

---

# Hadmérnök

---



XIV. évf. 1. szám – 2019. március

Katonai műszaki tudományok  
online

## **Jelen számban megjelent írások szerzői / Authors of the Current Issue:**

**Dr. Bodoróczki János** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK tanársegéd  
**Czakó Levente** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, VTK BSc hallgató  
**Prof. Dr. Földi László** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi tanár  
**Gál Bence** – Katonai Nemzetbiztonsági Szolgálat  
**Dr. habil. Gyarmati József** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi docens  
**Dr. Hábermayer Tamás** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem KMDI doktorandusz  
**Prof. Dr. Halász László** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK professzor emeritus  
**Horváth Kristóf** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Dr. habil. Horváth Tibor** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi docens  
**Jackovics Péter** – Óbudai Egyetem, BDI doktorandusz  
**Dr. Jobbágy Szabolcs** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK adjunktus  
**Karches Tamás** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, VTK főiskolai docens  
**Károly Krisztián** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Dr. habil. Kátai-Urbán Lajos** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KI egyetemi docens  
**Kis Enikő** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Prof. Dr. Krajncz Zoltán** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi tanár  
**Kralovánszky Kristóf** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Dr. Molnár Dóra** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, NETK adjunktus  
**Molnár István Jenő** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, RDI doktorandusz  
**Dr. Muhoray Árpád** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KI  
**Dr. Németh András** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi docens  
**Otti Csaba** – Óbudai Egyetem, BDI doktorandusz  
**Papp Bendegúz** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, RDI doktorandusz  
**Salamon Endre** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, VTK tanársegéd  
**Sebestyén Zsolt** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Szőkrény Zoltán** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK tanársegéd  
**Tábi Levente** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Takács Krisztina** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Dr. Teknős László** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KI adjunktus  
**Tóth András** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz  
**Túriné Barta Ágnes** – BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság  
**Valociková Cyntia** – Óbudai Egyetem, BDI doktorandusz  
**Dr. habil. Vass Gyula** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KI egyetemi docens  
**Dr. Vég Róbert László** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi docens  
**Zólyomi Zsolt** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz

## TARTALOMJEGYZÉK

### Biztonságtechnika

*Miklós Gellért; Kovács Tibor*

A biometrikus adatok kezelésének jogi szabályozása .....8

*Molnár István Jenő*

A Kockázatelemzés, a vagyonvédelem és a vagyonbiztonság az építészeti  
bűnmegelőzés aspektusából..... 17

*Otti Csaba; Valociková Cyntia*

A biztonsági rendszerek felhasználói attitűdje, értékelése és befolyásolásának  
lehetőségei..... 32

### Haditechnika

*Gyarmati József; Vég Róbert László*

A katonai logisztika alapképzési szak páncélos és gépjárműtechnikai modulján  
végzett hallgatók tanulmányi eredményei összehasonlítva a korábbi képzésekkel .....42

### Katonai Műszaki Infrastruktúra

*Horváth, Tibor*

Исторический обзор развития военно-командных пунктов ..... 50

*Tábi, Levente*

Evolution of the C-IED Staff Officers Course ..... 61

### Környezetbiztonság, ABV- és katasztrófavédelem

*Czakó Levente; Karches Tamás*

Decentralizált szennyvíztisztítás szerepe a települési vízgazdálkodásban..... 72

*Hábermayer Tamás; Túriné Barta Ágnaes; Muhoray Árpád*

Katasztrófavédelmi önkéntesek közösségi média használata ..... 80

*Halász, László; Földi, László*

New tendencies in global climate change and their effectson the climate  
of Hungary..... 99

*Horváth Kristóf; Kátai-Urbán Lajos; Sebestyén Zsolt; Vass Gyula*

Ipari radiográfiai munkatartóval kapcsolatos hazai káresemény katasztrófavédelmi  
szempontú analízise .....108

*Jackovics Péter*

A különleges mentési felszerelések biztonságos használatának elemzése  
statisztikai módszerekkel, I. rész.....122

***Kis Enikő***

Sugárérzékenységi vizsgálatok: a kolónia-képző assay és a comet-assay próbája.....138

***Leskó György***

Az önkéntes szervezetek lehetséges szerepe a környezeti káresemények megelőzésében és az ellenük való reziliencia kialakításában .....153

***Papp Bendegúz***

A japán katasztrófavédelem II. – Szervezet és működés.....166

***Salamon Endre***

Fertőtlenítőszer mennyiségi vizsgálata vízminőségi modellezéssel.....181

***Takács, Krisztina***

Protection of water based and water abstraction sites in Hungary based on studies in Győr .....192

***Teknős László***

A magyar lakosság sebezhetőségének, sérülékenységének vizsgálata a globális klímaváltozás egészségügyi hatásain keresztül .....204

***Tóth András***

A bitumenfeldolgozás során történt tartályrobbanások és tüzesetek vizsgálata – II. rész.....220

**Védelmi elektronika, informatika, kommunikáció**

***Gál Bence; Németh András***

Additív gyártástechnológiák katonai alkalmazásának vizsgálata, különös tekintettel a katonai elektronika területére .....231

