



# VÉDELEM TUDOMÁNY

---

Katasztrófavédelmi online tudományos folyóirat

ISSN 2498-6194

III. évfolyam 4. szám, 2018. december

# Szerkesztőbizottság

## Elnök

Dr. Hoffmann Imre t. vezérőrnagy, PhD - helyettes államtitkár, BM Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság

## Főszerkesztő

Heizler György ny. t. ezredes

## Tűzvédelem

**Rovatvezető:** Dr. habil Restás Ágoston ny. t. alezredes PhD - tanszékvezető egyetemi docens Nemzeti Közszerológiai Egyetem (NKE) Katasztrófavédelmi Intézet, Tűzvédelmi és Mentésszervezési Tanszék

- Dr. Bérczi László t. dandártábornok PhD - országos tűzoltósági főfelügyelő, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság
- Prof. Dr. Bleszity János ny. t. altábornagy CSc. - professzor emeritus, NKE KVI
- Dr. Majorosné Dr. Lublós Éva Eszter PhD - egyetemi docens, BME Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék
- Dr. Monosi Mikulás PhD - egyetemi docens, Zsolnai Egyetem Biztonsági Mérnöki Kar (Szlovákia)
- Dr. Kerekes Zsuzsanna PhD - egyetemi docens, Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet
- Dr. Pimper László PhD, igazgató, FER Tűzoltóság, Százhalombatta
- Dr. Takács Lajos Gábor PhD - egyetemi docens, BME Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Épületszerkezettani Tanszék

## Polgári védelem

**Rovatvezető:** Dr. habil Endródi István t. ezredes, PhD - egyetemi docens, tanszékvezető, Nemzeti Közszerológiai Egyetem (NKE) Katasztrófavédelmi Intézet (KVI) Katasztrófavédelmi Műveleti Tanszék

- Dr. Muhoray Árpád ny. pv. vezérőrnagy, PhD - ny. egyetemi docens, NKE KVI
- Dr. habil Lakatos László ny. vezérőrnagy, PhD - egyetemi oktató, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar
- Dr. Schweickhardt Gotthilf t. alezredes, PhD - egyetemi tanársegéd NKE KVI Katasztrófavédelmi Műveleti Tanszék

## **Iparbiztonság**

**Rovatvezető:** Dr. habil. Kátai-Urbán Lajos t. ezredes, PhD - egyetemi docens, tanszékvezető, Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) Katasztrófavédelmi Intézet (KVI)

Iparbiztonsági Tanszék

- Dr. Vass Gyula t. ezredes, PhD - egyetemi docens, igazgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet
- Dr. habil Szakál Béla ny. pv. ezredes, PhD - professzor emeritus, Szent István Egyetem Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet
- Dr. Török Zoltán PhD - egyetemi docens, Környezetvédelmi és Környezetmérnöki Kar, Babes Bolyai Egyetem (Románia)

## **Vízügy, vízvédelem**

**Rovatvezető:** Dr. Mógor Judit t. ezredes, PhD – hatósági főigazgató helyettes, BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

- Dr. Hoffmann Imre t. vezérőrnagy, PhD - helyettes államtitkár, BM Közfoglalkoztatási és Vízügyi Helyettes Államtitkárság
- Dr. Cimer Zsolt, PhD – egyetemi docens, oktatási dékánhelyettes, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víztudományi Kar

## **Humán igazgatás, képzés**

**Rovatvezető:** Dr. Gubicza József t. ezredes, PhD - főosztályvezető, BM OKF Oktatásigazgatási és Kiképzési Főosztály

- Dr. Berki Imre PhD, múzeumigazgató, Katasztrófavédelem Központi Múzeuma
- Dr. Papp Antal t. ezredes, PhD - igazgató, Katasztrófavédelmi Oktatási Központ

## **Logisztika, műszaki technika**

**Rovatvezető:** Dr. Demény Ádám t. ezredes, PhD - főigazgató, Közbeszerzési és Ellátási Főigazgatóság

- Dr. Unger István t. ezredes, PhD - gazdasági igazgató-helyettes, Vas Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság
- Dr. habil Horváth Attila alezredes, PhD - egyetemi docens, tanszékvezető, NKE HHK Műveleti Logisztikai Tanszék

**Kiadó:** RSOE, Rádiós és Infokommunikációs Országos Egyesület

**Szerkesztőbizottság elnöke:** Dr. Hoffman Imre PhD

**Főszerkesztő:** Heizler György

**Szerkesztőség címe:** Kaposvár, Somssich Pál u. 7.

**Levelezési cím:** 7401 Kaposvár, Pf.: 71.

**Telefon:** +36 82-413-339

**e-mail:** [vedelem@katved.gov.hu](mailto:vedelem@katved.gov.hu)

[gyorgy.heizler@katved.gov.hu](mailto:gyorgy.heizler@katved.gov.hu)

**ISSN 2498-6194**

## **Jelen számunk szerzői**

Balatonyi László

Balázs L. György

Dr. Berki Imre

Biró András

Burai Balázs

Czigány Szabolcs

Elek Barbara

Gyöző-Molnár Árpád

Halmi Ákos

Hlavička Viktor

Kerekes Zsuzsanna

Liptay Zoltán Árpád

Lublóy Éva

Nagy Balázs

Dr. Nagy Rudolf

Petrétei Dávid

Pirkhoffer Ervin

Rác Sándor

Sándor Barnabás

Seregi Adrienn

Tomka Péter

Valkay Alexandra Ilona

Vincze Zsolt



Hlavička Viktor, Lublőy Éva

## RÖGZÍTŐELEMENEK KÚPOS KISZAKADÁSA TŰZKÁROSODOTT BETONBAN

### Absztrakt

Kutatásunk során tűzkárosodott betonba elhelyezett rögzítőelemek teherbírását elemeztük. A vizsgálatainkkal célunk volt a tüzesetekben károsodott vasbeton szerkezeti elemek megerősítési munkálatainak segítése. A laboratóriumi vizsgálatokhoz epoxi ragasztóval rögzített 8 mm átmérőjű menetesszárat alkalmaztunk, 50 mm rögzítési mélységgel. A menetes szárat hőterhelés után kihűlt próbatestekbe ragasztottuk be. A beton próbatestek hőterhelése három lépcsőben történt (200, 300, 400 °C), a rögzítési mélységre vonatkozóan.

**Kulcsszavak:** tűzkárosodott beton, rögzítéstechnika, ragasztott rögzítőelem, alámetsző rögzítőelem szakadókúpos tönkremenetel

## CONCRETE CONE FAILURE OF BONDED ANCHORS IN THERMALLY DAMAGED CONCRETE

### Abstract

In our paper we analysed the load bearing capacity of bonded anchors installed in thermally damaged concrete. Our primary goal was to facilitate the reinforcing techniques of reinforced concrete structural elements damaged in fire events. In our experiments, we tested the load bearing capacity of bonded anchors in thermally damaged concrete as a function of thermal load (200, 300, 400 °C). By our research we also aimed to follow our results by development of a calculation method that helps the work of engineers during design of anchors installed in thermally damaged concretes.

**Keywords:** concrete at high temperatures, thermally damaged concrete, fastening systems, concrete cone failure



## 1. BEVEZETÉS

### 1.1 Beton viselkedése magas hőmérsékleten

A megszilárdult beton két fő komponensből (adalékanyag, cementkő) álló, összetett anyag. Hőmérséklet emelkedésének hatására mindkettőben változások következnek be.

A hőmérséklet emelkedésével romlanak a beton szilárdsági jellemzői. A beton a lehűlés során sem nyeri vissza eredeti tulajdonságait, jellemzőit, mivel a hőterhelés hatására a beton szerkezetében visszafordíthatatlan folyamatok mennek végbe, a beton szerkezete meg bomlik, és végezetül tönkremegy.

A beton tűzterhelés hatására bekövetkező tönkremenetele alapvetően két okra vezethető vissza [1, 2]:

- a beton alkotóelemeinek kémiai átalakulására, illetve
- a betonfelület réteges leválására.

A beton szilárdsági tulajdonságainak változása magas hőmérsékleten a következő paraméterektől függ [3]:

- a cement típusától,
- az adalékanyag típusától,
- a víz-cement tényezőtől,
- az adalékanyag-cement tényezőtől,
- a beton kezdeti nedvességtartalmától,
- a hőterhelés módjától.

Magas hőmérséklet hatására a beton szerkezete megváltozik. A különböző hőmérsékleti tartományokban a betonban lejátszódó legfontosabb fizikai és kémiai folyamatokat foglaljuk röviden össze:



100 °C körül a tömegveszteséget a makro-pórusokból távozó víz okozza. Az ettringit ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$ ) bomlása 50 °C és 110 °C között következik be [4, 5]. 200 °C körül további dehidratációs folyamatok zajlanak, ami a tömegveszteség újabb, kismértékű növekedéséhez vezet. A víztartalom (víz-cement tényező), a cement típusa és a beton kora befolyásolja az eltávozó pórusvíz és a kémiai kötött víz mennyiségét. A kiinduló nedvességtartalom függvényében a tömegveszteség eltérése különösen a könnyűbetonok esetén jelentős. A kiinduló nedvességtartalomtól függő további tömegveszteség 250-300 °C között már nem érzékelhető.

450 °C és 550 °C között a nem karbonátosodott portlandit bomlása következik be ( $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}\uparrow$ ). Ez a folyamat endoterm (hőelnyelő) csúcsot, és ezzel egyidejűleg újabb tömegveszteséget okoz [6]. A portlandit dehidratációja okozza a legnagyobb szilárdságvesztést a betonban [7].

A közönséges betonok esetén a kvarc  $\alpha$  –ból  $\beta$  módosulatba való kristályátalakulása 573 °C-on okoz kis intenzitású endoterm csúcsot. A kvarc átalakulása 5,7% os térfogat-növekedéssel jár [8], ami a beton lényeges károsodását eredményezi. Ezen hőmérséklet fölött a beton nem rendelkezik jelentős teherbírással.

700°C-on a CSH (kalcium-szilikát-hidrát) vegyületek vízleadással bomlanak, ami szintén térfogat-növekedéssel és további szilárdságcsökkenéssel jár [9].

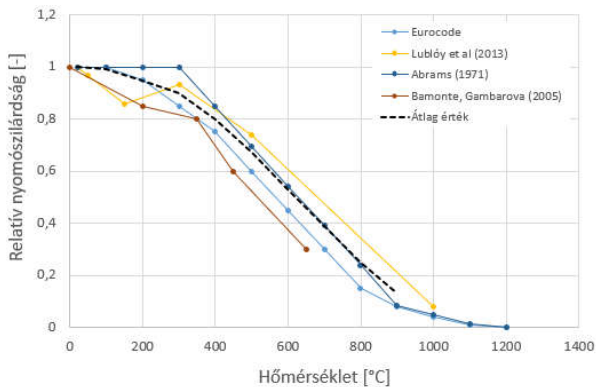
A beton kémiai, illetve fizikai szerkezetváltozásának hatására a beton szilárdsági jellemzői is megváltoznak.

Korábbi kísérleti eredmények [10, 11, 12, 13] alapján elmondható, hogy a beton nyomószilárdsága 300 °C-ig csak kis mértékben, 300 °C fölött viszont jelentősen csökken (*I. ábra*). A jelenség a szemcsék záródásának jelenségével magyarázható. Ugyanis alacsonyabb hőmérsékleten a cementpaszta dehidratációjából származó szilárdságvesztést az adalékszemek hőtágulásából származó szemcse záródás hatása kis mértékben egyensúlyozni tudja. Magasabb hőmérsékleten ez az ellenhatás kimerül. Ekkor a beton nyomószilárdságának csökkenése egyenesen arányos a hőmérséklet emelkedésével.

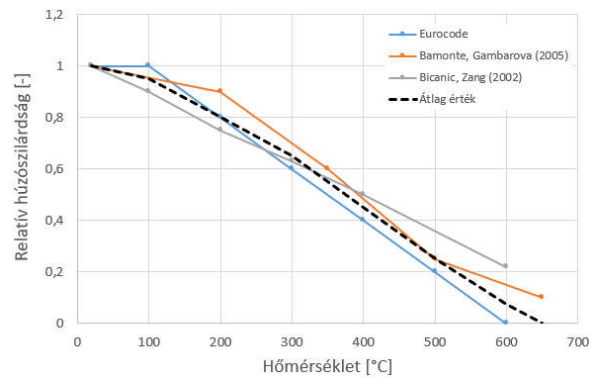




A korábbi kísérletek eredményeiből [11, 13, 14, 15] látható, hogy a beton húzószilárdsága a hőmérséklet emelkedésével közel lineárisan csökken (2. ábra). A beton húzószilárdsága a nyomószilárdsághoz képest sokkal érzékenyebben reagál a hőmérséklet emelkedésére, ami a betonban kialakuló mikro-repedések eredménye.



1. ábra - A beton relatív nyomószilárdságának változása a hőmérséklet függvényében



2. ábra - A beton relatív húzószilárdságának változása hőmérséklet függvényében

Beton esetén a maradó szilárdság értékére hatással van a lehűtés típusa és sebessége is. A *CEB* [16] alapján meg kell különböztetnünk gyors és lassú lehűtést. Más vizsgálatok [17] ezt tovább bővítették a különböző hűtési típusokkal (laborlevegő, kényszerlégáram, vízköd, vízbemártás).

A betonszerkezetek tűz esetén való tönkremenetelének másik oka a betonfelületek robbanásszerű leválása. A betonfelületek leválásának két oka lehet:

- 1) a betonból távozó vízgőz lefeszíti a felületi rétegeket vagy
- 2) a terhelt zóna már nem tudja a hőtágulásból származó újabb erőket felvenni és elmorzsolódik, leválik [18].

## 1.2 Betonban alkalmazott rögzítőelemek

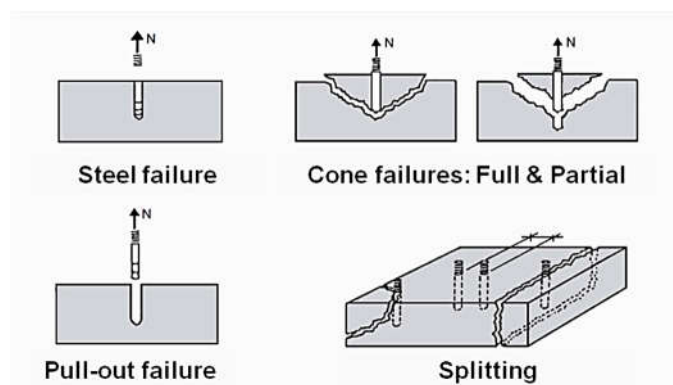
Napjainkban számos rögzítőelem típus áll rendelkezésünkre a legkülönbözőbb kialakítással a megfelelő erőátvitel kialakulásához. Az erőátvitel alapján a rögzítőelemeket a következő csoportokba sorolhatjuk: formazárás, súrlódásos zárás, ragasztás. Formazárás esetén az utólagosan elhelyezett csapok kapcsolatának kialakításához speciális fűrófej szükséges, ami



egyedi üreget készít a furat végén a rögzítőelem számára. A rögzítőelem behelyezése után a dübel vége szétnyílik és nekifeszül az üreg falának, így adja át az igénybevételeket. Ebbe a csoportba tartoznak az alámetsző csapok is. Súrlódásos zárás (terpesztés) esetén az elem rögzítésekor (lehet elmozdulás, vagy nyomaték kontrollált) nagy erő keletkezik a palást felülete mentén, ami a rögzítőelem csúszó része és a furat fala közti súrlódási ellenállást nagymértékben növeli. A rögzítőelem csúszó része megfelelő csavaró nyomaték vagy beütés hatására szétnyílik, nekifeszül a furat falának, így hozva létre a fent említett ellenállást a húzóerő felvételére. A szükséges elmozdulás vagy nyomaték nagysága a dübel típusától függ. Ragasztás esetén ragasztó behatol a fogadóanyagba és a menetes szár menetei közé majd megszilárdul. Terheléskor a ragasztó közvetíti az erőt a fogadóanyag felé, miközben a ragasztóban nyíró igénybevétel keletkezik. Rögzítéskor a szár átmérőjénél nagyobb furatot kell létrehozni, hogy a ragasztó teljesen körbe tudja zárni a menetes szárat, és hogy a furat egész felületén létrejöjjön a behatolás a fogadó anyagba. A ragasztók anyaga lehet szerves (telítetlen poliészter, vinilészter, epoxi), szervetlen (cement), vagy vegyes. [19, 20, 21].

Rögzítőelemek teherbírásának számításánál a különböző tönkremenetekhez tartozó ellenállást vesszük figyelembe. A rögzítőelem maximális teherbírását a tönkremenetekhez tartozó minimális ellenállás határozza meg.

Húzott rögzítőelemek esetén a következő tönkremenetek lehetségesek: szárszakadás, a beton szakadókúpos tönkremenetele, kihúzóadás, felhasadás (3. ábra) [20].



3. ábra – Húzott rögzítőelemek tönkremeneteli módjai

A rögzítőelem szárszakadása az acél szár teherbírásának függvénye. a teherbírás az acél szakítószilárdságából és a szár átmérőjéből számítható.



A beton elem felhasadásához vezet, amikor a beton próbatest geometriája nem megfelelő, például, ha a rögzítőelem a szélhez közel lett elhelyezve, vagy ha a sorba rakott rögzítőelemek túl közel lettek kiosztva.

Ragasztott csapok esetén, ha a rögzítés kihúzódik, akkor a kapcsolat tönkremehet a ragasztó és a beton fala, vagy a szár és a ragasztó között. Esetenként a beton és a ragasztó közti kapcsolat megszűnése a rögzítés felső részén következik be, míg a rögzítés alsó szakaszán a szár és a ragasztó közt történik a tönkremenetel. A szakirodalom ezt nevezi vegyes tönkremenetelnek.

A szakadókúpos tönkremenetel a C-C Method (Concrete Capacity Method) alapján számítható [22, 23]. A módszer kísérleti és numerikus számítások eredményein alapszik:

$$N_u = k * \sqrt{f_c} * h_{ef}^{1,5} \quad (1)$$

ahol:

$k$  = a rögzítőelem típusától függő tényező,

$h_{ef}$  = a rögzítési mélység [mm],

$f_c$  = a beton nyomószilárdsága [N/mm<sup>2</sup>]; ( $\sqrt{f_c} \approx f_{ct}$ ),

$f_{ct}$  = a beton húzószilárdsága [N/mm<sup>2</sup>].

A módszer újdonsága az előző számítási metódusokhoz képest [24], hogy a szakadókúp kialakulását 35°-os szöggel veszi figyelembe (elemben az eddig feltételezett 45°-os szöggel). Továbbá figyelembe veszi az úgynevezett mérethatást is [25]. Napjainkban több méretezési segédlet és szabvány [26, 27, 28, 29, 30] is ezt a formulát javasolja.

A szakirodalomban található kísérletek alapján látható, hogy a rögzítőelemek tűzkárosult betonban való vizsgálata több szempontból is megközelíthető. A legáltalánosabb vizsgálatban a teljes kapcsolat kerül hőterhelés alá. Ekkor az acél rögzítőelem, és a beton fogadóanyag (adott esetben a ragasztó is) egyszerre van kitéve a hőmérséklet emelkedésének. Ebben az esetben figyelembe kell venni, hogy a rögzítőelemek acélból készülnek így sokkal gyorsabban átmelegsznek, ezzel bevezetve a hőt a közvetlen környezetükbe, felgyorsítva így a beton vagy adott esetben a ragasztó károsodását [31, 32, 33]. Ragasztott kapcsolatok magas hőmérsékleten (tűz alatt) való vizsgálata során húzóigénybevétellel egyidejűleg történik a hőmérséklet

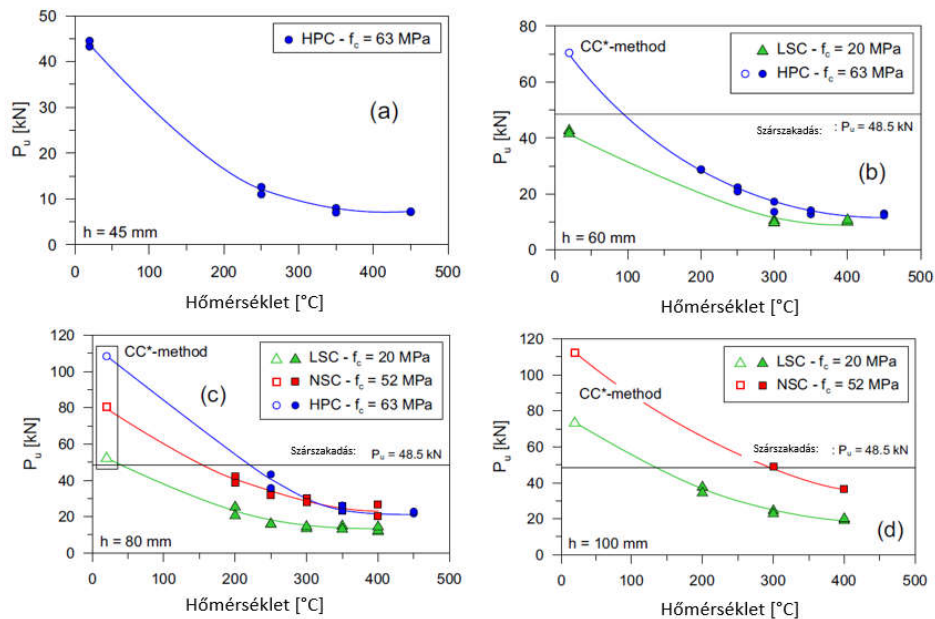


emelkedése [34], ebben az esetben a ragasztók jelentős hőmérséklet érzékenysége miatt a ragasztó tönkremenetele és ezzel egyidejűleg a rögzítőelem kihúzódása várható [35]. Ugyanakkor a ragasztók hőérzékenysége javítható a cementtartalom növelésével, ezzel kitolva időben a ragasztott kapcsolat tönkremenetelét [36]. Mechanikus terpesztett csapoknál megfigyelhető, hogy a rögzítőelem hőtágulásából adódóan a befeszülés mértéke megnő, és a beton szilárdságcsökkenése miatt ez többlet repedéshez is vezethet a befeszülés környezetében [37].

Egy másik megközelítési mód amikor a rögzítőelem már a beton hőterhelése után kerül elhelyezésre. Ez az eset tűzkárosodott épületek megerősítésénél (köpenyezésnél, gyámolításnál) kerülhet előtérbe. Ebben az esetben:

- a rögzítőelem nem vezet be plusz hőt a beton szerkezetébe,
- a kapcsolat nincs kitéve magas hőmérsékletnek így nem történik szilárdságvesztés az acél rögzítőelemben, és adott esetben a ragasztóban sem.

Szakirodalom alapján a hőterheléshez viszonyítva utólag elhelyezett rögzítőelemek vizsgálata csak alámetsző csapok alkalmazásával készült. Az eredmények alapján elmondható, hogy a rögzítőelemek teherbírása nagyban függ a rögzítési mélységtől. Sokkal jobb eredmények érhetők el, ha az alámetsző csap feje nem vagy csak kevésbé károsodott beton rétegbe kerül. Továbbá számításokkal azt is igazolták, hogy a C-C Method nem alkalmas ezen rögzítések teherbírásának leírására, ha az alámetsző csap környezetében lévő maradék nyomószilárdságot vesszük alapul, vagy ha a rögzítési mélység a felszín közti átlag nyomószilárdságot alkalmazzuk a képletben [11, 38, 39, 40]. A hivatkozott vizsgálatok eredményeit a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: Alámetsző csapok teherbírásának változása hőkárosodott betonban különböző rögzítési mélységek esetén [11]

Kísérleteink során mi is a hőterheléshez viszonyítva utólag elhelyezett rögzítőelemek vizsgálata tűztük ki célul. Kiegészítve a témakört a ragasztott csapok viselkedésének elemzésével.

## 2. KÍSÉRLETI LEÍRÁS

Vizsgálataink során tűkárosodott vasbetonban elhelyezett rögzítőelemek teherbírását elemeztük a hőmérséklet teher függvényében. A korábban elvégzett vizsgálatoknál [11, 38, 39, 40] alámetsző csapokat használtak. A kísérletek nem tértek ki más típusú rögzítések viselkedéseire, ebből adódóan mi a vizsgálatainkhoz ragasztott kapcsolatokat alkalmaztunk, hogy vizsgáljuk a ragasztott kapcsolat teherbírását és tönkremenetelét.

A kísérlet során az elkészített próbatesteket egyoldali tűzterhelésnek tettük ki, majd a kívánt hőmérséklet elérése után hagytuk kihűlni a próbatestet laborhőmérsékleten (20 °C). A tűzterhelést követő napon, jellemzően 24 óra elteltével, a próbatest kihűlése után került sor a



rögzítőelem elhelyezésére a tűzkárosodott próbatestben. A ragasztó térhálósodásának időt hagyva a rögzítések terhelésére újabb 24 óra elteltével került sor.

## 2.1 Vizsgált rögzítőelemek

A vizsgálatok során egy fajta ragasztott rögzítőelemet alkalmaztunk (epoxi ragasztó). A rögzítőelemek elhelyezése a gyártói útmutatás alapján történt a megfelelő furattisztítás alkalmazásával. A rögzítési mélység ( $h_{ef}$ ) minden esetben 50 mm volt. Az alkalmazott menetesszár átmérője 8 mm, szilárdsági osztálya 10.9 (szakítószilárdság:  $1000 \text{ N/mm}^2$ , folyási feszültség:  $900 \text{ N/mm}^2$ ) volt.

## 2.2 Alkalmazott betonreceptúra

Az alkalmazott beton receptúráját az 1. táblázat foglalja össze.

### 1. táblázat – Az alkalmazott betonreceptúra

Anyag	Típus	Sűrűség [ $\text{kg/m}^3$ ]	Mennyiség [ $\text{l/m}^3$ ]
Adalékanyag	0/4 mm	833	315
	4/8 mm	463	175
	8/16 mm	556	210
	SUM	1852	700
Cement	CEM I 42,5 N	290	93.5
Víz		196	196
Folyósító		0.58	0.58
Levegő		-	10
SUM		2338	1000



A beton próbatesteket 28 napos korig vegyesen tároltuk (7 napig víz alatt, majd 21 napig laboratóriumi hőmérsékleten, 20 °C-on). A kihúzó kísérlethez használt betonpróbatetek geometriája 300x300x150 mm volt. Ez a geometria megfelel az alkalmazott rögzítési mélységhez az *ETAG 001* [30] által javasolt rögzítési próbatest geometriájával.

Az elkészült próbatetek nyomószilárdságát minden egyes keverékből készített 3 db 150x150x150 mm élhosszúságú kockán vizsgáltuk 28 napos korban. Az eredményeket a *EN 12390-3:2009* [41] alapján értékeltük ki. A beton próbatetek átlagos nyomószilárdsága  $f_c = 45,29 \text{ N/mm}^2$  volt. A betonpróbatetek többi szilárdsági paraméterét (2. táblázat) a *fib MC 2010* [27] alapján számoltuk.

## 2. táblázat – Beton paraméterek

<b>Nyomószilárdság (<math>f_c</math>):</b>	45,29	N/mm <sup>2</sup>
<b>Húzószilárdság (<math>f_t</math>):</b>	3,81	N/mm <sup>2</sup>
<b>Rugalmassági modulus (<math>E</math>):</b>	35571	N/mm <sup>2</sup>
<b>Törési energia (<math>G_f</math>):</b>	0,09	N/mm

### 2.3 Tűzterhelés

A laboratóriumi vizsgálatok során a beton próbatesteket egyoldali hőterhelésnek tettük ki. A hőterheléshez elektromos kemencét használtunk, aminek felfűtési görbéje a 5. ábrán látható. A mérési adatok alapján megállapítható, hogy a kemence tűzgörbéje eltér az *ISO 834-1* [42] szerinti normál tűzgörbétől, ezért a kísérlet nem nevezhető szabványos vizsgálatnak. Azonban a kemence felfűtési görbéje többszöri ellenőrzés után is változatlan maradt, így alkalmas volt a különböző mértékben tűzterhelt próbatetek összehasonlítására.

A próbatetek tűzterhelése három különböző hőlépcsőben történt, a rögzítési mélységre vonatkoztatva: 200, 300, 400 °C (3. táblázat).

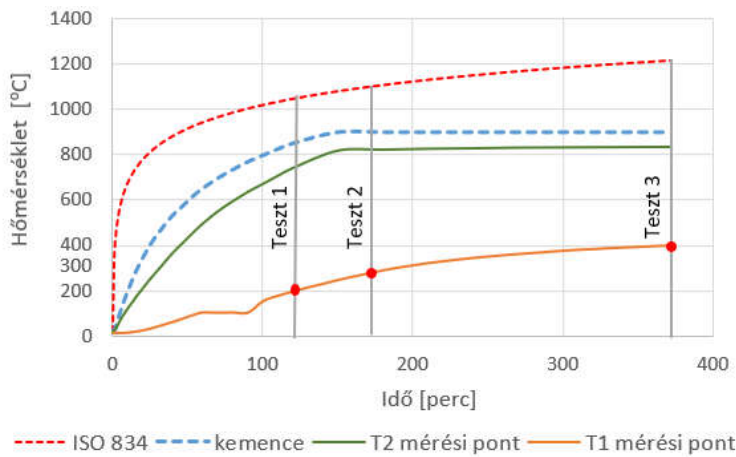


### 3. táblázat – Kísérleti mátrix

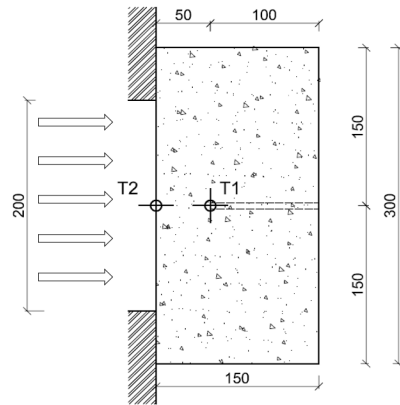
<b>Teszt</b>	<b>Idő [perc]</b>	<b>Hőmérséklet a rögzítési mélységben [°C]</b>	<b>Próbatest [db]</b>
Teszt 0	0	20	3
Teszt 1	120	200	3
Teszt 2	190	300	3
Teszt 3	370	400	3

A rögzítési mélységben és a próbatest felületén a hőmérsékletet termoelemekkel mértük. Az utóbbi a próbatest tűztől mentett oldalán lett elhelyezve egy vizsgálati furaton keresztül ( $\emptyset$  6mm). Az 5. ábrán látható, hogy a próbatest fokozatosan melegszik, a kemencétől eltérő, jelentősen lassabb tendenciában. 100 °C elérése után a hőmérséklet egy rövid ideig konstans, ekkor a betonban található vízgőzzé alakul, és elkezd kiáramlani a betonból. Ekkor a hőmérséklet nem emelkedik, mivel a hőenergia teljes egészében a víz fázisátalakulására fordítódik. A tűzterhelés sematikus összeállítását a 6. ábra szemlélteti.





5. ábra – A különböző pontokban mért hőmérsékletek alakulása a tűzterhelés alatt



6. ábra – A mérési összeállítás

A vizsgálat során a beton réteges leválását (spalling) egyik próbatest esetén sem tapasztaltuk. Ennek oka lehet, hogy a betonban keletkezett vízgőz a próbatest méretei és a mérési kialakítás miatt nem tudott felhalmozódni a próbatesten belül, nem jött létre a nedvességgát. A gőz szabadon kiáramolhatott a próbatest hőmérsékletének méréséhez készített vizsgálati furaton, és a próbatest oldalain.

## 2.4 Kihúzó kísérlet

A rögzítőelemek teherbírásának vizsgálatára úgynevezett *nem leszorított* kihúzóvizsgálatot alkalmaztunk (7. ábra). Ennél a vizsgálati típusnál a rögzítőelem összes tönkremeneteli formálja kialakulhat. A leszorítás a rögzítőelemtől adott távolságban ( $4h_{ef}$ ) lett elhelyezve így az eredményekre nincs befolyással a leszorító keret közelsége.

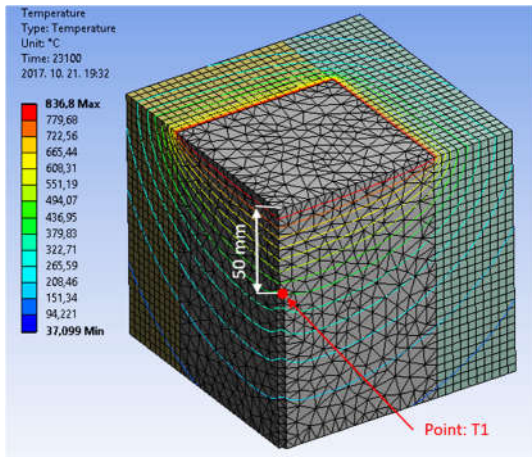
A vizsgálathoz elmozdulás vezérelt húzógépet alkalmaztunk, hogy a maximális erőfelvétel után is mérni tudjuk az erő csökkenését. A beépített elmozdulás mérők és az erőmérő cella lehetővé tette a mért eredmények időbeli alakulásának vizsgálatát. A két irányba elhelyezett csuklók pedig a tiszta húzás kialakulását biztosították. Az így megvalósított vizsgálati összeállítás megfelel az *ETAG 001 Annex A* [30] minősítési eljárásban leírtaknak.



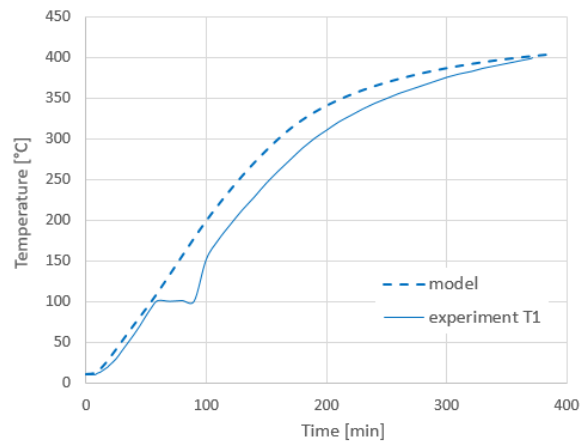
7. ábra – Kihúzó kísérlet kialakítása

## 4. NUMERIKUS HŐTERJEDÉS VIZSGÁLAT

A laboratóriumi kísérleteket kiegészítve numerikus hőtechnikai analízist is végeztünk egy végelelemes programmal. Az elemzés célja a betonban kialakuló izoterma vonalak felvétele volt. A beton hőtechnikai paraméterei a hőmérséklet emelkedésével változnak. A modellben használt hőtechnikai paramétereket az *EN 1992-1-2:2004* [13] és a *fib BULLETIN 38* [43] ajánlásai alapján vettük fel. A hőtechnikai modell (8. ábra) validálásához a rögzítési mélységben mért hőmérsékletváltozást (lásd 5. ábra) használtuk. A 9. ábra mutatja a laboratóriumi vizsgálatoknál a rögzítési mélységben mért és a hőtechnikai modellben számított hőmérsékletváltozás egyezését.



8. ábra – Numerikus hőterjedés vizsgálat



9. ábra – A modell eredményeinek validálása a mért eredményekkel

## 5. EREDMÉNYEK ÉS MEGÁLLAPÍTÁSOK

### 5.1 Kísérleti eredmények

A kísérlet során a rögzítések tönkremeneteleként minden esetben a beton kúpszerű tönkremenetelét tapasztaltuk (10. ábra). A tönkremenetelekből látható, hogy a ragasztó és a tűzterhelt beton között is ki tudott alakulni olyan erősségű adhéziós kötés, ami a beton kúpszerű tönkremenetelét okozta.



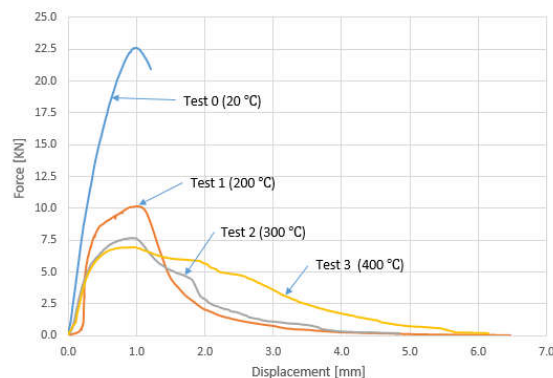
10. ábra. – Kúpszerű kiszakadás tűzkárosodott betonban

A vizsgálatok alatt egyik próbatestnél sem volt tapasztalható tiszta kihúzóadás, sem a beton kúpszerű tönkremenetelének és a kihúzóadásnak a kombinációja. A beton kúpok felületén



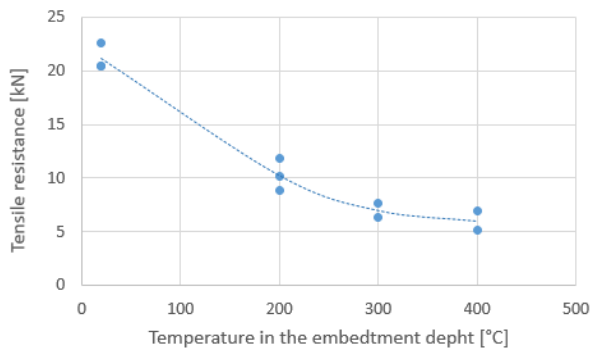
látható volt, hogy a tűzterhelt felülethez közeli adalékszemszék vöröses árnyalatúra színeződtek, az elszíneződött adalékszemszék aránya a rögzítési mélységhez közelítve a hőmérséklet emelkedésével szintén emelkedett. Az elszíneződés a kvarckavicsban lejátszódó kémiai folyamatokkal magyarázható. A tűzterhelt próbatetek esetén a kúp kialakulásánál a repedés csak a cementkőben haladt, az adalékszemszék épen maradtak. Az adalékszemszék könnyen kifordultak a helyükről, ami a cementkő és az adalékanyag közti tapadás károsodásának következménye.

Az etalon próbatetekeken mért kihúzóvizsgálatok erő – elmozdulás görbéje egy rideg tönkremenetelt írt le (11. ábra). A kezdeti gyors erőfelvételt, a maximális teherbírás elérése után egy gyors tönkremenetel követte, amihez kis elmozdulások tartoztak. A tűzterhelt próbatetekeken mért kihúzóvizsgálatok erő – elmozdulás görbéin látható a fokozatos teherbírás csökkenés. Megfigyelhető, hogy a görbék a hőmérséklet emelkedésével egyre jobban ellaposodtak, ami azt jelenti, hogy a tönkremenetelhez egyre nagyobb elmozdulások tartoztak. Érdekes megjegyezni, hogy a maximális erő felvétele mind a négy esetben közel azonos elmozdulási értékhez tartozott (~1 mm).

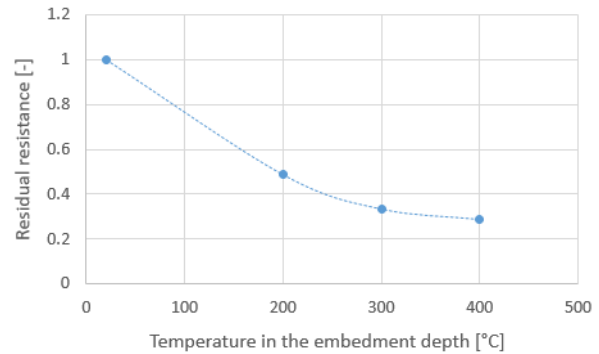


11. ábra – A tönkremenetekhez tartozó tipikus erő-elmozdulás görbék  
(a hőmérsékleti érték a rögzítési mélység aljára vonatkozik)

A 12. ábra a rögzítések teherbírását, a 13. ábra a relatív maradó teherbírásértékeket mutatja a hőmérséklet függvényében. Az eredmények alapján elmondható, hogy a teherbírás a hőmérséklet emelkedésével csökken. Ugyanakkor a csökkenés csak a kezdeti szakaszban lineáris, majd mikor a teherbírás eléri a 40%-ot a csökkenés lelassul.



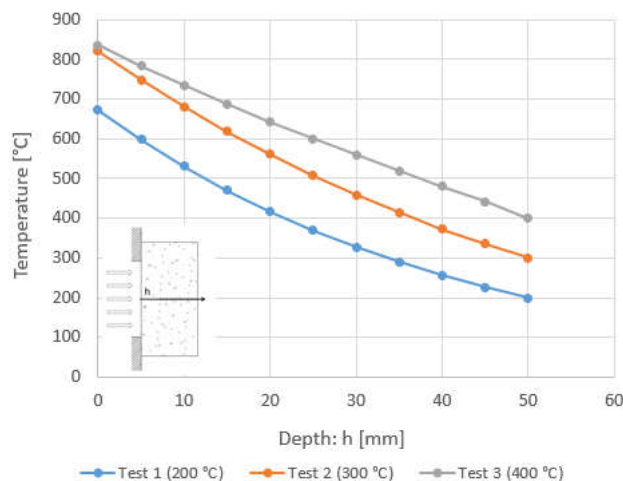
12. ábra – Rögzítések mért teherbírása a rögzítési mélység hőmérsékletének függvényében (egyres pontok fedésben vannak)



13. ábra – Relatív maradó teherbírás a rögzítési mélység hőmérsékletének függvényében (minden pont 3 mérési pont átlaga)

## 5.2 Numerikus analízis eredményei

A hőtechnikai analízis eredményeként megkaptuk a beton próbatestben kialakuló izoterma vonalak eloszlását mind a három vizsgálat esetén. A felszín és a rögzítési mélység között kialakult hőmérséklet eloszlást a 14. ábra szemlélteti. Az eredményekből látható, hogy mind a három esetben a hőmérséklet eloszlás nem lineáris.



14. ábra – Hőmérséklet eloszlása a felület és a rögzítési mélység között



## 5.3 Csökkentő tényezős számítási módszer

Kutatásunk során célunk volt a laboratóriumi eredmények számítás útján való reprodukálása is. Ezzel segítve a tervezők és a gyártók munkáját hasonló körülmények között.

Laboratóriumi eredményeket és a hőtechnikai modell eredményeit felhasználva felírható egy egyszerűsített képlet a csökkentett teherbírás számítására:

$$N_{u,t} = N_{u,20} * \gamma_t(h_{eff}) \quad (2)$$

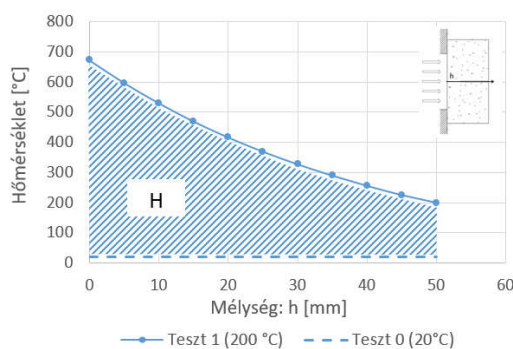
ahol:

$N_{u,t}$  = a kúpszerű kiszakadáshoz tartozó teherbírás hőkárosodott betonban [kN],

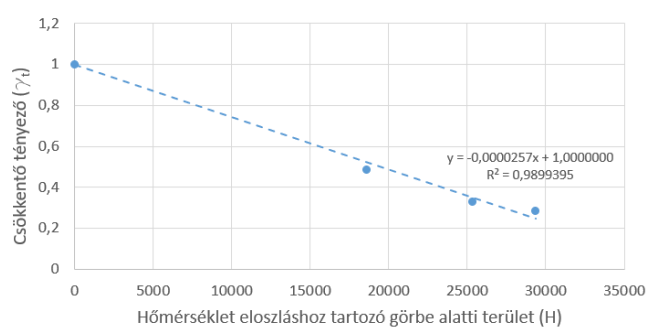
$N_{u,20}$  = a kúpszerű kiszakadáshoz tartozó teherbírás 20 °C-on [kN],

$\gamma_t(h_{eff})$  = csökkentő tényező [-].

Mivel a  $\gamma_t(h_{eff})$  csökkentőtényező a beton károsodását adódik ezért jól jellemezhető azzal a többlet hőmérséklettel, ami a beton tönkremenetelét okozza. A 15. ábrán az 1-kísérlethez tartozó hőmérséklet eloszlást és a kapott görbe alatti területet láthatjuk (H). Az így kapott terület (H) jellemzi azt a többlet hőmérsékletet, amit a tűzterhelés során kapott a beton próbatest. A görbe alatti terület és a laboratóriumi kísérletekből visszszámolt csökkentőtényező függvényéből látható, hogy a két érték lineárisan függ egymástól (16. ábra).



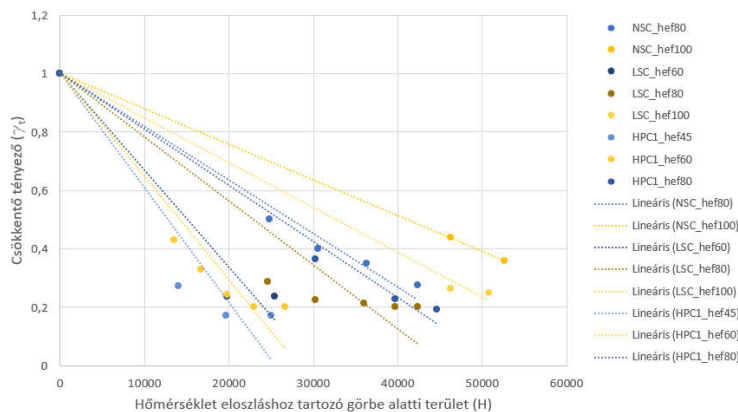
15. ábra – Teszt 1-hez tartozó hőmérséklet eloszlás és a kapott görbe alatti területe (H)



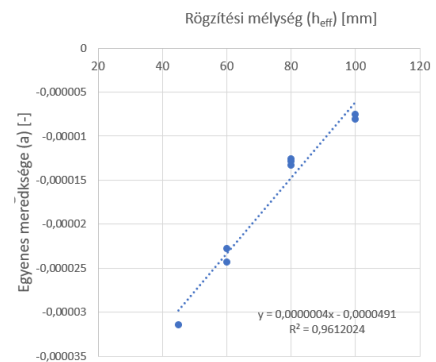
16. ábra – A csökkentő tényező alakulása a hőmérséklet eloszláshoz tartozó görbe alatti terület függvényében



A leírt számításokat elvégeztük az irodalomban fellelhető alámetsző csapok vizsgálati eredményeivel (lásd: 4. ábra) is. Az eredményekből látható a különböző rögzítési mélységekhez eltérő meredekségű egyenesek tartoznak (17. ábra). Ahol az egyenesek meredeksége egyenletesen függ a rögzítési mélység nagyságától (18. ábra).



17. ábra - A csökkentő tényező alakulása a hőmérséklet eloszláshoz tartozó görbe alatti terület függvényében



18. ábra – Egyenesek meredeksége és a rögzítési mélység közti összefüggés

A javasolt egyszerűsített módszer előnye, hogy a bármilyen jellegű tűz esetén normál hőmérsékleten vett teherbírás és a betonban kialakult izoterma vonalak ismeretében az egyenesek felhasználásával a hőkárosodott betonban elhelyezett rögzítőelem teherbírása egyszerűen számítható. A módszer hátránya, hogy csak olyan esetben alkalmazható, ha a rögzítési mélység teljes hossza a beton hőkárosodott rétegében helyezkedik el. Mivel az így számolt csökkentő tényező nem veszi figyelembe az épen maradt rétegek teherbírását.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunk során tűzkárosodott betonba elhelyezett rögzítőelemek teherbírását elemeztük. A vizsgálatainkkal célunk volt a tüzesetekben károsodott vasbeton szerkezeti elemek megerősítési munkálatainak segítése. A laboratóriumi vizsgálatokhoz epoxi ragasztóval rögzített 8 mm



átmérőjű menetesszárat alkalmaztunk, 50 mm rögzítési mélységgel. A menetes száracat hőterhelés után kihűlt próbatestekbe ragasztottuk be. A beton próbatestek hőterhelése három lépcsőben történt (200, 300, 400 °C), a rögzítési mélységre vonatkozóan.

A kísérlet során a rögzítések tönkremeneteleként minden esetben a beton kúpszerű tönkremenetelét tapasztaltuk. A tönkremenetelekből látható, hogy a ragasztó és a tűzterhelt beton között is ki tudott alakulni olyan erősségű adhéziós kötés, ami a beton kúpszerű tönkremenetelét okozta.

Az etalon próbatesteken mért kihúzóvizsgálatok erő – elmozdulás görbéje egy rideg tönkremenetelt írt le. A tűzterhelt próbatesteken mért kihúzóvizsgálatok erő – elmozdulás görbéin látható a fokozatos teherbírás csökkenés. Megfigyelhető, hogy a görbék a hőmérséklet emelkedésével egyre jobban ellaposodtak, ami azt jelenti, hogy a tönkremenetelhez egyre nagyobb elmozdulások tartoztak.

Kutatásunk során célunk volt a laboratóriumi eredmények alapján egy egyszerűsített számítás kidolgozása. A csökkentő tényező meghatározásához a betonba bevitt többlet hőmérsékletet vettük alapul, aminek meghatározásához végelelemes analízist is végeztünk. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a csökkentő tényező lineárisan függ a bevitt hőmérséklettől. A leírt számítást elvégeztük az irodalomban fellelhető alámetsző csapok vizsgálati eredményeivel is. Az eredményekből látható a különböző rögzítési mélységekhez eltérő meredekségű egyenesek tartoznak. Ahol az egyenesek meredeksége egyenletesen függ a rögzítési mélység nagyságától.





## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők szeretnék köszönetet mondani Kovács-Sebestény Szabolcsnak és a Fischer Hungáriának a vizsgált rögzítőelemek biztosításáért. A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-VÍZ tématerületi programja keretében.

*A szerzők köszönetüket fejezik ki a Bolyai János Ösztöndíjon keresztül kapott kutatási támogatásért.*



AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA ÚNKP-18-3 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Kordina, K.: Über das Brandverhalten punktgestützter Stahbetonbalkaen, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 479, ISSN 0171-7197, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1997
- [2] Kerekes, Zs.: The new qualification of the fire safety of the constructions and buildings materials according to the Euroclass (Az építőanyagok új "Euroclass" szerinti tűzveszélyességi minősítése és hazai bevezetése), TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS MŰSZAKI FŐISKOLAI KAR 5:(1) pp. 47-57.,2008
- [3] Thielen, K. Ch.: Strength and Deformation of Concrete Subjected to high Temperature and Biaxial Stress-Test and Modeling, (Festigkeit und Verformung von Beton bei hoher Temperatur und biaxialer Beanspruchung - Versuche und Modellbildung), Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 437, ISSN 0171-7197, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 1994
- [4] Khoury, G. A., et al.: Fire Design of Concrete Materials structures and modelling, Proceeding of 1<sup>st</sup> fib Congress, Osaka, Japan, Oct. 2001



- [5] Kopecskó, K., Balázs, Gy. L.: Chloride Ion Binding of Cement Clinkers and Cements Influenced by Steam Curing, Proceedings of the International *fib* Symposium on Structural Concrete and Time (Editors: Di Mayo A A, Zega C J), La Plata, Argentina, 2005, 28.09-30.09.30. pp. 147-154.
- [6] Schneider, U., Weiß, R.: „Kinetische Betrachtungen über den thermischen Abbau zementgebundener Betone und dessen mechanische Auswirkungen, Cement and Concrete Research, 1977, Vol 11, pp. 22-29
- [7] Lublóy, É., Balázs, Gy. L.: Concrete properties in fire depending on type of cement, aggregate and fibre, CCC2007 Visegrád Proceedings (Eds: Balázs, L. Gy., Nehme, S. G.), 2007, ISBN 978-963-420-923-2, pp.: 327-332
- [8] Waubke, N. V.: Über einen physikalischen Gesichtspunkt der Festigkeitsverluste von Portlandzementbetonen bei Temperaturen bis 1000°C-Brandverhalten von Bauteilen, Dissertation, TU Braunschweig, 1973
- [9] Hinrichsmeyer, K.: Strukturorientierte Analyse und Modellbeschreibung der thermischen Schädigung von Beton, Heft 74 IBMB, Braunschweig, 1987
- [10] Abrams, M. S.: Compressive strength of concrete at temperatures to 1600F, ACI SP 25, Temperature and Concrete, Detroit, American Concrete Institute, 1971.
- [11] Bamonte P. F., Gambarova P.G.: Residual behaviour of undercut fasteners subjected to high temperatures, fib Symposium “Keep Concrete Attractive” (Edited by: Balázs L. Gy.; Borosnyói A.), Budapest, Hungary, May 23-25, 2005, pp. 1156-1163. ISBN: 963-420-839-8
- [12] Lublóy, É., Balázs, L. G., Czoboly O. A.: Influence of particular components of concrete composition to residual compressive strength after temperature loading, The 9<sup>th</sup> Central European Congress on Concrete Engineering (Editors: Biliszczyk, J., Bien, J., Hawryszków, P., Kaminski, T.), Wrocław, Poland, 2013, September 4-6, pp. 320-323, ISBN 978-83-7125-229-7
- [13] EN 1992-1-2:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-2: General rules. Structural fire design, CEN, Brussels, 2004.



- [14] Bicanic, N., Zhang, B.: Residual Fracture Toughness of Normal- and High-Strength Gravel Concrete after Heating to 600 °C, *ACI Materials Journal*, Vol. 99, No 3, 2002.
- [15] Schneider, U.: *Properties of Materials High Temperature, Concrete*, 2nd Edition, Kassel, RILEM Technical Comitee 44-PHT, Technical University of Kassel, 1986.
- [16] Comité Euro-International du Béton (CEB) Bulletin D'Information Number 208: Fire design of concrete structures, 1991
- [17] Fehérvári, S., Nehme, S. G.: Effect of method and speed of cooling down on the residual compressive strength of concrete, *PROTECT 2009 Performance, Protection & Strenthening of Structures under Extreme Loading Shonan Village Center Hayama, Japan August 2009*
- [18] Winterberg, R., Dietze, R.: Efficient passive fire protection systems for high performance shotcrete, *Proceeding for the Second International Conference on Engineering Developments in Shotcrete, Cairnis, Australia, October, 2004 ISBN: 0415358981*
- [19] Eligehausen R., Hofacker I., Lettow S.: Fastening technique – current status and future trends, *International Symposium on Connections between Steel and Concrete, Volume One, Stuttgart, Germani, 2001, pp. 11-27.*
- [20] Eligehausen R., Mallée R., Silva J. F.: *Anchorage in Concrete Construction*, Ernst&Sohn 2006, ISBN: 978-3-433-01143-0
- [21] Eligehausen R., Cook, A. R., Appl, J.: Behavior and Design of Adhesive Bonded Anchors, *ACI Structural Journal*, November-December 2006, pp. 822-831.
- [22] Fuchs, W., Eligehausen, R., Breen, E. J.: Concrete Capacity Design (CCD) Approach for Fastening to Concrete, *ACI Structural Journal*, January-February 1995, pp. 73-94.
- [23] Eligehausen, R., Ožbolt, J.: Size Effect in Design of Fastenings, *Mechanics of Quasi-Brittle Materials and Structures* (Edited by: Pijaudier-Cabot, G., Bittnar, Z., Gérard, B.), HERMES Science Publications, Paris, 1999, pp. 95-118. ISBN 2-86601-729-3
- [24] Bažant, Z. P.: Size Effect in Blunt Fracture: Concrete, Rock, Metal, *Journal of Engineering Mechanics*, ASCE, 110, No. 4, April 1984, pp. 518-535



- [25] ACI Committee 349: Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures (ACI 349-85), American Concrete Institute, Detroit, 1985
- [26] Comité Euro-International du Béton (CEB): Fastenings to Concrete and Masonry Structures: State-of-the-art report. Bulletin D'Information No. 216, Lausanne, published by Thomas Telford Services Ltd, London, 1994.
- [27] *fib* MODEL CODE 2010, 2013 Concrete to steel. pp. 183-189.  
ISBN: 978-3-433-03061-5
- [28] *fib* BULLETIN 58: Design of anchorages in concrete, 2011, ISBN: 978-2-88394-098-7
- [29] prEN 1992-4 Eurocode 2 Design of concrete structures - Part 4 Design of fastenings for use in concrete, European committee for standardization, CEN/TC 250, Brussels, FprPREN 1992-4:2015
- [30] ETAG 001: Guideline for european technical approval of metal anchors for use in concrete, EOTA, Avenue des Arts 40 Kunslaan, B – 1040 Brussels, 2013
- [31] Ožbolt, J., Kožar, I., Eligehausen, R., Periskic, G.: Transient Thermal 3D FE Analysis of Headed Stud Anchors Exposed to Fire, Fire Design of Concrete Structures: What now? What next?, (Edited by: Gambarova G. P., Felicetti R., Meda A., Riva P.), Milan, Italy, December 2-3, 2004, pp. 185-198.
- [32] Reick, M.: Brandverhalten von Befestigungen mit großen Randabstand in Beton bei zentrischen Zugbeanspruchung, Mitteilungen des Institut für Werkstoffe im Bauwesen, Band 2001/4, Stuttgart, IWB, Universität Stuttgart, 2001
- [33] Lakhani, H., Hofmann, J.: A Numerical Method to Evaluate the Pull-Out Strength of Bonded Anchors Under Fire, 3rd International Symposium on Connections between Steel and Concrete (Editors: Sharman, A., Hofmann, J.), Stuttgart, Germany, 27-29 September 2017, pp. 1079-1090. ISBN 978-3-945773-06-2
- [34] EAD 330087-00-0601: Systems for post-installed rebar connections with mortar, EOTA, Draft 2015



- [35] Reichert, M., Thiele, C.: Qualification of Bonded Anchors in Case of Fire, 3rd International Symposium on Connections between Steel and Concrete (Editors: Sharman, A., Hofmann, J.), Stuttgart, Germany, 27-29 September 2017, pp. 1091-1099. ISBN 978-3-945773-06-2
- [36] Lubl6y, , Balázs, G. L.: Behaviour of expansion and bonded anchors subjected to elevated temperatures. In Second International Symposium on Connections between Steel and Concrete, 2007, Stuttgart, Germany: fib Proceedings, pp. 329-338. ISBN-10: 3-89821-807-4
- [37] Sharman, A., Bošnjak J.: Residual Tensile Capacity of Post-Installed Anchors after Exposure to Fire, 3rd International Symposium on Connections between Steel and Concrete (Editors: Sharman, A., Hofmann, J.), Stuttgart, Germany, 27-29 September 2017, pp. 1270-1279. ISBN 978-3-945773-06-2
- [38] Bamonte P. F., Bruni M., Gambarova P.G.: On the application of fracture mechanics to undercut fasteners installed in thermally-damaged concrete, Befestigungstechnik Bewertungstechnik und ... II (Rolf Eligehausen zum 70. Geburtstag) (Edited by: Fuchs W, Hofmann J.), Stuttgart 2012, pp. 79-93. ISBN-13:978-3-8382-0397-3
- [39] Bamonte P. F., Gambarova P. G., D'agostino L.; Genoni A.: Preliminary pull-out test on post-installed mechanical fasteners embedded in thermally-damaged concrete, Fire Design of Concrete Structures: What now? What next?, (Edited by: Gambarova G. P., Felicetti R., Meda A., Riva P.), Milan, Italy, December 2-3, 2004, pp. 199-207.
- [40] Bamonte P. F., Gambarova P.G., Bruni M., Rossini L.: Ultimate Capacity of Undercut Fasteners Installed in Thermally-Damaged High-Performance Concrete, Proc. 6th Int. Conf.on Fracture Mechanics of Concrete Structures – FraMCoS-6, Catania (Italy), June 18-21, 2007.
- [41] EN 12390-3:2009 Testing hardened concrete – Part 3: Compressive strength of test specimens
- [42] ISO 834-1: Fire-resistance Tests – Elements of building construction, Part 1: General requirements, 1999.



