulmányait Castello és Monza szemináriumában végezte, majd a paviai egyetemen folytatta azokat. Az utóbbi intézményben matematikából kimagasló tehetségről tett tanúbizonyosságot, ezért már 17 évesen földmérői oklevelet és állást kapott. Háromévi földmérői munka után, 1812 márciusában bekerült a Napóleon által alapított katonai akadémiára Paviában. 1812. november 8-án belépett a franciák által létrehozott Itáliai Királyság hadseregébe. 1813-ban kimagasló tanulmányi eredményei elismeréseként a paviai akadémia segédtsíztjévé és alhadnaggyá nevezték ki, valamint földrajz- és történelemtanárként alkalmazták. A paviai katonai akadémia elvégzése után hadnagyként szolgált a 2. itáliai könnyű gyalogezredben, ahol a tüzérségi pótcsoportozásba osztották be. Ott tüzérségi gyakorlatokon vett részt, és egyidejűleg geometriából előadásokat tartott a paviai katonai akadémián. 1814 februárjában harci tapasztalatokra is szert tett: Bidasio ezredes, akkori akadémia- és tüzérségi parancsnok rendeletére felderítést hajtott végre a Pó folyó jobb partján, amelynek alkalmával Carbonara településtől nem messze – egy az osztrák elővéd csapatokkal kifejlődött – kisebb ütközetben vett részt.<sup>3</sup>



1. ábra: Karl Freiherr von Birago

Forrás: <https://garystockbridge617.getarchive.net/amp/media/birago-karl-freiherr-27b7c5>

<sup>3</sup> Qualifikationsliste Birago, Kriegsarchiv Wien, 215. doboz.

Napóleon bukása után, 1814. július 29-től az osztrák császári-királyi hadseregben szolgált zászlósként, ahol a 3. itáliai könnyű zászlóaljba osztották be, de továbbra is az akadémián maradt. 1816-tól a Napóleon által alapított Milánói Katonaföldrajzi Intézet (1814 szeptemberétől mint az osztrák császári-királyi vezérkarnak alárendelt földrajzi intézet) rajzoló osztályán szolgált. Korábbi alakulatának feloszlása miatt, 1816. október 1-jén a 45. hadrendi számot és Mayer báró nevét viselő gyalogezredbe helyezték át. 1816–1817 folyamán Lombardia katonai térképezésében, 1818–1819-ben a Pó folyó átkelésre alkalmas helyeinek, 1820-ban pedig Parma katonai topográfiai felmérésében vett részt. A téli hónapokban a Katonaföldrajzi Intézetbe beosztottnak tartott előadásokat a tábori erődítésekéről. 1821. március 17-én gróf Bubna altábornagy, a császári-királyi vezérkar ideiglenes főnöke parancsára a Piemont irányába eső hadművelési vonal, vagyis a Piemont elleni lehetséges katonai felvonulási útvonalak felderítésével bízták meg. 1821-ben átkerült a piemonti okkupációs hadtesthez tartozó utászosztályhoz Veronába, ahol 1821. április 1-jén alhadnaggyá, 1821. április 16-án pedig hadnaggyá nevezték ki. 1822-ben Serra Valle környékének katonai felmérését végezte. 1822–1823-ban a Milánóban állomásozó utáskülönménynek tűzoltószolgálati ismereteket tanított. Báró Welden ezredes, az utásztestület parancsnoka megbízásából a Svájcba vezető alpesi átjárók és hágók felderítését, valamint feltérképezését végezte el.<sup>4</sup>

1823 szeptemberétől (báró Welden ajánlásával) 1827. február végéig matematikát tanított az 1811-ben Radetzky által alapított és Korneuburgban működő utásztestületi iskolában. Közben 1826. június 27-én főhadnaggyá lépett elő a vezérkarban. 1827 márciusától egy új, főként a gyalogság folyóátkelésére alkalmas híd kifejlesztésén dolgozott Bécsben, báró Welden ezredes vezetése alatt. A traiskircheni táborban végzett kísérletek után az új, maximálisan 55 m hosszú és részenként szállítható hidat (az úgynevezett Laufbrücke) 1828. május 5-én rendszeresítették a császári-királyi hadseregben, amelyhez Birago kezelési és kiképzési utasítást is készített.

Az új „Laufbrücke” olyan akadályok áthidalására is alkalmas volt, amelyeknek leküzdését a régi anyaggal megkísérelni sem lehetett. A hídverés és -bontás aránylag nagy vízsebesség mellett is igen gyorsan történt. Az új híd aljzatai bakok voltak. A lábakat a bakgerenda vájataiba helyezték, s alul sarukat helyeztek rájuk. A bakgerendát láncokkal függesztették a lábfejekre. A lábak háromféle hosszúságban készültek. A gerendák fogókkal voltak ellátva. Szegélyfáknak a lábakat használták fel. Az aljzatok beépítése fogófákkal egybekapcsolt csónakokról történt. Egy hídmezőbe öt gerendát építettek és 25 egész pallóval fedték be. Ha a vízmélység miatt már nem lehetett bakot beépíteni, akkor úszóaljzatként a kapcsolt csónakokat használták fel. A hadihídoszlop 55,6 m hosszú hídanyagát 4 gerendakocsin, 4 pallókocsin, 4 bakszerelékkocsin és 4 szerelékkocsin szállították. A gerenda- és pallókocsik négyfogatúak, a többiek kétfogatúak voltak.<sup>5</sup>

1829-ben a császári-királyi hadsereg hidászszabályzatainak felülvizsgálatával és az utász szolgálati szabályzat egyes részeinek kidolgozásával bízták meg. 1830-ban az Alsó-Ausztriai Főhadparancsnoksághoz osztották be, és Spanoghi alezredes irányítása mellett, a Ferenc

<sup>4</sup> *Grundbuch Carl Ritter von Birago*. Wien, Heeresgeschichtliches Museum, HGM 431–27/1.

<sup>5</sup> Havas Vilmos: A Birago-féle hadihíd keletkezésének története. *Magyar Katonai Szemle*, (1933), 1. 203–213.

császár által elrendelt kataszteri felmérés keretében Felső-Ausztria térképezésében vett részt. 1830. november 25-én vezérkari századossá nevezték ki. Birago 1831. március 14. és 1832. szeptember 16. között a Miksa főherceg tervei alapján Linz városa körül övszerűen kiépített, több mint 40 erődítményből, toronyból álló úgynevezett megerősített táborban az 1. és a 2. számú torony építését irányította. Tevékenysége közben hasznos gyakorlati megoldásokat javasolt Miksa főhercegnek az erődökben használt lövegtalpak ágyzatának kialakítására vonatkozóan. 1835 márciusától 1836 októberéig az osztrák császár jóváhagyásával a Pó folyó átkelőhelyének négy, lövegekkel ellátott toronnyal, valamint tábori erődítésekkel való megerősítésén, hídfővé történő kiépítésén dolgozott Brescellóban, IV. Ferenc Modenai herceg (Miksa főherceg testvére) felkérésére. Feladatát mintegy másfél év alatt sikeresen megoldotta. 1836 októberében visszatért Bécsbe, majd 1836. december 23-án vezérkari őrnaggyá lépett elő az utásztisztületben. 1836-tól 1839-ig több szabályzatot és tanulmányt írt. 1839-ben IV. Ferenc herceg felkérésére másodszor is Modenába utazott, hogy a Pó folyón Brescellónál pontonhidat építsen a katonaság számára. A feladatot minden nehezítő körülmény ellenére sikeresen megoldotta, hídja kulcsszerephez jutott, mivel a folyón történő átkelést az osztrák csapatok számára lehetővé tette Modenába és Toszkánába.<sup>6</sup>

1840-ben a bécsi udvari Haditanács utasítására Luccába, Firenzébe és Rómába utazott abból a célból, hogy a szükséges topográfiai anyagokat és forrásokat felkutassa egy itáliai áttekintő alaptérkép elkészítéséhez. Diplomáciai érzékére is szükség volt, hiszen az egyes kisállamok (a Bourbon-Parmai és a Toszkánai Nagyhercegség, valamint a Pápai Állam) uralkodóinak, vezetőinek a dokumentumok átadására vonatkozó jóváhagyását is meg kellett szereznie a bécsi Katonaföldrajzi Intézet számára. Missziója végül sikerrel zárult, mindhárom uralkodótól megszerezte a hozzájárulást. 1840-ben pontonokat készíttetett, amelyekből hidat vertek a Duna bécsi fő ágán. 1840. augusztus 30-án alezredessé nevezték ki a báró Prochaskáról elnevezett császári-királyi 5. gyalogezredben. 1840. november 1-jén első őrmesterré és tanulmányi felügyelővé nevezték ki (a három fő fegyvernem harcászati oktatásáért és az oktatás irányításáért volt felelős) az 1838-ban a Lombard-Velencei királyság uralkodója, I. Ferdinánd király által létrehozott és Milánóban működött lombard-velencei királyi nemesi testőrségnél.

## 2. A Birago-féle hadihíd

1841-ben a Birago által kifejlesztett és a róla elnevezett hadihidat egyedülként rendszeresítették a Habsburg-monarchia hadseregében. 1841. november 19-én császári-királyi ezredessé nevezték ki, továbbá megbízták egy gyakorlati szabályzat és a hadihidanyaggal foglalkozó utász törzs- és főtisztek szolgálati szabályzatának kidolgozásával. 1842. november 1-jén a lombard-velencei királyi nemesi testőrség alhadnagya lett. 1843. január 27-én az uralkodó rendeletére és Birago korábbi javaslatára összevonták a császári-királyi utász- és hidászalakulatokat. Az így létrejött új utásztisztület (amelybe három zászlóalj és 32 hadihidoszlop

<sup>6</sup> Bruno W. Koppensteiner: *Karl Freiherr von Birago. Brückenkonstrukteur, Festungsbauer, Diplomat*. Salzburg, Österreichischer Miliz Verlag, 2005.

tartozott) parancsnokává Birago ezredest nevezték ki. 1843-ban harmadik alkalommal utazott Itáliába. Feladata annyiból állt, hogy a La Speziából Parmán és Reggiónt át a Pó folyó völgyébe vezető utakon létesítendő műszaki záruk helyének kijelölését kellett elvégeznie, továbbá megszereznie azok elkészítéséhez Parma és Modena irányítóinak beleegyezését. Feladatait ismét sikerrel teljesítette.

1844-ben az időközben dandárkötelékbe szervezett császári-királyi utászalakulatok parancsnokságát vette át. 1844-ben újabb katonai műszaki feladatot kapott előjáróitól. Az akkori vezérkari főnök, Ritter von Hess altábornagy megbízásából beutazta az Aldunát a Fekete-tengerig. Útja során feltérképezte a Duna legdélebbi ágát.

1844-ben megfogalmazott egy, a 18. század eleje óta fennállt sajkás zászlóalj fejlesztésére vonatkozó tervezetet az Udvari Haditanács számára. Abban a zászlóalj egy vasból épült és 18-fontos ágyúval felszerelt hajóval való felszerelésére tett javaslatot, amelynek elkészítésével az óbudai hajóépítő üzemet kívánta megbízni. Halála azonban megakadályozta a terv kivitelezésében.

1845. december 29-én négyhónapos kórházi ápolás után Bécsben hunyt el. A bécsi St. Marx temetőben helyezték örök nyugalomra. Amikor 1905-ben a temetőt felszámolták, Birago földi maradványait kiemelték és áthelyezték a Hietzinger család bécsi Központi Temetőben található sírjába, ahol 1881-ben elhunyt második felesége mellett nyugszik. 1992-ben egy kiegészítő táblát helyeztek a sírra a következő felirattal: „1792–1845 Karl Freiherr von Birago cs. kir. utásztestületi ezredes az 1843 mintájú hadihíd tervezője.” A sír a 36. sírcsoport, 4. sor, 17. szám alatt található.

Szakmai érdemeit, kiválóságát több császári-királyi kitüntetéssel és nemességadományozással is elismerték. 1828. december 5-én az Osztrák Császári Vaskoronarend III., 1845. május 13-án pedig a Vaskorona Rend II. osztályával tüntették ki. 1839. április 12-én osztrák lovagi címet kapott, 1845. június 13-án pedig osztrák bárói rangra emelték.

Szakmai tevékenységéért, a róla elnevezett hadihíd megalkotásáért számos magas európai kitüntetést kapott, valamint több tudományos intézménytől nyert el különféle címeket.

A külföldi kitüntetések közül az alábbiak birtokába jutott az adományozás sorrendjében: 1840. január 30. Svéd Kard Rend, 1841. február 11. az Orosz Szent Vlagyimir Rend IV. osztálya, 1841. június 8. a Bajor Szent Mihály Rend lovagkeresztje, 1841. július 20. a Szardíniai Szent Móric és Lázár Rend lovagkeresztje, 1841. október 12. a Porosz Vörös Sas Rend III. osztálya és a Hesseni Lajos Rend parancsnoki keresztjének II. osztálya, 1841. november 9. a Württembergi Korona Rend parancsnoki keresztje, a Badeni Zähringi Oroszlán Rend parancsnoki keresztjének II. osztálya és a Hannoveri Guelph Rend parancsnoki keresztjének II. osztálya, 1843. január 14. a Szász Érdemrend parancsnoki keresztje, 1843. június 17. a Holland Tölgykorona Rend parancsnoki keresztje, 1844. július 27. a Hesseni Arany Oroszlán Rend parancsnoki keresztje.

### 3. Tudományos munkája

Tudományos téren is elismerésekkel övezték szakmai munkásságát. 1839. április 9-én a Padovai Művészeti és Tudományos Akadémia rendkívüli tagjává, 1840. augusztus 22-én a Societa

Aretina Társaság levelező tagjává, 1840. október 13-án a Toszkánai della Valle Tiburina Akadémia tagjává, 1841. május 29-én a Svéd Hadtudományi Akadémia tagjává, 1845. december 19-én a Milánói Képzőművészeti Akadémia tiszteletbeli tagjává és a Velencei Császári-Királyi Tudományos, Irodalmi és Művészeti Intézet levelező tagjává választották.

Ausztriában a mai napig is őrzik Birago emlékezetét: Klosterneuburgban a Magdeburg laktanya előtt álló emlékmű és egy róla elnevezett utca, Melkben a Birago-laktanya, a Birago-telep és egy Birago utca, Obere Fellach településen a Hensel laktanya előtt egy emlékmű, Wals település Schwarzenberg laktanyájában pedig egy utca viseli a nevét (2. ábra).



2. ábra: Birago-emlékmű Melkben

Forrás: [www.denkmal-heer.at/denkmaeler/niederosterreich/3390-niederosterreich-birago-kaserne-ge-denkstein-karl-freiherr-birago](http://www.denkmal-heer.at/denkmaeler/niederosterreich/3390-niederosterreich-birago-kaserne-ge-denkstein-karl-freiherr-birago)

Birago tehetségét főként a hadihidak tervezése terén kamatoztatta. A Laufbrücke 1828-ban történt rendszeresítése után elkezdett foglalkozni egy minden kívánalomnak megfelelő korszerű hadihíd létrehozásával. A munkája eredményeként megszületett, fából készült Birago-híd szétszedhető bakaljzata szárazon és vízen, tulajdonképpen mindenféle terepen megépíthető, könnyen összeállítható, illetőleg szétszedhető volt. Építése rövid időt és kevés embert vett igénybe. Az úszóaljzatos, két részre osztott ponton kisebb súlyú volt, viszont a teljes ponton teherbírása növekedett. Szükség szerint két- vagy négyrészes ponton összeállítása is lehetséges volt. Folyón való áthajózás során négyrészes pontonokból épített, nagyobb teherbírású kompokkal a korszakban rendszerben lévő összes löveget vagy járművet sikeresen szállíthatták. A híd szerkezeti elemeit fogatolt járművekkel továbbították, a sérült elemek javítása a korabeli mestereknek (például asztalos, ács, kovács) nem jelentett gondot.

Már említettük, hogy az első dunai kísérletet a közben őrnaggyá előléptetett Birago 1840-ben, Tullnnál hajtotta végre új hídanyagával, a Duna 91 m széles ágán, amelyben a legnagyobb vízmélység 4,42 m, a vízsebesség másodpercenként 2,52 m-t emelkedett. Csapa-

tokat hajóztak át két-, három- és négyrészes pontonokon, erős szélben és hullámverésben, és megállapították, hogy a háromrészes ponton a legmegfelelőbb az átkeléshez.

Már ennél a kísérletnél beigazolódott, hogy az új hadihídanyag minden követelménynek megfelel. Az anyag szerkezetét és felhasználási módját rögzítették, így kezdetét vehette az új hadihídanyag bizottsági felülvizsgálása a hadseregben való rendszeresítés céljából.

A kirendelt bizottság az első kísérletet 1840. szeptember 21-én hajtotta végre. Előbb felülvizsgálták az anyag egyes részeit, majd hidat verettek. A híd lejtősen haladt a víz színe felett 1,9 m magasan fektetett partfától a szabványos beépítési magassáig. Az eddigi pontonhidaknál ez nem volt megoldott, a parton kellett jelentős földmunkát végezni a magasságkülönbség eltüntetésére. A bakok beépítése zavartalanul történt és öt úszóaljzatot is beépítettek. Többször megismételték a kísérleteket, majd októberben a bizottság így összegezte véleményét:

„A szeptember 21. és 26. között végrehajtott kísérletek az új hadihídrendszer alapelvét, az állóaljzatok kiterjedtebb használatának elvét igazolták, s bebizonyították annak a lehetőségét, hogy a pontonok nemcsak a bakok beépítésénél, hanem aljazatként, továbbá vizen-járáshoz és repülőhidaknál való felhasználáshoz is alkalmasak.

Ezért az új hadihídrendszer teljesen jónak és ajánlatosnak tekinthető. Különös előnyei az új rendszernek:

1. A jól beépített bak biztos, hullámveréstől és vízsebességtől független aljazatot képez.
2. A rendelkezésre álló baklábakkal magas és alacsony, sziklás és hurrkolt partoknál lehetséges hidat verni anélkül, hogy földmunkák szükségeseek volnának, ami különösen hadászati vonatkozásban figyelemreméltó, miután többnyire magas partokra kell számítani.
3. A bakok különbözőképpen is felhasználhatók oly célokra, melyekre a pontonok nem alkalmasak.
4. Az új hadihídrendszer lehetővé teszi, hogy az anyaggal különleges hidak építtessenek s hogy a szabványos hídhosszúság megkétszereztesse.
5. A hadihídoszlopok az elővédet követhetik.
6. Az új anyag elfogadása lehetővé tenné a pionieroknak és pontoniereknek eddig különálló szolgálatát egyesíteni, miáltal egy régi szükségletnek lehetne eleget tenni.”<sup>7</sup>

A Habsburg Monarchia hadseregében mindegyik utászászlóalj négy Birago-hadihídoszloppal rendelkezett. A hadihídoszlop összesen 39 féle alkotórészből tevődött össze, például 10 ponton előrészből, 6 középrészből, 40 gerendából, 8 bakból. A Birago-híd teherbírása szabványos hídként 3, nehéz hídként pedig 5 t volt. A szabványos híd 53 m hosszú volt, amely egy hídoszlop anyagából készült el, megépítését  $\frac{1}{4}$  műszaki század két óra alatt végezte el. A 3 t teherbírású híd maximálisan 531 m hosszú lehetett, amelynek megépítéséhez 10 hídoszlop anyaga, 20 óra és  $2\frac{1}{4}$  műszaki század szükségeltetett. Az 5 t-s terhet is elbíró híd elkészítéséhez mindenképp kétszer annyi kellett, mint a szabványos híd esetében. A nehéz terheket a hídanyagból épített komponon hajózták át.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Havas (1933): i. m.

<sup>8</sup> Haralyi László: Birago – egy név, amely fogalomává vált. *Új Honvédségi Szemle*, (1994), 9. 93–96.

1841. november 19-én a Habsburg Monarchia uralkodója elrendelte a Birago-rendszerű hadihídanyag rendszeresítését a császári-királyi hadseregben. Birago sokoldalú és műszaki téren sikeres tevékenysége az európai államok katonai vezetőinek és államfőinek a figyelmét is felkeltette. 1840-től Bécs az európai utászok Mekkája lett, ahová sokan elküldték képviselőiket az új híd tanulmányozására. Annak kiválóságát mutatta, hogy azt 10 európai hadsereg vezette be kisebb módosításokkal.

A hadihídanyag kiválóságát bizonyítja, hogy az 1894-ben lefolyt balassagyarmati hadgyakorlatoknál, Visegrád és Nagymaros közt – az 539 m széles és 3 m/s vízsebességű Dunán – 58 perc alatt építettek hidat az utászok, egyszerre indulva a két partról. A hídanyag 81 darab öt, illetve hat részű vas pontonból, valamint nyolc szabadon álló bakkból állt, Birago módszer szerint (3. ábra).<sup>9</sup>



3. ábra: Birago-hadihídanyag alkalmazása a Dunán, 1894-ben

Forrás: <https://th-th.facebook.com/ZebegenyDunakanyar/photos/pcb.1665323887054674/1665323590388037/?type=3&theater>

Legfontosabb alkotásával az összes európai hadihídrendszert több mint 100 évre, egészen a II. világháború időszakáig sikerült befolyásolnia. A Birago-hadihídanyagot 1848-ban, 1859-ben és 1866-ban a császári-királyi utászok Észak-Itáliában alkalmazták, 1848-ban a császári csapatok Magyarországon is több átkelést hajtottak végre annak felhasználásával. Az Osztrák–Magyar Monarchia műszaki alakulatai Bosznia-Hercegovina 1878-as megszállása során, továbbá az I. világháború valamennyi hadszínterén használták. A két világháború közötti osztrák hadseregben 36 mintájú megnevezéssel, majd a II. világháború német hadseregében továbbra is rendszerben maradt. Továbbfejlesztett változatát az osztrák hadseregben egészen az 1990-es évek végéig használták.

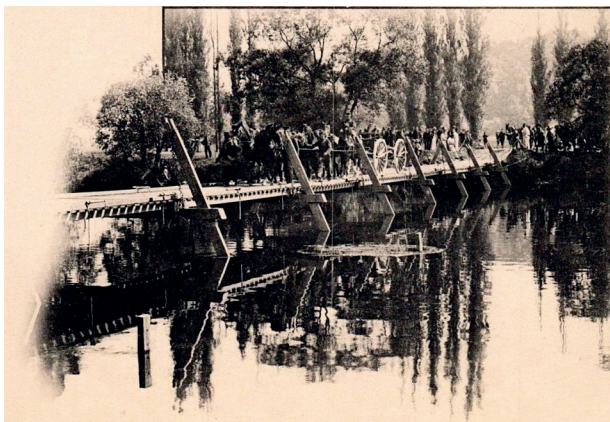
<sup>9</sup> Gömörý Gusztáv: Hadi átkelések a Dunán a legrégebbi időktől kezdve. *Hadtörténelmi Közlemények*, 8. (1895), 1. 227–247.



Rendszeresített hadihídján kívül Birago több találmányát, ötletét is az utókorra hagyta. Ezek közé tartozott a Martony mérnök őrnagy által feltalált, a felrobbantott aknafolyosók feltáráására használatos lélegzőkészülék, amelyet továbbfejlesztett és merülőszerkezetként víz alatti használatra is alkalmassá tett. 1844-ben megjelent tanulmányában a harctéri hírközlés javítására rakéták felhasználását javasolta. A korabeli erődépítézet fejlődéséhez is jelentős mértékben hozzájárult, továbbá elkészítette a Cernavadától Konstancáig vezető hajócsatorna terveit, amelynek megvalósítására csak 100 évvel később került sor.

## 4. Összegzés

Karl Freiherr von Birago már életében megkapta azokat az elismeréseket, amelyeket méltán megérdemelt. Alkotó tehetsége olyan hadihíddal gyarapította a kor hadtudományát, amely évszázadra meghatározóvá vált az átkelés elméletében és gyakorlatában. Mára neve fogalomná nemesedett, amely egyszerre utal a kiváló katonára, a zseniális mérnökre és a kreatív tudósra. Markó Árpád értékelő sorai pontosan jelzik Birago teljesítményét: „A Birago műszaki ezredestől a XIX. század második felében megszerkesztett hadihídanyag és hídépítési mód fényesen bevált, a Monarchiának ez a műszaki felszerelése a többi hatalmakénál jobb volt”<sup>10</sup> (4. ábra).



4. ábra: Átkelés a hídon

Forrás: [www.ebay.com/itm/294575590699?hash=item449612cd2b:g:pBsAAOSwTgLYkTj](http://www.ebay.com/itm/294575590699?hash=item449612cd2b:g:pBsAAOSwTgLYkTj)

<sup>10</sup> Markó Árpád: *Tudós és katona. Markó Árpád visszaemlékezései*. Sajtó alá rendezte: Kincses Katalin. Budapest, HM Hadtörténeti Intézet és Múzeum, 2014. 291.

Fontosabb művei:

*Anleitung zur Ausführung der im Felde am meisten vorkommenden Pionnier-Arbeiten* (Utasítás a harctéren előforduló legfontosabb műszaki munkák elvégzésére). Wien, 1837–1839.

*Untersuchungen über die europäischen Militär-Brückentrains und Versuche einer verbesserten, allen Forderungen entsprechenden Militär-Brückeneinrichtung* (Az európai katonai hadihídkészletek vizsgálata és egy minden követelményt kielégítő hadihídkészlet megalkotására irányuló kutatás). Wien, 1839.

Untersuchung über die bisher bekannten Mittel zur Unterhaltung der Korrespondenz im Kriege und Ideen über die schnellste Art der Beförderung einer solchen Korrespondenz (A háborús levelezés eddig ismert eszközeinek vizsgálata és ötletek az ilyen levelezés leggyorsabb módon történő szállítására). *Österreichische Militärische Zeitschrift*, 2. (1844), 4.

## Felhasznált irodalom

Gömöry Gusztáv: Hadi átkelések a Dunán a legrégebb időktől kezdve. *Hadtörténelmi Közlemények*, 8. (1895), 1. 227–247.

*Grundbuch Carl Ritter von Birago*. Wien, Heeresgeschichtliches Museum, HGM 431–27/1

Haralyi László: Birago – egy név, amely fogalommá vált. *Új Honvédségi Szemle*, (1994), 9. 93–96.

Havas Vilmos: A Birago-féle hadihíd keletkezésének története. *Magyar Katonai Szemle*, (1933), 1. 203–213.

Koppensteiner, Bruno W.: *Karl Freiherr von Birago. Brückenkonstrukteur, Festungsbauer, Diplomat*. Salzburg, Österreichischer Miliz Verlag, 2005.

Markó Árpád: *Tudós és katona. Markó Árpád visszaemlékezései*. Sajtó alá rendezte: Kincses Katalin. Budapest, HM Hadtörténelmi Intézet és Múzeum, 2014.

Qualifikationsliste Birago, Kriegsarchiv Wien, 215. doboz

Róbert Péter: Birago hídjai. *Magyar Honvéd*, 1990. augusztus 12. 28.

[www.s9.com/Biography/Birago-Karl-Von](http://www.s9.com/Biography/Birago-Karl-Von)

[www.denkmal-heer.at/denkmaeler/niederoesterreich/3390-niederoesterreich-birago-kaserne-gedenkstein-karl-freiherr-birago](http://www.denkmal-heer.at/denkmaeler/niederoesterreich/3390-niederoesterreich-birago-kaserne-gedenkstein-karl-freiherr-birago)

<https://th-th.facebook.com/ZebegenyDunakanyar/photos/pcb.1665323887054674/1665323590388037/?type=3&theater>

[www.ebay.com/itm/294575590699?hash=item449612cd2b:g:pBsAAOSwTgLYkTij](http://www.ebay.com/itm/294575590699?hash=item449612cd2b:g:pBsAAOSwTgLYkTij)

Tóth Ferenc<sup>1</sup>  – Kovács Zoltán<sup>2</sup> 

# Hidak a magyar–jugoszláv határon

## Bridges on the Hungarian–Yugoslavian Border

*A Dráva és a Mura folyókon átívelő vasúti és közúti hidak évszázadokon keresztül a kapocs szerepét töltötték be, országokat, népeket, családokat, kultúrákat kötöttek össze. Lerombolásuk gyászt és szomorúságot, az (újja)építésük pedig reményt és örömet hozott. A szerzők a déli határhidak történetével kapcsolatos jelentősebb eseményeket villantják fel az alábbi írásukban.*

**Kulcsszavak:** vasúti híd, közúti híd, világháború, hídrombolás, hídépítés

*The railway and road bridges crossing the Drava and Mura rivers have served as a link for centuries, connecting countries, peoples, families and cultures. Their demolition brought grief and sorrow, and their (re)construction brought hope and gladness. In this article the authors highlight major events related to the history of the southern border bridges.*

**Keywords:** railway bridge, road bridge, world war, bridge demolition, bridge construction

### 1. Bevezetés

A Magyarországgal határos három kisantant<sup>3</sup> állam közül Jugoszlávia rokonszenvezett leginkább a magyarsággal. A magyar–jugoszláv örök barátsági szerződés a magyar politika számára minden nézőpontból jónak látszott. A szerződés eleget tett a német kívánságoknak, elősegítette a németek balkáni terveit. Egy esetleges magyar–jugoszláv–olasz összetartás szükséghelyzetben még fékezőleg is hathatott volna a németekre. Azonban nem így történt. Jugoszláviát körülvette a német érdekszféra.

<sup>1</sup> Főtanácsos, Országos Vízügyi Főigazgatóság, e-mail: [toth.ferenc@ovf.hu](mailto:toth.ferenc@ovf.hu)

<sup>2</sup> Egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Műveleti Támogató Tanszék, e-mail: [kovacs.zoltan@uni-nke.hu](mailto:kovacs.zoltan@uni-nke.hu)

<sup>3</sup> A kisantant 1921–1938 között Csehszlovákia, Jugoszlávia és Románia között fennálló katonai és politikai szövetség volt.

A jugoszláv kormány szorult helyzetét felismerve, 1941. március 25-én csatlakozott a háromhatalmi egyezményhez. Az egyezményt aláíró kormányt azonban a németellenes lakosság elkergette. A német fél kemény kézzel lecsapott, a háború megkezdődött Jugoszlávia ellen. A visszavonuló szerb csapatok nemcsak a Dunán, a Tiszán és a Ferenc-csatornán, hanem a Murán és a Dráván átívelő hidakat is felrobbantották.

A határ menti hidak történetét az I. világháború óta belepi az ismeretlenség, mert a lát-szólagos kiegyensúlyozottság napjainkig sem tette lehetővé a történetek teljes kiismerését.

## 2. Hidak a Dráván

Annyira iparkodik a Dráva a Dunához, hogy semmibe veszi évmilliók igyekezettel kivájt medrének találkozását Drávafoknál, és hamarabb kicsap a sekélyes fekvésű földekre, és szétterül mocsarakká. Emiatt a folyó mentén nem is volt könnyű átkelőhelyeket találni. Ha nincs híd, megszakad az út, megbénul a közlekedés.

A római időkben is állt híd Eszéken. Mohács felé jártukban a törökök is itt keltek át a Dráván. Visszafelé haladva Zrínyi Miklós gróf főtisztje, ama nevezetes hadjáratban feleségéhez írott leveleiben, illetve a *Mars Hungaricus*-ban így örökítette meg a híd égetését:

„A kegyes istenség [...] nagy mennyiségű nádat adott a rendelkezésünkre [...] Két teljes napon és két teljes éjen át folyton szítottuk a tüzet, és végre sikerült a hidat elhamvasztanunk. Irtózatos látvány volt, főképp éjjel a sok ezer láb hosszú alkotmány égése.”<sup>4</sup>

A hajózás megindulásával hajóépítésekbe kezdtek a Dráva mentén. Sellye közelében Bernhard Antal építette meg 1817-ben az ország legelső gőzhajóját, a Carolinát.<sup>5</sup> Eszék közeléből fát szállított Mohácsra, majd onnan kénsavat Pestre. Később Eszéken maradt, módot mutatva a hajók további fejlesztéséhez.

Épültek a kikötők a folyón és az Adriai-tenger partján is. Állami dotációval a helyi – főként olasz és kisebb mértékben horvát – tőke a világkereskedelem fellendítése érdekében gőzhajózási társaságok sorát hozta létre. Az áruforgalomnak útját állták a folyók, így Bécs, Buda és a tengeri kijáratok útvonalában megkezdődtek a hídépítések. 1860. április 24-én átadták Murakeresztúrnál a Murán átívelő ötnylású, 154 m hosszú kőlabazatú vashidat. A magyar–horvát kiegyezést követően, 1868-ban Fiumét visszacsatolták Magyarországhoz. Államjogi szempontból a Dalmát tengerpart, kiemelten Fiume, sokáig a magyar korona egyik tartománya volt. Csakhogy a 17–18. században, de még a 19. század elején is a terület sokkal szervezettebb részét képezte az adriai régióknak, mint a felette szuverenitást gyakorló Magyarországnak. Az állam is mind több figyelmet fordított a tengeri kapcsolataira, épültek a vasúthálózatok

<sup>4</sup> Beke György: Felégetett eszéki hidak. *Tiszatáj Irodalmi Folyóirat*, 49. (1995), 5. 69–83.

<sup>5</sup> Erdősi Ferenc: Adatok az egykori Dráva-hajózásról és annak Barcs fejlődésében betöltött szerepéről. In *Somogy megye múltjából – Levéltári Évkönyv* 2. Kaposvár, 1971. 182.

az ország belseje felé.<sup>6</sup> Az első Dráva felett átvezető állandó jellegű vasúti hidat 1882-ben Eszéknél építették fel (1. ábra).



1. ábra: Az eszéki vasúti híd

Forrás: <https://gallery.hungaricana.hu/hu/SzerencsKepeslap/1382420/?img=0>

Ugyan volt itt egy híd a közelben, de az fából készült még 1870-ben. A 412 m hosszú, sűrű lábazatú híd a Dráva szeszélyes vízmozgását és a növekvő terhelést már nem bírta el. Mindössze három hónapig kellett volna állva maradnia, de nem sikerült: egy vasúti szerelvény alatt 1882. szeptember 23-án leszakadt. A balesetben 26 katona és két, a hídon tartózkodó munkás életét veszíti. A fahidat 12 év vesződés után elbontották.

Három évvel később Barcsnál és a következő évben Varasdnál is felépítettek egy vasúti hidat. Pár év múlva Zákány–Gyékényes között 502 m hosszúságú vasúti híd épült, amelyen már 1892-től gőzösök húzták szerelvényeiket. Ezen a helyen 1870. január 5. óta állt egy Howe-rendszerű, fából készült híd, de ez a híd 20 év alatt tönkrement. Az új híd öt hullámtéri<sup>7</sup> és három mederhídnyílásból álló 2527 t súlyú hidat a Ganz Acélszerkezeti Vállalat elődje, a Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára építette fel. A híd méretei szokatlan kiosztásban – a hullámtéri 42 m + 42 m + 41,7 m + 42,2 m + 43,2 m és a mederhídnyílás 96 m + 97 m + 96,8 m hosszúságban – készültek el (2. ábra).



2. ábra: A gyékényesi vasúti híd

Forrás: <https://gallery.hungaricana.hu/hu/SzerencsKepeslap/1382420/?img=03664>

<sup>6</sup> Horváth József: *A Nautica. A fiumei Tengerészeti Akadémia története*. Budapest, HA-JÓS Szolgáltató Bt., 1999.

<sup>7</sup> Polgári életben a hídépítőket ezt ártérnek nevezik. Az ártér az árvizek ellen mentesített terület, a hullámtér, a gátak és a folyó közötti területek.

Drávasztára és Noskovci között négy medernyílásból álló vasúti híd és a hídra felvezető 102 m hosszú völgyhíd épült fel. A Dél-Dunántúl leghosszabb vasúti völgyhídját a zaláta Dráva-híddal együtt még Draskovics gróf építette az 1800-as évek végén.

Az I. világháború előtt már állt Eszéken egy közúti ívhíd, Barcsnál (1902) egy közúti és Drávaszabolcsnál (1908) egy közös vasúti-közúti híd.<sup>8</sup> 1912-re kiépült Kiskőszeg(Batina)–Baranyavár–Siklós–Harkány–Középrigóc–Barcs érintésével a Dráva-völgyi vasút. Ehhez kapcsolódott a Pécs–Harkányfürdő–Drávaszabolcs – Donji Miholjac vonal, amely 1913-ban készült el. A Budapest–Pécs–Magyarbóly–Eszék vasútvonalat a hat kilométerre lévő vokányi állomáson lehetett elérni. A háború alatt a hidakat a szerb hadsereg használta, később az ideiglenesnek vélt békeszerződés tudatában a hidak rongálódás nélkül kerültek horvát és szerb fennhatóság alá.

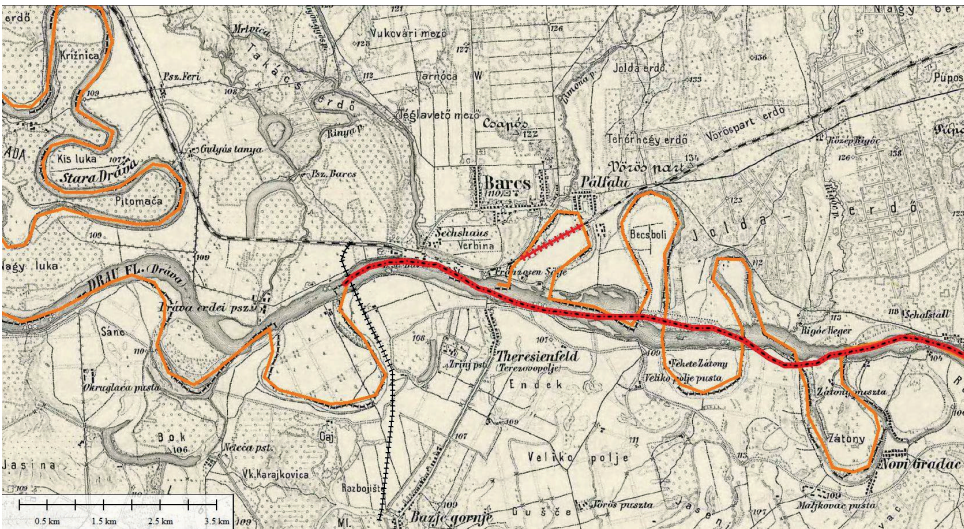
A helyzet nem lett kedvezőbb az I. világháború befejezésével sem, mert Baranya megye túlnyomó részének katonai megszállása még három évig elhúzódott. Három évvel később, 1921. augusztus 22-én – annyi bizonytalanság után – végre megszűnt a szerb katonai megszállás. Az önállóvá vált országok (így a szerb, horvát, szlovén állam is) saját nemzetgazdaságot építettek ki önálló nemzeti bankkal, valutával, pénzrendszerrel és vámterülettel.

A közép-európai országok nacionalizmusa a gazdaságpolitikájukra is kihatott. Az új nemzetgazdaságok kiépítését az autarkia (önellátásra, elzárkózásra) törekvés árnyékolta be, ezért a két világháború között mindvégig korlátozott maradt a gazdasági együttműködés. Az új határokkal a Magyarország és Jugoszlávia közötti nyomott politikai viszony miatt addig virágzó és jómódú helységek kerültek a perifériára és váltak határszéli településekké, mint például a Dél-Dunántúlon Csurgó, Barcs, Mohács és Siklós.

Az új határ meghúzása a gazdasági kapcsolatokat nagyrészt felszámolta, elsősorban a kölcsönös megértést akadályozó politikai érdekellentétek miatt. A hidak megmaradtak ugyan, de a trianoni határ ezeket a vasúti vonalakat kettészelte (3. ábra).

A Dráva-völgyi vasút csak Barcs–Beremend között közlekedett, mert a Kiskőszeg (Batina)–Baranyavár–Petárda szakasz a Szerb–Horvát–Szlovén Királysághoz tartozott, amely 1929-ben a Jugoszlávia nevet vette fel. A Pécs – Donji Miholjac vonal Drávaszabolcsnál, a Budapest–Pécs–Eszék vonal pedig Magyarbólynál végződött. A határ túloldalára a Jugoszláviával való mindenkorai politikai kapcsolatok függvényében közlekedtek tovább a vonatok. A drávaszabolcsi eredetileg közúti hídnak épült, majd a trianoni döntés előtt közös vasúti-közúti hídként használt híd a két világháború között ismét csak közúti hídként üzemelt, a Rédics–Csáktornya vonalon még a vasúti pályákat is felszedték.

<sup>8</sup> Magyar Királyi Államvasutak Gépgyára építette fel a Dráván a 6. sorszámú eszéki vasúti (1882), a 23. sorszámú zánkai vasúti (1892) és a 41. sorszámú barcsi közúti (1902) hidat.



3. ábra: A trianoni határ Barcs környékén

Forrás: Timár Gábor – Kondor Attila Csaba: A drávai határ megállapítása Trianon után. *Trianon100.hu*, 2020. április 29.

A drávai hajózásban a legnagyobb visszaesést a gazdasági világválság okozta. 1928-ban még 23 gőzhajó 36 uszályal hajózott a folyón, 1929-ben már csak 9 gőzös és 12 uszály járt rajta. A szállítmányok a világháború előtti állapotok huszadára estek vissza, a forgalom iránya is megváltozott, legtöbbször román kikötőkbe szállítottak feldolgozott terményeket és fát. Az Adriára és az Alpok országaiba a hajók már csak ritkán vittek árukat.<sup>9</sup>

### 3. Elmérgesedő helyzet a Dráva mentén

A keleti és nyugati kereszténység, keleti és nyugati viselkedésmód határvonala – akárcsak a római limes 2000 évvel korábban – a Dráva mentén húzódott, e területeken életre-halálra megütköznek a hagyományok és életfelfogások. A jugoszláv államcsíny következtében gyökeres politikai változásokra került sor. 1941. március 27-én Hitler aláírta a Jugoszlávia elleni hadjárat Weisung Nr. 25 sz. utasítását. Kijelentette: „Jugoszláviát ellenségnek kell tekinteni, és ezért amilyen gyorsan csak lehet, szét kell verni.”<sup>10</sup> A magyar kormányfő reflektált Hitlernek:

<sup>9</sup> Gonda Béla: *A magyar hajózás*. Budapest, Műszaki Irodalmi és Nyomdai Vállalat, 1899.

<sup>10</sup> Hans-Adolf Jakobsen: *1939–1945 Der zweite Weltkrieg in Chronik und Dokumenten*. [A II. világháború történeti és dokumentumai.] Darmstadt, Wehr und Wissen Verlagsgesellschaft, 1959.

„Március 28-i levelem értelmében már megtettük a katonai intézkedéseket. De a lelkiismereti konfliktus, amelyben vagyunk, s amelynek mélységére mi sem jellemzőbb, mint a miniszterelnök öngyilkossága, arra a kérésre kényszerít bennünket, hogy a német hadseregvezetés lehetőleg úgy szabja meg csapatainak feladatait, hogy azok mindig összeegyeztethetők maradjanak lelkiismeretünkkel. Nem kell külön ismételnem, hogy változatlan híve maradok excellenciádnak.”<sup>11</sup>

A magyar kormány nézete szerint az volna a leghelyesebb, ha bebizonyosodnék, hogy Szerbia támadta meg Magyarországot, vagy legalább a magyar lakosságot atrocitások érnék. A belgrádi és zágrábi magyar külképviseletek – hiába ostromolta őket kihívó kérdésekkel a budapesti külügyminisztérium – nem tudtak a magyarság elleni délvidéki „szerb kilengésekről” jelenteni, mert ilyenek nem voltak. Április 6-án kora reggel a határszakaszra felvonult német hadosztályok megindították támadásukat Jugoszlávia ellen. Annak ellenére, hogy a német politikai nyomás megerősödött, a magyar kormány még április 9-én sem volt hajlandó a németekkel ekkor már három napja harcban álló Jugoszláviával megszakítani a diplomáciai kapcsolatot. Németország elvárta, hogy Magyarország is elkötelezze magát. Ribbentrop türelme 10-ére végképp elfogyott és figyelmeztette a magyar államvezetést. „Német részről üdvözlőnk, ha a Bár dossy-kormány megszakítaná a diplomáciai kapcsolatot Belgráddal. Az ügy sürgős. Azonnali beleegyező választ kérünk.”<sup>12</sup> Az ajánlat elfogadásával Magyarország elindult a végzete felé.

#### 4. Felkészülés a hidak elfoglalására

A német támadás előtt pár héttel a IV. hadtest parancsnokságához megérkezett Werth Henrik bizalmas parancsa, amely szerint a hadtest területén esetleg megjelenő német csapatok kívánságát teljesíteni kell, egyben elrendelte, hogy a hadtestparancsnok személyesen szemrevételezze a barcsi közúti híd meglepetésszerű kézbevételeének lehetőségét, és erre vonatkozó javaslatait terjessze fel.<sup>13</sup>

Az „esetleg megjelenő német csapatok” már Sopron Déli pályaudvaron és Szentgotthárdon keresztül Nagykanizsa állomására érkeztek. Az állomáson és a további, Jugoszlávia irányába levő állomásokon a támadás biztosítása érdekében nagy mennyiségű szén rakodtak ki.<sup>14</sup>

A magyar csapatok leendő tevékenységének alapját is a 25. számú német direktíva képezte. A 3. hadseregparancsnok szűk törzsével április 9-én 23:00-kor érkezett meg Kiskunhalasra. Ekkor már ott tartózkodott a vezérkar futára, aki átadta a VKF (Vezérkari Főnökség) 28/Föv. hdm. 41.IV.10. sz. hadműveleti intézkedését: „*A német XLVI. páncélos hadtest Barcsról Vinkovci, a XII. páncélos hadtest Temesvártól Belgrád irányába támad.*”

<sup>11</sup> Horváth Csaba – Lengyel Ferenc: *A délvidéki hadművelet 1941. április*. Debrecen, Püedlo, 2003.

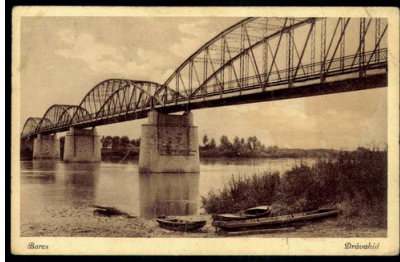
<sup>12</sup> Ullein-Reviczky Antal: *Guerre allemande – paix russe: Le Drame Hongrois*. [Német háború – orosz béke: Magyar dráma.] Neuchâtel, Baconnière, 1947. 89.

<sup>13</sup> Kádár Gyula: *A Ludovikától Sopronköhidáig*. Budapest, Magvető, 1978.

<sup>14</sup> Lovas Gyula: *A magyar vasutak a II. világháború éveiben*. Budapest, Magyar Államvasutak Rt., 1996.



Horváth László altábornagy<sup>15</sup> Kádár Gyula ezredessel a magyar oldalról nézegette a barcsi közúti hidat (4. ábra). Latolgatták, hogyan oldanák meg a feladatot, milyen erőre, milyen tüztámogatásra lenne szükség.



4. ábra: A barcsi közúti híd

Forrás: <https://gallery.hungaricana.hu/hu/SzerencsKepeslap/1162882/?img=0>

A jelentés elkészült, mégsem vették hasznát. Egy német SS-századot beszállásoltak a faluba. A század parancsnoka kérte a magyar határőrség-alkulat parancsnokát, egy emberének engedje meg, hogy honvédruhába öltözve hídőrséget lásson el, mert így könnyebben megfigyelheti a túlsó oldalt. Korábban, még március 4-én Jugoszlávia elrendelte a határzárát, ettől fogva a híd közepén elválasztó korlát volt felállítva. A magyar oldalon egy magyar határőr, a jugoszláv oldalon egy szerb határőr teljesített szolgálatot. Most felvezették a németet, magyar egyenruhában. Egy darabig nem történt semmi.

Ebben az időben a kanizsai állomásra beállt egy száztengelyes vonatszerelvény, harckocsikkal megrakva. Délután 5 óra körül sípszóra megkezdődött a kirakodásuk. Már előre kijelölték, melyik alakulatrész megy Gyékényesre, melyik Barcsra, és kik mennek Murakeresztúrra. A magyar ruhába öltöztetett német katona adott jelzés vétele után integetni kezdett a szerb őrnök, aki gyanútlanul odalépett a korláthoz. Megtette, mert máskor is szoktak az örök egymás között beszélgetni. A német cigarettával kínálta, majd hirtelen előrántotta eldugott rohamkését és leszúrta a mit sem sejtő katonát, majd átugrott a határt jelző korláton, és áldozatát bedobta a Drávába. A következő pillanatban a híd közelében megbújt SS-század átfutott a hídon, és lefegyverezte a túlsó parton tartózkodó gyanútlan jugoszláv őrséget, majd átdübörögtek a német gépesített alakulatok, és kialakították a barcsi hídfőt.

## 5. A hidak lerombolása

Mindez egyszerre történt a német hadsereg Ausztria területéről történő támadásával. A jugoszláv légiereő magyar városok bombázásával, a flottilla pedig Mohácsig felhajózva próbálta akadályozni a német csapatok felvonulását. A németek a Murával és Drávával párhuzamosan

<sup>15</sup> Horváth László altábornagy a pécsi IV. hadtest parancsnoka volt. Közismerten keményvonalas, és a Délvidék elfoglalása idején tanúsított magatartása miatt pár héten belül leváltották.

haladva napok alatt elérték Belgrádot. A magyar honvédség a német támadás ötödik napján, április 11-én a délutáni órákban a Duna–Tisza közén és a Pécs–Villány körzetéből kiindulva is átlépte Magyarország trianoni határait.

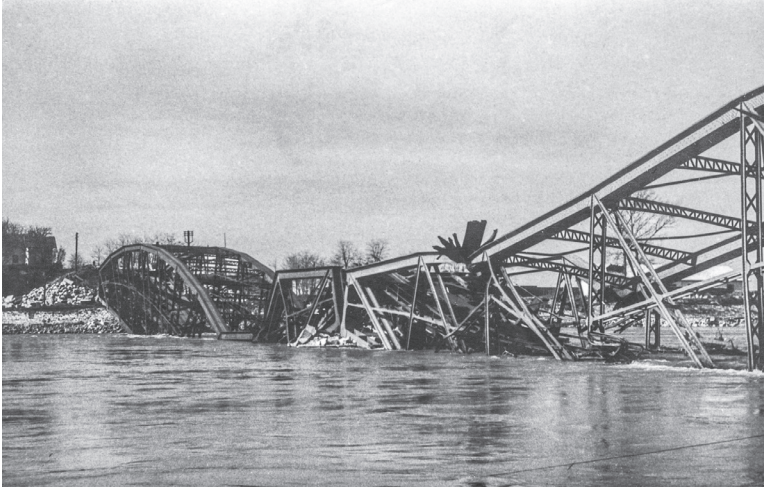
A szerb visszavonuló csapatok az utolsó pillanatokban használhatatlanná tették a hidakat, így Csáktornya megközelíthetetlenné vált. Varasd irányába a Dráván átívelő vasúti híd, mivel mindkét hídfője jugoszláv területen feküdt, felrobbantották. Magyarország felől pedig a felrobbantott Mura-hidak miatt szakadt meg a várossal a kapcsolat. A letenyei Mura-híd jobb part felőli nyílását 1941. április 6-án robbantották fel, ez azonban nem volt egészen sikeres, a szerkezet állva maradt, a megerősítésre tett intézkedések idején azonban a megsérült nyílása mégis leszakadt. A háború után, 1952. augusztus 5-én az amúgy is súlyos károkat szenvedett és csak ideiglenesen kijavított, később pedig forgalom elől elzárt híd felrobbantották a jugoszláv katonák (5. ábra).