***Jobbágy, Szabolcs***

Academic and specific, aimed training type education possibilities in scope of Cisco Networking Academy Training – Netacad program.....250

***Károly Krisztián***

Szenzorhálózatok adatainak integrálási lehetőségei a perspektivikus erőkövetési rendszerekbe, különös tekintettel az egyéni egészségügyi adatokra .....260

***Kralovánszky Kristóf***

Elektronikus határvédelmi rendszerek jellemző sebezhetőségei és védelmük lehetőségei .....271

***Molnár, Dóra***

La cybersécurité en France: le passé, le présent et l'avenir .....283

***Szőkrény Zoltán***

Radarok elektronikai védelme II. ....298

***Bodoróczy János***

A magyar különleges erők – 2035 (1. rész):

Geopolitikai, társadalompolitikai és jövőforgatókönyv analízis .....321

***Krajnc Zoltán***

A pilótánélküli légi jármű rendszerek alkalmazásának doktrinális megközelítése

a NATO-ban.....338

***Zólyomi Zsolt***

Crisis management .....352

## A BIOMETRIKUS ADATOK KEZELÉSÉNEK JOGI SZABÁLYOZÁSA

### LEGAL REGULATION OF THE PROCESSING OF BIOMETRIC DATA

KOVÁCS Tibor; MIKLÓS Gellért

(ORCID: 0000-0001-7609-9287); (ORCID: 0000-0002-3757-6834)

[miklos.gellert@phd.uni-obuda.hu](mailto:miklos.gellert@phd.uni-obuda.hu); [kovacs.tibor@bgk.uni-obuda.hu](mailto:kovacs.tibor@bgk.uni-obuda.hu)

#### **Absztrakt**

*Jelen cikk rövid áttekintést kíván nyújtani a biometrikus adatok felhasználásáról és a biometrikus azonosítás során végrehajtott adatkezelésekre vonatkozó jogszabályi környezetről és az alkalmazandó magyar és európai uniós (EU) jogszabályokról. Bemutatásra kerülnek a biometrikus azonosítási eljárások működési elvei, a biometrikus adatok kezelésére vonatkozó releváns jogszabályok, valamint a Nemzeti Adavédelmi és Információszabadság Hatóság és a 29-es cikk szerint létrehozott Adatvédelmi Munkacsoport (WP29) témához kapcsolódó véleményei, iránymutatásai és állásfoglalásai.*

**Kulcsszavak:** biometrikus azonosítás, biometrikus adat, adatvédelem

#### **Abstract**

*The present article aims to provide a brief overview of the legal environment for data processing in biometric authentication and the applicable Hungarian and European Union (EU) legislation. Presenting the principles of biometric authentication, the relevant legislation on the processing of biometric data, as well as the related opinions, guidelines and resolutions of the National Authority for Data Protection and Freedom of Information (NAIH) and the Article 29 Data Protection Working Party (WP29).*

**Keywords:** biometric authentication, biometric data, data protection

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.06.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.25.

## **BEVEZETÉS**

Napjaink egyre növekvő mértékű digitalizációja következtében a természetes személyek és a gazdaság különböző szereplőinek egyre több adata digitális formában kerül létrehozásra, tárolásra. Részből emiatt is folyamatosan nő az igény a nagy megbízhatóságú, gyors és a felhasználók számára kényelmes, egyszerű személyazonosítási módszerek iránt.

Az egyre gyorsuló ütemű technológiai fejlődés, valamint a szenzorok olcsó tömegcikké válásának hatására a biometrikus azonosításra szolgáló eszközök ma már széles körben elérhetővé váltak, így sok esetben alternatívát jelentenek, vagy kombinált használatot tesznek lehetővé a tudás, illetve tulajdon alapú személyazonosítási módszerekkel.

A termékfejlesztési ciklusok a piaci verseny hatására időben folyamatosan rövidülnek, ami kihatással van a biometrikus technológiák tömeges terjedésére és alkalmazására is. Mind a társadalomnak, mind a jogalkotónak időre van azonban szüksége ahhoz, hogy felmérje a technológiai fejlődés jogi és társadalmi hatásait és ennek alapján meghozatalra kerüljenek a szükséges intézkedések, kialakításra kerüljön a megfelelő jogi környezet. A jogszabályi környezettel kapcsolatban egyrészt alapvető elvárás, hogy ne korlátozza szükségtelenül az innovációt és a fejlesztést, másrészt viszont tegye átláthatóvá a biometrikus adatok kezelését és nyújtson megfelelő garanciákat az érintettek jogai védelmének érdekében.