[43] *fib* BULLETIN 38 : Fire design of concrete structures – materials, structures and modelling, 2007, ISBN: 978-2-88394-078-9

## **Hlavička Viktor**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3

Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and  
Technologies, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp 3.

[hlavicka.viktor@epito.bme.hu](mailto:hlavicka.viktor@epito.bme.hu)

ORCID: 0000-0001-5435-4400

## **Dr. Lublós Éva PhD**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3

Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and  
Technologies, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp 3.

[lubloy.eva@epito.bme.hu](mailto:lubloy.eva@epito.bme.hu)

ORCID: 0000-0001-9628-1318



Sereg Adrienn, Kerekes Zsuzsanna, Elek Barbara

## HAZAI FAFAJTÁK JELLEGZETESSÉGÉNEK HATÁSA AZ ÉGÉSÜKRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A KÉREG HATÁSÁRA

### Absztrakt

Kísérletekben hazai (nyírségi) fafajok tűzben és hőhatásnak kitett viselkedését vizsgáltuk és hasonlítottuk össze. A hagyományos vizsgálatokat kiegészítettük a fák kéreg rétegét tartalmazó mintákkal is. Így nemcsak a szokásos építőanyagként használatos fa belsejének égési tulajdonságairól kaptunk információt. A vizsgálatokat azért tartjuk fontosnak, mert erdőtüzek esetén a láng, a hő a kérget éri először, itt dől el az égések további sorsa és a folyamata. Továbbá képet kapunk arról, hogy mely erdőtípusokban lehet gyakrabban és gyorsabb lefolyású tüzekre számítani. A kísérletek a Szent István Egyetem Tűzvédelmi Laboratóriumában készültek.

**Kulcsszavak:** hazai fafajták, fák szerkezete, beégési sebesség, kiégési sebesség

## COMPARING THE DIFFERENT BEHAVIOUR OF TREE RACES STRESSED WITH FIRE

### Abstract

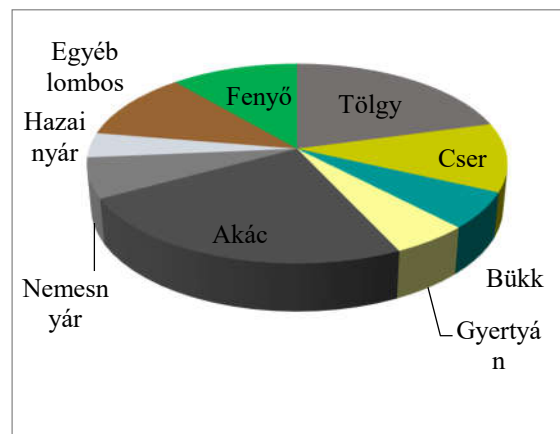
In this article authors show experiments comparing the different behaviour of tree races stressed with fire. Authors compiled a strategy of fire prevention with the use of the results. Experiments took the differences between the forest associations into consideration. Traditional studies were also supplemented with samples containing the bark layer of trees. Authors consider these studies to be important because in the case of forest fires, the flame and the heat are the bark for the first time, the further fate of the burns and the process. Experiments made in the Fire protection Test Laboratory of the Szent István University.

**Kulcsszavak:** tree species, structure of wood, burn rate, outburning speed.



## BEVEZETÉS

Az "Alföld" megnevezésű fásítási program keretében, a homok megkötésére főként akácot ültettek. Az erdészek hamar felismerték előnyös tulajdonságait. Kemény, széleskörűen felhasználható faanyagát, így a telepítések kedvelt fafaja lett. Ennek köszönhetően a legmagasabb területrészaránnyal (1. diagram) rendelkezik a fafajok között. Mivel középhegységeink csak alig érik el az 500 m feletti magasságot, így a bükk csak kevés területen találja meg életfeltételeit. Az alacsonyabb térszíneket kedvelő tölgyesek részaránya magas. A fenyő többsége a homokra ültetett erdei- és fekete fenyves. Lucfenyővel csak foltokban találkozhatunk magasabb fekvésű részeken, fagyzugosabb termőhelyeken. Ha megnézzük az egyes fafajok korosztályviszonyait, megállapíthatjuk, hogy sokkal nagyobb a 30 évnél fiatalabb erdők részaránya. Ez nagyrészt az akác és nemesnyár állományoknak köszönhető, mivel ezek a fafajok ekkor már elérik vágásérettségi korukat.



1. diagram: Erdőterületek fafaj megoszlása [1]

Az erdősítésekben több fafaj esetében is az ősszel elszáradt levelek fenn maradnak a fán. Az őszelejen elhanyagolt ápolási munkák miatt pedig nagy mennyiségű száraz lágyszárú halmozódik fel. Ez

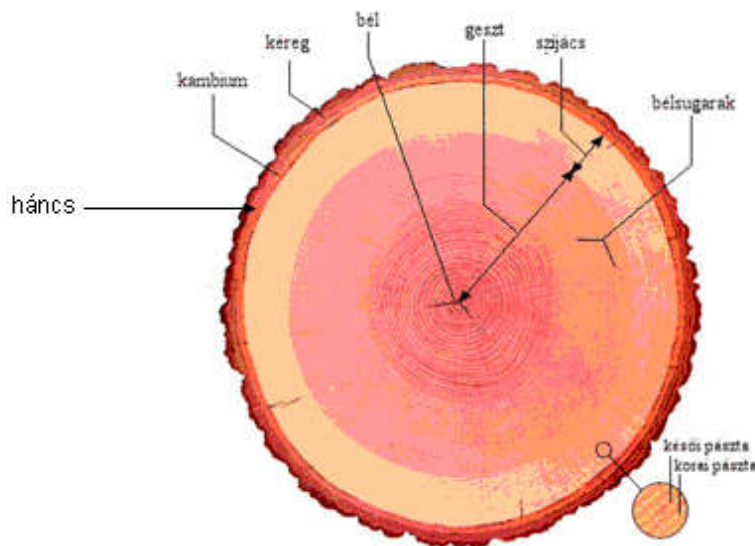




a manapság korán beköszöntő meleg és száraz tavaszok idején csak növelik az erdőtüzek veszélyét [2] [3]. Az egybefüggő monokultúrák is meglehetősen tűzveszélyesek, főleg ha gyúlékony fafaj alkotja.

## 1. A FA SZERKEZETI FELÉPÍTÉSE

A fa szerkezeti felépítését legjobban a keresztmetszetén keresztül szemléltethetjük (1. kép):



1. kép: A fa keresztmetszete (cervus.blog.hu)

A fatest külső részén helyezkedik el a kéreg. Alakja és vastagsága faji jelleg. Két részből áll: a külső, teljesen elhalt pararétegből és belső rostrétegből. A levegő és a víz számára áthatolhatatlan. Védelmet nyújt a fának, ezt a laboratóriumi vizsgálataink során elvégzett kísérletek is bizonyítják. A kéregben lévő faanyag sokkal tovább ellenállt a hőhatásnak, mint a kéreg nélküli mintadarab akár sugárzó hő, akár direkt láng esetében. A háncs a kéreg belső részén elhelyezkedő rostos, könnyen lefejtető réteg. Az asszimilációs termékeket továbbítja a levelekből a fa szövetei felé. Nem fásodik meg. Tűz esetén, ha a háncs és a kambium a fa kerületén körben sérül, akkor azt már a fa nem képes regenerálni, elpusztul.



A fatest két részből áll. A külső részén a szijács, míg a belső részén a geszt található. A szijács mindig világosabb a gesztnél, de egyes fajoknál ez a különbség alig látható, így megkülönböztetünk egyszínű fajokat (pl.: bükk, hársak, lucfenyő), és kettős színű fajokat (pl.:akác, nemesnyár, fenyő). Az élő fa növekedése során a belül elhelyezkedő szöveteit fokozatosan kikapcsolja az életműködésből, a továbbiakban csak tartó funkciót látnak el. Ezekbe a szövetekbe tartósító anyagok, lignin, fagumi, csersav, festékanyag, ásványi sók épülnek be. A fatestnek ez a része a geszt.

## 2. A FA ÉGÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

Számtalan és óriási irodalma van a fa égését vizsgáló ismertetésének. Ezek egy része a módszertani leírásokra [4] [5] vagy magára az égés vizsgálatára vonatkoznak [6] [7] [8], míg mások a már figyelembe veszik az oltóanyag gyulladást késleltető hatását is [9] [10] [11], sőt, tovább tekintve, növényi kivonatokra vonatkozó vizsgálatokkal is találkozhatunk [12]. Figyelembe véve a mi általunk vizsgált fafajokat az alábbiakat tartjuk meghatározónak:

A fa vezeti a hangot, az elektromosságot és a hőt. A sűrűség növekedésével csökken a fa porozitása, így jelentősen megnő a gyulladáshoz szükséges idő és a gyújtási energia nagysága. A sűrű szövetű fa könnyebben gyullad, mint a laza szövetű. A gyúlékonyság és a hővezető képesség között egyenes arányosság áll fent. A könnyen melegedő anyag könnyebben is gyullad, így a fenyők az illóolajok miatt alacsonyabb hőfokon gyulladnak meg. A lágymombos fák a sok levegőtartalmuk miatt, könnyen ellobbannak, hirtelen nagy meleget fejlesztenek, ami gyorsan el is illan, ezért nem jó tűzifák. A gyűrűs-likacsú fák lassan égnek, mivel a kései pászta és a gesztesítő anyagok lassítják az égést. A cser különösen lassan ég.

A fában lerakódott anyagoktól is függ a gyúlékonyság. Így a geszt éghetősége kb. 30 %-kal kisebb, mint a szijácsé. Ez főként a sejtek gázáteresztő képességének növekedésével van összhangban. A fenyők nagyobb gyantatartalma viszont növeli az éghetőséget. Bár a gyanta biológiailag ellenállóbbá teszi a fát, de a fűtőértékének nagysága miatt (nagyobb, mint a faanyagnak kb. 35 KJ/kg) sokkal tűzveszélyesebbé is teszi. Különösen a gyantatáskák kedvezőtlenek, mert megolvadva végigfolynak



a felületen, és gyújtóhatásúak lehetnek. Egy ilyen belobbant gyantatáska megakadályozza a szénréteg kialakulását, így a faanyag szinte égő fáklyaként viselkedik.

Faanyag egészségi állapota is megváltoztathatja a tűzben való viselkedését. A farontó gombák a fa alkotórészeit képező cellulóz vagy lignin lebontásával nemcsak a szilárdságot csökkentik, hanem a faanyag tömegét, az éghető anyag mennyiségét is. Ennek következtében a beégési sebesség akár a duplájára is nőhet. A farontó rovarok járatokat képeznek a fában. Ezzel egyrészt csökkentik a fa szilárdságát, másrészt a járatokon keresztül gyorsabban jutnak a fa felületére az éghető gázok, ami az égést is gyorsítja.

### 3. VIZSGÁLATI MINTÁK

Kísérleteinkhez a nyírségi tájegységről származó mintákat használtuk fel. A vegetációs időszak elején, májusban, zárt erdőállományokból kitermelt faanyagból fűrészelték a mintákat. A lehető legrövidebb időn kezdtük a kísérleteket, megtartva eredeti állagukat. Ez közel 50%-os víztartalmat jelent.

Mivel célunk a kéreg szerepe az erdőtüzekben, ezért többféle metszetű mintákra volt szükségünk. Először is egy úgynevezett kalapdeszkát ( 2. kép) vágattunk. Ennek egyik oldala teljes mértékben kéreggel fedett, a másik oldalán szijács található.



2. kép: Kalapdeszka típusú mintadarab

A húrmetszet típusú mintákat főként a fatestből készültek. Két fajta metszett készült (3. kép). Az egyik minta teljes egészében szíjácsból és gesztből állt, nem tartalmazott kéregrészt. A másik típusú minta szélén a kéreg, a háncs és a kambium is megtalálható volt. A közvetlen lángthatás vizsgálat miatt volt szükség a két fajta mintára, mivel szignifikáns különbség mutatkozott a kéreggel rendelkező mintadarab esetén.



3. kép: Kétféle, húrmetszet típusú mintadarab

A negyedik típusú vizsgálati mintadarab egy vékony átmérőjű faanyagból fűrészelt korong volt, melyet a Setchkin kemencében történő kísérlethez használtam fel (12. kép ).

A vizsgálatok során a következő fafajokkal dolgoztunk:



- a nyírség aranyaként is emlegetett Fehér akáccal (*Robinia pseudoacacia*) ( 4. kép),
- az őshonos, állományalkotó Kocsányos tölgyel (*Quercus robur*) (5 kép),
- a tájidegen, monokulturákat alkotó Vörös tölgyel (*Quercus rubra*) (6. kép),
- az erdőnevelési munkákat megnehezítő, 'gyomfaként' kezelt Kései meggyel (*Padus serotina*) (7 kép),
- az erdőtüzekkel gyakran károsított Erdeifenyővel (*Pinus sylvestris*) (8kép) és
- az ültetvényszerűen kezelt Nemesnyárral (*Populus x Euramericana*) (9 kép).



4. kép: Fehér akác mintái (*Robinia pseudoacacia*)



5. kép: Kocsányos tölgy mintái (*Quercus robur*)



6. kép: Vörös tölgy mintái (*Quercus rubra*)



7. kép: Kései meggy mintái (*Padus serotina*)



8. kép: Erdeifenyő (*Pinus sylvestris*)





## 9. kép: Nemesnyár (Populus x Euramericana)

A különböző kísérletekhez különböző méretű mintákra volt szükségünk:

- közvetlen lánghatás vizsgálata: 10 cm \*10 cm \*1 cm
- sugárzó hő hatásának vizsgálata KAL VK 1(egyedi gyártás: Kaloria Kft.)  
nevű műszeren: 7cm\*7cm\*1cm
- gyulladási idő mérése a Setchkin kemencében (egyedi gyártás: Kaloria Kft.)  
3 cm átmérőjű korong.

A minták jelölését mutatja az 1. táblázat.

1. táblázat: A vizsgált minták jelölése

Fafaj	Minta száma	Minta jellemzése
Fehér akác	A1	kalapdeszka kéregben
	A2	húrmetszet kéregrésszel
	A3	húrmetszet kéreg nélkül



<b>Kocsányos tölgy</b>	T1	kalapdeszka kéregben
	T2	húrmetszet kéregrésszel
	T3	húrmetszet kéreg nélkül
<b>Vörös tölgy</b>	VT1	kalapdeszka kéregben
	VT2	húrmetszet kéreg nélkül
<b>Kései meggy</b>	KM1	kalapdeszka kéregben
	KM2	húrmetszet kéregrésszel
	KM3	húrmetszet kéreg nélkül
<b>Erdei fenyő</b>	EF1	kalapdeszka kéregben
	EF2	húrmetszet kéregrésszel
	EF3	húrmetszet kéreg nélkül
<b>Nemes nyár</b>	NY1	kalapdeszka kéregben





	NY2	hűmetszet kéregrésszel
	NY3	hűmetszet kéreg nélkül

## 4. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

### 4.1. Közvetlen lángthatás

Az első vizsgálat során a mintákat direkt előkevert lángnak tettük ki. A minták 10 cm \* 10 cm \* 1 cm nagyságúak voltak. Hat fajtát, fajtánként három féle metszetet égettünk. Főbb szempont volt, hogy milyen károsodás éri a mintát, ha a kérget tesszük ki direkt lángthatásnak. Másrészt volt egy hűmetszetet kéregrésszel és kéreg nélkül is melyet lángthatásnak tettünk ki. 10 percig tartó lángthatás után mértük a tömegkiégés nagyságát, valamint a beégési sebességet. (10. kép)



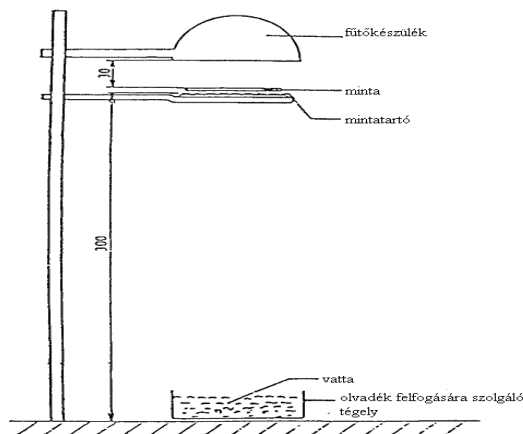
10. kép: Minták elhelyezése direkt lánggal történő vizsgálatban

Feljegyeztük azt az időpontot, amikor a minta meggyulladt, vagyis a láng elvétele után is önállóan égett. A vizsgálati idő, azaz tíz perc letelte után ismét megmértük a minta tömegét.



## 4.2. Sugárzó hő hatása az egyes fafajokra

A vizsgálatot egy előre beállított, KAL VK 1 nevű műszeren végeztük (11. kép).



11. kép: KAL VK 1 műszer elvi felépítése és műszer felfűtése a kísérlet előtt

A sugárzó hőt egy elektromos fűtésű vasmag biztosítja, aminek a hőmérsékletét 740 °C-volt, így 3 W/cm<sup>2</sup> hőfluxus érte a mintát. (11. kép) A vizsgálathoz 7cm\*7cm\*1cm méretű minták szükségesek, amelyeket 3 cm távolságra helyezkednek el a forró vasmagtól. Kéreggel borított minta esetén a kéreg nézet a forró vasmag felé. A mérés megkezdése előtt ebben az esetben is megmértük a minták súlyát. Figyeltük milyen jelenségek játszódnak le a mintán.: mikor kezd el a minta füstölni, izzani esetleg lángolni. A vizsgálat minden esetben 10 percig tartott. A mérés befejezésekor ismét megmértük a minta tömegvesztését A kapott adatokból számoltuk a tömegkiégés mértékét, sebességét és százalékos arányát.

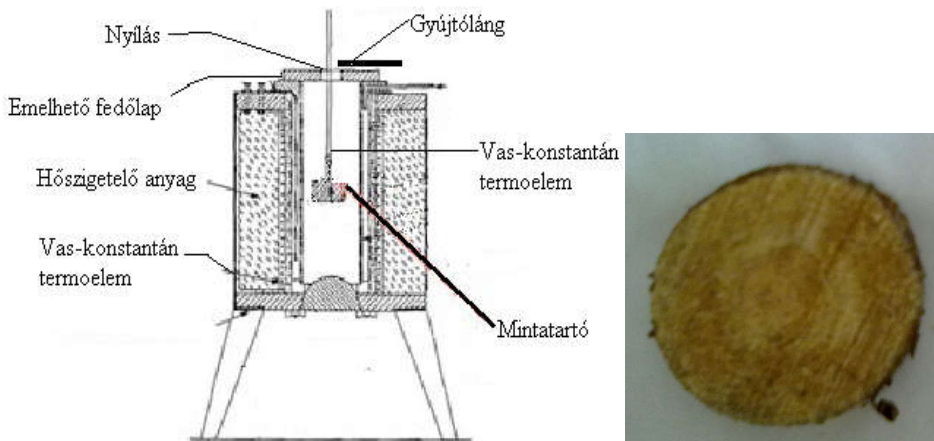
## 4.3 Gyulladás idő meghatározása

A következő kísérletben az egyes fafajok meggyulladásához szükséges időt vizsgáltuk. Gyulladás idő alatt, azt az időtartamot értjük, mely alatt a 400 C-ra felfűtött Setchkin kemencébe (12. kép) helyezett minta meggyullad, lánggal ég.

A Setchkin kemence egy elektromos fűtésű, függőleges elhelyezkedésű kemence. A fedőlap tetején egy nyílás található, amin keresztül a keletkező bomlástermékek eltávozhatnak. Amikor a kiáramló



bomlástermékek egy megfelelő koncentrációt értek, a láng elaludt. Ekkor még nem minden esetben következett be a minta meggyulladása, ezért a kísérletet mindaddig folytattuk, amíg a minta be nem gyulladt. Ezt egy, a szerkezet fölé erősített tükör segítségével lehetett megfigyelni [13].



12. kép: Setchkin kemence vázlatos rajza és belekerülő korong minta

## 5. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

### 5.1. Égési sebesség és tömegveszteség közvetlen láng hatására

Az első vizsgálat során 10 percig közvetlen lánghatásnak tettük ki a különböző mintákat. A következő eredményeket tapasztaltuk (2. táblázat; 2. 3. ; 4. diagram):

Az összefoglaló táblázatból és 2. diagramból is látható, hogy a kéreg megvédte a faanyagot a tűzhatástól. Míg a kéreggel borított minták 8-14 % bomlott el, addig a kéreg nélküli minták esetén akár több mint a fele faanyag is elégett. A kísérlet alatt, vagyis 10 percen belül a kéreggel borított minták be sem gyulladtak, míg a kéreg nélküli minták minden esetben lángra kaptak.



2. táblázat: Direkt lángnak kitett minták vizsgálati eredményei

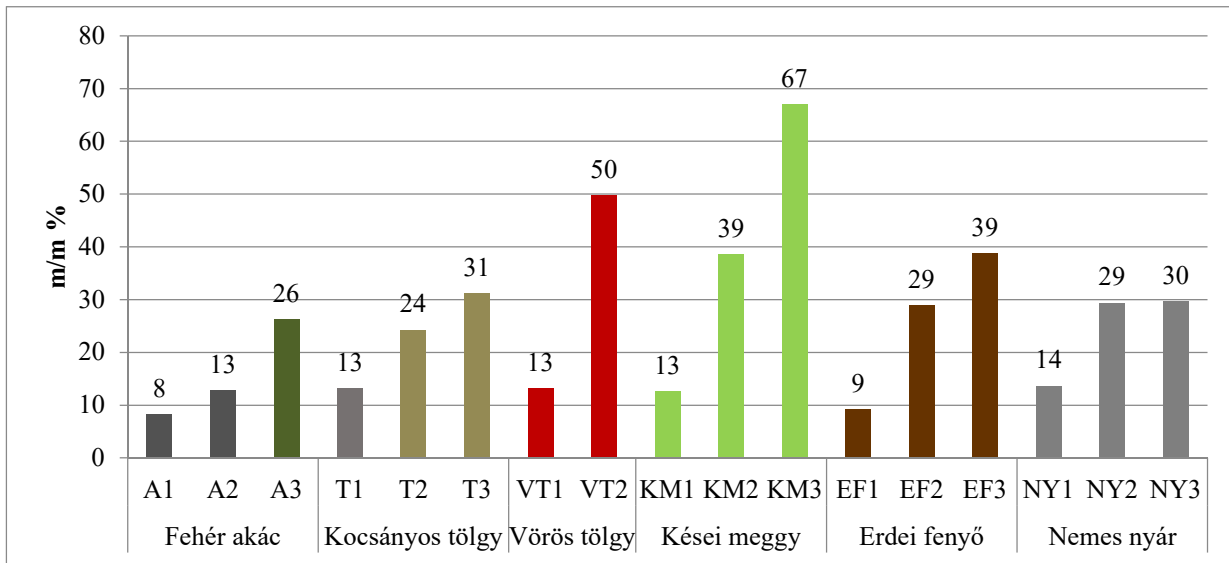
Fafaj	Minta száma	Minta jellemzése	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$\Delta m$ (g)	$v$ (g/perc)	$m/m\%$ (%)	$\Delta l$ (cm)	Megjegyzés
Fehér akác	A1	kalapdeszka kéregben	244,04	224,02	20,02	2,00	8,20		
	A2	hűmetszet kéregrésszel	77,07	67,23	9,84	0,98	12,77	5,2	
	A3	hűmetszet kéreg nélkül	80,23	59,15	21,08	2,11	26,27	7,8	9.20 perckor begyulladt
Kocsányos tölgy	T1	kalapdeszka kéregben	184,66	160,35	24,31	2,43	13,16		
	T2	hűmetszet kéregrésszel	80,88	61,31	19,57	1,96	24,20	6,3	
	T3	hűmetszet kéreg nélkül	87,88	60,49	27,39	2,74	31,17	6,6	9.20 perckor begyulladt
Vörös tölgy	VT1	kalapdeszka kéregben	261,90	227,46	34,44	3,44	13,15		6.38 perckor begyulladt, de elaludt
	VT2	hűmetszet kéreg nélkül	64,08	32,19	31,89	3,19	49,77	>10	3.15 perckor begyulladt
Kései meggy	KM1	kalapdeszka kéregben	189,90	165,93	23,97	2,40	12,62		8.41 perckor begyulladt
	KM2	hűmetszet kéregrésszel	74,13	45,57	28,56	2,86	38,53	>10	



	KM3	húrmetszet kéreg nélkül	71,28	23,56	47,72	4,77	66,95	>10	7.13 perckor begyulladt
<b>Erdei fenyő</b>	EF1	kalapdeszka kéregben	213,85	194,08	19,77	1,98	9,24		
	EF2	húrmetszet kéregrésszel	84,17	59,87	24,30	2,43	28,87	5,8	9.40 perckor begyulladt
	EF3	húrmetszet kéreg nélkül	63,38	38,85	24,53	2,45	38,70	>10	7.48 perckor begyulladt
<b>Nemes nyár</b>	NY1	kalapdeszka kéregben	193,62	167,35	26,27	2,63	13,57		
	NY2	húrmetszet kéregrésszel	73,61	51,98	21,63	2,16	29,38	7,3	8.32 perckor begyulladt
	NY3	húrmetszet kéreg nélkül	77,40	54,47	22,93	2,29	29,63	7,7	7.28 perckor begyulladt

A faanyag által tartalmazott illóolajok (vörös tölgy, kései meggy) jelentősen meggyorsítják a beégési sebességet. A gyantatartalom is katalizátorként működik égés közben, de a kísérlet alatt használt mintákon nem volt gyantatáska, gyantafolyás, ezért nem kaptunk kiugró tömegkiegési értéket.

A kéregben lévő kalapdeszka egyik fafaj esetében sem gyulladt meg. A kéreg nélküli húrmetszet minden fafaj esetben meggyulladt, a vörös tölgy mintadarab a leghamarabb. A tűzzel szemben a legellenállóbbnak a fehér akác bizonyult.



2. diagram: Tömegkiégés direkt láng esetén

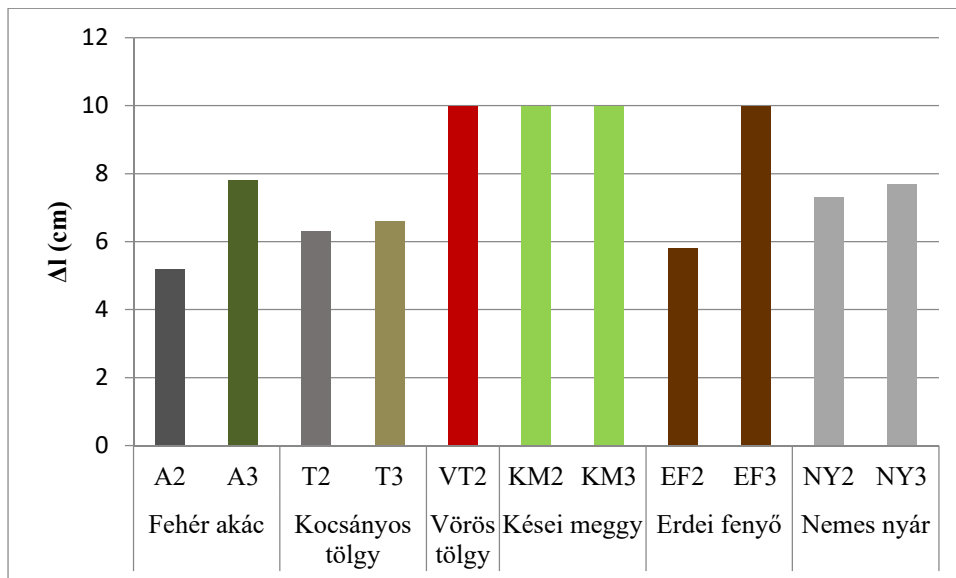
A fajok nem azonos mennyiségű vizet tartalmaznak élőnedves állapotban. A nemes nyárnak jóval nagyobb a víztartalma, mint a kísérletben résztvevő többi fajnak. Ez a gyúlékonyságára is hatással volt. A kéreggel borított minta esetében a kéreg annyira lelassította a párolgást, hogy be sem gyulladt a minta. A húrmetszetek esetében a víz elpárolgásáig védve volt a faanyag, mivel a láng által fejlesztett hő a víz felmelegítésére fordítódott. Viszont a kiszáradt, laza szövetű nyár már pillanatok alatt begyulladt, és sokkal intenzívebb kiégést tapasztaltunk, mint a többi faj esetében.

A sűrűbb szövetű kemény fajok esetében, mint a fehér akác és a kocsányos tölgy, egyenletes, lassabb ütemű tömegkiégést mutatkozott. A magas csersavtartalom is csökkentette a beégés sebességét.

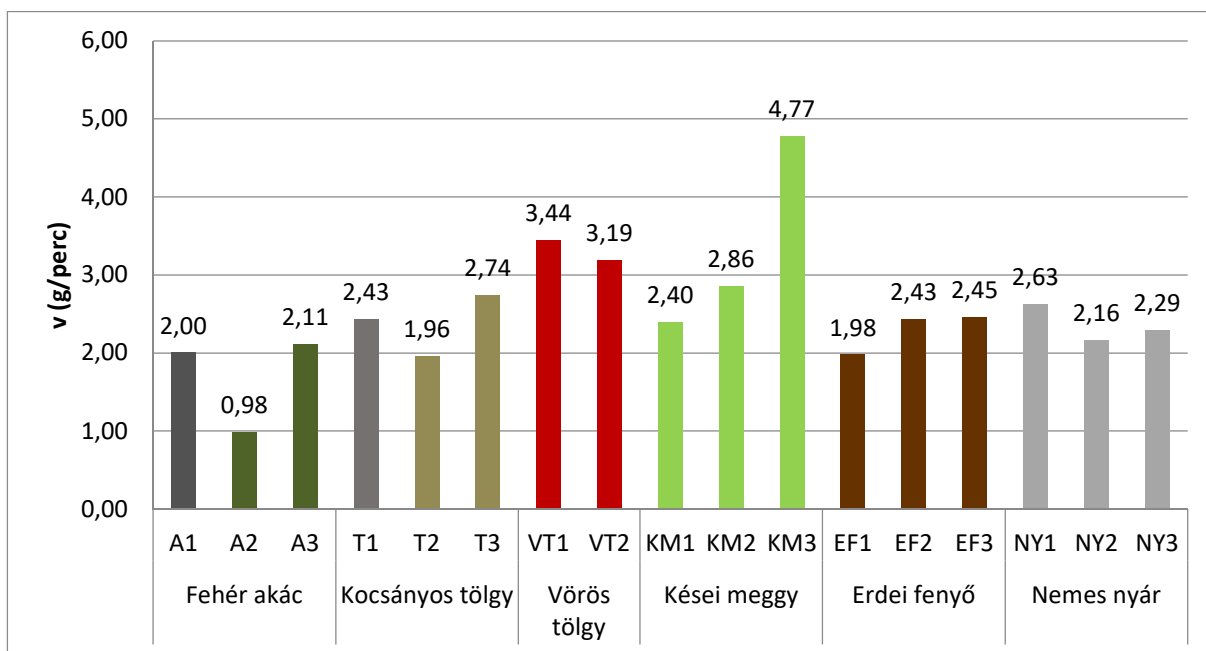
Megmértük a láng terjedésének a hosszát. (3. diagram) A kéreggel borított minta esetében nem kaptunk értékelhető eredményt, mivel a minta domború volt, így a gázgőz lángját nem tehetjük teljesen a minta széléhez. A másik két minta vizsgálata során azt figyeltük meg, hogy a kéregrésszel rendelkező húrmetszet esetében jelentősen kisebb a láng terjedésének mértéke. A kéreg védőfunkciója ebben az esetben is érvényesült. A legellenállóbbnak továbbra is a magas csersavtartalommal rendelkező fehér akác és kocsányos tölgy bizonyult. A vörös tölgy, a kései meggy



és az erdeifenyő esetén a minta teljes terjedelmében károsodott, a lángterjedés nagysága nagyobb volt, mint 10 cm.



3. diagram: A láng terjedésének nagysága





#### 4. diagram: Tömegkiégés sebessége közvetlen lánghatásra

Ha megnézzük a 4. diagramot, azt láthatjuk, hogy 0,98-4,77 g/perc között változott a tömegkiégés sebessége. Az viszont belátható, hogy a tömegkiégés sebessége nagyban függ a minta kezdeti súlyától. Hiszen nagyobb minta esetén nagyobb tömegű kiégéssel is számolhatunk.

#### 5.3.2. Tömegveszteség és meggyulladás sugárzó hő hatására

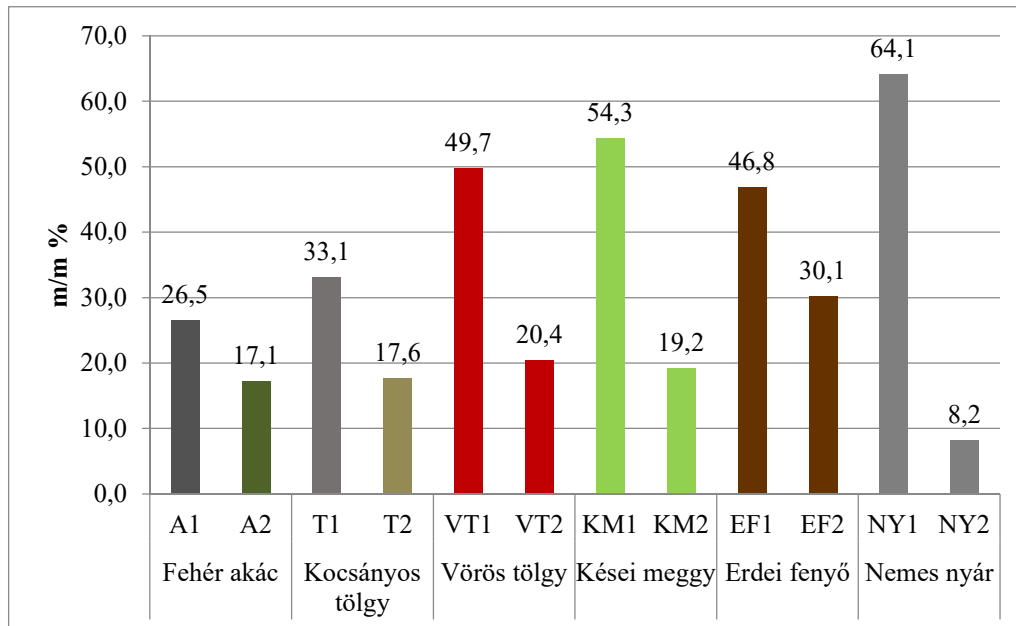
A vizsgálat során a műszer vasmagját 740 °C-ra fűtöttük fel és vizsgáltuk a sugárzó hő hatására bekövetkező változásokat a mintákon (13. kép).



13. kép: Kísérlet közben KAL VK 1 sugárzó hő vizsgálatára szolgáló műszerrel

A vizsgálat során lejátszódó folyamatokat jegyzőkönyvbe rögzítettük. A kezdeti és a hőhatás utáni tömeg összehasonlításával számoltuk a tömegkiégést. Az eredményeket a 3. táblázat és az 5. , 6. diagramok mutatják.



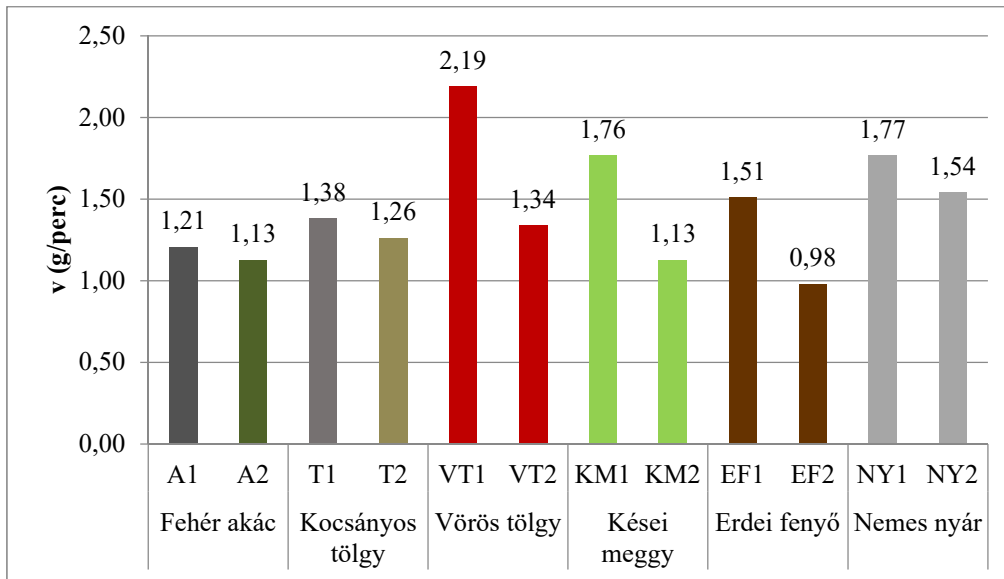


5. diagram: Tömegkiégés sugárzó hő esetén

A legjelentősebb tömegkiégést a kéreggel nem borított nemes nyár esetében tapasztaltuk. Sugárzó hő hatására a minta víztartalma gyorsabban elpárolgott, így a hőbomlás pár perc múltán beindult. A laza szövetszerkezetének köszönhetően sokkal gyorsabb tömegkiégést mutatkozott, mint a többi fafajnál. A kéreggel borított nemes nyár minta vélhetően azért mutatott ennyire alacsony tömegkiégést, mert egy lényegesen vastagabb, nehezebb mintával volt módunk dolgozni.

A fehér akác és a kocsányos tölgy bizonyult a legellenállóbbnak ebben a kísérletben is. Ezt kemény faanyagának, sűrű szövetszerkezetének és magas csersavtartalmának köszönheti.

Kiszámoltuk a tömegbeégés sebességét is, ami 0,98 és 2,19 g/perc között mozog mozgott (6 diagram). Természetesen ebben az esetben is elmondható, hogy ez nem egy fajlagos érték, mértéke függ a minta kezdeti súlyától.



6. diagram: Tömegkiégés sebessége sugárzó hő esetén

A fenti eredmények ismét bebizonyították, hogy bár leghamarabb ezeknél a mintáknál tapasztaltunk füstöt és izzást, a *kéreg sugárzó hőnek kitett faanyagot is megvédi a hőhatástól, épp mint direkt láng esetében.*

Összehasonlítottuk a közvetlen lánghatásnak, valamint a sugárzó hőnek kitett mintákat. Mindkét kísérletben a tömegkiégés százalékos értékét vettük az összehasonlítás alapjául, mivel ez mutatja legpontosabban a két különböző hőtranszport hatására bekövetkező változásokat. *Az eredményekből az látszik, hogy sugárzó hő hatására a tömegkiégés nagyobb értékeket mutat, mint közvetlen lánghatásra. Ez az eltérés főleg a kéreggel nem védett minták esetében kiugró. Az erdeifenyőnél a leglátványosabb az eltérés, hiszen ennél a vizsgálatnál több, mint 30 %-a égett ki a faanyagnak még a kéreggel borított minta esetén is.*



3. táblázat: A közvetlen lángthatás és a sugárzó hő hatásnak összehasonlítása

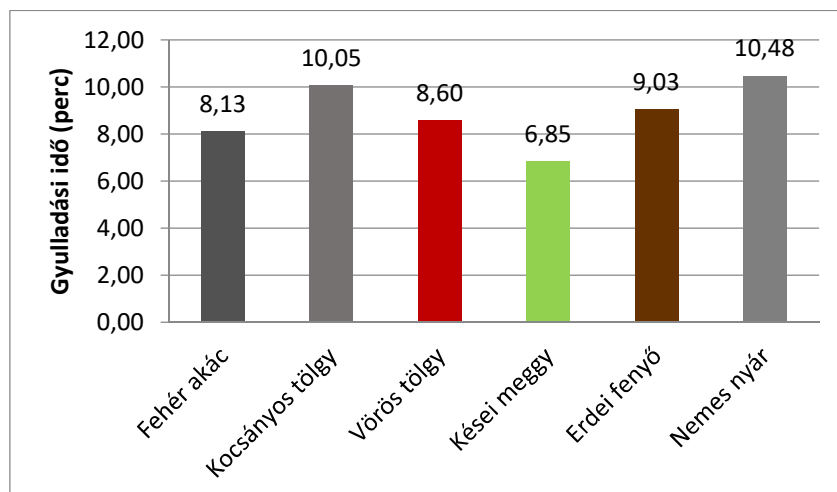
Fafaj	Közvetlen lángthatás			Sugárzó hő hatása		
	Minta száma	Minta jellemzése	m/m % (%)	Minta száma	Minta jellemzése	m/m % (%)
Fehér akác	A1	kalapdeszka kéregben	8,2	A2	kalapdeszka kéregben	17,1
	A3	húrmetszet kéreg nélkül	26,3	A1	húrmetszet kéreg nélkül	26,5
Kocsányos tölgy	T1	kalapdeszka kéregben	13,2	T2	kalapdeszka kéregben	17,6
	T3	húrmetszet kéreg nélkül	31,2	T1	húrmetszet kéreg nélkül	33,1
Vörös tölgy	VT1	kalapdeszka kéregben	13,2	VT2	kalapdeszka kéregben	20,4
	VT2	húrmetszet kéreg nélkül	49,8	VT1	húrmetszet kéreg nélkül	49,7
Kései meggy	KM1	kalapdeszka kéregben	12,6	KM2	kalapdeszka kéregben	19,2
	KM3	húrmetszet kéreg nélkül	66,9	KM1	húrmetszet kéreg nélkül	54,3
Erdei fenyő	EF1	kalapdeszka kéregben	9,2	EF2	kalapdeszka kéregben	30,1
	EF3	húrmetszet kéreg nélkül	38,7	EF1	húrmetszet kéreg nélkül	46,8



Nemes nyár	NY1	kalapdeszka kéregben	13,6	NY2	kalapdeszka kéregben	8,2
	NY3	húrmetszet kéreg nélkül	29,6	NY1	húrmetszet kéreg nélkül	64,1

### 5.3.3. Meggyulladási idő vizsgálata

A Setchkin kemencét előzetesen 400 °C-ra fűtöttük fel, és mértük a meggyulladáshoz szükséges időt (14. kép). Mérési eredményeinket a 7. diagram mutatja. Ha megnézzük a kapott eredményeket, észrevehetjük, hogy a kései meggy és a vörös tölgy viszonylag hamar meggyulladt a magas illóolaj tartalmának köszönhetően. A nemes nyár gyulladt meg a legkésőbb, mivel először a minta nedvességtartalmának elpárologtatására fordítódott a hő. Az erdei fenyő viszonylag későn gyulladt meg, köszönhető ez annak, hogy egy ágrészből származott a minta, ahol viszonylag kisebb koncentrációban fordul elő a gyanta.



7. diagram: Gyulladási idő vizsgálata az egyes fafajok esetén



14. kép: Setchkin kemence felfűtése

## ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgált fajok és kérgeinek hatása tűzzel és sugárzó hővel szemben kimutathatóan és jellemzően eltéréseket mutatnak. A fajok keménysége nem feltétlenül jelent tűzállóságot is.

A kései meggy és a vörös tölgy viszonylag hamar meggyulladt, míg a puha faként ismert nyár gyulladt meg a legkésőbb. *Sugárzó hő hatására* a legjelentősebb tömegkiégést a kéreggel nem borított nemes nyár esetében tapasztaltuk, a fehér akác és a kocsányos tölgy bizonyult a legellenállóbbnak. *Sugárzó hő hatására a tömegkiégés nagyobb értékeket mutat, mint közvetlen lánghatásra. Ez az eltérés főleg a kéreggel nem védett minták esetében kiugró.* Az erdeifenyőnél a leglátványosabb az eltérés, hiszen ennél a vizsgálatnál több, mint 30 %-a égett ki a faanyagok még a kéreggel borított minta esetén is. *Nyílt láng hatására* a kéregben lévő kalapdeszka egyik faj esetében sem gyulladt meg. A kéreg nélküli húrmetszet minden faj esetében meggyulladt, a vörös tölgy mintadarab a leghamarabb. A tűzzel szemben a legellenállóbbnak a fehér akác bizonyult. Míg a kéreggel borított minták 8-14 % bomlott el, addig a kéreg nélküli minták esetén akár több mint a fele faanyag is elégett. A kísérlet alatt, vagyis 10 percen belül a kéreggel borított minták be sem gyulladtak, míg a kéreg nélküli minták minden esetben lángra kaptak.



*Köszönet Sereg Andrásnak, a Baktalórántházi Erdészet fahasználati műszaki vezetőjének, hogy vizsgálatainkhoz biztosította a kért mintadarabokat.*

## IRODALOM

- [1] Nagy D. [2008] Erdőtüzek megelőzési és oltástechnikai lehetőségeinek vizsgálata; Doktori értekezés, NYME
- [2] Nagy R. [2017] A természeti katasztrófák mint globális kihívások; Védelem Tudomány, 2(3) pp. 156-169., (2017)
- [3] Bodnár L. – Komjáthy L. [2018] Erdőtűz megelőzési módszerek erdészeti megoldásai, Hadmérnök, 13(2), pp. 117-125, ISSN 1788-1919
- [4] STP 2007 Standard Test Procedures, Evaluation of Wildland Fire Chemicals, Lateral Ignition and Flame Spread (LIFT), STP 2.2, Revised 5/30/07, Department of Agricultural, Forest Service, US Source: [http://www.fs.fed.us/rm/fire/wfcs/tests/documents/stp\\_02-\\_2.pdf](http://www.fs.fed.us/rm/fire/wfcs/tests/documents/stp_02-_2.pdf) Internet, letöltés: 2017.09.18.
- [5] Underwriters Laboratories Inc. Project Reports to USDA Forest Service; 98NK32277, 99NK35219, 01NK12843, 03NK13445, 04NK16188, and 06CA42655.
- [6] European Forest Fire Information System [2011] Forest Fires in Europe, Middle East and North Afrika
- [7] Győri M. [2011] BLOKK WOOD eljárással modifikált hazai faanyagok éghetőségi paraméterei, TDK dolgozat, SZIE
- [8] Szitányiné Siklósi Magdolna [2004] Épületszerkezeti faanyagok éghetőségi jellemzői, Védelem, 2004, 1. szám 7-9. oldal
- [9] Restás Á. [2012] R-20F Method: An approach for measuring the isolation effect of foams used fighting forest fires, AARMS, 11(2), pp. 233-247. ISSN 1588-8789



- [10] Restás Á. [2016] Módszertani tanulmányok oltóhabok hatékonyságának vizsgálatához: az oltási képesség meghatározása a felületen maradás arányának vizsgálatával; Védelem Tudomány 1(1), 2016, pp. 1-14. ISSN 2498-6194
- [11] Restás Á. [2016] Módszertani tanulmányok oltóhabok hatékonyságának vizsgálatához: az oltási képesség meghatározása a szigetelő hatás vízgyenértékkal történő kifejezésével Védelem Tudomány, 1(2), pp. 447-460 ISSN 2498-6194
- [12] Nagy R. [2015] 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, pp. 1-13. ,
- [13] Beda L. – Dt. Mórotzné Cecei K. [2000] Laboratóriumi gyakorlatok tűzvédelmi szakos hallatók részére

**Sereg Adrienn**, okl. erdőmérnök, tűzvédelmi szakmérnök, Sopron

email: [segereni1984@gmail.com](mailto:segereni1984@gmail.com)

orcid: 0000-0003-2538-2853

**Adrienn Sereg**, professional forester, fire protection engineer, Sopron

email: [segereni1984@gmail.com](mailto:segereni1984@gmail.com)

orcid: 0000-0003-2538-2853

**Kerekes Zsuzsanna**, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Tűz-, és Katasztrófavédelmi Intézet;

email: [Kerekes.Zsuzsa@ybl.szie.hu](mailto:Kerekes.Zsuzsa@ybl.szie.hu)

orcid: 0000-0002-4286-2333

**Zsuzsanna Kerekes**, associate professor, Szent István University, Ybl Milós Faculty of Architecture and Civil Engineering, Institute of Fire Protection and Disaster Management,



email: [Kerekes.Zsuzsa@ybl.szie.hu](mailto:Kerekes.Zsuzsa@ybl.szie.hu)

orcid: 0000-0002-4286-2333

**Elek Barbara**, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Tűz-, és Katasztrófavédelmi Intézet Elek.

email: [Barbara@ybl.szie.hu](mailto:Barbara@ybl.szie.hu)

orcid: 0000-0001-7515-6374

**Barbara Elek**, associate professor, Szent István University, Ybl Milós Faculty of Architecture and Civil Engineering, Institute of Fire Protection and Disaster Management,

email: [Barbara@ybl.szie.hu](mailto:Barbara@ybl.szie.hu)

orcid: 0000-0001-7515-6374





Lublóy Éva, Hlavička Viktor, Nagy Balázs, Biró András, Burai Balázs, Balázs L. György

## KÖRÜREGES FÖDÉMPALLÓ TERMIKUS VIZSGÁLATA ÉS MODELLEZÉSE

### Absztrakt

A körüreges födempallók kedvelt szerkezeti elemek, hiszen nagy teherbírású elemeket lehet létrehozni viszonylag kis szerkezeti súllyal. A bennük található üregek miatt azonban tűzhatásra máshogy viselkednek, mint a hagyományos födémek, ezért kiemelten fontos a tűzeseti viselkedésükkel foglalkozni. Az üregek hatására az ilyen típusú elemek gyorsabban átmelegszenek, és emiatt tönkremenetelük is gyorsabb, mint a hagyományos sík födémeknek. Jelen cikkünkben egy körüreges födempalló magas hőmérsékleten való viselkedését mutatjuk be laboratóriumi kísérletek és kiegészítő numerikus modelleken keresztül.

**Kulcsszavak:** tűz, körüreges födempalló, nagyelemes kísérlet, numerikus modell

## THE MODELLING AND THERMAL BEHAVIOR OF HOLLOWCORE SLAB UNDER FIRE CONDITIONS

### Abstract

The hollowcore slabs are popular structural elements, since they are high capacity elements with small structural weight. However due to the hollows in them, they behave differently in a case of fire than the conventional slabs, so it is of great importance to observe their fire behaviour. Due to the hollows, these slabs warm up faster and therefore their failure is also faster than conventional slabs. In our article, we show the behaviour of hollowcore slabs under fire conditions by laboratory tests and numerical analysis.

**Keywords:** fire, hollowcore slabs, real structure element test, numerical analysis



## 1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A teherbírás számításához ismernünk szükséges az egyes szerkezeti elemek erőjátékát és a tönkremeneteli formáját. A körüreges födempallók tűzterhelése során a következő tönkremenetelek alakulhatnak ki:

- hajlítási tönkremenetel (felső öv tönkremenetele nélkül, felső öv tönkremenetelével),
- nyírási tönkremenetel (hajlítási nyírási tönkremenetel, gerinc nyírási tönkremenetele hosszirányban, illetve függőlegesen),
- a lehorgonyzás tönkremenetele,
- a betonfelület leválása,
- a megengedett maximális lehajlási érték túllépése.

A körüreges födempallók méretezésének kérdésével a CEB [1], FIP [2] és a prEN [3] foglalkoztak. Ezen méretezési szabványok azonban nem térnek ki a tűzeseti viselkedésre.

Tűzeset alatti különleges viselkedésük miatt viszonylag sok kutató végzett kísérleteket, és állított fel a kísérletek alapján különböző számítási modelleket.

Borgogno [4] megállapította, hogy mind normál hőmérsékleten, mind tűz alatt a feltámasztás módja jelentősen befolyásolja a tönkremeneteli módot.

Shakya és Kodur [5] 6 darab körüreges födém pallót vizsgált tűzterherre. A födempallók hossza 4 m, a szélessége 1,2 m magasságuk pedig 200 mm volt. A pallók 6 darab 150 mm átmérőjű üreget tartalmaztak. Az üregek távolsága az elem szélétől 132,5 mm, az üregek közötti távolság 187 mm volt. Az alsó sorban 7 darab feszítópászma került elhelyezésre. Az alkalmazott betonfedés 44 mm volt.

Megfigyelték, hogy:

- A lehajlás- felfűtési idő görbe 3 részre osztható. Az 1. szakasz 20 percig tart ezen a szakaszon a lehajlás növekedését figyelhetjük meg a hőmérséklet növekedésével. A második szakaszon



20 és 75 perc között lajlás növekmény nagyobb lesz, mint az első 20 percben. 75 perc után (3. szakasz) a lehajlás még erőteljesebb növekedése következik be.

Shakya, Kodur [5] kísérleteik alapján a következő megállapításokat tették:

- 1.) a körüreges fődémpallók két órás tűzállósággal rendelkeztek, 20% teherszint mellett,
- 2.) a megtámasztási viszonyok befolyásolják a tűzállóságot,
- 3.) a mészkő adalékanyagú betonok jobb nyírási teherbírást adtak tűz esetén, mint a hagyományos kvarckavics adalékanyagú betonok.