5. ábra: Az 1952-ben lerobbolt letenyei Mura-híd

*Forrás: Domján Dániel Ferenc: Egy hídrobbantás képei – Letenye, 1952. Napi Történelmi Forrás, 2019. május 15.*

A murakeresztúri Mura-híd jugoszláv oldali pillérét és két nyílását felrobbantották (6. ábra). Másnap hajnalban a Zákány és Gyékényes között épült Dráva-híd jugoszláv oldalon álló három hídmezője került a víz alá. Szinte ugyanabban az időben a Barcs–Bonigogerje között a 154,8 folyamkilométernél (fkm) épült vasúti híd szerb oldalon álló parti áthidalásának part felőli vége zuhant a vízbe, és a mellette lévő nyílás roppant meg, de az állva maradt.



6. ábra: A felrobbantott gyékényesi–zákányi vasúti híd

Forrás: Babucs Zoltán: Láthatatlan darazsak. Magyar Nemzet, 2021. április 10.

Barcs és Tercsinopolje között épült közúti rácsos szerkezetű híd épségben maradt, mivel azt hadicsellel elfoglalták. A Zaláta–Noskovci vasúti híd (107 fkm) szerb oldalon ismeretlen mértékű sérülést szenvedett. A Drávaszabolcs – Donji Miholjac-i közúti híd (68 fkm) szerb oldalon álló két nyílása sérülést szenvedett (7. ábra).



7. ábra: A félig rombolt drávaszabolcsi közúti híd

Forrás: <http://dravasabolcs.hu/hirek/latnivalok/a-drava-hid/>

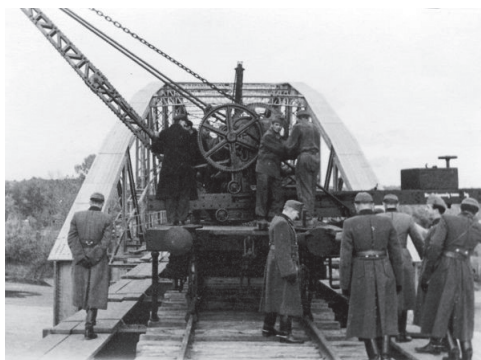
Az észéki vasúti hídról nincs adatunk, valószínűleg kisebb sérülést szenvedett, mert a megszálló hadsereg menetből nem tudott rajta átkelni. Az észéki közúti híd viszont épségben került a német hadsereg kezébe, majd átadták a magyar hídőrségnek.

A megszálló hadseregnek a balkáni vasúti összeköttetéseire óriási szüksége volt. Délkeletről a jelentős mértékű gyümölcs és később – a Duna aknásítása miatt – Belgrádnál és Újvidéknél uszályból vasúti vagonokba átszivattyúzott Ploiești olaj szállítása tette ki a forgalom nagy részét.

## 6. A hidak gyors helyreállítása provizóriumokkal

A lerobbantott gyékényesi Dráva-híd helyreállítására a 101. vasútépítő ezred 1. zászlóalja kapott parancsot,<sup>16</sup> amely helyreállításban Horvátország is közreműködött.<sup>17</sup> Ez a híd a trianoni határ kijelölése következtében teljes hosszában jugoszláv, illetve akkor már horvát területen feküdt. A felderítés során megállapították, hogy az április 6-i rombolás nyomán a jobb parti támpillér és a két mederpillér, valamint a két jobb parti medernyílást áthidaló mező egy-egy keresztmetszetében le lett robbantva. A bal oldali körülbelül 100 m-es hídszerkezet vége a robbantott mederpilléren 5 m-t zuhant, de nem deformálódott. A víz mélysége elérte a 8-9 m-t, sebessége pedig 2,5-3 m/s volt. A munkálatokra vonatkozó horvát–magyar megegyezés szerint a hidat ideiglenesen csak egyvágányúra építették ki (8. ábra).

A támpillér helyreállítását és mederpillérek újjáépítését a horvát fél vállalta, míg a MÁV és a honvédelmi minisztérium közötti megállapodás szerint a 101/1. vasútépítő zászlóalj felemeli a lezuhant mezőket, a nem használható részeket levágja, a roncsokat eltávolítja, elkészíti az ideiglenes alátámasztásokat, a mezők hiányzó szakaszait vasúti hidanyaggal pótolja, és jégtörőket épít a cölöpök elé. A munka 1941. június 28-án kezdődött.



8. ábra: A gyékényesi híd helyreállítás közben

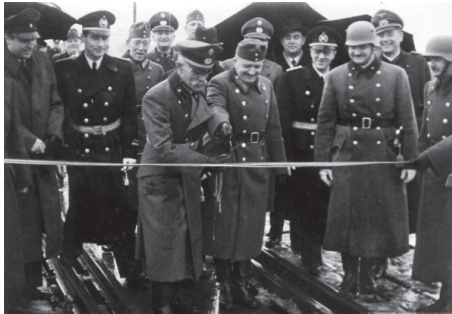
Forrás: Horváth–Lengyel (2003): i. m.

Az építkezéshez szükség volt egy kompra, amely a katonákat és az anyagokat szállítja. Ezt a kompot közforgalmú személyszállításra is igénybe vették úgy, hogy Gyékényes vasútállomásról az utasokat egy vágánygépkocsival vonatott személykocsival szállították a partra, majd a Dráván keresztül a horvát oldalra vitték őket. A helyreállítási terv szerint a horvátok először helyreállítják a támpillért és mederpilléreket, közben a vasútépítő zászlóalj felemeli a rombolt mezőket, a roncsolt végek levágása után a használható részek végeit cölöpözött aljzatokkal támasztják alá, majd a hiányzó szakaszokat egymeletes „Kohn”-rendszerű vasúti hadihidanyaggal pótolják.

<sup>16</sup> A 112. vasútépítő század Nagy Iván Géza főhadnagy parancsnoksága alatt Horvátország Száva-hídjain és kisebb vízfolyásokon végzett hídépítéseket.

<sup>17</sup> Zakariás Zoltán: *Honvédvasútépítők*. Gyál, Szekér Információs Bt., 1990. és Doskar Ferenc: A Gyékényesi vasúti Dráva-híd ideiglenes helyreállítása. *Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye*, 76. (1942), 35–36. 138–143.

A rendkívül nehéz emelési munka után – a vízben levő roncs erősen beiszapolódott – nyilvánvalóvá vált, hogy a jobb parti mezőből csak 60 m hosszú szakaszt lehet felhasználni, és így oda egy kétemeletes, 39 m-es „Kohn”-hidmezőre van szükség. A középső hídszerkezet emelése után kiderült, hogy annak egyáltalán nincs újra felhasználható része, így a teljes hosszát hadihídanyaggal pótolni kell. Ez három 30 m-es hidmező beépítését és egy további alátámasztás készítését tette szükségessé. Az emelés 18 napig tartott, a hídszerkezet iszapból való kiszabadítására helyenként 1200 tonnát meghaladó emelőerőt kellett a hidraulikus emelőkkel kifejteni. A helyreállítás terve a munka közben készült el. A vasútépítő zászlóalj ennek megfelelően készítette el a provizóriumot, a pilléreket a horvátok is időre megépítették. A hidat december 18-án adták át a forgalomnak (9. ábra).



9. ábra: Szalagátvágás a helyreállított híd ünnepélyes átadásakor  
Forrás: Horváth–Lengyel (2003): i. m.

A jégtörőket – amelyeket más-más kialakításban kellett elkészíteni – csak az utómunkálatok során fejezték be, ehhez a tevékenységhez a zászlóalj egy része még 1942 elejéig a helyszínen maradt. A barcsi vasúti hidat (10. ábra) a német műszaki alakulatok májusban állították helyre. A négy hídnyílásból álló, párhuzamos övű hid szerb oldalon lévő nyílását közepén, a mellette levő nyílást pedig a pillér melletti első és második keret között kellett cölöpökre állítani. A pillérek nem sérültek meg.



10. ábra: A barcsi vasúti híd  
Forrás: [www.vasutallomasok.hu/allomas.php?az=barc](http://www.vasutallomasok.hu/allomas.php?az=barc)

A drávaszabolcsi híd ideiglenes pótlásához két 106 m hosszú hídelemet építettek be. A mura-keresztúri Mura-hídát négy 16 t tengelyteherre méretezett áthidaló szerkezettel építették meg, amelyet a forgalom növekedése miatt 1943-ban öt 17 t tengelyterhelésre erősítettek meg. Ezt a megerősített hidat december 2-án adták át a forgalomnak.

## 7. Az ideiglenes hidak újra frontvonalba kerülnek

Magyarország megszállása idején, 1944. március 19-én hajnali négy órakor az 1941. évi mozgással ellentétesen, délről északi irányba haladtak át a német csapatok a Dráván. A német alakulatok több csoportban lépték át a magyar határt Szerbia és Horvátország felől. A XXII. hegyi hadtest parancsnokságának alárendeltségében Eszékről indulva a Streckenbach-csoport, a LXIX. hadtest törzsének alárendeltségében Horvátországból a Valpó–Szentgotthárd sávban kelt át a Dráva folyón. A Zwade-csoport Zwade vezérőrnagy, a 367. gyaloghadosztály parancsnoksága alatt Varasd térségében lépte át a magyar határt, majd a Dráván és Murán épített ideiglenes hidakon keresztül indult Budapest felé. A Dráván és Murán történő átkelés semmilyen akadályt nem okozott.

Még ugyanebben az évben, november közepén, a 3. ukrán front súlyos veszteségek árán átkel Apatinnál és Kisköszegnél a Dunán. A német „F” hadseregcsoportnak alárendelt LXVIII. hadtest folyamatosan vonta hátrább csapatait. November 28-án az 57. szovjet hadsereg déli szárnyán támadó 12. jugoszláv hadtest 51. és 36. jugoszláv hadosztályai Apatin irányából Dárda község irányába támadtak. A Dráva jobb partját Eszék városával a német „F” hadseregcsoport XCI. német hadtestének német és horvát, valamint a németek oldalán álló orosz–kozák csapatok tartották megszállva. A eszéki hidakat felrobbantották.

Másnap éjjel a német „Brannenburg” páncélos, az 1. német hegyi és 118. német vadászadosztályok, valamint a 92. német gépesített csapatok Drávaszabolcs és Harkány között húzódó 64. számú makadámút vonalába húzódtak vissza. A védelmi vonal feladása miatt 1944. november 24-én a Dráván átívelő ideiglenesen helyreállított híd felrobbantották. A korábbi rombolás még jobban kiteljesedett, a 3. sz. parti pillér és a 4. sz. mederpillér teljesen romba dőlt.

December 1-jén a 750. német vadászrezred két zászlóalja, a 44. gránátos hadosztály négy zászlóalja, valamint a 98/I. hegyi zászlóalj a Zaláta–Drávasztára között húzódó vasútvonal mögé vonult vissza. Az 1941-ben lerombolt Dráva-hídra felvezető 102 m hosszú völgyhíd sértetlenül vészelte át a front átvonulását. December 5-én a LXVII. német hadtest Barcs vasútvonalon igyekezett a védelmi vonalat megszilárdítani. Barcs-kelet és Balaton között kiépített „Richard” védelmi állás vonalában a 2. német páncélos hadseregnek alárendelt LXVIII. német hadtest makacsul tartotta magát tavaszig.

A védelmi vonal Drávára támaszkodó szárnyát a védők mégsem tartották áttörhetetlennek, mert december 7-én Barcsnál a Dráván átívelő vasúti híd felrobbantották. A pillérek közül különösen a 2. pillér rongálódott, a 3. pillér épségben maradt. A vasszerkezet mind a vízbe zuhant. A barcsi közúti híd jugoszláv oldalán levő áthidalása egy légitámadásnál súlyosan megrongálódott és a vízbe zuhant. A parti hídfő is teljesen elpusztult, a híd többi részében is

károk keletkeztek, de a híd három, Magyarország felé eső áthidalása a pillérekre állva maradt (11. ábra). Így, torzóként maradt hátra mintegy 20 évig.<sup>18</sup>



11. ábra: A megrongált közúti híd Barcsnál

Forrás: <https://gallery.hungaricana.hu/hu/Fortepan/1121736/?list=eyJxdWVyeSI6ICI5NzI4OCJ9&img=0>

A védelmi vonalon az 57. szovjet hadsereg és a később beérkezett bolgár csapatok március végéig álltak egymással szemben. Március 6-án a „Tavaszi ébredés” nevű hadművelet részeként Dolni Mihojactól északra a 297. német hegyi hadosztály 523. hegyi ezredének csapatai motorcsónakokon átkeltek a Dráván. Az itt védekező 11. bolgár gyaloghadosztály, 41/III. bolgár zászlóalj 7. és 9. századai feladták Tésenfa és Drávpalkonya községeket. Ugyanakkor az átkeléstől 8 km-re a felrobbantott drávaszabolcsi híd két oldalán az 524. gyaloghadosztály kelt át a Dráva folyón. A két átkelési hely összekapcsolásával 14 km széles, 5 km mély hídfő alakult ki. Március 9-re a hídfőt 20 km-esre szélesítették ki. A bolgár csapatok ellentámadásai képtelenek voltak a hídfőben kialakított védelmi állásokat áttörni. A beérkezett túlerőben lévő szovjet alakulatok miatt a Dráván átkelt német és magyar katonák 14-én feladták Drávaszabolcsot. A hídfőben lévő öt német ezred március 18-án megkezdte a visszatérést a Dráva déli partjára, amit másnapra befejezett. Az átkelés helyszínein, főleg a híd két oldalán, csónak- és pontonrészecskék maradványai, továbbá telepített aknák ezrei maradtak a vízben, illetve a parton.

Míg Drávaszabolcs környékén a német, a bolgár és a szovjet csapatok küzdöttek egymással, az amerikai légi erők tovább bombázták a fronttól távolabb lévő Dráva-hidakat. Az Olaszországból felszálló bombázó-repülőgépek miatt Varasd környékén szinte állandóan zúgtak a szirénák. A 15. amerikai légi hadsereg március 18-án lerombolta a 13 áthidalással épült ideiglenes varasdi vasúti híd folyó közepén álló hídlábát, így a középső áthidalás két nyílása a pillér összedőlése után a vízbe zuhant. A híd mellé települt csapatlégvédelem az 50 m magasságban repülő 14. vadászpilóta-csoporthoz tartozó vadászpilóta-repülőgépek közül egyet lelőtt. A 37. század Lockheed P-38L-1-LO repülőgépét John C. Meidinger százados vezette, aki a repülőgéppel együtt zuhant le.<sup>19</sup> A lerombolt hídról még a támadás alatt több légi felvételt készítettek.

<sup>18</sup> Knebel Jenő: Az új barcsi közúti Dráva-híd. *Mélyépitéstudományi Szemle*, 19. (1969), 11–12. 521–528.

<sup>19</sup> Meidinger százados posztumusz megkapta a Kiváló Repülő Érdemkereszt kitüntetését.

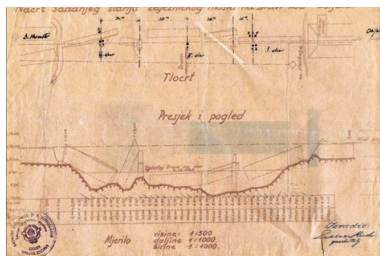
Március végén a front teljes szakaszán fellángoltak a harcok. A visszavonuló csapatok április 1-jén hajnalban felrobbantották a gyékényesi és május 3-án a varasdi Dráva- és Mura-hidakat.

A háború véget ért. A békeesség beköszöntével a Dráva vize már a hidak fölött folyt át.

## 8. A háború utáni időszak

A murakeresztúri lerombolt híd helyett az eredeti hídtól folyásirányba felfelé 10 m-re a jugoszláv katonai építő brigád  $5 \times 18$  t tengelyterhelésnek megfelelő ideiglenes jellegű hidat épített, amelynek két, meder feletti nyílását Roth–Waagner-rendszerű, csavarozott rácsos, alsópályás hídstruktúrával, a hullámtéri nyílásokat pedig hengerelt tartós kiváltásokkal hidalták át.<sup>20</sup> Úgy nézett ki, rendeződnek a kapcsolatok. A háborús károk helyreállításához magyar ifjúság önkéntes csapatok érkeztek Jugoszláviába, és jóvátétel keretében jugoszláv textilmunkások négy hónapos továbbképzésre érkeztek Magyarországra.

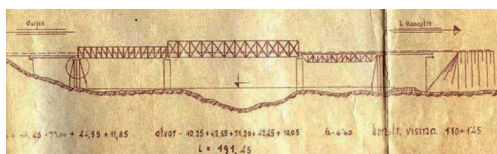
Az új jugoszláv államnak az észéki lerombolt vasúti hidra (12. ábra) nagy szüksége volt. Az ép alépitmények ellenére a háromnyílású híd helyett ötnyílású híd épült fel.



12. ábra: A lerombolt észéki vasúti híd felmérési vázlata 1945-ben

Forrás: Tóth Ernő (szerk.): *Hidak Baranya megyében*. Budapest, Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ, 2016. 213.

A korábbi híd 71,2 m-es középső nyílását Roth–Waagner rácsos szerkezettel pótolták. Mindkét 56 m-es nyílást kettéosztották. A szélső nyílásokra P80 provizóriumot helyeztek. A Roth–Waagner és P80 hidak közé két különböző hídrészt építettek fel (13. ábra). Ez így maradt 1976-ig. Alig telt el pár év, a Szovjetunió és Jugoszlávia viszonya megromlott. Ennek következményeként elmérgeződött a magyar kapcsolat is.



13. ábra: Az ideiglenes észéki vasúti híd vázlatrajza 1945-ben

Forrás: Tóth (2016): i. m. 213.

<sup>20</sup> Forgó Sándor – Nemeskéri Kiss Géza: A murakeresztúri Mura-híd újjáépítése. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 25. (1975), 6. 241–249.



A hidak helyett magyar területen is erődök épültek. A Dráva menti háborús rombolások „hősi-es” újjáépítéséről nem lehetett sokat megtudni, mert csak rombolás volt, a panaszkodástól is tartózkodtak.<sup>21</sup> A murakeresztúri ideiglenes hídon 1951-ben a vasúti közlekedést is megszüntették. A következő hídavatásra egy évtizedet kellett várni. A folyón elvégzett roncseltávolítási munkákról csak évtizedekkel később lehetett tudomást szerezni.

„A Dráva folyó aknamentesítését a Jugoszláv Szocialista Szövetségi Köztársaság folyami hadiflottája és a SSSR dunai flottillája 1945, 1947 és 1948 évek folyamán elvégezte. A fenéken fekvő mágneses és mágneses akusztikus aknák hatástalanítását az akkori hajózó út tengelyében 0 és 28 fkm szelvények között 28–90 méter szélességben, a 28 és 105 fkm szelvények között pedig 60 méter szélességben végezték el, a veszélyesnek nyilvánított területeken 18 gyújtással, illetve a teljes hosszon 6 gyújtással.”<sup>22</sup>

1955. augusztus 8-án a Magyar Népköztársaság és a Jugoszláv Szövetségi Népköztársaság között létrejött egyezmény új utat nyitott a két országot érintő vízgazdálkodási kérdések összehangolt megoldására. Megállapították, hogy a II. világháborúból visszamaradt aknák és az ötvenes évek elejének feszült politikai helyzete megbénította a drávai vízi közlekedést. A hídroncsok még ekkor is ott lapultak a folyómedrek fenekén. Az 1958. január 17–25-i Magyar–Jugoszláv Vízgazdálkodási Bizottság jegyzőkönyvének 12/a. pontja határozott arról, hogy a vízben visszamaradt roncsokat a magyar fél felméri. A végrehajtásra azonban csak három év elteltével került sor.

Több érdekelt bevonásával a hajózási, valamint árvíz- és jéglevonulási akadályt képező, illetőleg mederelfajulást okozó hídroncsok és szükséghidak eltávolítása ügyében az Országos Vízügyi Főigazgató a 64874/1961 sz. meghívó alapján 1961. július 16-án értekezletet tartott, amelyen megállapították, hogy a hídroncsok ügye az elmúlt években háttérbe szorult, majd a kiemelés vélhető fontosságának sorrendjében, illetőleg kívánatos időrendjében tárgyalták a hídroncsok helyzetét. A fontossági sorrendben a Dráva-hidak kiemelése csak a 24–26. helyen állt.

„24./ A barcsi vasúti hídroncs a Dráva 151,8 fkm-nél. A bal felőli I. és II. nyílásban a vasszerkezeti roncsok a mederben fekszenek, a Jugoszláv oldali III. és IV. nyílás tiszta, az 1. 2. 3. és 5. pillérek rongáltak.

25./ A zalátai vasúti hídroncs a Dráva 109,7 fkm-nél. A baloldali I. és II. nyílásban a vasszerkezeti roncsok a mederben vannak, a jugoszlávok a III. és IV. nyílás roncsait kiszedték, az I., II., III. és V. pillérek rongáltak.

<sup>21</sup> Tildy Zoltán: *Újjáépítő magyarok*. Budapest, Kossuth, 1947. könyvében minden vármegye beszámol a háborús károkról és a hidak újjáépítéséről. Baranya vármegye meg sem említi a Dráva folyót, nemhogy a hidakat. Csak Drávaszabolcs épületeinek szörnű pusztításáról tesz említést.

<sup>22</sup> Biz. 07–15/23. számú levél Dégen Imre az Országos Vízügyi Főigazgatóság (Budapest, Alkotmány u. 29.) vezetője részére. Belgrád, 1966. február 9. Aláírás: Tome Kuzmanovszki, a Mezőgazdasági és Erdészeti Szövetség titkára és a jugoszláv delegáció elnöke. (A szerzők birtokában.)

26./ A drávaszabolcsi közúti hídroncs a Dráva 75,9 fkm-nél. A baloldali I. nyílásban a vaszerkezeti roncsok a mederben fekszenek, a jugoszláv oldali II. és III. nyílás tiszta, a III–IV. sz. pillér romba dőlt.

Mindhárom Dráva hídnál a sodor a magyar oldalon van, így a roncsok meder elfajulást okoznak, árvíz és jéglevonulási akadályt képeznek. Mielőbbi lehetőség teljes kiemelésük nagymértékben megokolt. A kiemelés a dunai vagy tiszai roncsemeléstől felszabaduló gépi felszereléssel kell elvégezni.<sup>23</sup>

A roncskiemelések egyre növekvő költsége aggodalommal töltötte el a vízügy és a Közlekedési és Postaügyi Minisztérium (KPM) I. vasúti főosztályát.

„A KPM pénzügyi főosztálya 922/1961. sz. folyó évi november hó 17-én kelt feljegyzésében arról értesített, hogy a pénzügyminisztérium a tárca részére 1962. évben hídroncsemelési célokra hitelt biztosítani nem tud. Amennyiben 1962. évben roncsemelési munkák folytatására hitel nem lesz biztosítható, a folyó évben elvégzendő munka gyakorlatilag hiába való.”<sup>24</sup>

A támogatás hiánya miatt éveken későbbre halasztották a Dráva-hidak roncsainak kiemelését.

1961-ben átadták a forgalomnak a 2 × 25 méter nyílásközű letenyei Mura-hidat. Egy évvel később május 26-án a Jugoszláv állam által felépített gyékényesi hídon indult meg a forgalom, de az első közös határállomást Gyékényesen csak tíz évvel később adták át. Ennek ellenére a két ország nehezen találta meg a közös érdekeket. A tiszai és dunai roncsok kiemelése és az Erzsébet-híd átadása után szabaddá vált roncsemelő csoportok a Dráva folyóban maradt roncsok kiemelését tervezték. A háborús eredetű roncsok kiemelése tekintetében az 1963. április 19-én kelt emlékeztető szerint 1965-től az alábbi roncskiemelési munkákat szándékoztak elvégezni.<sup>25</sup>

1. táblázat: Tervezett roncsemelések a Dráván 1965-től

Hely	fkm	roncs jellege	vas (t)	beton, kő (t)
Barcs vasúti híd	151,8	vasszerk.	400	–
Zaláta vasúti híd	109,7	vasszerk.	450	–
Drávaszabolcs közúti híd	75,9	vasszerk.	170	40

Forrás: a szerzők szerkesztése

A vízben maradt hidak felmérése közben meglepetésszerűen Barcs körzetében előkerültek az 1945-ben elsüllyed pontonhid maradványai, amelyről műszaki leírást készítettek.

„A roncs a Dráva folyó 151 folyamkilométerében a C16-os határkövel szemben a bal par-ton, a magyar területen, a víz szélétől 70–80 méterre, tengelyével a vízfolyás irányába, fél

<sup>23</sup> 64874/1961. számú feljegyzés a Közlekedési és Postaügyi Minisztérium I. Vasúti Főosztálya részére (Bp. VI. Népköztársaság útja 73–75.), 1961. július 16. Ügyintéző: Dénes Emil. Tárgy: A hajózható és egyéb jelentősebb folyókon levő hídroncsok ügye. (A szerzők birtokában.)

<sup>24</sup> A KPM 118297/1961.I.6.E. számú levele. 1961. november 29. Aláírás: Tusa Lajos MÁV Igazgató h. Előadó: Nemeskéri-Kiss Géza főmérnök. (A szerzők birtokában.)

<sup>25</sup> Jegyzőkönyv a drávai roncsemelésről. Készült: Budapesten, 1966. január 21-én, a Hídepítő Vállalat termelési osztály, 115 sz. szobában. (A szerzők birtokában.)

oldalra dőlt pontonhidrészet található. 7 db egyenként 105 méter hosszú 16 × 4,5 méter széles, összekapcsolt, belsejében teljesen feliszapolódott pontontagból áll, melyek közül több láthatóan sérült. Típusát nem tudtuk megállapítani. A part és a roncs között erősebb feliszapolódást tapasztaltunk, míg a másik oldalon hirtelen erős mélyülést mértünk. Itt a víz sebessége is láthatóan nagyobb"

– jelentette a vízügyi igazgatóság.<sup>26</sup> A roncs a felvételkor (99,80 m.Af) magasságban 40 cm-t kilátszott. A fellelt pontonhid egykor a barcsi közúti hidroncs alvízi oldalán a megtalálás helyszínétől 3,4 km-re állt. Az, hogy a pontonhidat a németek 1945 márciusa előtt, vagy az oroszok ezt követően használták folyón történető átkelésre, napjainkig nem derült ki.

A Dráván történető roncsemelési munkák a korábbi munkáknál nagyobb szervezést igényeltek. Az eyeztetetés előzetes tájékoztatója szerint:

„A munkát a Hídépítő Vállalat végzi a Vízügyi Beruházási Igazgatóság műszaki ellenőrzése mellett. A felvonulás vízi úton május 1-re történik részben Szeged, részben Budapest felől. Mintegy 25 db úszó munkagép és vízi jármű vonul fel 50 főnyi személyzettel részben jugoszláv, részben határt képező folyószakaszokon. A munkavégzés alatt a határvonal átlépése elkerülhetetlen, mert az úszó munkagépek kihorgonyzásához, kikötéséhez, valamint csörlős mozgatásához mindkét part érintése szükséges, bár csak a magyar oldali roncsok nincsenek még kiszedve. A munkákkal kapcsolatban a található háborús lőszer miatt robbantási kérdések is adódnak. Tehát határ- és vámőrizeti, nemzetközi hajózási, robbantási, vízügyi és egyéb szervezési, illetőleg technológiai kérdések merülnek fel.”<sup>27</sup>

A roncsemelésekről áprilisban részletes tervek készültek. Ennek 1. sz. melléklete a drávai roncsemeléshez felvonulandó úszó járművek adatait tartalmazta. A nagyobbak: 680 és 683 számú uszályból álló V. sz. hajóemelő tag, a „Lánchíd”-daru, az „Előre”-markoló, továbbá 2 db 10 t-s úszódaru. A 2. sz. melléklet a technológiai előírást tartalmazta. E melléklet „b” pontjában kitérnek a lőszereszély felderítésére és hatástalanítására: a felderítésnek ki kell terjednie a háborúból esetleg visszamaradt és roncsok közvetlen közelében elhelyezkedő fel nem robbant lőszerre is. Lőszer előfordulása esetén a fellelt anyagokat szimpátiarobbanással<sup>28</sup> kellett hatástalanítani, betartva az Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat (ÁRBSZ) idevonatkozó előírásait. Előzetesen a fellelt lőszerrekről a honvédség műszaki alakulatát értesíteni kellett, ahonnan a hatástalanítás módozataira vonatkozó utasításokat kaptak.<sup>29</sup> A harmadik melléklet a felvonuló hajóegységek kísérő személyzetének felsorolására terjed ki.

<sup>26</sup> 406/1966. Vízügyi Beruházási Igazgatóság kísérő levele az Országos Vízügyi Főigazgatóság részére, 1966. január 28. Aláírás: Dobolyi Tibor igazgató. Tárgy: drávai roncsemelési munkák. (A szerzők birtokában.)

<sup>27</sup> 61882/1966. üggyirat, Országos Vízügyi Főigazgatóság (Budapest, Alkotmány u. 29.), 1966. március 3. Aláírás: Bokor Mihály osztályvezető főmérnök. Előadó: Knézy László. Tárgy: Hidroncsok kiemelése a Dráván. (A szerzők birtokában.)

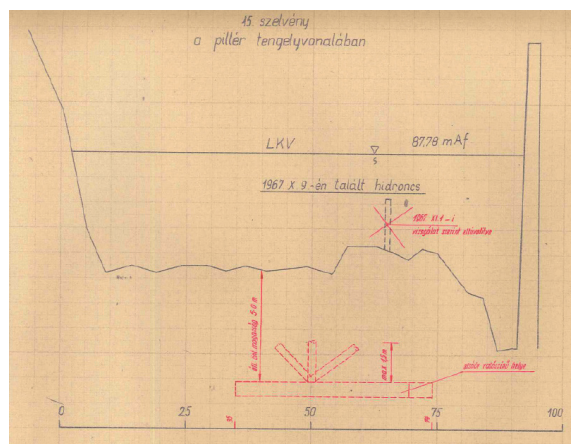
<sup>28</sup> Szimpátiarobbanás: azonos a provokációs robbantással. Ez esetben kerülték a provokációs robbantás kifejezést.

<sup>29</sup> A vízügyi szolgálat a vízügyi robbantásokat (jég, víz alatti, mederfenék-szabályozási, roncsdarabolási, gát- és műtárgyrobantás), továbbá a háborús eredetű robbanóanyagok felderítését a feladat sajátos jellege miatt évtizedeken át saját hatáskörben végezte. A honvédségi technológiák, felszerelések és gyakorlat hiánya korlátozta az eredményes beavatkozásokat (honvédségi 1942., 1956. évi jégrobantások és 1942., 1966. évi gátrobantások). Személyes közlések alapján: Nemeskéri Kiss Géza, Vörös József, Nagy Iván Géza.

A lőszerveszélyesség további aggodalommal töltötte el a roncsolás tervezőit. Április közepén ez ügyben újabb egyeztetést kezdeményeztek.

„A vízügyi igazgatóság kijelentette, hogy lőszerfelderítést ez ideig nem végeztek és hajózást sem folytattak, majd az igazgatóság felhívta a figyelmet arra, hogy lőszerveszélyességgel számolni kell. A határőrség parancsnokság véleménye is megegyezett ezzel, sőt közölték, hogy a hídfő körül (Drávaszabolcs) nagymennyiségű szárazföldi aknazárat semmisítették meg. A folyóvízben ilyen lőszerfeltárást nem végeztek. A Jugoszláv vízügyi szervek csak 60 méter szélességben végezték el az aknamentesítést és a Dráván való hajózásért robbanásveszély szempontjából semmiféle felelősséget nem vállalnak.”<sup>30</sup>

A tervezett robbantásokról készült tervet a jugoszláv fél elfogadta. Szeptember közepén a roncsolási munkák Drávaszabolcsra befejezés előtt álltak. Ekkor már csak a nagy mélységben lévő roncsok elszállítását végezték. Az előirányzott 170 t vasanyag-kiemeléssel szemben 1967. augusztus 30-ig 210 t vasanyagot emeltek ki. A hajózóút biztosítása érdekében a legkisebb víz (LKV) alatt 5–7 m között található roncsanyag kiemelését szükségtelennek tartották.<sup>31</sup> Az október 9-én végzett mérések idején viszont a mederpillértől a hídfő felé 40 m-re egy kiálló függőleges tartót találtak (14. ábra). A kiálló roncs eltávolítása után a meder felmérését november 1-jén megismételték, és a mederből kiálló roncsot már nem észleltek. Valószínűsíthető, hogy az 5 m-nél mélyebben lévő roncsok napjainkban is a meder alján találhatóak (15. ábra). Az ilyen jellegű roncsok a mederváltozások miatt újra előkerülhetnek.

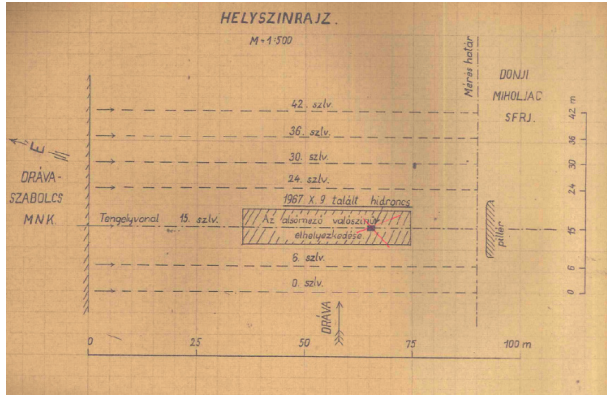


14. ábra: A mederben felfedezett acéltartó

Forrás: Dráva folyó 151 fkm-ben levő pontonhidroncs, 1967.

<sup>30</sup> 2259/1966.-II. ügyirat, Vízügyi Beruházási Igazgatóság jelentése az Országos Vízügyi Főigazgatóság VII. Árvíz-védelmi és Folyamszabályozási Önálló Osztály részére. 1966. április 18. Aláírás: Dobolyi Tibor igazgató. Előadó: Sarlós Béla. Tárgy: Drávai roncsolással kapcsolatos lőszerveszélyesség. (A szerzők birtokában.)

<sup>31</sup> 4449/1967. számú levél. A Vízügyi Beruházási Igazgatóság levele a Hídépítő Vállalat (Budapest VI. Népköztársaság útja 98.) részére. Aláírás: Dobolyi Tibor igazgató. Előadó: Sarlós Béla. Tárgy: Drávai roncskiemelési munkák. 1967. szeptember 13. (A szerzők birtokában.)



15. ábra: A hidroncs valószínű helye a mederben

Forrás: Dráva folyó 151 fkm-ben levő pontonhidroncs (1967): i. m.

A roncsolást tovább nehezítette az „Előre” gőzüzemű markoló javíthatatlan meghibásodása, és helyette a „Lánchíd”-daru behajózása. Külön súlyosbította a körülményeket a nagyobb méretű daru Drávára történő hajózása. Észak 17 fkm szelvényében magas feszültségű vezeték, 19 fkm szelvényében egy híd magassága korlátozta a hajózást, amely alatti hajózáshoz kisvíz szükséges. Ugyanakkor Észak 23,5 fkm és 34 fkm közötti gázlók feletti áthajózás magas vizet igényelt.

A további iratok hiányosan kerültek elő. A munka beindulása óta (1966. május 31.) a magas vízállás, valamint a téli jégjárás 1967. év végéig 150 nap kiesést jelentett. Jelentették továbbá, hogy a roncsokon 12–14 m magas feltöltődés található, amelynek eltávolítása a nagyfokú hordalékmozgás miatt igen nehéz.<sup>32</sup> Az eredeti szerződés szerint a roncsolási munkákat 1969. évben a barcsi híd újjáépítésének befejezésével egy időben kellett befejezni, de az, hogy a roncsolási szerződésből mi valósult meg, további kutatást igényel.

Budapesten 1968. szeptember 23–27. között ülésezett újra a határvízi bizottság. Az ülésen megbeszélték a Dráva közös érdekű szakaszán végzendő munkák hajózási feltételeit. A hajózás ügye nem került terítékre, viszont megállapították, hogy változatlanul jelentős akadályt képeznek a II. világháborúban felrobbantott hídpillérek maradványai.

A következő ülészakon (1971. október 11–18., Portorozs) az előző ülészakon bizottsági ülésen felvetett hidroncsok eltávolításának ügyét újból tárgyalták a felek. Megállapodás született, hogy a visszamaradt Zaláta–Noskovci, Barcs – Terezino Polje, Gyékényes–Botovo hidroncsok elbonthatók, és 1973-ig az első két hidroncsot el kell távolítani.

A roncsok eltávolítása után újraépítették Barcs közüti hidját. A 4 × 70 m nyílásközű hidat 1969-ben avatták. A terveket és az acélszerkezeteket a magyar fél, a felépítményi munkákat a jugoszláv vállalatok végezték (16. ábra).<sup>33</sup>

<sup>32</sup> 7209/1976 sz. ügyirat. A Hidépítő Vállalat levele a Déldunántúli Vízügyi Igazgatóság részére. 1967. augusztus 15. Tárgy: Tájékoztató a drávai roncskiemelés munkáiról. Ügyintéző: Fekete Sz. (A szerzők birtokában.)

<sup>33</sup> Apáthy Árpád – Träger Herbert: Közúti hidak. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 20. (1970), 4. 173–181.



16. ábra: A barcsi közúti híd magyar–jugoszláv közös újjáépítése

Forrás: <https://gallery.hungaricana.hu/hu/Fortepan/1121819/?list=eyJxdWVyeS16lCI5NzQ0OCJ9&img=0>

A drávaszabolcsi  $3 \times 105,5$  m nyílasközű hídon 1974. október 24-én mehetett át a lakosság. A régi híd roncsainak eltávolítása után a helyszíni kivitelezési munka az aléptémeny bontásával kezdődött. Ekkor kiderült, hogy a pillér mélyebb szintig rongálódott. Szerencsére az alacsony vízállás lehetővé tette a körülhatárolás nélküli építést.<sup>34</sup>

A murakeresztúri Roth–Waagner-rendszerű ideiglenes hidat 1972-ben az árvíz majdnem elsodorta. A régi híd helyén új, rácsos szerkezetű híd épült (17. ábra). Ezen a hídon 1975. március 6-án tartották a próbaterhelést.



17. ábra: A murakeresztúri híd újjáépítése 1975-ben

Forrás: <https://fortepan.hu/hu/photos/?q=murakereszt%C3%BAr>

<sup>34</sup> Kármán Péter: A drávaszabolcsi közúti Dráva határhíd. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 25. (1975), 2. 62–65.

Még ebben az évben a mellette épült provizóriumot elbontották. A következő évben az új, ismételten háromnyílására épített eszéki vasúti hídon indult el a forgalom. A mellette álló ötnyílású hídra már nem volt szükség, így elbontották. A Jugoszláv Köztársaság felbomlásához vezető háború újból veszélybe sodorta a Dráva-hidakat. Szerencsére a Dráva mentén egyedül az eszéki közúti híd került veszteséglistára. Az utóbbi években elbontották a Zaláta és Drávasztára között épült, a Dél-Dunántúl leghosszabb vasúti völgyhidját (18. ábra).



18. ábra: A zalátai híd a lebontása előtt

Forrás: [www.vasutallomasok.hu/allomas.php?az=drvs](http://www.vasutallomasok.hu/allomas.php?az=drvs)

Az Ormánságban húzódó híd az 1800-as évek óta népeket, kultúrákat kötött össze. Vonat járt rajta Horvátországba és vissza. Vitte az árukat, kereskedőket, iparosokat és mindenféle népeket. Ez lesz a követendő példa? Lehet, hogy Zalátán a rombolás győzedelmeskedett?

## Felhasznált irodalom

- Apáthy Árpád – Träger Herbert: Közúti hidak. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 20. (1970), 4. 173–181.
- Babucs Zoltán: Láthatatlan darazsak. *Magyar Nemzet*, 2021. április 10. Online: <https://magyarnemzet.hu/lugas-rovat/2021/04/lathatatlan-darazsak>
- Beke György: Felégetett eszéki hidak. *Tiszatáj Irodalmi Folyóirat*, 49. (1995), 5. 69–83. Online: [http://tiszataj.bibl.u-szeged.hu/415/1/tiszataj\\_1995\\_005.pdf](http://tiszataj.bibl.u-szeged.hu/415/1/tiszataj_1995_005.pdf)
- Domján Dániel Ferenc: Egy hidrobbantás képei – Letenye, 1952. *Napi Történelmi Forrás*, 2019. május 15. Online: <https://ntf.hu/index.php/2019/05/15/egy-hidrobbant-as-kepei-letenye-1952/>
- Doskar Ferenc: A Gyékényesi vasúti Dráva-híd ideiglenes helyreállítása. *Magyar Mérnök- és Építész-Egylet Közlönye*, 76. (1942), 35–36. 138–143.
- Erdősi Ferenc: Adatok az egykori Dráva-hajózásról és annak Barcs fejlődésében betöltött szerepéről. In *Somogy megye múltjából – Levéltári Évkönyv 2*. Kaposvár, 1971. 181–212. Online: [https://library.hungaricana.hu/hu/view/SOMM\\_Mult\\_02/?query=szo&pg=188&layout=s](https://library.hungaricana.hu/hu/view/SOMM_Mult_02/?query=szo&pg=188&layout=s)
- Forgó Sándor – Nemeskéri Kiss Géza: A murakeresztúri Mura-híd újjáépítése. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 25. (1975), 6. 241–249.
- Gonda Béla: *A magyar hajózás*. Budapest, Műszaki Irodalmi és Nyomdai Vállalat, 1899.
- Horváth Csaba – Lengyel Ferenc: *A délvidéki hadművelet 1941. április*. Debrecen, Püedlo, 2003. Online: [www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/2vhSzakonyv-magyarok-a-ii-vilaghaboru-ban-2/a-delvideki-hadmuvelet-1941-aprilis-874/](http://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/2vhSzakonyv-magyarok-a-ii-vilaghaboru-ban-2/a-delvideki-hadmuvelet-1941-aprilis-874/)
- Horváth József: *A Nautica. A fumei Tengerészeti Akadémia története*. Budapest, HA-JÓS Szolgáltató Bt., 1999.

- Jakobsen, Hans-Adolf: 1939–1945 *Der zweite Weltkrieg in Chronik und Dokumenten*. [A II. világháború történetei és dokumentumai.] Darmstadt, Wehr und Wissen Verlagsgesellschaft, 1959.
- Kádár Gyula: *A Ludovikától Sopronkőhidáig*. Budapest, Magvető, 1978.
- Kármán Péter: A drávaszabolcsi közúti Dráva határhíd. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 25. (1975), 2. 62–65.
- Knebel Jenő: Az új barcsi közúti Dráva-híd. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 19. (1969), 11–12. 521–528.
- Lovas Gyula: *A magyar vasutak a II. világháború éveiben*. Budapest, Magyar Államvasutak Rt., 1996.
- Tildy Zoltán: *Újjáépítő magyarok*. Budapest, Kossuth, 1947.
- Timár Gábor – Kondor Attila Csaba: A drávai határ megállapítása Trianon után. *Trianon100.hu*, 2020. április 29. Online: <http://trianon100.hu/blog-cikk/a-dravai-hatar-megallapitasa-trianon-utan>
- Tóth Ernő (szerk.): *Hidak Baranya megyében*. Budapest, Közlekedésfejlesztési Kordinációs Központ, 2016.
- Ullein-Reviczky Antal: *Guerre allemande – paix russe: Le Drame Hongrois*. [Német háború – orosz béke: Magyar dráma] Neuchâtel, Baconnière, 1947.
- Zakariás Zoltán: *Honvéd vasútépítők*. Gyál, Szekér Információs Bt., 1990.

## Ügyiratok, levelek

- 2259/1966.-II. ügyirat, Vízügyi Beruházási Igazgatóság jelentése az Országos Vízügyi Főigazgatóság VII. Árvízvédelmi és Folyamszabályozási Önálló Osztály részére. 1966. április 18. Aláírás: Dobolyi Tibor igazgató. Előadó: Sarlós Béla. Tárgy: Drávai roncsolással kapcsolatos löszveszélyesség. (A szerzők birtokában.)
- 406/1966. Vízügyi Beruházási Igazgatóság kísérő levele az Országos Vízügyi Főigazgatóság részére, 1966. január 28. Aláírás: Dobolyi Tibor igazgató. Tárgy: drávai roncsolási munkák. (A szerzők birtokában.)
- 4449/1967. számú levél. A Vízügyi Beruházási Igazgatóság levele a Hídépítő Vállalat (Budapest VI. Népköztársaság útja 98.) részére. Aláírás: Dobolyi Tibor igazgató. Előadó: Sarlós Béla. Tárgy: Drávai roncsolási munkák. 1967. szeptember 13. (A szerzők birtokában.)
- 61882/1966. ügyirat, Országos Vízügyi Főigazgatóság (Budapest, Alkotmány u. 29.), 1966. március 3. Aláírás: Bokor Mihály osztályvezető főmérnök. Előadó: Knézy László. Tárgy: Hídroncok kiemelése a Dráván. (A szerzők birtokában.)
- 64874/1961. számú feljegyzés a Közlekedési és Postaügyi Minisztérium I. Vasúti főosztálya részére (Bp. VI. Népköztársaság útja 73–75.), 1961. július 16. Ügyintéző: Dénes Emil. Tárgy: A hajózható és egyéb jelentősebb folyókon levő hídroncok ügye. (A szerzők birtokában.)
- 7209/1976 sz. ügyirat. A Hídépítő Vállalat levele a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság részére. 1967. augusztus 15. Tárgy: Tájékoztatás a drávai roncsolási munkáiról. Ügyintéző: Fekete Sz. (A szerzők birtokában.)
- Biz. 07–15/23. számú levél Dégen Imre az Országos Vízügyi Főigazgatóság (Budapest, Alkotmány u. 29.) vezetője részére. Belgrád, 1966. február 9. Aláírás: Tome Kuzmanovszki, a Mezőgazdasági és Erdészeti Szövetség titkára és a jugoszláv delegáció elnöke. (A szerzők birtokában.)
- Dráva folyó 151 fkm.-ben levő pontonhídronc. (Műszaki leírás, Helyszínrajz, Keresztelvények). Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, Pécs, 1967. Tervező: Timár, Igazgató: Gombás Lukács, Igazgató h.: Holl, Szakág vez.: Tóth, Rajzoló: Delibeli J., M= 1:1000 (A szerzők birtokában.)
- Jegyzőkönyv a drávai roncsolásról. Készült: Budapesten, 1966. január 21-én, a Hídépítő Vállalat termelési osztály, 115 sz. szobában. (A szerzők birtokában.)
- Közlekedési és Postaügyi Minisztérium 118297/1961.I.6.E. számú levele. 1961. november 29. Aláírás: Tusa Lajos MÁV Igazgató h. Előadó: Nemeskéri-Kiss Géza főmérnök. (A szerzők birtokában.)



András Domján<sup>1</sup> 

# The “Evolution” of Improvised Explosive Devices (IED) in the Light of Technical Development

*In today's conflicts of war, the various bombings, which are perpetrated against military or civilian targets, have been directed against members of the regular armies considered to be “occupying”, as well as against the locals who collaborated with them or assisted them. In the military, such acts are mentioned as an element of asymmetric warfare, and on various interpretations, they are sometimes classified as a terrorist acts. In case of “peaceful” countries, it can only be interpreted according to the latter concept, which can be aimed at a specific person, political orientation, intimidation, revenge or other criminal activity. The explosive devices used fall into the so-called “home-made” category in terms of their design. The assassin's primary purpose is to achieve a devastating effect. In this article I deal primarily with improvised explosive devices appearing in so-called “civilian” life.*

**Keywords:** *improvised explosive devices, IED trigger, imitations*

## 1. Introduction

To define the IED<sup>2</sup> concept, I use the definition in military terminology, which summarises well the characteristics of explosive devices for criminal purposes.<sup>3</sup> Based on this, improvised explosive devices are any device that is “home-made” for a specific criminal purpose and that contains a chemical, pyrotechnic or explosive substance, and is suitable for achieving the

---

<sup>1</sup> PhD student, Óbuda University, Doctoral School on Safety and Security Sciences, e-mail: [andras.domjan@gmail.com](mailto:andras.domjan@gmail.com)

<sup>2</sup> Improvised Explosive Device.

<sup>3</sup> Zoltán Kovács, 'Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai' [Main types of the improvised explosive devices], *Műszaki Katonai Közlöny* 22, no 2 (2012), 37–52.

desired destructive effect. The definition allows, in addition to the use of purely home-made structures, the partial use of munitions supplemented by a separate actuator.<sup>4</sup>

The Hungarian word *hell machine* (pokolgép) can rightly be considered synonymous with IED, as the Hungarian Interpretive Dictionary puts it this way: "A hidden explosive device made and used mainly by assassins, terrorists; delayed-action bombs or externally operated (camouflaged) bombs." From a technical point of view, the definition may be a little inaccurate, but it contains the essence and is very similar to the wording of an improvised explosive device.

Examining the development of IEDs, it can be concluded that following the development of explosives, they appeared after a relatively short time. The legend about the first application of this kind, mentioned during the Jin Dynasty, explains the method of a certain fox hunter named Iron Li, in which the hard cover (porcelain) already appears, specifically to increase the effectiveness of the attack.<sup>5</sup> Throughout history, they have been repeatedly reported, typically during bombings against rulers.

The first versions, also called technically modern, appeared in World War II. Subsequently, various terrorist organisations began to use it efficiently because of its adequate effectiveness to achieve their own goals. In most cases, bombings were carried out against the occupying military forces or under the influence of the ruling political power or government in their country.

In the context of terrorist organisations, we must not forget the sharing of experience resulting from their international relations, which has taken the form primarily of training activities or even specific assassinations.

## 2. IED principle structure

In terms of the general construction of improvised explosive devices, they, in any case, contain some type of explosive or pyrotechnic mixture and a component capable of initiating it that may be mechanical, electrical or chemical in function. In many cases, in order to increase the destructive effect, various fragmentation materials are placed next to the explosive and, due to the correct concealment or even deception, are provided with the most varied coatings.

The following figure shows a schematic drawing of an electrically operated IED illustrating the main units: I. Charge; II. Trigger unit; III. Power source.

---

<sup>4</sup> Zoltán Kovács, 'Explosion of Improvised Explosive Device Effects on Structures', *Hadmérnök* 11, no 1 (2016), 56–63.

<sup>5</sup> Tonio Andrade, *The Gunpowder Age: China, Military Innovation, and the Rise of the West in World History* (Princeton: Princeton University Press, 2016).

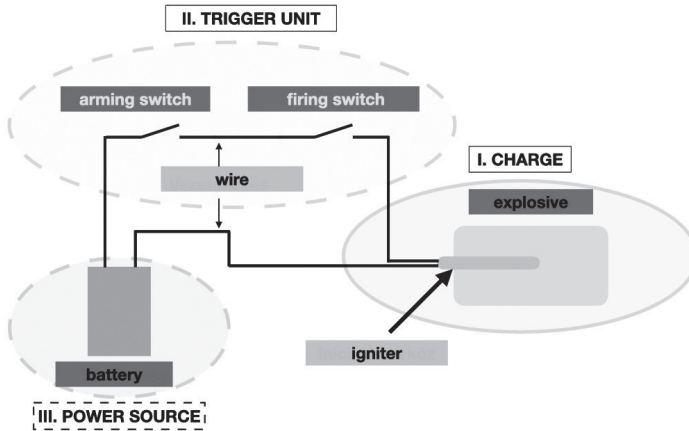


Figure 1: Schematic structure of an electrically operated IED

Source: Compiled by the author based on United Nations Mine Action Service, *Improvised Explosive Device Lexicon*, 4.

By analysing and classifying the main units separately, we can define certain categories primarily in relation to their operation.

### 1. Charge

Unlike in war zones, the actual homework is dominated by the explosives used in the IED in normal civilian life, as access to military explosives, structures and agents is more difficult. Occasionally, however, a standard military explosive is used in the perpetration, usually associated with organised criminal circles. In today's wars, local terrorist organisations prefer to use high-powered military explosives packaged from UXO.<sup>6</sup> In case of Hungary, this "acquisition" of modern military explosives can only be linked to the recent South Slavic wars, but the air bombs and artillery shells that did not explode in World War II could still be an opportunity.