## **A BIOMETRIA ÉS A BIOMETRIKUS AZONOSÍTÁS MŰKÖDÉSI ELVE**

A biometria kifejezés görög eredetű összetett szó, mely az életet jelentő „bio” és a mérést jelentő „metria” szavakból áll. [1] A biometria egy fizikai vagy biológiai jellemző vagy attribútum amely mérhető. [2] A biometria tehát egy ember mérhető testi, illetve viselkedésbeli jellemvonása, amely alkalmas arra, hogy mérésével az ember azonosságát ellenőrizni lehessen. [3]

### **A biometrikus azonosítás működési elve**

A biometrikus azonosítás menete két szakaszra osztható. Az első szakasz magában foglal minden olyan folyamatot, amely a biometrikus adat kinyeréséhez, annak biometrikus sablonná történő átalakításához és digitalizálásához, az érintettel történő összekapcsolásához, valamint tárolásához szükséges. Ezt regisztrációs szakasznak nevezik, amely jellemzően az első alkalom, amikor az érintett kapcsolatba kerül a biometrikus rendszerrel. Mind a regisztráció során kinyert biometrikus adatok mennyiségének, mind a minőségének elegendőnek kell lennie ahhoz, hogy lehetővé tegye az érintett személy megbízható azonosítását. A második szakasz az azonosítás, amely során a kinyert biometrikus adatok a digitalizálást követően összehasonlításra kerülnek a korábban kinyert és a rendszerben eltárolt sablonnal.

### **A biometrikus adatok kezelésének jogi szabályozása**

Az Európai Parlament és a Tanács 2016. április 27. napján elfogadta a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet) (a továbbiakban: GDPR) szóló rendeletet, amely 2018. május 25. napjával hatályon kívül helyezte a korábbi, a személyes adatok feldolgozása vonatkozásában az egyének védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról szóló 95/46/EK irányelvet. Az uniós jogforrási hierarchia alapján a rendelet olyan kötelező jogi aktus, amely általános hatállyal bír, teljes egészében kötelező, közvetlenül alkalmazandó és a címzetteknek maradéktalanul be kell tartaniuk anélkül, hogy a tagállamoknak át kellene azt ültetniük saját nemzeti jogukba. A GDPR tehát az Európai Unió egész területén teljes egészében alkalmazandó, így felváltva a korábbi tagállamonként tagolt irányelvi szabályozási rendszert,

egységes adatvédelmi rezsimet létrehozva az Európai Unió és az Európai Gazdasági Térség területén. Ennek következtében a korábbi tagállami szintű adatvédelmi jogszabályok minden tagállamban jelentősen módosításra kerültek, hatályukat csak a GDPR által eltérést megengedő, vagy nem szabályozott kérdéskörökre szorítva.

A GDPR alapján biometrikus adatnak minősül egy természetes személy testi, fiziológiai vagy viselkedési jellemzőire vonatkozó minden olyan sajátos technikai eljárásokkal nyert személyes adat, amely lehetővé teszi vagy megerősíti a természetes személy egyedi azonosítását, ilyen például az arckép vagy a daktiloszkópiai adat. [7, 4. cikk 14.] Az arcot árbrázoló fényképek kezelését nem szükséges azonban szisztematikusan különleges adatkezelésnek tekinteni, mivel azokra csak azokban az esetekben vonatkozik a biometrikus adatok fogalommeghatározása, amikor a természetes személy egyedi azonosítását vagy hitelesítését lehetővé tevő speciális eszközzel kezelik őket. Ez alapján egy egyszerű, természetes személyt ábrázoló fénykép még nem minősül biometrikus adatkezelésnek, azonban ha a fényképeket egy arcfelismerő algoritmus kezeli, úgy az már biometrikus adatkezelésnek számít.

A biometrikus adatok kezelésére vonatkozó előírások ismertetése előtt fontos tisztázni azt, hogy a jogszabály definíciója szerint mi számít adatkezelésnek. A meghatározás szerint adatkezelésnek minősül a személyes adatokon vagy adatállományokon automatizált vagy nem automatizált módon végzett bármely művelet vagy műveletek összessége, így a gyűjtés, rögzítés, rendszerezés, tagolás, tárolás, átalakítás vagy megváltoztatás, lekérdezés, betekintés, felhasználás, közlés továbbítás, terjesztés vagy egyéb módon történő hozzáférhetővé tétel útján, összehangolás vagy összekapcsolás, korlátozás, törlés, illetve megsemmisítés. Az exemplifikatív felsorolás hosszasan sorolja az adatkezelésnek minősített leggyakoribb műveleteket, azonban a definíció első feléből egyértelmű, hogy a személyes adatokon végzett bármely olyan művelet adatkezelésnek minősül, amely kiterjed a személyes adatok kezelésére.

A 40. Preambulumbekezdés alapján a személyes adatok kezelése csak megfelelő jogalap fennállása alapján lehetséges. Az adatkezelés csak megfelelő jogalap fennállása esetén jogszerű, így mindenképpen szükséges, hogy az adatkezelő az adatkezelés jogalapjaként legalább egy jogalapot megnevezzen a jogalapok 6. cikk (1) bekezdésben található zárt és véges felsorolásából. [4, 95. o.] Egy adatkezelés azonban több jogalap alapján is történhet. Ebben az esetben, amennyiben az elsődleges jogalap megszűnik, úgy a másodlagosan megjelölt jogalap lép a helyébe.