A kísérleti eredmények alapján a körüreges fődémpallók numerikus modellezését is elvégezték. A modellhez ANSYS végeelem szimulációs szoftvert használtak. A beton elemek hőtechnikai modellezéséhez SOLID 70 majd a mechanikai modellhez SOLID 65 elemeket használtak. A feszítőbetét hőtechnikai modellje LINK 33, a mechanikai modellje LINK 180 elemmel készült. Az elemek hőtechnikai modellje SURF 152, majd a mechanikai modell SURF 154 elemmel készült. A beton és a feszítőbetétek hőmérséklet emelkedésének hatására bekövetkező szilárdságcsökkenést az Eurocode (MSZ EN 1992-1-2) alapján vették fel. A beton modell plasztikus részét Willam Warnke modellje alapján alakították ki. A numerikus modell validálása a kísérleti eredmények alapján történt. A modell és a kísérlet eredményei jó egyezést mutattak.

Más kutató a végeelemes számítás kiváltására analitikus számítási modellt javasolnak. Borgongo [4] megállapította, hogy a körüreges fődémpallók esetén az egyik leggyakoribb tönkremeneteli forma a nyírás, ennek számítására az alábbi számítási módszert javasolja:

$$V_{uk,fi} = 0,068b_w d \xi \left[ 1 + \frac{50A_p f_{pu fi}}{b_w d f_{pu}} \right] \sqrt{f_{ct}}$$

ahol:

$V_{uk}$  a nyírás tervezési határértéke (karakterisztikus értéke)

$b_w$  gerinc vastagság

$d$  hatékony magasság

$\xi$   $1,6-d \geq 1$



- $A_p$  a feszítő pászmák keresztmetszeti területe az alsó övben
- $f_{pu,fi}$  a feszítőpázmák magas hőmérsékleten mért szakítószilárdsági értéke
- $f_{pu}$  a feszítőpázmák szakítószilárdsági értéke
- $f_{ct}$  a beton nyomószilárdságának értéke magas hőmérsékleten.

A körüreges födémfallók nyírási teherbírás számítására Acker (2003) is adott egy számítási javaslatot:

$$V_{RD,c,fi} = [C_{RD,c}k(100\rho_{l,fi}f_{c,fi,m})^{1/3} + k_l\sigma_{cp,fi}]b_wd$$

ahol:

$V_{RD,c,fi}$  a nyírási teherbírás tervezési határértéke

$C_{RD,c}$  0,18/ $\gamma_c$  ( $\gamma_c$  a beton biztonsági tényezője)

$$k = 1 + \sqrt{200/d}$$

$d$  hatékony magasság

$\rho_{l,fi}$  a hosszirányú vasalás aránya

$$= \frac{A_{sl}}{b_wd} \leq 0,02$$

$A_{sl}$  a húzott vasalás keresztmetszeti terület

$b_w$  gerinc vastagság

$f_{c,fi,m}$  a beton nyomószilárdságának értéke magas hőmérsékleten

$k_l=0,15$

$$\sigma_{cp,fi}=N_{Ed}/A_c$$

$N_{Ed}$  a feszítőerő nagysága

$A_c$  a beton keresztmetszeti területe mm<sup>2</sup>-ben.



Ezen számítási képletek alkalmazása esetén, a keresztmetszeten belüli hőmérséklet eloszlást ismerni kell, aminek modellezése nem egyszerű feladat, hiszen az üregekben a meleg levegő áramlásának hatására a beton gyorsabban melegszik át, mint az üreg nélküli szerkezeteknél.

## 2. TŰZVIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

A fődémpalló tűzvizsgálatával egyidejűleg a fődémpalló betonjából készült kockák és hasábok hőterhelését majd a maradó szilárdság vizsgálatát is elvégeztük. A kísérleteink (kiselemes és nagyelemes vizsgálatok) során a szabványos (standard), vagyis a magasépítési szerkezetekre, és a csarnokokra alkalmazható tűzgörbéhez közeli felfűtési görbét alkalmaztunk.

### 2.1 Kiselemes vizsgálatok beton próbatesteken

A fődémpalló vizsgálata során alkalmazott betonösszetételt az 1. táblázatban adjuk meg. A tervezett betonminőség C50/60-XC1-11-S1. A fődémpallók gyártása hosszúpályás technológiával, extruder betonsajtolással, pályafűtéssel, 12-16 órás érlelési idővel történik. Ehhez a technológiához szükséges a zúzott kő mint adalékanyag alkalmazása, ezért a receptúrában a 4/11 frakció zúzott dolomit volt.

1. táblázat: Az alkalmazott betonösszetétel

Anyag	Fajta vagy frakció		Tömeg (kg/m <sup>3</sup> )
Adalékanyag	0/4 mm frakció	46%	879
	4/8 mm frakció	26%	496
	dolomit NZ 4/11	28%	555
	Összesen	100%	1912
Cement	CEM I 42,5 R		370
Víz	$m_w/m_c=$	40,0%	148
Adalékszer cem. m%	Murasan BWA 16	0,35%	1,3
Levegő			-
Összesen			2431



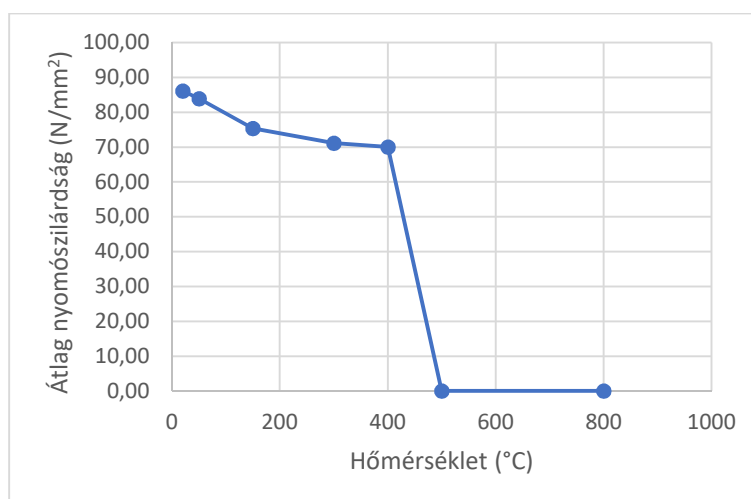
A kiseleemes beton próbatesteket a kizsaluzás után 7 napig vízben, majd a hőterhelésig (28 napos korig) laboratóriumi körülmények között tároltuk.

A próbatestek hőterhelése után a nyomószilárdság vizsgálatot 150x150x150 mm élhosszúságú a laborlevegőn már lehűlt próbakockákon végeztük el, ALPHA 3-3000 S típusú törőgéppel. A törőgép terhelési sebessége 11,25 kN/s volt.

A hőterhelés után a 250x70x70 mm-es hasáb próbatesteket központos hajlító-húzószilárdsági vizsgálatnak vetettük alá. A hasábokat is a hőterhelést követően laborlevegőn lehűlt állapotban terheltük.

Az 1. ábrán a beton nyomószilárdságának alakulását adjuk meg a hőmérséklet függvényében. 500 °C-ig a betonszilárdság egyenletes csökkenését figyelhetjük meg, 500 °C felett a próbatestek a hőterhelés hatására felrobbantak ezért a szilárdság értékét itt 0 N/mm<sup>2</sup>-re vettük fel.

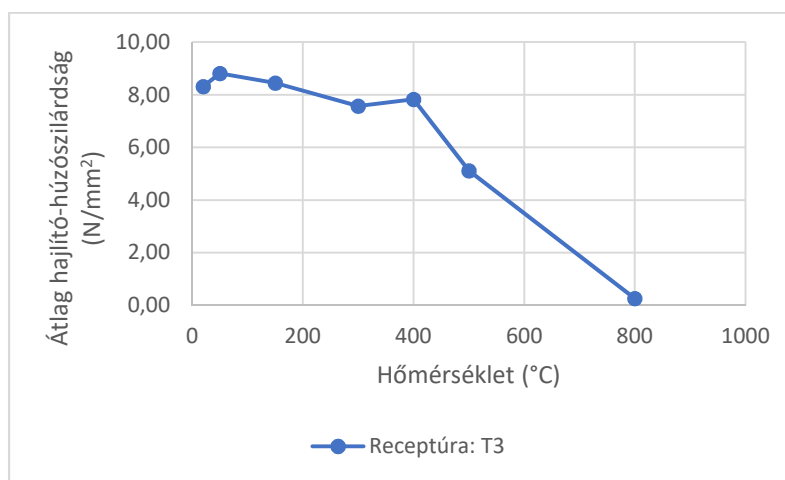
A beton próbatestek 500 °C-os hőterhelés hatására való felrobbanásának magyarázata a beton magas nyomószilárdsága 85 N/mm<sup>2</sup> lehet. Ez a szilárdság jóval, mintegy 50 %-kal meghaladja a tervezett szilárdsági értéket. Normál hőmérsékleten ez előnyös lehet a teherbírás szempontjából, tűz alatt azonban a szerkezet idő előtti tönkremenetelét okozhatja.



1. ábra: A beton nyomószilárdsága-a hőterhelés hőmérsékletének függvényében (minden pont három mérés átlaga)



A 2. ábrán a beton hajlító-húzószilárdságának alakulását adjuk meg a hőmérséklet függvényében. 500 °C-ig a betonszilárdság egyenletes csökkenését figyelhetjük meg, 500 °C felett viszont lényegesen erőteljesebb szilárdságcsökkenést tapasztaltunk.



2. ábra: A beton hajlító-húzószilárdsága-a hőterhelés hőmérsékletének függvényében (minden pont három mérés átlaga)

## 2.2 Nagyelemes vizsgálat

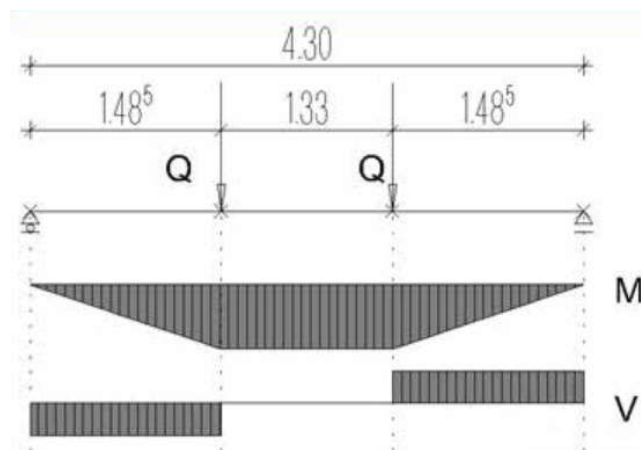
### 2.2.1 Szerkezeti kialakítás

A vizsgált földempallók hossza 4,3 m a szélessége 1,2 m magaságuk pedig 200 mm volt. A pallók 6 darab 155 mm átmérőjű üreget tartalmaztak. Az üregek távolsága az elem szélétől 41 mm, valamint az üregek közötti távolság 34 mm volt. Az alsó sorban 7 darab feszítőpászma került elhelyezésre. Az alkalmazott betonfedés 25 mm volt.



## 2.2.2 Alkalmazott terhelés

A statikai modell kéttámaszú tartó volt, két vonalmenti terheléssel (3. ábra). A terhelő erő értéke  $Q = 36$  kN volt. Ezzel a terheléssel a tartó tűz estén alkalmazható terhelhetőségét határoztuk meg, a normál hőmérsékleten meghatározott (gyártói ajánlás) teherbírás alapján.



3. ábra: A tűzvizsgálatnál alkalmazott statikai modell

## 2.2.3 Szemrevételezés a tűzterhelés után

A födépallót vízszintes kemencében hőterheltük. A hőterhelés alatt több ponton mértük a hőmérséklet alakulását, valamint a födépalló lehajlását. A tűzvizsgálat során folyamatosan figyeltük a födépallók károsodásának jeleit.

A szemrevételezés során a következő károsodásokat figyeltük meg:

- 5.-6. perc: hosszirányú nyírási repedés
- 14. perc: megjelennek az első hosszirányú repedések
- 18. perc: vízszintes repedések
- 29. perc: a födépalló tönkrementetele.

A tűzterhelés alatt a körüreges födépallókon látható károsodásokat fényképekkel dokumentáltuk. A 4-6. ábrán láthatjuk a tűzterhelés alatti károsodásokat.





A tűzvizsgálat alatt a következő károsodások következtek be:

1. A körüreges földémpalló felemelésére kialakított elkeskenyített részen megjelent egy hosszirányú nyírási repedés (4. ábra), a tűzvizsgálat 5.-6. percében.



4. ábra: A körüreges földémpalló első repedése a tűzvizsgálat 5.-6. percében (2017. 12. 07.)

2. A tűzvizsgálat 14. percében megjelennek az első hosszirányú repedések, amik 1,59-5,31 mm pászmabehúzóással járnak (5. ábra). A repedések vagy a körüregek közepénél, vagyis a tartó legvékonyabb keresztmetszeti részénél, vagy a pászmák középpontjából kiindulva futnak. A pászmák jelentős behúzóása volt tapasztalható.





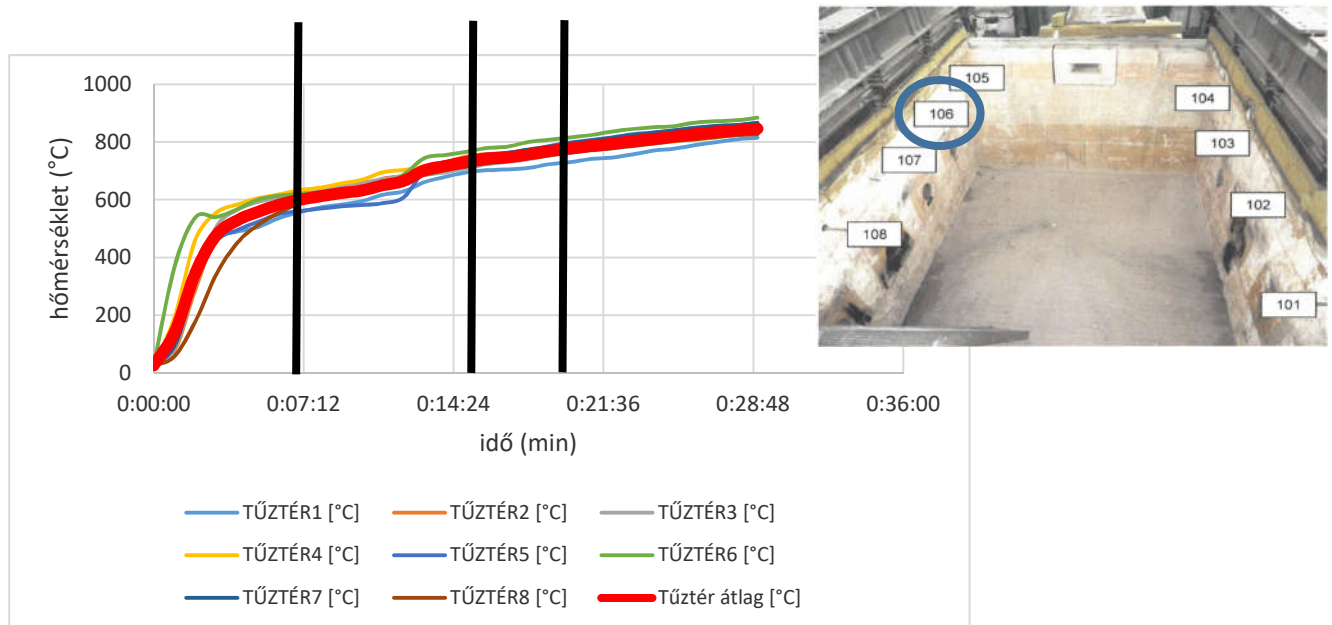
5. ábra: A körüreges födempallón megjelenő hosszirányú repedések és pászma behúzódás  
(2017. 12. 07.)

3. A körüreges födempallón vízszintes repedések jelenek meg a tűzvizsgálat 18. percében (6. ábra)



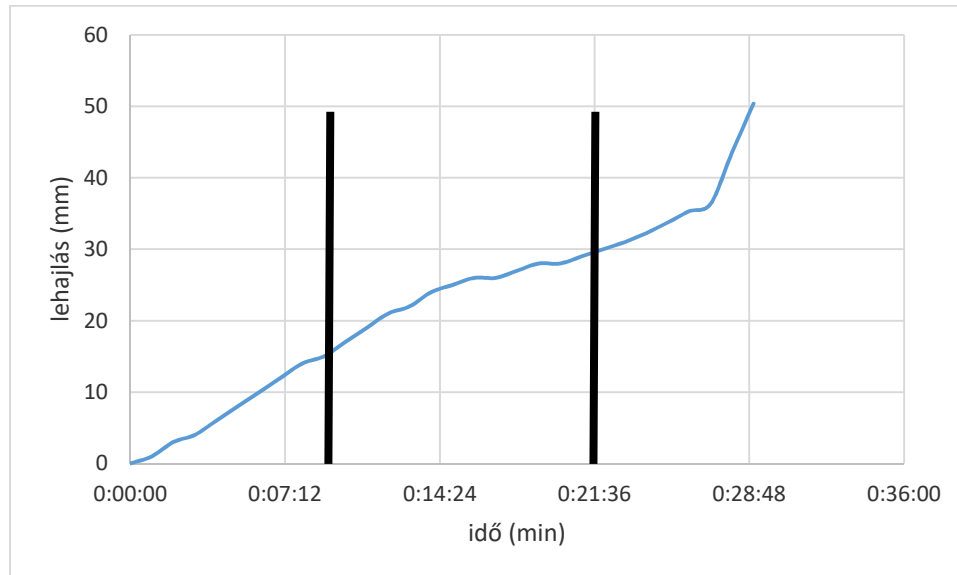


6. ábra: A körüreges földempallón megjelenő vízszintes és függőleges repedések (2017. 12. 07.)



7. ábra: A hőmérséklet alakulása a vizsgálat alatt (2017. 12. 07.)

A 7. ábrán a tűztér hőmérsékletének alakulását adjuk meg, függőleges vonalakkal jelöltük a repedések kialakulásának időpontjait. Jól látható, hogy 6 jelű ponton a kezdeti hőmérséklet emelkedés mértéke a kezdeti szakaszban jóval nagyobb volt, mintegy 100 °C magasabb, mint a többi ponton ez a hőmérséklet különbség okozhatta az első repedés megjelenését (3. ábra). A panelem hosszirányú repedésének megjelenése után a hőmérséklet kismértékű növekedését figyelhetjük meg a diagramon.



8. ábra: A lehajlás alakulása a vizsgálat alatt (2017. 12. 07.)

A 8. ábrán a lehajlás alakulását adjuk meg a vizsgálat időtartama alatt. Megállapíthatjuk, hogy a hosszirányú repedések (2. vonal) megjelenése után a lehajlás sebessége (görbe meredeksége) megváltozott. A következő változás a vizsgálat végén következett be, amikor a lehajlás sebességének erőteljes növekedését figyelhetjük meg. Ezek alapján a lehajlás-idő görbe 3 részre osztható.

## 3. MODELLEZÉSI KÉRDÉSEK

### 3.1 Alkalmazott anyagjellemzők

Az alkalmazott modellekben betont és acélt használtunk. Az anyagok hőtechnikai paramétereit az MSZ EN 1992-1-2 és az MSZ EN 1993-1-2 alapján határoztuk meg.

A beton és az acél esetén a sűrűség, a hővezetési tényező, a fajhő, mint hőtechnikai jellemzők hőmérséklet függő értékei kerültek be a modellbe. A beton esetén a hővezetési tényező felső határértékét alkalmaztuk, míg a fajhőt 3%-os nedvességtartalomhoz adtuk meg.



## 3.2 Hőtechnikai modellezés

A hőtechnikai modellezés során a tranziens hőtranszport parciális differenciálegyenletét oldottuk meg, melyet a következőképpen írhatunk fel:

$$\frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$$

ahol:

a	hődiffuzitás
	$= \frac{\lambda}{\rho c}$
	$\lambda$ hővezetési tényező
	$\rho$ sűrűség
	c fajhő
T	hőmérséklet
t	idő
x, y	irány

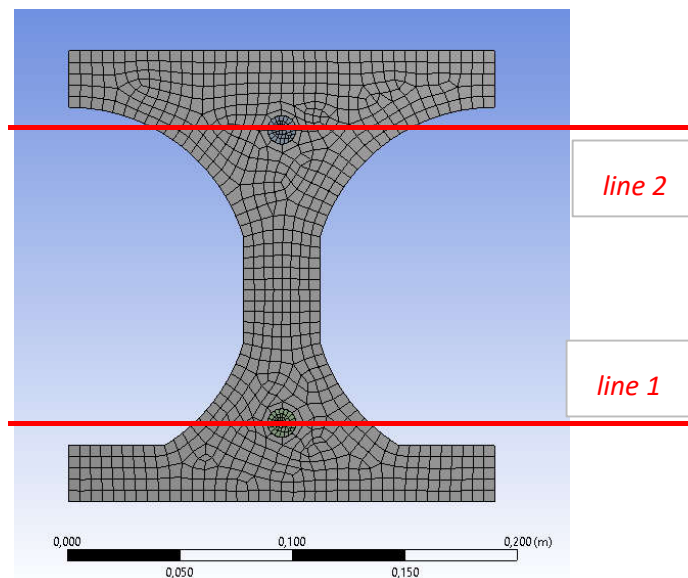
A modell elkészítéséhez ANSYS végeleemes szoftvert használtunk. A 2D modellekben a teljes tartó egy szelete került kialakításra, kihasználva a szimmetriát, ezzel csökkentve a számítási igényt. A modelleknél alkalmazott végeleemes háló mérete 5,0 mm volt (9. ábra).

A modellekben a peremfeltételeket a hőterheléssel közvetlenül nem érintett peremek esetén az MSZ EN ISO 6946, míg a tűz miatt hőterhelést kapó peremek esetén az MSZ EN 1992-1 szabványok szerint vettük fel. A panelek tetején konvektív hőátadást, az üregekben és a panel alján egyidejűleg konvektív hőátadást és hőszigetelést is felteleltünk. A tartókat ért hőterhelést az ISO 834-1 belső hőmérsékleti görbe alapján határoztuk meg.

Az elemzés során saját kísérleti tapasztalatok és a szakirodalom alapján feltételeztük a panelek alsó övének vízszintes irányú berepedését. Itt meg kell említenünk, hogy a berepedés hatására a külső meleg levegő bejut az üregekbe, ennek következtében az üreg fala is megkapja ugyan azt a hőterhelést mint a panel alsó öve, tehát gyorsabban melegszik át. Mivel a berepedés

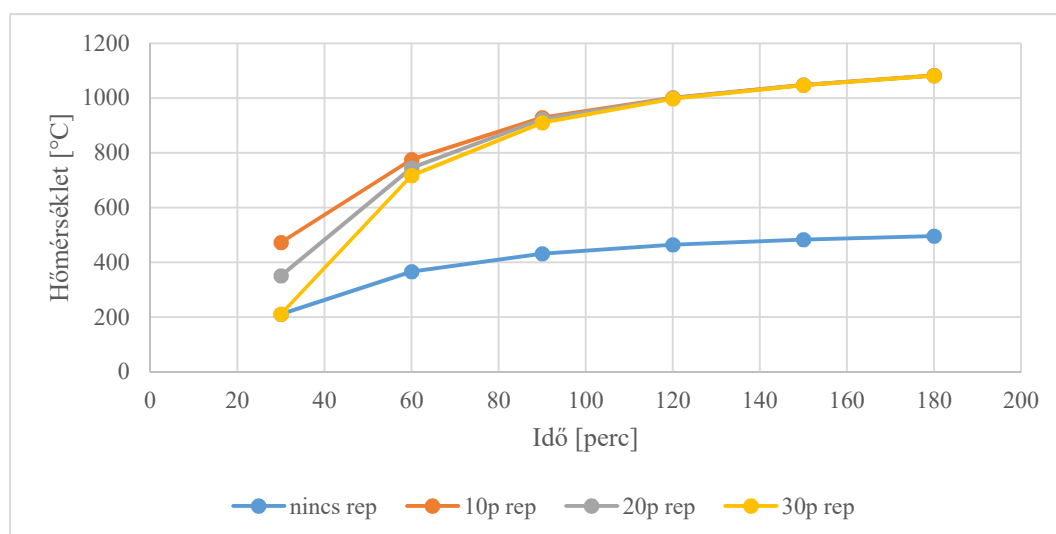


időpontja változó a terhelés és a betonminőségtől függően ezért az elemzés során több lehetséges esetet is vizsgáltunk (alsó öv berepedésének vizsgált időpontja a hőterhelés kezdetétől számítva: 10. perc, 20. perc, 30. perc, 60. perc).



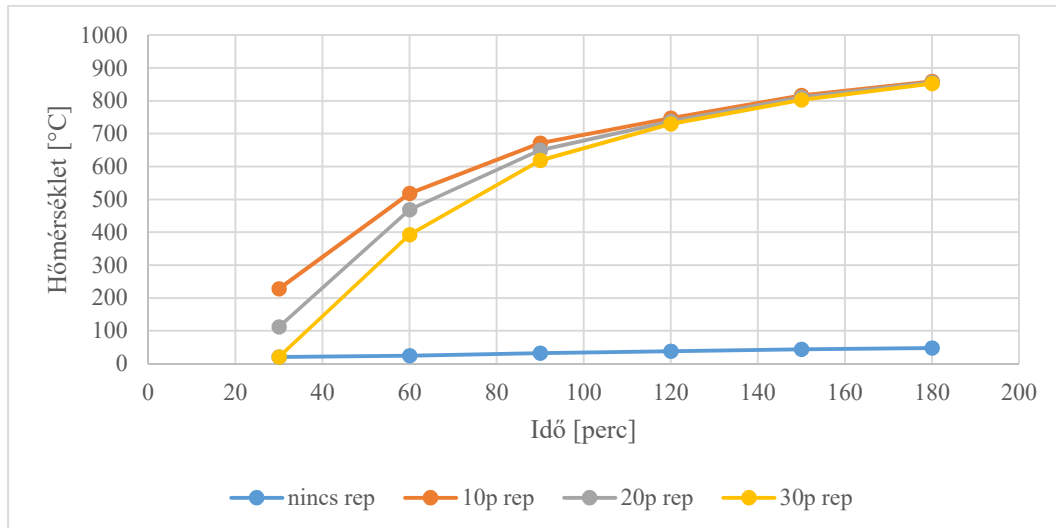
9. ábra: Végeselemes elem modellje

A vizsgálat során az alsó (line 1) és a felső (line 2) pászmák hőmérsékletének időbeli alakulását vizsgáltuk. A 10. és a 11. ábra az alsó és a felső pászma hőmérséklet változását szemlélteti az alsó öv berepedésétől függően.



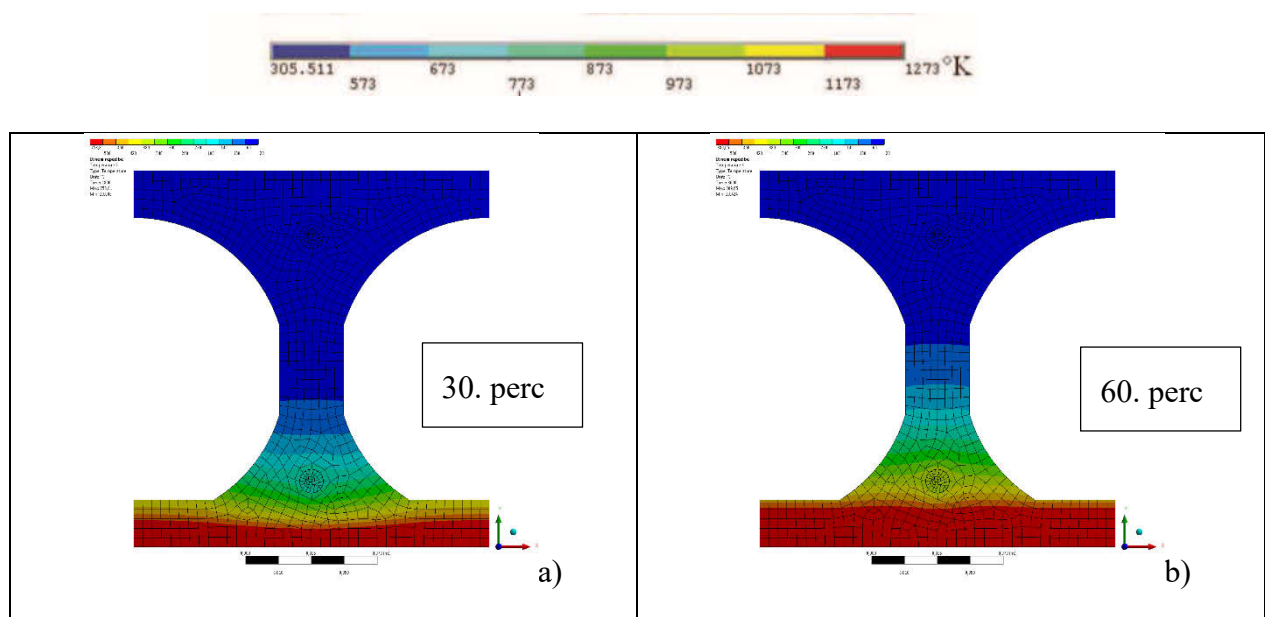


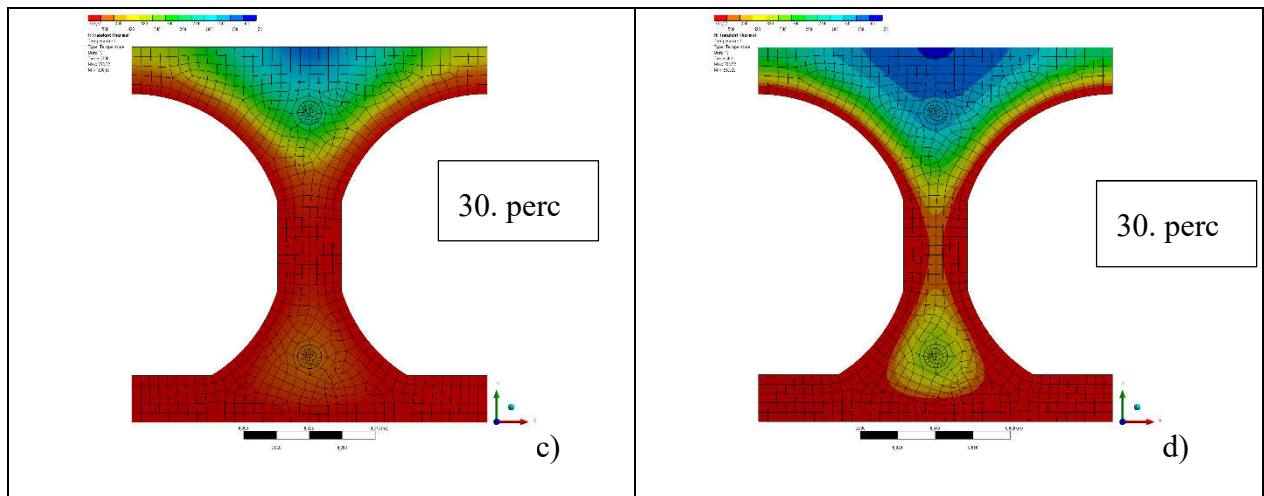
10. ábra: Az alsó pászmasor hőmérséklet változása



11. ábra: A felső pászmasor hőmérséklet változása

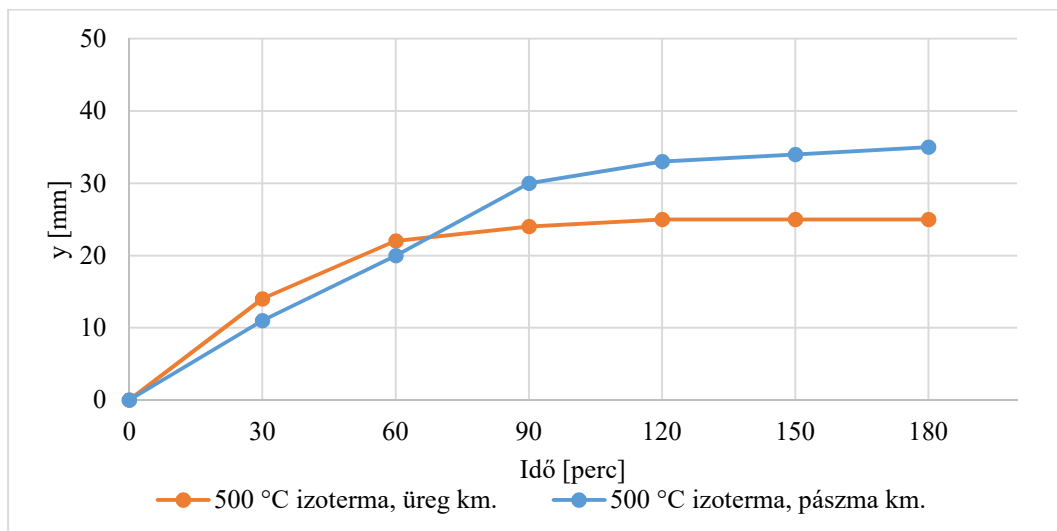
A 12. ábra a körüreges födémpanel átmelegedését szemlélteti a hőterhelés kezdetétől számított 30. és 60. percen. A 12 a) és a b) ábrák azt az esetet adják meg, amikor nem reped át az alsó öv. A 12. c) ábra azt az esetet szemlélteti, amikor azt feltételeztük, hogy a tartó alsó öve a 10. perc után reped át. A 12. d) ábra azt az esetet szemlélteti, amikor az feltételeztük, hogy a tartó alsó öve a 20. perc után reped át.





12. ábra: körüreges földémpanel izotermavonalai, a) nem berepedt állapot 30. perce, b) nem berepedt állapot 60. perce, c) a 10. percben berepedt állapot 30. perce, d) a 20. percben berepedt állapot 30. perce

A 12. a) ábrán jól látható, hogy 30. perc után a tartó alsó öve jelentős mértékben átmelegedett. Ezért megvizsgáltuk a körüreges földémpanelen belül az 500 °C-os izoterma vonalának helyzetét. A 12. ábra az 500 °C izoterma vonal helyét mutatja az alsó, azaz a tűznek kitett felülettől számítva az az üregnél és a pászmánál felvett keresztmetszetben.



12. ábra: A körüreges földémpanel, 500 °C-os izoterma vonalának helyzete a hőterhelésnek kitett felülettől számítva az üregnél és a pászmánál felvett keresztmetszetben





A berepedés pillanatát az alsó öv 500 °C-ra történő átmelegedését tekintjük. A 2. táblázatban adjuk meg a további statikai számítás bemenő adatait. Ezek alapján a tartó berepedése 20 perc után következik be. A modell ilyen jellegű átalakítása jól tükrözi a tűzvizsgálat eredményeit, hiszen ebben az esetben a várható tönkremenetel rövidebbel 20 perc után következhet be.

2. táblázat: Statikai számítás bemenő adatai

Név	Alsó öv vastagsága [mm]	Berepedés pillanata [perc]	Keresztmetszet csökkenésének értéke [mm]	Alsó sorban lévő pászmák hőmérséklete [°C]	Felső sorban lévő pászmák hőmérséklete [°C]
M200	25	20	25	351	112

### 3.3 Kapcsolt hő- és áramlási modellezés

Az eddigiekben végzett kétdimenziós, tranziens hőtechnikai szimulációk során az üregekben található levegő konvektív-, valamint az üregfelületek peremén lévő felületek sugárzásos hőtranszportfolyamatait peremfeltételként kezeltük. A modellünk tisztán izotropikus szilárdtest alapú, hővezetési feladatot megoldó modell volt.

A továbbiakban célunk a modell fejlesztése Nagy és Tóth [6] numerikus modellezése alapján. Egy kapcsolt hő- és áramlási modell segítségével, az üregekben lévő zárt légréteg természetes áramlása modellezhetővé válik, aminek segítségével a szerkezet átmelegedése még pontosabban leírható.



## 4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A körüreges födempallók az üregek miatt tűzhatásra máshogy viselkednek, mint a hagyományos födémek. Ezért fontos a tűzeseti viselkedésükkel foglalkozni. Jelen cikkünkben egy körüreges födempalló magas hőmérsékleten való viselkedését mutatjuk be laboratóriumi kísérletek és kiegészítő numerikus modelleken keresztül.

A födempalló tűzvizsgálatával egyidejűleg a födempalló betonjából készült kockák és hasábok hőterhelését majd szilárdságvizsgálatát is elvégeztük. A kísérleteink (kiselemes és nagyelemes vizsgálatok) során a szabványos (standard), vagyis a magasépítési szerkezetekre, és a csarnokokra alkalmazható tűzgörbéhez közeli felfűtési görbét alkalmaztunk

A födempallók vízszintes kemencében hőterheltük. A hőterhelés alatt több ponton mértük a hőmérséklet alakulását, valamint a födempalló lehajlását. A tűzvizsgálat alatt a födempallók károsodását folyamatosan jegyeztük.

A szemrevételezés során a következő károsodásokat figyeltük meg:

- 5-6. perc hosszirányú nyírási repedés
- 14. perc megjelennek az első hosszirányú repedések
- 18. perc vízszintes repedések
- 29. perc a födempalló leszakadása.

A 6. jelű hőterhelési ponton a hőmérséklet emelkedés mértéke a kezdeti szakaszban jóval nagyobb volt, mintegy 100 °C magasabb, mint a többi ponton. Ez a hőmérséklet különbség okozhatta az első repedés megjelenését. A panelem hosszirányú repedésének megjelenése után a hőmérséklet kismértékű növekedését és a lehajlási sebesség változását figyeltük meg. A lehajlás sebességének erőteljes növekedése a vizsgálat végén következett be.

A hőtechnikai modellből kapott izoterma vonalakon, jól látható, hogy 30 perc után a tartó alsó öve jelentős mértékben átmelegedett. Ezért megvizsgáltuk a körüreges födémpanelen belül az 500 °C-os izoterma vonalának helyzetét. Ez alapján a modellt módosítottuk és a berepedés pillanatának az alsó öv 500 °C-ra történő átmelegedését tekintjük. Ezek alapján a tartó berepedése 20 perc után következik be.



A modell ilyen jellegű átalakítása jól tükrözi a tűzvizsgálat eredményeit, hiszen ebben az esetben a várható tönkremenetel rövidebbel 20 perc után következhet be.

## Köszönetnyilvánítás

*A cikk szerzői köszönetet mondanak az NVKP\_16-1-0019 "Fokozott ellenálló képességű (kémiai korrózióknak ellenálló, tűzálló és fagyálló) beton termékek anyagtudományi, kísérleti fejlesztése" című pályázaton keresztül kapott kutatási támogatásért. Ezen kutatás a Bolyai János és Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói (ÚNKP-18-4) Ösztöndíj támogatásával készült. A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberi Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-VÍZ tématerületi programja keretében.*

*A szerzők köszönetüket fejezik ki a Bolyai János Ösztöndíjon keresztül kapott kutatási támogatásért.*

## HIVATKOZÁS

- [1] CEB (1978) N° 137.1980. Compléments au Code-Modèle CEB-FIP 1978, CEB-FIP Model Code 1978
- [2] FIP (1988) Precast prestressed hollow core floors, 48 pages, ISBN 978-0-7277-1375-9)
- [3] EN 1993-1-2 (Eurocode 3): Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints
- [4] Borgogno W. (1997), Structural Behavior of Slim Floor Covering with Concrete Hollow Slabs at Room Temperature and Elevated Temperature, Dissertation, Swiss Federal Institute of Technology, 1997.
- [5] Shakya, A. M., Kodur, V. K. R. (2015): Response of precast prestressed concrete hollowcore slabs under fire conditions, Engineering Structures, Volume 87, 2015, Pages 126-138, ISSN 0141-0296, <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.01.018>.



[6] Nagy B., Tóth E. (2017): „Finite Element Analysis of Composite Ceramic-Concrete Slab Constructions Exposed to Fire”, Applied Mechanics and Materials, Volume 861, Pages 88-95 DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.861.88

## **Dr. Lublós Éva PhD**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3

Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and Technologies, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp 3.

[lubloy.eva@epito.bme.hu](mailto:lubloy.eva@epito.bme.hu)

ORCID: 0000-0001-9628-1318

## **Hlavička Viktor**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3

Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and Technologies, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp 3.

[hlavicka.viktor@epito.bme.hu](mailto:hlavicka.viktor@epito.bme.hu)

ORCID: 0000-0001-5435-4400

## **Nagy Balázs**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3

Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and Technologies, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp 3.



[nagy.balazs@epito.bme.hu](mailto:nagy.balazs@epito.bme.hu)

ORCID: 0000-0003-1373-5930

**Dr. Balázs L. György, PhD**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,  
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3

Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Materials and  
Technologies, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp 3.

[balazs.gyorgy@epito.bme.hu](mailto:balazs.gyorgy@epito.bme.hu)

ORCID: 0000-0003-0951-6217



Sándor Barnabás, Dr. Nagy Rudolf

## TRANSZFORMÁTORTÜZEK KIALAKULÁSÁNAK ÉS TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

### Absztrakt

Az inhibitált szigetelőolajjal hűtött transzformátorállomások jelentősen tűz- és robbanásveszélyesek, melyet jól szemléltetnek azok az esetek is, melyek ezen írásban feldolgozásra kerültek. Amennyiben bekövetkezik egy elektromos tűz, úgy különféle gázok és anyagok szabadulnak fel, melyek az emberre és a környezetre egyaránt veszélyesek lehetnek. Indokolt tehát a tűzvédelmi rendszerek és a tüzeset során felszabaduló gázok, illetve ott keletkező súlyosan egészségkárosító kémiai vegyületek vizsgálata.

Az ezen események megelőzése azonban nem csak az igen heves hőfelszabadulással kísért folyamatok környezeti hatásai miatt válhat fontossá, hanem azért is mert a szerzők által a vizsgálatuk fókuszpontjába állított villamos berendezések az érintett területek villamoshálózatain keresztül működtetett technológiák és lakossági fogyasztók ellátásbiztonságának létfontosságú elemei.

**Kulcsszavak:** transzformátor, olaj, villamos, tűzveszély, vizsgálat



## EXAMINATION OF THE CIRCUMSTANCES AND THE PROPERTIES OF TRANSFORMER FIRE HAZARDS

### Abstract

Transformer stations cooled with inhibited insulating oil are highly flammable and explosive, well illustrated by the cases that have been processed in this writing. When an electric fire occurs, various gases and substances are released, which can be dangerous both to humans and the environment. It is therefore appropriate to investigate the fire-protection systems and the gases released during the fire, as well as the seriously harmful chemical compounds that can be generated there.

However, preventing these events will not only be significant because of the environmental impact of small processes due to the high heat release, but also because the electrical equipment put in place by the authors at the focus of their investigation is a vital element in the security of supply of technologies and residential consumers through the electricity networks of the affected areas.

**Keywords:** transformer, oil, electricity, fire hazard, examination



## 1. BEVEZETÉS

A villamosenergia ellátási rendszer egyik fő eleme a transzformátorállomás, mely közvetíti és átalakítja a villamos energiát. Ez egyben a villamos-hálózatain keresztül működtetett technológiák és lakossági fogyasztók ellátásbiztonságának létfontosságú eleme is. Mint ilyen műszaki létesítmények működőképességének megőrzése azonban komoly technikai háttér felvonultatását igényli. Mindezek ellenére mégis elő-elő fordul, hogy egy-egy ilyen villamos berendezés súlyos károkat okozó tűz vagy robbanás kíséretében megsemmisül. Amennyiben egy bekövetkező hiba esetleg ilyen kritikus tüzesetté vagy robbanássá eszkalálódik, úgy a jelenlévő transzformátor olajok minőségi mutatói által befolyásolt összetételű veszélyes égéstermékek is felszabadulhatnak. Tehát az emberi egészség és környezet megóvása és a megfelelő technológiai biztonság elérése érdekében a műszaki-technikai kialakítás részleteinek elsajátításán túl szükség van az alkalmazott anyagok fizikai-kémiai jellemzőinek kellő szintű ismeretére és a tűzvédelmi megoldások adekvát alkalmazására.

## 2. TRANSZFORMÁTORÁLLOMÁS FELÉPÍTÉSE

A transzformátorállomás felel az energia elosztásért, az üzemszerű kapcsolásokért, valamint a feszültségmentesítés és a távvezetékek be- és kikapcsolásáért. Továbbá üzemzavar esetén védelmi intézkedéseket is ellát.







## 1. ábra: 132 kV Olaj merülő transzformátorállomás [1]

Transzformátor fő részei:

- Primer készülékek;
- Védelmi és irányítástechnikai rendszer;
- Segédüzemi berendezések.

Nemzetközi szinten 400 kV-os feszültségintű energiaátviteli rendszerek üzemelnek, azonban ennél nagyobb teljesítményű 750 kV-os hálózatok is megtalálhatóak bizonyos helyeken. Ezek megnövelt feszültsége kizárólag szállítás közben használatosak, a lakossági végfelhasználókhoz az európai műszaki gyakorlatban csak 230 V feszültség kerül transzformálásra. [2]

### 2.1. Transzformátorállomások típusai

Az erőátviteli transzformátorok közül megkülönböztetünk száraz és olajos transzformátorokat, utóbbi típusba tartozik az energiaellátásban használatos transzformátorok jelentős része. Az 1. számú táblázatban összehasonlításra kerülnek az olajos és száraz transzformátorok tulajdonságai. [3]

Ezen olajszigetelésű transzformátorok a villamos hálózat legdrágább és legsérülékenyebb elmei a tűzveszélyességük miatt.

Az a kazán, ami a tekerceket tartalmazza, szigetelés és hűtés szempontjából ásványi olajjal van feltöltve, a menetek pedig szigetelőpapírral vannak körbevéve. Az olaj térfogata függ a várhatóan kialakuló hőmérséklettől. Így a kazánhoz tartozik egy tágulási tartály is, melybe a felesleg át tud áramolni.

A védelmi rendszert ennek megfelelően kell úgy kell kialakítani, hogy a rendszer bárminemű hibáját azonnal észlelni lehessen, majd késleltetés nélkül kikapcsolható legyen a transzformátorállomás. Amennyiben késleltetésmentes leállítás nem oldható meg, az a rendszer magas költségű javításához és a hiba további kiterjedéséhez vezethet. Ilyen eszkaláció lehet a sérült átvezetőszigetelőből kiömlő olaj táplálta és a zárlati ív általi meggyulladásával



bekövetkező transzformátortűz. Ez a rendszeren kívüli a környezetet is nagyban veszélyeztetheti.

1. táblázat: Olajos és száraz transzformátor tulajdonságainak összehasonlítása [4]

Műszaki jellemző	Olajos	Száraz
Nagyobb teljesítményre	X	
Alacsonyabb tűzveszély		X
Hosszabb élettartam	X	
Egyszerűbb karbantartás		X
Pontos állapotmeghatározás	X	
Kevesebb veszteség	X	
Közelség a felhasználáshoz		X
Helytakarékos		X
Környezeti ellenállóság		X
Alacsonyabb ár	X	

## 2.2. Transzformátor hűtése, az olajok tulajdonságai

A hűtés hatékonyságának növelésére használt inhibitált szigetelőolajat a külvilágtól hermetikusan elzárva keringetik a rendszerben. Ennek oka, hogy a levegővel érintkezve romlik a minősége. A szigetelőolaj minőségi mutatóinak értékei függenek a benne található víz mennyiségétől és oldott gázoktól továbbá az esetleges szennyezőanyagok mennyiségétől és anyagi jellemzőitől is. Minél több szennyeződés található a hűtőközegként alkalmazott transzformátorolajban, annál rosszabb az elektromos jellemzőinek az előírt követelményeknek való megfelelése. A működés technikai paramétereit rontó gázok keletkezhetnek az üzemszerű zárlatoktól is. Éppen ezért szükséges a transzformátorolajok időnkénti minőségi vizsgálatát elvégezni. A minőségi mutatók elégtelensége esetén a hűtőközeget tartalmazó



rendszer teljes leengedése és tisztítása is szükségessé válhat, amely ideiglenes üzemből való kieséssel és magas költségekkel is együtt jár. Költségcsökkentő módja lehet a folyamatnak, ha a rendszerbe egy úgynevezett olajregeneráló eszköz kerül beépítésre, amelyen átvezetve a transzformátorolajat az megtisztítva kerül vissza a rendszerbe.

Egyes forgalmazott transzformátorolajokkal történő közvetlen kontaktus már önmagában is bizonyos egészségügyi kockázatot hordoz magában. Például „Lenyelve és a légutakba kerülve halálos lehet. (H304)”, illetve a vízi élővilágra nézve ártalmas is lehet, amely természetesen az expozíció növekedésének arányában tartós károsodást is előidézhet. (H412). Az említett példában szereplő transzformátorolaj esetében a Globális Harmonizált Rendszer szerinti szempontokat figyelembe véve felhasználása során követelmény a 2. ábrán bemutatott piktogrammal történő megjelölése.



2. ábra: GHS08 besoroláshoz tartozó piktogram [5]

A jogszabályi követelmények alapján az alábbi komponensek képezik alapvető összetevőit:

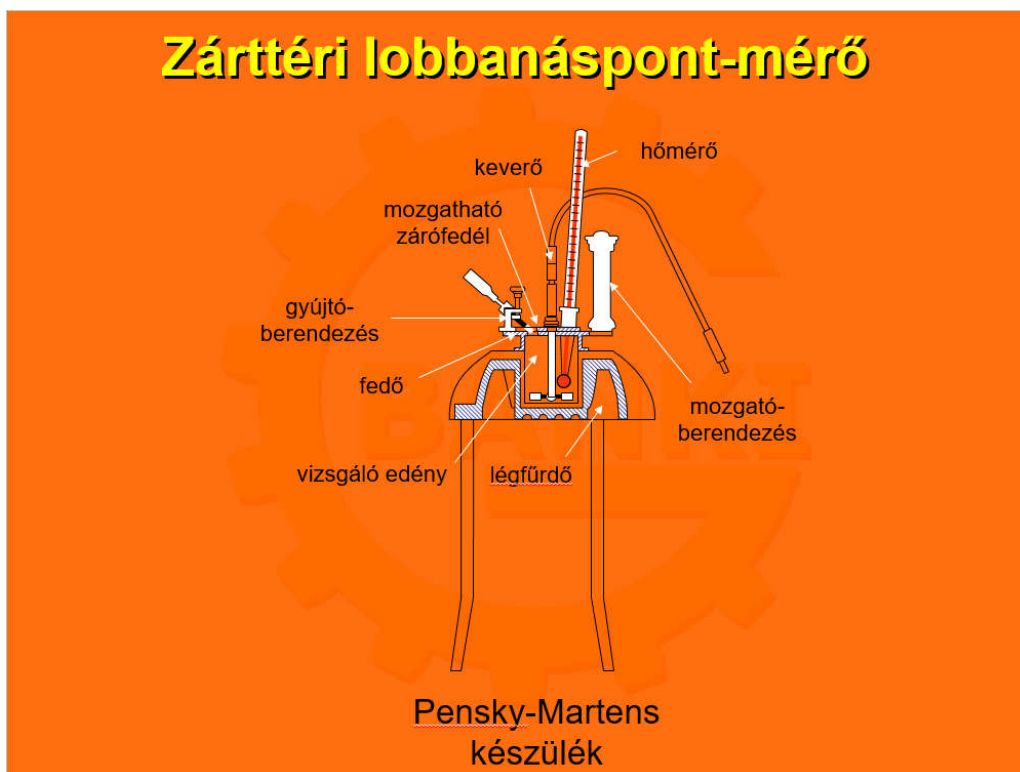
- ásványolaj párlatok C15-C30 (CAS-száma: 64742-53-6)
- C18-C40 frakciók közé eső ásványolaj-termékből álló kenőolajok (CAS-száma: 94733-15-0)
- paraffinmentesített könnyű paraffinos, hidrogénezett termékpárlatok (CAS-száma: 91995-40-3)

Ezen anyagok kezelése, felhasználása és tárolása közben az alábbi egészségkárosodást megelőző és balesetelhárító óvintézkedések betartása kötelező:



- Kerülni kell az anyagnak a környezetbe való kijutását. (P273)
- Lenyelés esetén: azonnal forduljon toxikológiai központhoz vagy orvoshoz,
- TILOS hánytatni. (P301 + P310 + P331)
- A tartalom/edény elhelyezése hulladékként: a 225/2015. (VIII.7.) Korm. rendeletnek, valamint a 72/2013. (VIII. 27.) VM rendeletnek megfelelően. (P501)

Fizikai és kémiai tulajdonságait vizsgálva az előzőekben leírt hűtésre használt transzformátorolaj folyáspontja az MSZ ISO 3016:1999 szerint 45°C, míg lobbanáspontja az MSZ EN ISO 2719:2016 szerint 140°C. A szabvány szerint minősített transzformátorolaj technológiai alkalmazáshoz illeszkedően a vizsgálatához használt Pensky-Martens zártéri lobbanáspont-mérő készülék felépítését szemlélteti a 3. számú ábra.



3. ábra: Zárttéri lobbanáspont meghatározáshoz alkalmazott készülék vázlata [6]

### **Alapvető tulajdonságai továbbá, hogy:**

- Nem oxidál;



- Nem robbanásveszélyes;
- Az MSZ EN ISO 12185:1998 szerint megállapított sűrűsége  $0,855 - 0,875 \text{ g/cm}^3$ ;
- Fűtőértéke  $38.000 \text{ kJ/kg}$  körüli értékre tehető;
- Vízben nem oldható, benzinben, petróleumban és toluolban jól oldódik;
- Kinematikai viszkozitását tekintve  $20^\circ\text{C}$ -on:  $22 \text{ mm}^2/\text{s}$ , míg  $40^\circ\text{C}$ -on:  $9,3 \text{ mm}^2/\text{s}$ ;
- Átütési feszültség kezelés nélkül:  $75 \text{ kV}$ ;
- Határfelületi feszültsége:  $42 \text{ mN/m}$ ;
- Dielektromos veszteségi tényezője  $90^\circ\text{C}$ -on,  $40\text{-}60 \text{ Hz}$ -en:  $0,0004$ . [7][8]

### 3. TRANSZFORMÁTORTŰZ PCB VIZSGÁLATA

Az említett egészségügyi kockázatokra hívja fel a figyelmet az alábbiakban ismertetett eset is. 2002-ben egy német autógyártó vállalat telephelyén ütött ki, ahol megsérült egy leselejtezett transzformátor. A tüzeset alkalmával elvégezték a rutinszerű policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) és szerves klórvegyületek helyszíni vizsgálatát. Azonban ezt kiegészítették a poliklórozott bifenilek (PCB) vizsgálatával is, mivel a cég két munkavállalóját PCB-expozíció érte, így a szakemberek ki akarták vizsgálni ennek mértékét. Tekintettel arra, hogy 1930 óta a transzformátorok szigetelésében és hűtőközegében PCB vegyületeket alkalmaztak.

A mérési eredmények kimutatták, hogy a PCB-28 és PCB-52 koncentrációja a transzformátortűz körül kondenzálódott füstben megemelkedett, melyek a PCB alacsonyabb mértékben klórozott származéka.  $270 \mu\text{g/m}^2$  volt a teljes mennyisége a vizsgált hat származéknak,  $170 \mu\text{g/m}^2$  a PCB-28, míg  $24 \mu\text{g/m}^2$  a PCB-52-é. A pentaklór-benzol szennyezettségre vonatkozóan  $0,71 \mu\text{g/m}^2$  a hexaklór-benzolra pedig  $2,8 \mu\text{g/m}^2$  értéket mértek.



16 PAH-származék mért értéke  $93 \mu\text{g}/\text{m}^2$  volt, némi korommal vegyítve a javító műhely környékén, míg belül ez  $13\text{-}52 \mu\text{g}/\text{m}^2$ , ami kívül esett a kritikus tartományon. Alacsony értékeket mértek a hexa- és pentaklór-benzol- kenetben is  $< 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^2$ . A PCB-származék összes mennyisége  $100\text{-}160 \mu\text{g}/\text{m}^2$  értékhatár között mozgott, a környezetben ebből  $25 \mu\text{g}/\text{m}^2$  szennyezettséget mutattak ki.

További kutatások kimutatták, hogy a transzformátorban mért értékeken kívül a PCB-terhelés a közepesen és nagymértékben klórozott vegyületekben volt jelentős. Belső légtérből vett mintákat rögzíti a 2. táblázat. [9]

2. táblázat: Belső légtérből vett minták

PCB-28	$1,1 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-52	$3,0 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-101	$9,4 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-138	$4,2 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-153	$5,0 \text{ ng}/\text{m}^3$
PCB-180	$0,86 \text{ ng}/\text{m}^3$

A bent tartózkodó személyeken végzett vizsgálat során nem mutattak sem fizikai sem klinikai eltérést, illetve PCB-mérgezésre utaló jel sem volt.