Among the home-made explosives, I would highlight the TATP<sup>7</sup> called "Satan's Mother" in the international literature. It is an extremely unstable, sensitive, and therefore dangerous substance, and many of their experimenters are still damaged during production or transport. It is preferred for use in civilian areas primarily for assassination of filament of persons due to its easy initiation. A small light bulb or an electrical spark generated by a separate circuit may be sufficient to induce detonation. The size of the charge may vary depending on the target of the assassination and the experience of the bomb maker, but due to the mechanism of the explosion, it is quite difficult to accurately calculate the extent of the destruction in advance. In "civilian" life, black powder is typically used as a charge for tube bombs, which is popular for its relatively easy availability and production.

<sup>6</sup> Unexploded ordnance.

<sup>7</sup> Triacetone triperoxide.

## 2. Trigger unit

The main task of the launching or actuating part is to initiate the detonation of the explosive. The installer of the hell machine at the destination is protected by a so-called arming switch, which prevents accidental operation, after which the charge explodes due to the control signal. Improvised explosive devices can be categorised based on the mechanism of action of the trigger unit.

There is a long way to go from the initial Chinese, so-called “drum” explosive devices, to the advent of technical advances in electronic devices controlled by electronic devices, which are in many cases nowadays used in our everyday devices.

With the spread of semiconductor technology, unlike the single-switch start-up methods, the design of control circuits has expanded with additional possibilities, and on the one hand, there has been a significant reduction in terms of size. As semiconductor components continue to evolve and their integrity increases, operational variations provide new ways of activating sinful structures. Microcontrollers are emerging that further reduce the number of additional components and allow for more complex and accurate start-up solutions. The preparation, qualification and, finally, the practice of the creator of the IED can determine the complexity and technical structure of the completed hell machine. The availability of parts and raw materials in the given environment greatly contributes to this process.<sup>8</sup>

The following figure describes a possible grouping method, of which I primarily examine the basic operation of electronic devices.

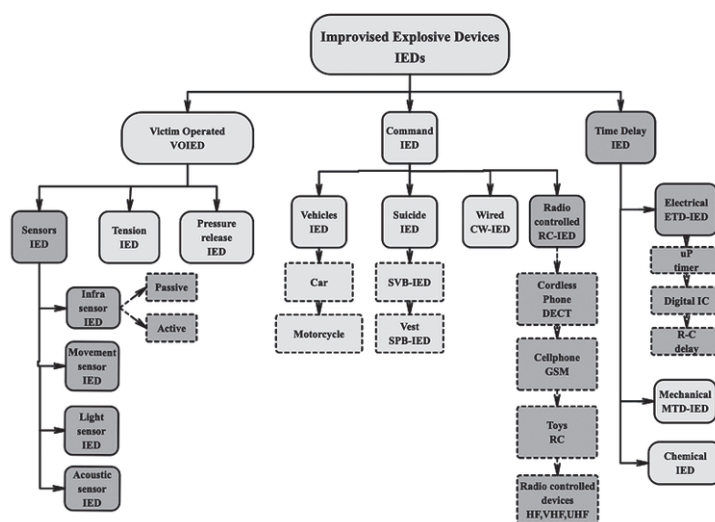


Figure 2: Grouping of IEDs according to their operation

Source: Compiled by the author based on United Nations Mine Action Service, *Improvised Explosive Device Lexicon*, 20–22.

<sup>8</sup> Norbert Daruka, ‘Bombers, Wires and Explosives Part I. – Death Within a Reach’, *Műszaki Katonai Közlöny* 23, no 2 (2003), 73–80.

Electrical equipment is required to operate the devices marked in dark grey, and the type of electronic circuitry determines the actual effect from which the IED explodes.

The first column of the triple articulation shows the IED solutions with different sensors, the middle column shows the devices suitable for the implementation of devices controlled directly by the perpetrator, and the last part shows the designs suitable for the implementation of blasts performed at a pre-set time.

## 2.1. Sensors

Typically, sensors may be those that can generate a trigger signal in the immediate vicinity of the victim or target. Examples are passive or active infrared sensors, which are usually activated by motion, various light sensors (operating in the visible and invisible range), motion and sound sensors. The ones just listed come into play primarily for the presence of the victim, under its direct influence. In war zones, thanks to C-IED<sup>9</sup> activity, structural solutions directly against deactivating bomb disposal, such as hell machines “equipped” with X-ray or radiofrequency detectors, have become more prevalent. Due to the integration of sensor technology, increasingly reliable controls can be assembled, and the available documentation guarantees the construction of fault-free circuits even for the less qualified manufacturer.

## 2.2. Remotely controlled

From the named category, I primarily describe the so-called wireless boot modes. Of these, I typically highlight radio frequency controls as the most widely used methods. Remote controls based on optical connections, such as devices for remote control of various infrared games or the TV itself, can also be included in the remote-control category. However, it is not widespread among improvised explosive devices, probably due to the range of IR control, which can bridge optical vision and a maximum distance of a few 10 m as a condition for proper operation. Nevertheless, it should not be overlooked as a possible solution.

All equipment based on radio frequency communication may be part of the starter unit. Walkie-talkies in the VHF<sup>10</sup> and UHF<sup>11</sup> ranges are the same as cordless desk phones (DECT<sup>12</sup>), doorbells or garage door openers, and car alarms. Remotely controlled relay panels have been introduced, guaranteeing ready-made start-up solutions.

Public networks (macro environment of mobile phone system) should be mentioned in connection with the design of the remote boot. Their deployment, the implementation of coverage, the technologies used, the ability to access the network as subscriber rules greatly influence the use of the mobile network to launch IEDs. The mode of launch implemented in this way makes it possible to carry out an assassination even monitored and carried out via the Internet.

<sup>9</sup> Counter-Improvised Explosive Device.

<sup>10</sup> Very high frequency (30–300MHz).

<sup>11</sup> Ultra-high frequency (300MHz – 3GHz).

<sup>12</sup> Digital Enhanced Cordless Telephony.

### 2.3. Timed

Of the triggers described above, the time delay can be considered the “most inaccurate” execution in some respects because adequate proximity to the target is required at the moment of detonation to achieve the desired goal. According to the embodiment, the timing circuit can be of various designs, from the analogue solved with simpler so-called short-delay R-C members to the long-term versions assembled with counters known from digital technology or implemented with microcontrollers used today. Here we can talk about days, maybe weeks or even months in terms of the planned start time. I would also like to mention the possibilities offered by everyday objects, such as the use of digital alarm clocks, timers for household appliances or even the start-up signal generated by the alarm function of a mobile phone, supplemented with some components, to operate an improvised explosive device.<sup>13</sup>

## 3. Power source

For an electrically operated IED, electricity is provided by the power supply. It can be any solution, from a grid-connected version to equipment with different electrical charge storage capacities. The most important criterion for power supplies is adequate energy storage capacity, from arming the IED to delivering the pulse required for initialisation. The components used may be:

### 3.1. Batteries

From standard batteries in vehicles to industrial or household versions, all types are available, depending on local conditions. In many cases, the variety used is determined by the nature of the intended use, its ability to hide, and its ability to retain its charge.

### 3.2. Cells

Normal dry cells can be of the semi-permanent or permanent type, connected in series or in parallel depending on the terminal voltage. Thanks to the latest developments, lithium and silver-oxide have emerged as a capacity storage material, resulting in batteries or long-life variant with much higher capacity.

During World War II, a device called the electric stakes (Elcö<sup>14</sup>) was developed and systematised in the Hungarian army for the technical closing battle. The interesting thing about this electric – ball-star-spring – igniter is that it operated on a 1.45 V terminal voltage dry cell and already had an arming system (short-circuit wire).<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Norbert Daruka, 'Bombers, Wires and Explosives Part II. – Death Arrives With Us', *Műszaki Katonai Közlöny* 23, no 2 (2013), 64–72.

<sup>14</sup> ELCÖ – Elektromos cövek.

<sup>15</sup> Elemér Damó, 'Utász harctéri tapasztalatok' [A sapper's battlefield experiences], *Műszaki Katonai Közlöny* 18, no 1–4 (2008), 207–208.

### 3.3. High-capacity capacitors

Due to the retention time of the electric charge, the possibility of using the capacitors alone is rather limited. In World War II, however, the Germans already used air bombs based on this principle, and so did the Hungarians (El. AZ-50-5, 36M, 40M).<sup>16</sup> To provide the electrical power required for an IED, the extra-large capacities used in photographic technology today could be considered for application.

### 3.4. Inductive devices

A common feature of induction igniters is that some kinetic energy, possibly a movement, is required to produce electricity. In World War II, some of the opposing parties used magnetic induction igniters in air bombs (38M, AV-524M, e. AZ-66).<sup>17</sup> These structures based on flux change have retained their functionality to this day, as the "aging" of the ferromagnetic materials in them is a rather long process.

In the case of IEDs used in civilian areas, it is not a preferred technique due to the complexity of the system, but its home-made nature does not preclude its appearance.

## 4. Fracture-enhancing "effect enhancer"

The appearance of fragmentation material in improvised explosive devices can occur and is highly dependent on the intent, preparedness and manner of achieving the intended effect. In many cases, in the vicinity of the target, the environment of the horsepower attachment itself provides the debris, for example on the chassis of vehicles, under the driver's seat or in its headrest.

## 5. Cover

In many cases, the outer casing helps to hide the device and adapts to the intended environment of the blast. If necessary, it is only used to hold the component parts together.

Their design may need to be more sophisticated due to the possibility of placement, as the lack of pavements in a war zone, the location of debris on the street, ruins, ruined buildings all help to hide the IED.

In connection with camouflage, I would mention a young man who became famous as a "ketchup" explosive in 1996 for his improvised device, which he placed in a bottle of the product in a shop in Esztergom. Luckily, the hell machine did not explode because there was something wrong with the operator's circuit, after which it was disarmed by bomb technician arriving at the scene.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> András Hatala and Ferenc Kelemen, *Jegyzet a katonai robbanótestek szerkezetének és működésének megismeréséhez és megértéséhez* [Teaching Aid for Cogniting and Understanding the Characteristics and Operation of Military Explosive Devices] (Budapest: Vitaliq, 2003), 144–150.

<sup>17</sup> Ibid. 152–153.

<sup>18</sup> Katalin Kiss V, 'Személyiségzavarban' [In personality disorder], *Hetek*, 11 July 1998.

### 3. The impact of terrorist organisations on development

For European countries, the most significant role is played by the IRA<sup>19</sup> which in its active period from 1970 to 2005 was attributed to a total of 19,000 improvised explosive devices. They began using long-delayed start-up methods, a method introduced at the Grand Hotel in Brighton, which was put into operation with a 3-week timing against the British Prime Minister. The interesting thing about the structure was that a timer unit for a video recorder was used to set the time of the explosion. One of the main strategies of the terrorist organisation was to injure or kill as few innocent civilians and its own people as possible during the attacks. Therefore, the most accurate modes of operation possible were used, such as remote-controlled or various electronic devices. They first introduced the mobile phone startup method, which they later gave up because they considered it unreliable. The IRA was instrumental in the tactical development of blasting and then shared their experience gained with several terrorist organisations (ETA,<sup>20</sup> PLO,<sup>21</sup> FARC<sup>22</sup>) as part of training. As a result, IED structural designs previously used by the IRA, such as the detonation triggered by a flash circuit, were blown up in 2005 in Basra against British soldiers. It began using ammonium nitrate-based explosives in the early 1990s, which was later used regularly by al-Qaeda in the Middle East wars.<sup>23</sup>

IEDs applied on the battlefields in Iraq and then in Afghanistan have had a direct and indirect impact on development. In addition to simpler designs, usually mechanically operated, various electronically controlled hell machines have become increasingly common. The kind of dynamic interaction between emerging versions of improvised explosive devices and the tactical elements developed for them is well observed in war zones. In this process following the principles of the action-reaction, the structural designs were in many cases constructed taking into account the currently used bomb technician activity. To eliminate jammers used as part of the disarming method, remotely controlled IEDs began to be transformed, resulting in the appearance of spiders. The receiver of the RC-IED<sup>24</sup> was placed further away from the explosive device, usually with a wired solution (some 10 m apart). This "pull-out" ensured the hell machine that the jamming equipment operated by the disarming technician could not prevent the explosion.

Arming switches have also been introduced for simpler electric start-up devices to prevent accidental operation, and this function has typically been implemented in remote-controlled IEDs with DTMF<sup>25</sup> coding, as this technique has been available for analogue hand-held radios.

Significant changes have also taken place in the production of explosives for IEDs, with virtually complete small plants operating to ensure series production. With the defeat of ISIS,<sup>26</sup>

<sup>19</sup> Irish Republican Army.

<sup>20</sup> Euskadi ta Askatasuna.

<sup>21</sup> Palestine Liberation Organization.

<sup>22</sup> Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia.

<sup>23</sup> Andy Oppenheimer, 'IRA Technology', *The Counter Terrorist*, 08 September 2009.

<sup>24</sup> Radio Controlled IED.

<sup>25</sup> Dual-tone multi-frequency signalling.

<sup>26</sup> Islamic State in Iraq and al-Sham.



we can see in reports how “roadside bombs” were used to manufacture explosive devices against military vehicles and convoys in Mosul. For example, a room that used to be a car repair shop has been converted into a plant, and the equipment used for production: scales, grinder, concrete mixer, barrels, bags prove the conditions under which the fertilizer-based explosive was produced.<sup>27</sup>

#### 4. The impact of the Internet on development

With the proliferation of the social network, the exchange of experiences between the terrorist organisations described above is on a larger scale than the available wiring diagrams, functional demonstrations, descriptions of improvised initiators and explosives and, where appropriate, video footage of real assassinations.

In addition to the ability to train extremist groups, there is an additional danger in this type of “knowledge sharing” that provides so-called solitary offenders with IED production methods.

From the 2000s onwards, so-called terrorist sites appeared on the Internet, followed by video-sharing interfaces. In the next section, I use an online application to illustrate the statistical distribution of the words searched for the given term in terms of their proportions.

Based on Google Trends – search statistics broken down by date range (1 January 2008 – 23 October 2008, 100% by region, IED for YouTube channel).

Specifically, a search for the term IED revealed the following values for that time period, broken down by time in Figure 3 and broken down by region in Figure 4.

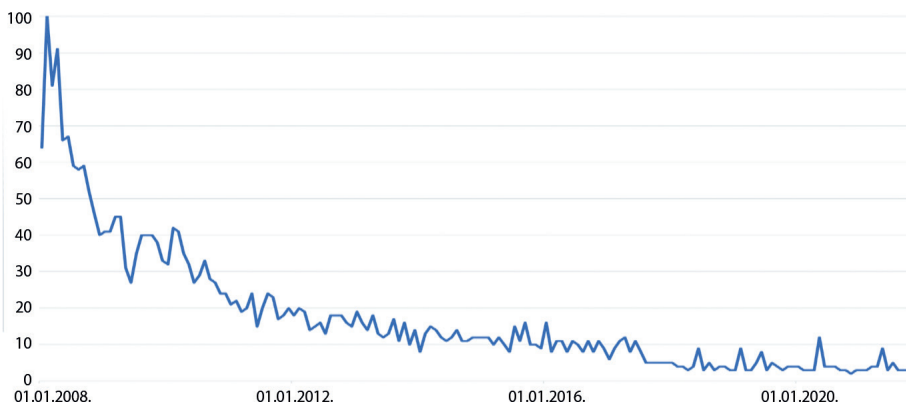
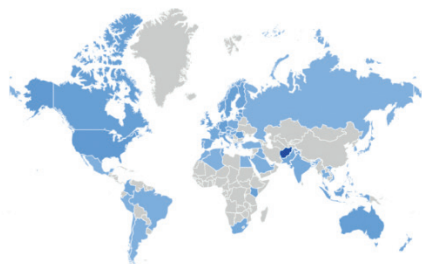


Figure 3: Number of searches by time according to Google Trends – search statistics from 1 January 2008 to 23 October 2021

Source: Google Trends, 23 October 2021.

<sup>27</sup> Ayub N Rudaw, 'The lurking menace of ISIS – How does ISIS make its bombs', *YouTube*, 17 November 2016.

The time scale showed the maximum number of searches for IEDs in its initial phase, which was probably related to war activities when read in conjunction with the following statement.



1	<b>Afghanistan</b>	100	<div style="width: 100%;"></div>
2	<b>United States of America</b>	16	<div style="width: 16%;"></div>
3	<b>Hong Kong</b>	15	<div style="width: 15%;"></div>
4	<b>Netherlands</b>	15	<div style="width: 15%;"></div>
5	<b>Denmark</b>	14	<div style="width: 14%;"></div>

Figure 4: Number of searches by region according to Google Trends – search statistics from 1 January 2008 to 23 October 2021

Source: Google Trends, 23 October 2021.

The aggregation by area of interest is a good illustration of the fact that it was Afghanistan where most of the searches on improvised explosive devices were launched.

According to search statistics, Hungary ranks 36<sup>th</sup> with a value of 5%.

In the next section, a few thoughts on the content of videos viewed on the open video sharing portal that search for the concept of IED Trigger. The demonstrations are typically performed by a very experienced DIY,<sup>28</sup> in many cases describing the wiring diagram of the circuit, in some cases even adds descriptions. Separate examples are of the construction of light bulbs (Ni Cr wire), the design of the choke (duct tape, rope), the batteries used (Lion, Ni Cd) and the wiring itself.

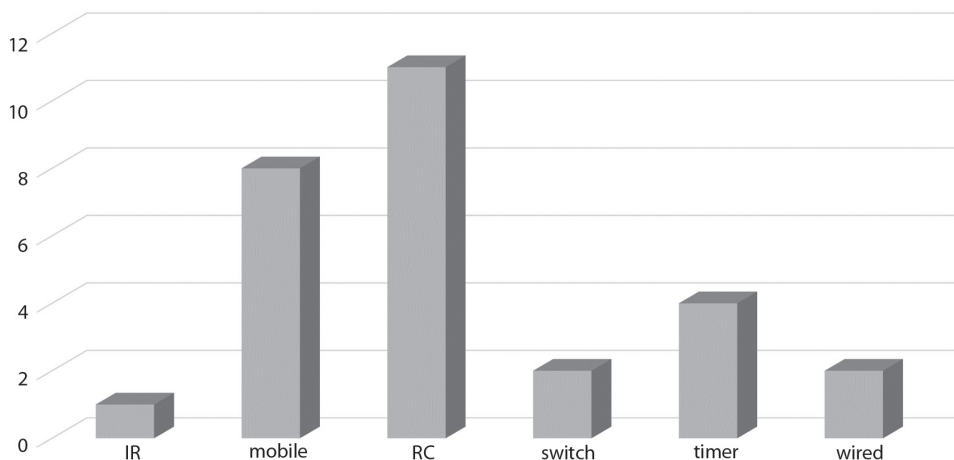


Figure 5: Trigger IED type/YouTube videos

Source: Compiled by the author.

<sup>28</sup> Do It Yourself.

In some places, the comments associated with the videos indicate that an attempt was made to build the structure after viewing it, but some details were not shown step-by-step, so it did not work. One such case was the use of a mobile phone vibration motor signal to start, which required separate additional components.

From the distribution of startup modes, it can be seen that remotely controlled solutions (mobile, RC) occur at a high rate in the videos watched. In many cases, after assembly, a functional test was made, usually with pyrotechnic articles.

With the help of IED trigger videos, even an absolutely untrained "DIY" can make a working trigger method for home-made explosives.

## 5. The emergence of a new dimension with the use of drones

Perhaps the most recent devices are UAVs,<sup>29</sup> which are emerging as an absolutely new category and dimension. These can range from commercially available to anyone to home-made aircraft.

The possibility of defence can be approached in two basic ways, on the one hand in terms of the detectability of improvised explosive devices and on the other hand in terms of the construction of protection against the effects of an explosion. Both approaches cover huge areas, which given the size of the article I do not aim to explain in detail; nevertheless, I would cite two recent examples. In both cases, there were bombings against VIP persons. One case took place in Caracas, Venezuela 2018, during which an attack was attempted on the president with a remote-controlled UAV equipped with explosives. The failure of the assassination was caused by the misalignment of the remote-controlled aircraft, as it collided with a nearby building at the moment of detonation.<sup>30</sup> The second incident occurred in Yemen in 2019, when several high-ranking military leaders were bombed with a drone during a parade.<sup>31</sup> The two incidents highlight the need to take into account the risks posed by UAVs when designing protection against explosions.

## 6. Imitations

In everyday civilian life, explosive-free, deceptive IEDs, so-called imitations, can appear in many cases. In such cases, we should act in the same way as if we were dealing with a real explosive device. In terms of their external appearance, the "bomb" character is more pronounced, which is usually manifested in the fact that in many cases the plasticine in the form of a dynamite rod or mimicking a plastic explosive is clearly visible. In most cases, it appears to be a timed

---

<sup>29</sup> Unmanned Aerial Vehicle.

<sup>30</sup> BBC News, 'Venezuela President Maduro survives 'drone assassination attempt'', 05 August 2018.

<sup>31</sup> Mohammed al-Kibsi, 'Houthi drone targets senior Yemeni officers, kills five soldiers', *Al Jazeera News*, 10 January 2019.

structure due to the striking counter. Their purpose may be simply to deceive, to force law enforcement to take action to monitor tactical elements, or merely to cause confusion.

## 7. Summary

The biggest change in the evolution of IEDs has been the creation of the World Wide Web, the possibility of widespread access to it. Given the ingenuity of the human mind, only the imagination can set the limits for the creators of IEDs to build the most destructive hell machine possible.

Continuous development at the scene of war conflicts has developed and continues to evolve in these places as a result of the interaction between the high number of incidents of bombings and the protection measures taken by military units.

The fabrication of improvised explosive devices and their discovery and neutralisation is a dynamic and constantly evolving process. The interaction shows a kind of follow-up to these two activities, and usually the defence tries to respond effectively to the future elimination of emerging IEDs.

Following the development of improvised explosive devices, taking into account the specifics of the area, it can be stated that the latest technologies provide only additional opportunities for bomb-makers, without excluding the "long-established" methods. Based on these aspects, the task of bomb disposal technicians is to decipher the operation of so-called "Stone Age" solutions or state-of-the-art technical equipment, even hybrid versions, in order to carry out successful response and research. It follows directly from this that, in addition to learning about new technologies, continuous training must include previously used structural designs in order to increase efficiency and avoid injuries.

The designers of the instruments used in the reconnaissance also have a great responsibility in this process, as more and more accurate and sensitive equipment need to be developed to ensure effective prevention and reduce the error rate.

## References

- Al-Kibsi, Mohammed, 'Houthi drone targets senior Yemeni officers, kills five soldiers'. *Al Jazeera News*, 10 January 2019. Online: [www.aljazeera.com/news/2019/1/10/houthi-drone-targets-senior-yemeni-officers-kills-five-soldiers](http://www.aljazeera.com/news/2019/1/10/houthi-drone-targets-senior-yemeni-officers-kills-five-soldiers)
- Andrade, Tonio, *The Gunpowder Age: China, Military Innovation, and the Rise of the West in World History*. Princeton: Princeton University Press, 2016. Online: <https://doi.org/10.2307/j.ctvc77j74>
- BBC News, 'Venezuela President Maduro survives 'drone assassination attempt'', 05 August 2018. Online: [www.bbc.com/news/world-latin-america-45073385](http://www.bbc.com/news/world-latin-america-45073385)
- Damó, Elemér, 'Utász harctéri tapasztalatok' [A sapper's battlefield experiences]. *Műszaki Katonai Közlöny* 18, nos 1–4 (2008), 175–306. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/mkk/article/view/3013/2268>
- Daruka, Norbert, 'Bombers, Wires and Explosives Part I. – Death Within a Reach'. *Műszaki Katonai Közlöny* 23, no 2 (2013), 73–80. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2013.2.6>

- Daruka, Norbert, 'Bombers, Wires and Explosives Part II. – Death Arrives With Us'. *Műszaki Katonai Közlöny* 23, no 2 (2013), 64–72. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2013.2.5>
- Google Trends, 23 October 2021. Online: <https://trends.google.hu/trends/explore?date=2008-01-01%202021-10-23&gprop=youtube&q=IED>
- Hatala, András and Ferenc Kelemen, *Jegyzet a katonai robbanótestek szerkezetének és működésének megismeréséhez és megértéséhez* [Teaching Aid for Cogniting and Understanding the Characteristics and Operation of Military Explosive Devices]. Budapest: Vitaliq, 2003.
- Kiss V, Katalin, 'Személyiségzavarban' [In personality disorder]. *Hetek*, 11 July 1998. Online: [www.hetek.hu/belfold/199807/szemelyisegzavarban](http://www.hetek.hu/belfold/199807/szemelyisegzavarban)
- Kovács, Zoltán, 'Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai' [Main types of the improvised explosive devices]. *Műszaki Katonai Közlöny* 22, no 2 (2012), 37–52. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2012.2.3>
- Kovács, Zoltán, 'Explosion of Improvised Explosive Device Effects on Structures'. *Hadmérnök* 11, no 1 (2016), 56–63. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2016.1.6>
- Oppenheimer, Andy, 'IRA Technology'. *The Counter Terrorist*, 08 September 2009. Online: <https://issuu.com/sbradman/docs/issue8.finalproof>
- Rudaw, Ayub N, 'The lurking menace of ISIS – How does ISIS make its bombs'. *YouTube*, 17 November 2016. Online: [www.youtube.com/watch?v=oS0poO4vHGE](http://www.youtube.com/watch?v=oS0poO4vHGE)
- United Nations Mine Action Service, *Improvised Explosive Device Lexicon*. New York: United Nations, s. a. Online: [www.unmas.org/sites/default/files/unmas\\_ied\\_lexicon\\_0.pdf](http://www.unmas.org/sites/default/files/unmas_ied_lexicon_0.pdf)



Ádám Balázs<sup>1</sup> 

# Német erődítés a II. világháború magyarországi harcai során

## German Fortification System during the Hungarian Battles of World War II

*Tudományos munkámban bemutatom a német csapatok által a II. világháború második felében (1943–1945-ben) alkalmazott általános erődítés és műszaki zárás néhány szabályát és erődítési elemeit. A bemutatott műtárgyak mindegyike olyan anyagokból és olyan sebességgel volt megépíthető, amely lehetővé tette az olyan erődítési rendszerben való alkalmazásukat, mint a Kárpát-medencében húzódo német erődrendszerek általánosságban. Ezzel kutatásom segítséget jelent az egykori erődített terepszakaszokat vizsgáló kutatóknak, és segít megismerni a jelenleg is érvényben lévő erődítési építménytípusok közvetlen elődeit. A tárgyalt erődítési építmények részletes bemutatása elősegíti a fejlődéstörténetük megértését és azok összehasonlítását például a szovjet típusú vagy a későbbi időkben alkalmazott műtárgyakkal.*

**Kulcsszavak:** német erődítés, II. világháború, erődítési szabályok, műszaki zárás, Karola-vonal

*In my scientific work I present the German troops' fortification elements of the general fortification and technical closure used in the second half of World War II (1943–1945). Each of the artefacts presented could be constructed of materials and at a speed that allowed them to be used in a fortification system such as the fortification systems in the Pannonian Basin in general. In doing so, my research will help researchers investigating former fortified terrain sections and help them learn about the immediate predecessors of the currently fortified building types. The detailed presentation of the discussed fortification structures facilitates the understanding of their development history and their comparison e.g. with works of art of the Soviet type.*

**Keywords:** German fortification, World War II, rules of fortification, technical closure, Karola line

---

<sup>1</sup> Műszaki honvéd tisztjelölt, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: [adam.balazs@uni-nke.hu](mailto:adam.balazs@uni-nke.hu)

## 1. Bevezetés

Egy korábbi kutatásom témáját a Heréd településen és környékén történt II. világháborús harcok csatatérkutatás keretében történő rekonstruálása képezte.<sup>2</sup> Ekkor megismerkedtem a fémkereső-műszeres kutatás, illetve a csatatérkutatás alapjaival. Munkám során rengeteg érdekes visszaemlékezéssel, tárggyal és lelettel találkoztam. Érdekes volt továbbá megismerni a német erődítési rendszereket. Ekkor határoztam el, hogy kutatást szeretnék végezni a német erődítési eljárásokról, illetve a Karola-állás<sup>3</sup> egykori elhelyezkedéséről.

A kutatás célja volt feltárni a német csapatok által a II. világháború második felében (1943–1945-ben) alkalmazott általános erődítés elemeit, ezzel elősegítve a jövőben mások és saját magam által végzendő II. világháborús csatatérkutatások pontosságát, az egykori védelmi terepszakaszok könnyebb behatárolását és az itt történt harccselekmények hitelesebb ábrázolását. Célom volt még a hadisír-kutatók részére is segédletet nyújtani, amellyel talán hatékonyabbá tehető terepi munkájuk a még harctéren nyugvó katonák földi maradványainak megtalálásában. Nagy segítségemre voltak a kutatás során a Budapestet védő Attila-vonal kutatásának eredményei. Bár az itt alkalmazott erődítési elemek a legjobban kiépítettek közé tartoztak az ország területén, mégis segítik a más területeken alkalmazott könnyebb típusú erődítési elemek vizsgálatát.<sup>4</sup>

Az 1943 tavaszán létrejött kurszki kiszögellésben a szovjet csapatok megtörték a németek támadásait. Ez döntő vereséget jelentett a németek számára. A hadművelleti kezdeményezés így átkerült a szovjet vezetés kezébe.<sup>5</sup> A német csapatok ezen túl alapvetően védelemre voltak kényszerítve, így 1943-tól nagy fejlődésen mentek keresztül az erődítésre és műszaki zárásra vonatkozó szabályzók.

A magyar vezetés 1944 szeptemberéig abban bízott, hogy a front megreked a Kárpátok vonalában. 1944. szeptember 22-én rendelte el megerősített vonalak kiépítését Heinz Guderian vezérezredes, az Oberkommando des Heeres – a német szárazföldi haderő főparancsnokságának – megbízott vezérkari főnöke.<sup>6</sup> A Budapestet körülvevő védelmi öv, az Attila-vonal feladata

<sup>2</sup> Ádám Balázs: A II. világháború nyomainak terepi kutatása Heréden és környékén. *Hadtörténelmi Közlemények*, 134. (2021), 3. 639–672.

<sup>3</sup> A Karola-vonal vagy -állás (németül: *Stellung*) a német hadászati-hadművelti védelem Észak-Magyarországot és az Északi-középhegységet lezáró, előre kiépített védelmi rendszere volt a Kárpát-medencében. Az Északi-középhegység déli lejtőin került kiépítésre. Jobbszárnya Aszód környékén csatlakozott az Attila-vonalhoz. Az Aszód–Hatvan terepszakasza a Zagyva völgyében lezárta a Salgótarjánba és a Balassagyarmatra vezető közlekedési és vasutakat. A Mátra déli lábánál az Ecséd–Gyöngyös–Abasár, a Bükk déli lábánál az Egerszólát–Noszvaj vonalon húzódtak állásai. A védelem balszárnya a miskolci irányt, legfőképpen a borsodi hadiüzemeket zárta le. Sátoraljaújhelynél csatlakozott a Gizella-álláshoz.

<sup>4</sup> Juhász Attila: *A XIX–XX. századi tábori erődítések a Kárpát-medencében. Hadtörténelmi rekonstrukció térinformaticával*. Budapest, Tinta, 2004; Juhász Attila – Mihályi Balázs: Budapest védelmi vonalainak rekonstrukciója (1944). *Geodézia és Kartográfia*, 55. (2003), 6. 33–37; Juhász Attila – Mihályi Balázs: Második világháborús objektum- és esemény-rekonstrukció. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 8. (2004), 3. 35–60.

<sup>5</sup> Jovánne Szirtes Ágota – Sipos Péter – Székely Gábor: *Történelem IV. 1914–1994*. Budapest, Cégér, 1995. 189–190. és 202.

<sup>6</sup> Számvéber Norbert (szerk.): *Erőd a Duna mentén. A Budapestért 1944–45-ben folytatott harcok katonai iratai a Hadtörténelmi Levéltárban*. Budapest, Petit Real, 1999. 8. és 23.



nemcsak a nagyváros védelme, hanem a pesti hídfő biztosítása is volt, amely alapja lehet egy későbbi német ellentámadásnak a Kárpát-medencében. Az Attila-vonal kiépítésére a Honvéd Vezérkar részét képező Fővezérség már a németeket megelőzően, szeptember 11-én intézkedett. A Dél Hadseregcsoport parancsnokságának hadművelleti osztálya csak szeptember 22-én rendelte el a budapesti hídfő<sup>7</sup> kiépítését.<sup>8</sup> Adolf Hitler december 1-jén nyilvánította Budapestet erődde,<sup>9</sup> és élére Otto Winkelmann „SS-Obergruppenführer und General der Polizei”-t<sup>10</sup> nevezte ki. Nem sokkal később őt leváltották, helyét december 5-én Karl Pfeffer-Wildenbruch „SS-Obergruppenführer und General der Waffen-SS und der Polizei”<sup>11</sup> vette át.

## 2. Fogalmak

A korabeli erődítési utasítás értelmezéséhez szükséges több fogalom korabeli értelmezésének meghatározása.

A tábori erődítések fogalomrendszere, illetve maguknak az erődítési rendszereknek a kiépítettsége az I. világháborúban kristályosodott ki.<sup>12</sup> A II. világháborúban alapvetően ezeket az elveket követték, természetesen kiegészítve, módosítva azok alkalmazását a fegyverrendszerek és harcászati elvek fejlődésének megfelelően. Egyetlen példával élve: a védelemben kiépített (földbe mélyített) harckocsi-tüzelőállás az I. világháborúra még nem volt jellemző, a II. során azonban már igen.

**Állás:** a fogalmat tág értelemben az erődítési elemek összefüggő rendszerére értjük. Szűkebb értelemben adott kötelék, adott pillanatban elfoglalt helyzetét értjük a terepen. Magában foglalta a tüzelőállásokat, fedezékeket, árkokat, óvóhelyeket, kiegészítő építményeket és az árkok előtt, valamint között húzódozó nem robbanó műszaki zárakat is. Az állások helyének meghatározásakor fontos szempont volt a vízellátás biztosításának lehetősége és a talajszerkezet is. Az állások általában 2–3, egymástól 100–200 m távolságra elhelyezkedő vonalra tagozódtak. A veszélyeztetett terepszakaszokon a vonalak mögött hátsóbb támpontokat létesítettek a lehetséges ellenséges betörések későbbi elreteszése céljából.<sup>13</sup>

**Árok:** az ellenség tüze elleni védelem legegyszerűbb erődített formája. Az árok méretére vonatkozó előírások a különböző nemzetek erődítési utasításaiban eltérnek egymástól, de álta-

<sup>7</sup> A budapesti hídfő német neve: Brückenkopf Budapest.

<sup>8</sup> Vidos Géza: *Háborús emlékeim III. 1944. márc. – szept.* HM HIM Hadtörténeti Múzeum Kéziratok Emlékanyaggyűjtemény, 535–589. fsz., 34–35; HM HIM Hadtörténelmi Levéltár (Budapest), Kriegstagebuch des Oberkommandos der Heeresgruppe Südukraine, Ia Nr. 3649/44 g.Kdos. vom 22. 09. 1944. (625. mikrofilmtekerics, 7.208.597. sz. felvétel.)

<sup>9</sup> A Budapest erőd német neve: *Festung Budapest*.

<sup>10</sup> Fegyvernemi tábornok, nincs magyar megfelelője. Számvéber Norbert: *Konrád 3. Páncéloscsata Budapestért 1945.* Budapest, Paktum Nyomdaipari Társaság, 2001. 503.

<sup>11</sup> Fegyvernemi tábornok, nincs magyar megfelelője. Számvéber (2001): i. m. 503.

<sup>12</sup> Összehasonlításként: Kovács Zoltán Tibor: Műszaki zárak a „Nagy Háborúban”. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24. (2014), 2. 93–107.

<sup>13</sup> Szabó József János: *Erődépítéstudomány a XX. században. Geoinformatikai esettanulmányok.* Budapest, Tinta, 2004. 43.

lánosságban elmondható, hogy 1,5–2 m szélesre és 1,3–1,6 m mélyre ásták azokat, a kitermelt földből pedig hozzátéveleg 0,6 m magas mellvédet emeltek. A lövészárkokat srapelernyőkkel fedték le, és a kialakított lőrésből tüzeltek. Az ellenség oldalazó tüze ellen harántgátakat létesítettek benne, valamint a védelem és a saját csapatok oldalazó tüzeinek biztosítása érdekében az árkok vonalvezetését 8–10 méterenként megtörték. Először lövészgödröket ástak az egyes lövészek számára, majd ezeket kötötték egymásba összefüggő lövészárkokká. Később egyetlen vonal helyett egymás mögött építették ki az árkokat, amelyeket hossz- és haránt irányú közlekedőárkok kötöttek össze. Az óvóárkok fedettek voltak az ellenséges tüzérségi tűz hatásfokának csökkentése érdekében.<sup>14</sup>

*Erődítés:* az erődítés lényege a terepet mesterségesen olyan állapotba hozni, hogy a saját csapatok náluk jelentősen nagyobb létszámú és erejű ellenséges csapatoknak is huzamosabb ideig képesek legyenek ellenállni. Az erődítés fogalma alatt a 20. században a saját élőerő és harceszközök védelmét, a terep műszaki berendezését, a védelem hatásfokának növelését, állások, akadályok, fedezékek, árkok és ezek kiegészítő elemeinek, valamint védelmi létesítmények építését értették. Az I. világháborútól kezdődően a hagyományos állami erődítés (állandó erődítés) mellett egyre jelentősebb lett a tábori erődítés (csapaterődítés).<sup>15</sup>

*Főellenállási öv:* a főellenállási vonal és annak reteszállásai, valamint a fedezőzóna alkotta mélységben tagolt, összefüggő terepszakasz. Fronttal az ellenség várható támadásának irányában kiépített támpontokból és erődítésekből, valamint az azokat árkokkal vagy tűzrendszerrel összekötő erődítési elemekből (árkok, reteszállások, közlekedőárkok, óvóhelyek) állt. Úgy építették ki, hogy képes legyen a peremvonalon áttört ellenség megállítására reteszállásaival még az övön belül. Az I. világháború során a védelem mélysége folyamatosan növekedett. A háború végére kialakult az első és második védőöv alkotta harci zóna, e mögött pedig a hátsó zóna, ahol a hadseregtartalékokat helyezték el. A védelem teljes mélysége így elérte a 25–30 km-t is.<sup>16</sup>

*Főellenállási vonal:* a főellenállási öv ellenség felé eső védőműveit összekötő vonal.<sup>17</sup> Ideális esetben a gyalogság (és az azt megerősítő vagy támogató gyorscsapatok) fegyvereinek tűzrendszere, a szélességben és mélységben rendszertelenül tagolt fészkek és támpontok alkották. Legelől lévő része a peremvonal, az előtt pedig a fedezőzóna vagy biztosítási öv.<sup>18</sup>

*Védőöv:* részét képezi a főellenállási öv és annak főellenállási vonala, első és második védőöve, valamint a fedezőzóna és a reteszállások is.<sup>19</sup>

*Vonal:* mind katonai, mind politikai, mind földrajzi vonatkozásban, több értelemben is használt kifejezés mindkét világháborúban. Katonai-műszaki értelemben egy adott erő-

<sup>14</sup> Szabó (2004): i. m. 43–44.

<sup>15</sup> Szabó (2004): i. m. 24.

<sup>16</sup> Szabó (2004): i. m. 46.

<sup>17</sup> *Hauptkampflinie*, HKL, főharcvonal.

<sup>18</sup> Sárosi Péter – Ravasz István (szerk.): *Magyarország a második világháborúban. Lexikon A–Zs.* Budapest, Petit Real, 1997. 117.

<sup>19</sup> Sziij Jolán – Ravasz István (szerk.): *Magyarország az első világháborúban. Lexikon A–Zs.* Budapest, Petit Real, 2000. 151., 168., 190., 465. és 584.

dítésrendszer összességére értették, annak teljes szélességében és mélységében, például Margit-vonal.<sup>20</sup> Tág értelemben alkalmazva az állás kifejezést, azzal is leírták ugyanezt, például Margit-állás,<sup>21</sup> s ekkor a szövegekörnyezet határozta meg, hogy tulajdonképpen az egész vonalra gondolnak.<sup>22</sup>

### 3. Német erődítési elemek

A különböző lövész- és futóárkok, valamint a támadás és védelem során egyaránt használt erődítési elemek kialakítása visszanyúlik egészen a 14. századig, amikor ostromárkokat és tüzelőállásokat ástak a várak ostromlásához. A II. világháborúban alkalmazott erődítési elemek közvetlen elődjai az I. világháborúban alkalmazottak voltak. Az állásháború során megmerevedett frontvonalakon nagyon precízen kimunkált és nagy mennyiségben előforduló erődítményeket figyelhetünk meg. Alapvetően a II. világháború során is ezeket használták csekély változtatással.<sup>23</sup>

Írásomban azért a következőkben bemutatott erődítési elemeket kutattam és vizsgáltam meg, mert az elkészítés időtartama, bonyolultsága, a hozzá való eszközök mennyisége és a munkálatokhoz szükséges anyagok beszerzésének bonyolultsága rendkívül gyors és egyszerű volt. Ezért ezen erődítési elemek lehetővé tették, hogy egy olyan, rövid idő alatt kiépülő védelmi rendszerben alkalmazzák azokat, mint – általánosságban a Magyarországon kiépült II. világháborús védelmi vonalak – például a Karola-vonal. A német csapatok a német eszközöknek német szabályzatok és utasítások alapján készítették a különböző erődítési elemeket és azok alapján készítették a műszaki záraikat is, így a II. világháború kutatása során célszerű ezeket a dokumentumokat használni a korabeli hatályos magyar szabállyal szemben.<sup>24</sup>

<sup>20</sup> A Margit-vonal német neve: *Margarethenlinie*.

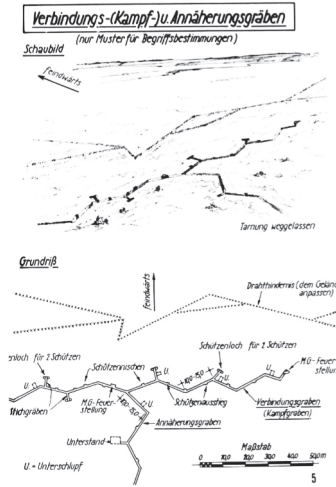
<sup>21</sup> A Margit-állás német neve: *Margarethenstellung*.

<sup>22</sup> A szerző saját definíciója.

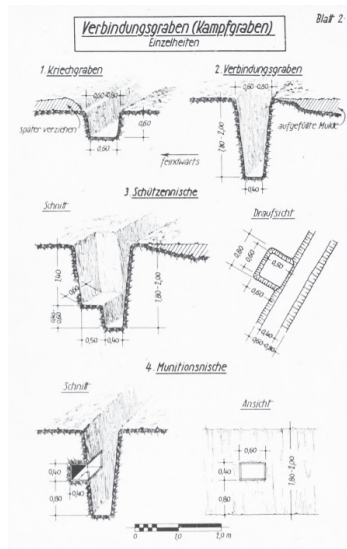
<sup>23</sup> *Merkblatt 57/5 Bildheft Neuzeitlicher Stellungsbau Vom 1. Juni 1944*. Oberkommando des Heeres, GenStbs/Gen d βi u Heft b Chef GenStbs Abt L Nr. 5000/44.

<sup>24</sup> *A magyar királyi honvédelmi minisztérium 55.536/eln. szab. szerk. 1941. sz. körrendeletéhez számú Erődítési utasítás*. Budapest, Pallas Irodalmi Nyomdai Részvénytársaság, 1941.

### 3.1. Kommunikációs (harcoló-) és közlekedőárok



1. ábra: Összekötő- és közlekedőárok  
Forrás: Merkblatt 57/5 (1944); i. m. Blatt 1.



2. ábra: Harcáróktípusok  
Forrás: Merkblatt 57/5 (1944); i. m. Blatt 2.

A harcárok a lövész- és a géppuska-tüzelőállásokat kötötte össze, amelyek hozzávetőleg 8–10 m-re voltak egymástól, és amelyekben a gyalogság helyezkedett el. Az árok vonalát hozzávetőleg 10–15 méterenként megtörték, hogy az védelmet biztosítson a becsapódó lövedékek és robbanótestek repeszeivel szemben, illetve az ellenség ne tudja keresztbe löni azt; 1,8–2 m mély, szélessége a tetején 0,6–0,8 m, az alján pedig 0,4 m volt. Rendelkezett egy 0,6 m magas, az ellenség felé néző oldalon kimunkált padkával, amely lehetővé tette az árokból a kilövést, az abban tartózkodókat pedig óvta. Először kialakították az egyes tüzelőállásokat, majd azokat összekötötték kúszóárokkal, amelyet később a megfelelő szintig mélyítettek. A megközelítőárok tette lehetővé, hogy a lövszék eljussanak a harcárokba, vagy elhagyják azt anélkül, hogy az ellenség tüze veszélyeztetné őket.<sup>25</sup>

Óvóhelyeket<sup>26</sup> is létesítettek a mellvédek alá, ezek biztosították a fedezéket a tüzérségi tűzcsepás vagy bombázás idején. A megközelítőárokból nyíló nagyobb óvóhelyeket<sup>27</sup> is létesíthettek, ezeket precízebben építették ki, nagyobbak is voltak, és magasabb szintű védelmet nyújtottak, mint a mellvéd alatti fedezékek. Megközelíteni ezeket egy folyosón keresztül lehetett. Ez azért volt fontos, mert így az óvóhely bejárata meg volt törve, azt nem lehetett az árokból közvetlen tűz alá venni vagy lefogni. Ezek az óvóhelyek átlagosan 10 katona befogadására voltak ideiglenesen képesek, itt pihentetés nem történt, csak a tüzérségi tűz és a légóriadó idejére húzódtak be a harcoló katonák. A lövészárkok előtt nem robbanó műszaki zárat<sup>28</sup> alkalmaztak, ez lelassította a támadókat, ezáltal azok sokkal tisztább célpontot mutattak.<sup>29</sup>

Időmegtakarítás céljából gyakran előfordult, hogy csak egy kis mélységű kúszóárok készült a közlekedőárokhoz, ezek 0,6–0,8 m szélesek és 0,6 m mélyek voltak. Ebben az esetben kúszva kellett megközelíteni a harcállásokat. A közlekedőárkokból kitermelt földet az árok ellenség felőli oldalán felhalmozták és abból mellvédet építettek. Ebben alakították ki a tüzelőállásokat, valamint ez tovább emelte az árok takarási magasságát.<sup>30</sup>

### 3.2. Lövészgödör egy fő részére („oroszlyuk”)

Ez az erődítési elem az 1943-as erődítési szabályzatban még megtalálható, de az 1944-esben már nem szerepel. Ez a leggyorsabban kialakítható és legegyszerűbb erődítési elem, amelynek már védelmi képessége is van. Először térdelő tüzelőállásnak ásták ki a hozzávetőleg 0,7 × 0,7 m alapterületű részt, amelyet később 0,6 méterről tovább mélyítettek 1,6 m-re, álló tüzelőállásnak. A kiásott földből mellvéd készült az ellenség irányába, ezzel növelve a fedezetet és a tüzelőállás mélységét. A rejtőképességét vagy álcázását álcahalóval növelhették.<sup>31</sup>

<sup>25</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 1.

<sup>26</sup> Az ábrákon gyakran csak rövidítve „U”, mint *Unterschlüpfen*.

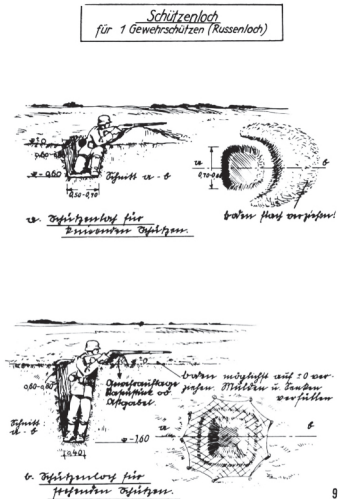
<sup>27</sup> Az óvóhely német neve: *Unterstand*.

<sup>28</sup> Általában szögesdrótot alkalmaztak.

<sup>29</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 1.

<sup>30</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 2.

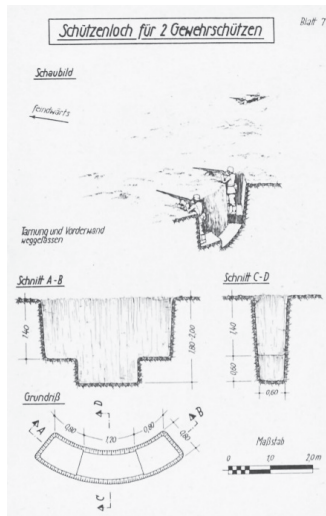
<sup>31</sup> *Bildheft Neuzeitlicher Stellungsbau. German Field Works of World War II*. Bracknell, Bellona Publications Limited, 1969. 8–9. (a továbbiakban: *German Field Works*).



3. ábra: „Oroszlyuk”

Forrás: German Field Works (1969): i. m. 9.

### 3.3. Kétszemélyes lövészgödör

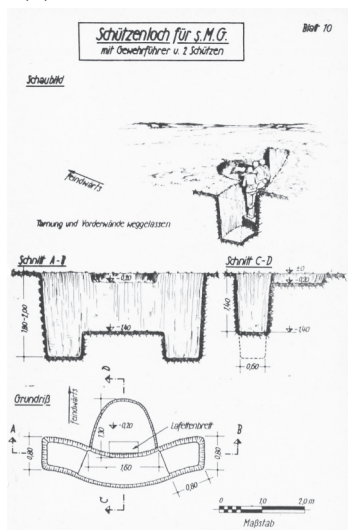


4. ábra: Tüzelőállás 2 karabélyos részére

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 7.

A két karabélyos számára készülő lövészgödör negyed körív alakú volt, amelynek a középső része 0,6 m-rel mélyebben feküdt a széleinél. Ez jelentett fedezéket a katonáknak, ameddig nem váltottak ki tüzet. Hossza hozzávetőleg 2,5–3 m, mélysége a szélein (ahonnan tüzelni lehetett) 1,4 m és a közepén 2 m. Az erődítési utasítás alapján normál talajban 2 katona 5 óra alatt volt képes kiásni a szükséges 3,2 m<sup>3</sup> földet. A munkához elég volt két ásó vagy lapát is.<sup>32</sup>

### 3.4. Géppuska-tüzelőállás (1)



5. ábra: Géppuska-tüzelőállás (1)

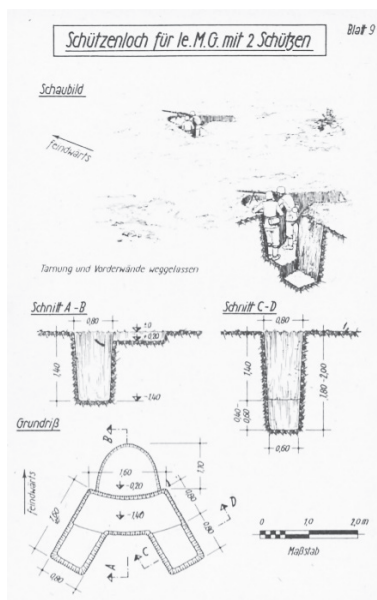
Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 10.