A GDPR kiindulópontja az, hogy a személyes adatok különleges kategóriáinak és az ebbe a körbe tartozó biometrikus adatoknak a kezelése tilos, tekintettel arra, az alapvető jogok és szabadságok szempontjából a természetüknél fogva különösen érzékeny személyes adatok egyedi védelmet igényelnek, mivel az érintettek jogaira nézve a kezelésük körülményei jelentős kockázatot hordozhatnak. [7, 51. Preambulumbekezdés] Ezért a biometrikus adatok kezelése csak abban az esetben jogszerű, amennyiben a 6. cikk szerinti jogalaptól függetlenül azonosításra és megjelölésre kerül legalább egy, a 9. cikk (2) bekezdésében felsorolt valamely speciális feltétel is. A 6. cikk szerinti választott jogalapról és a 9. cikk szerinti speciális esetkörnek nem kell egymással összefüggésben állnia. [4, 141. o.] A GDPR lehetővé teszi a tagállamok részére, hogy további feltételeket – köztük korlátozásokat – tartsanak hatályban, illetve vezessenek be a genetikai adatok, a biometrikus adatok és az egészségügyi adatok kezelésére vonatkozóan.

A 29. cikk szerinti Adatvédelmi Munkacsoport (a továbbiakban: Munkacsoport) – melynek helyébe 2018. május 25. napját követően az Európai Adatvédelmi Testület lépett – a biometrikus adatok kezelésének követelményeit részletesen elemezte a biometrikus technológiák terén történt fejleményekről szóló véleményében [9]. A Munkacsoport rögzítette, hogy a biometrikus adatok csak abban az esetben kezelhetők, ha rendelkezésre áll megfelelő



jogalap és a gyűjtésük, illetve további kezelésük célja szempontjából a kezelés megfelelő, releváns és nem túlzott mértékű.

### ***A biometrikus adatok kezelésének alapelvei***

Fentebb idézett véleményében a Munkacsoport megjelölte a célhoz kötöttség, az arányosság, a pontosság, az adatminimalizálás és a korlátozott megőrzés elvét, mint a biometrikus adatok kezelésének alapvető elveit. Ezen elvek megfeleltethetők a GDPR személyes adatok kezelésére vonatkozó alapelveinek.

#### Arányosság

A személyes adatok kezelése során elvárás, hogy a kezelt személyes adatok köre arányban álljon az elérendő céllal. Az arányosság elve négy szempont mérlegelését teszi szükségessé az adatkezelés arányosságának megállapítása céljából. Először is mérlegelni szükséges, hogy a biometrikus adatok kezelésével megvalósuló adatkezelés valóban szükséges-e a meghatározott cél eléréshez, vagy annak csak egy kényelmes és költséghatékony módja. A második szempont a rendszer hatékonyságának vizsgálata, összehasonlítva más, kisebb mértékű adatkezeléssel járó módszerhez képest. Harmadik szempontként szükséges vizsgálni azt, hogy arányosak-e a biometrikus adatokat kezelő rendszer kiépítésével járó előnyök az érintettek jogainak korlátozásához viszonyítva. Az arányosság megállapítása érdekében negyedik szempontként vizsgálandó, hogy a biometrikus adatok kezelésével járó rendszerhez képest a magánéletbe kisebb mértékben beavatkozó rendszerek alkalmasak lehetnek-e elérni a megvalósítandó célt?

A Munkacsoport példaként egy egészség- és fitneszklubot hoz fel, ahol ujjnyomatok gyűjtésén alapuló központosított biometrikus rendszert vezetnek be, amely az összes vendég és alkalmazott ujjlenyomatát tárolná. Egy ilyen beléptető és azonosító rendszer kiépítése aránytalanak minősül, tekintettel arra, hogy az elérendő cél (a belépés ellenőrzése és a bérletek kezelése) más, biometrikus adatok feldolgozását nem igénylő módszerekkel is megvalósítható, mint amilyen például egy RFID címke. [9] A Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatóság (a továbbiakban: NAIH) a munkahelyi adatkezelések alapvető követelményeiről szóló tájékoztatójában a Munkacsoport állásfoglalását összegezve rögzíti, hogy az arányosság vizsgálata során az adatkezelő minden esetben köteles ellenőrizni, hogy egyes alternatív intézkedések lehetnének-e a kitűzött célra tekintettel ugyanolyan hatékonyak, de kisebb beavatkozással járók. [5, 35. o.] Amennyiben rendelkezésre állnak ilyen alternatívák, úgy az adatkezelő az arányosság elvének megfelelően köteles ezeket az alternatívákat választani.

#### Jogszerűség, tisztességes eljárás és átláthatóság elve

Az alapelvek közül az első, amely általános jelleggel rögzíti a jogszabályok tiszteletben tartásának követelményét és egyben feltételezi a megfelelő jogalap meglétét. [7, 5. cikk] Amint az fentebb már említésre került, a biometrikus adatok kezelése esetén az adatkezelőnek rendelkeznie kell nem csak a megfelelő, törvényes jogalappal, de meg kell felelnie valamely 9. cikk szerinti speciális feltételnek is. A törvényes jogalapon meglétén túlmenően az adatkezelésnek az egész folyamat alatt meg kell felelnie a tisztességesség és átláthatóság követelményének is. Az adatkezelés tisztességessége garantálja az emberi méltóság védelmét, míg az átláthatóság elősegíti az érintettek tájékoztatását és jogainak gyakorlását azáltal, hogy az adatkezelés folyamata dokumentált, a külvilág számára is transzparens, megismerhető, melyet az érintett közérthető, világosan megfogalmazott és könnyen hozzáférhető tájékoztatásból ismerhet meg.