### 3.1. Transzformátor tüzeset vizsgálata martonvásáron

A másik idekapcsolódó tüzeset 1998. május 9-én a Martonvásáron az egykori MVM Rt. tulajdonába tartozó 1. számú, 400/231/35 kV feszültségátviteli, 500/500/120 MVA teljesítményű, 4 mezős, kén-hexafluorid (SF<sub>6</sub>)-gáz szigetelésű, szabadtéri kivitelű, fémtokozott transzformátor kigyulladt. Az állomás felülvizsgálatára ezt megelőzően 1996. június 17-27-e között került sor, ahol mindent rendben találtak a szakértők.



Az üzemzavar 22 óra 36 perc 15 másodperckor kezdődött egy 45 ms ideig tartó, S fázisú belső zárlattal, mely során a transzformátor 1. rendű különbözeti védelme és gázvédelme kikapcsolta a 400 kV-os és 220 kV-os megszakítókat. Annak ellenére, hogy rövid ideig állt fenn a zárlat a 220 kV-os átvezető-szigetelői megsérültek, melynek következtében meggyulladt a kiömlő olaj.

A személyzet 22 óra 40 perckor megkísérelte elindítani a beépített oltórendszert, azonban a Bernard típusú motoros működtetésű gyors-nyitó szelep nem nyitott ki, így az oltóvíz nem jelent meg. A tűzoltók 22 óra 48 perckor érkeztek a helyszínre, azonban az oltást 23 óra 25 perckor tudták csak megkezdeni. Enne oka, hogy a 2. számú 400/220 kV-os transzformátor feszültségmentesítését rendelték el.

Az tűz oltása végül 10 percig tartott habosított-vízzel (2 db porsugárral és 4 db habsugárral), ezt követte a transzformátor hűtése (4 db „C” sugárral), ami további 3 órát vett igénybe.

Későbbi vizsgálatok kimutatták, hogy az üzemzavart és a tüzet, két egymástól független meghibásodás idézett elő. A T fázisú 220 kV-os átvezető-szigetelőben hosszabb ideje tartó érintkezési hiba okozta, rögzítettlen potenciálviszonyok, miatt részkisülések voltak, melyek gázképződést váltottak ki.

A kisebb feszültségű S tekercsben menetzárlat következett be, mely során eltört az átvezető, ami a felgyülemlt éghető gázokat begyűjtotta a keveredett légköri oxigénnel. Az égő olaj hevétől megsérültek az 1. és 2. számú olajáramlás-kijelzők üvegablakai a parafatömítések, így a keletkezett nyíláson a maradék transzformátorolaj egyenesen a tűzfészekre folyt, majd közel 90 %-a égett.

A kár közel 100 millió forint volt, mivel megsérült a transzformátor kazánja, az összes 220/35 kV-os átvezető, hűtők, leszakadt a „T” fázisú 220 kV-os bekötő sodrony, továbbá károsodtak a rögzítőelem is.

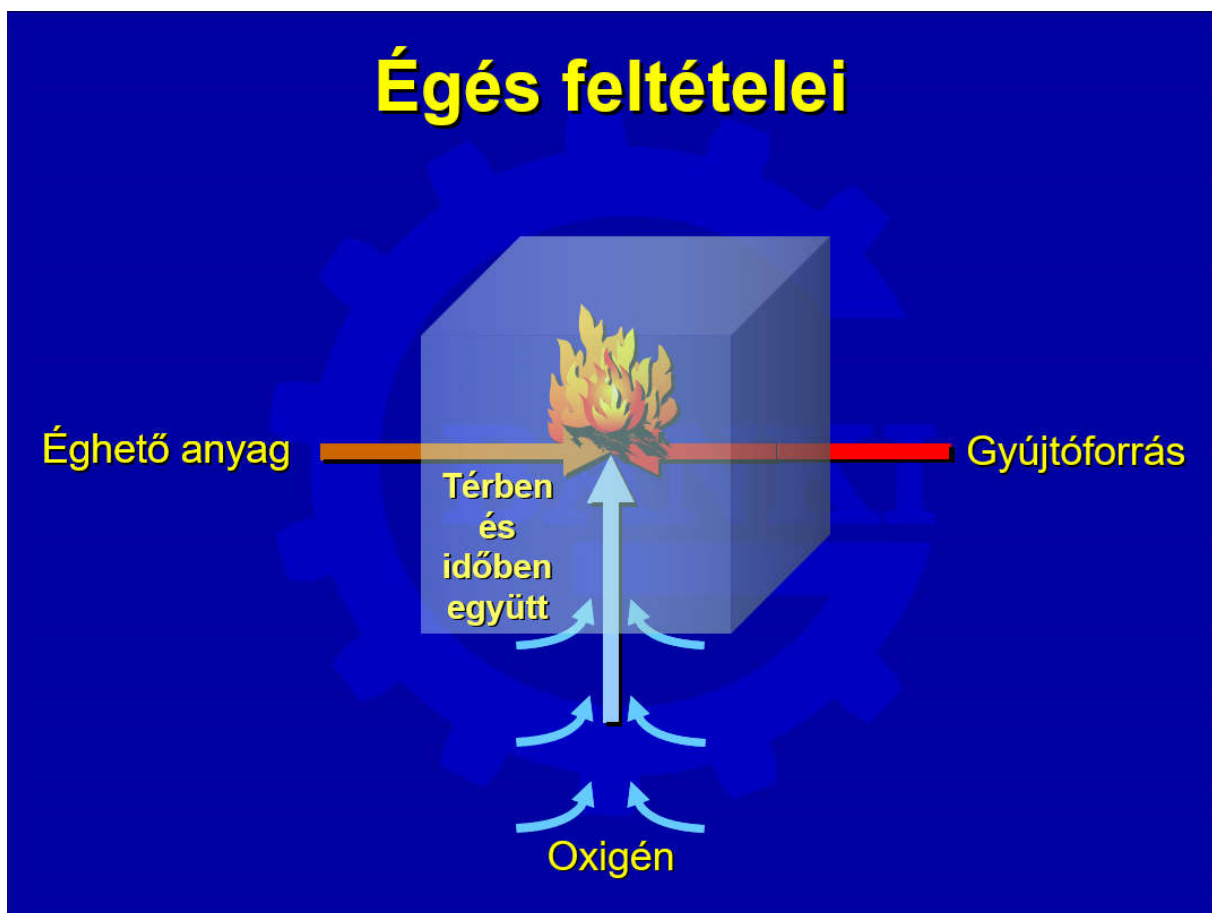
Magyarországon az ilyesfajta nagy transzformátortűz igen ritka, így gyakorlati felkészülésre nincs lehetőség. Azonban megfelelő megelőző műszaki intézkedésekkel, előzetes oktatással és vizsgálatokkal fel lehet rá készülni.



A beépített tűzoltó berendezések felülvizsgálata kötelező, kifejezetten az indító-szerkezet. A karbantartásokat előírt rendben el kell végezni és az ezeket rögzítő nyilvántartásokat naprakészen kell tartani. [10][11]

## 4. ELEKTROMOS TÜZEK

Általánosságban elmondható, hogy abban az esetben valósulhat meg és maradhat fenn, vagy terjedhet tovább az égés, ha az éghető anyag és a környezetben található oxigén megfelelő koncentrációban van jelen, valamint az átalakulási folyamat megindulásához szükséges gyulladási hőmérséklet térben és időben együtt áll rendelkezésre (lásd: 4. ábra).



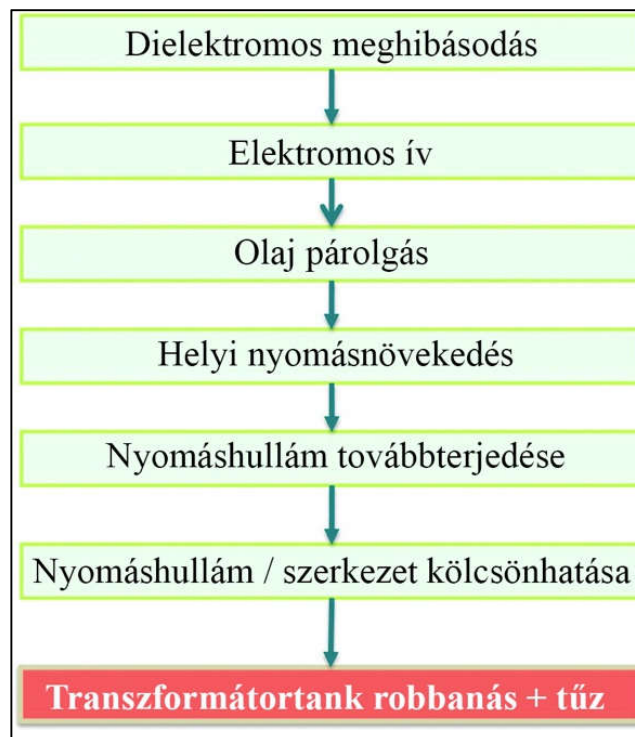
4. ábra: Égés feltételei [12]





Transzformátorolajok esetén a tűz önfenntartó folyamatának elindításához szükséges energia származhat a környezetében lezajló kémiai átalakulás termelte hőtől és villamos ívkisülés jelentette gyújtóforrástól, mint azt az előző esettanulmányban is láthattuk.

A villamos berendezésekben a tűz keletkezhet belső zárlat vagy külső átvezető, csatlakozási pontok felszakadása okozta átívelésekből, melyek átterjednek a trafóra és magas belső nyomást hoznak létre. Ez a gyorsan növekvő nyomás és hőmérséklet nyomáshullámot hoz létre a transzformátor belsejében, ami tovább terjedve a kilyukasztja a berendezés oldalát. A keletkezett elektromos ív hatására robbanás vagy tűz keletkezhet, amelynek során meggyulladnak a felhasadt tankból kiömlő transzformátorolaj éghető gőzei. 5. ábra



5. ábra: Transzformátortűz kialakulásának folyamata [13]



## 4.1. Transzformátorolaj tüzek oltására, expozíciójára vonatkozó előírás

Az elektromos tüzek oltására vonatkozó szabályokkal az Országos Tűzvédelmi Szabályzat külön foglalkozik.

*„A 10 MVA-nál nagyobb beépített névleges összteljesítmény feletti transzformátor-állomásokon - a legnagyobb transzformátor külső főméreteiből számított burkoló felületére az alapfelület nélkül számított - 16 liter/perc • m<sup>2</sup> fajlagos térfogatáram mellett, a 10 perc oltási időnek megfelelő oltóvízmenyiség háromszorosát kell biztosítani.” [14]*

A korábban ismertetett inhibitált szigetelőolaj az 54/2014 (XII. 5.) BM rendelet, IV. fejezet - Tűzveszélyességi és kockázati osztályba sorolás 9. § (2) pontja szerinti Tűzveszélyes osztályba tartozik.

Oltására vonatkozó speciális követelmény oltóanyagok terén a hab, szén-dioxid, poroltó, azonban vízsugárral nem oltható. Égés során az egészségre káros szén-monoxid, szén-dioxid, különböző szénhidrogének és korom keletkezhetnek.

A hatályos tűzvédelmi előírásoknak megfelelően a tűzoltóknak speciális védőfelszerelés gyanánt a légzésvédelemről kell gondoskodni. Amennyiben oltóvíz is alkalmazásra került, úgy a szennyezett oltóvizet tilos csatornába engedni. Külön gyűjtendő. A szennyezett oltóvíz az előírások szerint ártalmatlanítandó. Külön óvintézkedés szükséges, amennyiben véletlenszerű expozíció következne be. Amennyiben kiömlik az olaj, úgy az csúszásveszélyt jelent. Élővízbe, talajba, csatornába jutását körülhatárolással meg kell akadályozni, továbbá értesíteni kell az illetékes hatóságot. Szárazföld esetén minden gyújtóforrást el kell távolítani a kiömlés környékéről, majd fel kell a terméket szivattyúzni. Továbbá fel kell itatni a hátramaradt kisebb mennyiséget, nem éghető, folyadékfelszívó anyaggal (homok, föld, őrlött mészkő stb.). Ezt követően a felitatott anyagot veszélyes hulladékként kell kezelni. Amennyiben élővízbe került



az anyag, úgy értesíteni kell az illetékes hatóságokat, majd olajmegkötő anyag segítségével kell eltávolítani a vízfelületről. [5][6]

## 4.2. Transzformátorok tűz- és robbanás-védelme

A villamos berendezések tűz- és robbanásvédelmének folyamatos fejlesztése szükséges ahhoz, hogy megelőzhetőek legyenek a súlyos káresemények. A piacon többféle rendszer és eszköz található, melyekkel csökkenthető vagy megelőzhető a kár, ami egy ilyen esemény alkalmával bekövetkezhet. Egyik ilyen lehetséges védelmi vonal a transzformátor tűzfal, ami az olajjal töltött transzformátor és a környező transzformátorok és egyéb technológiai egységek közé kerül kiépítésre ahogyan azt a 6. ábra is szemlélteti. A tűzterherre tervezésnél figyelembe kell venni, hogy a védőfal anyagát tekintve ellen kell álljon az intenzív hősugárzásnak és a tűz keltette közvetlen lánghatásnak, illetőleg az égés során lerakódó égéstermékek korrozív hatású komponenseinek is. [15]

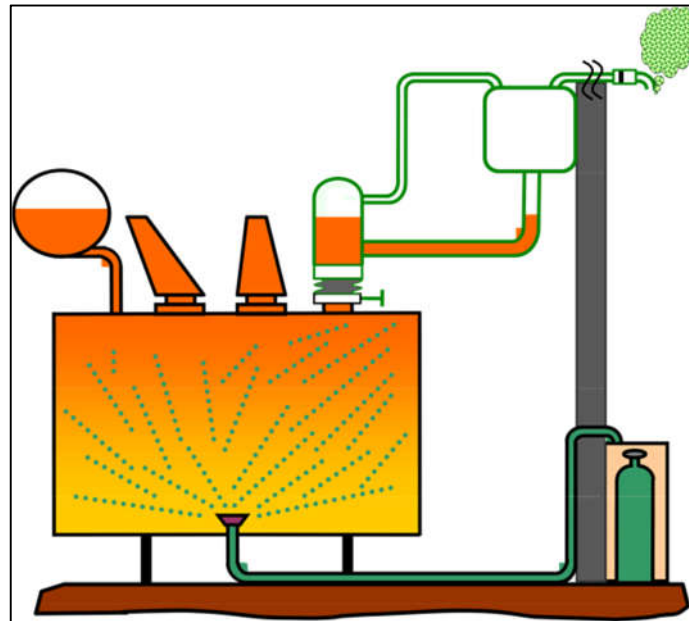


6. ábra: Transzformátor tűzfal [15]

További megoldás az oltógázt alkalmazó transzformátor védelmi rendszer, melynek célja, hogy néhány milliszekundum alatt csökkentse a transzformátorolaj tartályban kialakult nyomást. A



tartályban felgyülemlett gázok robbanás elleni védelmeként az inertgáz elkeveredik a tartályban található transzformátor olajjal, megelőzve ezzel a robbanást. 7. ábra mutatja be a rendszer működési elvét. Amint a gyúlékony és robbanékony elegy veszélytelenné válik a transzformátor biztonságosan javítható.



7. ábra: Inertgáz keverése a transzformátortartályba [16]

### 4.3. Transzformátorolaj égése során keletkező gázok és vizsgálatuk

Az olajjal töltött transzformátorokban fellépő hő- és elektromos hibák során bekövetkező kölcsönhatások és bomlási folyamatok eredményeként különféle gázok keletkeznek, mint például a hidrogén ( $H_2$ ), szén-monoxid ( $CO$ ), szén-dioxid ( $CO_2$ ), metán ( $CH_4$ ), acetilén ( $C_2H_2$ ), etilén ( $C_2H_4$ ) vagy az etán ( $C_2H_6$ ). Amennyiben ezek lassan termelődnek a gázok feloldódhatnak a transzformátorolajban. Ellenkező esetben a nagy mennyiségben és gyorsan felszabaduló anyagok gázhalmazállapotban válhatnak ki.

Ezen gázok anyagi minőségének, mennyiségének és termelődési sebességének azonosítása és elemzése lehetővé teszi, hogy elkerülhetőek legyen a későbbi műszaki hibák, mint például



túlmelegedés. Gázok kimutatására különféle szenzorok állnak rendelkezésre, melyek közül a legelterjedtebbek a félvezető detektoros gázérzékelők, vagy optikai érzékelők.

A fém-oxid félvezetők az alacsony árak, pontosságuk, gyors helyreállításuk és hosszú élettartamuk miatt a közkedveltek, melyből több fajta is megtalálható a piacon, ezek közül a legelterjedtebbek az Ón-oxid ( $\text{SnO}_2$ ), Cink-oxid ( $\text{ZnO}$ ), Titán-oxid ( $\text{TiO}_2$ ), és az Indium-oxid ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ).

Szenzorok esetében a legfontosabb tulajdonságok az érzékenység, szelektivitás és ismételhetség, melyben általános vélemény szerint az  $\text{SnO}_2$  alapú félvezető teljesít a legjobban, így a transzformátorolajokban keletkezett gázok felismerésére világszerte ilyen érzékelőket használnak. [17]

A transzformátorolajok gáztartalmát és koncentrációját az MSZ EN 60599:2016-os szabvány, az úgynevezett „Ásványolajfeltöltéssel üzemelő villamos berendezések. Irányelvek az oldott és a szabad gázok vizsgálatának kiértékeléséhez” szabályozza. A szabvány kiterjed azon elektromos berendezésekre, amelyek ásványi olajjal vannak töltve, cellulózpapírral szigetelve vagy nyomólemezes szilár szigeteléssel van ellátva. Továbbá foglalkozik a berendezések állapotának diagnosztizálásával is.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az előzőekben bemutatottakból kitűnik, hogy a transzformátorállomások tervezése és telepítése során figyelembe kell venni az aktuális tűzvédelmi és munkabiztonsági jogszabályokat, hiszen egy esetleges hiba bekövetkezése esetén, súlyos életet és természetet érintő kockázatokkal járó veszélyeket hordozhat magában egy-egy tűz vagy robbanás.

A transzformátorállomások hűtésére használt inhibitált olajok tűzveszélyesek, így tárolásuk és alkalmazásuk során minden esetben követni kell a gyártói utasításokat. Használat közben különféle gázok szabadulnak fel a transzformátorokban, melyek elvezetéséről, semlegesítéséről különféle védelmi berendezésekkel gondoskodhatunk.



A keletkezett és felszabadult gázok nem egy esetben a súlyos egészségkárosodás kockázatát rejtik magukban, így mérésük és folyamatos vizsgálatuk elengedhetetlen.

Azonban szerencsére mára már a szolgáltatók rendszerfejlesztését célzó törekvéseinek köszönhetően többségében, fejlettebb ellenőrző és védelmi rendszereknek védenek az egy-egy kiterjedt térség villamosárammal történő ellátást megbénító, súlyos károkat eredményező transzformátortüzek keletkezésétől.

Fontos azonban, hogy a megelőzés érdekében a villamoshálózat ezen eleminek biztonságát a megfelelően szervezett, folyamatos felül vizsgálatokkal garantálják a szolgáltatók.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Rockwell: [www.rockwell-transformer.com/products/132kv-power-transformer-id1828.html](http://www.rockwell-transformer.com/products/132kv-power-transformer-id1828.html), Letöltés dátuma: 2018.11.21.
- [2] Moldván János: 'Teljesítménytranszformátorok gyártásában használatos kültéri kábelek műszaki tulajdonságai' Szakdolgozat, Óbudai Egyetem, 2015
- [3] Kotroczó, Péter. 'Száras transzformátorok üzemeltetésének gyakorlata'. Szakdolgozat. Óbudai Egyetem. 2016
- [4] Kotroczó, Péter. 'Száras transzformátorok üzemeltetésének gyakorlata'. Szakdolgozat. Óbudai Egyetem. 2016 38.o. 2. táblázat
- [5] GHS besorolás: [www.reach-compliance.ch/ghsclp/ghspictograms/index.html](http://www.reach-compliance.ch/ghsclp/ghspictograms/index.html) Letöltés dátuma: 2018. 12. 01.
- [6] Nagy Rudolf: Éghető folyadékok vizsgálata, egyetemi előadás, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
- [7] MOL TO 40A Extra inhibált szigetelőolaj terméklap, [https://mol.hu/images/content/LUB\\_repo/TDS\\_MOL%20TO%2040A%20Extra\\_HU.pdf](https://mol.hu/images/content/LUB_repo/TDS_MOL%20TO%2040A%20Extra_HU.pdf), Letöltés dátuma: 2018.10.20.



[8] MOL TO 40A Extra inhibitált szigetelőolaj biztonsági adatlap, [https://mol.hu/images/content/LUB\\_repo/MSDS\\_MOL%20TO%2040A%20Extra\\_HU.pdf](https://mol.hu/images/content/LUB_repo/MSDS_MOL%20TO%2040A%20Extra_HU.pdf)

Letöltés dátuma: 2018.10.20.

[9] Haidekker Borbála: Transzformátor- és épülettűzben keletkező PCB-k vizsgálata, Munkabiztonság 2.6-3.3,

[www.omikk.bme.hu/collections/mgi\\_fulltext/munkavedelem/2004/09/0903.pdf](http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/munkavedelem/2004/09/0903.pdf), Letöltés

dátuma: 2018.10.15.

[10] Takáts László, Kimpián Aladár: "Transzformátortűz Martonvásáron", Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 1998. 5. évf. 5. szám 45-46. ISSN 1218-2958

[11] Popelyák József: "Transzformátortűz Martonvásáron II.", Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 1998. 5. évf. 6. szám 40. ISSN 1218-2958

[12] Nagy Rudolf: Égéselméleti alapok, egyetemi előadás, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,

[13] Ibrahim, Zuhair, et al. "Forensic Examination and Failure Analysis of a 220-MVA Step-Up Transformer Fire." ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part B: Mechanical Engineering 2.4 (2016): 041003.

[14] 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról. 39. A tűzoltáshoz szükséges oltóanyag biztosítása, 72. §, (4)

[15] Jackson Bishop, Alonso Rodriguez, Ph.D: "Electrical Transformer Fire and Explosion Protection".KA Facto Group Inc., 2011 <http://kafactor.com/content/technical-resources/oldcastle-electrical-transformer-fire-explosion-protection.pdf>, Letöltés dátuma: 2018.10.16.

[16] Sergi Transformer Protector: [www.sergi-tp.com/how-transformer-protector-works/](http://www.sergi-tp.com/how-transformer-protector-works/) Letöltés dátuma: 2018.11.20.

[17] Zhang, Qingyan, et al. "Recent advances of SnO<sub>2</sub>-based sensors for detecting fault characteristic gases extracted from power transformer oil." Frontiers in chemistry 6 (2018).



**Sándor Barnabás** MSc hallgató, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

[sandor.barnabas@bgk.uni-obuda.hu](mailto:sandor.barnabas@bgk.uni-obuda.hu)

**Barnabas Sandor**, MSc Student, Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering

ORCID azonosító: 0000-0001-7133-8082

**Dr. Nagy Rudolf** adjunktus, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

[Nagy.rudolf@bgk-uni.obuda.hu](mailto:Nagy.rudolf@bgk-uni.obuda.hu)

**Rudolf Nagy** PhD, assistant professor, Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering

ORCID azonosító: 0000-0001-5108-9728





**Vincze Zsolt – Rácz Sándor**

## **ÚTKERESÉS – ÚJ MEGOLDÁS A TŰZOLTÓI BEAVATKOZÁSOK BIZTONSÁGA ÉRDEKÉBEN**

### **Absztrakt**

A technológiai fejlődés folyamatosan arra sarkalja a tűzvédelemmel foglalkozó kutatókat, hogy egyre újabb megoldásokkal kövessék a XXI. század okozta kihívásokat. A beavatkozó tűzoltók biztonsága mindig kiemelten fontos terület volt, azonban számos nehézséget is okozott. Különösen igaz ez a füsttel teli épületekben nulla, vagy közel nulla látási viszonyok között dolgozó tűzoltók esetében, akik a beavatkozás során fokozott veszélynek vannak kitéve, az eltévedés, a levegő elfogyása, a hirtelen megváltozott körülmények mind-mind magas kockázatot hordoznak magukban. Így nem meglepő, hogy számos elgondolás született már, hogy miként lehetne az épületen belül dolgozó tűzoltók munkáját kívülről felügyelni. Az ADAPT Center for Digital Content Technology kutatói a közelmúltban mutatták be új fejlesztésüket a Pathfinder rendszert, amely egy új megoldást kínál erre a problémára.

**Kulcsszavak:** tűzoltóság, felderítés-kutatás, beavatkozás biztonsága, IoT

## **FINDING NEW PATHS – A SOLUTION FOR SAFE FIRE FIGHTING DEPLOYMENTS**

### **Abstract**

Technological progress constantly encourages the researchers of the fire protection to find out new solutions in order to follow the new challenges of the 21st century. The safety of the interveners was always very important, but it also caused many difficulties. This is especially



true for smoke-filled buildings, where the visibility is zero or nearly zero. During an intervention the getting lost, the loss of air and the sudden changes of the circumstances mean an increased risks. So it is not surprising, that there have been many ideas about how the firefighters working inside the building could be supervised from outside. Researchers of ADAPT Center for Digital Content Technology have recently introduced a new development which is the Pathfinder system. It offers a new solution to this problem.

**Keywords:** fire department, reconnaissance-research, safety intervention, IoT

## 1. BEVEZETÉS

A tűz és az ellene folytatott harc, az emberiség kezdete óta fennálló és valószínűleg soha véget nem érő folyamatos küzdelem. A szervezett védekezés integrált megjelenésével, amely magában foglalja mind a megelőző, mind a mentő tűzvédelmet, egyre hatékonyabb, tervszerűbb és biztonságosabb lett a tűzoltók munkája [1] [2], még akkor is, ha tevékenységi körük folyamatosan egyre szélesebbé válik [3]. A modernizáció azonban folyamatosan újabb kihívások elé állítja a lánglovagokat. Az ipar fejlődése a városiasodás által szűk földrajzi területre koncentrálódó embertömegek rákényszerítik a mentő tűzvédelemben dolgozókat, hogy jófajta iparosból, szakmunkásból a szakmájuk mesterembereivé váljanak. Bár a fentebb említett modernizációt a tűzmelegelőzési terület is hatékonyan követi, egy mégis bekövetkező káresemény a beavatkozók részéről széles körű szakmai ismereteket követel meg. Az épületekben keletkezett tüzek oltása során rendkívül összetett feladatrendszer hárul a beavatkozó tűzoltókra [4]. A feladatok végrehajtása során a tűzoltásvezető feladata, hogy a rendelkezésre álló erő-eszköz alkalmazásával megvalósítsa a sikeres és biztonságos beavatkozást, amihez jogszabályi háttér biztosít neki jogokat és kötelezettségeket [5] [6] [7]. A zárt égő helyiségbe történő behatolás nem csak megfelelő szakmai felkészültséget követel meg a beavatkozóktól, hanem igen jelentős pszichés terheléssel is jár [8]. Különösen igaz ez azokra, akik a tűzoltás szervezetén belül, mentési kutatási feladatokat kapnak, hiszen olyan körülmények között hajtják végre feladatukat ahol nem csak a civilek, hanem az ő testi épségük is veszélybe kerülhet. Magyarországon a tűzoltásvezető a helyszínen rendelkezésre álló erőkből



szervezhet életmentési feladatokat végrehajtó mentési csoportot melynek a vezetője a mentési csoport parancsnoka lesz. Ennek a rendszernek az előnye, hogy a rendelkezésre álló erőkből könnyen megszervezhető, gyakorlatilag bárki kaphat ilyen jellegű feladatot, alapvető kritériuma, hogy a mentési csoportnak minimum két főből kell állnia. [9] Hátránya, hogy fokozott felkészültséget igényel, így előfordulhat, hogy olyan személy végzi, aki kevés tapasztalattal, gyakorlattal rendelkezik ezen a területen. Külföldön néhány országban – különösen az angolszász területen – elterjedt az úgynevezett RIT<sup>1</sup> csapatok alkalmazása, akik olyan speciális kiképzésben részesült tűzoltók, akiknek alapvető feladata az életmentés, a bajba jutott tűzoltók mentése, amihez speciális felszereléssel is rendelkeznek.

## 2. A FÜSTTEL TELI TEREK PROBLÉMÁJA

Az, hogy a zárt térben végzett tűzoltás, felderítés mekkora kockázattal jár az döntően függ az adott helyszín adottságaitól, nagyságától, tagoltságától, de számos esetben okozott problémát a körülmények drasztikus megváltozása a kezdeti helyzethez képest. Számos külföldi tragédia, de hazánkban a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem tűzénél<sup>2</sup> történtek is rámutatnak, hogy ha nem vagyunk felkészülve a tűzoltás körülményeiben bekövetkező változásokra, akkor könnyen tragikus végkimenetelre lehet az adott beavatkozásnak. Nem szabad elmennünk szó nélkül azon események mellett, amit sajnós a műegyetem tűzénél is tapasztalhattunk, miszerint a bajba került tűzoltó miután szembesül a ténnyel, hogy csapdába esett könnyen elveszti az önkontrollt, az addig meglévő racionális gondolkodást és helyébe az ösztönös cselekvés, a túlélés ösztöne lép, ami pánikhelyzetet teremt, így az amúgy is nehéz helyzetben nem képes logikus és megalapozott döntéseket hozni. Az ilyen szituációk kezelésére véleményem szerint nem lehet csupán a katasztrófavédelem jelenlegi képzési rendszerében alkalmazott gyakorlatokkal felkészülni. Speciális pszichológiai tréningek és speciális

---

<sup>1</sup> Rapid Intervention Team/Crew/Dispatch használják még a RIC/RID rövidítést, de találkozhatunk a FAST – Firefighter Assist and Search Team kifejezéssel is.

<sup>2</sup> 2006. augusztus 8-án este 21 óra után kigyulladt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem központi épületének (az úgynevezett K épület) minusz második szintjén található lőtér. A tűz oltásában a helyszínen 130 tűzoltó vett részt, a mentési munkálatok közben három tűzoltó életét veszítette, hét tűzoltó füstmérgezést szenvedett.



gyakorlatok rendszeres végrehajtásával lehetne felkészülni az ilyen krízishelyzetek hatékony megoldására. Természetesen ezek a beavatkozások mindig megkövetelik a szakma részéről az alkalmazott eljárások, technikai eszközök alkalmazhatóságának felülvizsgálatát. Ezek többnyire valamilyen változást generálnak, amely a későbbiekben elkerülhetővé teszi a korábbi tragédiák ismételt megtörténését. Hazánkban is a műegyetemi tragédia után számos változás történt a tűzoltók biztonságos beavatkozásának növelése érdekében. Azt azonban nem jelenthetjük ki, hogy az ilyen típusú tragédiák bekövetkezését száz százalékos mértékben kizártuk. A biztonság érdekében tett egyik ilyen kezdeményezés az volt, hogy egy telemetriás rendszert kezdtek el használni a fővárosban, amely hatalmas előre lépés volt a korábbi időhöz képest. A bevezetett rendszeren keresztül monitorozható volt az épületben dolgozó tűzoltók beavatkozásának több paramétere<sup>3</sup> is. Természetesen a katasztrófavédelem vezetői belső szervezetszabályzó eszközök segítségével is igyekeznek biztosítani a beavatkozások biztonságát, amiket a hatályos tűzoltási-taktikai szabályzat vonatkozó részeiben meg is találunk.<sup>4</sup> Mindezekén túl azonban, a szerzők véleménye szerint kötelességünk nyomon követni a technológia fejlődését, ami a biztonságos tűzoltói beavatkozások területén is hatalmas léptekkel halad előre. A tűzzel érintett, füsttel teli épületben dolgozó tűzoltók nyomon követése a mai napig jelentős kihívás elé állítja a tűzoltás vezetőket, vagy a biztonsági tisztí beosztást ellátókat. A dublini egyetem professzorainak és a Cavan megyei tűzoltóság együttműködésében kidolgozott Pathfinder rendszer bemutatásával szeretnének a szerzők rávilágítani egy új technológia nyújtotta lehetőségek kiaknázására. Ezeket a lehetőségeket az épületek teljes életciklusa alatt kiaknázhatóvá kell tenni [10].

---

<sup>3</sup> A 2006-os tragédia után a fővárosi tűzoltók úgynevezett BodyGuard elektronikus jelzőegységgel ellátott légzőkészüléket kezdtek használni, ami arra jó, hogy egy úgynevezett Merlin-tábla segítségével kívülről is figyelni lehet a tűzoltókat. A készülék a táblán jelzi, hogy a tűzoltó palackjában még mennyi levegő van, mekkora a légzőkészülékben a nyomás, milyen magas a hőmérséklet ott, ahol dolgozik. A tűzoltó a nála lévő készülékkel jelezhet, ha rosszul van, ha visszavonulna, de kimentést is kérhet. Ha a tűzoltó egy bizonyos ideig nem mozdul, a szerkezet folyamatosan erősödő, sípoló hangjelzést, riasztást ad.

<sup>4</sup> 6/2016. (VI.24.) BM OKF utasítás 1. melléklet alkalmazott tűzoltási módok „A beavatkozás biztonsági előírásai.” részei



### 3. HELYZETMEGHATÁROZÁS ÉS BEAVATKOZÁS

1999. december 3-án hat tűzoltó halt meg az Amerikai Egyesült Államok Massachusetts államában található Worcester város raktárépületében keletkezett tűzben, amikor eltévedtek és nem találtak kiutat az égő épületből. Ez egy olyan tragédia volt, amely arra ösztönözte a kutatók egy csoportját, hogy kezdjék meg kidolgozni a tűzoltók nyomon követésének lehetséges módjait az épületekben. Számos tanulmány és technikai újítás született, ami megoldásokat kínált a problémára. A tűzoltók épületen belüli helyzet meghatározásának számos technikai korlátja van. Történtek kísérletek GPS jelekkel, rádióhullámokkal, de ultrahangos helyzet meghatározás tekintetében is. Összességében megállapítható, hogy ezeknek a rendszereknek képesnek kell lenniük arra, hogy egy jelet továbbítsanak egy központi egységre, amely a biztonsági tisztánál, vagy a beavatkozást irányító parancsnoknál található, és ha a beavatkozók bajba kerülnek a segítségével a mentésükre indulók a lehető legrövidebb időn belül megtalálhassák őket. Mivel baleset bárhol bekövetkezhet a helymeghatározó rendszer használatának meg kell felelnie bizonyos kritériumoknak, melyet a következő módon foglalhatunk össze:

- Legyen könnyen használható és a helyszínre érkezéskor rövid időn belül telepíthető legyen.
- Képes legyen olyan épületekben, alagutakban jelet továbbítani, ahol a rádióhullámok továbbítása nem megfelelő.
- Az akkumulátorok élettartalma legalább néhány óra legyen
- A jeladók legyenek képesek ellenállni a víznek, a hőnek, a leesés okozta fizikai sérüléseknek, robbanásnak és használhatóak legyenek veszélyes környezetben is.
- A minél pontosabb pozíció érdekében legyen képes a függőleges (padló azonosítása, amely elsősorban több szintes épületeknél fontos) és vízszintes helyzet meghatározásra.
- Képes legyen követni a különböző mozgási módokat (gyaloglás, mászás vízszintesen vagy létrán)
- Tartsa a pontosságot és legalább 100 méteres távolságig legyen működőképes. [11]



## 4. A PATHFINDER RENDSZER

A dublini egyetem kutatói tűzvédelmi szakemberekkel közösen dolgoznak egy új rendszer kialakításán, melynek a Pathfinder nevet adták és bevezetését 2019-re tervezik. A rendszer alap gondolatát a Jancsi és Juliska története adta, ahol a gyerekek kenyérmorzskákat elszórva találnak vissza az erdőből. A Pathfinder egy hardveres és szoftveres megoldás, amely segíti a beavatkozókat a füsttel telített épületekben történő navigálásban. A rendszer egyfajta virtuális elektronikus „keresőkötél” amely ezt a „kenyérmorzsa” koncepciót használja, hogy segítse a tűzoltókat a belső tűzoltási és a keresési műveletekben, ahol a fennálló körülmények miatt a látási viszonyok nullával egyenlők, de legalább is erősen korlátozottak. A rendszer azt is segít megakadályozni, hogy a tűzoltók eltévedjenek, vagy elszakadjanak, egymástól valamint lehetővé teszi a mentési csoport számára, ha egy tűzoltó bajba kerül az épületben, hogy sokkal gyorsabban a segítségére siessenek, ami óriási előrelépést jelent a mentési technológiában.[12]



**1. kép: A Pathfinder tárcsa egy kis füstérzékelő méretének felel meg. Intelligens technológiát használ az épületen belüli tűzoltók mozgásának nyomon követésére. A megfelelő méretű nyomkövető szenzor, a tűzoltó sisak belsejében található, és kommunikál az egységgel. [13]**

A rendszer alapegységét egy füstérzékelő nagyságú korong adja, amely intelligens szenzorok (IoT)<sup>5</sup> és rádiófrekvenciás technológiák kombinációját alkalmazza az épületen belüli tűzoltók mozgásának nyomon követésére. A globális helymeghatározó műholdas technológiával

<sup>5</sup> *Internet of Things*: (rövidítve: IoT) lényegében olyan különböző, egyértelműen azonosítható elektronikai eszközöket jelent, amelyek képesek felismerni valamilyen lényegi információt, és egy internet alapú hálózaton egy másik eszközzel kommunikálni. A fogalom más szavakkal hálózatba kötött „intelligens” eszközöket takar. Ez a technológiagyorsuló ütemben fejlődik, illetve terjed.



ellentétben, amely nem tud behatolni az épületekbe, ez az intelligens technológia áthalad az épületszerkezeteken. A korong egy speciális ragasztót használ, amivel gyakorlatilag bármilyen felületre fel lehet ragasztani és ellenáll a magas hőmérsékletnek is. A tűzoltók belépve az épületbe egy a korábban már elterjedt keresési technikát alkalmazva bal-, és/vagy jobbkezes keresést, felderítést végeznek,<sup>6</sup> de ahelyett, hogy meghatározott időközönként a magukkal vitt kötelet valamilyen fix ponthoz rögzítenék (ami egyébként igen időigényes mivel füstben, sötétben, kesztyűben igen csak lelassíthatja a beavatkozókat) egy korongot tapasztanak a falra, vagy egy tárgyra a kutatás közben. A korongokat olyan stratégiaileg fontos helyeken helyezhetik el, mint ajtók és lépcsőfordulók. A kötéllel ellentétben – amely meghatározott hosszúságú – a csapat által átvizsgált terület nagyságának csak a magukkal vitt korongok száma szabhat határt. Minden egység úgy működik, mint egy rádiós jeladó, ezen kívül képes hang és fényjelzést is adni, egymás után elhelyezve biztosítja a „kenyérmorzsa” szerepét a tűzoltók tájékozódását segítve.

A tűzoltók sisakjában belül helyezkedik el a nyomkövető érzékelő. Ez azonosítja és követi nyomon az egyes tűzoltók mozgását az épületen belül. Az érzékelő kommunikál a koronggal és hangos akusztikus riasztással és villogó fénnel figyelmezteti a tűzoltókat, hogy azok képesek legyenek azonosítani a kivezető utat az épületből.

### **A fejlesztők által a korongok jelenleg négy fajta referenciapontként tudnak működni:**

*Iránypont* – stratégiai helyeken segítik a tűzoltók tájékozódását;

*Ajtó* – megjelölhetik az útvonalon található ajtókat;

*Átvizsgált* – egy átvizsgált szoba előtt elhelyezett korongot beállíthatják „átvizsgált” státuszra, így a később érkező másik keresőcsapat tudni fogja, hogy a szobába már nem kell bemennie, annak átvizsgálása megtörtént;

*Veszély* – olyan helyeken helyezhetik el ahol a beavatkozókat valamilyen veszély fenyegeti (pl.: leszakadt fődém, stb.) A készülék valós idejű jeleket, továbbít egy monitorra az épületen kívül tartózkodó parancsnok számára. [13]

---

<sup>6</sup> Ez azt jelenti, hogy az épületbe belépve a bal, vagy a jobb oldali falat követve térképezik fel az adott területet.



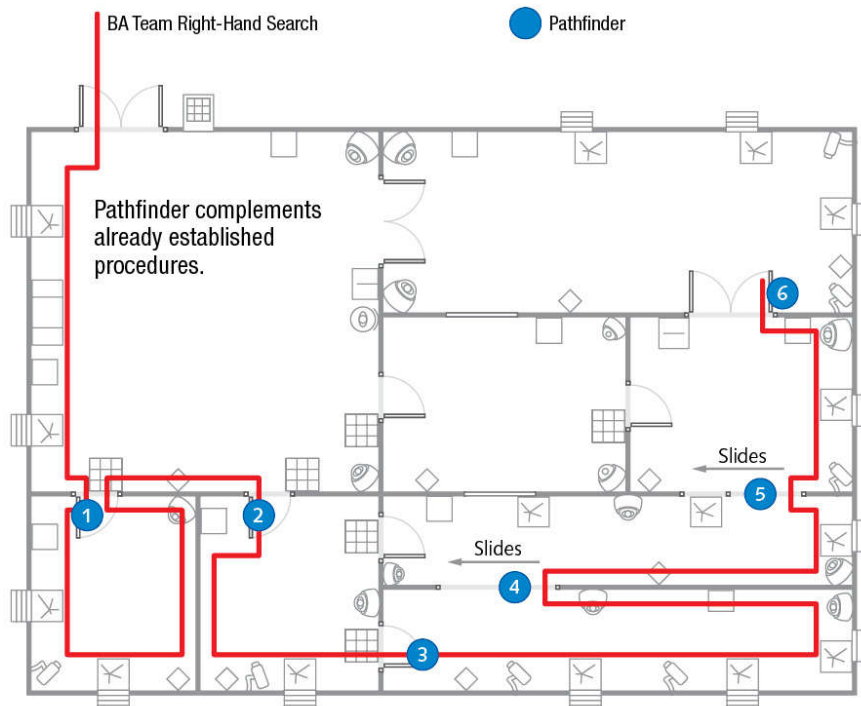
## 5. HOGYAN MŰKÖDIK A PATHFINDER?

A 2. kép azt szemlélteti, hogy az egyes korongok hogyan lettek elhelyezve egy keresési útvonalon. Az épületen kívül elhelyezkedő parancsnok monitorján a továbbított információk csak egyenes vonalban jelennek meg, nem pedig alaprajzi elrendezésben. (3.kép) Az „A” útvonal bal oldali keresést, a „B” útvonal egy másik csapatot jelez, akik jobb oldali keresést végeznek. Ahogy a tűzoltók belépnek az épületbe és aktiválják, a korongot az megjelenik a beavatkozást felügyelő monitorján. Az aktiválás a bekapcsoló gomb megnyomásával és a korong megfelelő részén történő megnyomásával történik. A korábban felsoroltak szerint négy működési, pozíciós pontként használhatjuk a korongot, ezektől függően különböző ikonok jelennek meg a monitoron, így a tűzoltóknak nincs szükség arra, hogy memorizálják a pozíciót. Ha egyszer nyomja meg a korongot, akkor az *iránypont* módot aktivizálta és a kinti monitoron egy csepp alakú ikon jelenik meg (hasonló a google térképekhez) ami egy sima tájékozási pontot jelöl. Ha kétszer nyomja meg a korongot, akkor egy kis ajtóikon jelenik meg a korong száma mellett a kinti monitoron. Háromszor megnyomva a korongot a tűzoltó jelezheti, hogy az adott ajtó mögötti helyiséget átvizsgálták. A számozott pont ilyenkor zöldre vált jelezve, hogy az átvizsgálás megtörtént. Négy érintéssel jelezheti a tűzoltó, ha valamilyen veszélyt tapasztalt. A monitoron piros háromszög jelenik meg és a számozott pont pirosra vált. A veszély jellegéről a benti tűzoltó rádióon tájékoztatja a beavatkozást felügyelő parancsnokot. Minden korong, amelyik aktiválva lett kap egy időbélyegzőt is.



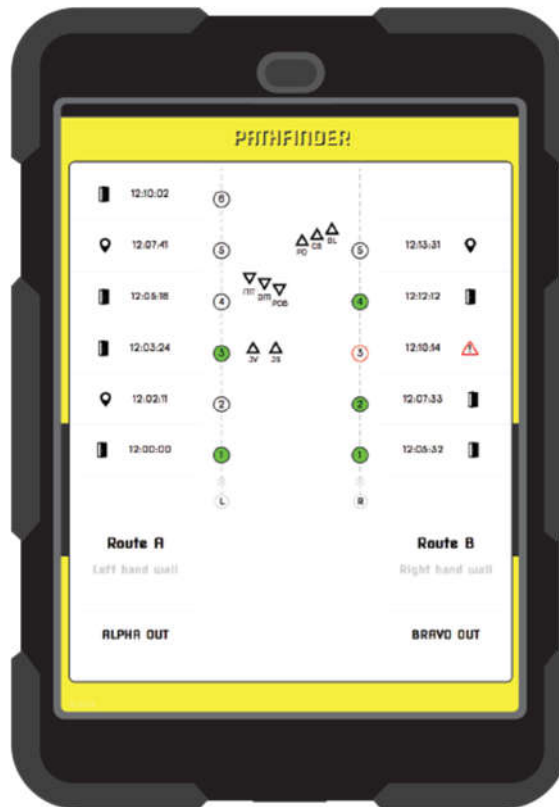


## Breadcrumb Concept



**2. kép: A Pathfinder a meséből ismert „kenyérmorzsza” elvét használja, hogy segítse a tűzoltókat abban, hogy kikerüljenek az épületből anélkül, hogy eltévedjenek. Ez az alaprajz szemlélteti, hogy a Pathfinder tárcsák hogyan alkalmazhatók a keresési és mentési műveletek során. [13]**

A fehér háromszögek jelzik a bent dolgozó tűzoltókat. Amikor a tűzoltó megközelíti az egyes korongokat a kinti monitoron az adott korong mellett fog megjelenni a kis háromszög. A háromszög az adott koronghoz csatlakozik, amíg annak hatósugarában tartózkodnak, így az is nyomon követhető, hogy az adott személy milyen irányba (befele, vagy kifele) halad. A tűzoltók sisakjában lévő érzékelők címezhetőek, így minden bent lévő külön azonosítható.



3.kép: A beavatkozást felügyelő monitorján egy egyenes vonalként jelenik meg a beavatkozók útja. Mint látható egyszerre két útvonal megjelenítése is lehetséges (A és B útvonal) [14]

A 3. képen láthatjuk a bevetést kintről felügyelő parancsnok monitorján megjelenő információkat. Az „A” útvonalon 6db korongot helyeztek el. Van egy ajtó az 1-es jelölésnél, amit átvizsgáltak, egy iránypont a 2-es jelnél, a 3-as egy ajtó, ami szintén átvizsgálásra került, a 4-es egy újabb ajtó, az 5-ös egy iránypont és végül a 6-os megint egy ajtó. A 4-es és 6-os ajtók mögötti szobák átvizsgálása még nem történt meg. Két tűzoltó a 3-as korong érzékelési tartományában halad befelé, három tűzoltó pedig a 4-es koron zónájában tartózkodik és kifele tart.

A „B” útvonalon öt korongot helyeztek el. Az 1-es és 2-es szobákat átvizsgálták. A 3-as korongnál valamilyen veszély van (az, hogy milyen veszély azt rádión kell jelenteni a kinti parancsnoknak). A 4-es szobát szintén átvizsgálták. A három felderítést végző tűzoltó az 5-ös korong hatósugarában tartózkodik és több mint 12 perce vannak az épületben.



Bár a rendszer nem követi nyomon a bent dolgozók pontos helyét, ha egy tűzoltó elszakad a társaitól vagy eltéved, a rendszer rögzíti az utolsó ellenőrzési pontot, így a mentésére induló csapat pontosan tudni fogja, hogy melyik korong hatótávolságában volt utoljára, így a keresését ott fogja megkezdeni. Ez jelentős mennyiségű értékes időt takarít meg. Fontos hangsúlyozni, hogy ez nem egy önálló rendszer, nem helyettesíti a rádión leadott információkat. Ha valaki bajba kerül a vészívási protokoll ugyanúgy érvényben marad. Ez egyszerűen egy másik eszköz a beavatkozást kintről felügyelőnek, hogy teljesebb képet kapjon arról, hogy mi történik a beavatkozókcal az épületen belül és fokozza a tűzoltók közvetlen [13] és közvetett biztonságát.

## 6. ÖSSZEGZÉS

A tűzoltók biztonságára minden korban igyekeztek hangsúlyt fektetni, az adott időszak lehetőségeihez képest. A teljes biztonságot a szerzők véleménye szerint semmilyen rendszer, módszer, vagy jogszabályi környezet nem képes biztosítani, hiszen azok a helyek ahova a tűzoltók bemennek, a körülményekből adódóan veszélyesek. Egy bekövetkező veszélyhelyzet kialakulása ritkán vezethető vissza egyetlen okra. Általában több apró tényező, biztonsági intézkedés be nem tartása vezethet oda, hogy a helyzet olyan mértékben eszkalálódjon, ami tragédiához vezethet. Ezért fontos, hogy minden apró részletet mérlegelve a megfelelő döntéseket hozzuk meg a beavatkozás során. Kezdve onnan, hogy a tűzoltásvezető megfelelően mérlegeli a mentési csoport alkalmazásának kockázatát egészen addig, hogy a mentést végrehajtó tűzoltó megfelelő pszichés állapotban van ahhoz, hogy baj esetén higgadt és megfontolt döntéseket tudjon hozni. A minél biztonságosabb beavatkozások megteremtéséhez két tényező megfelelő összhangja szükséges: az emberi és a technikai. Az emberi tényezőt folyamatos képzésekkel és gyakorlatokkal tarthatjuk magas színvonalon, a technikai pedig úgy, hogy megfelelően követjük a technológiai fejlesztéseket. A szerzők véleménye szerint a Pathfinder rendszer az eddig ismert beavatkozást felügyelő rendszerekhez képest egy újabb szintre emeli a biztonságot. Természetesen ez sem tökéletes, további fejlesztést igényel. Kisebb épület tüzeknél használata nem indokolt, azonban nagy kiterjedésű épületeknél, labirintusszerű



pincéknél, vagy akár a földrengések után dolgozó városi kutató-mentő csapatok esetében hasznos lehetne az alkalmazása. Bár a fejlesztések még tartanak, lehetséges, hogy az IoT technológia elterjedése hosszú távon akár oda is vezethet, hogy az épülő okos épületeket ezzel a rendszerrel beépítve már a létesítés során elhelyezésre kerülhetnek ezek a korongok. Ezek a tűzjelzésre aktiválva nem csak a beavatkozási állományt segíthetnék, hanem arról is adhatnának információt, hogy az egyes épületrészekben hogyan alakul az épület kiürítése, hol vannak még bent emberek és hol történt meg a kiürítés.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Érces, Gergő: Épületek életciklus-elemzése a tűzvédelemben; MŰSZAKI KATONAI KÖZLÖNY XXVI. 2. pp. 221-232. , 11 p. (2016)
- [2] Pántya, Péter: Fire, Rescue, Disaster Management. Experiences from Different Countries; ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN MILITARY AND PUBLIC MANAGEMENT SCIENCE 17 : 2 pp. 77-94. , 18 p. (2018)
- [3] Bodnár, László ; Berta, Katalin: Az állatmentés kérdései katasztrófák esetén – A cézár bevetési egység létrehozása; VÉDELEM TUDOMÁNY 2(3) pp. 171-182. , 12 p. (2017)
- [4] Restás Ágoston: Modelling of fire managers decision making method; Advances in Forest Fire Research, pp. 892-902, Coimbra (2014)
- [5] 1996. évi XXXI törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról; <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99600031.TV> (letöltve:2018.11.18.)
- [6] 39/2011. (XI. 15.) BM rendelete a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100039.BM> (letöltve:2018.11.18.)
- [7] 6/2016. (VI.24) BM OKF utasítás a Tűzoltás-taktikai Szabályzat kiadásáról
- [8] Restás Ágoston: Pszichológia a tűz frontvonalában; Védelem Tudomány 1(3) pp. 46-56 (2016)



- [9] Pántya, Péter: A katasztrófavédelem beavatkozó hatékonyságának fejlesztése a tűzoltósági területen; HADMÉRNÖK 13 : "KÖFOP" pp. 109-144. , 36 p. (2018)
- [10] Érces, Gergő - Restás, Ágoston: Importance and procedure of building life cycle assessment; ECOTERRA: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PROTECTION 14 : 2 pp. 2-9. , 8 p. (2017)
- [11] Facella, John: *Can technology find firefighters in buildings?* - <https://www.firerescue1.com/fire-products/communications/articles/2022400-Can-technology-find-firefighters-in-buildings/> (letöltve: 2018.11.18)
- [12] *Cutting-Edge Technology aims to Save Firefighters Live* <https://www.adaptcentre.ie/news/cutting-edge-technology-aims-to-save-firefighters-live> (letöltve:2018.11.18.)
- [13] Angulo, A. Raul: *The Pathfinder – Search and Rescue way-finder system.* <https://iffmag.mdmpublishing.com/the-pathfinder-search-and-rescue-way-finder-system/> (letöltve:2018.11.18.)
- [14] A fejlesztők honlapja: <https://www.pathfinderpuck.com/> (letöltve:2018.11.18.)

**Vincze Zsolt** tűzoltó, szolgálatparancsnok, Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság,  
Budapest

E-mail: [vinczez73@gmail.com](mailto:vinczez73@gmail.com)

orcid: 0000-0001-5083-5063

**Zsolt Vincze** firefighter, officer in charge, Metropolitan Directorate for Disaster  
Management, Budapest

E-mail: [vinczez73@gmail.com](mailto:vinczez73@gmail.com)

orcid: 0000-0001-5083-5063



**Rácz Sándor** egyetemi tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék

E-mail: [racz.sandor@uni-nke.hu](mailto:racz.sandor@uni-nke.hu)

orcid: 0000-0001-9955-924X

Sándor Rácz: assistant of lecturer, National University of Public Service, Institute of Disaster Management, Department of Fire Protection and Rescue Control

E-mail: [racz.sandor@uni-nke.hu](mailto:racz.sandor@uni-nke.hu)

orcid: 0000-0001-9955-924X



**Tomka Péter**

## **A TÖMLŐVEZETÉKEK SZERELÉSÉNEK FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI TÖMLŐ-SZÁLLÍTÓKOSSÁRRAL ÉS KÖTÉLZSÁKKAL**

### **Absztrakt**

A jelenleg alkalmazott tömlőszerelésekben jelentős időveszteség van. A cikkben bemutatott tömlő-szállítókosár alternatívája a hagyományos tekeresztömlős szerelésnek, amely magyar viszonyok között leginkább az alapvezeték gyors megszerelésében hasznosítható. A kötélsák alkalmazása nemcsak védi a felszerelést, de gyorsabban lehet vele tömlővezeték magasba felhúzni. A szerző kísérletekkel vizsgálta e felszerelések használhatóságát, amelyek során bebizonyosodott, hogy ezekkel 43-45% időnyereség érhető el.

**Kulcsszavak:** tömlő, kötélsák

## **IMPROVING THE PREPARATION OF HOSELINES WITH HOSE CARRYING BASKETS AND ROPE BAGS**

### **Abstract**

The current methods of preparing hoselines waste significant amount of time. The hose carrying basket presented in this article is an alternative to the traditional use of rolled hoses, that could mostly be applied in the laying of baselines. The use of rope bags not only protects the equipment, but also enables faster stretching of hoses onto higher floors. The author examines the usefulness of this equipment with experiments which prove, that 43-45% time saving can be achieved with them.

**Keywords:** hose, rope bag



## 1. BEVEZETÉS

A magyar tűzoltóságokon jelenleg alkalmazott tömlőszerelési módszerekben jelentős időfelesleg van, amelyeket a cikkben bemutatott módszerekkel és felszerelésekkel lehet csökkenteni. A tömlő-szállítókosarakkal jelentősen felgyorsítható az alapvezeték megszerelése és lecsökkenthető a tömlőkáosz kialakulásának az esélye. A kötélzsákok alkalmazásával a tömlőfelhúzás során lecsökkenthető az alap- illetve sugárvezeték feljuttatásának ideje a tűzzel érintett szintekre így hamarabb kezdhető meg a tűz oltása.

## 2. A TÖMLŐ-SZÁLLÍTÓKOSÁR

### Műszaki paraméterek

Németországban a kilencvenes években szabványosították és rendszeresítették a B és C méretű tömlő-szállítókosarakat (ld. 1. kép), hogy megkönnyítsék és meggyorsítsák a tömlővezetékek szerelését épületeken belül.