MG34 vagy MG42 fegyverek számára készített tüzelőállás fegyverkezelővel és két lövésszel. Alakja és méretei megegyeznek a kétszemélyes lövészgödörrel, de van egy markáns különbség a kettő között. A géppuska-tüzelőállás középső része 1,4 m mély, és a szélei voltak mélyebbek (1,8–2 m). Ez azzal magyarázható, hogy a géppuskát az árok közepén helyezték el, ezáltal az árok félkör alakja nagyobb mozgásteret, tüzelési szektort biztosított a fegyvernek. Jelen esetben az árok szélei voltak a mélyebbek és ezek nyújtottak nagyobb védelmet szükség esetén. Az árok elülső részét egy hozzávetőleg 1,3 m sugarú körben 0,2 m mélységig mélyítették, hogy így maga a géppuska is védettebb pozícióban legyen. Elkészítéséhez 3 katonának 4 órát kellett ásnia, és eközben hozzávetőleg 4 m<sup>3</sup> földet kellett megmozgatniuk.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 7.

<sup>33</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 10.

### 3.5. Géppuska-tüzelőállás (2)



6. ábra: Géppuska-tüzelőállás (2)

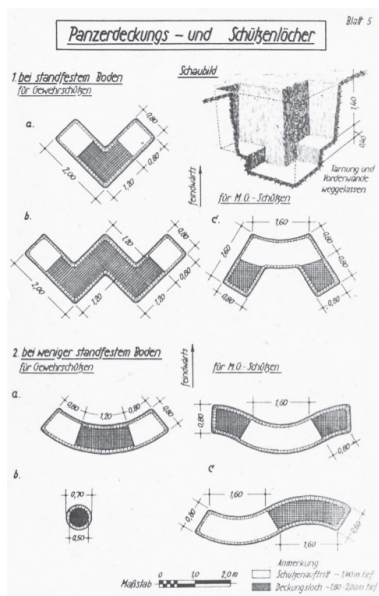
Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 9.

MG34 vagy MG42 fegyverek számára készített tüzelőállás fegyverkezelővel és irányzóval. Az előző pontban leírtakhoz képest ez a tüzelőállás abban tér el, hogy itt a géppuskának egy irányzó katonája van, míg a másik erődítésnél két karabélyos katona helyezkedett el vele egy árokban. Félkör helyett itt fordított V alakban helyezkedik el az árok, és a V szárainál éri el a hozzávetőleg 1,9 m-es mélységet. A V szárainál, illetve a tüzeléshez kialakított padkánál az árok 0,8 m széles volt. Az árok elülső részét itt is 0,2 m mélységig mélyítették, viszont csak egy hozzávetőleg 1,1 m sugarú körben. A 3 katona normál körülmények között hozzávetőleg 4 óra alatt volt képes kiásni a szükséges  $4 \text{ m}^3$  földet.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 9.



### 3.6. Tüzelőállás harckocsi elleni védelemmel



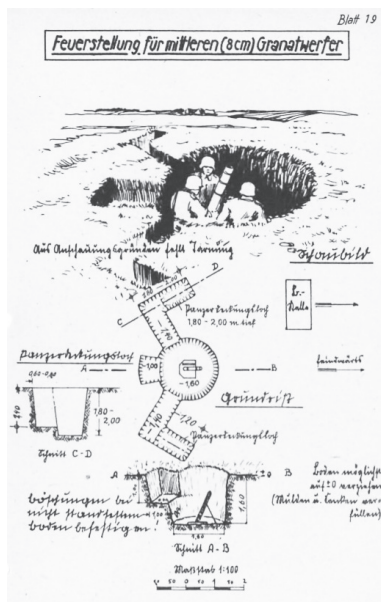
7. ábra: Tüzelőállás harckocsi elleni védelemmel

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 5.

Készítettek harckocsibiztos tüzelőállásokat is 1 és 2 személy részére. Ezeknek a lényege abban rejlett, hogy a tüzelőállás egyik része mélyebb volt, körülbelül 2 m, a tüzelésre alkalmas rész pedig csak 1,4 m-rel húzódott a felszín alatt. Ez a mélység (illetve az oldalfalak megtámasztása nem megfelelő talajon) lehetővé tette, hogy az ebben harcoló katonák túléljék egy harckocsi áthaladását az árok felett úgy, hogy annak oldalfalai kibírják a jármű okozta terhelést és ne omoljanak be. Amennyiben a katonák a harckocsik alá, mellé vagy esetleg mögé tudtak kerülni, nagyon nagy előnyt szereztek azok megsemmisítéséhez vagy mozgásképtelenné tételéhez. Ezért is alkalmaztak előszeretettel ilyen erődítési elemeket. A különböző talajszerkezetekben és az elhelyezni kívánt fegyverek alapján különböző formájúra készítették ezeket a tüzelőállásokat. Ezek kialakítása mérettől és a talajtól függően 3 katonának átlagosan 3-4 órájába telt, a munkálatok során átlag 3-4 m<sup>3</sup> talajt mozgattak meg.<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 5.

### 3.7. 8 cm-es gránátvető tüzelőállása



8. ábra: 8 cm-es gránátvető-tüzelőállás  
Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 19.

Ez az erődítési elem a 8 cm-es gránát-/aknavetőnek készült. Az erődítési utasításban a gránátvető<sup>36</sup> és az aknavető<sup>37</sup> tüzelőállásai között nem találtam különbséget, ugyanis a II. világháborús német szaknyelv mind a kettőre a „Granatwerfer” szót használta, ezért az erődítési szabályzatban a 81 mm-es aknavetőnek külön erődítési építménye nem található.

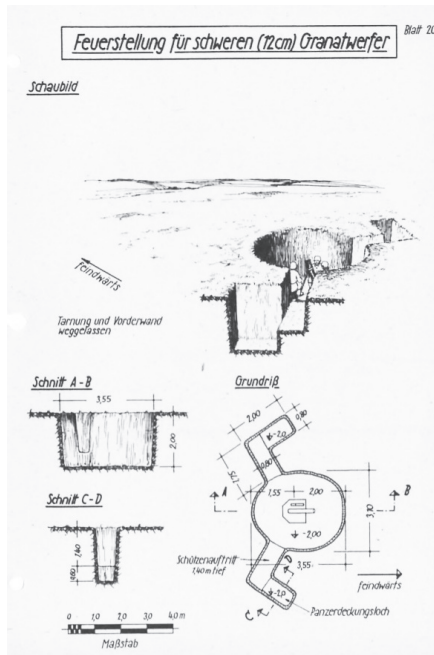
A gránátvető tüzelőállását egy 1,6 m átmérőjű, kör alakú, hozzávetőleg 2 m mély alapgyödör jelentette. Itt helyezték el a fegyvert. A saját oldal felőli részen egy 1 × 1 × 1 m-es részt is kiástak, itt tudták elhelyezni a lőszer-javadalmazást. A tüzelőálláshoz tartozott két L-alakú kiszögellés is, amelyek összesen hozzávetőleg 2,5 m hosszúak voltak. Ezek a személyi állomány védelmét szolgálták és tüzelőállásként is használhatók voltak, ha tűzharca került a sor. Amennyiben nem volt elég idő a precíz kialakításra, a tüzelőállás megfelelő alakját elkészítették, és a kitermelt földet mellvédként halmozták fel, ezzel növelve annak védelmi képességét. A tüzelőállás kialakítása időigényes volt, ugyanis hozzávetőleg 12 m<sup>3</sup> földet kellett hozzá megmozgatni, ami 5 embernek 6 órájába telt.<sup>38</sup>

<sup>36</sup> A gránátvető német neve: *Granatwerfer*.

<sup>37</sup> Az aknavető német neve: *Minenwerfer*.

<sup>38</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 19.

### 3.8. 12 cm-es gránátvető tüzelőállása



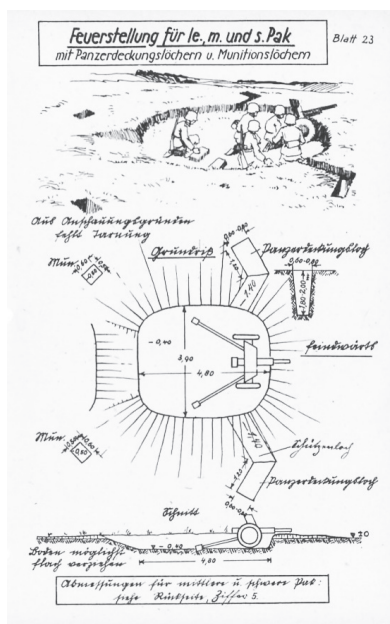
9. ábra: 12 cm-es gránátvető-tüzelőállás

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 20.

A 12 cm-es gránátvető-tüzelőállás alapgödre egy 3,5 m átmérőjű, 2 m mélységű kör alakú mélyedés. Az alapgödorből ugyancsak két L-alakú árok húzódott. Ez egy esetlegesen becsapódó lövedék légnyomásától védte a kezelőszemélyzet azon tagjait, akik abban tartózkodnak. Az L-alakú árok és az alapgödör találkozásánál elhelyezkedett egy 0,6 m magas padka, amely bár nehezítette a megközelítést, további védelmet jelentett a repeszek és a légnyomás ellen. A 8 és 12 cm-es gránátvető-tüzelőállásokat célszerű volt a környező tereppel egy szintben elkészíteni, körülötte a kitermelt földet egyenletesen elplanírozni. Mellvédet csak akkor emeltek a kitermelt talajból, ha a rendelkezésre álló idő nem tette lehetővé az erősítési elem teljes mélységének kiépítését. Az erősítés elkészítéséhez hozzávetőleg 22 m<sup>3</sup> földet kellett megmozgatni, amely 5 katonának másfél napjába telt.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 20.

### 3.9. Nehéz, közepes és könnyű páncéltörő-lövegállás



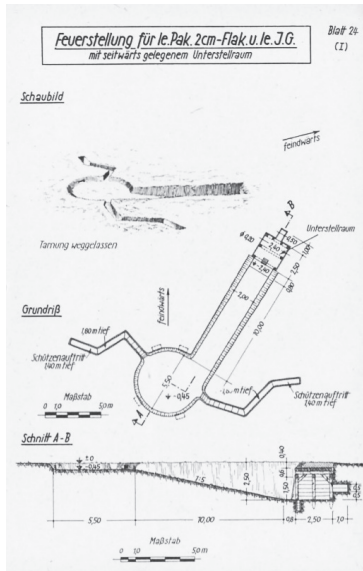
10. ábra: Páncéltörő-lövegállás

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 23.

Ez az erősítési elem páncélos elleni védőárokcal, illetve lőszer tároló rekesszel készült. Az ágyúk alacsony felépítése miatt és azért, hogy a löveg minden irányba tudjon tüzelni, a lövegállás alacsony mélységű volt, ez hozzávetőleg 0,4 m-t jelentett. Az alap gödör 4,8 m hosszú és 3 m széles volt, ez biztosította a páncéltörő ágyú minden irányba történő használatát. A mélyedéshez tartozott 2 darab, az előbbieken már többször tárgyalt, 2 m mély L alakú védőárok, amely az 5 fős legénységet védte a harckocsik áthajtása és a különböző repeszek ellen. A lőszer két, az állás mögött található 0,5 × 0,6 × 0,5 m méretű gödörben tárolták. Az erősítési elem elkészítése 6 katonának 6 órájába telt, és ez alatt 6 m<sup>3</sup> földet kellett megmozgatniuk.<sup>40</sup>

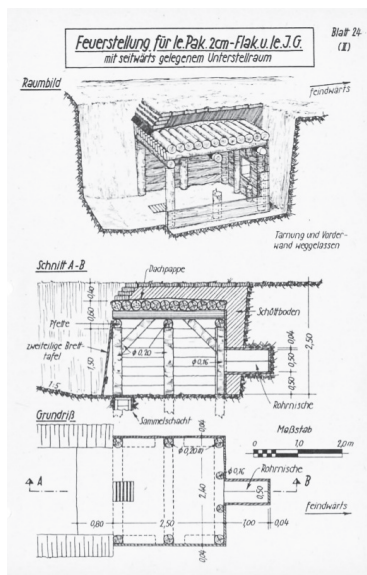
<sup>40</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 23.

### 3.10. Lövegállás könnyű páncéltörő löveg és 2 cm-es légvédelmi ágyú számára fedezékek a lövegek



11. ábra: Könnyű páncéltörő ágyú-tűzelőállás I.

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 24.



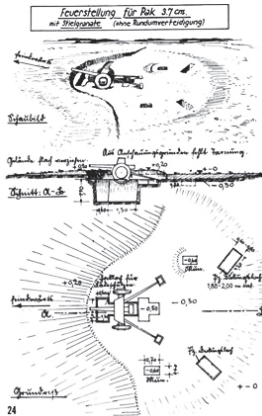
12. ábra: Könnyű páncéltörő ágyú-tűzelőállás II.

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 24.

Az eddig ismertetett építményekhez képest ez sokkal több munkával és időfelhasználással kiépített erődítési elem volt, amely a lövegnek épített fedezékkel jelentősen nagyobb védelmet biztosított eszköznek és kezelőinek. Az átlagosnak számító lőszerödrök, valamint a harcokcsi- és lövedékbiztos fedezékek mellett már a fegyvereknek is biztosítottak fedezéket. A tüzelőállás hátuljából 25%-os lejtő segítségével lehetett a fegyvert egy faszerkezettel megerősített üregben elhelyezni. A 10 m hosszú lejáró lehetővé tette, hogy az eszközt az ellenséges tüzéséigi vagy légcsapás idejére gyorsan a fedezékbe mozgassák. A löveg és a legénység még egy tüzéséigi záróüzet is képes volt túlélni a felszín alatt 1 m-rel elhelyezkedő objektumban. Az 5,5 m átmérőjű, 0,45 m mély, kör alapú tüzelőálláshoz tartozott 4 db lőszer tároló rekesz és a korábbiakban megismert karabély-tüzelőállás vagy személyi fedezék is. Ennek elkészítése 6 katona 6 órájába telt, és 6 m<sup>3</sup> talajt kellett hozzá megmozgatni.<sup>41</sup>

A löveg fedezékének elkészítése 9 főnek és parancsnokuknak 5 napba telt, ezért csak magasabb készenléti fokban, huzamosabb idejű védelemre történő berendezéskor alkalmazták. A 2,5 m hosszú és 2,4 m széles állást 8 db fagerenda vagy rönk támasztotta függőlegesen. A falakat merevítés céljából falalánkkal fedték be. A tetőt tartó gerendaszerkezeten két sorban helyeztek el farönköket, amelyeket felülről földdel fedtek. Az állás végében megtalálható volt egy kéményszerű vájat is, amelyet menekülő útvonalként lehetett használni. A fedezék elkészítéséhez jelentős szerszám és faanyag megléte is szükséges volt, valamint a munkálatok során a megmozgatni szükséges 75 m<sup>3</sup> talaj is jelentősnek számít.<sup>42</sup>

### 3.11. Lövegállás 3,7 cm-es páncéltörő ágyú számára



13. ábra: Lövegállás 3,7 cm-es páncéltörő ágyú számára

Forrás: German Field Works (1969): i. m. 24.

Ebben a tüzelőállásban az ágyú egy előre meghatározott tengely mentén tudott tüzelni, amelyet kialakításakor beásta az állásban. A tüzelőállások előre megtervezett védelmi terv része-

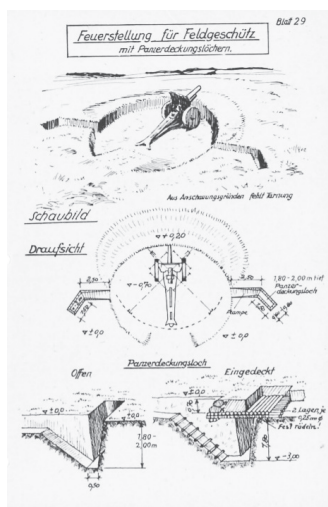
<sup>41</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 24.

<sup>42</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 24.

ként készültek, ahol az eszközök körkörös tüzelése nem volt követelmény. A kezelőszemélyzet az ágyú mellett kiásott gödrökből tudta ellátni feladatát, ezért tudott csak rögzített tengely mentén tüzelni, minimális oldalirányzási szöggel. Az egész állás hozzávetőleg 0,5 m-rel volt a felszín alatt, a 0,3 m mélyre süllyesztett tüzelőállás előtt felhalmozták a kitermelt földet, amely 0,2 m magas volt. A lőszerátoló rekeszek és az egyéb fedezékek a már korábban említettekkel megegyeztek.<sup>43</sup>

Az építmény az 1943-as szabályzatban még szerepel, de az 1944-esben már nem. Feltehetően kivették, és a már korábban bemutatott páncéltörő ágyú-tüzelőállásokat alkalmazták inkább, ezt az is indokolja, hogy a háború előrehaladtával már nem preferálták a rögzített eszközöket, és fontosabbá vált az ágyúk körkörös védőképessége.<sup>44</sup> Nem utolsósorban idetartozik, hogy a háborúnak ebben a szakaszában a 3,7 cm-es páncéltörő ágyú kis űrméretével már alkalmatlannak bizonyult a harcokcsik leküzdésére.

### 3.12. Tábori ágyú-tüzelőállás



14. ábra: Tábori ágyú tüzelőállása  
Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 29.

A tábori ágyúknak készült tüzelőállás egy 5 m átmérőjű, kör alapú 0,7 m mély gödör kiásásával kezdődött. Azért szükséges ez a nagy átmérőjű kör, mert így az ágyú tengelye mindkét irányba 45°-kal elfordítható volt. A kiásott földből egy 0,2 m magas mellvédet készítettek. Ennek magassága nem haladhatta meg a szabványosat, mert az már az ágyú használatát akadályozta volna, így egy nagyobb területű, de 0,2 m magas mellvéd jött létre.<sup>45</sup>

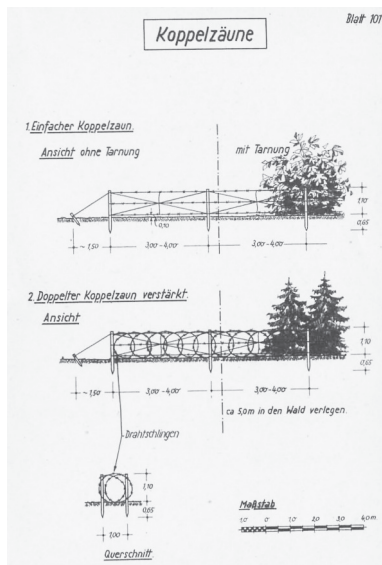
<sup>43</sup> German Field Works (1969): i. m. 20. és 24.

<sup>44</sup> German Field Works (1969): i. m. 20. és 24.

<sup>45</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 29.

Az előzőkhöz hasonlóan itt is elhelyeztek ellenséges páncélosoktól védő L-alakú óvóárkokat. Viszont itt az L szaraitól egy lejáró vezetett a legalább 2 m mély védőárokba, amely nyitott kialakítású volt. A fedett óvóárok esetében a lehajtót 3 m mélységig ásták ki, a védelmet egy 0,7–1 m vastag farönkökből vagy gerendákból és földből, valamint homokzsákokból épített födémszerkezet biztosította. A tábori ágyú tüzelőállásának elkészítése 6 katonának 4 óráját vette igénybe, és ezalatt hozzávetőleg 20 m<sup>3</sup> földet kellett megmozgatniuk.<sup>46</sup>

### 3.13. Nyílt területekre telepített drótkerítés



15. ábra: Nyílt területekre telepített drótkerítés

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 101.

A gyalogság elleni legalapvetőbb erődítési elem a szögesdrótkerítés. Ez a drótkerítéstípus a legegyszerűbben felépíthető a bemutatottak közül, ezért ezt leginkább földterületek határolására és nem az élőerő ellen alkalmazták, viszont szükséges nyersanyag hiányában az élőerő ellen is használhatták. Ezt a drótkerítést 3 sor vízszintes, valamint minden szegmensében 2 pár keresztbe húzott szögesdróthuzal alkotta. A kerítés oszlopai 3–4 m-re voltak egymástól, magassága pedig hozzávetőleg 1,1 m volt. Az oszlopokat 0,65 m mélységig szúrták le. 1000 m kerítés elkészítéséhez 270–350 db 10 cm átmérőjű és legalább 1,75 m hosszú fakaróra volt szükség. 16 tekercs<sup>47</sup> szögesdrót, 6 tekercs 3 mm-es és 1 tekercs 1 mm-es sima drót, valamint 2000 db rögzítőcövek alkotta a felépítményt.<sup>48</sup>

<sup>46</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 29.

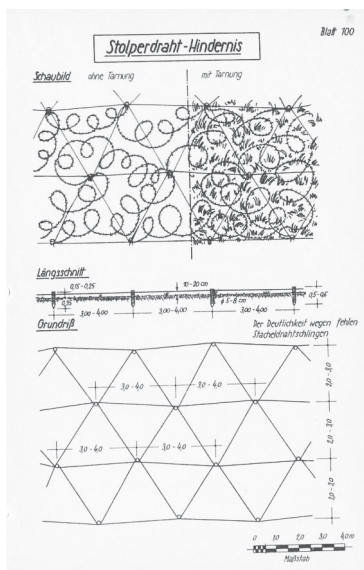
<sup>47</sup> Minden egyes dróttekercsre 200 m dróthuzal volt feltekerve.

<sup>48</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 101.



Megerősített változatában két, az alább említett, egymástól 1 m-re levő párhuzamos kerítés között henger alakú szögesdrótot helyeztek el. Így az alapkerítés anyagszükségletének kétszeresére volt szükség, illetve még további 20 tekerecs szögesdróra a henger kialakításához.<sup>49</sup>

### 3.14. Botlódrotakadály



16. ábra: Botlódrotakadály

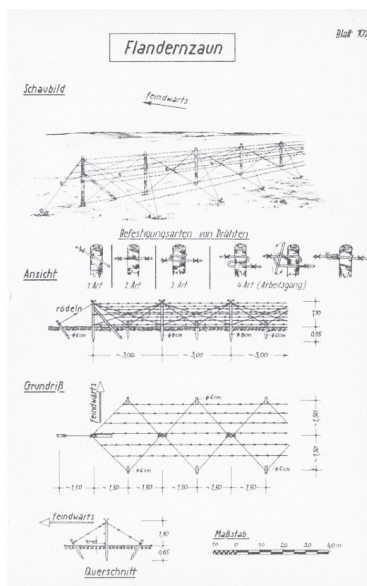
Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 100.

A botlódrotakadályt úgy készítették, hogy 0,5–0,6 m hosszú cövekeket szúrtak le a földre hozzávetőleg 0,35 m mélyen, így egy 0,15–0,25 m-es részük még a földfelszín fölé emelkedett. A cövekeket szélességében 3–4 m-re, mélységben pedig 2–3 m-re helyezték el a sorokat sakktablaszerűen eltolva egymástól. Ezekre a cövekekre drótból háromszögletű alapfelületet készítettek, amelyet később szögesdróttal borítottak be. A szögesdrótot a drót alapfelülethez és a talajhoz rögzítették, szükség esetén álcázó anyagokkal is boríthatták. 1000 m<sup>2</sup> elkészítése 6 embernek és parancsnoknak 1 napba telt. A botlódrotakadályt ezt a felületet, ha az 6 m széles, 165 m; ha 7 m széles, 140 m; ha 8 m széles, 125 m, és ha 9 m széles volt, akkor 110 m hosszúsággal adta ki. Ennek elkészítéséhez 150–250 db 8 cm átmérőjű, legalább 0,5 m hosszú cövekre, 2000 m (vagyis 10 tekerecs) szögesdróra, 2000 m sima vékony (kötöző) dróra és hozzávetőleg 500 db rögzítőcövekre volt szükség.<sup>50</sup>

<sup>49</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 101.

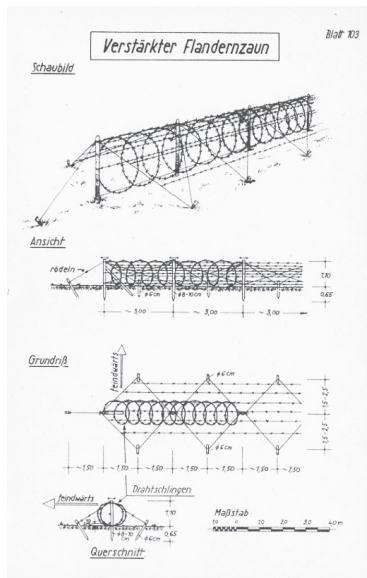
<sup>50</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 100.

### 3.15. Flandriai kerítés



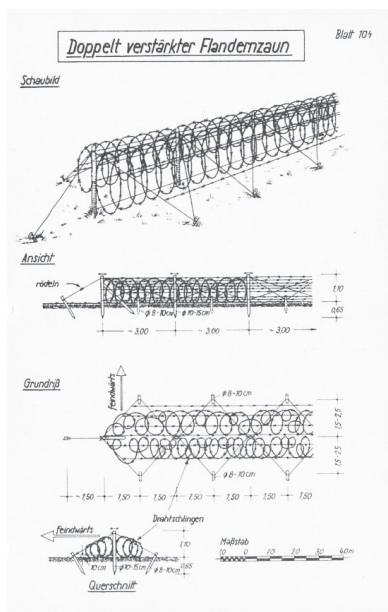
17. ábra: Flandriai kerítés

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 102.



18. ábra: Megerősített flandriai kerítés

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 103.



19. ábra: Dupla megerősített flandriai kerítés  
 Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 104.

A flandriai kerítés a gyalogság ellen alkalmazott nem robbanó műszaki zár volt. Nevét az I. világháborúból „hozta magával”, ugyanis a nyugati hadszíntér flandriai szakaszán alkalmazták először. Az alapkerítést egymástól 3 m-re elhelyezett 1,75 m hosszú oszlopokból készítették, amelyeket 0,65 m mélyen ástak be, a még így kiálló 1,1 m-es oszlopokra három sorban szögesdrótot erősítettek. Az oszlopok között (egyenlő távolságra azoktól) a kerítés vonalára merőlegesen 1,5 m-re cövekeket szúrtak le, amelyeket dróttal az oszlopok csúcsaihoz kötöttek, így a kerítés vonalára merőlegesen sátoralak jött létre. A kerítés oszlopait és a cövekeket összekötő dróra további 3–3 sor szögesdrót került.<sup>51</sup>

A megerősített flandriai kerítés elkészítéséhez további szögesdróra volt szükség, amelyet a kerítés fő vonalára tekercs formájában helyeztek fel. Így itt a cövekek a kerítés vonalától akár 2,5 m-re is elhelyezkedhettek. Ez nagyon hasonlóan készült a mezőkre készített drótkerítés megerősített változatához és az ott leírtakhoz.<sup>52</sup>

500 m elkészítése 40 embernek és a 4 csoportparancsnoknak (rajparancsnoknak) 1 napba telt. 1000 m elkészítéséhez szükség volt 350 db 10 cm átmérőjű, 1,75 m hosszú faoszlopra, 700 db 6–8 cm átmérőjű 0,75 m hosszú cövekre és 3000 db rögzítőcövekre. A sima flandriai kerítéshez, amennyiben csak az egyik oldalát építették ki sátorszerűre, 40 tekercs szöges-, 12 tekercs 3 mm átmérőjű és 2 tekercs 2 mm átmérőjű dróra volt szükség. Ha a kerítés mindkét

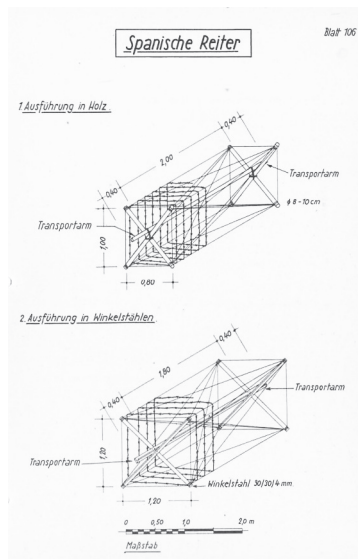
<sup>51</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 102.

<sup>52</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 103.

oldalát kiépítették, akkor 80 tekercs szöges-, 20 tekercs 5 mm átmérőjű és ¼ tekercs 2 mm átmérőjű drótra volt szükség. A megerősített változathoz 25 tekercs további szögesdrót kellett.<sup>53</sup>

Készíthettek duplasoros megerősített flandriai kerítést is, itt a szögesdróthenger nem a kerítés fő tartóoszlopaira került, hanem a kerítés vonala mellé, a sátorforma alá, a kerítés mindkét oldalán, innen származik a dupla elnevezés. Ehhez a flandriai kerítés anyagszükségletén felül még 50 tekercs szögesdrótra volt szükség.<sup>54</sup> Itt említem meg, de nem csupán a flandriai kerítésre volt igaz, hogy aknamező telepítésével is kombinálhatták.

### 3.16. Spanyolbak



20. ábra: Spanyolbak

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 106.

Az erődítési elem nevének tükörfordítása spanyollos<sup>55</sup> lenne, de ez terminológiailag értelmetlen, ezért használom rá a spanyolbak kifejezést. Elkészítése egyszerű volt, és nem igényelte, hogy helyben készítsék el, így a már elkészített elemeket is lehetett az alkalmazás helyére szállítani. Összeszereléskor két-két farúdból „X” alakot erősítettek össze, amelyet egy 2 m hosszú oszlophoz kapcsoltak. Szélessége 0,8 m, magassága 1 m és hosszúsága 2 m volt. Szükség és/vagy igény szerint készíthették szögacélokából is a vázat, amely így különböző méretekben készülhetett.<sup>56</sup>

<sup>53</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 102–103.

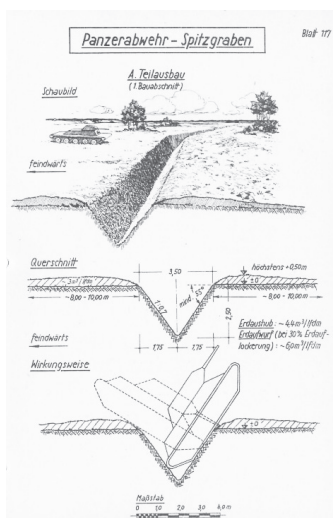
<sup>54</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 104.

<sup>55</sup> Németül: *Spanische Reiter*.

<sup>56</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 106.

20 db elkészítése 10 főnek és parancsnokuknak 1 napjába telt. Elkészítéséhez 3 db 8–10 cm átmérőjű, 2 m hosszú farúdra, fél tekerics szögesdrótra, 20 m 2 mm-es drótra és 20 rögzítő-cövekre volt szükség.<sup>57</sup>

### 3.17. Harckocsiárok (1)



21. ábra: Harckocsiárok (1)

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 117.

A harckocsiárok pereménél mért szélessége 3,5 m, mélysége pedig 2,5 m volt. Úgy építették ki, hogy a földfelszín és az árok oldala által bezárt szög  $55^\circ$  legyen. Ez éppen elég ahhoz, hogy meghaladja egy harckocsi első terepszögét, tehát ha orral előre belebukott, akkor nem volt képes kijönni az árok másik oldalán. Mivel ez a szög az általános hátsó terepszögeknél is nagyobb, a harckocsik tolatva sem tudták leküzdeni a műszaki zárat.

Elkészítésekor 1,5 m-es mélységig függőlegesen ástak, ezt követően egy rövid szakaszon kimélyítették a megfelelő mélységűre, majd innen oldalirányba termelték ki a földet, ezzel álcázva és védve is voltak a végrehajtó állomány tagjai bizonyos munkafázisokban. 100 katonának napi 10 óra munkával 22 napig tartott egy 1000 m-es szakasz elkészítése.<sup>58</sup> Ennek a 100 embernek 50 db lapátra, 30 db csákányra,<sup>59</sup> 20 db ásóra, 10 db talicskára és 1 db mérőszalagra<sup>60</sup> volt szüksége. 1000 m hosszúságú harckocsiárok elkészítéséhez 4400 m<sup>3</sup> földet kellett

<sup>57</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 106.

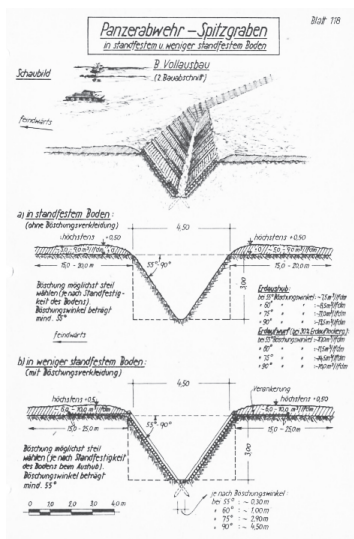
<sup>58</sup> Ha katonánként napi átlagos 2 m<sup>3</sup> föld megmozgatásával számolunk.

<sup>59</sup> A csákány németül *Spitzhacke*, ám a forrásban *Kreuzhaden* olvasható. Ezt elírásnak vagy a szó régi alakjának tulajdonítva, valószínűsíthető a csákány, miután a *Kreuzhacke* a mai német nyelvben kétféjű csákányt jelent; az 1906-ban kiadott osztrák–magyar katonai szótárban szereplő *Kreuzhieb* pedig keresztvágót. Ezt a gondolatmenetet erősíti, hogy a földmunkáknál szükség lehet csákány használatára, például a mai műszaki szabályzatokban a III-as és IV-es keménységű talajt legalább csákánnyal lehet fejteni, lapáttal vagy ásóval már nem.

<sup>60</sup> Németül: *Bandmaß*.

megmozgatni, amelyet az árok két szélén hozzávetőleg 8–10 m-es szélességben elplaníroztak (elegyengettek), ezzel további 0,5 m-rel növekedett az árok falának magassága, majd ezt a friss földet gyeptéglákkal és más szükséganyagokkal álcázták.<sup>61</sup>

### 3.18. Harkocsiárok (2)



22. ábra: Harkocsiárok (2)

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 118.

Az 1-es típust akkor használták, amikor szükséges volt egy terület harkocsiárokkal való műszaki zárása, viszont az adott terület még nem volt stabilan a német csapatoké. A 2-es típust pedig akkor alkalmazták, amikor egy területet már határozottan a német fél birtokolt, így ott megfelelő mennyiségű idő volt a védművek kialakítására. Ilyen eset lehetett egy arcvonaltól még távol eső, műszaki zárásra kijelölt terepszakasz, mint az Attila- és Karola-vonalak.

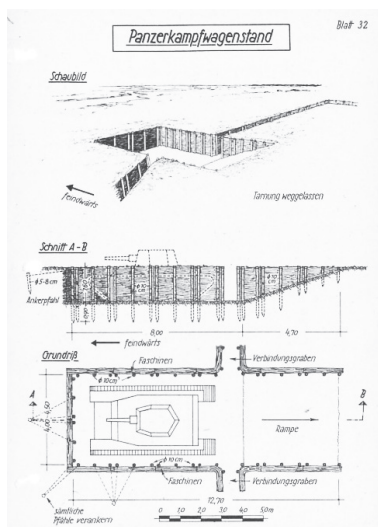
A 2-es típusú harkocsiárok a földfelszín szintjén 4,5 m széles, mélysége pedig 3 m volt. A földfelszín és az árok oldalfala 55–90°-os szöget zárt be egymással. Ez a szög minél nagyobb volt, annál jobb volt az árok védőképessége, de a kialakítása is nehezebb volt. Az 55°-os oldalszögű árok 1000 m-éhez 7500 m<sup>3</sup>, a 90°-os oldalszögűnek 1000 m-éhez 13 500 m<sup>3</sup> földet kellett megmozgatni. Ezt a földet az árok két szélén hozzávetőleg 15–25 m-es szélességben elplanírozták, ezzel további 0,5 m-rel növekedett az árok falának magassága, amit hasonló módon álcáztak, mint az 1-es típusét. 100 katonának napi 10 óra munkával 37 napig tartott egy 55°-os és 68 napig egy 90°-os 1000 m-es szakasz elkészítése.<sup>62</sup>

<sup>61</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 117.

<sup>62</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. 118. Ha katonánként napi átlagos 2 m<sup>3</sup> föld megmozgatásával számolunk.

A harckocsiárok elkészítéséhez 3000 db 15–20 cm átmérőjű 5 m hosszú, és 3000 db 8 cm átmérőjű, 0,8 m hosszú farönkre volt szükség. A munkacsoportnak, azaz 10 főnek és vezetőjüknek a munkához szüksége volt 5–5 db lapátra, ásóra, 3 db csákányra és 1–1 db vésőre, drótvágóra, fejszére, bontókalapácsra, kalapácsra, fogóra és talicskára.<sup>63</sup>

### 3.19. Harckocsi-tüzelőállás körkörös kilövési szektorral



23. ábra: Harckocsi-tüzelőállás körkörös kilövési szektorral

Forrás: Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 32.

A harckocsi-tüzelőállás 8 m hosszú, 4–4,5 m széles és 1,6 m mély volt. A tüzelőálláshoz tartozott egy 4,7 m hosszú rámpa is, amelynek segítségével a harckocsi a saját csapatok felőli oldalán a tüzelőállásba leereszkeszhetett. Ez ugyan mintegy 4–4,5 m széles volt és a talaj szintjétől 1,6 m-es mélységig ereszkedett egyenletesen. A rámpa és a harckocsi tüzelőállásának kapcsolódásánál lehetett az erőd elemet a gyalogság által használt közlekedőárokkal összekötni, vagy ha azt sík területen építették úgy, hogy a közlekedőárok vonala ide essen. Az oldalai zsaluzva voltak, leszúrt támasztóoszlopokkal és azok között vesszőfonattal. A támasztóoszlopokat a tüzelőállás falától hozzávetőleg 2 m-re lévő rögzítőoszlopokhoz erősítették dróttal, ami még ellenállóbbá tette azt.<sup>64</sup>

Elkészítése 9 katonának és parancsnoknak 5 napba telt, ami alatt 80 m<sup>3</sup> földet kellett megmozgatniuk. Kialakításához szükség volt 10 cm átmérőjű faoszlopokból 38 db 2,5 m; 2 db 2 m; 4 db 1,5 m és 4 db 1 m hosszúságúra. 16 db 5–8 cm átmérőjű, 0,75 m hosszú rögzítőoszlop kellett a zsalu támasztóoszlopainak megerősítéséhez, ezeket összesen 150 m, 2 mm

<sup>63</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. 118.

<sup>64</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 32.

átmérőjű dróttal kötözték egymáshoz. A zsaluzás elkészítéséhez 40 m<sup>2</sup> vesszőfonatra volt szükség. A munkálatokhoz szükség volt továbbá 3–3 db ásóra, lapátra, 1–1 db vésőre, fejszére, szalagfűrészre, méterrúdra, döngölőre, szöghúzóra és talicskára.<sup>65</sup>

## 4. Összegzés

Az előző oldalakon bemutattam a német csapatok által a II. világháború második felében (1943–1945-ben) alkalmazott általános erődítés elemeit.

A német és magyar erődítési utasítások egyes erődítési elemekre vonatkozó szabályzói, a kialakítás menete, a felhasznált anyagok nagy hasonlóságot mutatnak, de mivel a Karolavonal és a Magyarország területén található védelmi vonalak nagyrészt német tervek alapján készültek, és az azokban harcoló erők között is a németek voltak többségben, ezért a német technikai eszközöknek valószínűleg német utasítás alapján építettek erődítési építményeket. Ebből kifolyólag használtam a német erődítési utasítást a kutatás során a magyarral szemben.

Munkám eredményeit elsősorban a Magyarország területén II. világháborús csatatereket vizsgáló kutatók tudják felhasználni, akik ennek segítségével könnyebben azonosíthatnak egy-egy erődítési elemet a terepen még akkor is, ha azokat az idő vasfoga már jócskán megtépázta. Közvetetten a hadisírkutatók munkáját is nagyban elősegítheti az eredmény, akik ennek segítségével pontosabb képet kaphatnak az egykori erődítési elemek kialakításáról és méreteiről, amely előmozdíthatja a csatatereken elesett és máig ott nyugvó katonák megtalálásának esélyét.

A II. világháborús német erődítési elemeket vizsgálva párhuzamokat és ellentéteket vonhatunk le a napjainkban alkalmazott erődítési és műszaki zárasi eljárásokkal. A történelem ezen oldalának ismerete pedig közvetett módon elősegítheti a jövőben az erődítési és műszaki zárasi eljárások folyamatos fejlesztését, modernizálását.

A legszélesebb körű vizsgálat érdekében megpróbáltam hozzáférni minden, a témához kapcsolódó forráshoz és szakkönyvhöz. Az általános erődítés témájában a korabeli német erődítési utasításokat tudtam felhasználni. Ezek elsődleges forrásoknak számítottak, ugyanis itt a fő forrásokból dolgoztam, amelyeket más szerzők még nem kutattak és publikáltak. A jelzett időszakban hatályos erődítési utasítások 1943-ban és 1944-ben keletkeztek.

## Felhasznált irodalom

*A magyar királyi honvédelmi minisztérium 55.536/el. szab. szerk. 1941. sz. körrendeletéhez számú Erődítési utasítás.* Budapest, Pallas Irodalmi Nyomdai Részvénytársaság, 1941.

Ádám Balázs: A II. világháború nyomainak terepi kutatása Heréden és környékén. *Hadtörténelmi Közlemények*, 134. (2021), 3. 639–672.

*Bildheft Neuzeitlicher Stellungsbau. German Field Works of World War II.* Bracknell, Bellona Publications Limited, 1969.

<sup>65</sup> Merkblatt 57/5 (1944): i. m. Blatt 32.



- HM HIM Hadtörténelmi Levéltár (Budapest), Kriegstagebuch des Oberkommandos der Heeresgruppe Südukraine, Ia Nr. 3649/44 g.Kdos. vom 22. 09. 1944. (625. mikrofilmtekercs, 7.208.597. sz. felvétel)
- Jóvérné Szirtes Ágota – Sipos Péter – Székely Gábor: *Történelem IV. 1914–1994*. Budapest, Cégér, 1995.
- Juhász Attila: *A XIX–XX. századi tábori erődítések a Kárpát-medencében. Hadtörténelmi rekonstrukció térinformatikával*. Budapest, Tinta, 2004.
- Juhász Attila – Mihályi Balázs: Budapest védelmi vonalainak rekonstrukciója (1944). *Geodézia és Kartográfia*, 55. (2003), 6. 33–37.
- Juhász Attila – Mihályi Balázs: Második világháborús objektum és esemény-rekonstrukció. *Acta Agraria Kaposvariensis*, 8. (2004), 3. 35–60.
- Kovács Zoltán Tibor: Műszaki záruk a „Nagy Háborúban”. *Műszaki Katonai Közlöny*, 24. (2014), 2. 93–107. Online: <https://doi.org/10.32562/mkk.2014.2.5>
- Merkblatt 57/5 Bildheft Neuzeitlicher Stellungsbau Vom 1. Juni 1944*. Oberkommando des Heeres, GenStbs/Gen d ßi u Heft b Chef GenStbs Abt L Nr. 5000/44.
- Sipos Péter – Ravasz István (szerk.): *Magyarország a második világháborúban. Lexikon A–Zs*. Budapest, Petit Real, 1997.
- Szabó József János: *Erődépítészet a XX. században. Geoinformatikai esettanulmányok*. Budapest, Tinta, 2004.
- Számvéber Norbert (szerk.): *Erőd a Duna mentén. A Budapestért 1944–45-ben folytatott harcok katonai iratai a Hadtörténelmi Levéltárban*. Budapest, Petit Real, 1999.
- Számvéber Norbert: *Konrád 3. Páncéloscsata Budapestért 1945*. Budapest, Paktum Nyomdaipari Társaság, 2001.
- Szijj Jolán – Ravasz István (szerk.): *Magyarország az első világháborúban. Lexikon A–Zs*. Budapest, Petit Real, 2000.
- Vidos Géza: *Háborús emlékeim III. 1944. márc. – szept.* HM HIM Hadtörténelmi Múzeum Kéziratos Emlékanyag-gyűjtemény, 535–589. fsz.



Rakaczki István<sup>1</sup> 

# Erődített körzetek a Szovjetunió nyugati határai mentén

## Fortified Districts along the Western Borders of the Soviet Union

*Az I. világháborút lezáró békeszerződések után Európa országai az erődítésben látták biztonságukat. A Szovjetunió nyugati határai mentén erődített körzeteket alakít ki. Az 1939-es német–szovjet paktum eredményeként új nyugati határ létesül, ahol új védelmi erődrendszer kiépítése kezdődik. A német–szovjet háború 1941-es kezdetéig a szovjet erődített körzetek nincsenek harckész állapotban.*

**Kulcsszavak:** erődített körzet, tábori erődítés, vasbeton bunker, zászlóalj védőkörletek

*After the First World War closing treaties of peace, countries of Europe have believed that their safety can be provided by building hardened facilities. The Soviet Union was creating fortified districts along its Western borders. As a result of the 1939 Germany–Soviet pact, a new Western border was established where a new fortification system was being built. Until 1941, the beginning of the Germany–Soviet war, the Soviet fortified districts were not in a combat ready.*

**Keywords:** fortified district, field fortification, reinforced concrete bunker, battalion protection zone

### 1. Bevezetés

Idegenvezetőként sok várat, erődöt ismertem meg, így kerültem kapcsolatba az Árpád-vonallal is. Iskolai történelem órákon csak a győztesekről hallottunk, a magyar katonák tevékenységéről keveset tanultunk. Egy kárpátaljai kirándulás döbbsentett rá, hogy a magyarok védelmi rendszere a szocializmus idején még a honi katonai főiskolákon sem volt tananyag.

<sup>1</sup> Doktorandusz, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi Doktori Iskola, e-mail: [irakaczky@gmail.com](mailto:irakaczky@gmail.com)

Az Árpád-vonalról a 2000-es évek kezdetén magyar nyelvű szakirodalom minimálisan állt rendelkezésre, ezért helyszíni bejárások során derítettük fel és ismertük meg az Északkeleti-Kárpátok magyar védelmi rendszerét. Egy rendszer értékeléséhez hozzátartozik a hasonló erődvonalak ismerete, hogy össze lehessen hasonlítani „hatékonyságukat”. A szakirodalom tanulmányozásán túl felkerestem a Maginot-vonal, a Molotov-vonal néhány erődjét, valamint lengyel és csehszlovák vasbeton fedezékeket.

A magyar katonai gondolkodásban és képzésben mindenkor fontos helyet foglalt el a hadtörténelem meghatározó eseményeinek bemutatása, a tapasztalatok feldolgozása. Az új biztonsági környezet megkívánja, hogy ez a tudás, tapasztalat és értékrend beépüljön a honvédelem megújítását célzó, új hazafias programokba. A Magyar Honvédségnek kezdeményezően kell fellépni a civil-katonai kapcsolatok javítása érdekében is. A hadtudományhoz kapcsolódó határterületeken végzett kutatások hozzájárulhatnak a megalapozott döntésekhez, a régóta megfogalmazott társadalmi igények kielégítéséhez.<sup>2</sup>

1918. november 11-én a compiegne-i erdőben a szövetséges erők részéről Foch marsall, német részről Erzberger miniszter aláírta a rengeteg áldozatot követelő Nagy Háború 36 napra szóló fegyverszüneti egyezményét. A fegyverszünet pontjai elfogadhatók voltak a forradalomtól fenyegetett Németország számára.

A fegyvernagyvásról szóló szerződések tükrözték az 1918 januárjában az USA elnöke, Woodrow Wilson által készített 14 pont elemeit. Az egyezmény aláírásakor a vesztes felek abban bíztak, hogy ez lesz a későbbi békekötés alapja.

Az 1919 nyarán indult úgynevezett békekonferencia a fegyverszüneti egyezményekhez képest alapjaiban negatívabb kötelezettségeket támasztott a vesztes hatalmak országaira. Az 1919–1920-as párizsi és Párizs környéki békekonferenciák során kikényszerített „békediktátumok” ellen józan gondolkodású politikusok, de maga Ferdinand Foch marsall, a nyugati fronton harcoló erőket győzelemre vezető főparancsnok is felemelte szavát. Éppen honfitársai, a Clemenceau vezette politikusok nem adtak a szavára. A Németországgal aláíratott szerződés után hangzott el híres mondata: „Ez nem béke. Ez fegyverszünet 20 évre.”<sup>3</sup>

## 2. Erődépítések Európában

A világháborút követő új, vagy jelentősen átalakított államalakulatok az ország stabilizálását, gazdaságának helyreállítását követően jelentős katonai jellegű építkezésekbe fogtak. Titkon egyetértettek Foch marsall szavaival, és készültek az újabb fegyveres konfliktusra. Európában elkezdődött a tömeges erődépítés időszaka.

Az I. világháborúban a 19. századi elvek alapján épített erődök nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket (Liège, Przemysł stb.). Az új erődépítési teóriát André Maginot (1877–1932) francia hadügyminiszter dolgozta ki. Javaslatára kezdte Franciaország 1927-ben

<sup>2</sup> Boda József et al.: Fókusz és együttműködés. A hadtudomány kutatási feladatai. *Honvédségi Szemle*, 144. (2016), 3. 3–19.

<sup>3</sup> Jeki Gabriella: Nem béke volt, csak húszéves fegyverszünet a versailles-i szerződés. *Origo*, 2019. június 28.

építeni a francia–német, a francia–olasz és a francia–luxemburgi határon a védelmi célokat szolgáló korszerű erődrendszert (1–2. ábra). A kiépült rendszer hossza 350 km, költségvetése mintegy ötmilliárd frank volt.<sup>4</sup>



1. ábra: Maginot-vonal, Hackenberg erőd 1.

Forrás: a szerző felvétele



2. ábra: Maginot-vonal, Hackenberg erőd 2.

Forrás: a szerző felvétele

Görögország északi részén a Metaxas-vonal épült ki. Az ütegállások, földalatti óvóhelyek a Maginot-vonal mintájára épültek. Fő hátránya volt, hogy a mélységi kialakítása nem valósult meg.

Belgium szintén a francia elképzelés alapján építette ki államerődítési rendszerét, az Albert-vonalat, gerince a Dyle-vonal volt, amely a Dyle és a Meuse folyókra támaszkodott.

Németország 1935–1939 között építette ki nyugati határa (francia határ) mentén a mintegy 550 km hosszú Siegfried-vonalat (West Wall). A rendszer a francia szisztémától eltérő elven működött. A nagy mélységű, arányosan elhelyezkedő erődöket tartalmazó, megerősített állásoknak biztosítani kellett mind a széles körű támadó, mind az aktív védelmi hadműveletek lehetőségeit.

<sup>4</sup> Maginot-vonal: <https://hu.wikipedia.org/wiki/Maginot-vonal>

Finnország a Szovjetunió támadásai ellen a Karéliei földszorosban kiépíti a Mannerheim-vonalat, amely – kihasználva a természetes terepadályokat – a viborgi támadási irányt zárta le.

Csehszlovákia 1935–1938 között, francia szakértők közreműködésével alakította ki a bunkerekből álló védelmi rendszerét, elsősorban a német határon, ritkábban elhelyezett erődökkel a magyar határ mentén (3. ábra). A hatalmas költségekre jellemző adat, hogy az ország 1938-as költségvetésének felét szánták az erődrendszerre és egyéb katonai kiadásokra.<sup>5</sup> A sors fintora, hogy Csehszlovákia felosztása miatt az erődök nem kaptak háborús szerepet.



3. ábra: A Bouda erőd folyosója<sup>6</sup>

Forrás: [www.bovida.cz/en/m-27-trip-to-the-artillery-fortress-of-bouda](http://www.bovida.cz/en/m-27-trip-to-the-artillery-fortress-of-bouda)

Románia jóval később, az 1930-as évek második felében döntött a Magyarországgal határos területek védelméről. A várható magas költségek miatt nem összefüggő erődrendszert terveztek, csak az Erdélybe vezető fő közlekedési irányok lezárására fókuszáltak. Az építkezés 1937-ben kezdődött, és 1940-re már 340 erődítési építmény volt szerkezetkész. Károly-vonalnak a román sajtó nevezte el.<sup>7</sup> A gyenge minőségű, katonailag korlátozott használati lehetőségekkel rendelkező, nagyobb részt síkvidéki terepen lévő védelmi rendszer – a második bécsi döntés következtében – puskalövés nélkül került magyar kézre.

Az 1930-as években épített erődrendszert Jugoszlávia, Olaszország, Lengyelország és a Szovjetunió is.