#### Célhoz kötöttség

Az egyik legfontosabb alapelv, amely szorosan kapcsolódik a fentebb felsorolt jogszerűség, tisztességes eljárás és átláthatóság elvéhez. A célhoz kötöttség elve megkívánja, hogy

személyes adatok – beleértve a biometrikus adatokat is – gyűjtése csak meghatározott, egyértelmű és jogszerű célból történjen és azokat ne kezeljék ezekkel a célokkal össze nem egyeztethető módon. [7] A célhoz kötöttség elve tehát megköveteli, hogy az adatkezelő még az adatkezelés megkezdése előtt meghatározza az elérendő célokat és az annak érdekében szükséges személyes adatok körét. Csak így dönthető el, hogy mely személyes adatok szükségesek az adott cél eléréséhez. A célhoz kötött adatkezelés azért is kiemelt jelentőségű, mert az Alkotmánybíróság máig ható elvi élel rögzítette határozatában, hogy „a meghatározott cél nélküli, előre nem meghatározott jövőbeni felhasználásra való adatgyűjtés- és tárolás alkotmányellenes”, rögzítve ezzel a készletező adatgyűjtés máig tartó tilalmát. [13] Korunk robbanásszerű digitális fejlődését megelőzve, a rendszerváltozás előtti diktatórikus gyakorlatokra tekintettel mondta ki az Alkotmánybíróság, hogy a korlátozás nélkül használható, általános és egységes személyazonosító jel alkalmazása alkotmányellenes, mert az az érintett az adatkezelővel szemben kiszolgáltatottá teszi, egyenlőtlen helyzetet teremtve ezzel. Napjainkban azonban már nem csak az államok, mint orwelli „nagytestvérek” gyűjtenek adatokat az érintettekről, hanem a gazdasági élet legtöbb szereplője is törekszik valamilyen profil kialakítására az érintettekkel kapcsolatban összegyűjtött adatok alapján. A célhoz kötöttség elve alapján a biometrikus adatok használatának előfeltétele az adatkezelés céljának egyértelmű meghatározása, figyelembe véve az egyének alapvető jogainak és szabadságának védelmét érintő kockázatokat is.

### Pontosság

Egy természetes személy adatai az idő előrehaladtával változhatnak. Vannak azonban olyan egyedi azonosításra alkalmas személyes adatok, amelyeket nem érint az idő múlása. Ezen adatok körébe tartozik a biometrikus adatok nagy része is<sup>1</sup>, melyek éppen ezért alkalmasak a természetes személyek nagy pontosságú azonosítására. Garanciális jelentősége van tehát a pontosság elvének a biometrikus adatok kezelése során, amely egyben kötelezettséget is jelent a biometrikus adatok felvétele és a sablonképzés során a pontos adatrögzítésre, valamint a sablonok precíz tárolására. A pontatlan adatbevitelből eredő hátrányok következményei jelentősek lehetnek, ezért alapvető követelmény, hogy a pontatlanul rögzített személyes adatok a tudomásszerzést követően a lehető leghamarabb helyesbítésre vagy törlésre kerülhessenek. [GDPR 5. cikk (1) bekezdés d) pont].

### Adattakarékosság

A biometrikus adatok kezelésével kapcsolatban a Munkacsoport által megfogalmazott adatminimalizálás, azaz a szükségesség kritériuma, adatakatékosság elveként került megfogalmazásra a GDPR-ban. Az adattakarékosság elve alapján a személyes adatok az adatkezelés céljai szempontjából megfelelőek és relevánsak kell, hogy legyenek és a szükségesre kell korlátozódniuk. Ez az elv, szoros összefüggésben a célhoz kötöttség elvével, meghatározza az adatkezelés terjedelmi és időbeli korlátját, amely alapján csak annyi és olyan adat kezelhető, amely szükséges és egyben elégséges az adatkezelés céljának eléréséhez. [4, 101. o.] A biometrikus azonosító rendszerek esetében ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy az adott rendszerrel megvalósítani kívánt biztonsági szint eléréséhez szükséges legkevesebb adatot kell felhasználni a biometrikus sablon elkészítéséhez.

---

<sup>1</sup> Például az írisz, amely a retinával ellentétben nem változik sem a betegségek, sem az öregedés során.