1. kép: C tömlő-szállítókosár [1]

Ezek a DIN 14827 szabvány szerint alumíniumból készülnek, 870 mm hosszúak és 520 mm magasak. A C méretű 115 mm széles, üres tömege 3 kg és 3db 15 m-es C tömlő befogadására képes. A B méretű 145 mm széles, 3,5 kg tömegű és 2db 20 m-es B tömlő fér el benne [2]. A





tömlők a kosár hosszának megfelelően alulról kezdve oda-vissza vannak lapjukra hajtogatva, úgy hogy az utolsó, szabadon maradt kapocs a hátsó kivezető nyíláshoz van bekészítve. Oldala lenyitható, hogy könnyebb legyen megtölteni és a maradék tömlőt ki lehessen borítani. A hordozó markolat a középvonalnál előrébb van elhelyezve, hogy a lépcsőn való haladás megkönnyítésére megemelje kosár orrát [3].

## 2.1. Alkalmazás

A kosár kivezető nyílásából ki kell venni a szabad kapcsot és rá kell kapcsolni a gépjárműfecskendő nyomócsonkjára, illetve az osztóra. Az előrehaladás során a tömlővezeték magától lefektetődik és a társ szükség szerint eligazítja a tömlőket [4]. Amint kiürült egy kosár, a vezetékre kell kapcsolni a következőt és lehet folytatni az előrehaladást. Ha a tűzoltók elérik a beavatkozási helyet – ahonnan már víz kell a sugárba – és még nem használták el a tömlőszállítókosár tartalmát, a tömlővezeték a következő kapocsig ki kell húzni, majd a szétkapcsolás után a sugárcső csatlakoztatásával előrehaladni. Egy fel nem használt tömlőszállítókosár tartalma kiborítva és elrendezve felhasználható tömlőtartalékként is (ld. 2. kép) [5].



2. kép: tömlőtartalék képzése a tömlőszállítókosár tartalmából [6]



Egy tűzoltó akár két kosarat is magával tud vinni, ezáltal egyedül képes akár 90, illetve 80 m tömlővezetékot megszerelni.

Fontos megemlíteni, hogy a német tűzoltás-taktika másképpen alkalmazza az osztót. Míg Magyarországon az osztó helye a füsthatáron kívül van meghatározva, addig Németországban az osztó a veszélyzónán, így általában az épületen kívül marad [7].

Emiatt az alapvezeték hossza viszonylag rövid, gyakran csak egyetlen B tömlőből áll, ezért a C tömlőkosaraknak sokkal nagyobb a jelentőségük, mint a B tömlő-szállítókosaraknak, ugyanis épületen kívül a tömlő-szállítókosárnak nincs jelentős előnye a tekercstömlőkkel szemben [8].

A sugárvezetékek így viszonylag hosszúak, gyakran 5 vagy több C tömlőből is állhatnak. Amennyiben rendelkezésre áll a német tűzoltóságok taktikai alapegységeként számító 9 fős csoport, egy külön, kétszemélyes részleg végzi el az osztó és a sugárcső közötti tömlővezeték megszerelését. Az utóbbi években a személyi hiányok miatt egy feckendő gyakran kénytelen egy 6 fős rajjal kivonulni és ilyenkor az első részlegnek kell kiépítenie saját sugárvezetékét [9]. Tekercstömlővel ez nagyon körülményes lenne, de a tömlő-szállítókosarak lehetővé teszik ezt akár felderítés közben is.

### 3. KÖTELEK ÉS ZÁRKAPCSOK

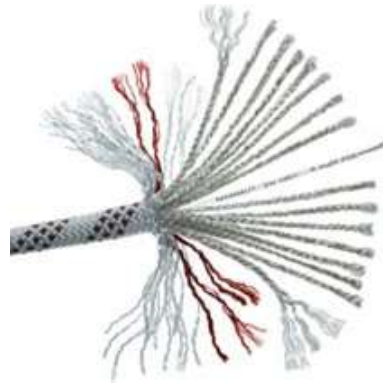
A sugarak magasba szerelése során köteleket veszünk segítségül. Sugarat, alapvezetékot és osztót sugárcső-kötéllal húzunk fel, míg azokat a magasban a tömlőtartó kötéllel kötjük ki. Alkalmazásuk egy jól bevált megoldás, de kivételük több évtizeddel ezelőtti színvonalnak felelnek meg [10].

#### 3.1. Kötelek

A jelenleg használt tömlőtartó és sugárcső kötelek három pászmában szintetikus szállakból készülnek. A modern fonott és különösen a belső maggal körszövött, úgynevezett magköpenyes kötelek jóval teherbíróbbak és tartósabbak. A külső védőhuzat megvédi a külső mechanikai



hatásoktól és a szennyeződésektől a terhelés nagy részét átvivő magot, így jelentősen nagyobb az élettartama (ld. 3. kép)[11].



3. kép: a magköpenyes kötelek szerkezete [12]

A sugárcső és tömlőtartó kötél 8mm-es vastagságának megfelelő magköpenyes kötél 16,40kN, ami 1640kg statikus terhelésnek felel meg [13]. A nagy teherbírás megbízhatóbbá teszi a vízzel teli tömlővezetékek kikötését, és sugárcső kötéllel legvégső esetben akár önmentést is végrehajtható.

### 3.2. Zárkapcsok

A jelenleg alkalmazott zárkapocs tűzoltási körülmények között nehezen használhatóak. A nyelv nyílása kicsi, ezért nehéz védőkesztyűben kinyitni, körülményes a karabinert vastagabb tárgyra, több összefogott kötélszálba kapcsolni. A nyelvzáródás éles fogai a kötélzálakban elakadnak, rontva ezzel a karabiner kezelhetőségét és károsítva a kötelet. Ezekre a problémákra megoldást jelenthetnek az alpintechnikában használatos karabinerek, melyek széles nyílásúak és úgy nevezett „key-lock”, azaz kulcszár kialakítású nyelvzáródással rendelkeznek (ld. 4. kép). A „key-lock” zár a karabiner síkjában működik, így arra merőlegesen olyan a profilja, amely nem okoz elakadást [14].



4. kép: a key-lock zárszerkezet [15]

### 3.3. Kötélzsák alkalmazása sugárcső kötél esetén

Az 2012-es szerelési szabályzat orvosolta azt a problémát, ami a sugárcső kötél fémkeretének ledobásával jelentkezett. A keret valakit eltalálva súlyos sérüléseket okozhatott és kemény talajt érve deformálódhatott vagy akár el is törhetett. Az új eljárás a kötél zárkapcsos végének leeresztését írja elő, de ez a megoldás nagyon lassú. Ráadásul az orsóról egyes szálak hajlamosak lefejni, ami csomókhöz vezethet és komoly elakadási veszélyt jelent. Egy hatékony alternatív megoldás erre a többek között német és amerikai tűzoltóságoknál alkalmazott kötélzsák (ld. 5. kép) [16].



5. kép: különböző méretű kötélzsákok [17]



A zsákból a kötélt abban a sorrendben fog kijönni, ahogyan bele lett vezetve, ami egy megfelelően összerakott zsáknál gyors és megbízható alkalmazást tesz lehetővé. Ezek mellett védi a kötelet mindennemű káros behatás ellen [18].

Felszerelések felhúzása mellett a kötélzsák alkalmazható kötélbiztosításra rossz látási körülmények között. A kötélt végén a bejáráshoz rögzítve a beavatkozó erők magukkal viszik a zsákot, amelyből folyamatosan bomlik ki a kötélt [19].

## 4. MAGYARORSZÁGON ALKALMAZHATÓ MÓDSZEREK ÉS AZOK KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA

Az előző fejezetekben tárgyalt módszerek és felszerelések egy részét magyar körülmények között csak a tűzoltás-taktikai szabályok és a szerelési szabályzat újragondolásával lehetne megvalósítani. Ezzel hosszútávon is érdemes foglalkozni, de egyes megoldások minimális változtatással is alkalmazhatók lennének a jelenlegi tűzoltás-taktikai elvek mellett.

### 4.1. Alapvezeték szerelése tömlő-szállítókosárral

Hazai viszonyok között – ahol az osztó épületen belül kerül elhelyezésre – nem lenne sok értelme a sugárvezeték C tömlő-szállítókosárral megszerelni, mivel az osztó és a vízáadási hely közötti távolság minimális és legtöbbször nem haladja meg az egy tömlőhosszat sem.

Az alapvezeték megszerelését épületen belül viszont jelentősen leegyszerűsítheti a B tömlő-szállítókosár. Szűk folyosókon, kanyargós útvonalon és lépcsőfokokon a tekerestömlők szerelése lassú és hibákra hajlamos. Mivel a tömlő-szállítókosárból a tömlővezeték saját magát fekteti ki, ilyen helyzetekben lényegesen hatékonyabb szerelést tesz lehetővé. Amennyiben az alapvezeték orsótérben kerül megszerelésre, úgy a tömlő-szállítókosár lent marad és a vezeték belőle húzzák fel.



Mivel egy kosárban 2db 20 m-es B tömlő fér el, egy kétfős részleg négy kosárral felszerelve akár egy 160 m hosszú alapvezeték is képes megszerelni. Legtöbb esetben erre a hosszra épületen belül viszont nincsen szükség, így ilyenkor elég, ha a két tűzoltó csak egy-egy tömlőszállítókosarat visz magával, így elkerülve a túlterhelést és szabadon tartva az egyik kezét.

#### **4.2. Osztó- és tömlőfelhúzás kötélzsákban tárolt sugárcső kötéllel**

Magasba szerelés során a kötélzsákot alkalmazva nincsen szükség a felhúzási hossz előkészítésére, a zsákot ledobva a saját súlya miatt ki fog bújni a köté. Miután a lefejlett köté hossz a zsák karabineréhez szorító nyolcassal [20] rögzítve lett, a tömlővezetékeket és az osztót a régi szerelési szabályzatnak megfelelően meg lehet kötni úgy, hogy a zsák karabinerét köté lőrső füléhez hasonlóan használjuk Alternatíván a tömlővezetéket egy szorító nyolcas kötésével is fel lehet húzni úgy, hogy a zsák és a köté maradéka lent marad.

#### ***A javasolt módszerek gyakorlati kísérletei***

A tárgyalt szerelési módszerek gyakorlati kísérleteire a II. Kerületi Hivatásos Tűzoltóparancsnokság laktanyájában került sor egy diplomamunka keretében [21]. A szerelési kísérletek az épület egyszerű felépítése miatt nem annak a valódi kialakításának megfelelően történtek, hanem elképzelt, a valósi káresetetek nehézségeinek megfelelő helyzeteket szimuláltunk. A hagyományos szerelési eljárásokat az alternatív szerelési megoldásokkal háromszor hasonlítottuk össze, ami bár nem elegendő a teljes körű vizsgálathoz, de a lehetőségekről megfelelő képet ad.

#### **4.3. Alapvezeték szerelése tömlő-szállítókosárral**

Az alapvezeték megszerelése egy körülbelül 35 m-es útvonalon sok irányváltoztatással, szűk folyosókon és részben lépcsőn került sor. A szerelés során 2db 20 m-es B tömlő került alkalmazásra, amelynek túllógó hosszát szakszerűen öblökben kellett elrendezni. A szerelést két fő végezte, a hagyományos módszer során mindketten egy-egy tekercstömlőt szereltek meg, míg a



tömlős-szállítókosaras módszernél egy vitte a kosarat, míg a másik segített a vezeték elrendezésében. Mind a tömlő-szállítókosaras, mind a hagyományos tekerestömlős módszer során nagy gondot fordítottunk a tömlővezeték megfelelő vonalvezetésére, hogy az nyomás alá helyezve ne törjön és csavarodjon meg. Az időmérés a szerelési parancs kiadásával indult és az utolsó kapocs az osztó feltételezett helyére való érkezéséig tartott, amennyiben a tömlővezeték szakszerűen lett kifektetve.

	Tekerestömlős szerelés ideje	Tömlő-szállítókosaras szerelés ideje
1. kísérlet	48 mp.	29 mp.
2. kísérlet	40 mp.	26 mp.
3. kísérlet	46 mp.	21 mp.
Átlag	44,7 mp.	25,3 mp.

1. táblázat: tömlő-szállítókosaras szerelés időeredményei

A jelentős, átlagban 43,4%-os időnyereség mellett a tömlő-szállítókosaras módszer jóval megbízhatóbbnak bizonyult, ugyanis a tekerestömlők alkalmazásánál szűk és kanyargós folyosókon problémás a szakszerű gurítás és fektetés, valamint a nem teljesen kigurult tömlők hajlamosak az elakadásra és csavarodásra.

Az időkülönbség részben azért is jelentős, mert a tömlő-szállítókosaras szerelés során elmaradt a kapcsolás. A teljes értékű vizsgálatot egy 80m-es alapvezetékkel is érdemes lenne végrehajtani, de erre a második kosár hiányában nem volt mód.



## 4.4. Tömlőfelhúzás kötélzsákkal

A kötélzsákos tömlőfelhúzást az új szerelési szabályzatnak megfelelő módszerrel, a sugárcső kötél zárkapcsos végének leengedésével vetettük össze. A felhúzást a lépcsőház második emeletén lévő 1-es végzi, aki az óra indítására lekapcsolja a mászóövről a sugárcső kötelet és előkészíti a felhúzáshoz. Az óra akkor állt meg, amikor a lépcsőház aljában lévő 2-s megkötötte a tömlővezeték felhúzáshoz és kiadta a „kötél kész!” vezényszót. A hagyományos szerelés a szerelési szabályzatnak megfelelően történik. A kötélzsákos módszer során a zsák ledobása után a 2-es a kötélt öblén egy szorító nyolcast köt, melyet a zsákon elhelyezett karabinerbe köt. Ezt követően a karabineren keresztül - a régi szerelési szabályzatnak megfelelően - öblöt képez, amibe befűzi a tömlővezeték kapcsát, majd kiadja „kötél kész!” vezényszót.

	Hagyományos tömlőfelhúzás ideje	Kötélzsákos tömlőfelhúzás ideje
1. kísérlet	35 mp.	25 mp.
2. kísérlet	40 mp.	21 mp.
3. kísérlet	38 mp.	16 mp.
Átlag	37,7 mp.	20,7 mp.

2. táblázat: Kötélzsákos tömlőfelhúzás időeredményei

Az időmegtakarítás itt is jelentős, 45%. Ráadásul a szerelési szabályzat szerinti megoldás itt sem bizonyult megbízhatónak, ugyanis az orsó nincsen kikötve a leeresztést végző tűzoltóhoz, így akár le is ejtheti azt, valamint a folyamatos leeresztés során a kötélt himbálása miatt előfordulhat, hogy a zárkapocs egy köztes szintre lesz beeresztve.





## 5. ÖSSZEGZÉS ÉS JAVASLATOK

A kísérletekkel bizonyított hatékonyság mellett a cikkben bemutatott felszerelések számos más kedvező tulajdonsággal is rendelkeznek, ezért célszerű lenne megvizsgálni azok beépítési lehetőségeit a magyar szabályozókba.

Az alapvezeték szereléséhez tömlőkosarak beszerzése nagyobb összeg befektetését igényli. Német beszállítóktól a B méretű kosár ára 25-30000 Ft-ért kapható, amelyből 2-3 db-ot lenne érdemes málházni fecskendőként, de ezek rögzítéséhez szükséges a málház megfelelő átalakítása, amely szintén komolyabb befektetést igényelne.

A kötélszakos felhúzás vizsgálatánál használt külföldről beszerzett kötélszak kb. 5000 Ft-ba került, de hazai, nagyobb darabszámú gyártás esetén ez jelentősen olcsóbb lehet. A jóval előnyösebb tulajdonságú magköpenyes 30 m-es kötélen kb. 12000, két jó minőségű karabiner kb. 5000 Ft-ba kerül. Nagyobb tételek esetén jelentős kedvezményre lehet számítani. Fecskendőnként két szett javasolt.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] [http://www.innenangriff.com/wp-content/uploads/2012/09/IMG\\_0367-1024x764.jpg](http://www.innenangriff.com/wp-content/uploads/2012/09/IMG_0367-1024x764.jpg)  
]2018.07.28]
- [2] Hamilton: Handbuch für den Feuerwehrmann; Richard Boorberg Verlag GmbH & Co KG, 1951; 20. kiadás 2004; ISBN 3-415-03176-4; K 106
- [3] Hamilton: Handbuch für den Feuerwehrmann; Richard Boorberg Verlag GmbH & Co KG, 1951; 20. kiadás 2004; ISBN 3-415-03176-4; K 107
- [4] Feuerwehr-Dienstvorschrift 1 – Grundtätigkeiten - Lösch- und Hilfeleistungseinsatz; Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2007; 4.1



- [5] 7-2-GO Methode, Innenangriff.com;  
[http://s668ed751414e8a0f.jimcontent.com/download/version/1382027561/module/5821311362/name/7-2-GO\\_Innenangriff\\_V1.2.pdf](http://s668ed751414e8a0f.jimcontent.com/download/version/1382027561/module/5821311362/name/7-2-GO_Innenangriff_V1.2.pdf) [2018.07.28.]
- [6] [[http://www.innenangriff.com/wp-content/uploads/2012/09/IMG\\_0455-164x220.jpg](http://www.innenangriff.com/wp-content/uploads/2012/09/IMG_0455-164x220.jpg)]  
[2018.07.28.]
- [7] Feuerwehr-Dienstvorschrift 1/1 Grundtätigkeiten - Löscheinsatz und Rettung; Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV), 1994; 5.1
- [8] Schlauchtragekorb, Wikipedia.de; <https://de.wikipedia.org/wiki/Schlauchtragekorb>  
[2018.07.28.]
- [9] Feuerwehr-Dienstvorschrift 3 - Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz; Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2008; 5.2.1
- [10] Erdély Ernő: Tűzrendészet I. – A tűzoltóságok szervezése, felszerelése, szolgálata, ügykezelése; Magyar Országos Tűzoltó-Szövetség 1930; 34. o.
- [11] Geoffrey Budworth, Richard Hopkins: Csomók, hurkok, kötések; Gabó könyvkiadó 2008, ISBN 978 963 689 180 0; 25.-26. o.
- [12] <https://www.climbclean.com.br/produtos/Corda%20est%C3%A1tica%20Gleistein%203.jpg>  
[2018.07.28.]
- [13] 8mm Cord, mytendon.com.; <http://www.mytendon.com/accessory-cords-8mm>  
[2018.07.28.]
- [14] Locking Carabiner Buying Advice For Climbing: 6 Things to Look For, Outdoorgearlab.com; <http://www.outdoorgearlab.com/Locking-Carabiner-Reviews/buying-advice>  
[2018.07.28.]
- [15] [https://cdn7.bigcommerce.com/s-97767/images/stencil/1280x1280/products/3117/2630/300221\\_C\\_9\\_10\\_\\_04030.1402430856.jpg?c=2](https://cdn7.bigcommerce.com/s-97767/images/stencil/1280x1280/products/3117/2630/300221_C_9_10__04030.1402430856.jpg?c=2) [2018.07.28.]



- [16] Feuerwehr-Dienstvorschrift 1 – Grundtätigkeiten - Lösch- und Hilfeleistungseinsatz; Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, 2007; 16.4
- [17] [https://cdn.shopify.com/s/files/1/1871/8187/products/Drop\\_Bags\\_large.jpg?v=1493605022](https://cdn.shopify.com/s/files/1/1871/8187/products/Drop_Bags_large.jpg?v=1493605022) jpg [2018.07.28.]
- [18] Glenn Corbett: Fire Engineering's Handbook for Firefighter I and II; Fire Engineering Books 2009; ISBN 1593701357; 155. o.
- [19] Search Rope Basics, Fireengineering.com;  
<http://www.fireengineering.com/articles/print/volume-153/issue-1/features/features/search-rope-basics.html> [2018.07.28.] [20] Geoffrey Budworth, Richard Hopkins: Csomók, hurkok, kötések; Gabó könyvkiadó 2008, ISBN 978 963 689 180 0; 105. o.
- [21] Tomka Péter: A tűzoltó gépjárműfecskendők szakfelszereléseinek elemei, alkalmazásuknak módszerei és hatékonyságának javítása a különböző katasztrófák kárterületein, 2013 – Diplomamunka, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi mérnök szak; 55. oldal

**Tomka Péter** beosztott tűzoltó

Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Budapest

doktorandusz hallgató

Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola

Email: [peter.tomka@katved.gov.hu](mailto:peter.tomka@katved.gov.hu)

ORCID: 0000-0003-1420-7232



**Petrétei Dávid**

## **TÖMEGSZERENCSETLENSÉGEK ÁLDOZATAINAK AZONOSÍTÁSA DÉLKELET-ÁZSIÁBAN**

### **Absztrakt**

Ez a tanulmány a tömegszerencsétlenségek áldozatainak azonosítására létrehozott rendészeti és orvosszakértői szervezetekről, az úgynevezett DVI egységekről szól, a délkelet-ázsiai államokban. A DVI az Interpol egyik állandó bizottsága, ami módszertani útmutatóval segíti a tagállamok áldozatazonosítási tevékenységét, illetve tömegszerencsétlenség esetén összehangolja az áldozatazonosításra vonatkozó nemzeti erőfeszítéseket. Az írásban bemutatásra kerül Indonézia, Malajzia, Thaiföld, Dél-Korea, Szingapúr és Hongkong, ahol az Interpol standardoknak megfelelő DVI egységek működnek. Továbbá India és Japán, ahol ilyen egységek jelenleg nincsenek.

**Kulcsszavak:** DVI, Interpol, tömegszerencsétlenség, áldozat, azonosítás, Délkelet-Ázsia, India, Indonézia, Kína, Japán, Hongkong, Korea, Malajzia, Thaiföld

## **DISASTER VICTIM IDENTIFICATION IN SOUTH-EAST ASIA**

### **Abstract**

This paper is on the disaster victim identification teams, so called DVI Units, law enforcement and forensic medicine based units, in the South-East Asian region. DVI is one standing committee of the Interpol; it issues DVI Guide to help member countries and in case of mass disaster it coordinates the victim identification efforts of the participating countries. In this article the existing DVI Units will be shown in Indonesia, Malaysia, Thailand, South-Korea, Singapore, Hong Kong. There is no unit what fit the Interpol standards in Japan and India.



**Keywords:** DVI, Interpol, disaster, victim, identification, South-East Asia, India, Indonesia, China, Japan, Hong Kong, Korea, Malaysia, Thailand

## DISASTER VICTIM IDENTIFICATION

A Disaster Victim Identification (továbbiakban: DVI) a tömegszerencsétlenségek áldozatainak azonosítása, a modern kriminalisztika (avagy rendészettudomány) komplex, elkülönült interdiszciplináris szakterülete.

Tömegszerencsétlenségen a DVI vonatkozásában azt a mennyiségű egyidejű halálesetet értjük, aminek kezelése, jogszerű feldolgozása meghaladja a helyben és pillanatnyilag rendelkezésre álló lehetőségeket.

A DVI 1980 óta az Interpol állandó bizottsága, ami a 190 tagállam részére ajánlásokat fogalmaz meg és segítséget nyújt a tömegszerencsétlenségek áldozatainak azonosításához. 2016 óta az állandó bizottság munkacsoportként (WG) működik, de a tevékenységét ez érdeemben nem érinti.

Az Interpol DVI alapvető filozófiája: interdiszciplináris megközelítés, szabványosított eljárások, előkészület a szervezés és képzés vonatkozásában, illetve a kegyeleti és emberiességi szempontok tiszteletben tartása.

Az Interpol a DVI tevékenység egységét kézikönyvvel (DVI Guide<sup>1</sup>) illetve egységes formanyomtatványok rendelkezésre bocsátásával segíti. Az Interpol DVI Guide jelenleg az egyetlen nemzetközileg elismert módszertani útmutató a tömegszerencsétlenségek áldozatainak azonosításában.<sup>2</sup>

Az Interpol DVI protokoll része a helyszíni szemle, a bonctermi nyomozás (PM eljárás), az eltűntek adatainak begyűjtése és a hozzátartozókkal való kapcsolattartás (AM eljárás), az AM

<sup>1</sup> DVI Guide (2013) <https://www.interpol.int/Media/Files/INTERPOL-Expertise/DVI/DVI-Guide-new-version-2013> (2017.12.22.)

<sup>2</sup> Lay See Khoo – Sarah Aziz – Mohd Shah Mahmood: Beyond DVI: Future identification, research and archiving; Forensic Science and Criminology, 2016. 1., doi: 10.15761/FSC.1000101, 1-5.



és PM adatok összevetése, végül az azonosítás. Az azonosság a három úgynevezett elsődleges azonosítón (daktiloszkópia, DNS, fogazat) és másodlagos azonosítókon (orvosi adatok, személyleírás, ruházat és személyes tárgyak) alapulhat.

Az Interpol DVI jelentőségét az adja, hogy bármely állam DVI-egységei segítséget tudnak nyújtani egymásnak, hiszen „ugyanazt a nyelvet beszéljük”, ugyanazokat a protokollokat követik, egységes formanyomtatványra dolgoznak stb. A katasztrófában elhunytak családtagjai adott esetben otthon, egy másik országban vannak, az egészségügyi és egyéb adatok úgyszintén. Nem a szerencsétlenséggel érintett állam DVI-egységei mennek külföldre lefolytatni az úgynevezett ante mortem adatgyűjtést, hanem azt a helyi DVI egység végzi el, és a kész anyagot küldi meg.

## 1. INDONÉZIA

Indonézia a Föld legnagyobb szigetvilága: több mint tizennyolcezer sziget alkotja, amiből hatezernél is többen élnek emberek. A világ negyedik legnépesebb állama, kettőszázhatvanmilliónál is többen élnek itt, majdnem kilencven százalékuk muszlim, bár a muzulmánok egy jelentős része nem követi szorosan a vallást, egy másik részük pedig az Abangan, egy a hinduizmussal keveredett ágazat követői.

Indonézia három főbb kőzetlemez határán fekszik, így a földrengések, a cunamik, a vulkán- és a forró iszapvulkán kitörések is gyakoriak. A monszun éghajlat hatalmas esőzései árvizeket illetve óriási földcsuszamlásokat, sárlavinákat okozhatnak, évente lecsapnak az országra a tájfunok. 2017-ben 378-an haltak meg vagy tűntek el természeti katasztrófák következtében, 180 fő árvíz, 163 fő földcsuszamlás, 5 fő földrengés, 30 fő pedig viharok miatt.<sup>3</sup>

Mindezek mellett gyakoriak a hajószerencsétlenségek, a repülőgép-balesetek, a vasúti és közúti balesetek, a tüzesetek és az épületek összeomlása is. A hírhedt 2002-es, 202 halálos

---

<sup>3</sup> <http://bnpb.cloud/dibi/tabel1a>



áldozatot követelő, Balin történt pokolgépes merénylet óta is volt számos terrortámadás, gyakran időben rendkívül közel egyszerre több helyszínen végrehajtott robbantásos merénylet.

Indonéziában a központi katasztrófavédelmi szerv (BNPB) közvetlenül az elnök alá tartozik, ahogy a Nemzeti Rendőrség (POLRI) is; ez utóbbi 1999-ben vált ki a hadseregből. (Indonéziában számos rendészeti szerv működik még, ezek közül kiemelendők a „helyhatósági rendőrségek”, „Satpol PP”, akiknek azonban nincs nyomozati jogkörük). Mind a katasztrófavédelem, mind az indonéz DVI meglehetősen fejlett és óriási gyakorlattal rendelkezik – ez a számtalan bevetés miatt érthető is. Ezen kívül megjegyzésre érdemes, hogy a hatalmas országban huszonhat fogorvosi kar található.

Az indonéz DVI-t 1999-ben kezdte kifejleszteni az indonéz Egészségügyi Minisztérium és a Nemzeti Rendőrség. A DVI Nemzeti Központ („Tim DVI Nasionl”) alárendeltségében négy területi egység működik jelenleg. A nyugati egyes Medanban, a nyugati kettős Jakartában, a középső Surabayában, és a keleti Makassarban. A tényleges azonosítási tevékenységet a négy regionális egység végzi, a Nemzeti Központ szerepe csak a koordináció.

Az azonosítási tevékenység során nehézséget jelenthet, hogy az indonézek jelentős része nem rendelkezik fogászati előzményi adatokkal, az ujjnyomatuk a vezetői engedélyben szerepel ugyan, de nem mindenki rendelkezik vezetői engedéllyel, a DNS-eljárás pedig költséges. Indonéziában az azonosításhoz egy elsődleges azonosító (ujjnyomat, fogazat, DNS) vagy kettő másodlagos azonosító (orvosi előzményi adat, személyes tárgy) szükséges, illetve az AM és PM adatok összehasonlítása. <sup>4</sup>

2004. december 26-án délelőtt az indiai-óceáni földrengést követően hatalmas szökőár csapott le Indonéziára is, meghozta Aceh tartományra. E tartomány Indonézia északnyugati csücskében helyezkedik el, a középkor óta „Mekka Előszobája”, így itt igen erős az iszlám. A tartomány szakadárjai folyamatosan harcoltak az indonéz központi kormányzat ellen, a leghevesebb harcok 2003 tavaszán dúltak. <sup>5</sup> A szakadár törekvések eredményeképpen a tartomány különleges közigazgatási egységként működik, széleskörű önállóságot élvez a vallás, a kultúra, az oktatás és a helyi törvénykezés területén. Aceh tartományban 2002 óta a

<sup>4</sup> SAHELANGI – NOVITA (2012)

<sup>5</sup> HVG (2003)



saríja, az iszlám jog van érvényben (bár halálbüntetést nem szabhatnak ki, a lehetséges büntetési nemek a szabadságvesztés, a pénzbírság és a botozás.) 2004. december 26-án a tartomány teljes gazdasága és közigazgatása szó szerint percek alatt megsemmisült, és mintegy százhatvanötezer ember halt meg, csak a székvárosban az összlakosság fele. Elpusztult a járműpark, az üzemanyag-készletek, az élelmiszer, ivóvíz, a gyógyszerek, a kórházak.

A központi kormány által odaküldött katasztrófaelhárító és DVI egységeknek nem csak a szakadárookra kellett ügyelniük, hanem a lakosság vallási meggyőződésére is. A vallási előírásoknak megfelelően ugyanis a holttesteket szigorúan meghatározott szertartások után, huszonnégy órával a halált követően el kell temetni. Ráadásul a temetetlen holttestek tömege miatt a lakosság rettegni kezdett a fertőzésektől. Tekintve, hogy nem álltak rendelkezésre hűtők (nagyraest elpusztultak, illetve nem volt áram sem), ideiglenes tömegsírokba kellett temetni a holttesteket. Öt nappal a szökőár után a MUI (Majelis Ulama Indonesia, muszlim vallási vezetők tanácsa) fatvát, vallási döntést bocsátott ki a kérdésben. Lehetővé tette a rendkívüli körülményekre tekintettel, hogy a testeket tömegsírba, szertartásos mosdatás nélkül, halotti lepel nélkül, saját ruhájukba csavarva temessék. Lehetővé tette, hogy férfiak és nők, muszlimok és nem muszlimok közös sírba kerüljenek. A halotti ima elmondható a temetés után is. A holttesteket arccal nyugat, Mekka és a Kába-kő felé kellett temetni. Az első három hétben nyolcvanhétezer testet temettek tömegsírokba, összességében a holttestek felkutatása 2005 márciusának végéig zajlott.

Indonézia jelentős külföldi segítséget kapott a mentés és az egészségügyi ellátás terén a szökőár után, de semmilyen segítség nem érkezett a DVI terén. Ennek ellenére mintegy százharmincezer holttest azonosítását elvégezték, nagy többségében másodlagos azonosítók alapján (az elsődleges azonosítókkal AM adatok nagyraest beszerezhetetlenek voltak a kialakult helyzet miatt), harmincötezer ember eltűntként maradt.

Indonéziában az iszlám mellett néha a hindu vallás is megnehezíti az áldozatazonosító tevékenységet. A Balin történt robbantásos merényleteket követően a hindu vallású családtagok megtagadták az összehasonlító DNS-minta adását, mivel a rituális égetést és a





maradványok tengerbe szórását elvégezték (ez a Ngaben<sup>6</sup>), és így részükről befejezettek nyilvánították az eljárást.<sup>7</sup>

## 2. SZINGAPÚR

Szingapúr csaknem hatmilliós lakosságú, apró területű, gazdag városállam Malajzia déli csücskénél. Lakossága háromnegyedét kínaiak, csaknem 15%-át malájok, majdnem 10%-át indiaiak, néhány százalékát arabok és európaiak alkotják. A városállam nagy része a fő szigeten terül el, ami körül hatvan kisebb sziget is található. Angol gyarmatként indult fejlődésnek, majd csatlakozott Malajziához, ahonnan 1965-ben kivált, azóta önálló államként létezik.

Szingapúr rendelkezik DVI egységekkel, ami a rendőrség (SPF, Singapore Police Force), a kormányzati egészségügyi hatóság (HSA, Health Science Authority) és a szingapúri hadsereg (SAF, Singapore Armed Forces) egészségügyi alakulatainak tagjaiból áll. Ezeket az egységeket telepíti is, a szökőárat követően Thaiföldre,<sup>8</sup> az AirAsia Flight 8501 2014 decemberében bekövetkezett szerencsétlenségét követően pedig Indonéziába<sup>9</sup>, a 2015-ös földrengést követően Nepálba<sup>10</sup> (érdekesség: a szingapúri rendőrségnél létezik a GC, Gurkha Contingent, nepáli gurkhákból álló csapatokból álló egység). A 2011. február 22-én az új-zélandi Christchurch városban pusztító, 185 halálos áldozatot követelő földrengést követően Új-Zélandon is bevetették a szingapúri DVI csapatot.

A DVI csapat felépítése általában úgy néz ki, hogy a személyzet nagy részét a rendőrség biztosítja, az orvos- és fogorvos-szakértőket kivéve, akiket a HSA vagy a hadsereg egészségügyi alakulata. A szállítást általában ugyancsak a hadsereg repülőgépei végzik. A kiutazó csapatok létszáma általában nyolc-kilenc fő.

---

<sup>6</sup> HAYS (2015)

<sup>7</sup> SAHELANGI – NOVITA (2012)

<sup>8</sup> LAU et al. (2005)

<sup>9</sup> HSA Release (2015)

<sup>10</sup> CrimeWatch (2015)



Továbbá Szingapúrban működik az IGCI, az Interpol egyik központi létesítménye. 2015 óta páratlan években itt rendezik meg az Interpol DVI közgyűléseket.

### 3. MALAJZIA

Malajzia területe mintegy három és félszer, lakossága háromszor nagyobb Magyarországnál. A lakók fele maláj, csaknem egynegyedük kínai, egytizedük proto-maláj, jelentős még az indiai (tamil) kisebbség, akiket a gyarmatosító britek telepítettek be vasútépítések céljából. A hivatalos nyelv a maláj, de szinte mindenki beszél angolul (ami az általános közvetítő nyelv); a lakosság többsége szunnita muszlim.

Malajzia 1957-ben tett szert függetlenségre a Brit Nemzetközösségen belül. Ekkor kezdett átalakulni mezőgazdasági országból modern ipari országgá.

1993. december 11-én a „Highland Towers” három, egyenként tizenkét emeletes luxus lakótömbje közül az egyik a folyamatos esőzések hatására összeomlott. Nyolc nap kutatási-mentési művelet után negyvennyolc halálos áldozatot találtak. Ez vezetett a maláj katasztrófa-elhárítási rendszer reformjához, 1995-ben a SMART (Special Malaysia Disaster Assistant and Rescue Team) megalapításához.<sup>11</sup>

Malajziában működik DVI egység is, ami az Interpol-standardoknak megfelelő áldozatazonosítást végzi, akár külföldön is. Az AirAsia Flight 8501 említett szerencsétlenségét követően segítséget nyújtottak Indonéziának,<sup>12</sup> az MH17 ukrainai lelövését követően pedig Hollandiában együttműködtek a holland DVI-egységgel.<sup>13</sup> Ugyanakkor még ezekkel egy időben is gondot okozott a DVI egység kormányzati szervek közti széttagoltsága és az ebből fakadó bürokratikus nehézségek.<sup>14</sup>

<sup>11</sup> <http://www.myhealth.gov.my/en/development-disaster-management-disaster-victim-identification-dvi-malaysia/>

<sup>12</sup> <https://www.thestar.com.my/news/nation/2015/01/07/malaysian-police-send-dvi-team/>

<sup>13</sup> <https://www.nst.com.my/news/2015/09/mh17-malaysian-dvi-team-par-others-world>

<sup>14</sup> <https://www.nst.com.my/news/2015/09/local-dvi-team-much-needed>



## 4. INDIA

A szubkontinentális méretű államszövetség a világ negyedik legnagyobb területű és második legnépesebb állama, ahol egyszerre van jelen a szédületes gazdasági fejlődés és az elképesztő nyomor.

Indiában jelen pillanatban (2018 első félév vége) nincs külön DVI egység, ennek létrehozását jelenleg tervezik. Az AIIMS (All India Institute of Medical Sciences, Össz-Indiai Orvostudományi Intézet) és az NDMA (National Disaster Management Authority, az indiai nemzeti katasztrófa-kezelési hatóság) közösen kezdte meg az DVI egység összeállítását, ami – a tervek szerint – az NDMA alá tartozik majd.<sup>15</sup>

További nehézség, illetve kihívás, hogy 1993-ban kezdtek el a hatóságok valós erőfeszítéseket tenni az indiai lakosság azonosítására, 2003-ban vezették be az egységes személyazonosító igazolványt.<sup>16</sup> 2018-ban ugyanakkor megkezdték az úgynevezett „Aadhaar” kiépítését – ez egy tizenkét számjegyből álló egyedi kód, kvázi személyi szám minden indiainak, az ezt tartalmazó kártya továbbá tárolja a polgár tíz ujjának nyomatát, két szivárványhártyájának rajzát illetve arcképét.<sup>17</sup>

A külön DVI egység hiánya ellenére India kénytelen szembesülni halálos tömegszerencsétlenségekkel, és ezekben az esetekben igyekszik az Interpol standardoknak megfelelő áldozatazonosító tevékenységet végezni.

2013 júniusában Uttarkhand szövetségi államban különösen erős és hosszú felhőszakadás tombolt, ami villámárvizekhez vezetett, majd a feltorlódnó törmelék hatására folyók és tavak léptek ki a medrükből, és még földcsuszamlások is előfordultak. A hidak és utak megsemmisülése százezernél több hindu és szikh zarándokot ejtett csapdába. Az áradások és földcsuszamlások végül ötezer hétszáznál több halálos áldozatot követeltek. Önmagában a testek felkutatása és összegyűjtése is hónapokat vett igénybe. A DNS-vizsgálat rendkívül

<sup>15</sup> <https://www.indiatoday.in/mail-today/story/aiims-might-get-dedicated-forensic-team-to-identify-disaster-victims-1198561-2018-03-27#close-overlay>

<sup>16</sup> PURI – KHAJURIA (2015)

<sup>17</sup> UIAI (2018)



lassan haladt, megfelelő kapacitás hiányában, illetve mert az egyes különálló csontokat ugyanúgy tekintették, mint az ismeretlen holttesteket.<sup>18</sup>

## 5. JAPÁN

Japán műszakilag rendkívül fejlett, gazdag ország, a világ egyetlen császársága. Kifejezetten DVI egységgel azonban nem rendelkezik, és nem követi az Interpol protokollokat.

2011. március 11-én helyi idő szerint délelőtt a Richter-skála szerinti 9,1-es erejű földrengés rázta meg Japánt,<sup>19</sup> ami az ország történetében a legnagyobb, a mérések megkezdése óta a világon a negyedik legnagyobb földrengés volt. A nyomában hatalmas szökőár támadt, és a fukusimai atomerőmű súlyos üzemzavarára is sor került. A katasztrófában tizenötezernél többen haltak meg, kétezernél több embert ma is eltűntként tartanak számon.

A szerencsétlenséget követően a DVI eljárás semmiben nem felelt meg az Interpol standardoknak. A tevékenységet a JSLM (Japanese Society of Legal Medicine, japán igazságügyi orvostani társaság) irányította.

Az áldozatok nagy részét „ránézésre” azonosították, azóta (2018 májusáig) húsz igazolt téves azonosításra is fény derült.<sup>20</sup> Előfordult, hogy tömegével hamvasztották el az ismeretlen holttesteket, és a hamuból kiszedegetett, el nem égett protézisek és implantátumok alapján azonosították az áldozatokat.<sup>21</sup> A DVI tevékenységre vonatkozó nemzetközi segítséget, nyelvi korlátokra hivatkozva, Japán visszautasította.<sup>22</sup>

Japánban 2012 óta létezik normatív háttér a tömegszerencsétlenségek áldozatainak azonosítására, éppen a 2011-es természeti katasztrófára tekintettel, azonban ezek a normák sem követik a DVI protokollt.

---

<sup>18</sup> ISHWER et al. (2014)

<sup>19</sup> USGS (2011)

<sup>20</sup> IINO – AOK (2016)

<sup>21</sup> NUMATA et al. (2017)

<sup>22</sup> KUBO (é. n.)



## 6. HONGKONG

Hongkong, az „Illatos Kikötő”, volt angol gyarmat, ami 1997 óta a Kínai Népköztársaság különleges közigazgatási területe, saját valutával és kapitalista gazdasággal, saját oktatással és szociális rendszerrel, saját (a kínaiakra is vonatkozó!) bevándorlási és állampolgársági szabályokkal. Budapest területénél jó kétszer nagyobb, lakossága megközelíti a hét és fél milliót.

Hongkong 1975 óta rendelkezik áldozatazonosító egységgel, ez a DVIU (DVI Unit), a hongkongi rendőrség egyik egysége; napjainkban mintegy 300 tagot számlál. A róluk szóló cikk<sup>23</sup> kiemeli, hogy az áldozatazonosítási munka lelkileg rendkívül megterhelő, de az állomány nem csak nyugodtan képes dolgozni, hanem még a gyászoló családoknak is képesek támaszt nyújtani. Mottójuk: „A holtakat tisztelni, a családjukkal törődni, szakszerűen eljárni, a közösséget szolgálni!” Az egységet az elmúlt évtizedben többször is kitüntették a munkájuk minősége illetve a kiképzésük újszerű megoldásaira tekintettel.<sup>24</sup>

Hongkong önállóan vesz részt az Interpol DVI ülésein.

## 7. KÍNA

Kutatásaink során a kínai áldozatazonosításról gyakorlatilag semmilyen információt nem sikerült beszereznünk. Az Interpol DVI ülésein általában jelen van néhány kínai küldött, a névsor szerint a kínai Belbiztonsági Minisztériumból. Közvetlenül tőlük sem sikerült érdemi információt megtudni az áldozatazonosítás szervezeti kérdéseiről; szűkszavúan annyit válaszoltak, hogy mind a daktiloszkópiát, mind a DNS-t felhasználják áldozatazonosítási célból.

<sup>23</sup> [https://www.servicexcellence.gov.hk/en/exemplary\\_services/2013/page-07.html](https://www.servicexcellence.gov.hk/en/exemplary_services/2013/page-07.html)

<sup>24</sup> [https://www.police.gov.hk/ppp\\_en/07\\_police\\_college/awards.html](https://www.police.gov.hk/ppp_en/07_police_college/awards.html)



A közelmúlt tömegszerencsétlenségei közül ki kell emelni a 2008. május 12-én Szecsuánban történt földrengést, ami csaknem hetvenezer halálos áldozatot követelt. A mentési munkálatok részletesen dokumentáltak; kilencven perccel a földrengés után a helyszínre indult a kormányfő, nem sokkal később tíz komplett orvoscsoport (azaz gyakorlatilag komplett kórház) és ötvenezer katona a csengtui (Chengdu, Sichuan) katonai körzetből. Az áldozatazonosítási munkáról viszont semmilyen adatot nem találtunk.

## 8. DÉL-KOREA

Dél-Korea hazánknál alig valamivel nagyobb területű, ötvenmilliós lakosú állam, fejlett, erős gazdasággal; a lakosság kilencven százaléka városokban lakik.

Korea rendelkezik áldozatazonosító egységgel, ami eleinte az NFS (National Forensic Service) alárendeltségében működő ad hoc munkacsoport volt, az adott tömegszerencsétlenségre összeállítva. Szervezeti kereteket 2002-ben nyert, 2002. április 5-én az Air China Flight 129 járata a Gimhae nemzetközi repülőtér (Busan / Pusan, Dél-Korea) közelében a pilóta hibájából hegynek csapódott, a 166 fedélzeten tartózkodó személyből 129 főt megölve. A koreai DVI ekkor nyerte el szervezeti kereteit, KDMORT néven (Korea Disaster Operational Response Team). A Korea DVI nevet 2005-ben veszi fel, a cunami után.<sup>25</sup>

A Korea DVI összefogását az NFS végzi, a szerv számos szakértője egyben a DVI egység tagja is; rajtuk kívül azonban más közigazgatási szervek szakemberei illetve több egyetem alkalmazottai is tagok. Tevékenysége a DVI egészét lefedi a helyszíni munka szervezésétől és irányításától kezdve az ideiglenes bonctermek felállításán át az AM adatgyűjtésen keresztül egészen a holttestek kiadásáig vagy azok külföldre szállításának megszervezéséig.

A közelmúlt bevetései közül kiemelendő a SEWOL komphajó elsüllyedése 2014. április 16-án, ami háromszáznál is több áldozatot követelt (nem számítva a mentés közben elhunyt bűvárokat, illetve az áldozatok nagy részét kitevő középiskolások túlélő igazgatójának

---

<sup>25</sup> CHUNG – SEO (2015) 50



későbbi öngyilkosságát). Több eltűnt maradványait akkor tudták azonosítani, amikor három évvel a baleset után kiemelték a csaknem százötven méter hosszú hajót a tengerből, belsejéből pedig a kikötőben kimosták és átszitálták az üledéket. Néhány áldozat holttestét egyáltalán nem találták meg, valószínűleg azok a tengerben elsodródtak.

A koreai áldozatazonosító szolgálat működése során különös hangsúlyt fektetnek a szakemberek arra, hogy elmagyarázzák a közvéleménynek, miért tartanak sokáig a DVI műveletek.<sup>26</sup>

## 9. THAIFÖLD

Thaiföld hazánknál mintegy öt és félszer nagyobb területű, csaknem hetvenmilliós lakosú királyság. Rendelkezik DVI egységgel, ami a Thai Királyi Rendőrség alá tartozik. A 2004 decemberében bekövetkezett cunami idején is rendelkezett DVI egységekkel, de az elemi csapás jócskán meghaladta azt a szintet, amire a thai hatóságok fel voltak készülve. Ezért a szerencsétlenséget követő néhány napban teljes fejetlenség tombolt, köszönhetően annak, hogy a kutatásba és azonosításba rengeteg olyan szakembert és önkéntest is kénytelenek voltak bevonni, akik nem rendelkeztek nem hogy áldozatazonosítási, de még bűnügyi ismeretekkel sem. (Például az azonosító eljárásba ötszázötven fogorvost vontak be, közülük csak néhányan rendelkeztek egyáltalán bármilyen bűnügyi vagy forenzikus ismerettel.)<sup>27</sup>

A thaiföldi szökőár a DVI történetének legnagyobb művelete volt, számos kérdés újragondolására készítette az Interpol és az egyes nemzeti DVI egységeket. A tapasztalatokat százötven oldalas jelentésben foglalta össze az Interpol.<sup>28</sup>

<sup>26</sup> CHUNG – SEO (2015) 220-221

<sup>27</sup> SRIBANDITMONGKOL (2005)

<sup>28</sup> Interpol Tsunami Evaluation Working Group (2006)



## 10. EGYÉB ORSZÁGOK

Laosz a jelek szerint nem rendelkezik DVI egységekkel; a Lao Airlines QV301 járatának 2013. október 16-án bekövetkezett, 49 halálos áldozatot követelő szerencsétlensége után az Ausztrál Szövetségi Rendőrség (AFP) DVI egységei valamint a Thai Királyi Rendőrség DVI egységei végezték az áldozatazonosítási munkát.<sup>29</sup>

Észak-Korea nem tagja az Interpolnak. Mianmar, Vietnam és Mongólia Interpol-tagok ugyan, de nem (vagy legfeljebb elvétve) küldenek szakembereket a DVI ülésekre; áldozatazonosító tevékenységükről nem tudunk, szervezett DVI egységgel valószínűleg nem rendelkeznek.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

CHUNG, Nak-Eun – SEO, Joong-Seok (2015): *Waiting and Condolence. DVI Manual*. National Forensic Service. Gangwon-do, Korea.

HAYS, Jeffrey (2015): *Funerals and Death in Bali*. [http://factsanddetails.com/indonesia/Minorities\\_and\\_Regions/sub6\\_3h/entry-4025.html](http://factsanddetails.com/indonesia/Minorities_and_Regions/sub6_3h/entry-4025.html) (2018. 07. 20.)

INO, Morio – AOK, Yasuhiro (2016): The use of radiology in the Japanese tsunami DVI process. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2016/4. 20-26.

ISHWER, Tayal – MALIK, Puri Pooja – MOHAMMAD, Iqbal – MANEEL, Groover – CHANDRA, Prakash (2014): *Uttrakhand Disaster: Status of Disaster Victim Identification in India*. *Austin Journal of Forensic Science and Criminology*. 2014/1: 4. ISSN:2380-0801

---

<sup>29</sup> <https://www.theaustralian.com.au/news/nation/grim-task-of-identifying-laos-bodies/news-story/f4a66683d59d09183416cf2cd2346309?sv=23b4264726ba80a1a29195b19c2cf8f2>





LAU, Gilbert – TAN, Wai Fun – TAN, Puay Hoon (2005): *After the Indian Ocean Tsunami: Singapore's Contribution to the International Disaster Victim Identification Effort in Thailand*. Annals Academy of Medicine. 2005/5. 341-351.

NUMATA, Norio – MAKINAE, Haruka – YOSHIDA, Wataru – DAIMON, Masao – MURAKAMI, Hideki (2017): *Disaster Victim Identification using Orthopedic Implants in the 2011 East-Japan Earthquake and Tsunami*. The Tohoku Journal of Experimental Medicine. 2017, 241. 219-223.

SAHELANGI, Peter – NOVITA, Masniari (2012): *Role of Dentists in Indonesian Disaster Victim Identification Operations: Religious & Cultural Aspects*. Journal of Forensic Odontological Somatology. Vol. 30. Sup. No. 1. 60-71.

PURI, Pooja Malik – KHAJURIA, Himanshu (2015): *Disaster Victim Identification (DVI) through Dental Evidence: Overview and Challenges in Indian Scenario*. International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI) 2015/2. 54-57.

## HIVATKOZOTT HONLAPOK

HVG (2003): <http://hvg.hu/vilag/00000000004BCA03> (2018. 07. 20.)

CrimeWatch (2015)

<https://www.police.gov.sg/~media/spf/files/publications/pdf/plm/plm201505.pdf> (2018. 07. 20.)

HSA Release (2015)

[http://www.hsa.gov.sg/content/dam/HSA/News\\_and\\_Events/Press\\_Releases/2015/Media\\_Release\\_SPF\\_HSA\\_DVI%20TEAM%20RETURNS.pdf](http://www.hsa.gov.sg/content/dam/HSA/News_and_Events/Press_Releases/2015/Media_Release_SPF_HSA_DVI%20TEAM%20RETURNS.pdf) (2018. 07. 20.)

<https://www.thestar.com.my/news/nation/2015/01/07/malaysian-police-send-dvi-team/> (2018. 07. 20.)



<https://www.nst.com.my/news/2015/09/mh17-malaysian-dvi-team-par-others-world> (2018. 07. 20.)

<https://www.nst.com.my/news/2015/09/local-dvi-team-much-needed> (2018. 07. 20.)

<http://www.myhealth.gov.my/en/development-disaster-management-disaster-victim-identification-dvi-malaysia/> (2018. 07. 20.)

<https://www.indiatoday.in/mail-today/story/aiims-might-get-dedicated-forensic-team-to-identify-disaster-victims-1198561-2018-03-27#close-overlay> (2018. 07. 20.)

UIAI (2018) <https://uidai.gov.in/your-aadhaar/about-aadhaar.html> (2018. 07. 20.)

USGS (2011)

[https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/official20110311054624120\\_30#executive](https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/official20110311054624120_30#executive) (2018. 07. 20.)

KUBO (é. n.): Kubo Shin-ichi: *Postmortem Examination and Personal Identification of Victims of the Great East Japan Earthquake*. [http://www.jslm.jp/saigai/pdf/shinsai\\_19.pdf](http://www.jslm.jp/saigai/pdf/shinsai_19.pdf) (2018. 07. 20.)

[https://www.servicexcellence.gov.hk/en/exemplary\\_services/2013/page-07.html](https://www.servicexcellence.gov.hk/en/exemplary_services/2013/page-07.html) (2018. 07. 20.)

[https://www.police.gov.hk/ppp\\_en/07\\_police\\_college/awards.html](https://www.police.gov.hk/ppp_en/07_police_college/awards.html) (2018. 07. 20.)

<https://www.theaustralian.com.au/news/nation/grim-task-of-identifying-laos-bodies/news-story/f4a66683d59d09183416cf2cd2346309?sv=23b4264726ba80a1a29195b19c2cf8f2> (2018. 07. 20.)

SRIBANDITMONGKOL (2005)

[http://www.who.int/hac/events/tsunamiconf/presentations/2\\_16\\_forensic\\_pongruk\\_doc.pdf](http://www.who.int/hac/events/tsunamiconf/presentations/2_16_forensic_pongruk_doc.pdf) (2018. 07. 20.)



Interpol Tsunami Evaluation Working Group (2006):

<https://www.interpol.int/Media/Files/INTERPOL-Expertise/DVI/INTERPOL-Tsunami-Evaluation-Working-Group> (2018. 09. 20.)