<sup>5</sup> A meg nem ostromolt erőd: [https://katpol.blog.hu/2014/10/20/\\_vendegposzt](https://katpol.blog.hu/2014/10/20/_vendegposzt)

<sup>6</sup> Az erőd Králiky településtől nyugati irányban, a 845 m magas Bouda-csúcs nyugati oldalán található körülbelül 795 m magasságban. Az egykori német (ma lengyel) határ légvonalban körülbelül 4 km. Az erőd a Maginot-elv alapján épült.

<sup>7</sup> Mihályi Balázs: A „román Maginot-vonal”. *Történelem Portál.hu*, 2010. szeptember 12.

### 3. A Szovjetunió nyugati határainak kialakulása

Az Orosz Birodalom az I. világháborús részvétele során 1917-re totális válságba süllyedt. A bekövetkezett pénzügyi válság mellett legyengült a hatalmas ország gazdasága, akadozott az élelmiszer-ellátás, a hátorszáokban egyre kevesebb lett a férfi munkaerő. „Az országot irányító II. Miklós cárt korlátozott intelligenciája és a politikai képzelet hiánya alkalmatlanná tette arra, hogy minden oroszok cárja legyen.”<sup>8</sup>

Az 1917. februári felkelés után megalakult ideiglenes kormány sorra vette a legfontosabb feladatokat, és óvatosan elindította a változásokat. Viszont a tömegek békevágya ellenére kötelezettséget vállalt a háború folytatása mellett. Az egyre kilátástalanabb helyzetben lévő néptömeg fogékonnyá vált Lenin eszméire, és 1917. november 7-én bekövetkezett a bolsevikok erőszakos hatalomátvétele. Ezt követően Oroszország kilépett a háborúból. Mégsem jött el a béke, hisz majd négy évig polgárháborús viszonyok uralkodtak az országban.

Az ország határai több helyen, többször változtak. A leghosszabb nyugati határvonal a lengyel–szovjet határ lett. Lengyelország majd másfél száz éves felosztottság után 1918. november 11-én nyerte vissza függetlenségét. Az új Lengyelország legsúlyosabb problémája kezdetektől fogva az ország végső határainak kialakítása volt.<sup>9</sup>

A Szovjetunió nyugati határainak kialakításában alapvető mozzanat volt az 1919–1920-as szovjet–lengyel háború. 1920. július 11-én George Curzon angol külügyminiszter javasolta a harcoló feleknek, hogy fogadják el a párizsi békekonferencia által 1919 decemberében kidolgozott határokat a fegyverszüneti tárgyalások alapjául (úgynevezett Curzon-vonal).<sup>10</sup> Ezt az Oroszországi Kommunista (bolsevik) Párt Központi Bizottsága (OK[b]P KB) elutasította. A folytatásban az újjászervezett és megerősített lengyel hadsereg ellencsapása megtisztította Varsó környékét a szovjet csapatoktól és jelentős területeket foglalt el keleti irányban.

A harcoló felek 1920. október 12-én Rigában fegyverszünetet kötöttek, majd ugyanitt 1921. március 12-én aláírták a békeszerződést. E szerződés szentesítette a Lengyelország és Szovjetunió közti, többé-kevésbé 1939 szeptemberéig érvényes határvonalakat (4. ábra). Összességében véve ez a határvonal mintegy 200 km-rel keletebbre húzódott a Curzon-vonalnál.<sup>11</sup>

<sup>8</sup> 1917. orosz forradalmi. *BBC History*, 7. (2017), 11. 36.

<sup>9</sup> Seres Attila: Az 1919–1920. évi szovjet–lengyel háború és az 1921. évi rigai béke interpretációja a legújabb orosz történeti irodalomban. In Borbély Zoltán – Kristóf Ilona (szerk.): *Tanulmányok Gebei Sándor 70. születésnapjára. Acta Academiae Agriensis*, 44. (2017). 355–367.

<sup>10</sup> Seres (2017): i. m. 362.

<sup>11</sup> Seres (2017): i. m. 366.



4. ábra: A Szovjetunió nyugati határa 1921–1939 között és a Sztálin-vonal

Forrás: <https://stalin-line.by/ekspozitsiya/o-linii-stalina/liniya-stalina-kak-sistema-urov>

## 4. Szovjet erődépítések 1938-ig

Az orosz erődépítészet Nagy Péter cártól (1672–1725) datálható. A későbbiekben az orosz–török háborúk (krími háborúk) során épültek jelentősebb védelmi rendszerek. Az I. világháborúban a németek ellen a Libau (Lipawa) – Kowno (Kaunas, Litvánia) – Grodno – Lomza – Ostrolęka – Rożan – Pultusk – Zegrze – Nowo Georgiewsk (Modlin) – Varsó erődvonalat építették ki, a második vonalat Iwangoorod (Dęblin) és Brest alkotta, míg délen a Luck–Dubno–Rowno várháromszög jelentett védelmet az osztrák–magyar csapatok támadása ellen.<sup>12</sup>

A bolsevik párt 1921 után kezdetét hozta az ország gazdaságának normalizálásához. A folyamatot lassította a bolsevikok közötti hatalmi harc, majd Lenin 1924-ben bekövetkezett halála. Az új vezető J. V. Sztálin lett, aki a békeidőben nem mérsékelte, hanem eszkalálta a proletárdiktatúrát. A tönkrement gazdaságot és a romokban heverő országot talpra kellett állítani. Az ország európai mércével mérve, elmaradott ipara alkalmatlan volt az ország modernizálására és katonai fejlesztésére. A változást az uralkodó párt 1927-es döntése alapján, 1928-ban elindított első ötéves terv hozta meg. Ennek lényege az ipar erőteljes fejlesztése

<sup>12</sup> Tolnai Gergely: Az első világháború erődjei. *Hadtörténelmi Közlemények*, 128. (2015), 3. 764.



volt. Az 1933-tól indított második öt éves terv az ipar mellett a közlekedés, az energiaipar és – kisebb mértékben – a mezőgazdaság átalakítását is zászlajára tűzte.

Így, az 1920-as évek végén jutott el oda a Szovjetunió, hogy jelentősebb katonai fejlesztéseket indítson. A nyugati határ védelmére égetően szükség volt, hisz jelentős ipari és politikai központok voltak a határ közelében: Leningrád 30–50 km-re, Minszk 40–50 km-re, Odessza 30–40 km-re. Egy esetleges támadás során a támadó fél még a Vörös Hadsereg mobilizálása előtt, néhány nap alatt elfoglalhatta ezeket a területeket.<sup>13</sup>

Az erődök helyett az erődített védelmi rendszerek, védelmi vonalak tervezését és építését elsőként Hmelkov erődépítő mérnök javasolta 1920-ban megjelent értekezésében. Az általa kidolgozott erődítési rendszer neve az „erődített terület”, amely hosszú távú és tábori erődítésekkel kiépített területet jelent.<sup>14</sup> A Köztársaság Forradalmi Katonai Tanácsa (RVSZ) 1928. január 11-én tartott ülésén áttekintette az ország veszélyeztetett irányai mentén létesítendő erődített területek kérdését. A Tanács elé tárta jelentését V. K. Triandafillov katonai teoretikus az erődített körzetek megépítésének fontosságáról. Javaslatára szerint szükséges:

- karéliai erődített terület – Leningrád védelme Finnország irányából;
- Polock és Mazir (ma Fehéroroszország, a Pripjaty folyó mentén) – amelyek biztosítják haderőink koncentrációját és bevetetőségét;
- kijevi erődített terület – a maziri erődített területtel együtt biztosítja Kijev körzet megtartását és a Dnyeperen való átkelést a támadó hadműveletek során.<sup>15</sup>

Az RVSZ januári ülésének eredménye az 1928. március 19-én kelt RVSZ 90 sz. rendelet „az államhatárok háborúra történő megerősítésének programja a fontosabb operatív irányokban”.<sup>16</sup> E rendelet alapján kezdődött el az első 13 erődített körzet építése.

Az RVSZ 1931-es 006. és 007. sz. rendelete alapján létrejött az építésvezetési szervezet, majd az 1932. évi 006. sz. rendelet létrehozta a Munkás-Paraszt Vörös Hadsereg (RKKA) műszaki csapatainak kijevi igazgatóságát.<sup>17</sup> Érdekeség, hogy ugyanazon a napon (1932. február 25.) jelent meg a 007. sz. rendelet is, amely a Távol-Keleten, a Habarovszki Katonai Körzetben is létrehozta az RKKA műszaki csapatainak a felügyelőségét az ottani erődépítések ellenőrzésére.

Az 1928-as rendeletben szereplő, megépítendő 13 erődített körzet: Karélia, Kingiszsepp, Pszkov, Polack, Minszk, Mazir, Korosztény, Novohrad-Volinszk, Leticsev, Mogiljov-Janpol, Kijev, Ribnica, Tiraszpol (5. ábra).<sup>18</sup>

<sup>13</sup> K. B. Nazarenko: К вопросу о развитии фортификационных идей в СССР в 20–30-х гг. XX века. 2004–2005.

<sup>14</sup> Lásd: [Укрепленный район.](#)

<sup>15</sup> Lásd: [Укрепленный район.](#)

<sup>16</sup> Lásd: [Укрепленный район.](#)

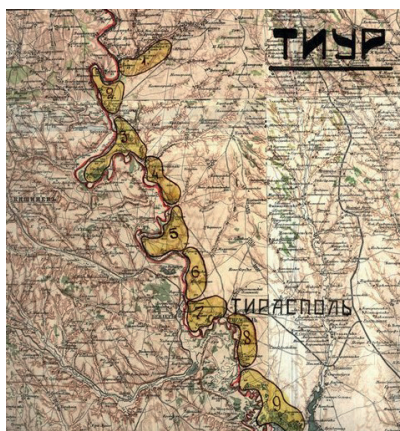
<sup>17</sup> Lásd: [Укрепленный район.](#)

<sup>18</sup> A. G. Horkov: Erődített körzetek a Szovjetunió nyugati határain. *Военно исторический журнал*, №12. 1987. 47–54.

Ekkor a Szovjetunió nyugati határa mintegy 2000 km hosszan húzódott. Összefüggő határvédelmi erődrendszer megépítése lehetetlen vállalkozás lett volna, nemcsak gazdasági szempontból, de a katonai védelmi és manőverezési lehetőségek miatt is. Ezért alkalmazták az önálló erődített körletek kiépítését. Ezekkel tudták zární a legfontosabb operatív irányokat.

A védelmi rendszer a szovjet meghatározás szerint: „tartós és tábori erődítési építmények rendszerével felszerelt terepszakas, az általános katonai egységekkel együttműködő, hosszútávú védelemre felkészített speciális katonai csapatok tevékenységével”.<sup>19</sup>

Az 1920-as évek végi elvek alapján egy erődített terület (укрепленный район, UR) frontális hossza egyes szakirodalmakban 35–40, míg másoknál legfeljebb 70 km volt. A fő védelmi vonalat 3,5–6 km széles és 1,5–3 km mélységű zászlóalj védőkörletek alkották. Egy-egy ilyen csomópont néhány 10 tüzelőállást (TÁS) és óvóhelyet magában foglaló, 3–5 századtámpontból állt. A második lépcső védelmi csomópontjai esetében csak a szárnyakon épült ki erődített terület, az UR bekerítésének megakadályozására.<sup>20</sup>



5. ábra: A Tiraszpoli UR egykori térképi ábrázolása kilenc zászlóalj védőkörlettel

Forrás: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Тираспольский\\_укрепрайон](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тираспольский_укрепрайон)

Az erődítményépítési munkálatok 1929-ben a leningrádi és a belorusz katonai körzetekben kezdődtek. A kivitelezés 1931-ig lassan haladt az ország alig működő gazdasága miatt. A Sztálin által 1928-ban elindított első ötéves terv iparfejlesztése elősegítette az építkezésekhez szükséges cement és vasanyag előállítását és az építkezések meggyorsítását. 1931-ig elsősorban a karéliei, polocki (Leningrád védelme), mazirszki és kijeji (Kijev védelme) UR területén folytak munkálatok. 1932 decemberében A. I. Jegorov, az RKKA törzsparancsnoka Vorosilovnak adott, az RKKA második ötéves terv alatt történő fejlesztésekről szóló jelentésében megállapítja:

<sup>19</sup> Tomasz Wesolowski: *Линия Сталина. Мифы и реальность*. Białystok, 1996.

<sup>20</sup> Wesolowski (1996): i. m.

- az elkövetkező két éven belül be kell fejezni az UR-ok vasbeton szerelési és kivitelezési munkáit;
- a kiépített erődített területek egységeit teljes katonai készség állapotába kell hozni azok teljes felfegyverzésével;
- el kell végezni az összes tábori jellegű munkálatokat;
- ki kell építeni a legfontosabb irányokban a műszaki zárat (erős drótakadályrendszert).<sup>21</sup>

Az első időkben épített elemek és kialakított UR-ok már elkészültük pillanatában elavultnak számítottak. Az UR-ok nem rendelkeztek megfelelő mélységi védelemmel, a védelmi csomópontok egymáshoz viszonyított elhelyezkedése közel sem volt ideális. A vasbeton erődítési építmények többsége géppuskával volt felfegyverzve, csak kis részük rendelkezett löveggel. Páncélelhárító tüzérség egyáltalán nem létezett. Ezenkívül a bunkerek kizárólag frontális tűzvezetésre voltak alkalmasak, ami a gyors megsemmisítésük veszélyét hordozta magában. Az építmények nem rendelkeztek vegyvédelmi képességgel. Az elkészült egységek erősségeként említhető a terephez való kiváló alkalmazkodás és az álcázás eredeti formái.<sup>22</sup>

Az 1930-as években új elemekkel bővült a védelmi rendszerek építésének teóriája. Az RKKA Kujbisev Hadmérnöki Akadémiája hadmérnökprofesszora vezetésével – Sz. A. Hmelkov – kidolgozta és 1934-ben kiadta a *Szárzsföldi beton és vasbeton erődítési építmények* című tananyagot. Ezt továbbfejlesztették, és az akadémia 1937-ben, Moszkvában kiadta a javított, részeiben átdolgozott jegyzetet. Az erődítési tanszék 1935–1936-ban elsősorban az erődök felfegyverzésével kapcsolatban, valamint a nehézfegyverzet számára megfelelő vasbeton építmények kialakításában hozott újdonságokat.<sup>23</sup>

Az új erődépítéseknél – különösen az akadémiáról kikerült hadmérnökök irányította helyeken – kezdtek megjelenni az új építési és elhelyezési elvek (6. ábra).

A beton alapú építkezéseknél a legfontosabb feladat a megfelelő minőségű beton kialakítása. (Ez a korábban megépített elemeknél sok problémát okozott.) A tananyag előírja a folyamatos minőség-ellenőrzést – többek között – az összetevők megfelelő minőségét, a megfelelő adagolási arányokat, a keverési időt, a homogenitásig történő eldolgozást, és a későbbi megfelelőségi vizsgálatokhoz betonkockák előállítását.<sup>24</sup>

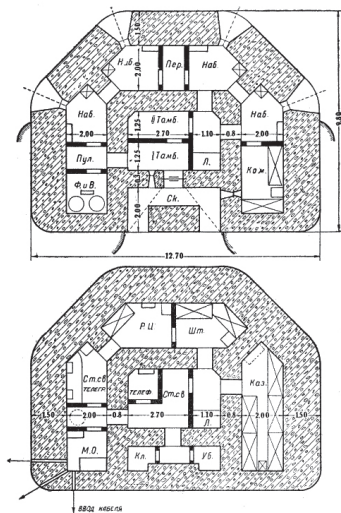
A korábbi frontális tüzelésű, géppuskával felszerelt vasbeton erődök (*долговременная огневая точка*, DOT) helyett az oldalazó tüzelést részesítik előnyben, és megjelennek a 45 mm-es páncéltörő ágyúk, valamint a 76 mm-es lövegek.

<sup>21</sup> Valerij Pavlik: *Оборона Киева*. Kijev, 2011. 13.

<sup>22</sup> Wesolowski (1996): i. m.

<sup>23</sup> Szergej. A. Hmelkov: *Бетонные и железобетонные сухопутные фортификационные сооружения*. Москва, 1937.

<sup>24</sup> Hmelkov (1937): i. m.

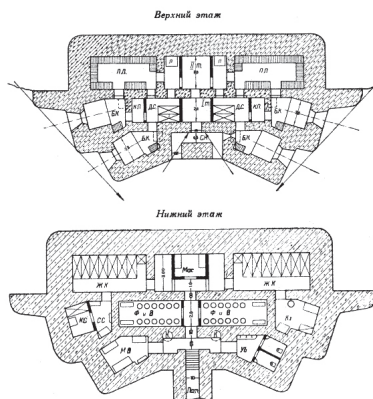


6. ábra: Zászlóaljparancsnoki vezetési pont

Forrás: Hmelkov (1937): i. m. 92.

A korábbi gyakorlattal ellentétben itt már az építmény része a szellőzés és a vegyvédelmi képesség (Ф и В), valamint a minimális csatornázás (például WC). A vezetési pont rendelkezik önvédelem céljából 4 tüzelőállással. A megfigyelés történhet a lőrésen keresztül vagy a vasbeton kazamatában, illetve a páncélkupolában elhelyezett periszkópok segítségével.

A 7. ábrán egy kétszintes vasbeton bunker (oldalazómű) látható, ahol 4 db, 76 mm-es löveg helyezhető el a felső szinten. A lövegek az 1902 mintájú fegyverek 1932 mintájú korszerűsített változatai, amelyeket a Putyilov gyárban állítanak elő.<sup>25</sup>



7. ábra: Kétszintes vasbeton tüzelőállás (oldalazómű)

Forrás: Hmelkov (1937): i. m. 79.

<sup>25</sup> Hmelkov (1937): i. m. 77.

A ténylegesen megépített (szerkezetkész állapot, fegyverzet nélkül) DOT-ok mennyiségéről az orosz szakirodalom eltérő adatokat közöl. Például egy 1937-es adat szerint 3096 DOT készült el az 1928-ban meghatározott 13 megerősített körzet területén. Ezek közül mindösszesen 409 (13,2%) volt tüzérségi löveggel felfegyverezve. 1937-ben az UR-ok területén 25 önálló géppuskás zászlóalj állomásozott, összesen mintegy 18 ezer katonával.<sup>26</sup>

Az építkezés gyakorlatilag leállt a hadseregben 1937–1938-ban véghezvitt nagy „tisztoztatás” miatt. A sztálini tisztogatás megtizedelte az RKKA vezetését: kivégeztek mintegy 40 ezer tapasztalt, felső és legfelsőbb szintű katonai vezetőt. Az 1937 júniusában lezajló tábornokper során az RKKA nyolc magas rangú vezetőjét ítelték halálra. A regnáló öt marsall (Bugyonnij, Vorosilov, Blücher, Tuhacsevszkij, Jegorov) közül csak Bugyonnij és Vorosilov élték túl a tisztogatást.<sup>27</sup>

A Kijevi Katonai Körzet mind a négy UR parancsnokát elítélték, az UR törzsparancsnokai közül csak egy maradt a helyén. Hozzáértő katonai vezetők hiányában az építésvezetést civil személyek folytatták, akik nem ismerték a hadi építkezés fogásait.<sup>28</sup>

Álljon itt példaként a Kijevi UR építésének parancsnoka, az építési és több katonai végzettséggel is rendelkező, 1884-es születésű P. E. Knjagnyickij esete, aki 1928 óta vezette a Kijevi UR kialakítását. Húszas évei óta (1905) részt vett a bolsevik mozgalomban; amerre feladata volt, agitált, szervezkedett. A polgárháborúban szerzett érdemeiért 1920-ban és 1921-ben is megkapta az aranyozott „Bátorságért” kitüntetését. 1936-ban a Kijevi UR sikeres katonai és politikai felkészítéséért „Vörös csillag” kitüntetésben részesült. 1937. június 11-én katonai összeesküvésben való részvétel vádjával letartóztatták. A Szovjetunió Legfelsőbb Bíróság katonai kollégiuma 1937. szeptember 9-én golyó általi halálra ítélte, amit szeptember 10-én végrehajtottak. (Knjagnyickijt a katonai kollégium 1958. május 13-án rehabilitálta.)<sup>29</sup>

## 5. Az erődépítés második szakasza – 1938–1939

A negatív irányú politikai változások hatására 1938-ban a nyugati határ mentén újabb 8 UR kialakításáról döntött a szovjet katonai vezetés. Közülük kettőt a leningrádi katonai körzetben, ötöt pedig Ukrajna területén kellett kialakítani. 1939 őszéig elkészült 1028 új építmény, ami a tervezett mennyiség mintegy 59%-át jelentette. A tervtől való elmaradás legfontosabb oka a szovjet ipar elégtelen teljesítménye az építőanyagok és a szükséges építési technika terén.

Az új DOT-ok egy része megfelelt a növekvő elvárásoknak: jobb volt a beton minősége, vastagabbak voltak a falak, és nagyobb figyelmet fordítottak a bejárat és a lőrések védelmére. Az új építmények már az oldalazó tüzelésre készültek. Jellemző volt a páros géppuskaállás, valamint a 45 mm-es páncéltörő löveggel szerelt kazamaták létesítése. Az elkészült DOT-ok

<sup>26</sup> Укрепрайоны в СССР. *LiveJournal*, 2010. november 20.

<sup>27</sup> A Vörös Hadsereg 1939 körül. *Blog.hu*, 2019. január 26.

<sup>28</sup> *LiveJournal* (2010): i. m.

<sup>29</sup> Pavlik (2011): i. m. 15–17.

nagy része nem volt berendezve és felfegyverezve, és az életvitelhez szükséges feltételek az építés során továbbra sem lettek kialakítva.<sup>30</sup>

1939. augusztus 23-án Németország és a Szovjetunió aláírták a Molotov–Ribbentrop-paktumként elhíresült szerződést Kelet-Közép-Európa újrafelosztásáról. Ezt követően 1939. szeptember 1-jén elkezdődött a II. világháború. A két diktátor 1939. szeptember folyamán a paktum szerint elfoglalta Lengyelországot. Szeptember 28-án a két hadsereg találkozott az új határon. Alig egy hónap múlva, 1939 novemberében a Szovjetunió katonai incidenst provokált Finnországgal, majd karéliei és lappföldi területi követelésekkel állt elő, amelyeket háború útján meg is szerzett. 1940 júniusában sorra kebelezte be a három balti államot (Lettország, Litvánia, Észtország). Július folyamán elfoglalta Besszarábiát és Bukovina egy részét.



8. ábra: Az új szovjet–német határ

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/German%E2%80%93Soviet\\_Commercial\\_Agreement\\_\(1940\)](https://en.wikipedia.org/wiki/German%E2%80%93Soviet_Commercial_Agreement_(1940))

Az 1939–1940-ben lezajlott szovjet katonai hódítások eredményeként hatalmas területek kerültek szovjet fennhatóság alá. Az ország nyugati, délnyugati határai több helyen, és nagy hosszúságban 300–400 km-rel nyugatra tolódtak. A paktum aláírása, majd Lengyelország elfoglalása után a szovjet katonai vezetés leállította a Sztálin-vonal építkezéseit. A Fő Katonai Tanács döntése alapján az építőbrigádokat a felszerelésükkel együtt nyugatra vezényelték. Az elkészült rendszert át kellett szervezni és folyamatosan lefegyverezni. Még 1939. november 15-én döntést hozott az RKKA Katonai Tanácsa az erődök katonai létszámának egyharmadra csökkentéséről és az erődök egy részének leszereléséről.<sup>31</sup>

A régi erődök lefegyverzésének kérdése 1941. februárban került ismét előtérbe, amikor egyre világosabbá vált, hogy a védelmi ipar nem képes biztosítani az új határon épülő erődök fegyver- és felszerelészükségletét. A kérdésben jelentős nézeteltérés mutatkozott a szovjet legfelsőbb katonai vezetés körében. Kulik, Saposnyikov és Zsdanov marsallok támogatták a régi erődök fegyverzetének leszerelését, míg Timosenko és Zsukov marsallok elleneztek

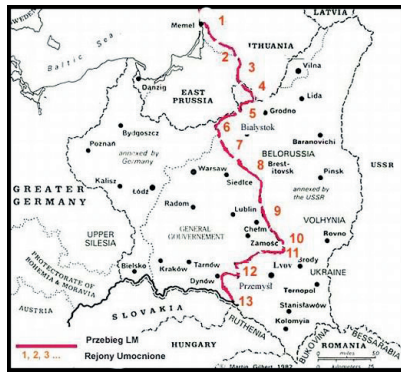
<sup>30</sup> LiveJournal (2010): i. m.

<sup>31</sup> LiveJournal (2010): i. m.

azt. A vita végére Sztálin tett pontot, amikor elrendelte a tüzérségi fegyverek egy részének leszerelését és átvitelét az új határ erődjeibe.<sup>32</sup> A feladat hanyag végrehajtása miatt a leszerelt fegyverzet egy része az új erődök helyett raktárakba került. Mindez azt eredményezte, hogy az 1939-ig többé-kevésbé elkészült 21 megerősített körzet nagyon heterogén védelmi képessége a minimálisra csökkent.

Hivatalosan az UR-ok láncolatát sem az egykori, sem a későbbi orosz katonai és szakirodalom soha nem nevezte „Sztálin-vonalnak”. Az elnevezés az újságírók agyából pattant ki. Először a lettországi, orosz nyelven megjelenő *Szegodnja – Mai nap* újságban volt olvasható a „Sztálin-vonal” 1936 decemberében. Később a cikket lehozta az angol *Daily Express* és a Sztálin-vonal elnevezés elterjedt Európában.<sup>33</sup>

## 6. Szovjet erődépítés 1940–1941-ben – a Molotov-vonal



9. ábra: A Molotov-vonal a tervezett 13 erődített körzet jelölésével

Forrás: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Линия\\_Молотова](https://ru.wikipedia.org/wiki/Линия_Молотова)

Az egykori szovjet elnevezés: „erődített körzetek az új államhatár mentén”. Az RKKA számokkal jelölte az egyes UR-okat (ahogy a korábbi határon kialakított UR-okat is) – például a przemysli volt az UR Nr 8, az osowiecki az UR Nr 66.<sup>34</sup>

A Molotov-vonal elnevezés (9. ábra) először 1987-ben jelent meg Viktor Szuvorov (eredeti neve: V. B. Rezun – orosz származású történelmi író és újságíró, a szovjet hadsereg és a szovjet katonai hírszerzés volt tisztje), *Jégtörő (Ледокол)* című könyvében. Ezt követően gyorsan elterjedt az elnevezés, és egyre gyakrabban használták a történelmi publikációkban.<sup>35</sup>

Az erődített körzetek építése majd egy évvel a szovjet–német paktum aláírása után indult el, miután Sztálin leigázta a balti államokat. Timosenko marsall 1940. június 26-án adta ki a parancsot, hogy az egy évvel korábban elfogadott tervek alapján kezdődjön meg az erődök

<sup>32</sup> LiveJournal (2010): i. m.

<sup>33</sup> Неприступные линии обороны XX века. Линия Сталина. *Topwar.ru*, 2011. június 3.

<sup>34</sup> Linia Molotowa Lásd: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Linia\\_Molotowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Linia_Molotowa)

<sup>35</sup> Lásd: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Linia\\_Molotowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Linia_Molotowa)

építése. Az építkezés azonnali indításához alapot adott az RKKA harci tapasztalata a finn háborúban, miszerint komoly nehézségek adódtak a Mannerheim-vonal áttörésével, valamint Franciaország gyors veresége és a német–szovjet viszony elhidegülése is.

A legfontosabb helyeken (például Przemysł mint fontos közlekedési csomópont) a területi felmérések, a geodéziai munkálatok, majd a tanulmánytervek készítése már 1939 októberében elindult. 1940 áprilisában a határ közeli, a leendő építési területen található települések (például Dybawka, Krasiczyn) lakosságát kitelepítették, illetve egy részüket Szibériába vitték.<sup>36</sup>

Az 1940 júniusában indult építkezések 13 erődített körzetre terjedtek ki (Telszański, Szawelski, Kowieński, Ollicki, Grodziński, Osowiecki, Zambrowski, Brzeski, Kowelski, Włodzimiersko- Wołyński, Strumitowski, Rawsko-Ruski, Przemyski UR – egykori lengyel írásmóddal).

Hmelkov akadémiai jegyzetének erődítési elvei alapján a tüzérségi TÁS-ok alapvető feladata volt az állások előtti és az állások közötti területek védelme, a kölcsönös tűztámogatás biztosítása és a különösen fontos hidak, utak, vasútvonalak védelmének biztosítása. Tűzvezetés alapján három tüzérségi DOT-típus építése volt jellemző az új UR-rendszerben:

- egyirányú oldalazó (pásztázó) tüzérségi DOT 2 db 76 mm-es löveggel;
- kétirányú oldalazó (pásztázó) tüzérségi DOT 4 db 76 mm-es löveggel;
- frontális tüzelésű tüzérségi DOT 2 db 76 mm-es löveggel.<sup>37</sup>

Az eredeti tervek szerint épültek DOT-ok, féloldalazó tüzérségi lövegállások 76 mm-es, 1938 mintájú lövegekkel ellátva. Épültek DOT–4 típusú bunkerek oldalazó és féloldalazó kialakítással, 1934 típusú, 45 mm-es páncéltörő fegyverzet számára (10. ábra). Nagy mennyiségben kellett kialakítani bunkereket a 7,62 mm-es, 19 típusú, úgynevezett Maxim nehézgéppuskák számára.<sup>38</sup> Az alaptípusokon túl épültek összetettebb feladatokra tervezett DOT-ok is. Példa erre a przemysli, a San keleti partján található erődítési építmény.



10. ábra: Przemysł, páncéelhárító oldalazómű páncélkupolával

Forrás: a szerző felvétele

<sup>36</sup> Łukasz Kozdrój: Punkt oporu „Krasiczyn” 1939–1941. *Kriepost.org*, 2010. január 17.

<sup>37</sup> *Szlakiem Linii Mołotowa*, (2020), 3. 18.

<sup>38</sup> Karol Kicman – Tomasz Zajęc: *Przewodnik po sowieckich umocnieniach z lat 1940–1941. Linia Mołotowa w Przemyslu i Medyce*, 2021. 5.



A DOT rendelkezett két, 7,62 mm-es Maxim típusú géppuskaállással, két 45 mm-es páncéltörő állással, két a bejáratot védő 7,62 mm-es fegyver számára kialakított lőállással, figyelő periszkópokkal és páncélkupolával. Az építmény személyzete körülbelül 29 fő volt.<sup>39</sup>

A Molotov-vonal elméleti működésének egyik alapja volt a mélységi védelem kialakítása. A frontális fő védelmi vonal védelmi egységei 6–10 km szélesek és 5–10 km mélységűek voltak a tervek szerint. Egy-egy védelmi egység 3–5 ellenállási pontból tevődött össze. Az ellenállási pont nagyjából 1,5 × 1,5 km-es területet foglalt el, és akár 15–20 DOT-tal is rendelkezett. Fontos szempont volt (ellentétben a Sztálin-vonal kialakításával) a páncélelhárítás – a fegyverzet maximum 46%-a páncéltörő lett volna.<sup>40</sup>

Az erőltetett tempó biztosításához megnövelt munkálétszámot kellett biztosítani. A vezényelt katonaság létszáma a szükségletekhez viszonyítva alacsony volt. Az ifjúkommunisták és az önkéntes helyi lakossági létszám szintén kevés volt. A bolsevik párt 1941. február 22-ei határozata kötelezte a területi pártszerveket és a munkásküldöttek tanácsát a szükséges munkaerő és szállítási kapacitás biztosítására. 1941. április 1-jéig a szükséges létszámot UR-onként ki kellett állítani. Az adatok alapján ezt a legtöbb helyen nem sikerült teljesíteni.<sup>41</sup>

A munkaerő biztosítására 1941. március 24-én született párthatározat alapján mind a munkaerőért, mind a szállítási kapacitásért fizetést kellett biztosítani. Akik kibújtak a munka alól, vagy nem teljesítették a kötelező építési munkafeladatot, a hatályos törvény szerinti büntetésben részesültek.

A napi építési normákat jelentősen megemelték. Például a sucsinszki építési területen 1 m<sup>3</sup> föld lapáttal való kitermeléséért 1 rubel 16 kopeket fizettek. Egy munkás 3–7 rubel közötti összeget keresett. A gyenge minőségű, későn kihozott ebédért átlagban 6 rubelt kellett fizetni.<sup>42</sup>

Egy 1941. június 17-i feljegyzés szerint a zambrowszki építkezés 736 munkásából 120 fő önhatalmúlag elhagyta munkahelyét és az építkezést. A munkaerő folyamatos biztosítása érdekében a párt- és tanácsi vezetés büntetés terhe mellett kötelezte a helyi lakosságot munkavégzésre, valamint munkára hozta a börtönökből az elítélteket.<sup>43</sup>

A munkaerőhiány mellett nehézségekbe ütközött a szükséges építőanyag és építési technika biztosítása. A 210 mm-es, vagy a 305 mm-es támadó fegyverek lövedékeinek ellenálló vasbeton falazat építőanyaga a Kaukázusból és Szibériából szállított gránit adalékanyag. Az új határok menti építkezések anyagszükségletének biztosítása 300–400 km-rel hosszabb szállítási útvonalon volt csak biztosítható. Az építmények berendezései, fegyverzete szintén nagy távolságokból kerültek a helyszínre. Az erődök ellenálló képességét gyengítette az 1940. őszi-téli időszakban teljesített betonozás minősége. A frissen betonozott falazatokat igyekeztek takarni – például az üres cementeszsákokkal.

A szovjet ipar képtelen volt a megnövekedett igényt teljesíteni az erődítési építmények berendezési tárgyaiból, a lőréses vasalatából és a szükséges fegyverekből. Így leszerelték az új terület I. világháborús erődjeiből a használható fém berendezési tárgyakat, a Sztálin-vonal

<sup>39</sup> Kicman–Zajac (2021): i. m. 13–16.

<sup>40</sup> Kozdrój (2010): i. m.

<sup>41</sup> Иван Басюк: Укрепленные районы на территории Беларуси. *liniastalina.narod.ru*, 2000.

<sup>42</sup> Baszjuk (2000): i. m.

<sup>43</sup> Baszjuk (2000): i. m.

erődjéből részlegesen leszerelt berendezéseket és fegyvereket, amelyek az új erődökbe kerültek.

Az 1941. június 21-i állapot szerint a belorusz területen kialakítandó 4 UR frontja 450 km, ahol összesen 85 védelmi csomópont létesül. A terv szerint kiépítendő volt 2130 DOT, amelyből elkészült 332, harcász állapotban volt 156. Ez mindössze 7,36%-a a tervezett mennyiségnek.<sup>44</sup>

Ennél előrehaladottabb állapotban volt a przemysli UR, ahol a védelmi front 120 km hosszú, 7 védelmi csomópontot alakítottak ki, összesen 186 vasbeton építménnyel, amelyből 99 elkészült.<sup>45</sup>

## 7. Összegzés

Összegzésként elmondható, hogy 1941 júniusában rendezetlen állapotok uralkodtak a szovjet erődített körzetek területén. Az új határokon épülő „Molotov-vonal” 13 erődített körzetéből egy sem volt a tervezett szinten harcász állapotban. Az egyes védelmi csomópontokba tervezett, hosszú távú erődített építmények töredéke volt szerkezetkész, amelyek kis százaléka volt berendezve és harcász állapotba hozva. A háború kezdetekor is folytak az építési munkálatok.

Az 1937-ig kialakított 13 UR területén elkészült erődített építmények közül mindössze 409 volt tüzérségi löveggel szerelve. Az 1938-ban elindított újabb 8 UR építése sem hozott jobb eredményt. 1939. őszig megépült mintegy 1000 vasbeton egység, a tervezett mennyiség alig 50%-a, de ezek döntő része nem lett berendezve és felfegyverezve.<sup>46</sup> A már építéskor is elavultnak számító rendszert 1939-ben konzerválta a Vörös Hadsereg, és az új határok mentén kezdett új erődrendszert kiépíteni. Az 1941-es parancsok alapján a Sztálin-vonal erődjei fegyverzetének és berendezéseinek nagyobb részét leszerelték. Ennek egy része raktárakban hevert a háború kitörésekor, más részük beépítésre, beszerelésre várt az új határ menti UR-ok területén, illetve beépült az új DOT-okba.

1941 júniusában sem az új, sem az 1939. előtti határok védelmére kialakított erődített körzetek technikailag nem voltak harcász állapotban. Az erődzászlóaljok nem voltak a védelmi körzetekbe vezényelve, a legtöbb UR területén – ahol volt fegyverzet vagy berendezés – az őrzés-védelem biztosítására csökkentett létszámú katonai egységet állomásoztattak.

1941-ben még éreztette hatását a korábbi „tisztogatás” mind morálisan, mind szakmai-vezetési ismeretben, tapasztalatban. A helyzetet jobban ismerő helyi parancsnokok nem voltak kezdeményezők, hanem várták a központi utasításokat.

A szovjet ipar és gazdaság fejlettségi szintje, teljesítménye és hatékonysága nem volt elegendő a nyugati és a keleti (Csendes-óceán térsége) erődépítés, valamint a technikai és fegyverzeti szükséglet biztosítására, előállítására.

<sup>44</sup> Baszjuk (2000): i. m.

<sup>45</sup> Kozdrój (2010): i. m.

<sup>46</sup> Wesolowski (1996): i. m.

A mennyiségi építés helyett a már elkészült erődelemek berendezésére, harcász állapotba hozására kellett volna a katonai vezetésnek koncentrálni. Nyomon követni a Sztálin-vonalból leszerelt technika útját, és az új erődökbe történő beszerelését. Az elkészült erődök elhelyezkedése alapján meghatározni, mely erődcsoportok alkalmazhatók leghatékonyabban a védelem szempontjai alapján, és azokat harcász állapotba hozni, és a szükséges számú erődzászlóaljkat a helyszínre vezényelni.

Az 1941-es háború során az UR-ok azt az alapvető katonai feladatot nem tudták biztosítani, amire létrehozták a rendszert: az ellenség támadásának a megállítására vagy lassítása. A védelemnek legalább addig biztosítani kellett volna a háttérterületet, amíg megtörténik a mozgósítás, és teljes harcászultségbe helyezik a Vörös Hadsereget.

## Felhasznált irodalom

1917. orosz forradalmi. *BBC History*, 7. (2017), 11.
- A meg nem ostromolt erőd. 2014. október 20. Online: [https://katpol.blog.hu/2014/10/20/\\_vendegposzt](https://katpol.blog.hu/2014/10/20/_vendegposzt)
- A Vörös Hadsereg 1939 körül. *Blog.hu*, 2019. január 26. Online: [https://vilaghaborufegyverei.blog.hu/2019/01/26/a\\_voros\\_hadsereg\\_1939\\_korul](https://vilaghaborufegyverei.blog.hu/2019/01/26/a_voros_hadsereg_1939_korul)
- Басюк, Иван: Укрепленные районы на территории Беларуси. (fordította E. Hitryak) Eredeti megjelenés: *Magazin Polski*, (2000), 1–3. Online: <http://liniastalina.narod.ru/library/2.2.htm>
- Boda József – Boldizsár Gábor – Kovács László – Orosz Zoltán – Padányi József – Resperger István – Szenes Zoltán: Fókusz és együttműködés. A hadtudomány kutatási feladatai. *Honvédségi Szemle*, 144. (2016), 3–19. Online: <https://honvedelem.hu/images/media/5f58c22db1612404795439.pdf>
- Хмельков, С. А. (Hmelkov, Szergej A.): *Бетонные и железобетонные сухопутные фортификационные сооружения*. Москва, 1937.
- Horkov, A. G.: Erődített körzetek a Szovjetunió nyugati határain. *Военно исторический журнал* №12. 1987.
- Jeki Gabriella: Nem béke volt, csak húszéves fegyverszünet a versailles-i szerződés. *Origo*, 2019. június 28. Online: [www.origo.hu/tudomany/20190628-szaz-eve-irtak-ala-a-versaillesi-szerzodes-bekediktatumat.html](http://www.origo.hu/tudomany/20190628-szaz-eve-irtak-ala-a-versaillesi-szerzodes-bekediktatumat.html)
- Kicman, Karol – Tomasz Zajęc: *Przewodnik po sowieckich umocnieniach z lat 1940–1941*. Linia Mołotowa w Przemysłu i Medyce, 2021.
- Kozdrój, Łukasz: Punkt oporu „Krasyczyn” 1939–1941. *Kriepost.org*, 2010. január 17. Online: <https://kriepost.org/publikacje.html>
- Linia Mołotowa. Online: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Linia\\_Mołotowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Linia_Mołotowa)
- Mihályi Balázs: A „román Maginot-vonal”. *Történelem Portál.hu*, 2010. szeptember 12. Online: <https://tortenelemportal.hu/2010/09/a-romanmaginot-vonal/>
- Nazarenko, K. B.: К вопросу о развитии фортификационных идей в СССР в 20-30-х гг. XX века. 2004-2005. Online: [www.kaur.ru/articles/soviet\\_fortification.php](http://www.kaur.ru/articles/soviet_fortification.php)
- Неприступные линии обороны XX века. Линия Сталина. *Topwar.ru*, 2011. június 3. Online: <https://topwar.ru/4987-nepristupnye-linii-oborony-xx-veka-liniya-stalina-chast-3.html>
- Павлик, Валерий: *Оборона Киева*. Kijev, 2011.
- Seres Attila: Az 1919–1920. évi szovjet–lengyel háború és az 1921. évi rigai béke interpretációja a legújabb orosz történeti irodalomban. In Borbély Zoltán – Kristóf Ilona (szerk.): *Tanulmányok Gebei Sándor 70. születésnapjára*. *Acta Academiae Agriensis*, 44. (2017). 355–367. Online: [http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/415/1/Historiae\\_2017.pdf](http://publikacio.uni-eszterhazy.hu/415/1/Historiae_2017.pdf)

*Szlakiem Linii Molotowa*, (2020), 3.

Tolnai Gergely: Az első világháború erődjei. *Hadtörténelmi Közlemények*, 128. (2015), 3. 763–783.

Укрепленный район. 2018. november 22.

Укрепрайоны в СССР. *LiveJournal*, 2010. november 20. Online: <https://by-brest-forts.livejournal.com/1499.html>

Веселовски Томаш: Линия Сталина. Мифы и реальность. *liniastalina.narod.ru*, 1996. (Lengyel nyelvről oroszra fordította E. Hitryak.) Eredeti megjelenés: *Gryfita*, (1996), 10. Online: <http://liniastalina.narod.ru/library/2.6.htm>

## Internetes források

[www.bovida.cz/en/m-27-trip-to-the-artillery-fortress-of-bouda](http://www.bovida.cz/en/m-27-trip-to-the-artillery-fortress-of-bouda)

<https://stalin-line.by/ekspozitsiya/o-linii-stalina/liniya-stalina-kak-sistema-urov>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Тираспольский\\_укрепрайон](https://ru.wikipedia.org/wiki/Тираспольский_укрепрайон)

[https://en.wikipedia.org/wiki/German%E2%80%93Soviet\\_Commercial\\_Agreement\\_\(1940\)](https://en.wikipedia.org/wiki/German%E2%80%93Soviet_Commercial_Agreement_(1940))

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Линия\\_Молотова](https://ru.wikipedia.org/wiki/Линия_Молотова)

Ujházi Lóránd<sup>1</sup> 

# A Katolikus Karitás� együttműködése az állami szervekkel a katasztrófák elleni védekezésben

## The Collaboration between the Catholic Caritas and Government Agencies in Preventing Disasters

*A II. Vatikáni Zsinat jelentős újdonságot hozott az állam és az egyház kapcsolatának teoretikus megalapozásában. Bár a zsinat előtti szociális enciklikák is eminens helyen tárgyalták a közjót, mint amely az állam és az egyház célkitűzéseinek fő fókuszát jelenti, azonban arról, hogy ennek a közjónak a megvalósításában a két entitás hogyan működjön együtt, kevés szó esett. A II. Vatikáni Zsinat és az azt követő szociális enciklikák már nem hagytak kétséget afelől, hogy a katolikus egyház és annak szervezetei nyitottak az együttműködésre az állammal és az állami szervezetekkel minden emberi ínség csillapításában, legyenek azok akár regionálisak vagy globálisak, emberi tevékenység vagy természeti katasztrófák eredményei, nemzeti vagy éppen nemzetközi együttműködést igénylők. A II. Vatikáni Zsinat Gaudium et Spes kezdetű lelkipásztori konstitúciója az Egyházzal a mai világban már számos helyen (26.; 30.; 42.; 43.; 59. pont) értekezik a közjó szempontjáról. Ami az állam és az egyház közös fellépését illeti, azt jól foglalja össze a konstitúció 26. pontja: „zsinat nagy tisztelettel tekint mindarra, ami igaz, jó és igazságos abban az oly sokféle intézményben, melyet az emberi nem a maga javára alapított és alapít.” Ezen felül kijelenti, hogy „az Egyház – amennyiben rajta múlik és küldetésével összefér – segíteni és támogatni akarja az összes ilyen intézményt. Semmit sem kíván jobban, mint mindenki javára szolgálván szabadon fejlődhessen bármilyen kormányzati forma alatt.” (26. pont) Ebben a tanulmányban az együttműködés sajátos aspektusára, konkrétan a katasztrófák elleni védekezésben való közös tevékenységre mutatunk rá.*

**Kulcsszavak:** katolikus egyház, katasztrófa, egyház társadalmi tanítása, állam és egyház kapcsolata

<sup>1</sup> Tudományos főmunkatárs, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Honvédelmi Jogi és Igazgatási Tanszék, e-mail: [ujhazi.lorand@uni-nke.hu](mailto:ujhazi.lorand@uni-nke.hu)

*The Second Vatican Council brought significant new features in the theoretical foundation of the relationship between the state and the Church. Although pre-council social encyclicals also discussed the common good, which was the main focus of the goals of the state and the Church, there was little discussion on how the two entities would work together to achieve the common good. The Second Vatican Council and subsequent social encyclicals have left no doubt that the Catholic Church and its organisations are open to working with the state and state organisations to alleviate all human famine, whether regional or global, the results of human activity or natural disasters, or require national or even international cooperation. The Pastoral Constitution on the Church of the Second Vatican Council, *Gaudium et Spes* discusses the aspects of the common good (Article 26, 30, 42, 43, 59). Regarding the joint action of the state and the Church, Article 26 of the Constitution summarises it well: "With great respect, therefore, this council regards all the true, good and just elements inherent in the immense variety of institutions which the human race has established for itself and constantly continues to establish." It also states that "the Church is willing to assist and promote all these institutions to the extent that such a service depends on her and can be associated with her mission". In this study, we highlight a specific aspect of cooperation, namely the joint action on disasters prevention.*

**Keywords:** Catholic Church, catastrophe, social doctrine of the Church, state–church cooperation

## 1. Bevezetés

Az állam közjogi felelőssége, minthogy a katasztrófák áldozatait segíteni, az emberi szenvedést minimalizálni, a természeti környezetet pedig védelmezni kell, csak a keresztény teodiceából (istentan, istenkép) és antropológiából érthető. Társadalmi szempontból egyáltalán nem mindegy ugyanis, hogy a társadalomban jelen lévő, adott esetben erőt képviselő vallás milyen üzenetet közvetít: a katasztrófákat a fatalizmusnak, az isteni büntetés részének, vagy olyan szerencsétlen eseménynek tekinti, amelynek okait orvosolni, az áldozatokat pedig a lehető legnagyobb mértékben segíteni kell. A katolikus egyház legújabb kori államelmélete megalapozza, hogy az egyház működjön együtt az állammal és annak szervezeteivel a katasztrófák elleni védekezésben.<sup>2</sup>

Valós katasztrófa esetén az egyház az állam igazi szövetségese, mind praktikus, mind teoretikus okokból. Ami a praktikus okokat illeti, a katolikus egyház még ma is a legkiepül-

<sup>2</sup> XIII. Leó: Enc. *Rerum novarum*. 1891. V. 15. *Acta Sanctae Sedis*, 23. (1891), 641–670; XI. Pius: Enc. *Quadragesimo anno*. 1931. V. 15. *Acta Apostolicae Sedis*, 23. (1931), 177–285; XXIII. János: Enc. *Mater et magistra*, 1961. V. 15. *Acta Apostolicae Sedis*, 53. (1961), 401–464; VI. Pál: Enc. *Populorum progressio* 1967. III. 26. *Acta Apostolicae Sedis*, 59. (1967), 257–299; VI. Pál: *Octogesima adveniens*. 1971. V. 14. *Acta Apostolicae Sedis*, 63. (1971), 8. 401–444; II. János Pál: Enc. *Laborem exercens*. 1981. IX. 14. *Acta Apostolicae Sedis*, 73. (1981), 9. 577–647; II. János Pál: *Sollicitudo rei socialis* 1987. XII. 30. 80. (1988), 5. 513–586. II. János Pál: *Centesimus annus*. 1991. V. 1. *Acta Apostolicae Sedis*, 83. (1991), 10. 793–867; XVI. Benedek: Enc. *Deus Caritas est*. 2005. XII. 22. *Acta Apostolicae Sedis*, 98. (2006), 3. 217–279; XVI. Benedek: Litt. Ap. MP. *Intima Ecclesiae natura*. 2012. XI. 11. *Acta Apostolicae Sedis*, 104. (2012), 12. 996–1004. Ehhez összefoglaló munka: Bernard A. Hebda: Where Canon Law Connects with Caritas: The Norms of Intima Ecclesiae Natura. A Year of Mercy Examination of Challenges to Compliance in a US Context. *The Jurist*, 76. (2016), 2. 339–359.

tebb tárgyi infrastruktúrával rendelkezik. Az együttműködés ideológia okai pedig, hogy mind az állam, mind az egyház célkitűzése a „személy” javának támogatása. Bár a katolikus doktrína szerint az egyház célja túlmutat az ember földi boldogulásán, de értelemszerűen a személy-fogalom klasszikus tomista megközelítése miatt, az egyház hozzájárul az ember földi jólétének a kibontakozásához is.<sup>3</sup> A tanulmányban vizsgálom a keresztény tanítás alapjait és eszmétörténeti hozadékát a katasztrófák és az emberi szenvedés kapcsán. Elemzem, hogy milyen feladatokat láthat el a Katolikus Karitásztól a válságkezelés során; milyen hozzáadott értéket képes a katolikus egyház felsorakoztatni a konkrét katasztrófa elleni védekezésben; milyen humán kapacitással és milyen infrastruktúrával segíthet, illetve végül milyen nemzetközi erőttel képes a karitászt mobilizálni, és ez milyen plusz értéket jelent az állami szereplők számára. Már megtörtént katasztrófák elleni védekezésekből (vörösizap-katasztrófa, dunai árvizek) konkrét példákat hozok. Rámutatok az együttműködés kevésbé zökkenőmentes aspektusaira is, kiemelve a keretmegállapodások hiányából és az *ad hoc* együttműködések alkalmával kialakuló bizonytalanságokból származó nehézségekre is. Munkámban felhasználom a Katolikus Karitászt vezető munkatársaival folytatott interjúk anyagát, továbbá azon belső használatra szánt dokumentumok elemzését, amelyeket jelen kutatáshoz rendelkezésemre bocsátottak.