### Korlátozott tárolhatóság

A személyes adatok és ezáltal a biometrikus adatok tárolásának is olyan formában kell történnie, amely az érintettek azonosítását csak a személyes adatok kezelése céljainak eléréséhez szükséges ideig teszi lehetővé. [7 5. cikk e) pont] Az adatkezelőnek tehát megőrzési időszakot kell meghatározni a biometrikus adatokra vonatkozóan, amely nem lehet hosszabb, mint az adatkezelés céljainak eléréséhez szükséges idő. Az adatkezelőnek biztosítania kell, hogy a kezelt adatokat vagy az adatokból származtatott további adatokat, profilokat véglegesen töröljék, vagy helyreállíthatatlanul anonimizálják ennek az indokolt időszaknak az eltelte után.

### Integritás és bizalmas jelleg

Új elvként került nevesítésre a személyes adatok kezelésére vonatkozó alapelvek között az integritás és bizalmas jelleg elve, amely korábban, mint az adatbiztonsággal kapcsolatban megfogalmazott elvárás volt jelen az irányelvi szabályozásban és azzal párhuzamosan a hazai szabályozásban is. Az adatkezelés során a megfelelő technikai vagy szervezési intézkedések alkalmazásával biztosítani kell a személyes adatok megfelelő biztonságát az adatok jogosulatlan vagy jogellenes kezelésével, véletlen elvesztésével, megsemmisítésével vagy károsodásával szembeni védelmet is ideértve. [7 5. cikk f) pont] Az elv alapján a rendelkezésre álló magasabb szintű védelmet biztosító megoldást kell választani, tekintettel a technika fejlettségének szintjére is. Az adatkezelés biztonságára vonatkozó konkrét követelményeket a GDPR 32. cikke tartalmazza. „Az adatok integritása jelenti az adatminőség garatnálását, az adatok pontos, teljes rendelkezésre bocsátásának lehetőségét a hozzáférésre jogosultaknak, és az adatok megóvását valamennyi külső, nem várt hatástól, a szándékos beavatkozástól a hanyag emberi magatartásokig.” [4, 107. o.]

Az adatok biztonságának kockázatokkal arányos, megfelelő szintű biztosítása alapvető követelmény az adatkezelővel szemben, hiszen az adatok elvesztése, megsemmisülése, jogosulatlan kezelése vagy az azokhoz történő hozzáférés fizikai, vagyoni vagy nem vagyoni károkat okozhat az érintettek számára. A biometrikus adatokat tároló adatbázisok, mint például a DNS-mintákat tároló orvosi vagy kutatási célú adatbázisok, eddig is kiemelt célpontjait képezték a támadásoknak. Az Egyesült Királyságban 2013-ban indult el a „100,000 Genom Projekt”, amelynek célja egy DNS adatbázis felépítése a szigetországban, valamint pontos diagnózis felállítása és lehetséges gyógymódok felkutatása a projektben résztvevő személyek DNS-mintáinak elemzése által. A projekt során több, mint 85.000 résztvevő DNS-mintáját tárolták a kutatók. A sorozatos támadások következtében a kutatás alapjául szolgáló biometrikus adatokat át kellett helyezni az Egyesült Királyság védelmi minisztériumának egyik fokozottan védett létesítményében található szervereire. [15]

### ***A biometrikus adatok bűnmegelőzési és bűnüldözési felhasználása***

A biometrikus adatok egyik legrégebbi felhasználási területének a bűnüldözés számít, elég csak a daktiloszkópiára és a több, mint száz éves múltra visszatekintő ujjnyomatokra épülő magyar bűnügyi nyilvántartásra gondolni. A technikai fejlődés azonban ezen a területen is megvalósíthatóvá tett korábban csak a tudományos-fantasztikus irodalomban és filmekben felvázolt lehetőséget.

Földesi Krisztina 2014-ben vizsgálta a biometrikus technikákat érintő társadalmi attitűd, averzió mértékét a Fejér Megyei Rendőrfőkapitányság hivatásos állományának, valamint az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar hallgatóinak és oktatóinak körében. [6] A vizsgálat a biometrikus technikák elfogadottságán túlmenően kiterjedt az esetleges elutasítás okaira is. A kérdőíves kutatásban a résztvevőknek többek között arra a kérdésre kellett válaszolniuk, hogy támogatnák-e az elektronikusan rögzített ujjlenyomat nyilvántartás kiterjesztését minden emberre, hogy születéskor minden gyermek íriszmintája rögzítésre és tárolásra kerüljön-e egy központi adatbázisban a rendőrség által, hogy létrehozásra kerüljön-e egy arc azonosító-körözési adatbázis, továbbá, hogy bizonyos meghatározott

bűncselekmények esetén az ujjlenyomaton túlmenően el elítéltek egyéb biometrikus adatait (DNS, ujjlenyomat stb.) rögzítésre kerüljenek-e.