Thaiföldi cunami, 2004 decembere

kép forrása: <https://cdn1.stuttgarter-nachrichten.de/media.media.71d688a9-1b8b-4923-8684-f38ed2dae5a7.original1024.jpg>



Bali, pokolgépes merénylet, 2002 októbere

kép forrása:

[http://news.bbcimg.co.uk/media/images/45138000/jpg/\\_45138850\\_bombsite466getty.jpg](http://news.bbcimg.co.uk/media/images/45138000/jpg/_45138850_bombsite466getty.jpg)



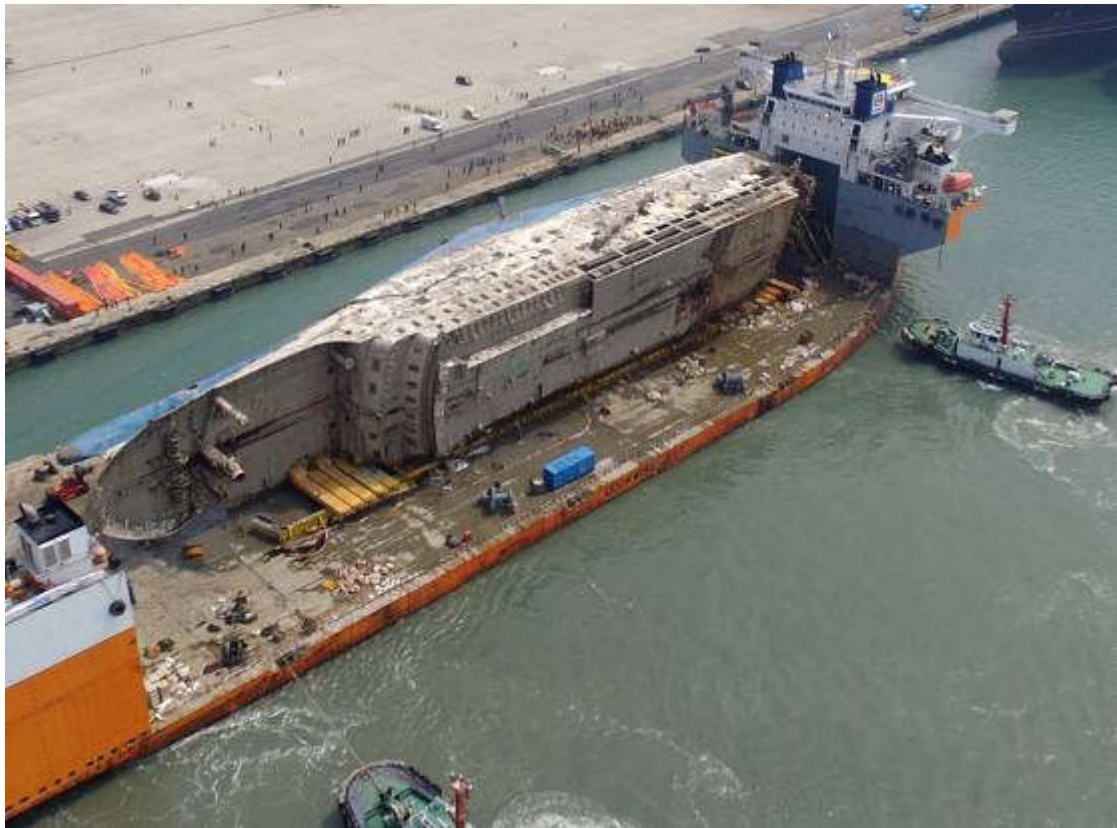
Japán földrengés és cunami, 2011 márciusa

kép forrása: <https://s-i.huffpost.com/gen/4085822/thumbs/o-TSUNAMI-900.jpg>



Indonéz DVI egység munka közben

kép forrása: [https://indonesiahealth.files.wordpress.com/2010/11/r130159\\_430230.jpg](https://indonesiahealth.files.wordpress.com/2010/11/r130159_430230.jpg)



A SEWOL komp roncsa, Dél-Korea (a roncs 147 méter hosszú!)

kép forrása: [http://www.koreatimes.co.kr/upload/newsV2/images/740av\(4\).jpg](http://www.koreatimes.co.kr/upload/newsV2/images/740av(4).jpg)

**Petrétei Dávid** r. százados, tanársegéd

Nemzeti Közszolgálati Egyetem

Rendészettudományi Kar, Kriminálisztikai Intézet

[petreteid@freemail.hu](mailto:petreteid@freemail.hu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6179-8659>



**Petretci, David**

pol. capt., assistant professor

National University of Public Service

Faculty of Law Enforcement, Institute of Criminalistics

petreteid@freemail.hu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6179-8659>





**Győző-Molnár Árpád**

## **A VÉDELMI IGAZGATÁS HELYI SZINTJÉNEK MŰKÖDÉSE, EGY TÖRZSVEZETÉSI GYAKORLAT TAPASZTALATAI TÜKRÉBEN**

### **Absztrakt**

A védelmi igazgatási rendszer alkalmazására és gyakoroltatására az elmúlt években folyamatosan találunk példákat. Azonban a bekövetkezett események jellegéből fakadóan, illetve a végrehajtott gyakorlatok között is csak kevés olyan lelhető fel, amikor a helyi illetve a települési szintű elem működik. Erre tekintettel került megszervezésre egy olyan törzsvezetési gyakorlat, amely a helyi védelmi bizottság és a települési védekezés viszonylatában vizsgálta a működést, modellezte azokat a viszonyokat, amikor a helyi védelmi bizottság és település relációja elegendő a védekezési feladatok ellátásához. A fentiek figyelembevételével végrehajtott törzsvezetési gyakorlat tapasztalatai jól használható tudást adtak a résztvevőknek és rávilágítottak több olyan körülményre, melyek javításával, a kárfelszámolási feladatok még eredményesebbé válhatnak a későbbiek során.

**Kulcsszavak:** védelmi igazgatás, helyi védelmi bizottság működése, törzsvezetési gyakorlat



## OPERATION OF THE DEFENSE MANAGEMENT SYSTEM'S LOCAL LEVEL, IN THE LIGHT OF EXPERIENCE OF A LEADERSHIP MANAGEMENT EXERCISE

### Abstract

Many examples of applying and practicing the defense management system are available in the last few years. However, due to the nature of events occurring, or among the exercises carried out in recent years only a few can be found, when local and municipal level elements were operating. Regarding this, a leadership management exercise has been organized, which examined the operation in the relation of local defense committees and the municipal protection capabilities, as well as modeled the conditions when these relations are sufficient to perform civil protection tasks. Experiences arising from the exercise – implemented to the above – were given a good knowledge to the participants and highlighted such circumstances, which can improve, thereby damage remediation tasks will become more and more effective in the future.

**Keywords:** defense management, operation of the local defense committee, leadership exercise

### 1. BEVEZETÉS

A magyarországi védelmi igazgatás<sup>1</sup> struktúrája 2012-ben, a megújult katasztrófavédelmi és honvédelmi jogszabályok hatályba lépését követően, jelentős változáson ment keresztül. A védelmi igazgatás lényegén az előző évekhez képest az új szabályzók sem változtattak, amely így a békeidőszakban a közigazgatás szervezetén belül illetve azzal párhuzamosan működő

---

<sup>1</sup>védelmi igazgatás: a közigazgatás részét képező feladat- és szervezeti rendszer, amely az állam védelmi feladatainak megvalósítására létrehozott, valamint e feladatra kijelölt közigazgatási szervek által végzett végrehajtó, rendelkező tevékenység; magában foglalja a különleges jogrendre történő felkészülést, továbbá az említett időszakok és helyzetek honvédelmi, polgári védelmi, katasztrófavédelmi, védelemgazdasági, lakosságellátási feladatainak tervezésére, szervezésére, illetve a feladatok végrehajtására irányuló állami tevékenységek összessége



alrendszer, mely jelen van a közigazgatás – központi, területi, járási és helyi – valamennyi szintjén. Különleges jogrend bevezetése esetén a közigazgatáson belüli működésnek köszönhető, hogy a védelmi igazgatási szervezet gyorsan, rugalmasan és megfelelő létszámmal képes reagálni a bekövetkezett eseményekre.

Célszerű már a tanulmány elején tisztázni, hogy a védelmi igazgatási rendszernek két ága van, a katasztrófavédelmi és a honvédelmi (katonai) veszélyeztető hatásokhoz, feladatrendszerhez igazodva. A jelen írás alapját képező törzsvezetési gyakorlat (és az abból levont következtetések), kizárólag a katasztrófavédelmi feladatokhoz kapcsolódó tevékenységekre, szervezetekre vonatkoznak, melyre tekintettel a honvédelmi aspektus nem kerül vizsgálatra.

A védelmi igazgatás az elmúlt években, már több alkalommal került mozgósításra a bekövetkezett természeti katasztrófákra történő reagálás érdekében, melyek közül a legnagyobb volumenű a 2013-as dunai árvíz volt. A bekövetkezett rendkívüli eseményeknél a rendszer jól működött, hatékonyan irányította a védekezést, illetve eredményesen koordinálta a jelentkező feladatokat.

Az éles helyzetben történő alkalmazás mellett, a védelmi igazgatási rendszer egésze kormányzati szinten folyamatosan gyakoroltatásra kerül a reagálóképesség fenntartása, illetve fokozása érdekében, azonban elvétve kerül sor olyan gyakorlatokra, ahol kizárólag a rendszer helyi szintű elemei működésének modellezése – kifejezetten a járási helyi védelmi bizottság és a település relációjában – valósulna meg. [1] Erre figyelemmel kuriózumként került megszervezésre egy olyan törzsvezetési gyakorlat, melynek alapját kifejezetten egy olyan szituáció – egy járáson belül több településre kiterjedő, tömeges viharkár bekövetkezése – képezte, amely indokolhatja a védekezés irányításának járási szintű megszervezését, viszont volumenéből fakadóan még nem kerül bevezetésre különleges jogrend. [2] A végrehajtott gyakorlat igyekezett a valós események tapasztalatainak beépítésével modellezni a vezetés-irányítási, koordinációs és kommunikációs tevékenységet. Ettől a szervezők és résztvevők azt várták, hogy az esetleges éles helyzetben történő működéshez jó tapasztalatokra tesznek szert, illetve az esetleges hiányosságok is felszínre kerülhetnek. Előre bocsátható, hogy a gyakorlat megfelelt az elvárásoknak, mivel sikeresen gyarapította a résztvevők ezirányú ismereteit,



továbbá felhívta a figyelmet fontosságára, mint arra az eszközre, amelyekkel a beavatkozások hatékonysága tovább növelhető. Erre vezethető vissza, hogy a résztvevők részéről több olyan javaslat került megfogalmazásra, melynek beépítése a későbbiekben segítheti a helyi szint munkáját.

A tanulmány alapjául szolgáló törzsvezetési gyakorlat megszervezésének és végrehajtásának jobb megismerése érdekében, célszerű röviden áttekinteni a védelmi igazgatás központi és területi szintjét, továbbá részletesebben megismerni a védelmi igazgatás helyi és települési szintjének felépítését, elemeit és elvi működési rendjét. [3]

## 2. A VÉDELMI IGAZGATÁS RENDSZERE

A törzsvezetési gyakorlat végrehajtásához kapcsolódóan, a védelmi igazgatás felépítését, elsődlegesen a járási helyi védelmi bizottság (HVB) helyét, szerepét és tevékenységét, másodsorban a települések polgármestereinek szerepét szükséges alaposan vizsgálni. A helyi és a települési szint tevékenysége azonban nem értelmezhető önállóan, melyre tekintettel röviden ismertetem a komplex rendszert és azon belül részletesen bemutatom a helyi szinteket.

A bevezetésben említettek szerint, a védelmi igazgatás a közigazgatás szintjeinek megfelelően, négy szinten végzi a tevékenységét. A központi szinten a Kormány határozza meg a védelmi igazgatási feladatokat, melynek támogatására javaslattevő, véleményező és tanácsadói tevékenységet végző szervként a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság (KKB) működik. Szervezetéről és működési rendjéről külön kormányhatározat rendelkezik. [4] A bizottság fő feladata a katasztrófavédelemmel összefüggésben döntés-előkészítő, valamint a katasztrófák elleni felkészüléssel, megelőzéssel, védekezéssel és helyreállítással kapcsolatban koordinációs feladatok ellátása. A KKB az operatív tevékenység közvetlen irányítására munkaszervet, a KKB Nemzeti Veszélyhelyzet-kezelési Központot (KKB NVK) hoz létre. A KKB NVK riasztás alapján kezdi meg tevékenységét, tagjai a KKB tagok által delegált ágazati szakértők, akik a katasztrófák elleni védekezés szakági feladatai összehangolásának



letéteményesei. A KKB NVK a Kormány és a KKB döntéseinek megfelelő, gyors és azonnal végrehajtandó döntéseket hoz, amelyeket a kialakult helyzet hatékony és eredményes kezelése érdekében a területi szintű szervek hajtanak végre.

A megyei (területi) szinten, a megyei védelmi bizottságok (MVB) működnek. Az MVB a Kormány irányítása alatt működő közigazgatási szerv, amely az illetékességi területén ellátja a jogszabályokban számára megállapított, katasztrófavédelemmel (és honvédelemmel) kapcsolatos feladatokat. Az MVB elnökét, aki a mindenkori megyei kormány megbízott, védelmi igazgatási és katasztrófavédelmi feladatai ellátásában az MVB javaslattevő, döntéselőkészítő jogkörrel segíti, és közreműködik a döntések végrehajtásában. Az MVB két elnökhelyettese, a Magyar Honvédség állományába tartozó honvédelmi- és a hivatásos katasztrófavédelmi szerv területi szervének vezetője, mint katasztrófavédelmi elnökhelyettese Az MVB területi szerv. Szervezeti és működési rendjét a honvédelemért felelős miniszter, valamint a katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter előzetes hozzájárulásával maga állapítja meg.

Az MVB tevékenységét támogatja, a folyamatosan működő titkársága<sup>2</sup>, amely végzi a védelmi igazgatási feladatok tervezését, szervezését és koordinálását; biztosítja a vonatkozó jogszabályok, megyei szintű szabályzók szerinti működést a törvényesség maradéktalan betartásával; koordinálja a honvédelemben és katasztrófavédelemben közreműködő megyei szervek, szervezetek honvédelmi és katasztrófavédelmi feladatait; kezeli és naprakészen tartja a kormányzati gerincen bejövő informatikai, rendszereket, valamint az MVB védelmi adatbázisát. [5]

Az MVB irányítja a HVB-kat, amelyek a bekövetkező események függvényében működhetnek önállóan az illetékességi területük vonatkozásában.

---

<sup>2</sup> Az MVB munkaszervezete a védelmi bizottság titkársága, amely a fővárosi és megyei kormányhivatal törzshivatalában, az MVB elnökének közvetlen alárendeltségében működő, önálló osztály jogállású szervezet.



## Járási helyi védelmi bizottság

A járási helyi védelmi bizottság helyét és szerepét a már említett gyakorlat végrehajtása szempontjából indokolt részletesebben bemutatni. A HVB-k járások (fővárosban: kerület) szerint kerülnek megalakításra, székhelyük megegyezik a járás székhelyével.

A HVB testületi szerv, elnöke a megyei kormányhivatal járási (a fővárosban kerületi) hivatalának (továbbiakban: járási hivatal) vezetője, elnökhelyettesei a katasztrófák elleni védekezés tekintetében, a hivatásos katasztrófavédelmi szerv területi szervének vezetője által kijelölt személy<sup>3</sup>, honvédelmi elnökhelyettese az önkéntes tartalékos állományból a HM védelmi igazgatási feladatokat ellátó szervezeti egysége által kijelölt személy. Tagjai az elnökön és az elnökhelyetteseken kívül:

- a járási hivatal hivatalvezető-helyettese, egyben a HVB titkára;
- a hivatásos katasztrófavédelmi szerv kivételével a rendvédelmi szerveknek a HVB illetékességi területe szerinti vezetője (pl. rendőrkapitány),
- a fővárosi vagy megyei kormányhivatal képviselője,
- különleges jogrend bevezetése esetén a katonai igazgatási szerv képviselője<sup>4</sup>.

A HVB alapvetően testületi döntéseket hoz, szavazati joggal a HVB ülésein az elnök, az elnökhelyettesek, a titkár, továbbá a tagok vesznek részt. Amennyiben a HVB szavazásra jogosult tagok akadályoztatva vannak, úgy az elnök akár telekommunikációs eszköz útján, illetve elektronikus úton is elfogadhatja a szavazataikat, amelyeket a titkár hitelesít. [6]

A HVB munkájában a szavazásra jogosultak körén kívül állandó- és eseti meghívottak vehetnek részt. Az állandó meghívottak – a járási székhely polgármestere, és az illetékességi területén található települések polgármesterei által megválasztott, a helyi védelmi bizottság által meghatározott számú további polgármester – tanácskozási joggal vannak jelen az ülésen. Eseti

<sup>3</sup> Jellemzően a járás szerint illetékes katasztrófavédelmi helyi szerv – katasztrófavédelmi kirendeltség, vagy hivatásos tűzoltóparancsnokság – állományából kerül kijelölésre

<sup>4</sup> A katonai igazgatási szerv képviselője békeidőszakban állandó meghívottként, tanácskozási joggal van jelen a HVB ülésein.



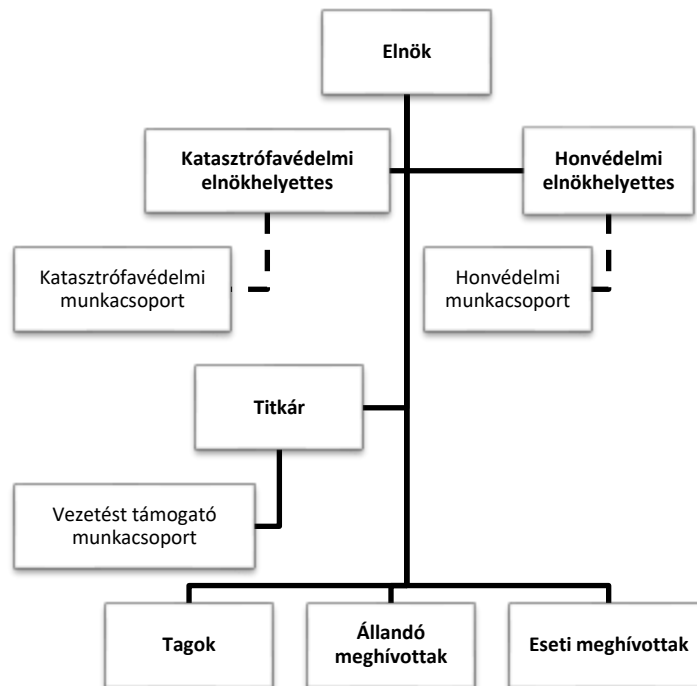
meghívottként fősabály szerint azok vesznek részt, akiknek a meghívását a HVB elnök indokoltnak tartja. [7]

A HVB a meghozott határozatait, a megtett intézkedéseket haladéktalanul jelenti az MVB elnöke felé.

A HVB működését, szakmai munkáját és döntéseinek előkészítését a vezetést támogató-, a katasztrófavédelmi- és a honvédelmi munkacsoport segíti. A munkacsoportok vezetőből és változó számú beosztottból állnak. A csoportok részletes feladatellátását, tevékenységét, alá-fölé rendeltségi viszonyait, külön ügyrendek szabályozzák.

A vezetést támogató munkacsoportot a HVB titkár vezeti, elsődlegesen az információgyűjtés, a kommunikáció, az általános- és jogi döntés-előkészítés, továbbá a HVB logisztikai és műszaki biztosítására létrehozott szervezeti elem.

A katasztrófavédelmi munkacsoport vezetője tevékenységét a katasztrófavédelmi elnökhelyettes szakirányítása mellett végzi. Fő feladatai a katasztrófavédelmi tevékenységgel kapcsolatos feladatok ellátása során, a szakmai döntések előkészítése, a katasztrófavédelmi szervezettel történő kapcsolattartás, adatszolgáltatás.



1. ábra A HVB elvi felépítése (a szerző saját szerkesztése)

## Polgármester

A védelmi igazgatás helyi – települési – szintjén, az adott település polgármestere látja el a védelmi igazgatási feladatokat. A polgármester egy személyben felelős a megelőzési, felkészülési és védekezési feladatok irányításáért, továbbá a szükség szerinti helyreállítási és újjáépítési tevékenységért. Mindezen feladatok ellátása érdekében széles körű jogszabályi felhatalmazással rendelkezik. Legfontosabb védekezési feladatai közé a lakosság védelmét, kitelepítését, kimenekítését, befogadását és visszatelepítését célzó intézkedések szervezése és irányítása, továbbá az anyagi javak védelme, a lakosság létfenntartásához szükséges anyagi javakkal történő ellátása sorolható. [8]

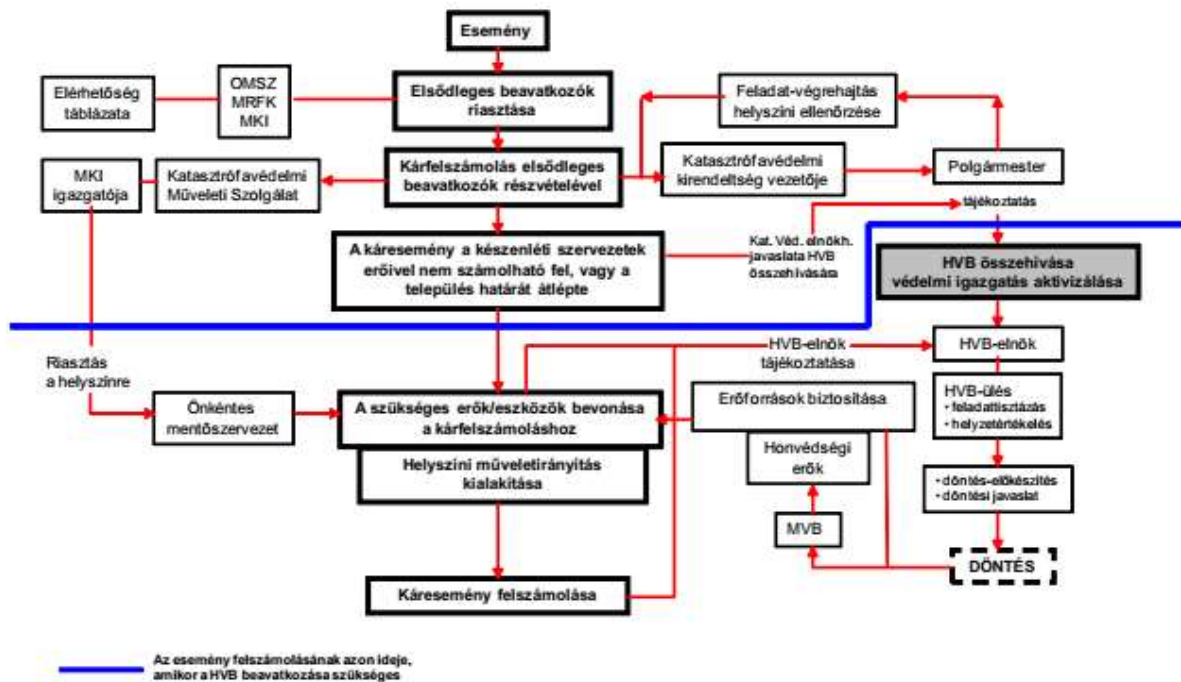
A fenti, katasztrófavédelmi vonatkozású védelmi igazgatási feladatok végrehajtásánál a település vezetője elsődlegesen azokra az erőforrásokra támaszkodik, amelyek helyben rendelkezésre állnak. Ennek érdekében hatósági jogkörben alkalmazhatja/elrendelheti a polgári védelmi illetve gazdasági és anyagi szolgáltatási kötelezettség teljesítését. [9]





Amennyiben a helyben rendelkezésre álló erőforrások nem teszik lehetővé az eredményes feladatellátást, úgy jelzi azt a védelmi igazgatási rendszer következő szintjének, amely intézkedik a megfelelő erő- és eszköz biztosítására és helyszínre irányítására.

Mivel egy települési védekezés irányítása rendkívül komplex feladat, ezért annak hangsúlyos eleme, a feladatok összehangolásához és támogatásához az operatív törzs megszervezése, illetve ezen belül, vagy emellett az ún. települési ügyelet létrehozása. A települési ügyelet legfőbb feladata, hogy folyamatos, 24 órás feladatellátás mellett biztosítsa az információáramlást a települési védekezés irányítói és a társszervek – így szükség esetén – a HVB között.



2. ábra A HVB elnök és a polgármester feladatai, különleges jogrendi időszakot el nem érő váratlan helyzetek kezelése során [5; 127. o.]



### 3. TÖRZSVEZETÉSI GYAKORLAT

Az előző fejezetekben megismert védelmi igazgatási szervezetrendszer helyi szintje alkalmazhatóságának gyakorlása érdekében, 2018. június 13-án törzsvezetési gyakorlat<sup>5</sup> került megszervezésre. A fent említett gyakorlat egy járásban, több települést érintő tömeges viharok okozta rendkívüli helyzet során a jelentkező irányító, koordinációs és kommunikációs feladatok végrehajtása és a védelmi igazgatási szervezet helyi szintje alkalmazhatóságának vizsgálata érdekében került megszervezésre.

Az alkalmazhatóság vizsgálata elsődlegesen annak a kérdésnek a megválaszolására irányult, hogy a HVB a működése a jelen szervezeti és működési keretek között, illetve struktúrában, mennyire eredményesen alkalmazható a különleges jogrendben foglalt időszakot el nem érő katasztrófák során a védekezési feladatok irányítására, továbbá a védekező erők tevékenységének koordinálására.

A gyakorlás kiemelten vizsgálta a HVB és munkacsoportjai állományának riaszthatóságát, általános és szakmai felkészültségét, valamint azt, hogy az ismereteik megfelelőek és elegendők-e a felmerülő feladatok végrehajtására. Emellett jó alkalmat teremtett, hogy a vonatkozó jogszabályok, belső szabályzók és működési okmányok tartalma is megismerésre és feldolgozásra kerüljön.

---

<sup>5</sup> A törzsvezetési gyakorlat célja a veszélyhelyzet-kezelési képesség fejlesztése, a rendelkezésre álló erők-eszközök csoportosíthatóságának vizsgálata, valamint a védelmi igazgatási célú infokommunikációs eszközök alkalmazásának gyakoroltatása. A törzsvezetési gyakorlat egy feltételezett esemény alapján, előre kidolgozott forgatókönyv szerint kerül végrehajtásra. A gyakorlat során a döntési jogosultsággal rendelkező vezetők vezetési, irányítási képességének fejlesztése, az állomány tervező, szervező, végrehajtó munkájának gyakoroltatása és az ezzel kapcsolatos ismeretek, valamint a veszélyhelyzeti kommunikációs képesség, működőképesség felmérése, valamint a technikai eszközök állapotának ellenőrzése valósul meg.



## Felkészülési feladatok bemutatása

A törzsvezetési gyakorlatra történő felkészülési feladatok során hangsúlyosan szerepelt, hogy az elmúlt időszak kiemelkedő természeti veszélyeztető hatásához kapcsolódóan, a tömeges viharok okozta károk felszámolásában szerezzon jártasságot a bevont állomány.

A gyakorlat – a HVB elnök megkeresésének és elvárásának megfelelően – a rendkívüli időjárási események, tömeges, nagy kiterjedésű viharok során a HVB és munkacsoportjai, továbbá 2 település (Orosháza és Nagyszénás) ügyeletének vezetés és irányítási, kommunikációs, illetve védelmi igazgatási tevékenységének modellezése érdekében került végrehajtásra. A HVB és munkacsoportjai, továbbá a települési ügyeleteken kívüli egyéb szervezetek, társszervek csupán virtuálisan kerültek bevonásra.

A gyakorlásra történő felkészülés alapját a [10] 14. §-ban, továbbá [11] 11. §-ban foglalt feladatok adták meg. A konkrét felkészülési feladatok a HVB működési okmányok, elsődlegesen a HVB szervezeti és működési szabályzatában (SZMSZ) szereplő információk és adatok, továbbá az abban foglalt működési rend határozta meg. [6]

A gyakorlásra felkészítési, levezetési és értékelési terv készült, amely tartalmazta a tervezett esemény forgatókönyvét, a főbb felkészülési feladatokat, a végrehajtás menetét. A tervet a szakmai szempontok érvényesülése érdekében az illetékes polgári védelmi felügyelő és a HVB titkár közösen, szorosan együttműködve dolgozta ki.

A törzsvezetési gyakorlat előkészítése során – a szervezési és lebonyolítási feladatokra, továbbá a tervezett szituációra figyelemmel – a vonatkozó katasztrófavédelmi szabályzóban foglaltak alapján kerültek kidolgozásra az előírt munkaokmányok, továbbá a gyakorlás alapját jelentő települési ügyeletektől érkező közlések. [12]

A résztvevők megkereséséről a HVB elnöke gondoskodott, külön hangsúlyt fektetve arra, hogy a gyakorlás hivatali munkaidőben kerüljön végrehajtásra.

A résztvevő állomány számára, külön felkészítő foglalkozáson kerültek bemutatásra a gyakorlaton várható feladataik, valamint meghatározásra kerültek a fő- és tartalék kapcsolattartási pontok.



## **A törzsvezetési gyakorlat végrehajtása**

Jelen alfejezet célja, hogy a gyakorlat végrehajtásának bemutatásán keresztül szemléltesse a jelentkező feladatokat, továbbá rávilágítson azokra a felmerülő nehézségekre, melyek a hatékony működést nehezíthetik.

A végrehajtás, megfelelően az éles események során tapasztaltaknak, riasztással, telefonos kiértéssel vette kezdetét, amelyet a HVB titkár a munkacsoport vezetői bevonásával hajtott végre. A riasztási közlemény során meghatározásra került a beérkezés helye és ideje.

Az állomány beérkezését követően, helyzetbeállítás keretében ismertetésre kerültek azok a minimális információk, amelyek a feltételezett helyzetben rendelkezésre állnak. A helyzetbeállítást követően, megalakult a HVB, mely döntött a vezetést támogató- és a katasztrófavédelmi munkacsoport felállításáról, továbbá a számukra meghatározott megalakítási helyen – a vezetést támogató munkacsoport esetében a járési hivatal épületében, a katasztrófavédelmi munkacsoport vonatkozásában a hivatásos tűzoltóparancsnokságon – a működés haladéktalan megkezdéséről.

A HVB folyamatosan ülésezett a gyakorlat teljes időtartama alatt, azonban több esetben is előfordult, hogy a jogszabályokban foglaltak értelmezése következtében – pl. egyes intézkedések megtételére bizottsági határozat, vagy elnöki döntés szükséges-e – lassult a döntéshozatal mechanizmusa.

Megfelelően a HVB működési okmányaiban foglaltaknak a vezetést támogató munkacsoport volt az az elsődleges kapcsolattartási pont, illetve összeköttetést biztosító szervezeti elem, amely a HVB döntéseit közvetítette a katasztrófavédelmi munkacsoport, a települési ügyeletek és a társszervek irányába, továbbá feldolgozta a beérkező közlések tartalmát és a különböző adatszolgáltatásokat, azokról referált a HVB-nek, a titkár útján. [6] A vezetést támogató munkacsoport megszövegezte az ülésen hozott határozatokat, melyeket jóváhagyás után megküldött az érintetteknek. A vezetést támogató munkacsoport vezette a műveleti naplót, továbbá kezelte az informatikai és kommunikációs eszközöket.



A vezetést támogató munkacsoport vezetőjeként a HVB titkár feladatai rendkívül sokrétűek, a munkacsoport tevékenységének irányításán felül, a beérkező információk feldolgozásának felügyeletétől, a megtett intézkedések visszaellenőrzéséig terjednek, melyek miatt a titkár részvétele a HVB munkájában több alkalommal akadályba ütközött.

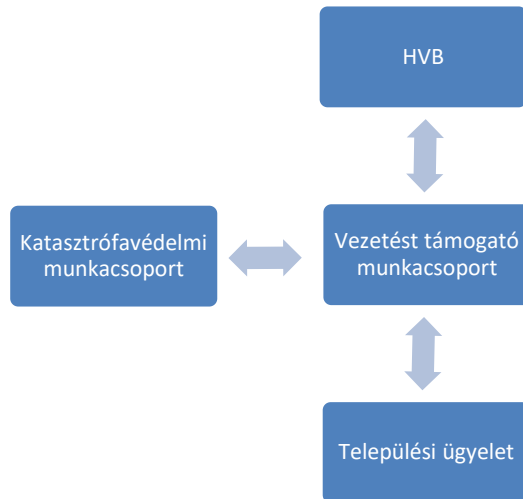
A gyakorlat során a HVB és a vezetést támogató munkacsoport ügyeleti részlege két külön, egymás melletti helyiségben működött, amely ideális működési feltételeket teremtett. E két egység egy helyiségben történő működését ugyanis nagymértékben zavarná a szóbeli kommunikációval szükségképpen együtt járó zaj, a telefon- és faxcsörgés, az érkező és távozó személyek keltette zavaró hatás.

A katasztrófavédelmi munkacsoport a számára meghatározott működési helyen folyamatos adatszolgáltatással biztosította a jelentkező erőforrásigények biztosítását, illetve virtuálisan irányította a katasztrófavédelmi erők beavatkozását.

A munkacsoportok tevékenységéről általánosságban elmondható, hogy jó szinten, gyorsan és pontosan teljesítették a számukra meghatározottakat. A katasztrófavédelmi munkacsoport a HVB-vel nem egy helyszínen történő alkalmazása nem nehezítette jelentősen az információk átadását, illetve a feladatok végrehajtását, azonban jelentkezhet olyan szituáció, amely megkövetelheti az egy helyszínen (épületben) történő alkalmazást.

A gyakorlat valamennyi részvevője elektronikus úton – e-mailban – illetve szükség esetén távbeszélőn tartotta a kapcsolatot. Az infokommunikációs rendszer használata során, néhányszor az internetes hálózat „lassulása” volt megfigyelhető, amely az eredményes feladatvégrehajtást nem befolyásolta, azonban azt egyértelműen nehezítette.

A települési ügyeletek feladataik támogatása érdekében megerősítésre kerültek a katasztrófavédelem állományából 1-1 fővel. A valós helyzethez hasonló működés imitálását erősítette, hogy ezen személyek más katasztrófavédelmi kirendeltségek állományából kerültek átvezénylésre a gyakorlat időtartamára. A települési ügyeletek a számukra meghatározottakat eredményesen, az előírt határidőket betartva teljesítették.



3. ábra A kommunikáció megvalósulása és irányai a gyakorlat során (a szerző saját szerkesztése)

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK

A gyakorlásról a tapasztaltak, a résztvevők visszajelzése és egyöntetű véleménye alapján kijelenthető, hogy a kitűzött célját elérte, azaz jól szimulálta egy feltételezett rendkívüli esemény során a HVB és a települési ügyelet működését és kapcsolattartását. Megállapítható, hogy a HVB jól alkalmazható az irányító, illetve koordináló szerepkörre akkor is, ha különleges jogrend állapotát nem elérő, de hosszan tartó, több települést érintő rendkívüli esemény következik be.

Emellett azonban megmutatta azokat a nehézségeket is, amelyek egy éles alkalmazás esetén is akadályozhatják a védelmi igazgatás helyi szintjének a működését. Ezeknek a kiküszöbölésére, az alábbi javaslatok és észrevételek kerültek megfogalmazásra.

A HVB szintjén egységes szövegezésű SZMSZ – és ennek megfelelően az egyes munkacsoportok ügyrendjei – szerint a HVB munkacsoportjainak aktivizálására a HVB



határozata alapján kerül sor. Célszerű lenne ezt a hatáskört a HVB helyett annak elnökére telepíteni annak érdekében, hogy a munkacsoportok minél hamarabb el tudják érni a készenléteket.

Amennyiben a HVB vezetést támogató munkacsoport vezetője a HVB titkár, indokolt lenne az ügyszabályozás olyan irányú módosítása, amely a munkacsoport vezetőjeként más személyt jelöl meg. Mivel a jogszabályokban és egyéb szabályozókban meghatározott adminisztratív és működési feladatokat folyamatosan még a rendkívüli védelmi bizottsági ülés alatt is biztosítani kell; továbbá mivel a HVB titkár egyúttal a helyi védelmi bizottság tagja is, jelenlétének akár a bizottság határozatképessége szempontjából is jelentősége van.

A HVB döntéseinek megszövegezését végző jogi szakértőnek a bizottság ülésén való részvétele indokolt, mivel így külön közvetítő nélkül, a HVB – vagy annak elnöke – közvetlenül meg tudja tenni a szövegjavaslatot, mely elősegítené a gyorsabb döntéshozatalt.

A HVB és a munkacsoportok, továbbá a települési ügyeletek közötti kapcsolattartás szempontjából megfelelő volt a kialakított rendszer, mely alapján a vezetést támogató munkacsoporton keresztül valósult meg a résztvevők kommunikációja. A támogató munkacsoport hatékonyan szűrte meg a bejövő információkat, jól összegezte azok tartalmát a HVB számára, illetve sikeresen továbbította a HVB határozatait és feladatszabásait. Az egy szervezeti elemnél történő bejövő- és kimenő kommunikáció összefogása segített elkerülni az információk felesleges duplikálódását. A katasztrófavédelmi munkacsoport tevékenységét az egyirányú kapcsolattartás némileg egyszerűsítette, mivel így elsődleges rendeltetésének megfelelően, a virtuálisan bevonásra kerülő katasztrófavédelmi erők tevékenységét koordinálhatta, illetve adatokat szolgáltatott a meglévő nyilvántartásai alapján.

Célszerű a várható rendkívüli események (pl.: tömeges és nagy kiterjedésű viharok, téli időjárási események, ár- és belvizek károsító hatásai) bekövetkezésére való felkészülés érdekében a HVB-k és a települések részére eljárásrendek – beleértve a típusfeladatok időrendiségének meghatározását – és mintahatározatok kidolgozása a védelmi igazgatás szakemberei által. Az előre elkészített dokumentáció elősegítheti a védelmi igazgatás helyi szintjén jelentkező feladatok megoldását, a rendkívüli események kezelését. Javasolt, ehhez



kapcsolódóan egy ellenőrzőlista, vagy protokoll összeállítás, amelyet színekkel vagy számokkal megjelölve, az esemény típusának megfelelően készletezve lehetne tárolni akár a HVB dokumentumai között.

Informatikai és kommunikációs szempontból indokolt, az internet-hálózat fejlesztése a tapasztalt „akadások” kiküszöbölése érdekében. Ezen túlmenően javasolt minden HVB számára EDR készülék beszerzése, mint helyben rendelkezésre álló tartalék kommunikációs eszköz.

A jövőben megszervezésre kerülő helyi szintű védelmi igazgatási gyakorlatokba is indokolt bevonni más katasztrófavédelmi kirendeltségek, illetve az egyéb kárfelszámolásban érintett szervek állományát a hely- és személyismeret erősítése, továbbá a valós viszonyok modellezése érdekében.

A tapasztalt helyi védelmi bizottsági feladatokról a jogszabályi háttér szűkszavúan rendelkezik. A [10] 10. § szerint: *„A megyei, a fővárosi, illetve a helyi védelmi bizottság az illetékességi területén összehangolja a katasztrófák elleni védekezésben közreműködő szervek katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladatainak ellátását és az arra való felkészülést.”* Indokolt lenne a HVB feladatainak részletesebb ismertetése, különös tekintettel arra, hogy egyértelműen eldönthető legyen, hogy a rendkívüli ülésen bizottsági vagy elnöki döntést kell-e hozni; vagy helyes-e az az értelmezés, hogy ahol a jogszabályok elnöki feladatot határoznak meg, ott az elnök dönt, minden más esetben a bizottság. Ekkor viszont a bizottság felelőssége csekély lesz – az egyébként pedig a védelmi igazgatásban laikus elnöké jelentősen megnő –, szerepe pedig tanácskozási jogra korlátozódik.

Ez azért is különösen fontos kérdés, mivel a [10] 19. § szerint: *„A polgármester, a főpolgármester, a helyi védelmi bizottság elnöke, a fővárosi és megyei védelmi bizottság elnöke a katasztrófavédelmi feladatoknak e törvényben meghatározott irányítása és végrehajtása során államigazgatási jogkörben jár el. Az elsőfokú államigazgatási hatósági eljárásban hozott határozataik ellen fellebbezésnek van helye.”* E joghely alapján a védelmi bizottsági ülésen – vagy akár azon kívül is hozott, elnöki határozat államigazgatási hatósági eljárásban hozott határozatnak minősül, ellene fellebbezésnek van helye – célszerű lenne a jogszabályban





kimondani, hogy ki a fellebbezést elbíráló szerv, ugyanakkor a bizottsági határozatok ellen nem biztosít fellebbezési lehetőséget a törvény.

Kérdés, hogy e joghely alapján helyes-e az az értelmezés, hogy ahol a [10] és [11] a helyi védelmi bizottság elnöke feladatai felsorolásakor „irányít”, „utasít”, „intézkedik”, „meghatároz”, „elrendel”, „kijelöl” és „koordinál” kifejezéseket használja, akkor mindezeket államigazgatási hatósági eljárásban hozott elnöki határozattal kell-e megtenni – ami ellen fellebbezésnek van helye –, vagy ezek az elnöki döntések nem minősülnek államigazgatási hatósági eljárásban hozott határozatoknak.

A [11] 11. § (1) bekezdés b) pontja szerint: „*A helyi védelmi bizottság elnöke... b) kijelöli a védekezés koordinálásáért felelős személyt...*” Indokolt lenne meghatározni, hogy e személynek mik a feladatai, és kinek tartozik beszámolási kötelezettséggel. Továbbá célszerű lenne ezt a pontot a „szükség esetén” fordulattal kiegészíteni, hiszen a HVB ülésein hivatalból jelen van a katasztrófavédelem hivatásos állományú tagja, aki egyben a HVB katasztrófavédelmi elnök-helyettese is – és feltéve, hogy nem kell végeznie a védekezés helyszínén más tevékenységet – ezt a feladatot el tudja végezni úgy, hogy még felhatalmazása is van az adatok gyűjtésére és feladatok meghatározására.

A fent leírtak érdemben nem befolyásolták ugyan a gyakorlás eredményességét, azonban valós helyzetben, ezen tényezők kiküszöbölése még gördülékenyebbé teheti a védekezés, illetve a kapcsolódó tevékenységek irányítását.

Kiemelt fontosságú fenti tapasztalatok alapján, hogy a HVB-k működését szimuláló törzsvezetési gyakorlatok minél több esetben kerüljenek megtartásra. Ezen gyakorlatok az előírt éves HVB felkészítés keretében, hozzávetőleg 4 óra időtartamban kerülhetnek tervezésre, mellyel biztosítható, hogy a HVB és a munkacsoportok állománya (legalább részben) megismerje a valós események során jelentkező feladatait és tevékenységének rendszerét, továbbá jártasságot szerezzen az informatikai rendszerek és eszközök kezelésében.



## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 4/2017. (XII. 20.) *Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság határozat, a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság 2018. évi munkatervének elfogadásáról*
- [2] KESZELY L.: A különleges jogrend a védelmi igazgatás gyakorlati, jogalkalmazói szemszögéből *Iustum Aequum Salutare* XIII. 4. (2017) 77–89. [http://ias.jak.ppke.hu/hir/ias/20174sz/06\\_KeszelyL\\_IAS\\_2017\\_4.pdf](http://ias.jak.ppke.hu/hir/ias/20174sz/06_KeszelyL_IAS_2017_4.pdf) (A letöltés dátuma: 2018. 11. 13.)
- [3] SCHWEICKHARDT G.: *Katasztrófavédelmi igazgatás*; Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2017.
- [4] 1150/2012. (V. 15.) *Korm. határozat a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság létrehozásáról, valamint szervezeti és működési rendjének meghatározásáról*
- [5] SZENTES L. (szerk.): *Magyarország védelmi igazgatása a közigazgatás új környezetében*; Zrínyi Kiadó, Budapest, 2014.
- [6] 1/2016. (IV. 13.) *Orosházi Járási Helyi Védelmi Bizottság határozat az Orosházi Járási Helyi Védelmi Bizottság Szervezeti és Működési Szabályzatáról*
- [7] 290/2011. (XII. 22.) *Korm. rendelet a honvédelemről és a Magyar Honvédségről, valamint a különleges jogrendben bevezethető intézkedésekről szóló 2011. évi CXIII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról*
- [8] ENDRÓDI I.: *Polgári védelmi szakismeret I.*; Budapest: NKE Szolgáltató Nonprofit Kft., 2015.
- [9] MUHORAY Á.: *Katasztrófa megelőzés I.*; Budapest: NKE Szolgáltató Nonprofit Kft., 2016.



- [10] *a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény*
- [11] *a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 234/2011. (XI. 10.) Korm. rendelet*
- [12] *85/2014. (XII. 30.) BM OKF intézkedés a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság kiképzési szabályzatának kiadásáról*

**Gyöző-Molnár Árpád** tűzoltó alezredes, polgári védelmi felügyelő

Orosházi Katasztrófavédelmi Kirendeltség (Disaster Management Office of Orosháza)

[arpad.gyozo@katved.gov.hu](mailto:arpad.gyozo@katved.gov.hu)

ORCID: 0000-0003-2046-8658



**Halmi Ákos, Balatonyi László, Valkay Alexandra Ilona, Czigány Szabolcs, Liptay Zoltán Árpád, Pirkhoffer Ervin**

## **ÚJ MEGKÖZELÍTÉSŰ MEDERFELMÉRÉSI TECHNIKÁK ALKALMAZÁSA KISVÍZFOLYÁSOKON**

### **Absztrakt**

Magyarország sekély vízfolyásainak jelentős részén nem történt szonár elvű, medergeometriai felmérés, melynek fizikai/hidrológiai (megfeneklés) és anyagi okai egyaránt vannak. Ezen kutatás egy alacsony költségvetésű, eredetileg rekreációs célú szonárrendszer használatát mutatja be a Dráva magyarországi, hajózással érintett szakaszán.

**Kulcsszavak:** Szonár, Dráva, Halkereső, PDBS, Interferometria, Mélységmérés

## **APPLICATION OF A NOVEL, COST-EFFICIENT BATHYMETRIC SURVEY TECHNIQUE ON THE RIVER DRAVA**

### **Abstract**

No sonar-based bathymetric surveys have been yet conducted on the majority of the Hungarian watercourses due to various physical/hydrological reasons (stranding) and financial conditions. Current research demonstrates the use of a low-cost, bathymetric sonar, primarily used for recreational purposes, on the River Drava.

**Keywords:** Sonar, Drava, Fish finder, PDBS, Interferometry, Phase Differencing Bathymetric Sonar, Bathymetry.



## 1. BEVEZETÉS

Magyarországon a hajózásra alkalmas, illetőleg hajózásra alkalmassá tehető természetes és mesterséges felszíni vizek víziút nyilvánításáról szóló 17/2002 (III. 7.) KöViM rendelet (a továbbiakban: Rendelet) sorolja különféle kategóriákba a víziutakat. Az osztályozás legfőképpen a hajózási úrszelvény alapján történik.

A 2018. augusztus–szeptemberi csapadékszegény időjárás következtében a hazai folyók vízállása több szelvényben is az eddig mért legkisebb érték (a továbbiakban: LKV) alá csökkent. A Duna budapesti szelvényében 1645,5 folyamkilométer (a továbbiakban: fkm) ez az érték 33 cm volt 2018. október 25-én. Az Országos Műszaki Irányító Törzs a 2018. évi, nyári kisvizes időszak alkalmával elrendelte a hajózási szempontból kritikus, összes magyarországi gázló és szűkület felmérését a Dunán, melyek merülés korlátozást okozhatnak a hajóknak. A felmérés végrehajtása idő- és költségigényes feladat, de szükséges és elengedhetetlen előfeltétele az aktuális mederállapotot leíró, megfelelő hajózási térképek elkészítésének. A frissített térképek a biztonságos hajózást szolgálják.

A kisvizes állapot a Dráva teljes hazai – duzzasztásmentes – szakaszára is jellemző volt. A Rendelet a Dráva folyó 198 fkm – 70 fkm-ig terjedő szakaszát II. kategóriájú hajózható víziútba sorolja. A Dráva hajózási kihasználtsága csekély, így erre vonatkozóan a vízi út fenntartója (vízügy területileg illetékes szerve, a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság) kisebb forrást tud allokálni a rendszeres felmérésekre.

Ezen cikkben egy olyan alacsony költségvetésű felmérő rendszert mutatunk be, melynek segítségével a 0,3 méternél mélyebb, kisvizes időszakban sekély folyók, vízfolyások és állóvizek költséghatékonyan térképezhetők, mindamelllett a hajózható víziút felmérését is gyorsabban, költséghatékonyabban szolgálja, amennyiben kompromisszumos lehetőségként erre szükség van.

Vizsgálatainkat a Dráva magyarországi, hajózás által érintett szakaszán végeztük.

Az elméleti-, majd gyakorlati kivitelezés négy szakaszra oszlott:



1. Medergeometria felmérésre alkalmas, kisköltségvetésű szonárrendszer kiválasztása.
2. Csónakra szerelhető, kisméretű felmérőrendszer megtervezése, fizikai kiépítése és az optimális felmérési rend kialakítása.
3. Mérés adatsorainak kiolvasása alkalmas szoftver kifejlesztése, térinformatikai adatkezelési metodikájának kialakítása, az adatsor térképészeti- és térinformatikai feldolgozására.
4. A vizsgált szakaszon a mederfenék domborzati viszonyainak tényleges felmérésére.

## 2. SZONÁRRENDSZER KIVÁLASZTÁSA

A mederfelmérésre alkalmas szonárok – fizikai működési elvük alapján – három fő családra oszthatók:

5. Egycsatornás (single-beam) mélységmérő rendszerekre,
6. Többcsatornás (multibeam) szonárokra,
7. Interferometrikus, oldalpásztáró (PDBS – Phase Differencing Bathymetric Sonar) batimetriai megoldásokra.

A mélységmérésre alkalmas, aktív akusztikus távérzékelési eljárások közül elsőként az egycsatornás szonárok jelentek meg – nem sokkal az *RMS Titanic* katasztrófája után (Merklinger & Ellis, 2017). Az egycsatornás rendszerek működési elve, hogy egy vízbe merülő hangszóró a mederfenék irányába egy rövid ideig tartó, kúp alakban terjedő nyalábot bocsájt ki. A kibocsájtott hangenergia áthalad a vízoszlopon (melyben részben elnyelődik, megtörik és szóródik), kismértékben behatol, de nagyobb részben visszaverődik a mederfenékről, ismét végighalad a vízoszlopon, majd a hangszóró közelében (vagy azzal integráltan) elhelyezett hidrofonon regisztrálódik. A vízben mérhető aktuális hangsebesség ismeretében, a visszaérkezés idejét mérve meghatározható a mederfenék hangszórótól mért távolsága.

A technológia előnye, hogy fizikai kiépítése és elektronikai megvalósítása igen egyszerű, így a szonárok közül ez a megoldás jelenti a legolcsóbb és egyben a legmegbízhatóbb mélységmérési



eljárást. Az egycsatornás szonárok azonban nem pontszerűen, hanem egy letapogatási kúp alapjáról adnak vissza összegzett mélységinformációt. Ez a viselkedés a hajózás biztonsága szempontjából több előnnyel is jár: a kiterjedt kúp használatával a mélységsökkenés már előre észlelhető, így a megfeneklés elkerülhető; továbbá a szonárt nem kell három tengely mentén stabilizálni és olyan felfüggesztésre rögzíteni, ami mindig pontosan nadír irányban rögzíti a kúpot, mert egy kis kilengés a kúp kiterjedtége miatt még nem befolyásolja érdemben a leolvasható mélységértékeket.

Ez a viselkedés azonban nem teszi lehetővé a nagy nyílásszögű egycsatornás szonárok batimetriai, térképészeti használatát, mivel a szolgáltatott mélységinformáció egy nagyobb vizsgálati terület legsekélyebb mélységét adja. Ezen probléma kezelésére jelentek meg az egycsatornás szonárok keskeny nyílásszögű kúppal operáló változatai, amelyek jelentősen kisebb kiterjedésű területről szolgáltatnak mélységinformációkat. Ez a megoldás már alkalmas fenékdomborzat térképezésre; ennek megfelelően a magyar vízügyi gyakorlatban is elterjedtek az 1960-as évektől kezdve (Klinghammer & Papp–Váry, 1983), – elsősorban keresztshelvényezési célokra. A pontszerű felmérés hátránya, hogy a mért pontok között nagy kiterjedésű területek mélységviszonyai maradnak ismeretlenek, amely csak óriási úthossz bejárásával csökkenthető. Maga a keresztshelvényezés is csak egy elfogadható úthossz- és mérésszám-minimalizációs eljárásnak tekinthető.

Ez a térképezési eljárás azonban nem hatékony – a vizsgálati terület kiterjedtsége miatt – tengeri környezetekben, pedig a tengeralattjáróktól való félelem a II. Világháború óta jóval precízebb fenékdomborzati térképeket indokolt volna (Kuperman & Roux, 2007). Erre az igényre született válaszként a többcsatornás pásztázó szonártechnológia (U.S.A. Patent No. US3296579A, 1967; L-3 Communications SeaBeam Instruments, 2000), amely a konstruktív- és dekonstruktív interferencia elvén egy széles, de a menetirányba eső komponensénél mérve igen keskeny pásztában ad sűrű mérési láncot. Az eljárás úgy is felfogható, mintha a keresztshelvényeket egymás után sűrűn vennénk fel, anélkül, hogy keresztbe kellene haladnunk. Egy sekélykörnyezeti *mutibeam* felmérési kampányban a felmérés szélessége a vízmélység háromszorosát teszi ki (Caleb, 2005). A többcsatornás rendszerek rendszerint kielégítik a Nemzetközi Hidrológiai Szövetség (*International Hydrographic Organization*, a továbbiakban: IHO)



batimetriai pontosságra vonatkozó („S-44”) szabványait (International Hydrographic Organization, 2008).

Időközben a mélységmérésre megjelent egy másik technológiai irányvonal is: a fáziskülönbség mérés elvén működő batimetrikus szonároké. Fizikai felépítésük igen egyszerű: jobbra, és balra egy-egy menetirányban keskeny, de arra merőlegesen messze elnyúló, legyező alakú pásztát bocsájtanak ki egy hagyományos vízalatti hangforrásból. A visszaverődő hangot azonban oldalanként legalább kettő időmérésre és fázismérésre egyaránt alkalmas hidrofon regisztrálja. A hang kibocsátása és visszaérkezése közt eltelt időből, valamint a visszaérkezett longitudinális hullám fáziskülönbségéből meghatározható a reflektáló objektumok (a mederfenék elemei) iránya és távolsága (Lurton, 2000), mely végül valódi koordinátákká alakíthatók. Az interferometrikus szonárok előnye, hogy letapogatási pásztájuk igen széles – a mindenkori vízmélység tizenkétszeresére tehető (Caleb, 2005). Ezen tulajdonságával ez a szonártípus az, amelyik sekély vízben a legkisebb bejárando úthossz mellett a legnagyobb terület térképzésére alkalmas. Az interferometrikus szonárok fizikai kiépítése egyszerű, cserében az adatfeldolgozás viszonylag nagy elektronikai és szoftveres apparátust igényel. Az eljárás hátránya, hogy a tudományos- és felmérési tapasztalat csekély – a *multibeam* rendszerekkel összehasonlítva (Caleb, 2005). Az interferometrikus szonárok használatakor a mederfenék oldalra tekintő pásztázó (*sidescan*) képe is elkészül, amely a meder adott frekvenciára vonatkoztatott reflektancia viszonyait írja le. Ez a „melléktermék” a későbbiekben mederanyag osztályozásra használható.

A Dráva magyarországi alsó szakaszának felmérésénél figyelembe kellett vennünk, hogy:

- Keletkező ponthalmaz pontsűrűségének és térbeli kiterjedésének érdemben meg kell haladnia a korábbi évtizedben rögzített keresztaszvénnyek pontsűrűségét és lefedettségét.
- Ötven centiméternél sekélyebb részeket is fel kell mérni, partéltől-partélig.
- Hagyományos, hajóra szerelt *multibeam* rendszerekkel a folyó a megfeneklés veszélye miatt nem járható partéltől-partélig.
- Napi vízszintingadozás jelentős.





A folyó sekélységét, változékony medermorfológiáját figyelembe véve egyértelmű, hogy ilyen környezetben az interferometrikus, mélységmeghatározásra képes szonárok használata – elvben – ideális.

A gyakorlati problémát az eszköz beszerzése okozta: a professzionális *multibeam*, vagy interferometrikus rendszerek ára messze meghaladta a rendelkezésre álló költségkeretet, ezért más lehetőségek után néztünk, amely alternatívát a halkereső szonárok világában találtuk meg. A halkereső rendszerek tudományos célú felhasználása időbeli megjelenésükhöz képest hosszú múltra tekint vissza (Hook, 2011; Kæser at al., 2012; Kæser & Litts, 2013; Buscombe at al., 2016; Buscombe, 2017; Greene at al., 2018). Ezen alkalmazásokban azonban közös, hogy a halkereső rendszereknek kizárólag a *sidescan* szolgáltatását használták ki, mivel az interferometrikus mélységmérési technológia csak nem sokkal a kutatásunk megkezdése előtt jelent meg a kommerciális, halkereső rendszerekben (U.S.A Patent No. US 20160259052A1, 2016). Így az interferometrikus technológiával szerelt halkereső rendszerek batimetriai célú használatára – valószínűleg – elsőként tettünk kísérletet.

A választásunk több terepi teszt után a Lowrance® StructureScan® 3D halkereső szonárra esett. Ezen halkereső egyidőben szolgáltat interferometrikus-, egycsatornás- és oldalra tekintő pásztázó szonárméréseket és -képeket.

### 3. A MÉRŐRENDSZER FELÉPÍTÉSE, A MÉRÉS RENDJE

A mérőrendszer központi elemét egy Lowrance® HDS-7" Gen3 Touch kijelző és szonárvezérlő adja (1. ábra), ehhez csatlakozik egy Lowrance® StructureScan® 3D interferometrikus szonárfej; egy Lowrance® HST-WSU 83/200 kHz Skimmer Transducer egycsatornás szonár, egy Lowrance® EP-70R vízsebességmérő (2. ábra) és GeoMax® Zenith35™ Pro Rover, URH és GSM modemmel ellátott RTK+ GNSS (3. ábra). Az áramellátást két közönséges, 45 Ah-s Ca-Ca autóakkumulátor szolgáltatja.



*1. ábra. Lowrance® HDS-7" Gen3 Touch kijelző és szonárvezérlő, jobb oldalán a nyitható microSDHC™ kártyahelyekkel. A kijelző bal paneljén az aktuális mérés által lefedett terület látható, bal felső sarkában a pillanatnyi haladási sebességgel, még a jobb panel a csónak alatti mederfenék oldalpásztázó szonárképét mutatja. Ezen panel bal felső sarkában a vízmélység és a víz hőmérséklet is leolvasható.*



2. ábra. Balról jobbra: Lowrance® HST-WSU 83/200 kHz Skimmer Transducer egycsatornás szonár; Lowrance® EP-70R vízsebességmérő; Lowrance® StructureScan® 3D interferometrikus szonárfej. A műszerek egy horganylemezre rögzítettek, melynek túoldalán, egy áramlásjavító, 1/8 körívnyi PVC lap található, úgy hogy a domború fele mutat menetirányba. A kábelek az 1. ábralátható kezelőszervhez tartanak.