## 2. Teoretikus alapok az állam és az egyház együttműködéséhez a katasztrófák elleni védekezésnél

Mielőtt az együttműködés konkrétumaira, egyházi és állami jogi szabályozására rátérek, teoretikus reflexiót kell tenni. Előrebocsáthatjuk, hogy a katasztrófát, ahogy azt a „katasztrófavédelmi törvény” is teszi, a legtágabb értelemben vesszük.<sup>4</sup> A katolikus segítségnyújtó szervezetek a legkülönbözőbb katasztrófák elleni védekezésnél segítenek, és tapasztalataikat felhasználják a későbbi együttműködések alkalmával. Az egyes katasztrófák során lehetnek azonban olyan sajátos szempontok is, amelyek kifejezetten azokkal a típusú katasztrófákkal szembeni védekezésnél relevánsak. Előfordulhat, hogy a tisztán technikai kérdéseken túl a védekezés nemzetbiztonsági vagy honvédelmi aspektussal is rendelkezik.<sup>5</sup> Előnyös, ha az egyház karitatív szervezeteinek munkatársai legalább alapismeretekkel rendelkeznek az egyes katasztrófákkal

<sup>3</sup> Aquinói Szent Tamás nagyobb hangsúlyt fektetett arra, hogy az ember *substantia completa*: test és lélek egysége. Ennek értelmében az egyház támogatja az ember földi boldogságát és biztonságát is.

<sup>4</sup> „Olyan állapot vagy helyzet, amely emberek életét egészségét, anyagi értékeit, a lakosság alapvető ellátását, a természeti környezetet, a természeti értékeket oly módon vagy mértékben veszélyezteti, károsítja, hogy a kár megelőzése, elhárítása vagy a következmények felszámolása meghaladja az erre rendelt szervezetek védekezési lehetőségeit, és különleges intézkedések bevezetését, valamint az önkormányzatok és az állami szervek folyamatos és szigorúan összehangolt együttműködését, illetve nemzetközi segítség igénybevitelét igényli. 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. Értelmező rendelkezések, 3. §. 5.

<sup>5</sup> Ujházi Lóránd: A Magyar Katolikus Egyház szerepvállalása a migrációs válság kezelésében. *Honvédségi Szemle*, 145. (2017), 1. 140–148; Simicskó István: *Az országvédelem és országmozgósítás szervezeti, hatásköri, irányítási rendszere minősített időszakokban*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2008. 152.

szembeni védekezéseknél jelentkező nemzetbiztonsági és honvédelmi kihívásokról és az érintett állami szervek hatás- és feladatköréről.<sup>6</sup>

Eltekintve az egyes katasztrófákkal szembeni védekezéshez szükséges technikai ismeretekről, az egyház általánosságban szívügyének tartja, hogy jelen legyen a katasztrófákkal szembeni védekezésnél, és igyekezzen az emberi szenvedést enyhíteni. Papp Bendegúz „katasztrófa-diplomáciáról” írt tanulmányában rámutat, hogy a katasztrófák esetén nyújtott nemzetközi segítség mind a globális, mind a regionális (nemzetközi) kapcsolatok javításához hozzájárul.<sup>7</sup> Sajátos bizalomépítő tevékenység országok, régiók, szövetségi rendszerek és nemzetek között egyaránt. A katolikus egyház segítségnyújtóinak a katasztrófákkal szembeni védekezésbe való bekapcsolódásának is van ilyen „diplomáciai” vetülete. Sőt, bizonyos értelemben ez a diplomáciai tevékenység „kettős”. Egyrészt igyekszik a teljes társadalom bizalmát növelni a (helyi) katolikus egyház irányába. Másrészt azzal, hogy a nemzetközi katolikus szervezetek is bekapcsolódnak egy-egy katasztrófával szembeni védekezésbe, a Szentszék mint a nemzetközi jog alanya irányába is növekedhet a bizalom.<sup>8</sup>

A Katolikus Egyház társadalmi tanításának kompendiuma, amely a közjó különböző érvényesülési területeit vizsgálja, már az ajánló részben leszögezi, hogy a „közjó közös szolgálata a párbeszéd és a találkozás területe”. Mivel az emberi szenvedéseket okozó tényezők felszámolása a közjó előmozdításának a legkézzelfoghatóbb területe, logikus, hogy ez az együttműködés eminens platformjának is tekinthető. Mindemellett a Katolikus Karitásztól tevékenysége sokkal több, mint jól felfogott diplomáciai lépés. Az egyház lényegéhez tartozik az általános szociális érzékenység, amely átsugárzik az élet legkülönbözőbb területeire, közte a katasztrófákkal szembeni védekezésre.<sup>9</sup> XVI. Benedek pápa egyenesen az egyház esszenciális jegyének nevezte, hogy az a karitásztól jelen van az emberiség életében.<sup>10</sup> Mindemellett azt is látni kell, hogy az állami szervekhez képest az egyházat nem a közjogi viszonyrendszer alapján fennálló kötelezettsége motiválja.<sup>11</sup> Nem is pusztán a „civil” NGO-k (*non-governmental organisation*, nem kormányzati szervezet) vagy segítségnyújtó szervezetek „filantrópiája” vezérli. Az egyházat az alapító példája motiválja, hogy mozgástere és lehetőségei szerint mindennemű emberi szenvedést

<sup>6</sup> Ezért indult a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen a Katolikus Karitásztól munkatársainak felkészítésére irányuló képzés. Szöör Ádám: Egyedülálló képzés az NKE és a Karitásztól együttműködésében. *uni-nke.hu*, 2018. május 8. De érdemes lenne legalább a katolikus egyház hivatalos segítségnyújtó szervezetét, a Katolikus Karitásztól az NKE éves közszolgálati gyakorlatába is bevonni.

<sup>7</sup> Papp Bendegúz: Katasztrófa-diplomácia. Egy fiatal tudományág tudományterületi elemzése. *Külügyi Szemle*, 19. (2020), 1. 34–50; Muhoray Árpád: A polgári védelem helye a modern katasztrófavédelemben. *Hadmérnök*, 9. (2017), 2. 188–200.

<sup>8</sup> Erről átfogóan ír Ilan Kelman: *Disaster Diplomacy: How Disasters Affect Peace and Conflict*. Abingdon, Routledge, 2012.

<sup>9</sup> Salvatore Berlingò: *Giustizia e carità nell'economia della Chiesa. Contributi per una teoria generale del diritto canonico*. Milano, Giappichelli, 1991; Chiara Minelli: Diritto canonico e diritto civile nell'impostazione della iniziativa di carità. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e Servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008. 321–335.

<sup>10</sup> „Caritatis etiam ministerium pars est constitutiva Ecclesiae missionis et irrenuntiabilis est expressio propriae ipsius essentiae.” XVI. Benedek: *Litt. Ap. MP. Intima Ecclesiae natura*. 2012. XI. 11. *Acta Apostolicae Sedis*, 104. (2012), 12. 996–1004.

<sup>11</sup> „1. § (1) A katasztrófavédelem nemzeti ügy. A védekezés egységes irányítása állami feladat.” 2011. évi CXCVIII. törvény.



enyhítsen.<sup>12</sup> Már az első keresztények megfogalmazták az ideát, hogy életükben minél inkább igyekezzenek az alapítónak, a Názáreti Jézusnak az életét utánozni. Ez a gondolat mélyebben az úgynevezett Krisztus utánzása-tanban öltött testet. Röviden ez azt jelentette, hogy annál hitelesebb egy keresztény élete, minél jobban képes utánozni az alapító életpéldáját. Márpedig Jézus élete az ártatlan vértanúhalálán túl legkézzelfoghatóbban a szenvedők iránti irgalmas szeretet tetteiben foglalható össze. Ebben pedig az igazi keresztények „utánozni” akarták az alapítót. Igaz, a szent iratok inkább beteggyógyításokról, mintsem katasztrófákkal szembeni védekezésekről szólnak. Egyes elbeszélések azonban nemcsak az individuális szenvedéseket, hanem már az egyéneken túlmutató, úgynevezett csoportos gyógyításokat is elbeszéli (Mt 8,16; 11,4–5; 12,15–21; 14,34–36; 15,29–31; 19,1–2; 21,14; Mk 1,32–34; 3,7–12; 6,1–6; 6,53–56; Lk 4,40–44; 6,17–19; 7,21). Az egyes gyógyításebeszéléseken túl, jelentősebb a keresztény tanítás eszmetörténeti hatása. Az embereket ért természeti és egyéb katasztrófák egyidőben az emberi történelemmel.<sup>13</sup> Az ember pedig nemcsak túlélni akarta a katasztrófákat vagy menteni a menthetőket, hanem idővel feltette a kérdést, hogy mi az oka a mérhetetlen szenvedést hozó eseményeknek.<sup>14</sup> A magyarázatok megalkotásában a dolog természete okán a vallások kulcsszerepet játszottak. A kereszténység megjelenésével a katasztrófák okozta szenvedés és az emberi közösség, majd a keresztény államelmélet megszületésével az állam és az állami szervezetek kötelezettsége új megvilágításba került.<sup>15</sup> Az ószövetségi *Szentírás* több természeti katasztrófáról is beszámol: Szodoma és Gomorra története vagy Noé és a vízözön elbeszélése. De az egyiptomi tíz csapás sem más, mint katasztrófák sorozata. A bibliatudomány sajátos területét kitevő archeológiai kutatások igyekeznek feltárni ezeknek a katasztrófáknak a helyét, az idejét és leginkább a *Szentírás* történetei közé való bekerülésük körülményeit.<sup>16</sup> Jelen tanulmány nem tér ki részletesen a biblikus archeológia eredményeire. Ezeket az eredményeket ugyanis a mai napig szakmai viták övezik.<sup>17</sup> A katasztrófák társadalmi hatásait és a kereszténységgel bekövetkezett szemléletváltást azonban tökéletesen szemléltetik. Az ószövetségi szerző a katasztrófák okait (hasonlóan más emberi szenvedéshez, mint például a betegségek vagy közvetlen rokonok, gyermekek és feleségek elvesztése) az igaz és bűnös dichotómiájába helyezte. Ha Isten igazságos, márpedig az *Ószövetség* fő tétele, hogy Isten igaz (héb. szedek, szedeka: Iz 5,16; 10,22; Bir 5,21; 1Sám 12,7; Iz 45,24), akkor az igaz embert nem büntetheti az Isten. Ez érvényes az egyén és a közösség szintjén. Mind a vízözön, mind Szodoma és Go-

<sup>12</sup> Luis Navarro: Le iniziative dei fedeli nel servizio della carità. Fondamento e configurazione giuridica. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e Servizio della carità*. Milano, Giuffrè. 2008. 196. Idézi: Scema Decreti de Apostolatu laicorum. n. 62. 1963. IV. 22, AS III. IV. 700.

<sup>13</sup> Chris McNab: *A legnagyobb történelmi katasztrófák. A világtörténelem legsúlyosabb csapásai*. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2008.

<sup>14</sup> Per Sandin: Conceptualizations of Disasters in Philosophy. In Dónal P. O'Mathúna – Vilius Dranseika – Bert Gordijn (szerk.): *Disasters: Core Concepts and Ethical Theories*. Pittsburgh, Springer Open, 2015. 13–26.

<sup>15</sup> Fischl Vilmos: Az ökumenikus segítségnyújtó szervezetek működése és eredménye a konfliktusokkal terhelt területeken. In Resperger István – Ujházi Lóránd (szerk.): *A vallási elemek jelentősége napjaink fegyveres konfliktusaiban és biztonságpolitikai kihívásaiban*. Budapest, Dialóg Campus – Wolters Kluwer, 2019. 25–29; Fischl Vilmos: Egyházi karitatív szervezetek szerepe a válságkezelésben. *Kard és Toll*, 2. (2006), 92–101.

<sup>16</sup> Noé történetéhez lásd Ronald S. Hendel: The Search for Noah's Flood. *Bible Review*, 19. (2014), 3. 4.

<sup>17</sup> A biblikus archeológiai kutatásokhoz lásd Israel Finkelstein – Neil Silberman Asher: *The Bible Unearthed: Archeology's New Vision of Ancient Israel and the Origin of its Sacred Texts*. New York, Touchstone Centre, 2002.

morra történetében világos utalás történik a közösség bűnére, amely miatt Isten pusztít,<sup>18</sup> és annak a néhány embernek az igaz voltára, akiknek Isten megkegyelmez.<sup>19</sup> De a tíz csapás is ebbe a szemléletmódba illeszkedik. A tíz csapással Isten az egyiptomiakat megbünteti, de az izraelitákat megszabadítja. Nemcsak az *Ószövetség* gondolkodott azonban így abban a korban. A történetírás atyja, Hérodotosz beszámol a Krisztus előtt 479-ben bekövetkezett szökőárról. Értesít arról is, hogy az eseményt Poszeidón, a tengerek Istene büntetésének tudták be, aki ezzel büntette meg a perzsákat, amiért megostromolták görög Potidaea városát.<sup>20</sup> Sőt John Bowker ma már klasszikusnak számító munkájában a világvallások és annak különböző leágazásainál mutatja be, hogy az ószövetségi *Biblia* keletkezésének korában a katasztrófák okait az istenek büntetésében látták.<sup>21</sup> Dónal P. O'Mathúna, aki kifejezetten a keresztény teológia hatását vizsgálja a katasztrófák értékelése kapcsán, felhívja a figyelmet, hogy a földrengések, a szökőárok, a vulkánkitörések vagy bármi más természeti katasztrófa mögött a Jézus korabeli emberek is az isteni erőket vélték felfedezni.<sup>22</sup> A teológiai (elméleti) eszmevuttatáson túl ezzel a megközelítéssel a legnagyobb baj, hogy egyáltalán nem pozicionálja a közösséget annak érdekében, hogy komoly erőket mozgósítson a katasztrófák áldozatainak menekítésére. A régi vallási megközelítésben ugyanis aki igaz, az úgymint megmenekül, akik pedig meghalnak, azok Isten jogos büntetése miatt veszítik életüket. Egyes szerzők felhívják a figyelmet, hogy ez az anakronisztikus felfogás a modern kor vallásos embereinél is visszatérhet, és a természeti katasztrófák mögött istenek büntetését látják.<sup>23</sup> Dónal P. O'Mathúna említett tanulmányában megdöbbentő példákat gyűjtött össze arról, hogy kortárs keresztény lelkészek és nem keresztény vallási vezetők hogyan interpretáltak természeti katasztrófákat. Az evangéliumi egyházakhoz tartozó híres televíziós prédikátor, Pat Robertson például 2010-ben a haiti földrengés kapcsán kijelentette, hogy ennek oka, hogy az ország a 18. században az ördöggel kötött „szövetséget”, hogy megszabaduljanak a francia gyarmatosítóktól.<sup>24</sup> A Katrina hurrikán pusztítását pedig néhány keresztény prédikátor a homoszexualitás és az abortuszok miatt

<sup>18</sup> „Mikor az Úr látta, hogy nagy az emberek gonoszsága a földön és szívük állandóan a rosszra irányul, megbánta az Úr, hogy embert teremtett a földön és bánkódott szívében. Ezt mondta az Úr: »Eltörölöm a föld színéről az embert, akit a földön teremtettem: az embert az állatokkal, a csúszómászókkal és az ég madaraival együtt, mivel megbántam, hogy teremtettem őket.«” (Ter 5,5–7). A föld azonban romlott volt Isten színe előtt, s a föld tele volt erőszakkal (Ter 5,11).

Szodoma és Gomorra történetéhez: „Amikor hajnalodott, így sürgették az angyalok Lótót: Kelj föl, fogd a feleségedet és két leányodat, akik itt vannak, hogy el ne pusztulj a város bűne miatt!” (Ter 19,15).

<sup>19</sup> Noé azonban kegyelmet talált az Úr szemében. Noénak ez a története: Noé igaz ember volt, kifogástalanul élt kortársai között. Noé Isten színe előtt járt. (Ter 5,8–10).

<sup>20</sup> Mark Molesky: *This Gulf of Fire. The Great Lisbon Earthquake, or Apocalypse in the Age of Science and Reason*. New York, Vintage, 2015. 150.

<sup>21</sup> John Bowker: *Problems of Suffering in the Religions of the World*. Cambridge, Cambridge University Press, 1970. Lásd még Peter Koslowski (szerk.): *The Origin and the Overcoming of Evil and Suffering in the World Religions*. Hannover, Pringer-Science, Business Media, B.V., 2001.

<sup>22</sup> Dónal P. O'Mathúna: Christian Theology and Disasters: Where is God in All This? In Dónal P. O'Mathúna – Vilius Dranseika – Bert Gordijn (szerk.): *Disasters: Core Concepts and Ethical Theories*. Pittsburgh, Springer Open, 2018. 35.

<sup>23</sup> Dennis Behreandt: Why does God Allow Calamities? *The New American*, 21. (2005), 26. 31–34.

<sup>24</sup> James Frank: Pat Robertson Blames Haitian Devil Pact for Earthquake. *NPR*, 2010. január 13.

bekövetkező isteni büntetésnek tudta be.<sup>25</sup> De a nagyobb protestáns felekezetek és a katolikus egyház lelkipásztorai részéről is voltak hasonló túlkapások.<sup>26</sup> Sajátos szempontokra hívja fel a figyelmet Patricia Plunket, Gabriela Uruñuela,<sup>27</sup> illetve David Chester.<sup>28</sup> A szerzők különböző (dél-amerikai és portugál) példákon keresztül mutatják be, hogy a Krisztus előtti népi és vallásos hiedelmekből a helyi kereszténység hogyan vett át egyes elemeket. Maga az „inkulturáció” nem áll messze a kereszténységtől, hiszen a kereszténység számtalanszor tett kísérletet arra, hogy a nem keresztény vallási elemeket összebékítse a keresztény doktrínával.<sup>29</sup> Miért éppen a katasztrófák magyarázata lett volna kivétel? Mindemellett a domináns történelmi keresztény felekezetek hivatalos kommunikációja abba az irányba fejlődött, hogy kifejezzék a katasztrófák áldozataival szembeni együttérzésüket, segélyszervezeteket tartsanak fenn, és ezeket az egyes nem várt események elhárítása érdekében pozícionálják. Az alapító, a Názáreti Jézus tanításával ugyanis ez a hozzáállás mutat kontinuitást. Lukács evangélista beszámol arról a történetről, amikor Silóámban „tizennyolc emberre rádőlt a torony” (Lk 13,1–5). A korabeli emberek a már tárgyalt isteni büntetés irányából kérdeznak rá Jézusnál a katasztrófa okára. Jézus határozottan megjegyzi: „azt hiszitek, hogy bűnösebbek voltok, mint Jeruzsálem lakói közül bárki? Mondom nektek: nem!” Ezzel Jézus nemcsak a betegek, hanem a katasztrófák áldozatainak vonatkozásában is lebontja a korábbi „bűnös-igaz, büntetés-jutalom” dichotómiát. Így pedig megnyitja az utat a katasztrófák áldozatainak megsegítése felé, hiszen így már nem bűnösök, hanem ártatlan szenvedők, akiket segíteni kell.<sup>30</sup>

### 3. Katolikus szervezetek a katasztrófák elleni védekezésben

A római Szent Kereszt Egyetem 2007-ben konferenciát szervezett, amely a katolikus egyház karitatív tevékenységének teoretikus és egyes gyakorlati területeit dolgozta fel. A konferenciakötet, több mint 500 oldalon és mintegy 20 tanulmányban járja körül annak kérdését, hogy a katolikus egyház és annak szervezetei milyen területeken vesznek részt az emberi nyomorúság enyhítésében. A kötet elsősorban a szeretet tetteinek teológiai és filozófiai alapjaira, illetve nem utolsósorban az egyház és szervezetei működésének kánon- és világi jogi kereteire reflektál.<sup>31</sup> Hiába van azonban szó ekkora terjedelmes munkáról, még így sem fedi le azt a hatalmas tevékenységi kört, amelyet az irlalmas szeretet motivált. Szinte „felleltározhatatlan” az egyház

<sup>25</sup> Zack Ford: Anti-Gay Preacher Blames Hurricane Sandy on Homosexuality and Marriage Equality. *Think Progress*, 2012. október 29. és Alan Cooperman: An Act of God? Where Most See a Weather System, Some See Divine Retribution. *The Washington Post*, 2005. szeptember 4.

<sup>26</sup> Erwin W. Lutzer: *An Act of God? Answers to Tough Questions about God's Role in Natural Disasters*. Carol Stream, Tyndale House, 2011.

<sup>27</sup> Patricia Plunket – Gabriela Uruñuela: Mountain of Sustenance, Mountain of Destruction: The Prehispanic Experience with Popocatepetl Volcano. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 170. (2008), 111–120.

<sup>28</sup> David Chester: The Effects of the 1755 Lisbon Earthquake and Tsunami on the Algarve Region, Southern Portugal. *Geography*, 93. (2008), 2. 78–90.

<sup>29</sup> Az inkulturáció különböző szempontjaihoz átfogó képest fest Török Csaba: Inkulturáció és ökumené. *Teológia. Hittudományi Folyóirat*, 42. (2008), 1–2. 86–104.

<sup>30</sup> Luigi Lombardi Vallauri: *Amicizia, carità, diritto*. Milano, Giuffrè, 1974.

<sup>31</sup> Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e Servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008.

karitatív tevékenységének területe.<sup>32</sup> Egyes szegmensek az egyház történetében már korán manifesztálódtak, amíg más területek csak később, a társadalmi fejlődéssel párhuzamosan vagy az újabb kihívásokra való reflexióként öltöttek testet. Így amíg a beteg- és szegénygondozás szinte az egyház születésével egy időben megjelent, addig a katasztrófák elleni védekezésben való professzionális közreműködés viszonylag késői. Már a bibliai Apostolok Cselekedete beszámol az első „hivatalalapításról”, minthogy a tanítványok hét diakónust választanak ki a szegények gondozására (ApCsel 6,2–3, 5–6). Az első hivatalalapítás a karitatív szeretet gyakorlásához (és nem az egyház igazgatásához vagy más tevékenységéhez) kapcsolódott. Adolf von Harnack, a protestáns egyháztörténész megjegyzi, hogy a harmadik századra már kialakul az a „karitás”, amelyet az egyház intézményes keretek között teljesít.<sup>33</sup> Szegény- és beteggondozás területén formálódott legmarkánsabban.<sup>34</sup> Ennek hagyománya szemléletesen él tovább a beteg- és a szegénygondozó rendeknél.<sup>35</sup> A beteg- és szegénygondozáshoz hasonlóan a katasztrófákkal szembeni védekezés területén ilyen specializáció az egyház részéről nem alakult ki. Ennek oka, hogy egyrészt a beteg- és szegénygondozásra való szükség sokkal nyilvánvalóbb és gyakoribb társadalmi igényként jelent meg. A katasztrófák ritkábban fordultak elő. Másrészt nemcsak az egyház, hanem az „állam” is viszonylag későn, az állami közfeladatok artikulációjának homlokterében tudatosította ezen a területen saját kötelességét. Továbbá a katasztrófákkal szembeni sikeres védekezéshez és az áldozatok menekítéséhez különleges képességekre van szükség, amely csak fokozatosan, a modern technológia fejlődésével került az emberi közösség birtokába. Ennek a személyi és technikai képességnek a „készletben tartása” akkor is fontos, ha használatuk – szemben a szegény- és beteggondozással – nem igényel napi szintű fellépést. David K. Chester és Angus M. Duncan tanulmányában a kereszténység viszonyára fókuszál a katasztrófák, különösen a vulkánkitörések és földrengések területén.<sup>36</sup> A szerzők rámutatnak az egyház vonatkozásában is egyfajta folyamatosságra, amely a keresztény, hangsúlyosan a katolikus egyház segélyezési rendszerében a „professzionizálódás” irányába mutatott. A prominens szerzők nem tekintenek el az említett szemponttól, amely az emberiség bűnének tudja be a „sorscsapásokat”, de ezzel párhuzamba állítják azokat a konkrét eseteket, amikor a katolikus egyház számottevő erőket mozgósított a szenvedések enyhítésére. Így az 1902-es Mont Pelée-i (Martinique) vulkánkitörés; az 1915-ös olaszországi avezzanói földrengés, az 1953-as ruapehui (új-zélandi) vulkánkitörés. Ugyanakkor a katolikus karitatív szervezetek mind a mai napig magukon viselik az első évszázadokban kialakult preferált tevékenységi kör jegyeit. Bár kapacitálják magukat

<sup>32</sup> Alfred Hierold: *Handbuch des katholischen Kirchenrechts*. In Joseph Listl – Heribert Schmit (szerk.): *Handbuch des katholischen Kirchenrechts*. Regensburg, Pustet, 1999. 1028–1032.

<sup>33</sup> Adolf von Harnack: *Mission und Ausbreitung des Christentums in den ersten drei Jahrhunderten*. Leipzig, 4. 1902. ed. 1920.

<sup>34</sup> John A. Knight: *The Holiness Pilgrimage*. Kansas City, Beacon Hill Press, 1986. 19–20; Krutsay Miklós: *Beteg-ápoló szerzetesrendek. Osteológiai Közlemények*, (2018), 1–2. 52–54; Anna Esposito – Andreas Rehber: *Gli ordini ospedalieri tra centro e periferia*. Roma, Ricerche dell'Istituto Storico Germanico di Roma, 2007. Magyar vonatkozásokhoz: Falus Orsolya: *Ispotályos kereszties lovagrendek az Árpád-kori Magyarországon*. PhD-értekezés. Pécs, Pécsi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Kar, 2014.

<sup>35</sup> Krutsay (2018): i. m. 52–54.

<sup>36</sup> David K. Chester – Angus M. Duncan: *Responding to Disasters within the Christian Tradition, with Reference to Volcanic Eruptions and Earthquakes. Religion*, 40. (2010) 2. 85–95.

a katasztrófákkal szembeni védekezésre és az áldozatok segítésében, de a struktúra szintjén ritkán jelenik meg a szervezeteikben a katasztrófákkal szembeni védekezésért felelős „egység”. Sokkal jellemzőbb, hogy a segélyszervezet állandó, és egyébként más területekért felelős állománya vagy az önkéntesei vesznek részt a feladat végrehajtásában. Nagy szükség van a lelkesedésre és a jóindulatra, de a megfelelő szerepvállaláshoz a professzionalizmustól sem lehet eltekinteni. Ez utóbbi, illetve ezzel szorosan összefüggően a katasztrófákkal szembeni védekezésre pozicionált egység a katolikus segélyszervezeteknél ritkán és csak ott jelenik meg, ahol erre rendelkezésre áll a megfelelő humán kapacitás, és/vagy a területen gyakoriak a természeti katasztrófák. Ez inkább az egyes amerikai egyházmegyéket jellemezi. Az Amerikai Katolikus Karitászt olyan programokat is indított, amelyek a katolikus egyház különböző szervezeteinek, leginkább a katolikus karitászcsoportok képzésére irányulnak. Munkaanyagokon és „tréningeken” keresztül igyekeznek segítséget nyújtani, hogy a helyi szint is eredményesen mobilizálható legyen az esetleges katasztrófák esetén.<sup>37</sup> A kezdeményezés azért fontos, mert a katolikus egyház legnagyobb előnye még ma is a szerteágazó infrastruktúra-hálózatában rejlik. Olyan helyeken is lehet kiépült infrastruktúrája, ahol az állami szervezeteknek nincs. Ritka, hogy egy helyi plébánia ne rendelkezzen karitászcsoporttal. Ezek a helyi karitászszervezetek pedig széles helyismerettel rendelkeznek. Ezt a kapacitást azonban csak úgy lehet maximalizálni, ha – az amerikai modellhez hasonlóan – némi előzetes felkészítés történik, vagy adott esetben létezik az állami szervezetekkel olyan keretmegállapodás (lásd alább), amely tisztázza az együttműködés keretét. Ez különösen igaz az egyház által rendelkezésre bocsátható infrastruktúrára és a humán kapacitásra. Érdemes megfontolni, hogy az említett amerikai modell a „tipikus” katasztrófákhoz (földrengés, extrém hideg, extrém forróság és aszály, erdőtüz, árvíz, hurrikán, ember által okozott katasztrófa, vírus, terrorcselekmények, tornádó és szélvihar) hozzárendeli azt a legfontosabb eszköz- és személyi állományt, amellyel a helyi szintű karitászt is részt vehet a válságkezelésben.

#### 4. A konkrét együttműködés lehetőségei Magyarország vonatkozásában

Magyarország Alaptörvénye Nemzeti hitvallás részében elismeri a kereszténységnek a nemzeti történelemben betöltött meghatározó szerepét. A Szabadság és felelősség rész alatt pedig kiemeli, hogy az „állam és a vallási közösségek a közösségi célok elérése érdekében együttműködhetnek” (VII. cikk). Kevés nemesebb és egyben konkrétabb együttműködés van a két entitás között, mint a katasztrófákkal szembeni védekezés és az okozott károk enyhítése. Ugyanakkor, mivel a nemzetközi katolikus karitászt a Szentszék, a magyar Katolikus Karitászt pedig a Magyar Katolikus Püspöki Konferencia hivatalos segélyszervezete, ezért tevékenységüket nemcsak az állam, hanem az egyházjog is szabályozza. A Nemzetközi Katolikus Karitászt

<sup>37</sup> Catholic Charities USA: *The Catholic Disaster Preparedness Program. Parish Disaster Planning.* n. a.

a Vatikán állami joga által felruházott „jogi személyiséggel”<sup>38</sup> és az egyházjog által biztosított egyházjogi jogi személyiséggel is rendelkezik.<sup>39</sup> Ami a helyi katolikus karitászt illeti, az lehet a püspöki konferencia vagy egyházmegye alá tartozó hivatalrendszer része, amelyet az illetékes egyházi hatóság eleve hivatalos jogi személyként alapít vagy ismer el. Az egyházi jogi státusz független a világi jogi elismertségtől.<sup>40</sup> Magyarországon azzal, hogy az országos Katolikus Karitászt, illetve az egyházmegyei katolikus karítászt egyházi jogi személyek, a szervezeteknek a világi jogban is jogi személyisége van. Ami az együttműködés konkrét keretrendszerét illeti, a pontosabb jogi szabályozásra éppen a világi hatóságokkal és a fegyveres testületekkel való együttműködés nagyobb átláthatósága érdekében XVI. Benedek idejében került sor.<sup>41</sup> Különösen markánsak a karitászt és a fegyveres szervezetek együttműködésére vonatkozó szabályozók.<sup>42</sup> A nemzetközi karitászt által megfogalmazott alapelvek azonban inkább a háborús konfliktusokból származó válságok kezelésére, semmint a katasztrófák enyhítésére vonatkoznak. Így a katasztrófák esetén való együttműködéshez és a magyar viszonyokhoz átfogóbb képet ad Padányi József tanulmánya, aki munkájában a civil-katonai együttműködés egyes elemeit nem szűkíti pusztán a fegyveres válságkezelésben való együttműködésre.<sup>43</sup> A tanulmány szerzője jól szemlélteti, hogy a civil-katonai együttműködés nem pusztán operatív tevékenység, hanem egyfajta mentalitás és filozófia. Ezért a katasztrófák elleni védekezés kapcsán is fontos egymás kölcsönös tisztelete és ismerete. Az egyház szempontjából pedig fontos, hogy a katolikus karitászt önállósága a válságkezelés során is megmaradjon. A segítség nem merülhet ki a készletek, az erők és az infrastruktúra rendelkezésre bocsátásában, hanem mellérendelt és kiegészítő együttműködésre kell törekedni.

## 5. A katolikus karitászt összekötőjének szerepe az egyházi és az állami szabályozás keretében

Az állami szervek és a katolikus karitászt együttműködésének vizsgálatakor figyelembe kell venni, hogy az (magyar) állami és az egyházi közigazgatási rendszer nem fedi egymást. A katolikus karitászt a katolikus egyház hierarchikus rendszeréhez illeszkedik. Ezért érdemes a katasztrófával szembeni védekezés esetén összekötőket kijelölni és több szinten pozicionálni. A vörösiszap-katasztrófánál az országos szint szerepét a Civil Humanitárius Koordinációs

<sup>38</sup> Giuseppe Dalla Torre: La Caritas: Storia e natura giuridica. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008. 274.

<sup>39</sup> II. János Pál: Apostoli levél. Durante L'ultima Cena. 2004. szeptember 16. (2021. 11. 29.) Felügyeleti szerveihez lásd Juan Ignacio Arrieta: *Diritto dell'organizzazione ecclesiastica*. Milano, Giuffrè, 1997. 322; Jesús Miñambres: Status giuridico-canonico di Caritas Internationalis. *Ius Ecclesiae*, 17. (2005), 1. 295–302.

<sup>40</sup> Dalla Torre (2008): i. m. 278.

<sup>41</sup> Jean Lafflité: Amore e giustizia nell'enciclica Deus Caritas est: Prospettiva Teologica. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008. 6–18.

<sup>42</sup> Caritas Internationalis: *Code of Ethics and Code of Conduct for Staff*. Rome, 2014.

<sup>43</sup> Padányi József: *Polgári-katonai együttműködés a békefenntartó műveletek során*. Kutatási jelentés. Budapest, Honvéd Vezérkar Hadműveleti Csoportfőnökség, 2001. 1–76, valamint Padányi József: *A Magyar Honvédség műszaki csapatainak lehetőségei és feladatai békeidőben a természeti- és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában*. Kandidátusi értekezés. 1994. 130.

Központ töltötte be. A 2013-as árvízről napjainkig a Nemzeti Humanitárius Koordinációs Tanács látja el ezt a feladatot. Ennek tagjai között megtalálható a hat nagy segélyszervezet, közte a Katolikus Karitászt. Irányítása az egyházi és civil kapcsolatokért felelős államtitkársághoz tartozik. Terjedelmi okokból most csak egy feladatra, az országos karitászt-összekötő feladataira összpontosítok a vizsgált katasztrófa kapcsán. A magyar Katolikus Karitászt mint ernyő- és „irányító” szervezet jogosult az országos jelentőségű ügyek intézésére és az állami szervezetekkel való tárgyalások lebonyolítására. A feladatok végrehajtásának jelentős része azonban a helyi katolikus karitászt terheli. A különleges jogrend bevezetésével (veszélyhelyzet kihirdetésével) egy időben a karitászt országos irányítása veszi át az adott területen a koordinálást. Régiós és helyi szinten ugyanis az irodák nincsenek felkészülve sem eszköz, sem emberi, sem pedig szakmai erőforrást illetően. Erre azonban nincs is szükség, mivel a helyi irodai háttér inkább logisztikai és kiegészítő segítséget ad a rendszer működtetéséhez.<sup>44</sup> A koordinációért az országos karitászt összekötője felel.

## 5.1. Az összekötő feladata a veszélyhelyzet kihirdetésekor

Bár alapvetően országos összekötői szintről van szó, érdemes az összekötő feladatra olyan szereplőt választani, aki a katasztrófa által érintett régiót ismeri. Esetlegesen az érintett egyházmegye karitásztigazgatója erre a legalkalmasabb személy. A karitászt-összekötő a veszélyhelyzet kihirdetésekor a következőket teszi:

- Felveszi a kapcsolatot a Nemzeti Humanitárius Koordinációs Tanáccsal, amelyen keresztül bekapcsolódik a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság és Nemzeti Veszélyhelyzet-kezelési Központ (KKB NVK) Országos Törzsek munkájába. Számos esetben az állami fél megkeresése megelőző.
- Az erők felmérése érdekében egyeztet az egyházmegyei karitásztok vezetőségével.
- Megkeresi a katasztrófában érintett plébániákat.<sup>45</sup> Egyeztet az operatív törzsekkel, és annak megfelelően felkéri a központi plébániákat, hogy alakítsák ki a tisztálkodásra, a melegedésre, az étkezésre alkalmas helyeket. Ezekben a munkafolyamatokban és a katasztrófavédelmi munkálatokban részt vevő állami és egyházi szervezetek munkatársai és az önkéntesek egyaránt igénybe vehetik ezeket.
- Kialakítják a nagyobb települések plébániáin a „koordinációs központokat”. Ezek a központok részben (de nem kizárólagosan) illeszkednek a helyi Védelmi Bizottságok diszlokációjához. Ezekben a plébániákon elrendelik a folyamatos ügyeleti rendet, és minden jelentős változásról informálják az összekötőt. Napi összefoglaló jelentést juttatnak el az összekötőnek, de szükség esetén is kereshetik őt. Az ehhez szükséges informatikai háttér megszervezéséről az összekötő a koordinációs központ felállításával párhuzamosan gondoskodik. Szervezetein keresztül részt vesz a lakosság informálásában.

<sup>44</sup> A logisztikai szempontokhoz Pohl Árpád: A műveleti felkészítés követelményeinek néhány aspektusa a logisztikai tisztképzésben. *Hadtudományi Szemle*, 8. (2015), 1. 503–511.

<sup>45</sup> Segélyszervezetek az iszapkatasztrófa károsultjaiért. *168 óra*, 2010. október 15.

- A katasztrófában érintett egyházmegyén kívül az összekötő felveszi a szomszédos egyházmegyékkel is a kapcsolatot. Kijelöli a kapcsolattartó személyét. A kéréseket ezeken a személyeken keresztül fogalmazzák meg az érintett egyházmegye irányába. Ezek az egyházi struktúrák elhelyezkedésük miatt gyors és közvetlen segítséget tudnak biztosítani, így a bevonható erőforrások megsokszorozódnak. A szomszédos egyházmegyék karításképességeiről az összekötő feljegyzést kér be.<sup>46</sup> Erről tájékoztatja a védelmi bizottságokat, akikkel szorosán együttműködve fogadja el a humán és eszközfelajánlást.
- A karitásztól összekötő felveszi a kapcsolatot a külföldi karitásztól főigazgatókkal, illetve a szomszédos egyházmegyékkel. Az együttműködés deklarációkat, gyűjtést, anyagi támogatást és közös humanitárius akciókat jelent.<sup>47</sup> Külön figyelmet szentel az összekötő az országhatárral szomszédos egyházi infrastruktúra képességeinek és a felajánlásoknak. Erről tájékoztatja a védelmi bizottságokat és az igényeknek megfelelően tárgyal a felajánlások felhasználásáról. A külföldi partnerrel való együttműködés szintén nemcsak operatív jelentőségű, hanem a két szomszédos ország közötti kapcsolat mélyítése szempontjából is fontos. Ezen a téren a katolikus közösségek el nem évülő érdemeiket szereztek az elmúlt években.
- A karitásztól összekötő informálja a karitásztól tevékenységéről az országos és a helyi katolikus sajtót. Amennyiben indokolt és ilyen irányú kérés fogalmazódik meg, akkor az országos sajtót is megkeresi.
- A karitásztól rendelkezik (de ez igaz a többi segélyszervezetre is) saját adományvonalának a blokkolásáról. Helyette a nemzeti adományvonal lép működésbe.<sup>48</sup>

## 5.2. A válságkezelés folyamata

Az összekötő a válságkezelés folyamatában is kulcsszerepet tölt be, minthogy mind az egyházi, mind az állami hatóságok, mind a helyi és központi karitásztól, mind a nemzetközi partnerszervezetek irányába közvetít:

- A helyi karitásztól csoportok vezetői az összekötőt folyamatosan értesítik a képességek és a készletek alakulásáról. Az információk tartalmazzák, hogy melyik plébánia (vagy más helyi katolikus infrastruktúra) képes szállással, ivóvízzel, meleg ruhával, élelmiszerrel és egyéb eszközökkel segíteni.<sup>49</sup>
- A karitásztól (fő szabály szerint) állandó listával rendelkeznek az önkéntesekről. Az összekötő számára folyamatosan frissítik az adatokat, amelyek általánosságban tartalmazzák, hogy konkrétan mennyi az egyes településeken és súlyponti plébániákon a mozgósítható kapacitás. Az általános adatközlésen túl a jelentések specifikáltak, amennyiben kitérnek

<sup>46</sup> Caritas Hungarica: [http://caritas.vaciegyszahzmezge.hu/Vaci\\_Egyhazmezge\\_Karitasz/Csoportok.html](http://caritas.vaciegyszahzmezge.hu/Vaci_Egyhazmezge_Karitasz/Csoportok.html)

<sup>47</sup> Padányi József: A menekültek és a hontalanok visszatelepítése Bosznia-Hercegovinába. *Hadtudomány*, 6. (2010), 1. 116–121.

<sup>48</sup> Egyes kritikák szerint az itt összegyűjtött összeg a tapasztalatok alapján jóval kisebb erőforrásokat tud megmozgatni, mint adott esetben a Karitásztól saját adományvonal. Így amellet, hogy az intézkedés gesztusértéke és az egyes szervezetek önmérséklete tagadhatatlan, a hatékonyság szempontjából felvet bizonyos kérdéseket.

<sup>49</sup> Példának a vörösiszap-katasztrófa. Katolikus Karitásztól: A vörösiszap-katasztrófa első évfordulója. *Magyar Kurír*, 2010. október 3.



arra, hogy milyen jellegű mozgósítható és átvezényelhető képességekkel rendelkezik a helyi egyház, amelyek az idős és fogyatékosokkal élőknél vonatkozásában tesznek vállalásokat (gondoskodnak az étel és egyéb szükséges dolgok szállításáról).<sup>50</sup> Ehhez járul, hogy az összekötő számára a Karitásztól Szakápolási és Fogyatékosokat Támogató Szolgálat munkatársai megküldik, hogy mennyi mikrobuszra rendelkeznek, és hogyan tudnak részt venni a szállításban, illetve a védekezők ellátásában.

- Folyamatos a kommunikáció a sajtó és az egyházi vezetők irányába.
- Kezeli az adományvonal felajánlásait, egyeztetve a védelmi bizottságokkal és az operatív törzssel.
- A karitásztól-összekötő sajátos feladata nem csak az állami és egyházi szervezetekkel való kapcsolattartás. Folytonos kapcsolatban áll a többi segélyszervezettel. Az egyeztetések alapján egységes véleményt kommunikálnak az operatív törzs felé.
- Az összekötő folyamatosan beszámol az operatív törzsnek a duplikált segélyezés elkerülése érdekében. Az operatív törzs a rendkívüli kérdéseket (infrastruktúra és egyéb igények) közvetíti a felettes egyházi szervnek. Ugyanakkor itt értesül az időjárás-jelentésekről, a honvédelmi és egyéb erőforrásokról, a katasztrófaveszély szerinti feladatok megszervezéséről.

### 5.3. Az összekötő tevékenysége a válságkezelés után

A veszélyhelyzet elmúltával az összekötő tevékenysége nem ér véget, sőt olyan jelentős feladatok kerülnek előtérbe, amelyekre érhető okokból a válságkezelés során nem fordíthattak hangsúlyt. Így az összekötő:

- az átláthatóság érdekében összefoglaló tájékoztatót nyújt a sajtónak;
- összeállítja a felettes egyházi szervnek az elvégzett munkáról és a ráfordításokról szóló számadatos jelentést;
- részt vesz a károsultak segítésében, amely jelenti a gyorsabb segélyezés megszervezését és a pótlás, a helyreállítás munkálataiba való bekapcsolódást. Ez utóbbi azonban már inkább a karitásztól normál tevékenységéhez tartozik. Így az állami féllel való együttműködés már a normál koordinációs keretben, fő szabályként az Emberi Erőforrások Minisztériumán keresztül történik.

## 6. Konklúzió

A keresztény doktrína legnagyobb érdeme, hogy újraértékelte az emberi életet veszélyeztető tényezőket. A katasztrófák nem Isten büntetései, hanem olyan szerencsétlen események, amelyeket kezelni kell, és ezzel párhuzamosan az emberi szenvedés mérséklésére kell törekedni.

<sup>50</sup> Példának 2006-os dunai árvíz. Magyar Katolikus Püspöki Konferencia: Árvíz és belvíz – a Katolikus Karitásztól a rászorulóknak (2006. április 4.)

Ily módon a keresztény megközelítés nyitotta meg az utat, hogy a modern állam úgy értékelje a katasztrófákat, mint amelyekkel szemben a védekezést meg kell szervezni.

Mindemellett a betegápoláshoz képest viszonylag későn alakult ki a katasztrófákkal szembeni védekezés intézményes kerete. Ennek oka nemcsak az, hogy a katasztrófák ritkábban jelentkeznek, hanem az állam is később professzionalizálódott ezen a területen. A katolikus intézményrendszer a II. Vatikáni Zsinat fényében igyekszik a közjó előmozdítására az élet minden területén. Ezért evidencia, hogy helyi, országos, de nemzetközi szinten is mozgósítja a rendelkezésre álló erőket. A katasztrófákkal szembeni védekezés, a válságkezelés jogszabályi keretek között történik. Ez azonban mind nemzetközi, mind magyar szinten lehetőséget biztosít az egyház szervezeteinek. Figyelembe kell venni, hogy az egyház még mindig a legnagyobb infrastruktúrával rendelkezik. Állandó és önkéntes karitászt alkalmazottjai és eszközzaparáusa van. Az elmúlt évek egyes említett közös munkái pedig bizonyítják, hogy az állam és az egyház ezen a területen különösen fontos partnerei egymásnak.

## Felhasznált irodalom

- II. János Pál: Enc. Laborem exercens. 1981. IX. 14. *Acta Apostolicae Sedis*, 73. (1981), 9. 577–647.
- II. János Pál: *Sollicitudo rei socialis* 1987. XII. 30. 80. (1988), 5. 513–586.
- II. János Pál: Centesimus annus. 1991. V. 1. *Acta Apostolicae Sedis*, 83. (1991), 10. 793–867.
- II. János Pál: Apostoli levél. *Durante L'ultima Cena*. 2004. szeptember 16. Online: [http://w2.vatican.va/content/john-paul-ii/it/letters/2004/documents/hf\\_jp-ii\\_let\\_20040916\\_caritas-internationalis.html](http://w2.vatican.va/content/john-paul-ii/it/letters/2004/documents/hf_jp-ii_let_20040916_caritas-internationalis.html)
- VI. Pál: Enc. Populorum progressio 1967. III. 26. *Acta Apostolicae Sedis*, 59. (1967), 257–299.
- VI. Pál: Octogesima adveniens. 1971. V. 14. *Acta Apostolicae Sedis*, 63. (1971), 8. 401–444.
- XI. Pius: Enc. Quadragesimo anno. 1931. V. 15. *Acta Apostolicae Sedis*, 23. (1931), 177–285.
- XIII. Leó: Enc. Rerum novarum. 1891. V. 15. *Acta Sanctae Sedis*, 23. (1891), 641–670.
- XVI. Benedek: Enc. Deus Caritas est. 2005. XII. 22. *Acta Apostolicae Sedis*, 98. (2006), 3. 217–79.
- XVI. Benedek: Litt. Ap. MP. Intima Ecclesiae natura. 2012. XI. 11. *Acta Apostolicae Sedis*, 104. (2012), 12. 996–1004.
- XXIII. János: Enc. Mater et magistra 1961. V. 15 *Acta Apostolicae Sedis*, 53. (1961), 401–464.
- Arrieta, Juan Ignacio: *Diritto dell'organizzazione ecclesiastica*. Milano, Giuffrè, 1997.
- Behreandt, Dennis: Why does God Allow Calamities? *The New American*, 21. (2005), 26. 31–34.
- Berlingò, Salvatore: *Giustizia e carità nell'economia della Chiesa. Contributi per una teoria generale del diritto canonico*. Milano, Giappichelli, 1991.
- Bowker, John: *Problems of Suffering in the Religions of the World*. Cambridge, Cambridge University Press, 1970. Online: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139165587>
- Caritas Internationalis: *Code of Ethics and Code of Conduct for Staff*. Rome, 2014. Online: [www.caritas.org/includes/pdf/CodesEthicsConduct.pdf](http://www.caritas.org/includes/pdf/CodesEthicsConduct.pdf)
- Catholic Charities USA: *The Catholic Disaster Preparedness Program. Parish Disaster Planning*. n. a.
- Chester, David: The Effects of the 1755 Lisbon Earthquake and Tsunami on the Algarve Region, Southern Portugal. *Geography*, 93. (2008), 2. 78–90. Online: <https://doi.org/10.1080/00167487.2008.12094225>
- Chester, David K. – Angus M. Duncan: Responding to Disasters within the Christian Tradition, with Reference to Volcanic Eruptions and Earthquakes. *Religion*, 40. (2010), 2. 85–95. Online: <https://doi.org/10.1016/j.religion.2009.12.005>

- Cooperman, Alan: An Act of God? Where Most See a Weather System, Some See Divine Retribution. *The Washington Post*, 2005. szeptember 4. Online: [www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2005/09/03/AR2005090301408.html](http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2005/09/03/AR2005090301408.html)
- Dalla Torre, Giuseppe: La Caritas: Storia e natura giuridica. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008. 265–284.
- Esposito, Anna – Andreas Rehber: *Gli ordini ospedalieri tra centro e periferia*. Roma, Ricerche dell'Istituto Storico Germanico di Roma, 2007.
- Falus Orsolya: *Ispotályos kereszties lovagrendek az Árpád-kori Magyarországon*. PhD-értekezés. Pécs, Pécsi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Kar, 2014.
- Finkelstein, Israel – Neil Silberman Asher: *The Bible Unearthed: Archeology's New Vision of Ancient Israel and the Origin of its Sacred Texts*. New York, Touchstone Centre, 2002.
- Fischl Vilmos: Egyházi karitatív szervezetek szerepe a válságkezelésben. *Kard és Toll*, 2. (2006), 92–101.
- Fischl Vilmos: Az ökömenikus segítségnyújtó szervezetek működése és eredménye a konfliktusokkal terhelt területeken. In Resperger István – Ujházi Lóránd (szerk.): *A vallási elemek jelentősége napjaink fegyveres konfliktusaiban és biztonsági kihívásaiban*. Budapest, Dialóg Campus – Wolters Kluwer, 2019. 25–29.
- Frank, James: Pat Robertson Blames Haitian Devil Pact for Earthquake. *NPR*, 2010. január 13. Online: [www.npr.org/sections/thetwo-way/2010/01/pat\\_robertson\\_blames\\_haitian\\_d.html?t=1641054615132](http://www.npr.org/sections/thetwo-way/2010/01/pat_robertson_blames_haitian_d.html?t=1641054615132)
- Ford, Zack: Anti-Gay Preacher Blames Hurricane Sandy on Homosexuality and Marriage Equality. *Think Progress*, 2012. október 29. Online: <https://thinkprogress.org/anti-gay-preacher-blames-hurricane-sandy-on-homosexuality-and-marriage-equality-fa202cecf4ac/>
- Von Harnack, Adolf: *Mission und Ausbreitung des Christentums in den ersten drei Jahrhunderten*. Leipzig, 4. 1902. ed. 1920.
- Hebda, Bernard A.: Where Canon Law Connects with Caritas: The Norms of Intima Ecclesiae Natura. A Year of Mercy Examination of Challenges to Compliance in a US Context. *The Jurist*, 76. (2016), 2. 339–359. Online: <https://doi.org/10.1353/jur.2016.0022>
- Hendel, Ronald S.: The Search for Noah's Flood. *Bible Review*, 19. (2014), 3. 4.
- Hierold, Alfred: Handbuch des katholischen Kirchenrechts. In Joseph Listl – Heribert Schmit (szerk.): *Handbuch des katholischen Kirchenrechts*. Regensburg, Pustet, 1999. 1028–1032.
- Katolikus Karitásztól: A vörösiszap-katasztrófa első évfordulója. *Magyar Kurír*, 2011. október 3. Online: [www.magyarokurir.hu/hirek/voeroesiszap-katasztrofa-első-evforduloja](http://www.magyarokurir.hu/hirek/voeroesiszap-katasztrofa-első-evforduloja)
- Kelman, Ilan: *Disaster Diplomacy: How Disasters Affect Peace and Conflict*. Abingdon, Routledge, 2012. Online: <https://doi.org/10.4324/9780203806210>
- Knight, John A.: *The Holiness Pilgrimage*. Kansas City, Beacon Hill Press, 1986.
- Koslowski, Peter (szerk.): *The Origin and the Overcoming of Evil and Suffering in the World Religions*. Hannover, Pringer-Science, Business Media, B.V. 2001. Online: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9789-0>
- Krutsay Miklós: Betegápoló szerzetesrendek. *Osteologiai Közlemények*, (2018), 1–2. 52–54.
- Lafflité, Jean: Amore e giustizia nell'enciclica Deus Caritas est: Prospettiva Teologica. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008. 6–18.
- Lutzer, Erwin W.: *An Act of God? Answers to Tough Questions about God's Role in Natural Disasters*. Carol Stream, Tyndale House, 2011.
- Magyar Katolikus Püspöki Konferencia: *Árvíz és belvív – a Katolikus Karitásztól a rászorulókért* (2006. április 4.). Online: <https://regi.katolikus.hu/cikk.php?h=518>
- McNab, Chris: *A legnagyobb történelmi katasztrófák. A világtörténelem legsúlyosabb csapásai*. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2008.
- Miñambres, Jesús: Status giuridico-canonico di Caritas Internationalis. *Ius Ecclesiae*, 17. (2005), 1. 295–302.
- Miñambres, Jesús (szerk.): *Diritto canonico e Servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008.