A kutatás megállapításai és a társadalom véleményének vizsgálata napjainkban különösen aktuális, ugyanis Kínában 2020-ra tervezik a társadalmi kreditrendszer bevezetését [10], amely segítségével a kínai állam az állampolgárok elektronikus profiljához társított pontszámon keresztül tud majd közvetlen hatást gyakorolni az emberek hétköznapijaira. Kínában már jelenleg is hatalmas méretű, megközelítőleg 200 millió kamerából álló kamerás megfigyelőrendszer működik. [11] Ez elől a világon egyedülálló méretű megfigyelőrendszer elől nem maradhat rejtve szinte senki, nyilvános helyeken elbújni nem lehet, ugyanis a nagy pontosságú arcfelismerő rendszer mellett jelenleg már folynak a helyi kísérletek járásfigyelő alkalmazások használatára is, amelyek a járás és testalkat alapján képesek megkülönböztetni az a megfigyelt személyeket. [16] A kérdés tehát már régen nem a megvalósíthatóság, hanem a létrehozásra irányuló akart és az ezt lehetővé tévő jogi szabályozás.

A kutatási eredmények alapján mindkét vizsgált csoport nagyrésze támogatta a bűncselekményben érintett személyekre vonatkozó biometrikus adatrögzítés kiterjesztését, az elektronikusan rögzített ujjlenyomat nyilvántartás kiterjesztését inkább a rendőrök támogatták, míg az egyetemisták több mint fele elutasította azt. A születéskori íriszminta rögzítést és tárolást mindkét csoport markánsan elutasította. A társadalom nagy része feltehetőleg szintén elutasítana egy születéskori íriszmintavétel gondolatát.

A kutatás alapján a bűnmegelőzés és bűnüldözés hatékonyságának javítása érdekében konkrét javaslat is megfogalmazásra került. Egy a rendőrség által kezelt központi adatbázis formájában, amely valamennyi magyar állampolgár meghatározott biometrikus adatait és azonosító kódját tartalmazá. A rendszer kialakításának első lépése lenne a már működő adatbázisok kompatibilitásának megteremtése, bűnüldözési célú felhasználása. [6, 138. o.]

Magyarországon jelenleg is tartalmaz a bűnügyi nyilvántartás biometrikus adatokat. A törvény részletesen meghatározza a nyilvántartott biometrikus adatok körét, valamint felhasználásuk célját, megőrzésük idejét és az érintetteket megillető garanciális szabályokat. [12] A DNS-nyilvántartás célja a bűncselekmény helyszínén és a bűncselekmény elkövetésének nyomait hordozó tárgyon rögzített anyagmaradvány alapján a bűncselekmény elkövetésével összefüggésbe nem hozható, a bűncselekményt elkövető, valamint a rendkívüli haláleset miatt folyó közigazgatási hatósági eljárásban az ismeretlen személyazonosságú elhunyt személy azonosítása.

Egy ilyen központi adatbázis létrehozásának legfőbb indoka a személyes adatok védelméhez fűződő alapvető jog, amely minden természetes személyt megillet. A személyes adatok védelméhez fűződő alapvető jog először az Emberi Jogok Európai Egyezményének 8. cikkében került rögzítésre, amely rögzíti, hogy mindenkinek joga van arra, hogy magán- és családi életét, lakását és levelezését tiszteletben tartsák. [14] Ebből a minden természetes személyt megillető alapvető jogból került levezetésre a személyes adatok védelméhez való jog. Az Egyezmény alapján az Emberi Jogok Európai Bírósága számos esetben vizsgálta a személyes adatok védelmének jogát és e jog korlátozhatóságának határait. Az Egyezmény maga fogalmazza meg ezt a korlátot, amikor kimondja, hogy a magánélet tiszteletben tartásához való jog gyakorlásába hatóság "csak a törvényben meghatározott, olyan esetekben avatkozhat be, amikor az egy demokratikus társadalomban a nemzetbiztonság, a közbiztonság vagy az országgazdasági jóléte érdekében, zavargás vagy bűncselekmény megelőzése, a közegészség vagy az erkölcsök védelme, avagy mások jogainak és szabadságainak védelme érdekében szükséges.". Ezek a korlátozások azonban mindenképpen arányosak és alkotmányosan indokoltak kellene, hogy legyenek. Éppen ezért a jelenleg létező és korlátozott célú, biometrikus adatokat tároló nyilvántartások összekötése és a társadalom minden tagjára történő kibővítése nem reális forgatókönyv. Egy akár íriszmintán, akár DNS mintán alapuló adatbázis létrehozásához szükséges lenne a mintavétel Magyarország teljes lakosságától. Egy ilyen adatbázis kiépítése