A mérőrendszert egy három méteres rudazat köré szerveztük (3. ábra). A rúd tetejébe egy 5/8"-es menetre a GNSS került, még a rúd alsó végére az interferometrikus-, valamint az egycsatornás szonárfejet rögzítettük (2. ábra). A két szonárfej közé a lapátkerékes vízsebesség mérő került. A rudat egy katamarán testű AluVu gyártmányú csónak hossz tengelyébe, a csónak orrára szereltük fel, egy levehető és hátra dönthető konzolra. Ezen kiépítés előnye, hogy ezzel a szonárfejek az első eszközök, amelyek a vizet vágják, így a kavitációból és a turbulens áramlások okozta zajból származó akusztikus zavarok minimalizálhatók (Kæser & Litts, 2013). A szonárfejek merülése a mérés során 40 centiméter volt. A rúd felső végén, a vízvonallal felett 2,6 méteres magasságban a GNSS ül, ezzel az elrendezéssel a kitakarás és az RTK jelvesztés elfordulása minimalizálható.



3. ábra. A mérőrendszer felépítése. A rudazat három méter hosszú, tőben hátra hajtható, közepén szétcsavarható. Tetején egy GeoMax® Zenith35™ Pro Rover ül, az alsó, vízbe merülő részén pedig a 2. ábrán látható szenzorok vannak. A kábelek a vezető állásban lévő központi kezelőszervhez tartanak (1. ábra).

A rúdra szerelt eszközökből a kábelek a vezetőállásban rögzített, Lowrance® HDS-7" Gen3 Touch kijelzőhöz futnak (1. ábra). Ezen központi kezelőeszköz három feladatot lát el:

1. A rendszer elsődleges feladata a szonármérések rögzítése, amely a Lowrance® zárt felépítésű „SL3” fájljaiba történik. A kezelőeszköz jobb oldalán két microSDHC™ kártyahely van (1. ábra), amelyekben egy-egy legfeljebb 32 GiB-os kártyát tehetünk.
2. A kijelző másodlagos célja a navigáció megkönnyítése, így az előző felmérési pásztára történő ráfordulás és hézagmentes felmérés segítése.
3. Harmadlagosan – adatbiztonsági és adatfeldolgozási okokból – a GNSS helymeghatározási adatait a szonárfájltól függetlenül, külön is rögzítjük. (Lowrance® USR4 formátumban.)



A szonár által belátott effektív nyílásszög  $2 \times 70^\circ$ , ez négyméteres, átlagosnak feltételezett vízmélység esetén megközelítőleg 22 méter széles, sűrűn mintázott keresztaszelvényeket ad.

Az átlagos mederszélesség figyelembe vételével, közben a bejárando úthossz minimalizálására törekedve a keskeny- és az átlagos szélességű mederrészek esetében öt hosszirányú pásztát készítünk az alábbi eljárásrend szerint:

1. A bal part mentén, folyásiránnyal szemben felhajózunk a parttól olyan messze, hogy az oldalra tekintő szonár képének szélén éppen megjelenjen a partél. Praktikusan úgy kell a part mentén végig haladni, hogy a víz és a szárazföld határát jelző fekete sáv az oldalra tekintő szonár képen, a jobb oldali panel  $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{5}$ -e környéken ingadozzon. Ez a zóna azt a térrészt jelöli, honnan már nem érkezik visszaverődő hangenergia – mivel a vízborítottság megszűnik. Ezzel a felmérési terület vesztesége még nem jelentős, de a rögzített szonárképen még a partél is látható, miközben a hajóvezető is elég időt kap, hogy a part kilengéseit követhesse.
2. A jobb part mentén, folyásiránnyal megegyezően lehajózunk, az előző pontban leírtak figyelembe vételével.
3. A bal part és a sodorvonal között felhajózunk.
4. A sodorvonalban lehajózunk. Szükség esetén – például ha szigetek vannak a folyóban – ettől a sorrendtől el lehet térni, de ideális olyan sort összeállítani, amelyben a sodorvonal, vagy a sodorvonal környéke egy lefelé eső ágba esik, mert ezzel a relatív közegsebesség a szonárfej környezetében minimalizálható. A magas közegsebesség rendszerint örvények és légbuborékok vízbejutásával, valamint a tartóállványzaton keletkező zajjal jár. Ezek a hatások rontják a szonár jel-zaj viszonyát és az oldalra tekintő pásztázó szonárképeken jellegzetes, a hajó billegéséhez hasonló, szimmetrikusan megjelenő, sötét csíkokat eredményeznek – ritkán fehérzajjal.
5. A jobb part és a sodorvonal között felhajózunk.
6. Ha a folyó szélessége átlag feletti, a középső sávok eltolhatók úgy, hogy egyenletesen lefedjék a fennmaradó területet, miközben a sodorvonal mellett legközelebb elhaladó ág lefelé fusson.



Amennyiben az idő és/vagy az üzemanyagköltség kevésbé korlátozza a vizsgálatot, a közegáramlásból származó zajok – és az ebből fakadó mérési hibák – akkor csökkenthetők a leghatékonyabban, hogyha kihagyjuk a folyásiránnyal szemben haladó ágakat és csak lefelé szonározunk, majd a pászta végeztével a szonárt kiemeljük, és nagy sebességgel visszahajózunk a kezdőpontra, és ott az előző nyomvonalunkkal párhuzamosan új mérési szakaszt kezdünk; végig haladunk az új pásztán, majd ismét kiemelt szonárral visszahajózunk – és ezt addig ismételjük, még el nem érjük a kellő lefedettséget.

## 4. MÉRÉSI ADATSOROK KIOLVASÁSA ÉS FELDOLGOZÁSA

A Lowrance® szonárok interferometrikus batimetriai adatsoraikat a Navico Inc. által fejlesztett, zárt felépítésű, „SL3” konténerformátumba mentik. Több kereskedelmi- és szabadszoftver (SonarTRX®; ReefMaster®; SonarWiz®; SonarLogAPI) képes ezen fájlokból a hagyományos szonártermékeket kiolvasni (pl.: *sidescan*; *DownScan*™), de az interferometrikus batimetriai adatok kiolvasására a kutatás kezdetekor csak a SonarWiz® volt – korlátozottan – képes (Chesapeake Technology, Inc, 2016). A szoftver árfekvése miatt azonban lehetetlenné tenné az alacsony költségvetés tartását: a szoftver árából már jól dokumentált formátumú, professzionális szonárok is vásárolhatók.

Ezért az adatfeldolgozásra csak egy út maradt: saját kiolvasó szoftvert fejlesztettünk. Az alkalmazást Microsoft® .NET Framework 4.7.2-es keretrendszerben, kezdetben Visual Basic™ .NET, majd C#™ 7.3 nyelven írtuk. Az alkalmazás a vektorosnak tekinthető adatok esetében két kimenet-típust támogat: bináris és ASCII kimenetet. A bináris kimeneti formátum egy objektumrelációs geodatábázis, amelyet az (Apache 2.0 licencű) ESRI™ File Geodatabase API 1.5.1 segítségével exportáltunk. A raszteres adatok exportálásához az ESRI™ ASCII-t és a TIFF (Tagged Image File Format) formátumot választottuk.

Az alkalmazásunk az SL3 és az USR4 fájlokból az alábbi kimeneteket képes exportálni:



- A szonár geodéziailag helyes útvonalát Lowrance® Mercator vízszintes- és EOMA függőleges vonatkoztatási rendszerben, néhány metaadattal kiegészítve (vízhőmérséklet, mérés dátuma, valódi- és mágneses kurzus, haladási sebesség)
- A középponti, egycsatornás szonármérésből származó mélységértékeket relatív- (vízszinthez viszonyított) és abszolút EOMA magassági értékekben.
- Az interferometrikus mérésből származó virtuális keresztshelvény adatokat abszolút magassági értékekkel. Az interferometrikus adatsor nyílásszöge (így az adott mélységnél elérhető keresztshelvény szélesség) a helyi függőlegeshez viszonyítva  $2 \times \pm 0 - 90^\circ$  között szabadon állítható, azzal a megkötéssel, hogy a mérési pontosság  $\pm 70^\circ$ -on túl jelentősen csökken. A shelvény menetirányra merőleges felbontása  $\pm 70^\circ$ -ig  $\sim 0,3$  m. A haladás irányába eső felbontás 0,09 és 0,15 méter közt ingadozik.
- A raszteres szonártermékeket (oldalpásztázó szonár, *DownScan*™, elsődleges- és másodlagos egycsatornás szonogramok) ESRI™ ASCII és tfw (TIFF World File) fájlal ellátott TIFF állományokként, állítható horizontális-, vagy vertikális túlmagasítással.

Az exportált adatsorok összeillesztéséhez és utófeldolgozásához és kartovizualizációjához ESRI™ ArcGIS® Pro 2.2.3-at használtunk. A fenékdomborzat interpolációjához az ANUDEM függvény (Hutchinson, Xu, & Stein, 2011; ESRI Inc., 2018) süllyedékek kialakulását engedélyező változatát használtuk.

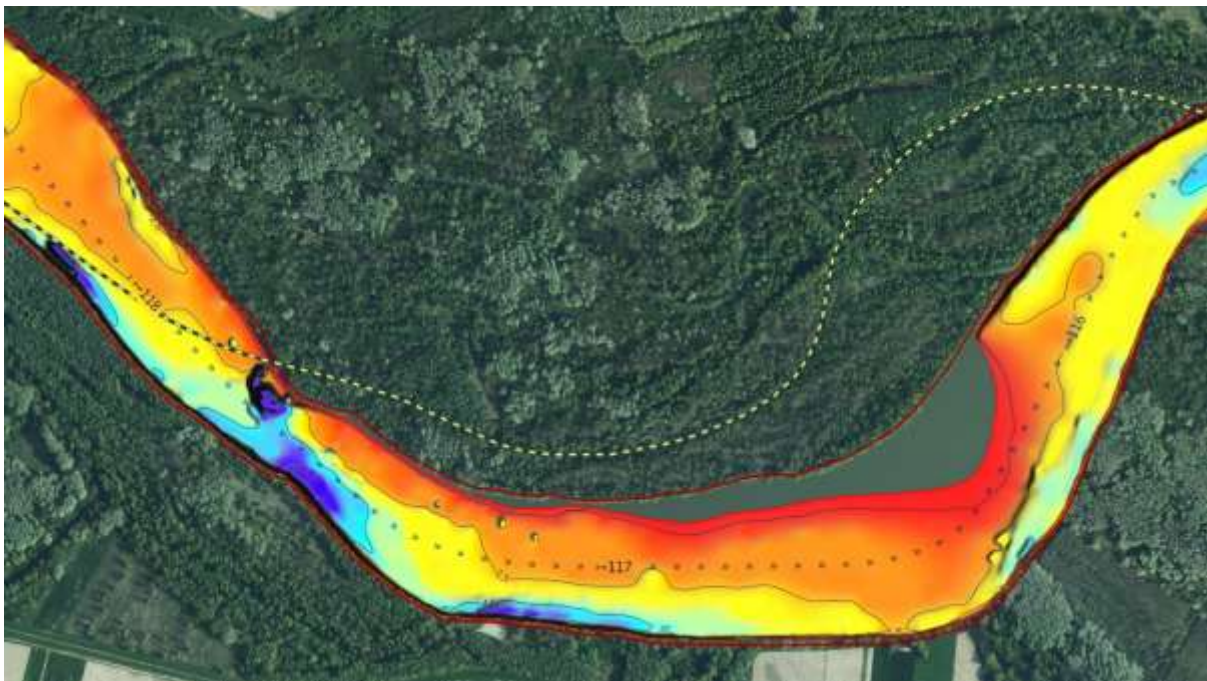
## 5. A MEDERFENÉK DOMBORZATÁNAK ÉS FELSZÍNBORÍTOTSÁGÁNAK FELMÉRÉSE

A Dráva hajózás által érintett szakaszának felmérését a területileg illetékes Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság munkatársai végezték az általunk kiépített eszközzel, a kutatócsoportunk által kialakított felmérési rend alapján. A kapott adatsor feldolgozásával elkészítettük a vizsgálati



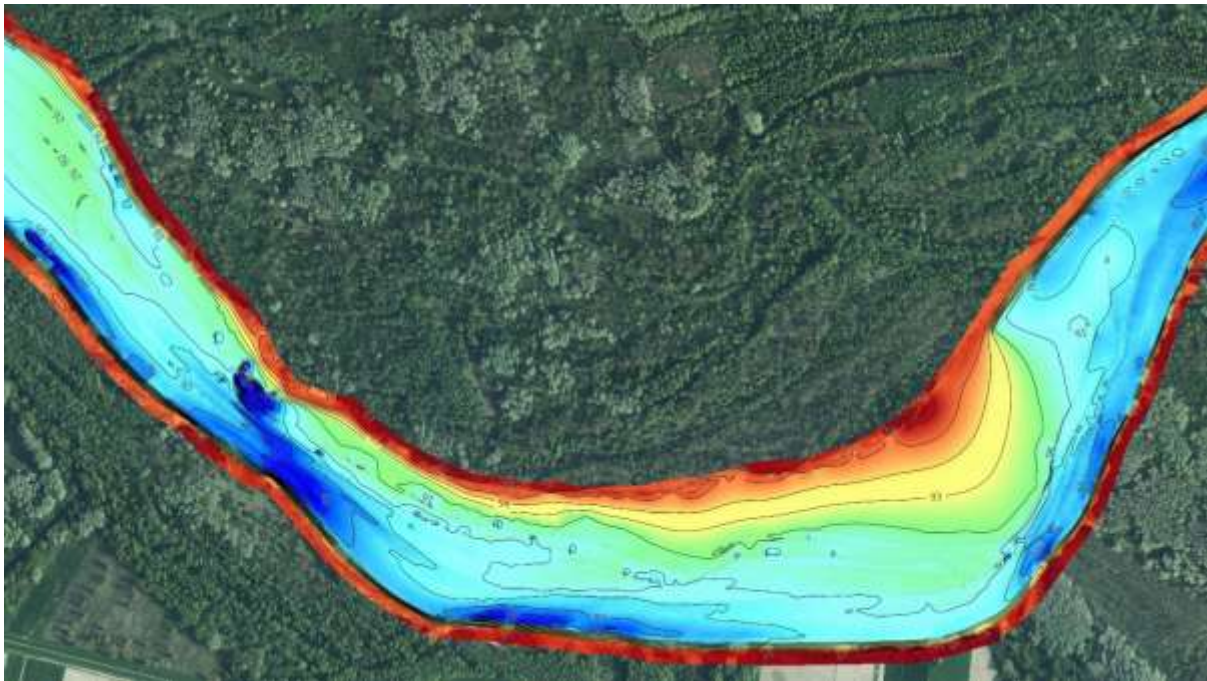
terület hajózási kisvízszintre normált, relatív mélységtérképét (4. ábra), illetve abszolút tengerszint feletti magasságot leíró domborzatmodelljét egyaránt (5. ábra). A kapott domborzati modell 1×1 méter felbontású, EOY/EOMA vonatkoztatási rendszerű, 32-bites raszter.

Hidrológiai modellezési vizsgálatok céljából a fenékdomborzat ismerete nem feltétlenül elegendő, mert nem fedi le az árvízi lefolyást meghatározó medren kívüli domborzati viszonyokat. Ez az adatsor azonban egy korábbi LiDAR felméréséből rendelkezésre állt, így a két adatforrást egy ismételt ANUDEM futtatással szakadásmentesen összeolvasztottuk a meder 25 méteres körzetében (5. ábra).



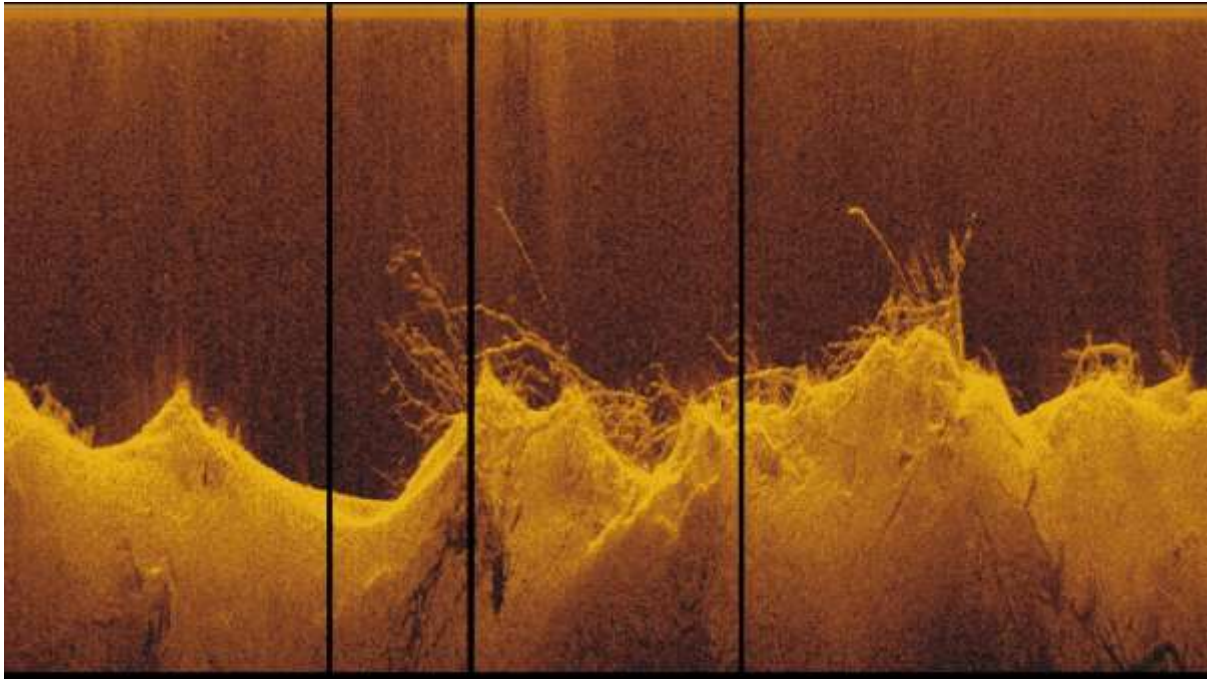
4. ábra. A vizsgálati terület hajózási kisvízszinttől számított relatív mélysége 115+500 és 118+500 fkm között. A piros árnyalatok a veszélyesen sekély, a kék árnyalatok a biztonságos, nagy mélységű területeket jelölik. A szintvonalköz 2,5 m, az első szintvonal  $-0,5$  métertől indul. A fáradt vörös vonalak a mederkitöltő vízszinthez tartozó partélet jelölik. A fekete-sárga szaggatott vonal az országhatár (északon Magyarország, délen Horvátország).



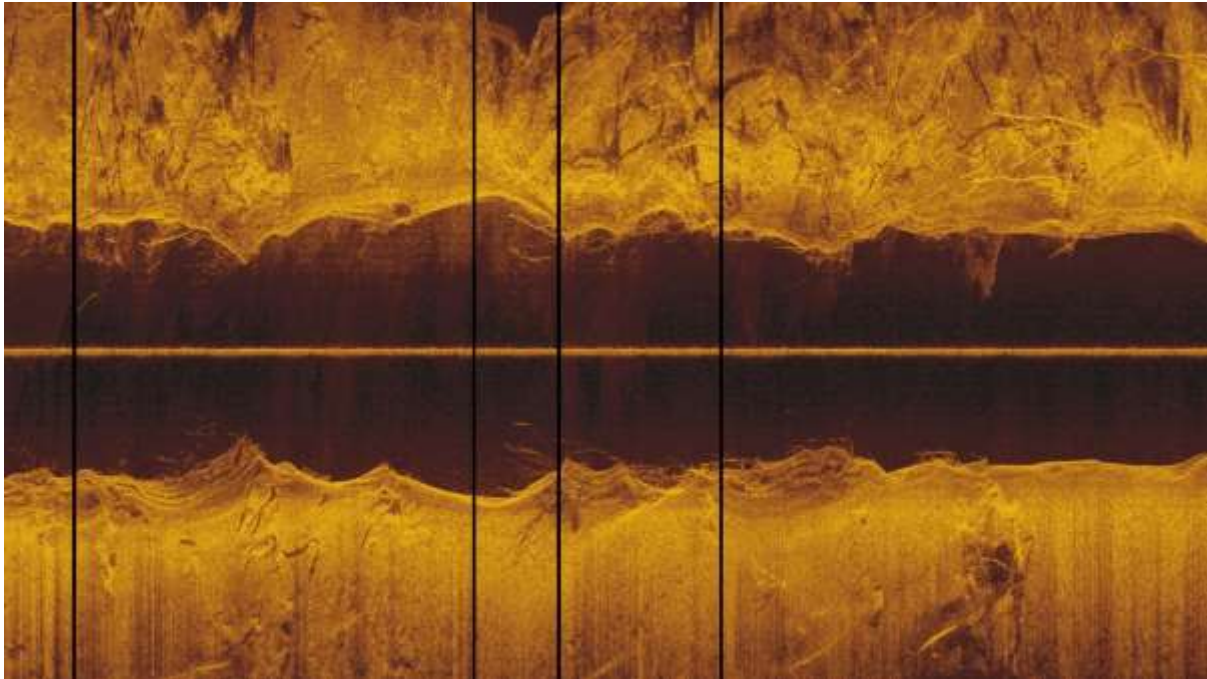


5. ábra. Abszolút, EOMA magasság, 25 méteres „szárazföldi” pufferzónával.

Az interferometrikus halkeresők használatának további előnye, hogy a domborzati adatsor mellett oldalpásztázó- és *DownScan*<sup>TM</sup> szonárképeket is kapunk, amelyeken a hajózást zavaró, vagy veszélyeztető objektumok felismerhetők (6. ábra, 7. ábra).

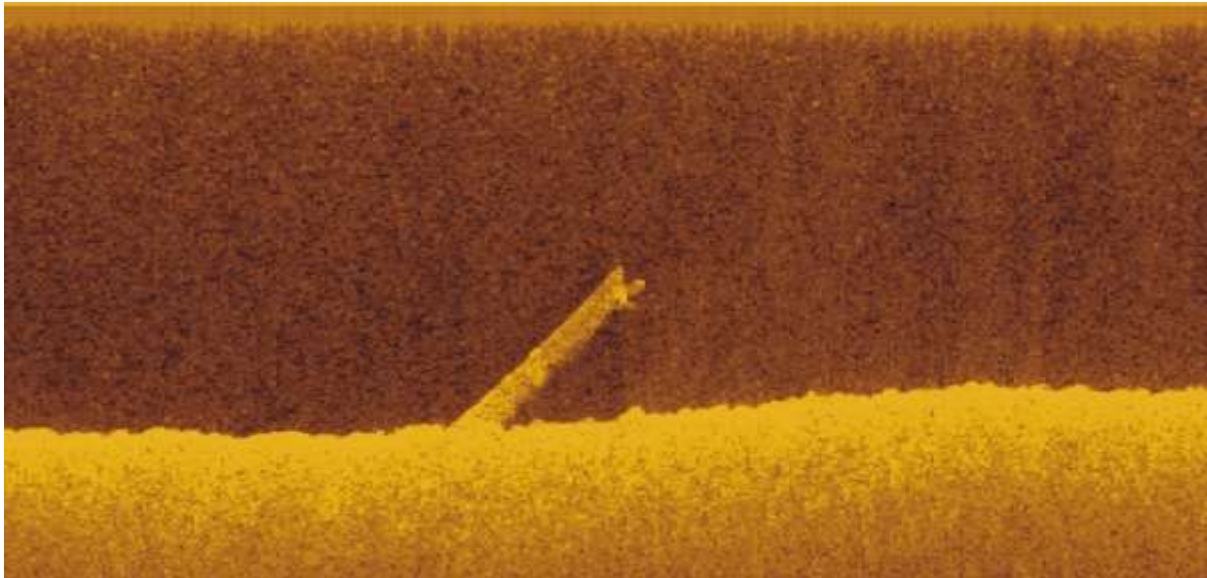


6. ábra. DownScan™ felvétel a fenékre süllyedt uszadékfákról, gallyakról és ágakról a Dráván (K. h.:  $18^{\circ} 22,058'$ , É. sz.:  $45^{\circ} 42,423'$ ; Oldtól délre, Horvátország területén). A kép keresztirányú kiterjedése 198 méter, függőleges kiterjedése 10 méter (felső éltől alsó élig: a meder ennél sekélyebb). A magassági viszonyok tízszeresen torzítottak. A függőleges fekete csíkok helyén nem érkezett vissza elegendő hangenergia a hiteles méréshez.



*7. ábra. Az előző ábrával megegyező helyen készült oldalpásztazó szonárfelvétel. A két szonártechnológia eltérései miatt ezen ábra méretaránya kisebb: a kép keresztirányú hossza 330 méter. A középső, sötét csík a szonár alatti vízoszlopot jelöli. Itt az uszadékok oldalnézetben, perspektivikusan láthatók.*

A Dráván az uszadékfák és más természetes eredetű akadályok igen gyakoriak, melyek kellő tapasztalattal kikerülhetők. Néhány objektum azonban nem várt helyen bukkanhat fel a mederben (8. ábra). Az ábrán látható objektum  $4,4^\circ$ -al, 1,4 méterre áll ki a környező homokkal borított sík területből.



8. ábra. Ismeretlen eredetű, mesterségesnek látszó, 1,4 méterre kiálló objektum a Dráván (K. h.:  $17^{\circ} 38,855'$ , É. sz.:  $45^{\circ} 51,828'$ ; Szentborbástól nyugatra). A DownScan™ felvétel keresztirányú kiterjedése 115 méter, a függőleges túlmagasítás tízszeres.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

A halkereső rendszerek – és ezen belül az interferometrikus mélységmérésre alkalmas szonárok – megjelenésével a szonártechnológia is bejárta az elektronikai iparágakban oly jellemző életutat: a kezdetben katonai-, majd professzionális kutatási célú eszközökből hozzáférhető árfekvésű, széles körben elérhető, rekreációs célú, kereskedelmi termékek lettek. A szonárok esetében az árakkal együtt csökkent az eszközök mérete, sérülékenysége, de ezzel egyidőben üzemeltetésük is egyre könnyebb. Ezért sekély víztestek felmérésére – ahol a professzionális szonárok nem elérhetők, vagy nem üzemeltethetők biztonságosan – a módosított halkereső rendszerek rendre felbukkannak tudományos és felmérési céllal egyaránt. Ez azonban idáig csak a *single-beam* és a *sidescan* szonárokra terjedt ki. Kutatócsoportunk Magyarországon először alkalmazott interferometrikus, mélységmérésre alkalmas halkereső szonárt, amelynek segítségével felmérésre került a 2018. évben a Dráva folyó hajózás által érintett szakasza. A kapott medergeometria nem csak a hajózás szempontjából nyújt hasznos információkat, de közvetlenül használható hidrológiai modellezésre és segíti a vízi túrázókat, kenusok navigációját is.



A módszer lehetőséget biztosít sekély, hajózásra alkalmatlan hegy- és dombvidéki vízfolyások felmérésére is.

## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezen kutatás nem születhetett volna meg a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság kollégái – GYÖRGY Zsolt ügyintéző, VRÁNICS Tibor vízrajzi ügyintéző, BALÁZS György hajóvezető és MIHÁLYEVICS Tamás műszaki ügyintéző segítségével.

A kutatás a 20765/3/2018/FEKUTSTRAT számú „Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program” című projekt „Innovációval a fenntartható életért, környezetért” tématerület, valamint a GINOP-2.3.2-15-2016-00055 számú projekt támogatásával készült.



## IRODALOMJEGYZÉK

Buscombe, D. (2017). Shallow water benthic imaging and substrate characterization using recreational-grade sidescan-sonar. *Environmental Modelling & Software*, 89, 1-18. doi:10.1016/j.envsoft.2016.12.003

Buscombe, D., Grams, P., & Smith, S. (2016). Automated Riverbed Sediment Classification Using Low-Cost Sidescan Sonar. *Journal of Hydraulic Engineering*, 142(2), 1-7. doi:https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001079

Caleb, G. (2005). *Efficacy of an interferometric sonar for hydrographic surveying: Do interferometers warrant an in depth examination?* Silver Spring, Maryland, U.S.A.: NOAA's National Ocean Service, Office of Coast Survey, Hydrographic Surveys Division. Letöltés dátuma: 2017.05.06, forrás: [http://ushydro.thsoa.org/hy05/08\\_4.pdf](http://ushydro.thsoa.org/hy05/08_4.pdf)

Chesapeake Technology, Inc. (2016). SonarWiz Quarterly Highlights - 2016 Q2. (Revision 1.0, 7/22/2016), 17. Mountain View, California, U.S.A.: Chesapeake Technology, Inc. Letöltés dátuma: 2018.10.26, forrás: [https://2ughld46mlgtlarvat2ix2d8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/01/2016\\_Q2\\_Highlights.Rev1\\_.pdf](https://2ughld46mlgtlarvat2ix2d8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/01/2016_Q2_Highlights.Rev1_.pdf)

ESRI Inc. (2018). *How Topo to Raster works*. (ESRI Inc.) Letöltés dátuma: 2018.10.27, forrás: <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-topo-to-raster-works.htm>

Farr, H., Frelich, P., & Curtis, R. (1967). *U.S.A. Patent No. US3296579A*. Letöltés dátuma: 2017.06.01, forrás: <https://patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/500d3a89fdf98e948b8b/US3296579.pdf>

Greene, A., Rahman, A., Kline, R., & Rahman, M. (2018). Side scan sonar: A cost-efficient alternative method for measuring seagrass cover in shallow environments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 207, 250-258.



Hook, J. (2011). *Sturgeon Habitat Quantified by Side-scan Sonar Imagery*. Athens, Georgia, U.S.A.: University of Georgia. Letöltés dátuma: 2017.08.21, forrás: [https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwir8sm2gOjVAhUGPFAKHfCiAwIQFgglMAA&url=https%3A%2F%2Fgetd.libs.uga.edu%2Fpdfs%2Fhook\\_john\\_d\\_201105\\_ms.pdf&usg=AFQjCNEXTTSZtZDr3E4SkOa-AmvvoM-Daw](https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwir8sm2gOjVAhUGPFAKHfCiAwIQFgglMAA&url=https%3A%2F%2Fgetd.libs.uga.edu%2Fpdfs%2Fhook_john_d_201105_ms.pdf&usg=AFQjCNEXTTSZtZDr3E4SkOa-AmvvoM-Daw)

Hutchinson, M. F., Xu, T., & Stein, J. A. (2011). Recent Progress in the ANUDEM Elevation Gridding Procedure. In T. Hengl, I. S. Evans, J. P. Wilson, & M. Gould (szerk.), *Geomorphometry 2011* (old.: 19-22). Redlands, California, U.S.A. Letöltés dátuma: 2018.10.27, forrás:

<http://geomorphometry.org/system/files/HutchinsonXu2011geomorphometry.pdf>

International Hydrographic Organization. (2008, február). IHO Standards for Hydrographic Surveys – Special Publication № 44. (5.). Monaco, Principauté de Monaco: International Hydrographic Bureau. Letöltés dátuma: 2018.07.16, forrás: [https://www.iho.int/iho\\_pubs/standard/S-44\\_5E.pdf](https://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-44_5E.pdf)

Kæser, A. J., & Litts, T. L. (2013). *An Illustrated Guide to Low-cost, Side Scan Sonar Habitat Mapping*. Panama City, Florida, U.S.A.: U.S. Fish and Wildlife Service.

Letöltés dátuma: 2018.03.02, forrás:

<https://www.fws.gov/panamacity/resources/An%20Illustrated%20Guide%20to%20Low-Cost%20Sonar%20Habitat%20Mapping%20v1.1.pdf>

Kæser, A., Litts, T., & T., W. T. (2012). Using Low-Cost Side-Scan Sonar For Benthic Mapping Throughout The Lower Flint River, Georgia, USA. *River Research and Applications*, 29(5), 634-644. doi:10.1002/rra.2556

Kirmani, S. (2016, 09 08). *U.S.A Patent No. US 20160259052A1*. Letöltés dátuma 2017.05.06, forrás:

<https://patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/207ce971bae1d37bae02/US20160259052A1.pdf>



- Klinghammer, I., & Papp–Váry, Á. (1983). *Földünk tükre a térkép* (1. kiad.). Budapest, Magyarország: Gondolat Könyvkiadó.
- Kuperman, W., & Roux, P. (2007). Underwater Acoustics. In T. Rossing (Ed.), *Springer Handbook of Acoustics* (pp. 149-204). New York, New York, U.S.A.: Springer Science+Business Media. doi:10.1007/978-0-387-30425-0\_5
- L-3 Communications SeaBeam Instruments. (2000). *Multibeam Sonar – Theory of Operation*. East Walpole, Massachusetts, U.S.A.: L-3 Communications SeaBeam Instruments. Letöltés dátuma: 2017.06.05, forrás: <https://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/MB-System/sonarfunction/SeaBeamMultibeamTheoryOperation.pdf>
- Lurton, X. (2000). Swath Bathymetry Using Phase Difference: Theoretical Analysis of Acoustical Measurement Precision. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 25(3), 351-363.
- Merklinger, H., & Ellis, D. (2017). Fessenden and Boyle: Two Canadian sonar pioneers. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 30(1), 1-20. doi: 10.1121/2.0000564





**Halmai Ákos**, tanársegéd, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék

Ákos Halmai, assistant lecturer, Department of Cartography and Geoinformatics, Institute of Geography and Earth Sciences, Faculty of Sciences University of Pécs

[orcid.org/0000-0001-5722-8119](https://orcid.org/0000-0001-5722-8119)

[halmaia@gamma.ttk.pte.hu](mailto:halmaia@gamma.ttk.pte.hu)

[http://foldrajz.ttk.pte.hu/munkatars/halmai\\_akos](http://foldrajz.ttk.pte.hu/munkatars/halmai_akos)

**Dr. Balatonyi László**, Ph.D., adjunktus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Víz tudományi Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet

Dr. László Balatonyi, Ph.D., senior lecturer, Institute for Hydraulic Engineering and Water Management, Faculty of Water Sciences, National University of Public Service

[orcid.org/0000-0001-5130-730X](https://orcid.org/0000-0001-5130-730X)

[balatonyi.laszlo@ovf.hu](mailto:balatonyi.laszlo@ovf.hu)

**Valkay Alexandra Iлона** kutatási asszisztens, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Térképészeti és Geoinformatikai Tanszék

Alexandra Iлона Valkay, research assistant, Department of Cartography and Geoinformatics, Institute of Geography and Earth Sciences, Faculty of Sciences, University of Pécs

[orcid.org/0000-0002-8944-4825](https://orcid.org/0000-0002-8944-4825)

[valkays2@gamma.ttk.pte.hu](mailto:valkays2@gamma.ttk.pte.hu)

**Dr. habil. Czigány Szabolcs**, Ph.D., docens, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék

Dr. Szabolcs Czigány, Ph.D., associate professor, Department of Physical and Environmental Geography, Institute of Geography and Earth Sciences, Faculty of Sciences, University of Pécs

[orcid.org/0000-0002-9158-3162](https://orcid.org/0000-0002-9158-3162)

[sczigany@gamma.ttk.pte.hu](mailto:sczigany@gamma.ttk.pte.hu)



**Dr. Liptay Zoltán Árpád**, Ph.D., kiemelt műszaki referens, Országos Vízügyi Főigazgatóság,  
Országos Vízelvezető Szolgálat

Dr. Zoltán Árpád Liptay, Ph.D., hydrological assistant, Hungarian Hydrological Forecasting  
Service, General Directorate of Water Management

[orcid.org/0000-0001-8984-9366](https://orcid.org/0000-0001-8984-9366)

**Dr. habil. Pirkhoffer Ervin**, Ph.D., docens, Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi  
Kar, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Természet- és Környezetföldrajzi Tanszék

Dr. Ervin Pirkhoffer, Ph.D., associate professor, Department of Physical and Environmental  
Geography, Institute of Geography and Earth Sciences, Faculty of Sciences, University of Pécs

[orcid.org/0000-0003-2917-3290](https://orcid.org/0000-0003-2917-3290)

[pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu](mailto:pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu)



**Rácz Sándor**

## **TŰZOLTÓK KIKÉPZÉSÉNEK FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI**

### **Absztrakt**

A tűzoltó, a munkavégzése során igyekszik lényegre törően, hatékonyan dolgozni, mert az adott helyzetben alkalmazható, a célértéket kielégítő egyszerű megoldási verziót részesíti előnyben. A hivatása gyakorlása közben egy korábbi, általa megélt, sikeresen végrehajtott megoldások közül választ egyet. Ennek érdekében a gyakorlatok esetében azt az elemét szükséges fejlesztenünk az eljárásainknak, amelyet tudatosan kiválasztottunk, és a hatékonyság szempontjából fontosnak ítéltük meg. A modellértékű környezetben végrehajtott gyakorlatok után könnyebb asszociálnunk a valós eseményeknél, míg az ilyen jegyeket alig, vagy nem hordozó helyszínek, szituációk közben kevés érdemi információ rögzül a hosszútávú memóriában. A tűzoltói találékonyság, a megoldási verziók egymáshoz való hasonlításából fakad, amely hatékonyságában a procedurális, az epizodikus, és a szemantikus emlékezetnek jelentős szerepe van. A tanulni, gyakorolni, mérni, elemezni, ismételni elvek mentén a tűzoltói gyakorlatok rendszere fejleszthető, amely igényli az intervenció kör szerinti megközelítést.

**Kulcsszavak:** tűzoltók, kiképzés, lehetőségek

## **POSSIBILITIES OF DEVELOPING FIREFIGHTING TRAININGS**

### **Abstract**

Firefighters try to work effectively when working, because they prefer a simple solution version that can be used in the given situation. During an intervention the firefighter chooses one of the solutions that he has successfully accomplished and succeeds in the past. Therefore, during the exercises, it is necessary to develop a part of our procedures that we have deliberately selected



and considered to be effective in terms of the efficiency. After the exercise in a modeled environment, it is easier to associate with real events. During such locations and situations, little or no relevant information is recorded in the long-term memory. Ingenuity of the firefighters comes from the comparison of the solution versions. In this efficiency, procedural, episodic, and semantic memory play a significant role. In order to learn, practice, measure, analyze, repeat principles, the firefighting system can be improved, which requires the intervention circle approach.

**Keywords:** firefighters, training, possibilities

## 1. BEVEZETÉS

Amennyiben figyelembe vesszük, hogy a tűzoltó begyakorolt metódusok alapján végzi a feladatát, legyen az szerelési feladat, tűzoltási, vagy életmentési feladat, [1][2][3] vagy akár valamilyen technikai eszköz, egyéb szakfelszerelés, kisgép, berendezés kezelése láthatjuk, hogy egy nagyon fontos elem szükséges még a hatékonyság, szakszerű kialakításához, amely nem más, mint a felkészítés tudatos elméleti, és gyakorlati felépítése. [4] Ezen túlmenően a káresetek során szerzett tapasztalatok, legyenek akár negatív akár pozitívak, a legfontosabbak a tűzoltó életében. A kognitív, másnéven mentális térképeink azáltal alakulnak ki és fejlődnek, hogy találkoztunk egy megoldási mintával és levonhattuk a működésének, előnyének és hátrányának a tanulságait. A gondosan megtervezett, és végrehajtott gyakorlat, amely megalapozott elméleti tudásra épülve kínál a tudásunkba beépíthető, és használható mintát, lehetőséget ad tudásunk bővítésére, kognitív térképeink fejlesztésére, a káresetek alatt jelentkező valódi veszélyhelyzetekre adott válaszlépések kipróbálására, hatásainak vizsgálatára. [5] A kötelező jelleggel elvégzett felületes oktatási idő, legyen az elméleti, vagy gyakorlati, nemhogy nem juttat minket használható tudáshoz, de hamis biztonságérzetet is adhat. A valósághoz közelítő körülményekkel végrehajtott gyakorlatok során olyan hatások megélésével tudunk döntési, és végrehajtói beavatkozó képességet fejleszteni, amelyek a végrehajtás során is előfordulhatnak.



## 2. A MEGISMERÉS FOLYAMATA ÉS A KOGNITÍV TÉRKÉP FEJLETTSÉGE

A tűzoltói mérce, tehát az egzakt mérésen túli előzetes szubjektív hatékonyságvizsgálat is döntő a problémák megoldásához alkalmazott eljárások kiválasztása tekintetében. Ez elkerülhetetlen folyamat, és nem zárja ki a szakszerű munkavégzést, tehát elengedhetetlen a mentális, avagy kognitív térkép fejlettsége. A tűzoltót jellemző heurisztikák segítik őt a problémák megoldásában. A tűzoltói találékonyság ezen alapul, mert a korábbi kipróbált, szakmailag helyes módszerek közül tudja a kárfelszámolások során a leginkább célravezetőt alkalmazni.

A tűzoltó igyekszik azokat a megoldásokat választani, amelyek egyrészt:

1. Kiképzése során, vagy korábbi gyakorlata során már alkalmazta
2. Végrehajtható, vagy van esély a végrehajtás sikerességére
3. Az adott körülmények között a leginkább célravezető

A tűzoltóság eddigi története során hatalmas tapasztalati tőkére és tudásra tett szert. Napjaink információbőségében ezek az ismeretek egyrészt exponenciálisan gyarapodnak, másrészt mindenki számára elérhetővé válnak. Az információk gyarapodása miatt a jövő generációi megfelelő tudástárhoz juthatnak hozzá, azonban ezeknek az ismereteknek a felhasználhatósága függ a rendszerezésbe fektetett energiától is. Az információkat valamilyen módon rendszerezni kell, továbbá a felhasználhatóságuknak megfelelően — hatásuk minősége alapján — további kategóriákba szükséges besorolni őket. A hagyományosan társadalomtudományi, de leginkább természettudományi megközelítés nem feltétlenül alkalmas a tűzoltói munka következtében felismert információk besorolására. A természettudományok szerinti osztályozás alapján élő, és élettelen, tovább bontva fizikai, kémiai, biológiai, radiológiai inputok jelen vannak, azonban a tűzoltók szempontjából szükségszerű az önkényes osztályozás is, ezért a kognitív térképeink kialakulásában nélkülözhetetlenek az átélt események.

Amennyiben a térérzékelési folyamatokat vizsgáljuk, megállapítható, hogy a személyes tapasztalaton alapuló ismereteink tartósabbak, pontosabbak és a mentális térképeink



kialakításában meghatározóbbak, mint külső forrásból szerzett tudásunk [6]. A véleményem, és tűzoltói tapasztalatom alapján, a stressz alatt megélt események, és a nyugodt környezetben végrehajtott feladatok során szerzett ismeretanyag tartóssága különböző. Másképpen van hatással az egyénre egy óvatlan mozdulat, vagy átgondolatlan döntés után elszenvedett negatív következmény egy káreseti beavatkozásnál, mint egy gyakorlaton vétett baki. Ez a következmény adódhat a szervezet elmarasztalásából, a keletkezett probléma anyagi, egészségügyi aspektusából, és a munkatársak megítéléséből.

A tűzoltói szemlélet, különösen mentési eljárásoknál sohasem passzív, hanem aktív, mert a környezeti változók elemzése a káresemény alatti folyamatos felderítést szolgálja, ezért biztonsági kérdés is egyben. Fontos, hogy minden eseményrészletet feldolgozzunk egy káreseti beavatkozásnál, hiszen nincs tét nélküli aktív folyamat<sup>1</sup> ezeknél az eljárásoknál. A tanulás szempontjából, a jól megoldott probléma pozitív megerősítést, a rosszul megoldott probléma negatív következményt jelent. Mindkét megerősítés hasznos, de természetesen az érdekünk az, hogy minél kevesebb legyen a negatív élmény.

Az információk helyes feldolgozása, valamint azokból eredményes munkavégzés szervezése létkérdés egy időben szűk mozgásteret biztosító esemény alatt. Az érzékszerveinkkel (szenzorainkkal) befogadott adatok döntési alapokat jelentenek a közvetlen végrehajtásban érintett, de azok vezetői számára is. (1.számú táblázat).

Bőr	⇒	tapintás, hőérzet
Fül	⇒	hallás, egyensúlyozás
Orr	⇒	szaglás
Nyelv	⇒	ízlelés
Szem	⇒	látás
Végtagok	⇒	koordináció

1.számú táblázat Érzékszerveink, és azok érzékelése (készítette: Rácz Sándor)

A külvilág megismerése jellemzően az anyagok tulajdonságain keresztül történik. A korábban tapasztalt tulajdonság nem azonos az anyaggal, csak egy részmegközelítése. A tűzoltók esetében számtalan anyagtulajdonság, tárgyak jellegzetessége, megjelenési formája az, amin

<sup>1</sup> egy veszélyhelyzeti folyamat aktívnak tekinthető, amennyiben a környezetre gyakorolt negatív hatása – beavatkozás nélkül – a vizsgálat pontjában még mérhető emelkedést mutat (szerző)



keresztül felismeri a környezetében található veszélyeket. A tűzoltó szakma velejárója, hogy folyamatosan ismereteket gyűjt, rendszerez, válaszokat ad a felmerülő problémákra. Ez egy empirikus megközelítés, hiszen alap természettudományi tudásunkat bővítjük, és alkalmazott speciális eljárásaink hatékonyságát rögzítjük az elménkben annak érdekében, hogy később előhívjuk egy esemény megoldásakor. A mentális térképünk fejlődése tehát az érzékszerveink által befogadott, és értelmezett inputoktól, de még inkább azok a környezettel alkotott kölcsönhatásaitól fejlődik. [7] Az érzékszerveink által befogadott információk, és a kialakult szituációk hatásai határozzák meg az elraktározott emlékeink, tapasztalásaink fontosságát. Ezek a később automatizmussá alakuló felismerési folyamatok adhatnak biztonságot a káreseteknél. A hőérzet, illetve annak elviselhetősége korábbi empirikus folyamataink alapján ad lehetőséget, hogy az elviselés irányába, vagy az elkerülés irányába mozduljunk-e el. A hivatásos állományúak esküje<sup>2</sup> [8, 44§ (2)] szerint az életmentést, akár életünk kockáztatásával is végre kell hajtani. Ezért a hőterhelés elviselése, illetve olyan környezetbe való behatolás, munkavégzés, amelyben az élő szervezetre veszélyt jelentő állapotok uralkodnak csak úgy lehetséges, hogy a feladatot elrendelő, és a végrehajtó személyzet tudatában van a korlátainak, és a lehetőségeinek is. Ez egyrészt szakmai megközelítés, tehát kiképzett vagyok, vannak eszközeim a védelemre, és a feladat végrehajtására, másrészt van tapasztalatom, találkoztam hasonló hatással már korábban, és ismerem a korlátaimat, tehát fejlett a mentális térképem

### 3. A MÉRÉS FONTOSSÁGA

A mérés, mint tudományos megismerési módszer azt jelenti, hogy a mérendő mennyiséget hasonlítjuk össze az egységgel, és megállapítjuk, hogy az hányszorosa az egységnek. A mért mennyiség tehát két részből áll, egyrészt a mérőszámból, másrészt a választott mértékegységből. Például a légző palackból felhasználható levegőmennyiség (6 literes palack

---

<sup>2</sup> „szolgálati kötelezettségemet, ha kell, életem kockáztatásával is teljesítem” 2015. XLII. trv. 44 §.(2) bekezdés



esetében 300 bar nyomásnál) mintegy 1800 liter. Ebben az esetben a liter a mértékegység, az 1800 pedig a mérőszám.

A mérés szükségessége a beavatkozásoknál életbevágó, hiszen a tűzoltó levegőfogyasztásához, tehát a beavatkozás során veszélyes környezetben eltöltött időhöz is kapcsolódnak azok az alapmennyiségi egységek, mint a liter, és a perc, és a belőlük származtatott mértékegység a liter/perc. Amennyiben tudjuk, hogy az átlag tűzoltói munka során mennyi liter/perces levegőfogyasztással kell számítani, tudhatjuk, hogy a rendelkezésre álló levegőmennyiség mennyi időre elegendő a beavatkozás során olyan légtérben, amely egyébként emberi használatra nem alkalmas. Veszélyes anyagok jelenlétében is vizsgálандók azok az anyagmennyiségek, amelyek káros hatást fejthetnek ki a beavatkozókra. Sugárveszélyes területen a Sv/óra, vagy mSv/óra származtatott mértékegység alapján tudunk következtetni a dóziskorlát elérésének az időpontjára. A távolság, és a magasság alaplémrtékegysége a méter, amely szintén alapinformáció egy tűzoltó munkája során. A társasházak, vagy egyéb építmények tüzeinél, a magasból mentő különleges tűzoltógépjárművek (létrák, emelők) bevezethetőségét tudjuk az emeletek számával, és az egyes szintek magasságával megfeleltetni. A tűzoltó tömlők hosszúsága (20 méter), és azok egységnyi szorzata adja meg a felhasználandó darabszámot, mind sík területen, mind pedig magasba szerelésnél pl. lakóépületek esetében.[9] A katasztrófavédelem térinformatikai rendszere a DÖMI<sup>3</sup> is távolság függvényében határozza az adott eseményhez szükséges tűzoltó egységeket azok térbeni elhelyezkedésük alapján. A tömeg, az idő, a hőmérséklet mérhetősége szintén közismert mértékegység, és alkalmazandó minden tűzoltói eseménykezelésnél. Az anyagok fizikai változása a hőmérséklet függvényében szintén alapinformáció a tűzoltó számára. Az alumínium kb. 600 °C fokon olvad, de az acélszerkezetek is elveszítik állékonyságuk 50%-át 500-600 °C fok között. Ezeket a méréseket természetesen nem minden esetben végezzük el tűzoltói munkavégzés közben, de következtetni tudunk a végbemenő változásokra korábbi ismereteinkből. Az időtényezőt viszont szükséges számon tartanunk, hiszen a korábban említett példa esetében, egy veszélyes, zárt környezetben tartózkodó tűzoltó légzőkészülékének rendelkezésre állása, illetve korlátai számíthatók, így

---

<sup>3</sup> Pajzs szoftvert támogató távolságmátrix alapon működő szoftver, amely a legközelebb található, az esemény felszámolására alkalmas tűzoltó gépjárművet rendel hozzá az eseményhez (szerző)





következtetni lehet a személy veszélyeztettségére az idő múlásával.[10][11] Egy tűzesethez felhasználandó vízmennyiség összefüggést mutat a tűz alapterületével. A méter, a liter, és a perc, mint mértékegységből tudjuk meghatározni az időegységre vonatkoztatott oltóvíz mennyiséget (liter/perc), amely szükséges az adott terület ( $m^2$ ) oltásához, súlyozva az anyagokra jellemző eltérésekkel. Az előzőekből kitűnik, hogy bár nem is tudatosan bennünk, de a helyzetek felmérése, és a lehetséges válaszlépéseink mind mért adatoktól függenek. A tűzoltók biztonsága tehát függ a pontosan begyűjtött adatoktól, valamint azok helyes felhasználásától is. Néhány esetben teljesen elfogadott a mérési hiba jelenléte, vannak azonban munkák, amelyeknél nem fér bele a mérések alkalmával elkövetett hibázás, és ilyen a tűzoltó szakma is.

## 4. A MEGSZERZETT INFORMÁCIÓ FELHASZNÁLÁSA

A tűzoltói gondolkodást a megismerésre törekvés, a lehetséges verziók felállításának képessége, kreativitás, fantázia, kollektív bölcsesség (saját, vagy más korábbi tapasztalatainak felhasználása) intuíció, és folyamatos kétkedés jellemzi. Mindezen képességeket a jogi normák betartása mellett kell használni.

A tűzoltókra jellemző gondolkodási módokat ki lehet egészíteni olyan alapvetően — a mentési eljárás szempontjából hasznos — elemekkel, amelyek kifejezetten meghatározzák az eljárásban résztvevők sikerességét [2].

A veszélyes munkát végzőknek elsősorban képzésük, gyakorlatuk, védőeszközökkel történő ellátottságuk révén tehetjük biztonságosabbá a munkájukat. A veszélyes munkahelyek, leginkább a veszélyforrások iránya, annak várható hatása szerint, illetve a munkavégzőre gyakorolt hatása szerint csoportosíthatók. A magasban, vagy veszélyes anyag, sugárzó anyag környezetében, hőterhelésben, vagy robbanásveszélyes környezetben dolgozók védelme elképzelhetetlen védőfelszerelés, és egyéb technikai támogatás nélkül. Azonban a munkavégzés biztonsági szabályainak a betartása az, amely a legnagyobb védelmet jelentheti. [12, 211 o.]



Az ellenőrzött környezettől jelentősen eltérnek a tűzoltói beavatkozások szinterei, amelyek a veszélyeztető tényezők egyidejű jelenlétével rendelkeznek. Ebben a veszélyes környezetben nem lehetséges olyan munkakörnyezetet kialakítani, amely teljesen kizárja a veszélyeztető tényezőket. A gyakorlatokon, és korábban megoldott eseteken keresztül szerzett rutin, a védőeszközök szakszerű használata mellett jelentősen csökkenti a veszélyeztetettséget. A teljes biztonság a káresemények alatt szinte elképzelhetetlen, viszont elkerülve a bizonytalan kimenetelű, vagy nem előrelátható eredményt hozó eseménykezelési megoldásokat, növelhetjük a biztonságot.[13]

## 5. A PROBLÉMA FELISMERÉSE

A problémák felismerése, és azokra adott hatékony válaszok megkövetelik, hogy minden részletet megvizsgáljunk, amely hatással van az eredményre, és kizárjuk annak a lehetőségét, hogy nem az optimális protokollt, erőt vagy eszközt használjuk a végrehajtásra. Az elméletorientált és gyakorlatorientált problémakutatás, és megoldási lehetőségek kidolgozása egyaránt jelen van a tűzoltói munkában. A korábbiakban kifejtettek alapján, mennyiségi meghatározás, tehát mért értékeken alapuló tudás nélkül korrekt javaslatot tenni a munkavégzés részleteire, az elvégzendő feladatokra, de a képzés felépítésére is hatással van ez a kutatási szemlélet. A veszélyes szituációkban csak az elméleti tudásból építkezve nem biztos, hogy tudunk jó megoldási verziókat meghatározni, csak a már korábban sikerrel alkalmazott gyakorlati módszerekkel együtt lehet a megszerzett alapismereteket alkalmazni. Különösen igaz lehet ez abban az esetben, ha azok hatékonyságát egymáshoz viszonyítva is próbálták már összehasonlítani a beavatkozást végzők. Ezt tekinthetjük egyfajta kutatási tevékenységnek, hiszen egy összehasonlító elemzés vezet egy jobb módszer alkalmazhatóságához.

Mit akar megismerni a tűzoltó, amennyiben problémával áll szemben?

Ez attól függ, hogy mennyi ideje van a felkészülésre. Amennyiben alkalmazott, vagy gyakorlatorientált kutatást végez, akkor a korábbi elméleti ismeretek gyakorlatba történő átültetését próbálja kitapasztalni, úgy hogy az alapvető cél kitűzésével, a rendelkezésre álló



erőforrásokból optimális protokollt alkot, amely egy megszerzett tudáshoz fog vezetni. Ezek kialakulása a gyakorlatok, és a káresetek során megszerzett tapasztalatok mennyiségétől, és minőségétől függenek.

Ezt mindenképpen meg kell előznie egy alapkutatásnak, vagy elméletorientált kutatásnak, amely esetben egy új minőségű tudást akarunk elérni, méghozzá abból a célból, hogy vagy bővítsük a már meglévő tudásunkat a speciális témában. A Comeniusi elveket kell figyelembe vennünk, abból a célból, hogy egy biztos alapokon nyugvó erős tárgyi tudással rendelkezünk.

Leginkább Comenius<sup>4</sup> alapelveivel összhangban lehetne vizsgálni azokat a folyamatokat, amelyek a tűzoltásvezetőben is lezajlanak, miközben a szakmai fejlődése lezajlik [14].