- Minelli, Chiara: Diritto canonico e diritto civile nell'impostazione della iniziative di carità. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e Servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008. 321–335.
- Molesky, Mark: *This Gulf of Fire. The Great Lisbon Earthquake, or Apocalypse in the Age of Science and Reason*. New York, Vintage, 2015.
- Muhoray Árpád: A polgári védelem helye a modern katasztrófavédelemben. *Hadmérnök*, 9. (2017), 2. 188–200. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2017.2.15>
- Navarro, Luis: Le iniziative dei fedeli nel servizio della carità. Fondamento e configurazione giuridica. In Jesús Miñambres (szerk.): *Diritto canonico e Servizio della carità*. Milano, Giuffrè, 2008. 193–223.
- O'Mathúna, Dónal P.: Christian Theology and Disasters. Where is God in All This? In Dónal P. O'Mathúna – Vilius Dranseika – Bret Gordijn (szerk.): *Disasters: Core Concepts and Ethical Theories*. Pittsburgh, Springer Open, 2018. Online: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92722-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92722-0_3)
- Padányi József: *A Magyar Honvédség műszaki csapatainak lehetőségei és feladatai békeidőben a természeti- és civilizációs katasztrófák megelőzésében és a következmények felszámolásában*. Kandidátusi értekezés. 1994.
- Padányi József: *Polgári-katonai együttműködés a békefenntartó műveletek során*. Kutatási jelentés. Budapest, Honvéd Vezérkar Hadművelési Csoportfőnökség, 2001.
- Padányi József: A menekültek és a hontalanok visszatelepítése Bosznia-Hercegovinába. *Hadtudomány*, 6. (2010), 1. 116–121.
- Papp Bendegúz: *Katasztrófadiplomácia. Egy fiatal tudományág tudományometriai elemzése*. *Külügyi Szemle*, 19. (2020), 1. 34–50.
- Pohl Árpád: A művelési felkészítés követelményeinek néhány aspektusa a logisztikai tisztképzésben. *Hadtudományi Szemle*, 8. (2015), 1. 503–511.
- Plunket, Patricia – Gabriela Uruñuela: Mountain of Sustenance, Mountain of Destruction: The Pre-hispanic Experience with Popocatepetl Volcano. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 170. (2008), 111–120. Online: <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2007.09.012>
- Sandin, Per: Conceptualizations of Disasters in Philosophy. In Dónal P. O'Mathúna – Vilius Dranseika – Bert Gordijn (szerk.): *Disasters: Core Concepts and Ethical Theories*. Pittsburgh, Springer Open, 2015. 13–26. Online: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92722-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92722-0_2)
- Segélyszervezetek az iszapkatasztrófa károsultjaiért. 168 óra*, 2010. október 15. Online: <https://168.hu/itthon/segelyszervezetek-az-iszapkatasztrofa-karosultjaiert-100297/>
- Simicskó István: *Az országvédelem és országmozgósítás szervezeti, hatásköri, irányítási rendszere minősített időszakokban*. Doktori (PhD-) értekezés. Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2008.
- Szőőr Ádám: Egyedülálló képzés az NKE és a Karitásztól együttműködésében. *uni-nke.hu*, 2018. május 8. Online: [www.uni-nke.hu/hirek/2018/05/08/egyedulallo-kepzes-az-nke-es-a-karitasz-egyutt-mukodeseben/](http://www.uni-nke.hu/hirek/2018/05/08/egyedulallo-kepzes-az-nke-es-a-karitasz-egyutt-mukodeseben/)
- Török Csaba: Inkulturáció és ökumené. *Teológia. Hittudományi Folyóirat*, 42. (2008), 1–2. 86–104.
- Ujházi Lóránd: A Magyar Katolikus Egyház szerepvállalása a migrációs válság kezelésében. *Honvédségi Szemle*, 145. (2017), 1. 140–148.
- Vallauri, Luigi Lombardi: *Amicizia, carità, diritto*. Milano, Giuffrè, 1974.

## Jogi forrás

2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról

Róbert Balogh<sup>1</sup> 

# Preparation for Transport Accidents of Dangerous Goods by Inland Waterways at the Establishments Involving Dangerous Substances

*An important condition for the elimination of accidents during the transport of dangerous goods by inland waterway is the existence of appropriate legal rules. The unloading and loading of hazardous goods in ports as a hazardous plant involves a high risk. Internal safety planning enables operators of dangerous establishments with a port to be prepared for the prevention, elimination and mitigation of major accidents involving dangerous substances during the transport of dangerous goods at the premises. In the present study, the author will address this scientific problem in detail.*

**Keywords:** disaster management, industrial safety, inland waterway transport of dangerous goods, internal safety planning

## 1. Introduction

Substances with dangerous properties pose a risk to human life, health and the environment, as well as to material property, during production, transport, storage and use. The immediate environment of many dangerous establishments – such as ports – has become densely populated as a result of urbanisation. This makes it significantly difficult to ensure the minimum safety distance and provide an efficient emergency planning process.<sup>2</sup>

The production and storage of dangerous substances usually takes place on sites where the quantity of dangerous substances present at the same time is high, and therefore, according

---

<sup>1</sup> PhD student, University of Public Service, Faculty of Military Science and Officer Training, Doctoral School of Military Engineering, e-mail: [robert.balogh@katved.gov.hu](mailto:robert.balogh@katved.gov.hu)

<sup>2</sup> Zsolt Cimer, Gyula Vass, Attila Zsitnyányi and Lajos Kátai-Urbán, 'Application of Chemical Monitoring and Public Alarm Systems to Reduce Public Vulnerability to Major Accidents Involving Dangerous Substances', *Symmetry* 13, no 8 (2021).

to Act CXXVIII of 2011 on disaster management and the amendment of certain related acts<sup>3</sup> (hereinafter: Disaster Management Act), these sites are classified as establishments involving dangerous substances.

International literature and experience from both international and Hungarian low enforcement practice show that the unloading and loading of dangerous substances among others in ports is associated with a high risk of major accidents involving dangerous substances. However, Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council<sup>4</sup> of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances and amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC (hereinafter: Seveso III Directive) and Chapter IV of the Disaster Management Act do not cover the dangerous activities linked with the transport of dangerous goods by road, rail, air or inland waterways outside dangerous plants. Nevertheless, internal emergency planning of dangerous establishment creates both the opportunity and the obligation for the operator to draw up a plan to prevent major industrial accidents and mitigate their consequences, and to initiate primary intervention and mitigation activities with its own employees until the arrival of the professional emergency services. The aim of this study is to analyse the possibilities provided by the legislation for the elimination of major industrial accidents and damages in the territory of ports of dangerous industrial establishments.

## **2. Evaluation of the regulation of dangerous establishments and inland waterway transport of dangerous goods in Hungary**

The elimination of accidents during the transport of dangerous goods requires more than just the provision of adequate forces and equipment. The legal framework must also define the tasks of the organisations involved in the response and the possibilities for cooperation in order to ensure a coordinated, efficient and professional response activity.

### **2.1. Assessment of the legislation on dangerous establishments**

The Seveso III Directive was published on 4 July 2012, transposed into Hungarian law and entered into force on 1 June 2015 with the amendment of the Disaster Management Act and its implementing decree, Government Decree 219/2011 (X.20.) on the protection against major accidents involving dangerous substances<sup>5</sup> (hereinafter: Government Decree 219/2011).

Depending on the quantity and type of dangerous substances present on the operator's site, the Seveso III Directive distinguishes between an upper-tier establishment and lower-tier establishments involving dangerous substances. The operator is required to prepare a safety

---

<sup>3</sup> Act CXXVIII of 2011 on disaster management and amending certain related acts.

<sup>4</sup> Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC.

<sup>5</sup> Government Decree 219/2011 (X.20.) on the protection against major accidents involving dangerous substances.

report for an upper-tier establishment and a safety analysis for a lower-tier establishment. The competent disaster management authority assesses these safety documentations. The safety report or analysis shall include information on the establishment, the dangerous substances present at the site, the installations and storage premises, the potential major-accident scenarios and risk analysis, the prevention and response measures and the management system in place.

The Seveso III Directive requires the operator of a dangerous establishment to take all necessary measures to prevent major accidents, mitigate their consequences and implement remedial measures, and therefore the internal emergency plan must be annexed to the safety report or safety analysis.

The internal emergency plan shall describe the tasks and measures to prevent and reduce the risk of major accidents involving dangerous substances. In the event of a major accident, all the measures necessary for the implementation of the first response activities, the equipment required and the number of staff and their duties involved shall be specified.

In order to prepare for emergency situations, an external emergency plan must be drawn up for the municipality, in view of the dangerous effects of dangerous establishments on the population. The testing of the internal and the external emergency plans must be ensured. In the event of major accidents involving dangerous substances, the tasks set out in the plans must be carried out immediately.

## 2.2. Analyses of the legal regulation on inland waterway transport of dangerous goods

The "Recommendations on the Transport of Dangerous Goods", developed by the United Nations Economic and Social Council, is the basis for the transport of dangerous goods and the model for the regulation of the different transport sectors. The collection, also known as the Orange Book because of its orange colour, contains detailed descriptions, requirements and instructions for the transport of materials and objects that may pose a hazard during transport because of their physical, chemical or biological properties or their condition during transport.<sup>6</sup>

Directive 2008/68/EC of the European Parliament and of the Council<sup>7</sup> (24 September 2008) lays down the rules for the inland transport of dangerous goods, which includes the rules for the transport of goods on natural and artificial surface waters in the Member States of the European Union.

In Hungary, persons and undertakings involved in the transport of dangerous goods by inland waterways must comply with the ADN, (the European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways),<sup>8</sup> the European Agreement

<sup>6</sup> Ivett Viktória Kiss, Lajos Kátai-Urbán and Gyula Vass, 'A légi szállítás hatósági ellenőrzési tevékenységének aktuális jogalkalmazási kérdéseinek vizsgálata', *Védelem Tudomány* 5, no 4 (2020), 95–116.

<sup>7</sup> Directive 2008/68/EC of the European Parliament and of the Council of 24 September 2008 on the inland transport of dangerous goods (Text with EEA relevance).

<sup>8</sup> UNECE, European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways.

concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways, concluded in Geneva on 26 May 2000, as amended.

The rules of the ADN are changed in every two years. In the domestic legal regulation they are currently promulgated by Government Decree 386/2021 (VI.30.) on the promulgation of the Regulations annexed to the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN) and on certain issues of its domestic application.<sup>9</sup>

NFM Decree 26/2017 (VII.5.) on the domestic application of the Regulations annexed to the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN)<sup>10</sup> contains supplements to the domestic application of the ADN Regulations.

In Hungary, from 1 January 2012, the Disaster Management Authority will have the autonomous authority to control the transport of dangerous goods by inland waterways, alongside the shipping authority and the waterway police organisation. The legal background for the official supervision is provided by the Disaster Management Act and Act XLII of 2000 on Water Transport.<sup>11</sup>

The ADN also sets out in detail the safety requirements for ships carrying dangerous goods, the type of technical equipment and personal protective equipment required on board and the rules for loading, unloading. The minimum number of personnel on board is laid down in the ship class certificate. According to the ADN rules, the process of transporting dangerous goods ends when the operator of the receiving facility has allowed the dangerous goods to be unloaded or discharged and the discharge is completed and the consignee has taken delivery of the dangerous goods. In most cases, these processes take place in the ports of dangerous establishments involving dangerous substances.

### 3. Assessment of rules for the internal emergency planning for ships carrying dangerous goods

In the European Union, there are around 15 to 35 industrial accidents classified as major accidents involving dangerous substances.<sup>12</sup> In their article entitled 'Veszélyhelyzeti tervezés, belső védelmi tervezés' [Emergency Planning, Internal Protection Planning], Béla Szakál and Imre Hoffman draw attention to the economic and social consequences of major accidents in dangerous establishments involving dangerous substances. They conclude that the off-site

---

<sup>9</sup> Government Decree 386/2021 (VI.30.) on the promulgation of the Regulations annexed to the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN) and on certain aspects of their domestic application.

<sup>10</sup> NFM Decree 26/2017 (VII.5.) on the domestic application of the Regulations annexed to the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN).

<sup>11</sup> Act XLII of 2000 on Water Transport.

<sup>12</sup> EU Joint Research Centre, *Major Accident Reporting System*, 2020.



effects of accidents, and the extent of their damage, depend mostly on the quality of the preparedness measures.<sup>13</sup>

De Leijer et al. also write about the importance of emergency planning in the study *Inland Waterways Transport: A Good Practice Manual and Reference Guide*. The need for rapid intervention is justified by the severity of the effects of accidents involving the transport of dangerous goods by inland waterways. They draw attention to the need to train the ship's crew and to the usage of risk and consequence analysis procedures and methodologies.<sup>14</sup>

In emergency planning, operators should consider the port in the area of operation as a dangerous installation. The operator should identify potential major-accident events involving dangerous substances and their frequency of occurrence.

The methodology for the risk and consequence analysis of dangerous operations that can be used in the development of safety documentation for establishments is contained in the so-called Dutch colouring books. The publications are published by the Dutch Research Institute for Applied Sciences on behalf of the Dutch Disaster Prevention Committee. The Dutch colouring books are acknowledged as internationally recognised literature. The CPR 18E Purple Book (hereafter: Purple Book)<sup>15</sup> contains the risk-based quantitative risk analysis procedure and the methodology and databases for the vulnerability analysis.

The Purple Book describes possible accidents related to the transport units on the site in section 3.2.9.2. In Table 3.20, two main categories were identified. The first category includes incidents occurring during the unloading, discharging or loading of ships (L.1, L.2 incidents). The second group includes events related to the ship during external impact (E.1, E.2) events.

Table 1: Loss of containment events for ships in an establishment

L.1	Full bore rupture of the loading/unloading arm – outflow from both sides of the full bore rupture
L.2	Leak of the loading/unloading arm – outflow from a leak with an effective diameter equal to 10% of the nominal diameter, with a maximum of 50 mm
E.1	External impact, large spill – gas tanker continuous release of 180 m <sup>3</sup> in 1800 s semi-gas tanker (refrigerated) continuous release of 126 m <sup>3</sup> in 1800 s single-walled liquid tanker continuous release of 75 m <sup>3</sup> in 1800 s double-walled liquid tanker continuous release of 75 m <sup>3</sup> in 1800 s
E.2	External impact, small spill gas tanker continuous release of 90 m <sup>3</sup> in 1800 s semi-gas tanker (refrigerated) continuous release of 32 m <sup>3</sup> in 1800 s single-walled liquid tanker continuous release of 30 m <sup>3</sup> in 1800 s double-walled liquid tanker continuous release of 20 m <sup>3</sup> in 1800 s

Source: Compiled by the author based on the Purple Book.

<sup>13</sup> Béla Szakál and Imre Hoffman, 'Veszélyhelyzeti tervezés, belső védelmi tervezés' [Emergency Planning, Internal Protection Planning], in *Iparbiztonsági és Hatósági Szakmai Nap. Tudományos Konferencia* [Industrial Safety and Official Professional Day, Scientific Conference], ed. by Tamás Hábermayer (Paks: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2020), 70–76.

<sup>14</sup> Harrie De Leijer, Martin Quispel, Sandra Van Putten and Richard Van Liere, *Inland Waterways Transport. Good Practice Manual and Reference Guide* (Rotterdam: The World Bank, 2015).

<sup>15</sup> Ministry for Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), *Guidelines for quantitative risk assessment – CPR 18E*. Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3) (The Hague, October 1997).

The frequency of occurrence of accidental incidents involving tankers within the area of the establishment is summarised in Table 3.21 on page 54 of the Purple Book.

Table 2: Frequency of occurrence of accidental events involving tankers within the area of the establishment

Ship	L.1 Full bore arm	L.2 Leak arm	E.1 External large spill	E.2 External small spill
Single-walled liquid tanker	$6 \times 10^{-5}$ /per transhipment	$6 \times 10^{-4}$ /per transhipment	$0.1 \times f_0$	$0.2 \times f_0$
Double-walled liquid tanker	$6 \times 10^{-5}$ /per transhipment	$6 \times 10^{-4}$ /per transhipment	$0.006 \times f_0$	$0.0015 \times f_0$
Gas tanker, semi-gas tanker	$6 \times 10^{-5}$ /per transhipment	$6 \times 10^{-4}$ /per transhipment	$0.025 \times f_0$	$0.00012 \times f_0$

Source: Compiled by the author based on the Purple Book.

In accordance with Section 3.2.9.2. of the Purple Book, the base accident failure rate,  $f_0$ , is equal to  $6.7 \times 10^{-11} \times T \times t \times N$ , where T is the total number of ships per year on the transport route or in the harbour, t the average duration of loading/unloading per ship (in hours) and N, the number of transhipments per year.

Michalis D Christou in his study entitled 'Analysis and control of major accidents from the intermediate temporary storage of dangerous substances in marshalling yards and port areas' analyses a number of major accidents involving dangerous substances, which have in common the fact that they occurred in ports or in the immediate vicinity of ports.<sup>16</sup>

The major accident scenarios and the safety measures contained in the internal emergency plans relating to tankers residing within the premises of the establishment do not cover the management and clean-up operations of accidents occurring in the immediate vicinity of ports. Internal emergency plans should therefore be supplemented with emergency planning information related to the immediate vicinity of ports.

The successful elimination of accidents primarily requires close cooperation between the dangerous establishments and those involved in the transport of dangerous goods, as well as between the emergency services, the water management authority, the shipping authority, the water police, the national tax and customs authorities. The importance of inter-agency cooperation in the investigation of accidents related to the transport of dangerous goods by rail has already been stated by Hermina Horváth in her work entitled 'A vasúti veszélyesáru szállítási balesetek felszámolásának tapasztalatai, különös tekintettel a vasúti vegyi elhárító szolgálat működésére' [Experiences in dealing with accidents involving the transport of dangerous goods by rail, with particular reference to the operation of the rail chemical

<sup>16</sup> Michalis D Christou, 'Analysis and control of major accidents from the intermediate temporary storage of dangerous substances in marshalling yards and port areas', *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 12, no 1 (1999), 109–119.

emergency service].<sup>17</sup> However, in case of inland waterway transport of dangerous goods, the operators of dangerous goods establishments and the carriers must also take responsibility for mitigating damage and eliminating accidents.

In the course of internal emergency planning, the operator must develop appropriate measures for initial intervention to counter the consequences of the hazard sources. The operator must create the necessary conditions for the implementation of the tasks specified in the emergency plans. The operator must provide the appropriate means for the enforcement bodies involved in the response operations. The plant response infrastructure necessary for protection must be set up and operated. The organisations identified in the plans must be equipped with specialised equipment and personal protective equipment appropriate to their specific tasks and their technical condition must ensure their proper and effective use. The operator must regularly exercise the feasibility of the internal emergency plan.

Picture 1 below shows, as an example of an internal emergency plan exercise, where the workers at the plant are using a floating immersion wall and a floatation loop to contain the gas oil leaking into the Danube.



Picture 1: Internal emergency plan exercise in a dangerous establishment  
Source: Made by the author.

## 4. Summary

The production and storage of dangerous substances usually takes place on sites where the quantity of dangerous substances present at any time is high and therefore they are classified as dangerous substances facilities. International and domestic literature and practice show that the operations involving dangerous substances in dangerous establishments are associated with a high risk of major accidents.

<sup>17</sup> Hermina Horváth, 'A vasúti veszélyesáru szállítási balesetek felszámolásának tapasztalatai, különös tekintettel a vasúti vegyi elhárító szolgálat működésére' [Experiences in dealing with accidents involving the transport of dangerous goods by rail, with particular reference to the operation of the rail chemical emergency service], *Hadmérnök* 11, no 1 (2016), 107–114.

The purpose of the internal emergency plans is to ensure that, pending the arrival of the professional emergency services, the establishment is able to carry out primary intervention and mitigation activities with its own forces.

The internal emergency plan is limited to the area of the dangerous establishment. Hungarian emergency management experience has shown that accidents during the transport of dangerous goods by inland waterways have occurred in the ports of dangerous goods establishments or in the immediate vicinity of these ports, usually just before the unloading or loading operations. I suggest that internal emergency plans prepared for the ports of dangerous establishments be supplemented with information on the prevention of major accidents outside the plant. The range of personal protective equipment and specialised technical equipment specified in the internal emergency plan should be reviewed at the same time.

Reporting obligations to the disaster management authority of the operator in the event of major accidents involving dangerous substances should be regulated in the internal emergency plans. This reporting obligation, in my opinion should be extended to the transport authority and the waterway police organisations.

In the course of training of internal emergency plans, due emphasis should be given to the sequence of events related to inland waterway transport accidents involving dangerous goods.

In my opinion, the above proposals on internal protection plans can be effective tools in reducing the consequences, environmental, economic and social impact of accidents involving the transport of dangerous goods on the Danube river.

## References

- Christou, Michalis D, 'Analysis and control of major accidents from the intermediate temporary storage of dangerous substances in marshalling yards and port areas'. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 12, no 1 (1999), 109–119. Online: [https://doi.org/10.1016/S0950-4230\(98\)00043-6](https://doi.org/10.1016/S0950-4230(98)00043-6)
- Cimer, Zsolt, Gyula Vass, Attila Zsitnyányi and Lajos Kátai-Urbán, 'Application of Chemical Monitoring and Public Alarm Systems to Reduce Public Vulnerability to Major Accidents Involving Dangerous Substances'. *Symmetry* 13, no 8 (2021). Online: <https://doi.org/10.3390/sym13081528>
- De Leijer, Harrie, Martin Quispel, Sandra Van Putten and Richard Van Liere, *Inland Waterways Transport. Good Practice Manual and Reference Guide*. Rotterdam: The World Bank, 2015. Online: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/332181538034793651/pdf/Inland-Waterway-Transport-Good-Practice-Manual-Reference-Guide-2015.pdf>
- EU Joint Research Centre, *Major Accident Reporting System*, 2020. Online: <https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/statistics/statistics>
- Horváth, Hermína, 'A vasúti veszélyesáru szállítási balesetek felszámolásának tapasztalatai, különös tekintettel a vasúti vegyi elhárító szolgálat működésére' [Experiences in dealing with accidents involving the transport of dangerous goods by rail, with particular reference to the operation of the rail chemical emergency service]. *Hadmérnök* 11, no 1 (2016), 107–114. Online: <https://doi.org/10.32567/hm.2016.1.11>
- Kiss, Viktória Ivett, Lajos Kátai-Urbán and Gyula Vass, 'A légi szállítás hatósági ellenőrzési tevékenységének aktuális jogalkalmazási kérdéseinek vizsgálata'. *Védelem Tudomány* 5, no 4 (2020), 95–116.

Ministry for Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), *Guidelines for quantitative risk assessment – CPR 18E*. Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3). The Hague, October 1997. Online: <https://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf>

Szakál, Béla and Imre Hoffman, 'Veszélyhelyzeti tervezés, belső védelmi tervezés' [Emergency Planning, Internal Protection Planning], in *Iparbiztonsági és Hatósági Szakmai Nap. Tudományos Konferencia* [Industrial Safety and Official Professional Day. Scientific Conference], ed. by Tamás Hábermayer. *Paks: Tolna Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, 2020, 70–76*. Online: <https://tolna.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2020-04/70644.pdf>

## Legal sources

Act CXXVIII of 2011 on disaster management and amending certain related acts.

Act XLII of 2000 on Water Transport.

Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC.

Directive 2008/68/EC of the European Parliament and of the Council of 24 September 2008 on the inland transport of dangerous goods.

Government Decree 219/2011 (X.20.) on the protection against major accidents involving dangerous substances.

Government Decree 386/2021 (VI.30.) on the promulgation of the Regulations annexed to the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN) and on certain aspects of their domestic application.

NFM Decree 26/2017 (VII.5.) on the domestic application of the Regulations annexed to the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN).

UNECE, European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways.



Nagy Rudolf<sup>1</sup>  – Szabó Attila<sup>2</sup> 

# A CGF-pellet öngyulladási hajlamának vizsgálata indirekt módszerrel

## Investigation of the Self-ignition Tendency of CGF Pellets by an Indirect Method

*A takarmánypelletek nagyüzemi állattartásban való felhasználása tekintélyes mennyiségi mutatók mellett folyik, ami együtt jár a nagy tárolási kapacitások megjelenésével és a CGF-pelletek alapanyagául szolgáló mezőgazdasági kultúrában éves ciklusidőkkel jellemzett kukorica tenyészidejének figyelembevételével való ki- és betárolási időtartamok akár tekintélyes idejű kitolódásával. A pelletálási eljárásban való előállításukat követően a tárolás során az állattartás számára fontos mutatók minőségromlását okozó, kedvezőtlen átalakulásuk zajlódhat le a megjelenő öngyulladási folyamatok következtében. Az idevezető bomlási folyamatokat felismerhetővé tevő, a következőkben bemutatott öngyulladási hajlam vizsgálata során azonosított kritikus termikus jellemzőket – a publikált gyakorlati tapasztalatokkal korreláló eredményeket igazoló – indirekt módszerrel állapítottuk meg.*

**Kulcsszavak:** pellet, öngyulladás, vizsgálat, hőmérséklet, bomlás

*The use of fodder pellets in large-scale livestock farming is subject to considerable quantitative indicators, which is accompanied by the emergence of large storage capacities and periods of up to a considerable duration, taking into account the growing seasons of maize in CGF pellets. After their production in the pelletization process, during storage, unfavourable transformations of indicators important for animal husbandry may occur due to the visible self-ignition processes. The critical thermal characteristics identified in the study of the self-ignition tendency presented*

<sup>1</sup> Egyetemi adjunktus, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, e-mail: [nagy.rudolf@uni-obuda.hu](mailto:nagy.rudolf@uni-obuda.hu)

<sup>2</sup> Intézetvezető, Katasztrófavédelmi Oktatási Központ, Katasztrófavédelmi Kutatóintézet, e-mail: [attila.szabo.kok@katved.gov.hu](mailto:attila.szabo.kok@katved.gov.hu)

*below, which make the decomposition processes leading to this recognisable, were established by an indirect method, confirming the results correlating with the published industrial experience.*

**Keywords:** *pellets, self-ignition, test, temperature, decomposition*

## 1. Bevezetés

A világméretű kereskedelem volumenének mutatóit alapul vevő trendek elemzői szerint a nemzetközi takarmánypiacon a CGF felhasználása mértékének a 2018–2026 közötti intervallumban 5,8%-os növekedése prognosztizálható.<sup>3</sup> A szakmai elemzésekből is kiolvasható a takarmányok összmenyiségén belüli részesedése nem igazán nevezhető kiemelkedőnek, azonban ez is várhatóan fokozódik a jövőben.<sup>4</sup> Ez visszavezethető a világ teljes bioetanol-előállításának jövőbeli trendjét felvázoló elemzésekben szereplőkre, amivel összhangban az e takarmányforma nyersanyagául szolgáló szemestermény-felhasználás volumenének emelkedésével számolhatunk ebben a szektorban is.<sup>5</sup>

Ez köszönhető annak a technológiaváltásnak, amely egyebek mellett az Amerikai Egyesült Államokban (USA) is zajlik. Az USA mint a világ legjelentősebb kukorica-előállítója, rendkívüli módon megnövelte etanolüzemeinek a számát, köszönhetően az amerikai megújuló üzemanyagszabvány bevezetésének, amivel párhuzamosan a keletkező melléktermékek mennyisége is növekszik.<sup>6</sup>

E takarmányok közül kezelhetősége és szállítási tulajdonságai alapján a száraz CGF-nek előnyösebb jellemzői vannak.<sup>7</sup> A száraz CGF-takarmány felhasználási formái közül kiserelésük tekintetében a leggyakoribbak a durva őrlemény vagy pelletformák.<sup>8</sup>

Ráadásul az ehhez társuló takarmányozási célú felhasználáson felül a pelletek fűtőanyagként való felhasználásának mértéke is töretlenül növekszik világszerte. Ennek egyik visszatükröződését láthatjuk az Európai Unióban (EU) is a zöldenergiák felhasználásának dinamikáját jelentősen felgyorsítani szándékozó döntésekben. Különösen fajsúlyosan mutatkozik ez meg a tagállamoknak juttatandó, a Covid-világjárvány kedvezőtlen gazdasági hatásait ellensúlyozni kívánó pénzügyi források ez irányú célzott felhasználási kikötéseiben is.<sup>9</sup>

<sup>3</sup> Zion Market Research: *Gluten Feed Market By Source (Wheat, Corn, Barley, Rye, And Others) And By Livestock (Swine, Poultry, Cattle, Aquaculture, And Others): Global Industry Perspective, Comprehensive Analysis, And Forecast, 2018–2026.* (2019. április 27.).

<sup>4</sup> James Nason: *Livestock a Much Smaller Challenge to Global Food Security than Often Reported.* *BeefCentral.com*, 2017. szeptember 22.

<sup>5</sup> Maximize Market Research: *Global Ethanol Market – Industry Analysis and Forecast (2020–2027) – by Feedstock Type, End User, and Region* (é. n.).

<sup>6</sup> Kurt A. Rosentrater – Elif Kongar: *Costs of Pelletting to Enhance the Logistics of Distillers' Grains Shipping.* ASABE Paper No. BIO-097992. Seattle, 2009.

<sup>7</sup> Rumela Bhadra – Kurt A. Rosentrater – Kasi Muthukumarappan: *Surface Characteristics and Flowability of Distillers Dried Grains with Solubles.* Paper No. 083811, 2008.

<sup>8</sup> Myer Kutz (szerk.): *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering.* New York, Elsevier, 2015.

<sup>9</sup> Eurostat: *Energy, transport and environment statistics 2020 edition.* Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020.



Mindezek fényében, érthetően, az ellátásbiztonság folyamatos fenntartása a növekvő mennyiségi mutatók terén az igényelt beszerzési források földrajzilag is mind kiterjedtebb hozzáférhetőségét követelik meg. Az akár globális léptékű szállítási útvonalak jelentősebb szállítási és tárolási kapacitások biztosítását teszik szükségessé.<sup>10</sup>

Az ehhez társuló szállítási, illetve elhúzódtó tárolási idő a pelleték önmelegedési hajlamából adódóan magában hordozza a felhalmozott termékek tűzveszélyét, mivel a spontán lezajló bomlási reakciók nyomán éghető gázok szabadulnak fel. Ezek a bomlástermékek éghetőségi koncentrációja fa pelleték esetén megfelelő tárolási körülmények között nem érik el az öngyulladásához szükséges értéket. Ellenben különösen a nyári időjárás okozta megemelkedett, jellemzően 35 °C feletti hőmérsékletek esetén már megnövekedett kockázattal számolhatunk.<sup>11</sup>

Az ennek nyomán fenyegető tüzeset bekövetkezésének elengedhetetlen feltétele a halmozatot alkotó részecskék felületén lezajló elemi reakciók szintjén bekövetkező oxidáció termelése és a rakomány vagy halomba rakott takarmánykészletek méretéhez képest rendkívül csekélynek nevezhető hő szűk térrészben történő akkumulációja. Általánosságban elmondható, hogy a nagy távolságú szállítások során, akár csak a silókban való tartós tárolásnál az öngyulladás-hoz vezethető kölcsönhatások a befolyásoló körülmények egyenletességének függvényében tipikusan ömlesztett anyaghalom belsejében, annak centrumában vagy ahhoz közel eső zónákban zajlanak le.<sup>12</sup>

A vizsgálatok igazolják, hogy az aprítási fok, azaz a részecskék mérete is befolyással van a fejlődő hő halom belsejében történő koncentrálódására. E tekintetben a pelleték kedvezőtlenebb makrostruktúrával rendelkeznek, aminek köszönhetően a fajlagos felület és a halomokban végbemenő tömörödés alacsonyabb szintje okán az ébredő konvektív áramok által való átjárhatóságuk elősegíti a hőleadást.<sup>13</sup> Azonban a nagy távolságú a transzkontinentális szállítóhajók raktereibe és a silókba betárolt pelletált ömlesztett takarmány fizikai méreteinek viszonylatában a részecskeméret befolyásoló hatása már figyelmen kívül hagyható.<sup>14</sup>

Bár jól ismert ugyan, hogy a szilárd szerves anyagok öngyulladásai hajlama szoros összefüggésben van a fajlagos felülettel, ez azonban nem egy önmagában determináló tényező.<sup>15</sup> Emellett másik lényeges tényezője az öngyulladásai folyamatoknak a nedvességtartalom, amely egy adott tartományig növeli a pelleték spontán meggyulladásának veszélyét.<sup>16</sup> Így mint azt a nagy távolságú tengeri szállítások alatt bekövetkezett önmelegedéssel összefüggésbe

<sup>10</sup> Nagy Rudolf – Földi László: A kritikus infrastruktúrák és védelmük nemzeti programja. *Polgári Védelmi Szemle*, 2. (2009), 1. 57–71.

<sup>11</sup> Jaap Koppejan et al.: *Health and Safety Aspects of Solid Biomass Storage, Transportation and Feeding*. IEA Bioenergy, 2013.

<sup>12</sup> Henry Persson: *Silo Fires Fire Extinguishing and Preventive and Preparatory Measures*. Karlstad, Swedish Civil Contingencies Agency (MSB), 2013.

<sup>13</sup> Wendi Guo: *Self-Heating and Spontaneous Combustion of Wood Pellets during Storage*. Doctor of Philosophy in Chemical and Biological Engineering. Vancouver, The University of British Columbia, 2013.

<sup>14</sup> Francesco Restuccia – Nieves Fernández-Áñez – Guillermo Rein: Experimental Measurement of Particle Size Effects on the Self-Heating Ignition of Biomass Piles: Homogeneous Samples of Dust and Pellets. *Fuel*, 256. (2019). 115838.

<sup>15</sup> NFPA 499: *Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas*. 2013 Edition.

<sup>16</sup> Robert Cubero-Abarca et al.: Use of Coffee (Coffea Arabica) Pulp for the Production of Briquettes and Pellets for Heat Generation. *Ciência e Agrotecnologia*, 38. (2014), 5. 461–470.

hozható balesetek is bizonyítják, a pelletek megfelelő biztonságtechnikai felügyelete is fontos összetevője a hajózársbiztonságnak. Az ezt szolgáló szabályozás kiindulópontját a tengerhajózás területén érvényes veszélyesáru-szállítási előírások alapját képező öngyulladási vizsgálatok eredményei adják.<sup>17</sup>

A silókban történő tárolási előírások esetében általában a Frank-Kamenyckij-módszert használják az ömlesztett anyagok tűzbiztonságának értékelésére.<sup>18</sup> A módszer alkalmazását többek között a vonatkozó szabványok is részletesen leírják.<sup>19</sup>

Igaz ugyan, hogy a legtöbb ilyen és ehhez hasonló szabványos vizsgálat elsődlegesen a tanyakormányos stacioner, silókban történő tárolási körülményeinek az öngyulladások jelentette fenyegetettség kizárását szolgáló megelőző tűzvédelmi felügyeletét célozzák meg, azonban ez minden nagy tömegű megjelenési formáiban vizsgálandó kérdés a pelletek esetében. Még akár az élelmiszeripari vagy erdőgazdasági, illetőleg egyéb melléktermékek vagy hulladékfeldolgozásban ömlesztve tárolt halmokban is számottevő tényezőt képez.<sup>20</sup>

Azonban a már említett hajóraktarokban történő ömlesztett áru mellett a vasúti szerelvények tehervagonjaiban szállított DDGS szállítása, kezelése és tárolása tekintetében is döntő fontosságúvá válik a környezeti tényezők függvényében az öngyulladási hajlam értékelése.<sup>21</sup> Ennek köszönhetően pár napban rögzítik a vasúti szállítási szabályzatok a megbontás nélküli engedett fuvarozási időtartamot az átlagosnál magasabb nyári melegek beköszöntekekor.<sup>22</sup>

A jelen kutatást illetően azonban lényeges tisztázni, hogy a biológiai rendszerekben lezajló öngyulladási jelenségek lényeges eltérést mutatnak a tisztán fizikai, fizikai-kémiai, illetőleg kémiai folyamatok által determináltakétól. Amennyiben az öngyulladás szilárd anyagok halmaiban következik be, úgy annak alapfeltétele, hogy a halom belsejében lezajló hőtermelő folyamat felülmúlja a hővesztés sebességét, és az ennek nyomán fellépő hőakkumuláció révén az anyag gyulladási hőmérsékletére hevüljön.<sup>23</sup>

A fentihez hasonló sok tényező felhasználásával leírható öngyulladási jelenség léphet föl különböző szemes termények, olajos magvak, nedves fűrészpor tárolása esetén is. Nem meglepő tehát, hogy az eredményes tűzvédelmi intézkedések megalapozásához olyan laboratóriumi vizsgálatok egész sorozatát kell elvégezni, amelyek ezen összetett folyamatok termodinamikáját megfelelő részletességgel képesek feltérképezni.<sup>24</sup>

<sup>17</sup> *Safety investigation into the self-combustion of wood pellets in cargo hold no. 5 on board the Maltese registered bulk carrier VDU E At Point Lynas Anchorage, Liverpool, on 29 November 2016.* Marine Safety Investigation Report, 2017.

<sup>18</sup> Peter Blomqvist et al.: *An Experimental Study of Spontaneous Ignition in Storages of Wood Pellets.* Fire and Materials Conference, San Francisco, USA, 2007.

<sup>19</sup> Nordtest: *Guidelines for Storing and Handling of Solid Biofuels.* NT ENVIR 010. Oslo, Norway, Nordic Innovation Centre, (2008. október 14.).

<sup>20</sup> William Hogland – Marcia Marques: *Physical, Biological and Chemical Processes during Storage and Spontaneous Combustion of Waste Fuel. Resources, Conservation and Recycling,* 40. (2003), 1. 53–69.

<sup>21</sup> Wolfgang Stelte: *Guideline: Storage and Handling of Wood Pellets.* Resultat Kontrakt (RK) Report. Taastrup, Denmark, Danish Technological Institute, Energy and Climate, Centre for Renewable Energy and Transport, Section for Biomass, 2012.

<sup>22</sup> U.S. Grains Council: *A Guide to Distiller's Dried Grains with Solubles* (2012). 14.

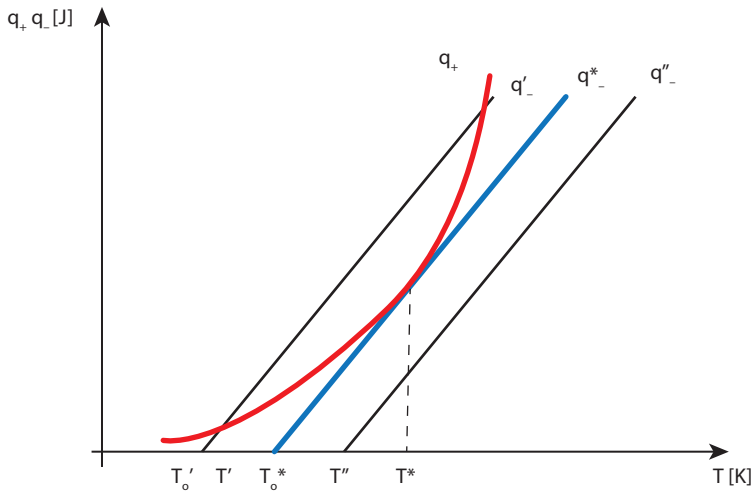
<sup>23</sup> Nagy Rudolf: *A növényi anyagok öngyulladásának laboratóriumi vizsgálata.* Szakdolgozat. Ybl Miklós Építéstudományi Kar Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet, 2015a.

<sup>24</sup> Beda L. – Kerekes Zs.: *Égés- és oltáselmélet II.* Jegyzet. Budapest, Szent István Egyetem, 2006.

A CGF-pelletek öngyulladásai hajlama tekintetében az egyik első, az Oroszországi Rendkívüli Helyzetek Minisztériuma által kidolgozott eljárás alapuló és részletesen ismertetett, teljes indirekt metodika alkalmazásával elvégzett vizsgálat. Az itt bemutatott módszertan eredményei nemcsak a CGF-pelletek silókban történő tárolásának tűzbiztonságát tanulmányozó kutatók számára nyújtanak módszertani segítséget, de az ömlesztett önmelegedő veszélyes áruk biztonságos szállításához szükséges körülmények meghatározásában is támpontot adnak a lehetséges dimenzionális jellemzők és indukciós időtartamok feltérképezését érintően.

## 2. A vizsgálati módszer alapjai

Amint az előző részben tárgyaltuk, az öngyulladás folyamatát rendkívül nehéz kvantitatív módon leírni, még egyszerű kísérleti konfigurációk mellett is. Ezért az öngyulladásához vezető paraméterek meghatározásában a legtöbb módszertan a stabil égés termikus egyensúlyára vezető hőtermelési és hőveszteségi folyamatok leírására szolgáló elmélet szélsőséges határesetét alapul vevő kritikus állapotból vezet le a szilárd anyagok öngyulladásra való hajlamának leírását.<sup>25</sup> Ezt az 1. ábrán kiemelt grafikonok egymáshoz viszonyított helyzetéből is kiolvashatjuk.



1. ábra: Szemjonov-modell ábrázolása

Forrás: Химическая Энциклопедия. в пяти томах, Издательства «Большая Российская Энциклопедия» Москва, 1995. 289.

<sup>25</sup> Brian F. Gray: Spontaneous Combustion and Self-Heating. In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Greenbelt, MD, 2016. 604–632.

## 2.1. Öngyulladás vizsgálata indirekt módszerrel

Az e csoportba sorolt módszerekkel vizsgálható rendszerek megfelelően nagy Biot-szám mellett képesek biztosítani az önmelegedés feltételeit. Azaz a környezet felé leadott hő mindenkor alatta marad a termelődő hőnek. Mindazonáltal a hő koncentrálódása a jellemzően a rendszer belsejében mutatkozó hőforrás közvetlen környezetében még nem jelenti automatikusan azt, hogy a rendszerben öngyulladás is bekövetkezik. Ennek eldöntéséhez vissza kell kanyarodnunk az alapdefiníció szerinti feltétel vizsgálatához, és meg kell tudnunk válaszolni a kérdést, hogy mely körülmények esetén haladja meg minden időpillanatban a hőtermelés sebessége a hővesztés sebességét. A megoldáshoz vizsgálatainkban választanunk kell egy stabil kiindulópontot, amely támpontul szolgálhat az alapvetésnek megfelelő változók értékeinek megtalálásában. Ez a rendszerállapot nem más, mint a termikus egyensúlyi helyzet és ehhez tartozó a kritikus munkapont, amelyhez rendelt kritikus környezeti hőmérsékletet meghaladva teljesülnek az öngyulladás feltételei. Következésképpen a vizsgált paraméterekkel jellemzett állapotban a hőtermelés sebességét a kritikus állapothoz tartozó ugyanezen mutató nagyságával összevetve megállapítható a rendszer öngyulladási potenciálja.

Az egyszerű mennyiségi viszonyítás alapjául a Frank-Kamenyckij-paraméter szolgál, amely egy dimenzió nélküli (a továbbiakban a  $\delta$ -jelölést alkalmazva) érték, és közvetlenül alkalmas a rendszer öngyulladási hajlamának eldöntésére. Matematikailag kifejezve akkor hajlamos a rendszer öngyulladásra, ha a kiszámított paraméter nagyobb a kritikus értéknél, azaz  $\delta > \delta_{kr}$ .

A módszer alkalmazásakor a következő kikötésekkel élünk:

- A hő egy egyszerű reakcióban termelődik, amelynek sebessége időben állandó, a hőmérsékletfüggését pedig az Arrhenius-egyenlet írja le.
- A rendszer kiinduláskor környezeti hőmérsékleten van.
- A rendszer belsejében a hő vezetéssel transzportálódik.
- A rendszer felületén a hő sugárzással és konvekcióval adódik át a környezetnek, továbbá a rendszer felülete környezeti hőmérsékleten van (nagy Biot-szám).
- Az anyag izotróp és homogén a jellemző fizikai paraméterekre nézve, amelyek hőmérsékletfüggésétől eltekintünk.

Az elmélet kiindulási egyenlete, az instacionárius hővezetés körében jól ismert forrásos,

$$\frac{\partial T^2}{\partial x^2} + \frac{\dot{Q}^m}{k} = \frac{\partial T}{a \cdot \partial \tau} \quad (1)$$

egydimenziós alak, ahol:

$Q^m$  – a térfogategységben időegység alatt termelt hő [ $J \times m^{-3} \times s^{-1}$ ],

$k$  – a hővezetési tényező [ $J \times m^{-1} \times s^{-1} \times K^{-1}$ ],

$a$  – a hőfokvezetési tényező [ $m^2 / s$ ].

Az egyenlet átalakítható a következő módon:

- feltételezve, hogy a melegedési folyamat a rendszer egy pontjában indul, majd az ott termelt hő gömbszimmetrikusan terjed vezetéssel a rendszer belsejében ( $x$  helyett  $r$  helykoordinátákat alkalmazunk),

áttérünk stacionárius esetre ( $\partial T/\partial \tau = 0$ ).

Bevezetjük a dimenziómentes hőmérsékletet, amelynek definiáló egyenlete:

$$\Theta = \frac{E}{R \cdot T_R^2} \cdot (T - T_R) \quad (2)$$

ahol:

$\Theta$  – a dimenziómentes hőmérséklet,

$E$  – az aktiválási energia [J/mól]

$T$  – a minta belsejének hőmérséklete [K],

$T_R$  – a referencia-hőmérséklet (általában egyenlő a környezeti hőmérséklettel) [K],

$R$  – az egyetemes gázállandó [J × mól<sup>-1</sup> × K<sup>-1</sup>].

A Frank-Kamenyckij-paraméter és a hőforrásban képződő hőáram közötti összefüggést az előzőek alkalmazásával az alábbi képlet fejezi ki:

$$\dot{Q}''' = \delta \cdot e^{\Theta} \quad (3)$$

ahol:

$\delta$  – a Frank-Kamenyckij-paraméter, dimenzió nélküli szám.

Alkalmazva a feltételeket és elvégezve a behelyettesítéseket az egyenlet rendezésével megkapjuk a Frank-Kamenyckij-paraméter definiáló egyenletét, ahol:

$\delta$  – Frank-Kamenyckij-paraméter, dimenzió nélküli szám,

$$\delta = \frac{E \cdot \rho \cdot \Delta H_r \cdot r^2}{R \cdot k \cdot T_R^2} \cdot A \cdot e^{-\frac{E}{R \cdot T_R}} \quad (4)$$

$E$  – az aktiválási energia [J/mól],

$\rho$  – az anyag sűrűsége [kg/m<sup>3</sup>],

$\Delta H_r$  – termelődő reakcióhő [J × kg<sup>-1</sup> × s<sup>-1</sup>],

$r$  – a minta mérete [m],

$A$  – a preexponenciális tényező, dimenzió nélküli szám,

$R$  – az egyetemes gázállandó [J × mól<sup>-1</sup> × K<sup>-1</sup>],

$k$  – a hővezetési tényező [J × m<sup>-1</sup> × K<sup>-1</sup>],

$T_R$  – a környezeti hőmérséklet [K].

A néhány ismeretlen paramétert tartalmazó egyenlet megoldására használt indirekt módszer lényege, hogy a Frank-Kamenyckij-paraméter számításához szükséges mennyiségeket a kritikus viselkedési körülményeket produkáló eredményekből vezetjük le. Ezekhez viszont szabályozott környezeti körülmények beállításával végzett mérések sorozatán keresztül juthatunk el. A kritikus viselkedés keresése közben a mintaméretet ( $r$ ) és a környezeti hőmérsékletet ( $T_R$ ) lehet változtatni. Így egy bizonyos kritikus méretet definiálhatunk a kritikus hőmérsékleten a mintaméret változtatásával, vagy a kritikus hőmérsékletet határozzuk meg egy bizonyos mintaméretre úgy, hogy a minta állandó geometriája mellett a környezeti hőmérsékletet addig növeljük a mérésorozat során következő tagjában, míg öngyulladást nem tapasztalunk.

Az e körülmények között regisztrált paraméterekkel függvényt generálva a leolvasott függvényértékekből már  $\delta$  számítható. Ehhez a Frank-Kamenyckij-paraméter a definiáló egyenletét (6) átírva, egyes tagjait tömörítő új jelöléseket bevezetve és átrendezve a következő formulát kapjuk:

$$\ln \frac{\delta \cdot T_R^2}{r^2} = P - \frac{E}{R \cdot T_R} \quad (5)$$

$$P = \ln \frac{E}{R} \cdot \rho \cdot \frac{\Delta H_r \cdot A}{k} \quad (6)$$

ahol:

$\delta$  – a Frank-Kamenyckij-paraméter, dimenzió nélküli szám,

$T_R$  – a környezeti hőmérséklet [K],

$r$  – a minta mérete [m],

$P$  – a természetes alapú logaritmus hatványkitevője,

$E$  – az aktiválási energia [J/mól],

$R$  – az egyetemes gázállandó [ $J \times \text{mól}^{-1} \times K^{-1}$ ].

Mivel  $T_R$  és  $r$  értékei a beállított vizsgálati körülmények részeként ismertek a kritikus esetre, akkor  $\delta_{kr}$  megfelelő értéke egyenletbe helyettesíthető. Mivel az egyenlet  $1/T_R$ -t nézve egy monoton csökkenő egyenes egyenletét mutatja, a függvény ábrázolásával  $E/R$ -t az egyenes meredeksége, míg  $P$ -t az egyenes és az  $Y$  tengely metszéspontja által kijelölt érték adja. A kapott értékeket visszahelyettesítve az alapegyenletünkbe a Frank-Kamenyckij-paraméter számítható bármely más felvett  $T_R$  és  $r$  értékekhez rendelve.<sup>26</sup>

E hajlam részletes vizsgálata, tehát nemcsak önmagában tűzvédelmi oldalról számíthat érdeklődésre a szakemberek körében, de a mezőgazdasági állattartás népességnövekedéssel arányosan bővülő termelési volumenének fenntartása oldaláról is lényeges, mivel a biológiailag értékes takarmány-összetevők megőrzését is lehetővé teszik a termikus átalakulások oldaláról.

Az itt részletesen ismertetett a CGF-alapú takarmány-pellet termikus átalakulását feltáró módszertan bemutatásának célja a más növényi anyagok felhasználásával előállított pelletek kritikus öngyulladási paraméterei meghatározásában való felhasználás lehetőségének igazolása, illetőleg a metodológia ilyen módon történő helyes alkalmazása mellett kapott eredmények hitelességének igazolása a gyakorlati tapasztalatok tükrében.

Az ennek során alkalmazott vizsgálati metodika más, nem takarmányozási célú pelletek öngyulladási folyamatainak termikus azonosításában és ezen keresztül a veszélyes tárolási paraméterek kiküszöbölésében is hasznosíthatók.

<sup>26</sup> Beda–Kerekes (2006): i. m.

### 3. Anyagok és módszerek

Az öngyulladásai folyamatok vizsgálati anyagainak esetében nem mindegy, hogy milyen tűzkockázattal számolhatunk a gyakorlatban egyik vagy másik kukoricaalapú takarmány öngyulladásai következtében. Az itt bemutatott vizsgálatokhoz kukoricaalapú takarmányokból, különböző feldolgozási eljárásokkal előállított termékek szolgáltatták a mintázandó anyagokat.