### **Szakmai fejlődést biztosító elvek:**

- szemléletesség (konkrét tapasztalatszerzés, káreseteknél, gyakorlatokon történő megfigyeléssel)
- tudatosság (a megértés nélküli tudás helyett az ismeretek tudatos elsajátítása, kötve a valós szituációkhoz)
- rendszeresség (az oktatott anyag egymásra épüljön)
- következetesség (az életkori sajátosság, és az értelmi (szakmai) fejlődés szintjeit is figyelembe veszi)
- a tananyag koncentrikus bővítésének elve (az ismeretanyag fokozatos bővítésének az elve, amely például moduláris rendszerű oktatásnál lehetséges)

## **6. AZ EMLÉKEZET**

A „tűzoltó képességeink” kialakulása, és fejlettsége a tapasztalatunktól, és a tudatosan elsajátított ismereteinktől függenek. Szükséges megismernünk az emlékezetünk működését a

---

<sup>4</sup> Johannes Amos Comenius cseh pedagógus, és író, a modern didaktikai alapelvek megalkotója



témával kapcsolatban. A memóriánk tulajdonképpen a befogadott külső információk, és a tapasztalat elsajátítása, és megtartása.

**A memóriánk hipotetikus szakaszai:** kódolás (szenzoros analízis), tárolás (a lenyomat tartós megőrzése), előhívás (felidézés)

A rövid távú emlékezet, és a hosszú távú emlékezet közül a tartósan tárolt elemekhez köthető hosszú távú emlékezet **deklaratív (explicit)**, és **nem-deklaratív (implicit)** elemeit vizsgálva, megállapítottam, hogy a tűzoltói tevékenység esetében mindkettő fontos. A deklaratív (pl.: tudom, hogy a mennyi az Acetilén gáz alsó-, és felső robbanási határértéke), és a nem-deklaratív (gyakorlati készségek fejlettsége pl.: szerelési foglalkozások által, vagy óvatosság pl.: negatív élmény után) adják a tűzoltó képzettségét. Tehát az implicit memóriánk egy korábbi tudásanyagunkat alkalmazza automatikusan, mindenféle tudatosság nélkül.[15]

### **A deklaratív memóriánk elemei:**

*Epizodikus emlékezet:* személyesen megtapasztalt, időben, és térben meghatározott eseményen keresztül

*Szemantikus emlékezet:* Általános tudásra, egy szó jelentésére vonatkozó memória.

Kontextuális szemantikus emlékezet esetében az információ kódolása függ a helyszíntől, és az időponttól, míg a nem kontextuális szemantikus emlékezet ezektől független.

*Munka emlékezet:* Az aktuális feladat megértéséhez, tervezéshez alkalmazott memória.

### **A nem deklaratív memóriánk elemei:**

*Priming:* Egy korábbi találkozás az információval, hozzájárul a felidézéshez, vagy a felismeréshez.

*Procedurális:* Készségek elsajátítása, amelyhez többszöri gyakorlás kapcsolható. Mérhető a készség fejlődése (időintervallum csökkenése, pontosabb eszközhasználat)

*Kondicionálás:* Bizonyos ingerekre adott válasza az idegrendszerünknek (társítás).



A képzettségünk tekintetében tehát mind explicit, mind implicit elemek működnek. Nem lehetséges, csak az egyiket fejleszteni, és a tűzoltói tevékenység során véleményem szerint nem is lehetséges.[15]

## 7. A MODELLALKOTÁS FOLYAMATA AZ OKTATÁSBAN

A modellalkotási folyamat összefügg a tűzoltással. A **Valóság** tulajdonságai, és megnyilvánulásai közül a **Modell** néhány, számunkra fontos elemét veszi figyelembe, azokat, amelyek a lényegre érintik. A modell használatával lehetséges bizonyos folyamatokat, eseményeket megérteni, feltéve, ha a Valóság és a Modell közös tulajdonságait tartjuk a fókuszban. A gyakorlatok alatt egyfajta modelleken keresztül igyekszünk megteremteni azt a környezetet, amely a valódi káreseti beavatkozások körülményeihez hasonló feltételeket biztosít.[16]

A feltételezésem alapján a gyakorlat akkor fejleszti a mentális térképünket hatékonyan, ha egyrészt:

- „organikus”, modellértékű környezetben végezzük
- és a végrehajtás lehetséges verzióit egymáshoz viszonyítjuk, tehát mérjük

Így egyfajta versenyt teremtünk a feladatsorok között. Ez nemcsak objektív értéket mutathat, hanem fejleszti a tűzoltó kiválasztási döntési mechanizmusát. Amennyiben mérhető a különbség, akkor egészen biztosan a legjobban alkalmazható módszert fogja előnyben részesíteni valós körülmények között. A memóriánk (kognitív térképünk) deklaratív, és nem deklaratív elemei mind fejlődnek, egy jó modellértékű helyszínen. Véleményem szerint az epizodikus, és a procedurális emlékezetünk mellett a szemantikus memóriánk is fejlődik.

### **Az intervenció kör szerepe a gyakorlati feladatmegoldásoknál**

Az intervenció kör egy olyan eszköz lehet a hivatásos katasztrófavédelmi szervezet tűzoltó egységeinek a kiképzésénél, amely a gyakorlati problémák megoldásához szükséges lépéseket

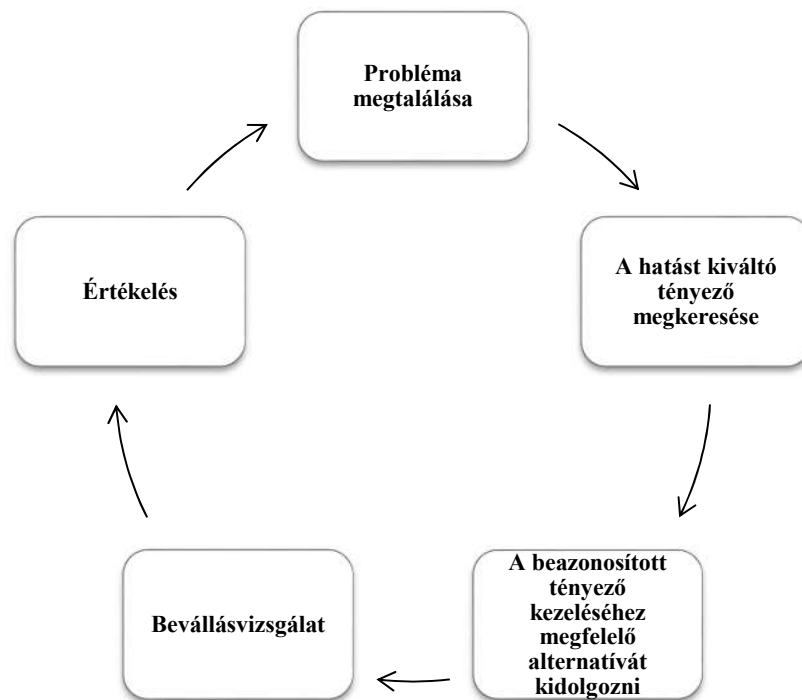


azonosítja, és határozza meg (1. ábra). A módszertani szempontból új szemlélet azt jelentené, hogy minden egyes probléma megoldására több lehetséges verziót alkalmazunk, amelyek eredményességét külön-külön, majd együtt is megvizsgáljuk. [17]

Használhatjuk mindezt abból a célból, hogy dönteni tudjunk — a szükséges ismeretek birtokában — egyrészt az erőforrások pontos megállapításában, és egy új, hatékonyabb protokoll kiválasztásában, vagy megtervezésében.

### **Az intervenció kör szakaszai**

- Probléma megtalálása: tisztázni a probléma jellemzőit és/vagy fontolóra venni, mely hatása miatt probléma a probléma
- Diagnózis (probléma meghatározása): beazonosítani a hatást kiváltó tényezőt, és meghatározni annak paramétereit
- Kivitelezés: összehasonlítani a különböző terveket vagy intervenciókat, melyek megoldhatják a problémát (kísérlet)
- Monitoring (vizsgálat): a tervezés és a kivitelezés során feltárt különbségekre megoldási javaslatot tenni
- Értékelés: megállapítani, hogy a lehető leghatékonyabb, legbiztonságosabb megoldást alkalmaztuk-e a probléma megoldásához (1. ábra)



1. ábra Az intervenció kör szakaszai (készítette: Rác Sándor)

## A kísérlet célja

A kísérlet olyan kvantitatív eljárás, amely a függő és független változó közötti ok-okozati összefüggés feltárását célozza. A katasztrófavédelem gyakorlatai mint bevállásvizsgálatok — különös tekintettel a szituációs begyakorló, és az ellenőrző gyakorlatokra — véleményem szerint kísérletnek tekinthetők mert amellet, hogy készségeket fejlesztenek, objektív elemek mérésével vizsgáljuk alkalmazott eljárásaink működőképességét.

A független változó ebben az esetben a kialakított — környezeti hatásokat szimuláló — eseménymodell, míg a függő változó a gyakorlat megoldásához alkalmazott erőforrások. Az erőforrások alatt a képzettséget, az eset jellegének megfelelően differenciáltan alkalmazott speciális technikákat, és felhasznált eszközök, eljárásokat és természetesen a szükséges létszámot értjük.

A fentiek elősegíthetik, hogy a tűzoltók különböző csoportjainál végzett korábbi attitűd vizsgálatok képzésre, továbbképzésre vonatkozó eredményei tovább javuljanak és hatékonyabbá váljanak [18] [19] [20] [21].



## 8. A KÉPZÉS SORÁN ALKALMAZOTT SZEMLÉLETMÓD

A katasztrófavédelem komplex rendszerében számtalan probléma megoldására keresünk, és adunk választ működés közben.[22] Ezek egy része kvantitatív szemléletmóddal, más része kvalitatív szemléletmóddal oldhatók meg. A káreseti beavatkozásokra történő felkészülés nagyrészt kvantitatív szemléletmódot igényel, és ehhez a stratégiáknak is ilyen típusúaknak kell lenniük. Ahhoz, hogy egy empirikus szakmát jobbítsunk, a módszereinknek is olyanoknak kell lenniük, amelyek által gyakorlati tapasztalatokat nyerünk. **Számításokra, és mért adatokra kell fókuszálnunk**, amelyek mennyiségileg jellemzik a szituációkat, és a jelenségeket. A szabályszerűségek keresése kiemelkedik ezek közül, mert fontos a megbízható, minden körülmények között alkalmazható módszer. A kvantitatív kutatás során tehát ‘egységekben’, ‘változókbán’ és ‘értékekben’ mérhető jelenségeket vizsgálunk, ok-okozati, és korrelációs összefüggéseket keresünk. A kvalitatív megközelítése a tűzoltói munkának olyan szubjektív megítéléseken keresztül értelmezhetők, mint például az egyének tapasztalata, kognitív térképük fejlettsége, jó döntéshozó képességük. Ezek fejleszthetőségére korábbiakban kitértem, és míg a kísérletekkel, mért értékeken keresztül a kvantitatív megközelítés érvényesül, véleményem szerint származtathatók belőle a kvalitatív eredmények is. A lezajlott események után elvégzett elemzés egy esettanulmányon keresztül segítenek a folyamatok értelmezésében, amelyek egyben stratégiának is tekinthetők ily módon.

## 9. ÖSSZEFOGLALÁS

A katasztrófavédelem összetett feladatrendszerében felépíteni egy olyan felkészítési eljárási elemet, amely a mentő tűzvédelemhez, pontosabban annak egyik alkalmazott eljárásához kapcsolódik, csak úgy lehetséges, hogy kapcsolni tudjuk hozzá az elvi megközelítéseket, amelyeket a közleményemben összefoglaltam. A szakmai fejlődést biztosító elveket, és a tananyag körének koncentrikus bővítésének megfelelően kell meghatározni, és a képzés során alkalmazni. Új elemként a mérhetőségen alapuló gyakorlatokat javasolnám, amikor lényegében





egy kvantitatív tudományos eljárást folytatunk le. Az eljárásunkat tekinthetjük kísérletnek, amely része a gyakorlati problémát megoldó intervenciók körnek, hiszen választ kapunk egy felmerült gyakorlati, esetleg elméleti problémára. A mérések általi megközelítés, nemcsak a mérnöki szemlélet velejárója, hanem az általános megismerésünk, kutatásunk része is. A tűzoltási és műszaki mentési eljárások szinte kivétel nélkül igényelnek valamilyen mérést, amelytől függ az eredményesség. A készségszintű mérési tudatosságunk fejlesztését sok olyan gyakorlaton keresztül fejleszthetjük, amikor egy beazonosított változó vizsgálatán keresztül jutunk el egy eredményesebb eljárásrend kidolgozásáig. A gyakorlatok szervezésekor törekedni kell továbbá a modellérték megjelenésére, amely lehetővé teszi az eljárásaink valóságához hasonló gyakorlati tereinek a kialakítását.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 1996. évi XXXI törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról;  
[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=99600031.TV](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=99600031.TV)
- [2] 39/2011. (XI. 15.) BM rendelete a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól
- [3] 6/2016. (VI.24) BM OKF utasítás a Tűzoltás-taktikai Szabályzat kiadásáról
- [4] Pántya Péter.: What could help for the firefighting, technical rescues? Advances in Fire, Safety and Security Research 2015. Bratislava: Fire Research Institute of the Ministry of Interior Slovak Republic, 2015. 60-65.o. ISBN:9788089051199
- [5] 60/2016. számú BM OKF Főigazgatói intézkedés a készenléti jellegű szolgálatot ellátó tűzoltó állomány napi továbbképzésének, valamint a tűzoltósági szakterület által tartandó gyakorlatok rendszerének szabályairól
- [6] Cséfalvay Zoltán: Térképek a fejünkben Akadémia kiadó, Budapest 1990.



- [7] Fazekasné dr.Fenyvesi Margit: Orientációs képességek fejlesztésének módszertana (2013)  
3.4.1 fejezet [https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2009-0007\\_orientacios\\_kepessegek\\_fejl\\_modszertana/TANANYAG/03\\_4\\_1.html](https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2009-0007_orientacios_kepessegek_fejl_modszertana/TANANYAG/03_4_1.html)(letöltve 2018.07.23)
- [8] 2015. évi XLII. törvény a rendvédelmi feladatokat ellátó szervek hivatásos állományának szolgálati jogviszonyáról 44§ (2)  
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1500042.TV#lbj0ida4fa>
- [9] 3/2015. számú BM OKF Főigazgatói utasítás a tűzoltóságok szerelési szabályzatáról
- [10] Pántya Péter.: Eredmények a tűzoltók beavatkozási készségének növelésében Bolyai Szemle XXIV:(4) (2015) 172-180. o. <https://folyoiratok.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/bolyai-szemle-2015-04.original.pdf> (letöltve: 2018.04.11.)
- [11] A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság Kiképzési Szabályzatának kiadásáról szóló 85/2014. számú BM OKF intézkedés
- [12] Pántya Péter: A katasztrófavédelem és a tűzoltóságok hazai és nemzetközi tevékenysége, a beavatkozások keretei, a biztonság és hatékonyság megjelenése Hadmérnök 12:(2) (2017) 201-213.o. [http://www.hadmernok.hu/172\\_16\\_pantya.pdf](http://www.hadmernok.hu/172_16_pantya.pdf) (letöltve: 2018.03.11.)
- [13] Martin Zachar, Andrea Majlingova, Iveta Marková, Oántya Péter: The Proposal of Methodology to Investigate the Passenger Cars Fires Bolyai Szemle 26:(2) (2017) 45-56. o. [https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/Bolyai\\_Szemle\\_2017\\_02\\_kesz.pdf#page=45](https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/Bolyai_Szemle_2017_02_kesz.pdf#page=45) (letöltve: 2018.04.09.)
- [14] Pukánszky-Németh : Neveléstörténet Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1997, ötödik, átdolgozott bővített kiadás 6. 1. fejezet <http://magyar-irodalom.elte.hu/nevelestortenet/>
- [15] Borbély Csaba: A tanulás-émlékezési és gondolkodási zavarok diagnosztikája Országos Klinikai Idegtudományi Intézet; előadás 5-45 dia. (letöltve 2018.07.28)  
<http://semmelweis.hu/klinikai-pszichologia/files/2012/06/Borb%C3%A9ly-Csaba-Mem%C3%B3ria.pdf>



[16] Benyó Balázs, Benyó Zoltán, Paláncz Béla, Szilágyi László, Ferenci Tamás: Műszaki és biológiai rendszerek elmélete Budapest 2014. Typotex kiadó

[https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2011\\_0079\\_benyo\\_muszaki\\_es\\_biologia\\_i\\_rendszerek/ch01.html](https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2011_0079_benyo_muszaki_es_biologia_i_rendszerek/ch01.html)

[17] Csépanyi Zsolt : Kutatásmódszertan Esterházi Károly Tanárképző Főiskola 22.dia

[http://media.ektf.hu/levelezo/orai\\_anyagok/kutmod.pdf](http://media.ektf.hu/levelezo/orai_anyagok/kutmod.pdf)

[18] Horváth, Galina ; Restás, Ágoston ; Bodnár, László: A műveletirányító képzést befejezők körében végzett elégedettségi felmérés értékelése pp. 169-172. , 4 p. Tűzoltó Szakmai Nap 2017; Budapest, Magyarország : BM OKF, (2017) 216 p.

[19] Horváth, Galina ; Restás, Ágoston ; Bodnár, László: A szerparancsnoki képzést befejezők körében végzett elégedettségi felmérés értékelése pp. 173-176. , 4 p. Tűzoltó Szakmai Nap 2017; Budapest, Magyarország : BM OKF, (2017) 216 p.

[20] Horváth, Galina ; Restás, Ágoston ; Bodnár, László: A tűzoltó I. képzést befejezők körében végzett elégedettségi felmérés értékelése pp. 165-168. , 4 p. Tűzoltó Szakmai Nap 2017; Budapest, Magyarország : BM OKF, (2017) 216 p.

[21] Horváth, Galina ; Restás, Ágoston ; Bodnár, László: A tűzoltó II. képzést befejezők körében végzett elégedettségi felmérés értékelése pp. 161-164. , 4 p. Tűzoltó Szakmai Nap 2017; Budapest, Magyarország : BM OKF, (2017) 216 p.

[22] Bérczi László: Országos képzések a hatékony és biztonságos tűzoltói beavatkozások érdekében. Védelem - Katasztrófa- Tűz- És Polgári Védelmi Szemle XIX:(3) pp. 33-35. (2012)

**Rácz Sándor** egyetemi tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katasztrófavédelmi Intézet, Tűzvédelmi és Mentésirányítási Tanszék

E-mail: [racz.sandor@uni-nke.hu](mailto:racz.sandor@uni-nke.hu)

orcid: 0000-0001-9955-924X



**Sándor Rácz** assistant of lecturer, National University of Public Service, Institute of Disaster Management, Department of Fire Protection and Rescue Control

E-mail: [racz.sandor@uni-nke.hu](mailto:racz.sandor@uni-nke.hu)

orcid: 0000-0001-9955-924X



**Dr. Berki Imre**

## **„AZ ÖTLET” – KŐSZEGHI-MÁRTONY KÁROLY TALÁLMA NYA – A SŰRÍTETT LEVEGŐS LÉGZŐKÉSZÜLÉK**

### **Absztrakt**

A zárt helyiségek tüzeinél a tűzoltók behatolását gyakran a fojtó füst és gáz szinte lehetetlenné teszi. A beavatkozások biztonságossá tétele érdekében olyan módszereket, felszereléseket kellett találni, amelyek nem akadályozzák az eredményes munkavégzést, emellett hatékony védelmet biztosítanak.

Ez két módon lehetséges. Egyrészt a füstös, mérgezőanyagot tartalmazó levegő szűrésével, másrészt oxigént vagy tiszta levegőt szolgáltató készülékkel.

**Kulcsszavak:** légzőkészülék, találmány

## **„THE IDEA” – THE INVENTION OF KÁROLY KŐSZEGHI- MÁRTONY– COMPRESSED AIR BREATHING APPARATUS**

### **Abstract**

During fires in closed spaces, firefighters' work often becomes almost impossible because of smoke and gases. To make firefighting safe, methods and equipment needed to be invented that could effectively protect the firemen. This is possible in two ways: by filtering the contaminated air, or breathing oxygen or clean air.

**Keywords:** breathing apparatus, invention



## 1. LEVEGŐ SZŰRÉSÉRE ALKALMAS ESZKÖZÖK

Elsőként a füstszűrés módszerét alkalmazták. Anekdoták szerint, csak nagy hosszú szakállú ember lehetett tűzoltó, hogy bevizezett szakállát az orra elé tartva mehessen be a füstbe.

A valóságban, a kezdetekben egy kendő orr elé tételével oldották meg ezt a problémát. Ezt váltotta fel később a tengeri szivacs, amit a tűzoltó az övére függeszthető kis bőrtáskában vitt magával. A mérgező gázzal telt helyiségbe való belépés előtt a szivacsot megnedvesítette, majd az orra elé tartotta. A szivacs a levegőt teljesen nem szűrte meg. Alkalmazásának hátránya a kis hatásfokú szűrés, ezért a tömény füsttel telt helyiségben alig vagy csak rövid ideig nyújt védelmet a mérgezés ellen. A szivacsot tartó kéz állandó foglaltsága a tűz körüli tevékenységet erősen korlátozta.



1. számú kép. Tengeri szivacs hordtáskával

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára



Egy már hatékonyabb szűrést, illetve viselőjének szabadabb mozgást és tevékenységet biztosító „készüléknél” a szivacsot, vagy szűrőanyagot egy szűrőszelencébe helyezik el. A szelencét egy légmentes zárást biztosító bőridommal illesztik a szájra és az orra, rögzítését a fülek mögött megkötött, vagy azok fölött elvezetett és tarkón összekötött bőrszíjakkal oldották meg. Ezt a „készüléket” egy övre helyezhető fémdobozba vitték magukkal a tűzoltók. A szelence szűrőanyagának megújításáról folyamatosan gondoskodni kellett. A „készülék” használója a hőhatás miatt az arcán és nyakán gyakran égési sérülést szenvedett.



2. számú kép. Szűrőszelence (Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára)



3. számú kép: Szűrőszelence hordozó doboza (Forrás: Kat.v. Közp. Múzeuma fotótára)



Az égési sérülések ellen is védelmet nyújt a préselt bőrből készült szemüveggel, és szűrőszelencével ellátott – úgynevezett füstálarc, amelynek rögzítését ugyancsak szíjjal oldották meg, a szűrőanyag a száj előtti csőben elhelyezkedő nedves szivacs.

Ez a módszer kis mennyiségű mérgező anyagot tartalmazó és nem tömény füstben viszonylag hatásos volt. Ám nagyobb füstben, több különböző mérgező anyag esetében már hatástalan maradt.<sup>1</sup>



4. számú kép: Füstálarc (Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára)

---

<sup>1</sup> Dr. Hadnagy Imre József: Tengeri szivacs, életmentő készülék, lélegzési készülék avagy kísérletek a fojtó füstben és gázban tevékenykedő tűzoltó életfunkcióit fenntartó éltető levegő biztosítására. [www.vedelem.hu](http://www.vedelem.hu), letöltve: 2018. november 21.





## 2. TISZTA LEVEGŐT SZOLGÁLTATÓ KÉSZÜLÉKEK

A megoldás másik útja az élettanilag normális lélegzést, az életfunkció fenntartásához szükséges éltető levegőt biztosító oxigént, vagy tiszta levegőt szolgáltató készülék kifejlesztése.

### Fűjtatós légzőkészülékek

Friss levegős készülék megalkotása volt a célja a nem zárt rendszerű **börködmön** alkotójának, Paulininek (1850.), itt egy beömlőnyíláson tűzoltószivattyúval nyomatták be a levegőt a börködmönbe. Ez tekinthető a fűjtatós légzőkészülék őséne.

A nem zárt rendszerű **ormánysisak** (1859.) sem védte viselőjét hosszú időn keresztül, mert a szénázok nehezebbek lévén a levegőnél oda bejutva megfojthatták a hordozóját.<sup>2</sup>

A szennyezett levegőtől részben függetlenített védőeszközök a Lukáts-féle füstsisak 1859-ben. Ez a friss levegővel való ellátást kívánta megoldani nyitott rendszerben: egy kettősfalú, úgynevezett **füstsisak** alkalmazásával. Lényege, hogy egy duplafalú sisak hátsó nyaki részén fűjtatóval vagy fecskendővel szolgáltatott levegő a homlok felőli rész apró furatain áramlik ki a tűzoltó arca elé.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Minárovics János: Ismerjük meg a Tűzoltó Múzeumot. (Magyar Tűzoltó. X. évfolyam 2. szám. 1958. február. 19. oldal.)

<sup>3</sup> Tűzoltó Közlöny 1896. december 31. (198.o)



5. számú kép: Lukáts-féle füstsisak<sup>4</sup>

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára

A „készülék” védőhatásának hatékonysága megkérdőjelezhető. Ha az arc elé fújt „levegőfüggöny” nem elég „szilárd”, azaz a sebessége viszonylag kicsi, akkor vele a mérgező füstös levegő keveredik, ez a tűzoltó munkavégzését időben korlátozza, mert a mérgezés bekövetkezése csak idő kérdése.

---

<sup>4</sup> A képen alkalmazott rövidítések jelentése:

K – a füstsisak külső lemeze;

B – a sisak belső lemeze;

L – légszatorna;

A – anyacsavaros csatlakozó;

C – légszállító (levegőt szállító) tömlő;

J – a sisak szemellenzójének furatain kiáramló légoszlopok (levegő függöny).



A túl gyorsan áramló levegő ugyan gátolja a mérgező füstös, kormos levegővel való gyors keveredést, viszont megnehezíti a légzést, ez analóg az erős szélben történő lélegzéssel. Az „acélos friss levegő függöny” sem ad teljes oltalmat a füstmérgezés ellen.

A környezettől részben függetlenített rendszer mindenképpen magában hordozza a füstös, korommal szennyezett levegővel való mérgezés veszélyét.

### 3. PALACKOS KÉSZÜLÉKEK

#### **Kőszeghi-Mártony Károly<sup>5</sup> „életmentő készüléke”**

Ezt a találmányt a katonai gyakorlatban sokáig megoldatlan kérdés indukálta. A XIX. század elején a várak ostrománál alkalmazott aknaharc sok személyi veszteséget okozott. A várak sáncaira szerelt aknák robbantása után az aknászoknak azonnal be kellett hatolni a lőporgázokkal teli aknafolyosóba. A robbantási kísérleteknek 1827-ben három tiszt esett áldozatul, a kísérletekben közreműködött Kőszeghi is, egy alkalommal az ő megmenekülése is csak hajszálon múltott. 1828-ban János főherceg királyi helytartótól Kőszeghi parancsot kapott egy olyan életvédő készülék elkészítésére, amely használóját megvédi az aknafolyosót elárasztó mérgező lőporgázoktól.

A parancs előírta, hogy a fejlesszen ki egy olyan készüléket, amely biztonságossá teszi az aknászok munkáját.

*„Ezen készülék mivoltának abban kellett vala határozódnia, hogy*

*1. Átala még a legveszedelmesebb fojtó párával tölt helyben is hosszabb ideig lehessen tartózkodni.*

---

<sup>5</sup> Kőszeghi-Mártony Károly (1783. 03. 23. Sopron, 1848. 07. 21. Brünn), a sűrített levegős légzőkészülék megalkotója, a földnyomás-kutatók egyike, a táborigényező feltalálója. A bécsi hadmérnöki iskolán végzett, és az osztrák-magyar hadseregben hadmérnökként szolgált, 1845-től tábornok. 1845-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává választja, de ezt a megtiszteltetést nem fogadta el. (VAJDA Pál: Magyar feltalálók /négy évszázad negyvenhat magyar technikusá/. Kőszeghi-Mártony Károly. (Országos Közművelődési Szövetség kiadása. Budapest 1943. 52-56. oldal.)



2. *Olyan egyszerű legyen, hogy azt a közember is könnyen használhassa.*
3. *A vele felkészült ember semmi külső eszkülettől se függjön, hanem szabadon, s önható módon akadály nélkül mindazon munkákat véghezvihesse, melyek ilyen alkalmatossággal tőle kívántathatnak.*
4. *E eszkülett a borforrás folyamatja alatt is veszedelem nélkül a pinczébe lehetne menni; valamint a fojtó levegővel terhes mély kutakba leszállni és benne dolgozni; nem különben tűzi veszedelemkor akármely füsttel, és fojtó párával teljes lakó és tartó helyben az emberek, és más egyéb tárgyak megmentésére.”<sup>6</sup>*



6. számú kép: Kőszeghi-Mártony Károly

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára

A kísérleteket mintegy három évig folytatta, míg végre a készüléket elkészítette 1830-ban Kraft bécsi műszerész műhelyében.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> TRATTNER Károly: Egy újonnan felfedezett életmentő eszkületről, mely által a fojtó-levegővel teli üregekbe veszély nélkül bémehetni. (Tudományos Gyűjtemény. Szerkesztő: Vörösmarty Mihály. Pest. 1831 április.)

<sup>7</sup> CSICSMANN – GALÁNTAI: Világtalálmány parancsra /a világ első működőképes sűrített levegős légzőkészüléke/. (Tűzoltó Múzeum évkönyve IV. 2003. Tűzoltó Múzeum, Budapest 2003. 29-35. oldal.)



7. számú kép. Életmentő készülék

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára



A szerkezet két fő részből állt a szemüveges kecskebőr sisakból és a körülbelül hat literes palackból.

A háton hordozható sűrített levegővel töltött vaspalack: három, utólag összeillesztett részből állt - a palástból, valamint két félgömbből. A részeket kovácsolták, mert akkor a hegesztést még nem ismerték. Először a palástot alakították hengerré, a szélét pedig izzásig hevítették így kalapálták egy hengerré. A két félgömböt hasonlóan helyezték fel. Így elkészült az „egy vonásnyi vastag kalapált vasból készült bődön”. A palack töltését – az aljára szerelt szelepen keresztül - egy arra alkalmas szerkezettel végezték. „A palack 60 légkör nyomással próbáltatott meg ... és minthogy csak 20 légköri nyomatnak kell kitétetnie, az elpattanás veszélye ellen teljes bátorságban vagynak helyezve.”<sup>8</sup>



8. számú kép. Palacktöltő szerkocsi

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára

---

<sup>8</sup> TRATTNER



9. számú kép. A palack (Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára)



10. számú kép: A töltőszelep (Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára)



11. számú kép: A töltőszelep alkatrészei (Forrás: KVKM fotótára)



A palacktól két hajlékony cső vezetett az ún. „angol csapig”, ezek egyikén a sűrített levegő jött, a másik cső is ide csatlakozott, de azt a kiegyensúlyozó szerepéből következően ónnal töltötték fel. A sűrített levegőt - a nyitó és záró, valamint az áramló levegő mennyiségét szabályzó szerepet ellátó - csapon keresztül vezették a kecskebőr sisakba. A palackból áramló levegő mennyiségét egy kis csavarral lehetett szabályozni. A levegő - a csap másik végéből - a sisakba vezető csőben elhelyezett kis sípon áthaladva éles hangot adott. Ha a lélegzéshez szükséges elegendő levegő érkezett, akkor a hang tiszta éles volt. Más volt a hangja, ha több, és más volt, ha kevesebb levegő érkezett a palackból. A használónak időnként állítani kellett a csapon a tiszta éles hang beállítása érdekében. A csap teljesen nyitott állásában, amikor már csak gyenge és szaggatott hangot hallott a készülék viselője, ez figyelem felhívás volt arra, hogy a levegő kifogyóban van, a mérgező füsttel teli helyiségből ki kell jönni. A sűrített levegő mintegy 30 percig biztosította a normál lélegzést.



12. számú kép: Légzőcső az angolcsappal

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára





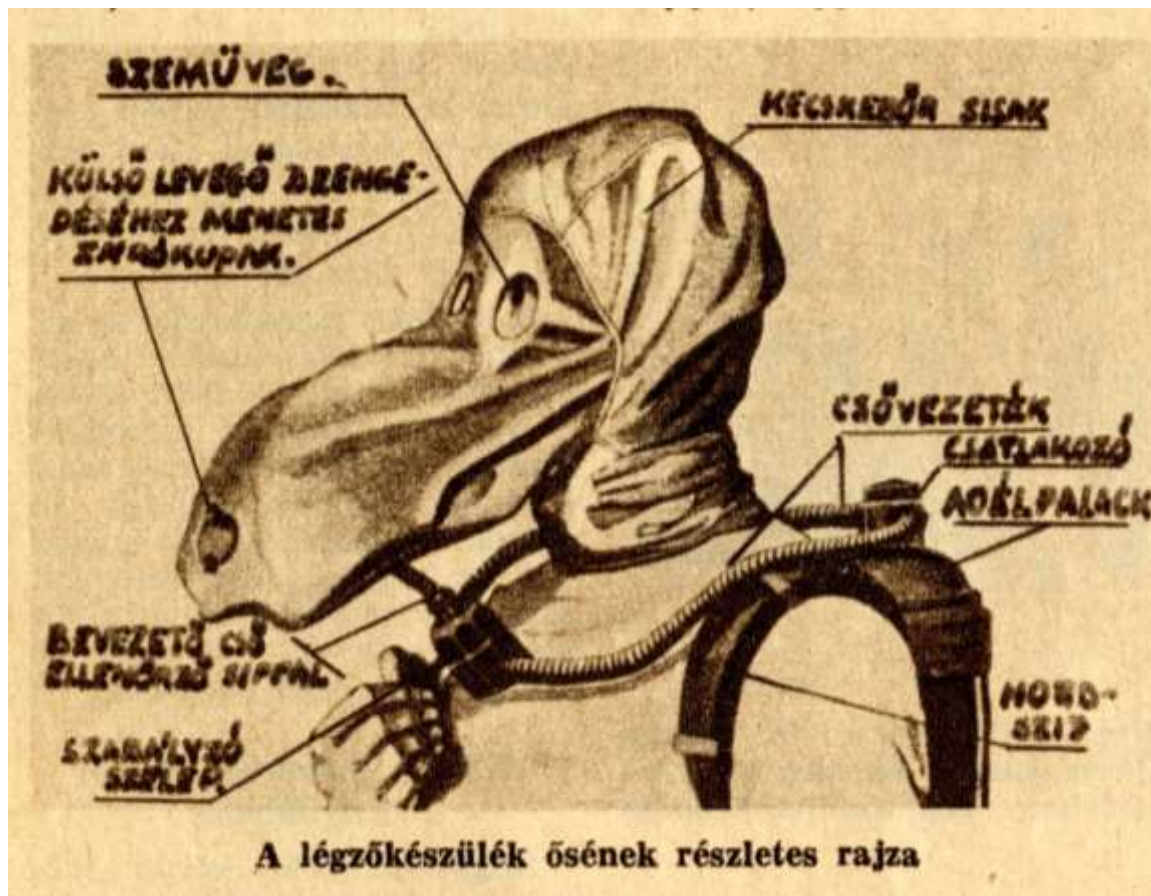
**13.** számú kép: Angolcsap

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára

A készülék másik része „*egy jó kecskebőr sisak, melly feltéttetik, s két kötővel és csattal a nyak köré szoríttatik.*”<sup>9</sup> A sisak elülső része zacskó formájú, melynek az arctól a legtávolabbi részen beáramló levegő kitágul (közben felfújja a zacskót dupla lélegzetnyi térfogatúra), majd keveredik a kilélegzett levegővel, de még így is elegendő oxigént biztosít a viselőjének. Mivel a sisakban egy atmoszféránál nagyobb nyomás van, oda a külső mérgező gázok nem juthatnak be. A felesleges levegő távozni tud, ugyanis a nyaknál a rögzítő szalag csak annyira van meghúzva, hogy a benti nagyobb nyomású felesleges levegő távozni tudjon. A kecskebőrre szemmagasságban egy szemüveget is szereltek, amely „*a körülátásra szolgál*”.

---

<sup>9</sup> TRATTNER



14. számú kép: A sisak

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára



**15.** számú kép. A teljes készülék

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára

Az elkészült művet 1830. október 30-án Bécsben mutatták be egy szakértő bizottságnak, melynek tagjai katonák, aknászok, tudósok, és a tartományi kormány képviselői voltak.

A bizottság megvizsgálta a készülék gyakorlati működését. Egy aknában öt font puskaport elégettek, a fojtógáz létét gyertyával ellenőrizték. Ezt követően védőkészülékkel felszerelt két katonát küldtek be, akik 22 perc múlva – ugyan felhevülve, de - nem „lankadva” kijöttek, ekkor újra ellenőrizték a lőporgáz jelenlétét.

Ismét beküldték a katonákat, akik még 9 percet voltak a kísérleti helyiségben. Összesen 31 percig volt elegendő az egyik palackban tárolt levegő, a másikban még 1/5 rész megmaradt. (A gyorsabb levegővétel, feszült idegi állapot, pszichikai okok lehettek a nagyobb mértékű sűrített levegő fogyás hátterében.) A bizottság összegzett véleménye: *„a feladást teljesen megfejtettek tekintik; minthogy az egyszerű, erős, minden történhetéstől függetlenül megismertetik és vele*



*minden, még a legromlottabb levegőben is baj nélkül elég ideig tartózkodhatik, és munkálkodhatik.*<sup>10</sup>

A kialakított véleményt Trattner Károly a szemléről készült jelentésében így fogalmazta meg: *„bizonyára nem csekély öröme szolgál édes Hazánknak, hogy egy magyarnak jutott oly készüléknek a felfedezése, amely minden ilyen célú készüléknek ügyetlenségét nyilvánabbá teszi, és amely nemsokára egész Európában az emberiség javára közönségessé tétetik.*<sup>11</sup>

Az alsó-Ausztriai Kormány képviselője bekérte a légzőkészülék műszaki leírását, hogy annak segítségével *„felsőbb helyen azon eljárást tehessen, hogy ezen életmentő készülék közönségessé tétessék, és az egész birodalomban divatba hozassék*<sup>12</sup>

Javasolták a tűzoltásnál való alkalmazását is, amit a következőképpen gondoltak: *„ezen készüléket csekély módosítással minden tűzi veszélynél, kivált ha az a Majlandban Aldini<sup>13</sup> által felfödözött őr szerekkel összekapcsolatik.*<sup>14</sup>”

A bizottság végül a következő megállapítást tette:

*„Ez vala a bizottság foganatja, melly az emberiség boldogságára nézve számos esetekben legkedvesebb szolgálatot teend, és méltán óhajtjuk, hogy ezen készüléknek divatba hozása Magyar országban annál is inkább megvalósítassák, minthogy annak feltalálása egy Hazánkfiától származott.*<sup>15</sup>”

Kőszeghi-Mártony Károly megbízást kapott víz alatti készülék elkészítésére is. Ezt a feladatot halála miatt nem tudta teljesíteni.

Az adaptálás, a gyártás időt igényelt, tényekkel igazolható, hogy Kőszeghi-Mártony „készületét” a Birodalomban több helyen alkalmazták. A készülék egy példánya megtalálható

---

<sup>10</sup> TRATTNER

<sup>11</sup> TRATTNER

<sup>12</sup> TRATTNER

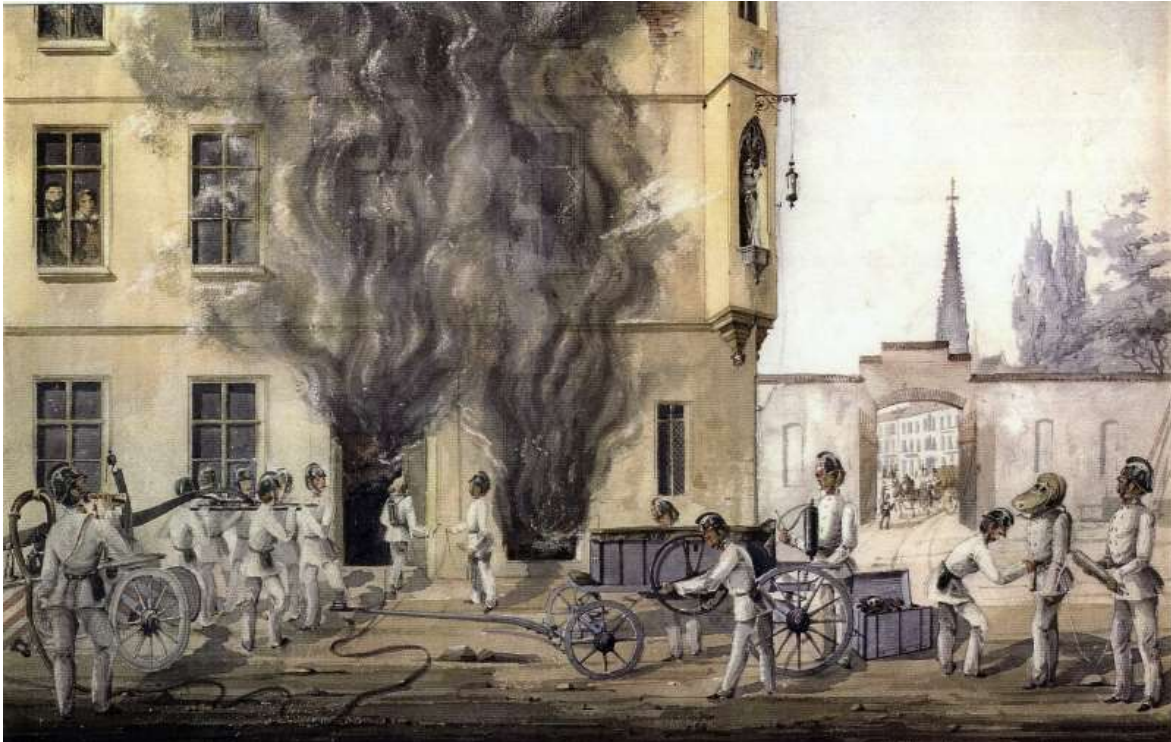
<sup>13</sup> Azaz az Aldini által felfedezett azbeszt védőruhával együtt javasolták a készüléket a tűzoltásnál felhasználni, mert a légzés ennél a szernél nem volt megoldva. Aldini (1825-ben) azbesztből és vasdrót-hálóból készített védőöltözetet a tűzoltóknak. Az öltözet súlya 7 kg volt.

<sup>14</sup> TRATTNER

<sup>15</sup> TRATTNER



a bécsi Tűzoltó Múzeumban is. Az bizonyos, hogy jelentőségénél kisebb volt a gyakorlati szerepe, nem egészen igazolható a tömeges alkalmazása sem.



16. számú kép: Gyakorlati alkalmazás 1854-ben

Forrás: Bécsi Tűzoltó Múzeum fotótára

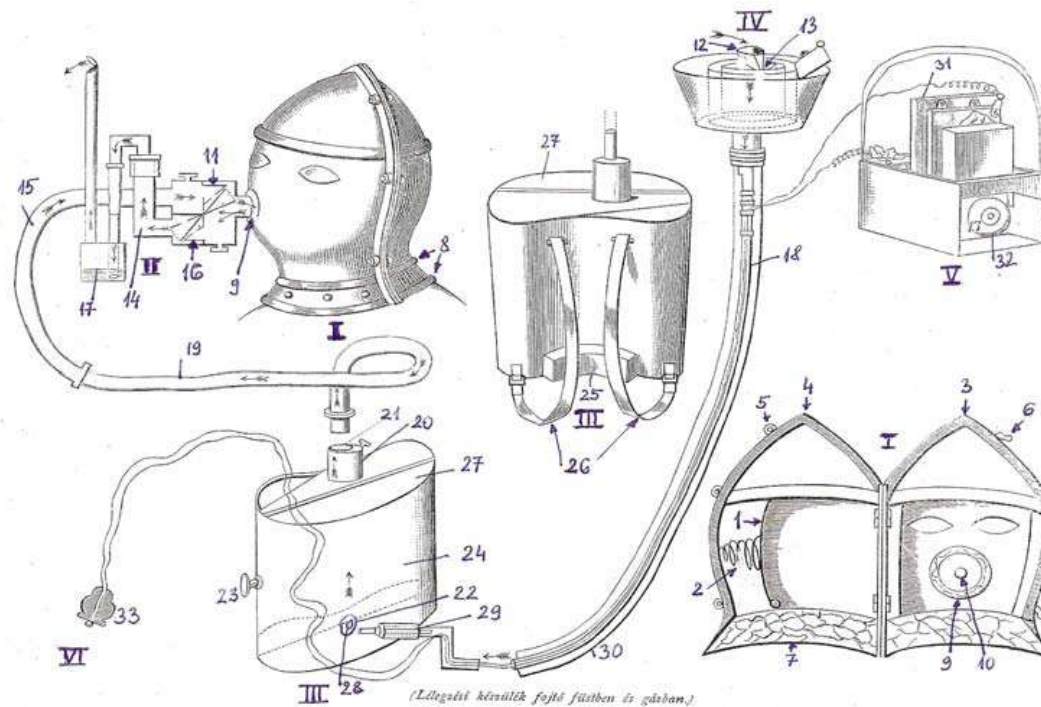
## Gyakorlatban használt eszközök

### Rudolfy József szegedi orvos „légzési készüléke” (1887.)

Rudolfy készülék két ember együttműködése nélkül nem alkalmazható, ez egyben a teljesen szabad mozgás lehetőségét is behatárolja. A belégzés és kilégzés vízzáron keresztül történik, ez a készülék viselőjét teljesen függetleníti a külvilágtól, és egyben a korlátlan ideig való viselést is biztosítja. A készülék egy részét a szabadban kinn lévő segítő tartja a kezében, a két személy között egy villanycsengő biztosítja az összeköttetést. A segítő személy



trombitajelekkel tart összeköttetést a szennyezett térben tartózkodó tűzoltóval, vagy továbbítja annak jelzéseit a címzettnek.<sup>16</sup>



17. számú kép: Rudolfy „légzési készüléke” elvi rajza

Forrás: Katasztrófavédelem Központi Múzeuma fotótára

## Aerophor 1876.

Theodor Schwann a lüttichi egyetemen pszichológia professzora Aerophor nevű készülékét 1876-ban mutatta be, amely lehetővé tette a viselőjének, hogy egy 5 bár nyomás alatt álló tartályból oxigént lélegezzen be. A kilélegzett levegőt egy oldott meszet tartalmazó tartályba vezették (ahol mentesítették a kilégzéskor keletkező széndioxidtól), majd visszavezették a légzőkörbe.

Ezt tekintjük a levegőkörös légzőkészülék születésének. Csak néhány prototípust építettek belőle, mert nem volt megbízható az adagolószelepe és az oxigénpalackok nyomásellenállása.

<sup>16</sup> A gyakorlati bemutatót követően jelenik meg a készülék méltatásáról és kipróbálásáról szóló írás a Tűzvédelmi Közlöny 1887. márciusi számában. A készülék ismertetését és működését a hozzá mellékelt ábrákon követhető leírását – az alkotó írásaként - rövid időn belül ugyancsak a Tűzvédelmi Közlöny adja közre (1887. júniusi szám).



## Pneumatophor készülék 1885.

A légzőkészülékek úttörőihez még hozzá kell sorolni két személyt: Rudolf Ritter von Walcher-Uysdal bányagazgatót és Gustav Gärtner orvost, akik 1885-ben közösen mutatták be a Walcher-Gärtner-önmentő bányász-készüléknek is nevezett Pneumatophor készüléket.

Akkoriban a tartályok rézlemezből (forrasztással) készültek, csak néhány bár tárolására voltak alkalmasak. Az oxigént még mindig kézzel adagolták, így ez a konstrukció sem volt a legjobb.

## Atemschutz: Lösungsansätze Mitte des 19. Jahrhunderts



Fig. 178.  
Appareil von Shaw.



Fig. 179.  
Appareil von Köhler.

**Atemluft  
filtrieren**



Bild 21.  
Luftvorrat nach Gilbert.  
(1864).

**Luftvorrat  
mitnehmen**



**Luft von  
aussen zuführen**

18. számú kép: Légzőkészülékek a XIX. században

Forrás: Heinz Baumann: Die Anfänge des Atemschutzes

## Horner-i légzőkészülék 1895.



Akárcsak az elődei, Horner<sup>17</sup> is be akarta vezetni a szükséges levegőt egy tartályba azért, hogy az épület belsejében már tömlőkapcsolások nélkül rugalmasabban lehessen mozogni. 2 fontos találmány segítette az autonóm légzőkészülék megvalósításában.



19. számú kép: Rudolf Horner

Forrás: Heinz Baumann: Die Anfänge des Atemschutzes

1.) Az 1880-as évek közepén lehetségessé vált acéltartályok elkészítése, amelyek 250 bar-ig megtartották a nyomást, és a Linde-eljárással 1895-től tiszta oxigént lehetett előállítani (a levegő frakcionált desztillációjával). Ezek által már szabad volt az út Hornernek, hogy oxigénes légzőkészüléket tudjon tervezni, amely megfelelő mennyiségű levegővel látja el kb. fél órán át a beavatkozó tűzoltót.

Habár ismerte elődei (Schwann és mások) találmányait, lemondott a még nem igazán megbízható oxigénregenerációról, mert ezt a félórányi levegő tartalékot elegendőnek ítélte meg a legtöbb beavatkozáshoz.

---

<sup>17</sup> Rudolf Horner 1839-ben született, egy pék fia. Kitanulta a pékmesterséget, át is vette a boltot a nagypjától. A város gazdag, elismert vezető polgára volt. Elvett egy gazdag kereskedő lányt. 1873. május 1-jén belépett a bázeli Tűzoltósághoz. 1880 nov. 13-án hadnaggyá léptették elő. 1881. január 1-jétől felügyelő. 1882-ben megalapítják a bázeli állandó tűzoltóságot, ő felel az emberekért és a felszerelésért. Ez a tűzoltóság garantálta, hogy 7 ember a nap 24 órájában tűz esetén beavatkozik. Ezt a tűzoltóságot tekintjük a bázeli Tűzoltóság elődjének. 1895 főhadnagy, 1902-ben századossá léptetik elő, a rangját megtartja az 1913-as nyugdíjazásáig. Vezetése alatt a tűzoltóság 1888-ban beszerzett egy Galibert-i füstkészüléket, amely kívülről látta el viselőjét friss levegővel. Ez a készülék reprezentálta a kor műszaki fejlettségét/állapotát.





A készülék egy légzőálarcból, egy háton hordható acéltartályból, (aminek nyomáskiegyenlítő- és adagolószelepe volt,) hordszíjakból, egy összekötő tömlőből (az adagoló szelep és a légzőálarc között) állt. Ez rézlemezből készült, és szorosan az arcra lehetett rögzíteni. Gumitömítése (levegővel töltött gumicső) volt, emiatt fájdalommentesen simult az archoz. A szemmagasságba szerelt csillámlemez jó kilátást eredményezett előrefelé, az alatta található kilégzőszelepen pedig ki lehetett fújni a használt levegőt.

Az acélpalack 5 literes volt, 100 bar nyomáson 500 liter oxigént tudott tárolni, ami elegendő volt egy 30 perces beavatkozáshoz. A komplett készülék súlya 15 kg körül volt. Mivel jól lehetett hallani az oxigén kiáramlását, előírás volt, hogy ha halkabb lett a kiáramlás (csökkent az oxigén mennyisége), vissza kell vonulni.

Horner 1885. július 3-án szabadalmaztatta a találmányát. A szabadalmi hivatal a 10492-es számon szabadalmazta, később Németországban GM 53324-es számmal védték le a készüléket.

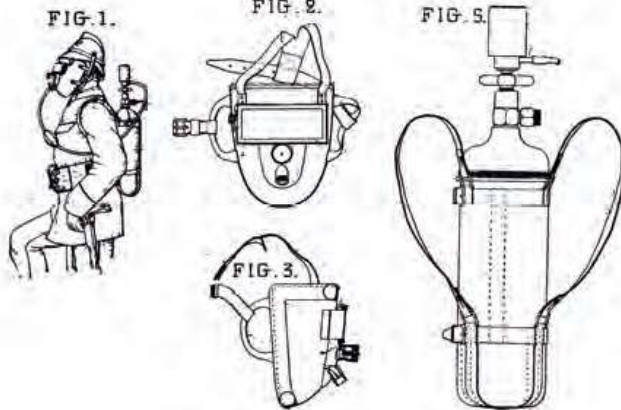




Für Feuerwehren.

Für chemische Fabriken.

Schweiz. Patent 10492. — D. R. G. 53324.



**Horner's  
Atmungs- (Rauch-) Apparat.**



**20.** 21. 22. számú kép: Horner-i légzőkészülék

Forrás: Heinz Baumann: Die Anfänge des Atemschutzes

1895. július 6-án a bázeli sajtó lelkesen írt a Horner-i légzőkészülék bemutatásáról: Horner felügyelő úr, felszerelve a saját maga által feltalált készülékkel, tűzoltó tisztek, orvosok és politikusok jelenlétében egy teljesen leszigetelt, befüstölt helyiségben tartózkodott, azért, hogy fél óra múlva sértetlenül és vidáman bukkanjon elő. A kísérletbe bevont orvos mindössze némi pulzusszám emelkedést tapasztalt. A „Bázeli Anzeiger” (újság) teli volt dicsérettel, és a bemutató eredményét a következőképp foglalta össze: „Az egyik legfontosabb pont az oxigénáramlás helyes szabályozása és ezt itt könnyen meg lehet állapítani. Ahogy a jelenlévő orvosok is megállapították, a készülék használata cseppet sem veszélyes. Csak kívánható, hogy



a sűrített levegő használata ily egyszerű legyen, mint ahogy itt is. Nem kellene, hogy sokáig tartson, hogy ezt a készüléket minden tűzoltóság beszeresse. (ott megtalálható legyen)

Ezzel gyakorlatilag a sűrített levegő bármikori rendelkezésre állása lett tematizálva. Miután a szakmában beváltotta a szerkezet a hozzáfűzött reményeket, Bazel és Zürich városa is beszerzett ilyen készülékeket.

Hornerről pedig elmondhatjuk, hogy ő találta fel az első, gyakorlatban is hasznos oxigénes légzőkészüléket. A készüléket a bázeli W. Gessler cég forgalmazta, a komplett készüléket tartalék tartállyal 330 Frankért adták.

Németországban a berlini Dr. Th. Elkan cég 240 birodalmi márkáért kínálta a készüléket. Bazelben az állandó tűzoltóságon bevezették, 1885-1913-ig kiválóan szolgált. A bázeli kerületi tűzoltóságon 1925-ig használták.

Mivel azonban Rudolf Ritter von Walcher-Uysdal bányagazgató és Gustav Gärtner orvos még ugyanabban az évben kifejlesztett egy oxigén cserélős gépet a bányai munkálatokhoz, és egy hasonló szerkezet elkészítése már az utolsó fázisban volt, a berlini Eric Giersberg tűzoltó által, ezért a Horner-féle készüléknek csekély kereskedelmi sikere volt.

Bernhard Dräger találmánya, a LUBECA szelepe forradalmasította aztán a területet. Ezt eredetileg a sörcsapokhoz találták ki. A berlini tűzoltóparancsnok Erich Giersberg 1899 kifejlesztett egy oxigénes készüléket, ezen tudta bemutatni Dräger az általa feltalált szelepet, amely az addig elégtelen oxigénadagolást az elvárásoknak megfelelően szabályozottá tudta tenni.



23. kép: Lubeca szelep (Forrás: Heinz Baumann: Die Anfänge des Atemschutzes)

Ezzel a Dräger cég jövőjét is megalapozta, ami a légzőkészülékgyártás egyik legnagyobbja lett.

A svájci szabadalom végül díjnyemfizetés miatt megszűnt 1897-ben. Vélhető, hogy a németországi szabadalom is ezzel egy időben szűnt meg. A megérdemelt elismertséget a feltaláló számára (jóval halála utána) Wilhelm Haase-Lampe<sup>18</sup> hozta meg a rajzaival, aki a Dräger Füzetek lübecki szerkesztőigazgatója volt, ő fedezte fel a készüléket a bázeli tűzoltó múzeumban és a 175. Dräger füzetben. A konstruktórt így jellemezte: „Az első használható oxigénes tartályos berendezés érdeme Horneré marad.”<sup>19</sup>

**Dr. Berki Imre** igazgató

Katasztrófavédelem Központi Múzeuma

<https://orcid.org/0000-0001-8144-4751>

kok.muzeum@katved.gov.hu

<sup>18</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Wilhelm\\_Haase-Lampe](https://de.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Haase-Lampe) amíg ő volt a szerkesztő, 21 könyvet írt a bányabiztonságról, a lélegeztető- és légzőkészülékekről. 1903-42-ig volt Lübeckben.

<sup>19</sup> Heinz Baumann: Die Anfänge des Atemschutzes: Rudolf Horner schreibt Atemschutzgeschichte; Personalentwicklung bei der Feuerwehr Biografien von Feuerwehrpersönlichkeiten Personnel development at the fire department Biographies of firefighters 26. Tagung der internationalen Arbeitsgemeinschaft für Feuerwehr und Brandschutzgeschichte im CTIF von 3. - 5. Oktober 2018 in Celle, Deutschland. Celle 2018. 265-272 p