#### 3.1. Mintázott anyagok

Ezeknek a takarmányoknak közös jellemzőjük, hogy fajtanként eltérő mennyiségben ugyan, de főként szénhidrátokat, fehérjéket és növényi olajokat tartalmaznak. A kisebb mennyiségben bennük fellelhető vegyületek közül az öngyulladásai folyamatokra gyakorolt hatásuk révén fontosnak ítéelhetők az igen komoly biológiai aktivitással rendelkező enzimek. Az ehelyütt történő megemlítésük azért is lényeges, mivel a kukoricaalapú takarmányok öngyulladásai mechanizmusában kiemelt helyzetet foglalnak el azok a folyamatok, amelyek során az öngyulladásai előidézni képes hő képződik.

##### 3.1.2. Vizsgálati minták

###### *Pelletált CGF:*

A pelletált biomassza egységes állagú és összetételű, fényes felületű, szagtalan anyag, 5–20 mm között változó hosszúságú, egységesen 5 mm körkeresztmetszetű (2. ábra) termék. Narancsvöröses színű, kevés elmállott, porzó részecskét tartalmaz. Halmazában igen jelentős a ki nem töltött, levegővel szabadon átjárható hézag.<sup>27</sup>



2. ábra: Pelletált CGF

Forrás: a szerzők felvétele

---

<sup>27</sup> Nagy (2015a): i. m.

## 3.2. Laboratóriumi berendezés

### 3.2.1. Környezeti hőmérséklet szabályozása

A kísérleti berendezés központi eleme egy német gyártmányú Heraeus T 5042 típusú 250 °C névleges hőmérsékletű, természetes légáramlású berendezés (3. ábra) volt. A szárítószekrény hőszigetelt belső tere 27 × 35 × 42 cm<sup>3</sup> térfogatú. A belmagassága felső körülbelüli 1/5 részének magasságában rozsdamentes acélrácszat szolgált a mintatároló kockák felfüggesztésére. A hőmérséklet szabályozására szolgáló potenciométer fokoztása 2 °C-os. A belső hőmérséklet hőtehetetlenség okozta 1,9 °C-os tartományon belüli kilengésekkel kísért alakulásának nyomon követésére egy beépített 300 °C-ig kalibrált folyadékos hőmérő szolgált.



3. ábra: Heraeus 5042 T típusú kemence

Forrás: Gemini BV Laboratory Heraeus T5042E oven 1994 Instruction Manual, Gemini BV Laboratory

### 3.2.2. Minták elhelyezése

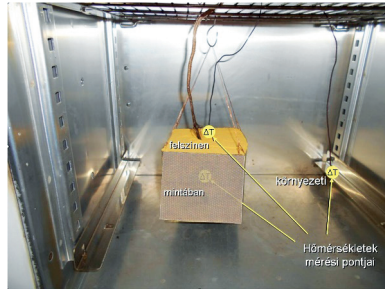
A minták befogadására szolgáló szabályos kocka geometriával rendelkező mintatárolók acélhálóból készültek, amelynek szemmérete 0,05 mm. A tetejükön felül nyitott kosarak élhossza rendre 5 cm, 10 cm és 15 cm volt. A kemencében történő felfüggesztésükhöz 0,2 mm-es vörösrézhuvalból készült pántokat használtam. A pántokat a kockák két-két átellenes éleinek felső részén lévő szemeken átfűzött ugyancsak vörösréz füleken keresztül duplán átvezetve rögzítettem. Végül a kosarak tartópántjait „S” alakú akasztón átvetve függesztettem fel a mintákat a kemencében lévő rozsdamentes rácszatra.

### 3.2.3. Hőmérsékletmérés, adatgyűjtés

A szárítószekrény belsejében az elrendezést úgy igyekeztem kialakítani, hogy a mintatartó kockák képzeletbeli átlói által kijelölt közepük minél inkább egybeessen a kemence belsejének geometriai középpontjával, de a léghőmérséklet mérésére szolgáló termoelem és a kemence fala között egyenlő hely maradjon. A kemencén belüli hőmérsékletek mérésének helyeit három ponton jelöltem ki. A termikus változások mérésére használt – 200,0 és + 1370,0 °C-os méréstartományú, NiCr–Ni termoelemeket – a vizsgált közeg hőmérsékletének alakulására



nézve – meghatározó értékeket szolgáltató pontokban pozicionáltam. Így a minta belsejének hőmérsékletét a kockák geometriailag kijelölt középpontjában mértem. Ugyanakkor a kocka felső nyitott síkjában elhelyezkedő felszíni réteggel éppen csak érintkezésbe hozott másik termoelemmel mértem a felszín hőmérsékletét. A környezet hőmérsékleti viszonyait mérő termoelem helyzetét úgy jelöltem ki, hogy az körülbelül a felfüggesztett minta középpontját tekintve azonos magasságban és a belső légtér képzeletbeli másik függőleges harmadoló síkja, valamint a hosszanti felezősík által kimetszett pontra essen (4. ábra).



4. ábra: Vizsgálati elrendezés a szárítószekrény belső terében

Forrás: szerző saját felvétele

A hőmérsékleti adatokat az említett három ponton egy időben mértem. A mért adatokat az ALMEMO 2690-8 típusú adatgyűjtő eszközzel (5. ábra) rögzítettem. Az eszközhöz a jelek az előre programozott csatornák valamelyikén keresztül jutottak el, amelyekhez a csatlakozókkal egybeépített termoelemek a kemence tetején található és tűzoltó takaróból származó szövettel kibélelt nyíláson át kivezelve kapcsolódtak. Az adatgyűjtő egység LCD-kijelzőjén megjelenő hőmérsékleti értékek a mért közeg egy 15 másodperces ciklusidő alatt kialakuló hőmérsékletének felelnek meg.

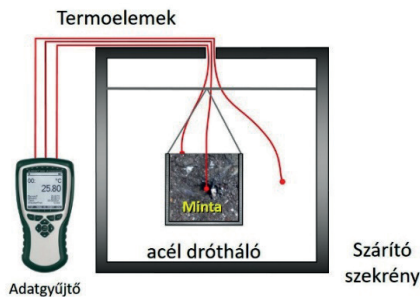


5. ábra: Adatgyűjtő eszköz

Forrás: [www.ahlborn.com/de\\_DE/produkte/praezisionsmessgeraet-und-datenlogger-almemo-2690-8a](http://www.ahlborn.com/de_DE/produkte/praezisionsmessgeraet-und-datenlogger-almemo-2690-8a)

### 3.3. Vizsgálati módszer

A már ismertetett szabványosított módszerek közül a vázlat szerinti (6. ábra) összeállításban alkalmazott eszközökkel határoztam meg a minták kritikus öngyulladás hőmérsékletét.



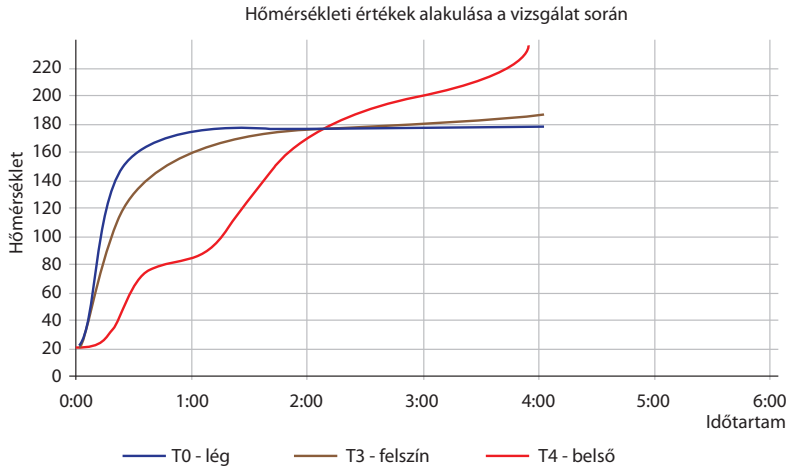
6. ábra: Vizsgálati berendezés vázlata

Forrás: Nagy Rudolf: Növényi anyagok öngyulladásának vizsgálata. In Kovács Tibor (szerk.): Biztonságtechnikai Szimpózium a Magyar Tudomány Ünnepe 2015 keretében. Budapest, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2015b. 1–13.

Az alkalmazott modell segítségével a tárolási méret és az öngyulladási hőmérséklet viszonyát lehet megállapítani. Ezután extrapolálással lehet a kritikus hőmérsékleti értékeket más tárolási geometriákra vonatkoztatni. Ennek lépései magukban foglalják a minta adott térfogatához rendelt kritikus hőmérsékletének meghatározását egy folyamatosan közelítő mérőszorozattal. Itt a nemzetközileg is általánosan elfogadott megengedett maximális hőmérséklet-emelkedés értékét 40 °C-ban tűztem ki határállapotnak. Kerestem tehát az úgynevezett maximális szubkritikus és a minimális szuperkritikus állapotokat. Definíciószerűleg ezek az elnevezések a következőket takarják:

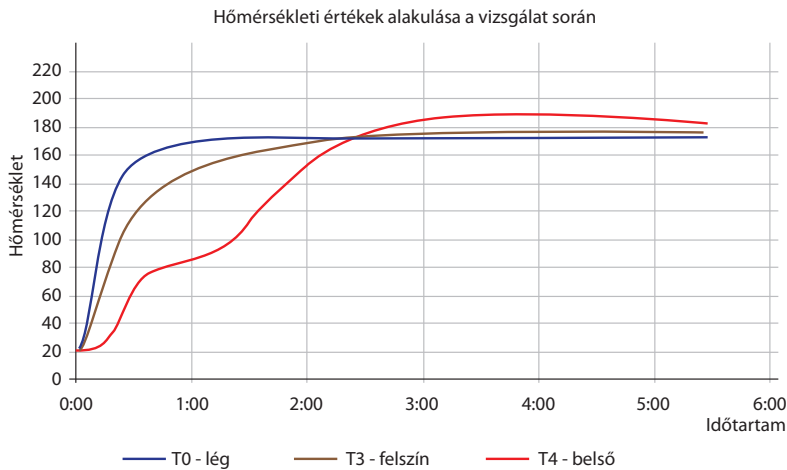
- Szubkritikus ( $T_{sub}$ ) a vizsgált minta környezetének azon hőmérséklete, amelynél a minta hőmérséklete a szárítószekrény hőmérsékletét meghaladja, de a hőmérséklet-emelkedés nem éri el a 40 °C-t a környezeti hőmérséklet értékéhez viszonyítva;
- Szuperkritikus ( $T_{sup}$ ) az a környezeti hőmérséklet érték, amelynél a mintahőmérséklet a szárítószekrény hőmérsékletét legalább 40 °C-kal meghaladja.

Tipikus szubkritikus, illetőleg szuperkritikus görbemenetek (7. és 8. ábra) sajátosságairól szólva elmondható, hogy az első esetben a minta hőmérséklete (legfelső vonal) meghaladja a környezetét, de az anyag a hővesztések miatt visszahúl, ugyanakkor a másik szuperkritikus állapotba került anyagban a görbe a környezeti hőmérséklet fölötti tartományban dinamikus emelkedésbe kezd.



7. ábra: Szubkritikus görbemenet

Forrás: Nagy (2015b): i. m.



8. ábra: Szuperkritikus görbemenet

Forrás: Nagy (2015b): i. m.

A gyakorlatban ez azt jelentette, hogy az előre beállított különböző maximális kemence-hőmérsékletekre történő melegítés közben mindaddig végeztem a mintával önmelegedési vizsgálatokat, míg meg nem találtam azt a hőmérsékletet, amelynél a minta belső hőmérsékletének

emelkedése éppen nem nőtt a környezeti hőmérséklet fölé 40 °C-kal, illetve éppen ezen túllendülve a 40 °C-ot meghaladó melegedésbe nem ment át az anyag. A két alulról és felülről határoló hőmérsékleti értékből egyszerű számtani középértéket vonva kijelöltem az adott térfogathoz tartozó kritikus öngyulladási hőmérsékletet ( $T_{kr}$ ).<sup>28</sup>

Majd mindezt az eljárást ugyanazon anyagra a másik két eltérő méretű mintatartó kockával is elvégeztem. Az így kapott kritikus hőmérsékleti értékeket felhasználva a kritikus paraméter meghatározására szolgáló (7) egyenletet linearizáltuk, és ábrázoltuk. Az egyenesek segítségével a 1. táblázatban szereplő, adott mintaalakhoz tartozón meghatározható a mintamennyiséghez és környezeti hőmérsékletéhez tartozó kritikus Frank-Kamenyckij-paraméter ( $\delta$ ). A kiértékelésben az elmélet szerinti alapvetésekre építve vizsgálandó a tesztek alapján meghatározott kritikus paraméter ( $\delta_{kr}$ ) és a vizsgálatban alkalmazott kocka geometriájához tartozó kritikus érték viszonya. Megjegyzendő, hogy a számításokban az 1. táblázatban szerepeltetett  $2 \times r$  értékek estében az élfelező „r” értéket vesszük figyelembe.<sup>29</sup> Ez abból az elméleti alapok sorában lefektetett feltételezésből ered, hogy az anyag izotróp, és benne a hő gömbszimmetrikus vezetéssel terjed. Az adott geometriába befoglalható maximális térfogatú gömb szimmetriája miatt annak sugara éppen az élhossz felének méretét adja. A kritikus paramétert így kiszámítva legfeljebb csak önmelegedést tapasztalunk, ha fennáll, hogy  $\delta < \delta_{kr}$ , illetve meg is gyullad az anyag, ha a reláció megfordul  $\delta > \delta_{kr}$ .

1. táblázat: Kritikus paraméterek és a geometriai jellemzők összefüggései

Geometria	Méreték	Kritikus paraméter ( $\delta_{kr}$ )	$\Theta_0$
henger	sugár: $2 \times r$ magasság: $2 \times l$	$2 + 0,841 \frac{r^2}{l^2}$	
kocka	él: $2 \times r$	2,52	1,89

*Forrás: Nordtest: Solid Materials: Spontaneous Ignition Temperature By Continuous Heating (NT Fire 045) (1992. szeptember 14.)*

### 3.4. Elvégzett vizsgálatok

Az induló hőmérsékletek megfelelő kiválasztását célzó vizsgálatok kezdeti szakaszában már megmutatkoztak a hosszan tartó mérési időtartamok okozta időveszteségek.

A későbbiekben az előzetesen behatárolt légtérhőmérsékletet környezeti paraméterként kiinduló alapként véve, rendre méréssorozatok elvégzésével megállapítottuk valamennyi takarmány mintáiban a szabványos eljárás szerinti térfogatokhoz rendelhető szuperkritikus hőmérsékleteket. A mérési adatok ezt követő kiértékelésével nyert és a vizsgálat szempontjából releváns adatokból kiderült, hogy a vizsgálati minták kisebb, a hibahatáron belülinek

<sup>28</sup> Nagy (2015b): i. m.

<sup>29</sup> Beda-Kerekes (2006): i. m.

értékelhető eltérésekkel az elméletileg várható értékek körüli szabályosnak tekinthető mérési eredményeket produkáltak, így lehetővé vált a vizsgálati eredmények meghatározása és kiértékelése.

## 4. Vizsgálati eredmények

A vizsgálatok szolgáltatotta mérési adatokat felhasználva a minták belső hőmérséklet-emelkedéséből az adott méretbeli jellemzőkhöz rendelve a bemutatott módszerrel számított értékeket a kiértékelést segítő táblázatba foglaltam. Majd az indirekt megoldáshoz alkalmazott módszer szerint linearizáltuk a mérési eredményeket. A kapott egyenes egyenletében szereplő együttműködőket, a Frank-Kamenyckij-paramétert definiáló eredeti egyenletének (6) megoldásában használtuk fel.<sup>30</sup>

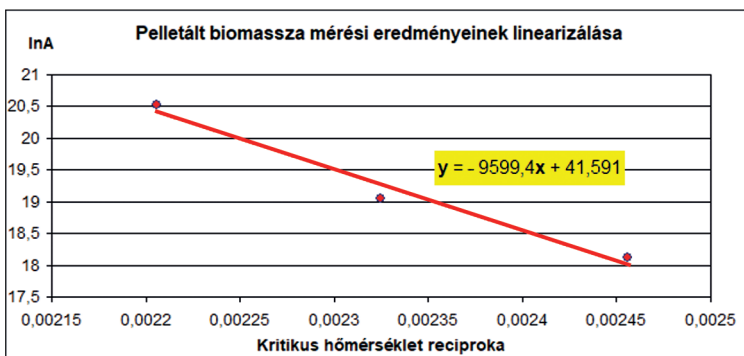
### 4.1. Eredmények

#### 4.1.1. Pelletált CGF adatsorai

2. táblázat: Pelletált CGF mérési sorozatainak adatai

Minta élhossza [cm]	Élfelező		Hőmérséklet			Abszolút kritikus hőmérséklet			$\ln \frac{\delta_{kr} \cdot T_{kr}^2}{r^2}$ (lnA)
	$r$ [m]	$r^2$ [m <sup>2</sup> ]	$t_{szub}$ [°C]	$t_{szup}$ [°C]	$t_{kr}$ [°C]	$T_{kr}$ [K]	$1/T_{kr}$ [K <sup>-1</sup> ]	$(T_{kr})^2$ [K <sup>2</sup> ]	
5	0,025	0,00062	178,3	182	180,1	453,3	0,0022	205480,89	20,53
10	0,05	0,0025	155,1	158,9	157	430,15	0,0023	185029,02	19,04
15	0,075	0,00562	132,7	135,3	134	407,15	0,0024	165771,12	18,12

Forrás: a szerzők szerkesztése



9. ábra: Pelletált CGF eredményeinek linearizálása

Forrás: Nagy (2015b): i. m.

<sup>30</sup> Nagy (2015b): i. m. 11.

A kapott egyenes egyenlete a mérések alapján az alábbiak szerint adódott:

$$y = -9599,4x + 41,591 \quad (8)$$

Innen az adott anyag öngyulladási hajlamának meghatározásául szolgáló egyenlet:

$$\delta = e^{41,591 \cdot \frac{r^2}{T_a^2}} \cdot e^{-\frac{9599,4}{T_a}} \quad (9)$$

## 4.2. Kiértékelés

A kiértékelés a vizsgált anyagok esetében a kritikus értékek kiszámítását takarja a kapott egyenletek (9) alapján. Az alkalmazott módszer lehetőséget kínál arra, hogy meghatározzuk, milyen környezeti hőmérsékleten kell számítanunk öngyulladásra, vagy adott tárolási hőmérséklet mellett mekkora az a térfogat, amelyben az öngyulladás veszélye fennáll, illetőleg a kapott kísérleti eredményekből kiszámítható, hogy az öngyulladás mennyi idő elteltével következik be. Persze azt meg kell jegyezni, hogy a laboratóriumi mérésekhez használt méretek sokkal egyszerűbben alakíthatók izotróp anyagi halmazokká, ami természetesen nem igaz egy siló esetében, ahol az anyag a belső teret korántsem egyenletesen tölti ki. A hely függvényében lényeges különbségek mutatkozhatnak, akárcsak ha a sűrűséget vesszük, amely a (6) képletben is feltüntetett befolyásoló paraméter az öngyulladási hajlam meghatározásánál.<sup>31</sup>

### 4.2.1. Az értékelési metódus leírása

Az egyenleteket (9) kétféle módon lehet alkalmazni.

Első esetben, amikor arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy adott méretű anyagnál, ha változtatjuk a környezeti hőmérsékletet, hogyan változik az öngyulladási hajlamot jellemző Frank-Kamenyckij-paraméter. Ilyen esetben, az egyenletekben az  $r$  rögzített és a  $T_a$  (környezeti hőmérséklet) változó értékeit vizsgáljuk.

Az értékelésben alkalmazott másik esetben, amikor arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy adott környezeti hőmérsékleten, ha változtatjuk a tárolt minta térfogatát, akkor hogyan változik a Frank-Kamenyckij-paraméter. Ekkor az egyenletekben a  $T_a$  rögzített, az  $r$  a méretre jellemző érték pedig változó.

Az első esetnek az illusztrálására vegyük példának a durva darát. Legyen  $r = 1,11$  m (egy 2,22 m élhosszúságú kocka, ami körülbelül  $10 \text{ m}^3$  térfogatnak felel meg), a környezeti hőmérséklet  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Természetesen a hőmérsékletet át kell számítani Kelvin fokra, azaz  $T_a = 293,15 \text{ K}$ .

A F-K-paraméter a CGF-pelletre számítható a következő egyenletből (9):

$$\delta = \frac{E \cdot \rho \cdot \Delta H_f \cdot r^2}{R \cdot k \cdot T_a^2} \cdot A \cdot e^{-\frac{E}{R \cdot T_a}} = 3,983 \cdot 10^{17} \cdot \frac{r^2}{T_a^2} \cdot e^{-\frac{9023}{T_a}} \quad (10)$$

<sup>31</sup> Nagy (2015a): i. m.

Tovább folytatva a számítást kapjuk:

Az 1. táblázatban a kockához tartozó kritikus paraméter  $\delta_o = 2,52$ , így a számított  $\delta = 0,245$  kisebb, vagyis az ilyen térfogat esetén 20 °C-on nem várható a rendszer öngyulladása.

$$\delta = 3,983 \cdot 10^{17} \cdot \frac{1,232}{85937} \cdot 4,29 \cdot 10^{-14} = 0,245 \quad (11)$$

Ha megváltoztatjuk a magasabb környezeti hőmérsékleteken az anyag viselkedését, akkor azt láthatjuk, hogy 30 °C-on  $T_a = 303,15$  K, akkor  $\delta = 0,632$ , de amennyiben 50 °C-ra,  $T_a = 323,15$  K növekszik a hőmérséklet, akkor  $\delta = 3,51$ -nek adódik és ekkor, az egyenlőtlenség megfordul  $\delta > \delta_o$ , ami azt jelenti, hogy ezen a hőmérsékleten már várható a rendszer öngyulladása.<sup>32</sup>

#### 4.2.2. A tárolási hőmérséklet kritikusságának meghatározása

A kiértékelés eredményének kézzelfoghatóbb szemléltetésére a magyarországi évi középhőmérséklet, 11 °C-ot<sup>33</sup>, valamint a KSH-adatok alapján átlagos kapacitásának mondható, közel 1000 m<sup>3</sup>-es siló méretarányainak megfelelő kockához tartozó 10 m-es élhosszt választottuk. Az öngyulladásai hajlamok az egyedileg CGF-pelletre meghatározott egyenlet (9) felhasználásával az alábbiak szerint alakultak:

Pelletált CGF

$$\delta = e^{41,591} \times (r^2 / T_a^2) \times e^{-9599,4/T_a} = 1,155 \times 10^{18} \times 5^2 / 284,15^2 \times 2,129 \times 10^{-15} = 0,76 \quad (12)$$

A kapott érték messze kisebb, mint a kritikus érték, azaz  $\delta < \delta_o$ , vagyis  $0,76 < 2,52$ , ezért 1000 m<sup>3</sup>-es térfogatban 11 °C-on történő tárolásakor az anyag *öngyulladása nem várható*.<sup>34</sup>

A kapott értékek egyes anyagok, mint például a kukoricacsíra tekintetében, nagyon beszédesen jelzik, hogy a megválasztott éves átlaghőmérséklet már igen közel eshet a kritikus hőmérséklethez, amit a következőkben számított kritikus hőmérsékletek vonatkozó adataival történő összevetés egyértelműen igazolhat.

A kiértékelések további részében az Orosz Föderáció Rendkívüli Helyzetek Minisztériuma Tűzvédelmi Tudományos Kutatóintézetében kidolgozott és 2004-ben közreadott módszertani segédlet szerinti metodológiára<sup>35</sup> támaszkodva határozzuk meg a keresett paramétereket.

#### 4.2.3. A kritikus tárolási hőmérséklet meghatározása

A kapott egyenletek segítségével további lehetőségként adódik, hogy a már KSH-adatok alapján átlagos méret mellett meghatározzuk azt a kritikus hőmérsékleti értéket, amely mellett a vizsgált anyagok öngyulladása bekövetkezhet.

<sup>32</sup> Nagy (2015a): i. m.

<sup>33</sup> Koppejan et al. (2013): i. m.

<sup>34</sup> Nagy (2015a): i. m.

<sup>35</sup> Persson (2013): i. m.

A keresett hőmérsékleti értékeinek kalkulálására a képletben szereplő hőmérsékletek iterációs úton<sup>36</sup> történő generálásával egyszerűen eljuthatunk az eredményekhez, amelyeket a 3. táblázatban jelenítettünk meg.

Pelletált CGF

$$\delta = e^{41,591} \times (r^2 / T_a^2) \times e^{-9599,4/T_a} = 1,155 \times 10^{18} \times 5^2 / 295,28^2 \times 7,608 \times 10^{-15} = 2,52 \quad (13)$$

A visszaellenőrzés nyomán látható, hogy a kapott kritikus hőmérsékleti értékek mellett az alapul vett térfogatokban a F-K-paraméter-értékek mindenütt éppen egyenlőnek adódnak az adott geometriai formához tartozó normatív értékkel, így rögzíthető, hogy  $\delta = \delta_o$ , azaz  $2,52 = 2,52$ , vagyis az anyagok ezen a hőmérsékleten vagy minimálisan is e felett történő tárolásakor az *öngyulladásuk* bekövetkezése beavatkozás nélkül valóban *várható*.

3. táblázat: Adott méretű terménytárolókban tárolt anyagokhoz tartozó kritikus hőmérsékletek számított értékei

$r^*$ (m)	$T_{kr}$ (K)
Pelletált CGF	
5,0	295,28

\* átlagos terménytároló méret (KSH nyomán)  
Forrás: a szerzők szerkesztése

#### 4.2.4. A kritikus tárolási méret meghatározása

Az elméleti kritikus mérethez tartozó élfelező hosszának értékeit a (6) alapképlet rendezésével nyert egyenlet segítségével határoztuk meg:

$$r = \sqrt{\frac{kRT_k^2 \delta_{kr} e^{\frac{E}{RT_k}}}{E \Delta H_f A \rho}} \quad (14)$$

A képletben szereplő kiemelten fontos környezeti hőmérsékleti értéként felvett 38,75 °C (311,9 K) a hazai nyári időjárási megfigyelések alapján rögzített OMSZ-adatok maximális hőmérsékleti adatainak<sup>37</sup> átlagaként adódott.

<sup>36</sup> Guo (2013): i. m.

<sup>37</sup> Lásd: [www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/homersekketi\\_szeloertekek/Magyarorszag/index.php?ful=7#aktp](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/homersekketi_szeloertekek/Magyarorszag/index.php?ful=7#aktp)



A számítás folyamatában meghatározásra került a Rayleigh-szám (15) egyenlet<sup>38</sup> szerinti kalkulált értékének felhasználásával:

$$Ra = \frac{g}{\nu a} D^3 \frac{RT_{kr}}{E} \quad (15)$$

ahol:

$g$  – a gravitációs gyorsulás, (m/s<sup>2</sup>);

$\nu$  – a levegő kinematikai viszkozitása  $T_{kr}$  hőmérsékleten, (m<sup>2</sup>/s);

$a$  – a levegő hőmérséklet-vezetési tényezője  $T_{kr}$  hőmérsékleten, (m<sup>2</sup>/s);

$D$  – a vizsgált gabonataroló magassága, (m);

$R$  – egyetemes gázállandó, J/(mól · K);

$T_{kr}$  – a vizsgált agyagi halmaz környezeti hőmérséklete, (K);

$E$  – aktiválási energia (J/mól).

A képletben szereplő előtag kiszámítására használt (16) egyenlet:<sup>39</sup>

$$\frac{g}{\nu a} = 1,2 \cdot 10^8 e^{\frac{1770}{T_{kr}}} \quad (16)$$

Az így kapott érték segítségével számítható a hőátadási együttható ( $\alpha$ ) a (16) egyenlet nagyságrendileg megfelelő változatába történő behelyettesítéssel:

$$\alpha = 0,54Ra^{0,25} \frac{k_{lev}}{D} + 4\sigma T_{kr}^3 \leftarrow Ra \leq 2 \cdot 10^7 < Ra \rightarrow \alpha = 0,135Ra^{0,33} \frac{k_{lev}}{D} + 4\sigma T_{kr}^3 \quad (17)$$

ahol:

$\sigma$  – a Boltzmann-állandó, (W/m<sup>2</sup>·K<sup>4</sup>);

$k_{lev}$  – a levegő hővezetési tényezője<sup>40</sup> (W/m·K).

$\alpha$  értékének ismeretében a (17) egyenlet felhasználásával kiszámítjuk a Biot-számot:

$$Bi = \frac{\alpha r}{k} \quad (18)$$

Majd azt behelyettesítve a (18) képletbe<sup>41</sup> meghatározzuk az anyag levegővel való hőcseréjének intenzitását jellemző értéket:

$$\varphi(Bi) = \frac{Bi}{2} \left( \sqrt{Bi^2 + 4} - Bi \right) \cdot e^{\frac{\sqrt{Bi^2 + 4} - Bi - 2}{Bi}} \quad (19)$$

<sup>38</sup> Ю. Н. Шебеко et al.: *Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов*. Москва, 2004. 6. (1).

<sup>39</sup> Шебеко (2004): i. m. 7. (2)

<sup>40</sup> Шебеко (2004): i. m. 7. (5), ( $k_{lev} = 6,98 \cdot 10^{-3} + 6,41 \cdot 10^{-5} \cdot T_{kr}$ )

<sup>41</sup> Persson (2013): i. m. 8.

Ezt követően az adott anyagban lezajló oxidációs reakciókat jellemző  $\gamma^{42}$  és  $\beta^{43}$  tényezőket határozzuk meg, amelyek matematikailag a (20) és (21) képletekkel fejezhetők ki:

Kiszámításukhoz a CGF-pellet anyag esetében a laboratóriumi kísérletek nyomán kapott (9) egyenlet szolgált alapul, hisz jól látható módon azok matematikailag a Frank-Kamenyec-kij-paraméterben benne foglaltatnak.

Ezt követően a (22) egyenlet alkalmazásával számítjuk a kritikus Frank-Kamenyec-kij-paramétert:

$$\gamma = \frac{cRT_{kr}^2}{E\Delta H_g} \quad (20)$$

$$\beta = \frac{RT_{kr}}{E} \quad (21)$$

ahol:

$\delta_o$  – Az 1. táblázatban a kockához tartozó kritikus paraméter.

Ennek értéket behelyettesítve a (14) egyenletbe első közelítésben megkapjuk kritikus élfelező értékeit. Ezt követően újraszámítva a Rayleigh-számot, amelynek felhasználásával az előbbiekben ismertetettek szerinti sorrendben kiszámítjuk ismételt  $r_{kr}$  új értékét. Ezt mindaddig végezzük, míg az előzőleg kapott értékhez viszonyítva a különbség 5% alá nem esik. Az így kapott végleges kritikus élfelező értékek a 4. táblázatban találhatók.

4. táblázat: Terménytároló elméleti kritikus méretének meghatározása a laboratóriumi vizsgálati eredményeinek tükrében

Meghatározás számítási paraméterei									
$r_{kr}$ (m)	$T_k^*$ (K)	$R_a$ ( $10^{10}$ )	$\alpha$	Bi	$\phi(\text{Bi})$	$\beta$	$\gamma$	$\delta_{kr}$	$k_{lev}$
Pelletált CGF									
2,28	311,9	6,2567	6,8816	224,26	0,9911	0,0324	0,00087	2,6353	0,02697

\* júl. max. átl. hőmérséklet (OMSZ)<sup>44</sup>

Forrás: a szerzők szerkesztése

#### 4.2.5. A kritikus tárolási időtartam meghatározása

Az öngyulladás bekövetkezése normál környezeti kiinduló hőmérsékletek esetében egy időben igen elhúzódó folyamat. Ennek időtartama valamennyi, az előzőekben részletezett paramétertől függő tényező. Így szerepet játszik benne az anyagi minőség, az anyagi halmazt alkotó részecskék aprítottsági foka, a halom fizikai méretei, és annak a hőtranszport-folyamatokban igen lényeges alakító tényezői, és természetesen a környezeti hőmérséklet. Amennyiben a megfelelő

<sup>42</sup> Az anyag kiegészítést jellemző paraméter.

<sup>43</sup> Az oxidációs reakciót jellemző paraméter.

<sup>44</sup> Lásd: [www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/homersekleti\\_szeloertekek/Magyarorszag/index.php?ful=7#aktp](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/homersekleti_szeloertekek/Magyarorszag/index.php?ful=7#aktp)

hosszúságú indukciós időtartam<sup>45</sup> telik el a felhasználásig az anyag kitárolását megelőzően, bekövetkezhet az öngyulladás.

5. táblázat: Vizsgált anyagok számításokban alkalmazott anyagi állandói

Ömlesztett sűrűség $\rho^{46}$ kg/m <sup>3</sup>	Fajhő c J/(kg × K)	Hővezetési tényező k W/(m × K)	Égéshő $\Delta H_e^{47}$ MJ/kg	Aktiválási energia $E^{48}$ J/mól
Pelletált CGF				
656,64	1600 <sup>49</sup>	0,07 <sup>50</sup>	18,6 <sup>51</sup>	79809,41

Forrás: a szerzők szerkesztése

A kritikus állapotok esetén az öngyulladásai idő (s) meghatározására a (23) egyenlet alkalmazható:

$$\tau_{gy} = \frac{\tau c R T_0}{A E \Delta H_e} e^{\frac{E}{R T_0}} \quad (23)$$

ahol:  $\tau_{gy}$  – a gyulladási idő<sup>52</sup>

$\tau$  – a dimenzió nélküli indukciós idő.<sup>53</sup>

Az egyenlet szerinti indukciós idő kiszámításához első lépésben a kísérleti úton kapott (9) egyenlet felhasználásával meg kell határozni az adott anyag vizsgált tárolási hőmérsékleten vett és a kritikus hőmérsékletéhez tartozó (2,52) F-K-paraméterek  $\Delta$ -val jelölt, az öngyulladásai határtól való relatív eltérését:

$$\Delta = \frac{\delta_{kr}}{\delta_o} \quad (24)$$

Valamint szükséges a kockaformához tartozó alak tényező meghatározása:

$$j = 3\sigma - 1 \quad (25)$$

<sup>45</sup> A termikus indukció alatt azt az időtartamot értjük, amely alatt a hő akkumulálódása gyulladáshoz vezet. В. И. Курдюмов et al.: *Тепловая обработка зерна в установках контактного типа*. Ульяновск, Министерство Сельского Хозяйства Российской Федерации, 2013. 25.

<sup>46</sup> Nagy (2015a): i. m.

<sup>47</sup> Valérie Bontems et al.: The INRAE-CIRAD-AFZ tables, <https://www.feedtables.com/> vonatkozó adatbázisából.

<sup>48</sup> Bontems et al.: i. m.

<sup>49</sup> US Grains Council (2012): i. m. 14. oldal 10. táblázat vonatkozó adatainak felhasználásával számított érték.

<sup>50</sup> US Grains Council (2012): i. m. 14.

<sup>51</sup> Cereal grains, Maize, extruded, Main constituents, Gross energy (MJ).

<sup>52</sup> A rendszer hővesztés nélkül bekövetkező meggyulladásáig terjedő időtartam. Nason (2017): i. m.

<sup>53</sup> Шебеко et al. (2004) i. m.

A képletben szereplő  $\sigma$  a Frank-Kamenyeczij és Szemjonov gömb-ekvivalensek sugarainak arányát kifejező érték. Számítására a következő egyenlet szolgál:

$$\sigma = \frac{R_o^2}{R_{sz}^2} \quad (26)$$

ahol:

$R_o^2$  – a Frank-Kamenyeczij-gömb-ekvivalens sugara,

$R_{sz}^2$  – a Szemjonov-gömb-ekvivalens sugara.

Előző meghatározása az „r” jellemző mérettel rendelkező tároló és a Frank-Kamenyeczij-gömb-ekvivalensek sugarainak arányát kifejező egyenlet<sup>54</sup> számított értékének segítségével történt:

$$\frac{r^2}{R_o^2} = \frac{2}{3\pi} \left[ 2 \arctg \left( \frac{p}{\sqrt{2+p^2}} \right) + \frac{1}{p^2} \arctg \left( \frac{1}{p\sqrt{2+p^2}} \right) + \frac{\sqrt{2+p^2}}{p} \right] \quad (27)$$

ahol:

$p$  – a kocka esetében az egyenlő oldalárányok miatt 1-nek<sup>55</sup> adódik.

A Szemjonov-gömb-ekvivalens sugarát a tároló térfogata és felszíne hányadosának felhasználásával határozhatjuk meg a következők szerint:

$$R_{sz} = 3V/S \quad (28)$$

ahol:

$V$  – a tároló térfogata,

$S$  – a tároló felszíne.

A fentiekben számított értékek, valamint a (20), (21) képletek adott hőmérsékleti értékre vonatkoztatott értékeit alábbi függvényekbe behelyettesítve:

$$f_1(\Delta, \gamma) = 1 + 0,62 \frac{1 - 4\Delta^{-2}\sqrt{\gamma}}{(\Delta - 0,95)^{0,9}} \quad (29)$$

$$f_2(j, Bi, \Delta) = 1 - \frac{[1 + 1,5(1 - 0,1\Delta)j]Bi}{16(1 + Bi)} \quad (30)$$

meghatározzuk a (31) egyenletben szereplő, dimenzió nélküli ( $\tau$ ) indukciós idő értékét az alábbiak szerinti számítással:

Ennek a (23) egyenletbe történő behelyettesítésével ( $\tau_{gy}$ ) indukciós időkre kapjuk a 6. táblázatban szereplő értékeket.

A kiértékelést és a bemutatott számításokat elvégezve a nyári átlagos (23,0 °C)<sup>56</sup> környezeti hőmérsékletre, valamint az előző siló méretarányainak megfelelő 10 m-es élhossz választva, az öngyulladás időtartamok az alábbiak szerint alakultak:

$$\tau = f_1(\Delta, \gamma) f_2(j, Bi, \Delta) (1 + 2\beta) \quad (31)$$

<sup>54</sup> Шебеко et al. (2004) i. m. 26.

<sup>55</sup> Értéke 26. o. (П 11)-ben megadott oldalárányok viszonyából származtatva. Шебеко et al. (2004) i. m.

<sup>56</sup> Lásd: [www.met.hu/eghajlat/magyarorszag\\_eghajlata/homersekkleti\\_szeloertekek/Magyarorszag/index.php?ful=7#aktp](http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/homersekkleti_szeloertekek/Magyarorszag/index.php?ful=7#aktp)

6. táblázat: Adott méretű terménytárolókban tárolt anyagokhoz tartozó kritikus hőmérsékletek számított értékei

$\tau_{gy}$ (d)	$T_o$ (K)	$\tau_{kr}$ (d)	$T_{kr}$ (K)
Pelletált CGF			
172,1	296,15	30,8	295,28

\*kritikus méret és magyarországi nyári hőhullámok maximális hőmérsékleteinek átlaga mellett

Forrás: a szerzők szerkesztése

A kapott értékek láthatóan jól illeszkednek a nemzetközi szakirodalomban és kézikönyvekben foglalt tárolási időtartamokra vonatkozó adatokhoz.

Például a CGF-pellet szállítása esetén az önmelegedési folyamat optimális aktivitási szintjét 35–40 °C hőmérsékletre teszik. Ez egy olyan hőmérséklet, amelyet a nagy tömegben felhalmozott rakományon belül könnyen el lehet érni. A szállítási hőmérsékletnek 5 és 25 °C között kell lennie.<sup>57</sup>

Ezzel egybecsengenek az 5. táblázat utolsó sorában kiemelt adatok. Hisz előbbi kalkulált hosszú periódus idejének értéke 23 °C, míg a viszonylag rövid indukciós periódusa pedig 38 °C mellett adódott.

## 5. Összegzés

A mezőgazdaságban termesztett növények egész évi ellátást biztosító mennyiségének előállítására főként a természetes vegetációs időszakában történik. A későbbi felhasználásra nagy tömegben megtermelt takarmányokat a már az előzőekben többször említett nagy befogadóképességű terménytárolókban helyezik el. Az elhúzó ütemű fogyasztás miatti hosszú idejű tárolás azonban jelentősen növeli az öngyulladás veszélyét. Az általam elvégzendő laboratóriumi vizsgálatok e veszély megítélésében szolgáltathatnak alapot a kiválasztott anyagokhoz.

A tűzvédelmi mérnöki szaktudás ezért elengedhetetlen, úgynevezett kritikus körülmények laboratóriumi definiálása terén, amely vizsgálati eljárások segítségével meghatározhatók az öngyulladást eredményező termodinamikai folyamatok lényeges összetevői.

Az e cikkben ismertetett anyagok elsődleges vizsgálataival nyert eredmények segítségével a tűzvédelmi gyakorlatban hasznosítható eredményekre vezettek a kutatás nyomán feltárt paraméterek, amelyek különösen fontosakká válnak az elkövetkező években. A magyar mezőgazdasági élelmiszer- és takarmánytermelés jövedelmezőségének növelésére létrehozott támogatási rendszer egyik fontos elemeként elindított projektek nyomán várhatóan jelentősen növekedni fognak a termelők tárolási kapacitásai, amelyek mennyiségi oldalról igényelnek fokozott figyelmet a tűzvédelem tekintetében. Másfelől az itt felvonultatott módszertan segítségével kinyerhető adatokra támaszkodva megállapítható, hogy az éghajlatváltozás hozta átlaghőmérsékletek növekedése, valamint a magyarországi klimatikus viszonyok változásai

<sup>57</sup> Transport Information Service from the German Insurance Association: *Cargo loss prevention information from German marine insurers. Corn pellets*. TIS, (é. n.).

tekintetében igazolt hosszabbá és gyakoribbá váló hőhullámok bizonyosan igénylik a hatékony megelőzési stratégiák kialakítását a tűzvédelmi mérnöki gyakorlatban.

Az itt felhasznált módszertannal sikerült igazolni, hogy a laboratóriumi vizsgálati eljárásokkal azonosított fizikai paraméterek nyomán eldönthető, miként válasszuk meg azokat a tárolási körülményeket, amelyekkel tűzvédelmi oldalról is garantálható a tárolt takarmányok minősége.

Mindezt azonban oly módon kell lefordítani a tűzbiztonság mérnöki nyelvezetére, hogy a vizsgálatok segítségével előállított eredmények egyértelműen értelmezhetőek legyenek termelők, gazdák és a gyakorlati tűzvédelmi szakemberek számára. Ennek szándéka húzódik meg az itt bemutatottak mögött is.

## Felhasznált irodalom

- Beda L.– Kerekes Zs.: *Égés- és oltáselmélet II.* Jegyzet. Budapest, Szent István Egyetem, 2006.
- Bhadra, Rumela – Kurt A. Rosentrater – Kasi Muthukumarappan: *Surface Characteristics and Flowability of Distillers Dried Grains with Solubles*. Paper No. 083811, 2008. Online: <https://doi.org/10.13031/2013.25024>
- Blomqvist, P. – Henry Persson – P. V. Hees – G. Holmstedt – U. Goransson – L. Wadso – M. Sanati – K. Rupar-Gadd: *An Experimental Study of Spontaneous Ignition in Storages of Wood Pellets*. Fire and Materials Conference, San Francisco, USA, 2007.
- Cubero-Abarca, Robert – Roger Moya – Jorre Valaret – Mario T. Filho: Use of Coffee (*Coffea arabica*) Pulp for the Production of Briquettes and Pellets for Heat Generation. *Ciência e Agrotecnologia*, 38. (2014), 5. 461–470. Online: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000500005>
- Eurostat: *Energy, Transport and Environment Statistics 2020 edition*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. Online: <https://doi.org/10.2785/522192>
- Франк-Каменецкий, Д. А.: *Диффузия и теплопередача в химической кинетике*. Москва, Академия Наук Союза ССР, Институт Химической Физики, 1947. Online: <http://books.e-heritage.ru/book/10080798>
- Gray, Brian F.: Spontaneous Combustion and Self-Heating. In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Greenbelt, MD, 2016. 604–632. Online: [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0\\_20](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_20)
- Guo, Wendi: *Self-Heating and Spontaneous Combustion of Wood Pellets during Storage*. Doctor of Philosophy in Chemical and Biological Engineering. Vancouver, The University of British Columbia, 2013.
- Hogland, William – Marcia Marques: Physical, Biological and Chemical Processes during Storage and Spontaneous Combustion of Waste Fuel. *Resources, Conservation and Recycling*, 40. (2003), 1. 53–69. Online: [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(03\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(03)00025-9)
- Instruction Manual Heraeus T5042E oven. Gemini BV Laboratory, 1994. Online: [www.geminibv.com/labware/heraeus-t5042e-oven-2/](http://www.geminibv.com/labware/heraeus-t5042e-oven-2/)
- Химическая Энциклопедия*. в пяти томах, Издательства «Большая Российская Энциклопедия». Москва, 1995.
- Курдюмов, В. И.– А. А. Павлушин – Г. В. Карпенко – С. А. Сутягин: *Тепловая обработка зерна в установках контактного типа*. Ульяновск, Министерство Сельского Хозяйства Российской Федерации, 2013. Online: [Тепловая-обработка-зерна-в-установках-контактного-типа\\_Монография-1.pdf](http://Тепловая-обработка-зерна-в-установках-контактного-типа_Монография-1.pdf) ([bjd-ugsha.ru](http://bjd-ugsha.ru))
- Korpejan, Jaap – Anders Lönnemark – Henry Persson – Ida Larsson – Per Blomqvist – Mehrdad Arshadi – Elizabeth Valencia-Reyes – Staffan Melin – Pat Howes – Patrick Wheeler – David Baxter: *Health and Safety Aspects of Solid Biomass Storage, Transportation and Feeding*. IEA Bioenergy, 2013.

- Kutz, Myer (szerk.): *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering*. New York, Elsevier, 2015.
- Maximize Market Research: *Global Ethanol Market – Industry Analysis and Forecast (2020–2027) – by Feedstock Type, End User, and Region* (é. n.). Online: [www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-ethanol-market/25241/](http://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-ethanol-market/25241/)
- Nason, James: Livestock a Much Smaller Challenge to Global Food Security than Often Reported. *Beef-Central.com*, 2017. szeptember 22. Online: [www.beefcentral.com/news/livestock-a-much-smaller-challenge-to-global-food-security-than-often-reported/](http://www.beefcentral.com/news/livestock-a-much-smaller-challenge-to-global-food-security-than-often-reported/)
- Nagy Rudolf: *A növényi anyagok öngyulladásának laboratóriumi vizsgálata*. Szakdolgozat. Ybl Miklós Építéstudományi Kar Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet, 2015a.
- Nagy Rudolf: Növényi anyagok öngyulladásának vizsgálata. In Kovács Tibor (szerk.): *Biztonságtechnikai Szimpózium a Magyar Tudomány Ünnepe 2015 keretében*. Budapest, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2015b. 1–13.
- Nagy Rudolf – Földi László: A kritikus infrastruktúrák és védelmük nemzeti programja. *Polgári Védelmi Szemle*, 2. (2009), 1. 57–71.
- NFPA 499: *Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas*. 2013 Edition
- Nordtest: *Guidelines for storing and handling of solid biofuels*. NT ENVIR 010. Oslo, Norway, Nordic Innovation Centre, (2008).
- Nordtest: *Solid Materials: Spontaneous Ignition Temperature By Continuous Heating (NT Fire 045)* (1992. szeptember 14.). Online: [www.nordtest.info/wp/1992/09/14/solid-materials-spontaneous-ignition-temperature-by-continuous-heating-nt-fire-045/](http://www.nordtest.info/wp/1992/09/14/solid-materials-spontaneous-ignition-temperature-by-continuous-heating-nt-fire-045/)
- Persson, Henry: *Silo Fires Fire Extinguishing and Preventive and Preparatory Measures*. Karlstad, Swedish Civil Contingencies Agency (MSB), 2013.
- Restuccia, Francesco – Nieves Fernández-Áñez – Guillermo Rein: Experimental Measurement of Particle Size Effects on the Self-Heating Ignition of Biomass Piles: Homogeneous Samples of Dust and Pellets. *Fuel*, 256. (2019). 115838. Online: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.115838>
- Rosentrater, Kurt. A. – Elif Kongar: *Costs of Pelletizing to Enhance the Logistics of Distillers' Grains Shipping*. ASABE Paper No. BIO-097992. Seattle, 2009. Online: <https://doi.org/10.13031/2013.28871>
- Safety investigation into the self-combustion of wood pellets in cargo hold no. 5 on board the Maltese registered bulk carrier V DUE At Point Lynas Anchorage, Liverpool, on 29 November 2016*. Marine Safety Investigation Report, 2017.
- Шебеко, Ю. Н. – В. И. Горшков – И. А. Корольченко – А. С. Кухтин – В. Л. Крылов: *Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов*. Москва, МЧС России, 2004. Online: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293819/4293819617.pdf>
- Stelte, Wolfgang: *Guideline: Storage and Handling of Wood Pellets*. Resultat Kontrakt (RK) Report. Taastrup, Denmark, Danish Technological Institute, Energy and Climate, Centre for Renewable Energy and Transport, Section for Biomass, 2012.
- Transport Information Service from the German Insurance Association: *Cargo loss prevention information from German marine insurers. Corn pellets*. TIS, (é. n.). Online: [www.tis-gdv.de/tis\\_e/ware/futter/pellets/mais/mais-htm/](http://www.tis-gdv.de/tis_e/ware/futter/pellets/mais/mais-htm/)
- U.S. Grains Council: *A Guide to Distiller's Dried Grains with Solubles* (2012). Online: <https://grains.org/wp-content/uploads/2018/01/Complete-2012-DDGS-Handbook.pdf>
- Valérie Bontems et al.: The INRAE-CIRAD-AFZ tables. Cereal grains, Maize, extruded, Main constituents, Gross energy (MJ). Online: [www.feedtables.com/](http://www.feedtables.com/)
- Zion Market Research: *Gluten Feed Market By Source (Wheat, Corn, Barley, Rye, And Others) And By Livestock (Swine, Poultry, Cattle, Aquaculture, And Others): Global Industry Perspective, Comprehensive Analysis, And Forecast, 2018–2026*. (2019. április 27.). Online: [www.zionmarketresearch.com/report/gluten-feed-market](http://www.zionmarketresearch.com/report/gluten-feed-market)

# Tartalom

<b>EMBER ISTVÁN: <i>Modern kumulatív töltet méretezésének lehetőségei</i></b>	<b>5</b>
<b>BALLA TIBOR – PADÁNYI JÓZSEF: <i>Műszaki kiválóságok: Karl Freiherr von Birago</i></b>	<b>17</b>
<b>TÓTH FERENC – KOVÁCS ZOLTÁN: <i>Hidak a magyar–jugoszláv határon</i></b>	<b>27</b>
<b>ANDRÁS DOMJÁN: <i>The “Evolution” of Improvised Explosive Devices (IED) in the Light of Technical Development</i></b>	<b>49</b>
<b>ÁDÁM BALÁZS: <i>Német erődítés a II. világháború magyarországi harcai során</i></b>	<b>63</b>
<b>RAKACZKI ISTVÁN: <i>Erődített körzetek a Szovjetunió nyugati határai mentén</i></b>	<b>91</b>
<b>UJHÁZI LÓRÁND: <i>A Katolikus Karitás� együttműködése az állami szervekkel a katasztrófák elleni védekezésben</i></b>	<b>109</b>
<b>RÓBERT BALOGH: <i>Preparation for Transport Accidents of Dangerous Goods by Inland Waterways at the Establishments Involving Dangerous Substances</i></b>	<b>125</b>
<b>NAGY RUDOLF – SZABÓ ATTILA: <i>A CGF-pellet öngyulladásai hajlamának vizsgálata indirekt módszerrel</i></b>	<b>135</b>