ugyan technikailag kivitelezhető lenne, azonban a jelen jogszabályi környezetben egészen biztosan nemzetközi szerződésekre ütközne és alkotmányellenesnek minősülne, mivel az ilyen adatbázis által alkalmazott általános és egységes biometrikus azonosító kód sértené a célhoz kötött adatkezelés és a készletező adatgyűjtés tilalmát. A NAIH javaslatában [17] kifejezetten javasolta „az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról szóló 2011. évi CXII. törvényben (a továbbiakban: Infotv.) általános érvénnyel előírni, hogy Magyarországon nem hozható létre a teljes népességre kiterjedő biometrikus referencia adatbázis.” Ugyan ez a tilalom szövegszerűen nem került bele az Infotv-be, de a magánélethez, valamint a személyes adatok védelméhez fűződő jog olyan alkotmányos alapérték, amelyet Magyarország Alaptörvénye, valamint számos nemzetközi egyezmény [14] és ágazati jogszabály is védelemben részesít. A felmérések alapján a társadalom körében azonban nem mutatkozik olyan elsöprő erejű igény az ilyen biometrikus adatbázisok létrehozására, amely alapjául szolgálhatna a megvalósításhoz szükséges jogszabályok mélyreható reformjának.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Jelen cikkben törekedtem arra, hogy az adatkezelés fogalmának ismertetésétől kezdődően bemutassam a biometrikus adatok kezelésére vonatkozó szabályokat és azokat az elveket, amelyeket már a biometrikus adatok kezelésének tervezése során szem előtt kell tartania minden adatkezelőnek. Az alapelvek és a konkrét szabályok azonban nem csak az adatkezelési folyamatokra, de az adatkezelést megvalósító konkrét eszközök tervezésére és kivitelezésére is hatással vannak, ezáltal közvetlenül befolyásolva az innovációt és technikai fejlődést. Amennyiben az adatkezelők számára az adatkezelési cél megvalósítása érdekében rendelkezésre áll biztonságosabb, az érintettek jogaira kevésbé kockázatos megoldás, úgy az adatvédelem alapelveinek szellemében azt kell választaniuk.

Az Európai Unió adatvédelmi reformcsomagjával markáns választ adott a digitalizáció jelentette kihívásokra és a személyes adatokra leselkedő kockázatokra. Ez a válasz jelentősen eltér a fentebb ismertetett kínai, vagy a világ más részein kialakuló egyéb rendszerektől. A biometrikus adatok előnye és hátránya is abból a tényből fakad, hogy megmásíthatatlanul az érintett személyéhez köthető, ezért egy tudás, vagy birtoklás alapú azonosításhoz képest a biometrikus adatok bizalmosságának, sértetlenségének, hitelességének, funkcionalitásának vagy rendelkezésre állásának elvesztése olyan súlyos helyzetet teremt, amely során az esetleges hátrányos következmények enyhítése már nehezen megvalósítható. Éppen ezért, valamint az érintettek kiszolgáltatottsága, magánéletük védelme érdekében helyénvaló és indokolt a biometrikus adatok kezelésére vonatkozó szigorúbb szabályozás. Fontos lenne, hogy a társadalom megfelelő mennyiségű és minőségű információhoz juthasson a biometrikus adatok felhasználásával, alkalmazásukból származó előnyökkel és lehetséges kockázatokkal kapcsolatban.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KOVÁCS T. - MILÁK I. - OTTI Cs.: A biztonságstudomány biometriai aspektusai <http://www.pecshor.hu/periodika/XIII/kovacsti.pdf>, (letöltve: 2018.11.01.)
- [2] Biometrics at the Frontiers: Assessing the Impact on Society For the European Parliament Committee on Citizens' Freedoms and Rights, Justice and Home Affairs (LIBE), 2005. EUR 21585 EN 35. o.
- [3] BALLA J.: Biometrikus adatok a személyazonosításban <http://www.pecshor.hu/periodika/XIV/ballaj.pdf>, letöltés: 2018. november 01.
- [4] PÉTERFALVI A., RÉVÉSZ B., BUZÁS P.: Magyarázat a GDPR-ról, Budapest, 2018

- [5] A Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatóság tájékoztatója a munkahelyi adatkezelések alapvető követelményeiről; [https://www.naih.hu/files/2016\\_11\\_15\\_Tajekoztato\\_munkahelyi\\_adatkezelesek.pdf](https://www.naih.hu/files/2016_11_15_Tajekoztato_munkahelyi_adatkezelesek.pdf) (letöltve: 2018.12.10.)
- [6] FÖLDESI K., A biometrikus azonosítási eljárások alkalmazhatósága a rendőri munkában, Budapest, 2017, Óbudai Egyetem
- [7] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 *rendelete (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről*
- [8] 2011. évi CXII. *törvény az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról*
- [9] A 29. cikk szerinti adatvédelmi Munkacsoport 3/2012. sz. vélemény a biometrikus technológiák terén történt fejleményekről, WP193; [https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2012/wp193\\_hu.pdf](https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2012/wp193_hu.pdf) (letöltve: 2018.12.10.)
- [10] CHRISTOPHER U., Blacklists and redlists: How China's Social Credit System actually works; <https://technode.com/2018/10/23/china-social-credit/> (letöltve: 2018. 12. 10.)
- [11] MATTHEW C., Leave no dark corner; <https://mobile.abc.net.au/news/2018-09-18/china-social-credit-a-model-citizen-in-a-digital-dictatorship/10200278?pfmredir=sm> (letöltve 2018.12.10.)
- [12] 2009. évi XLVII. *törvény a bünyügyi nyilvántartási rendszerről, az Európai Unió tagállamainak bíróságai által magyar állampolgárokkal szemben hozott ítéletek nyilvántartásáról, valamint a bünyügyi és rendészeti biometrikus adatok nyilvántartásáról*
- [13] 15/1991. (IV.13.) AB határozat
- [14] Emberi Jogok Európai Egyezménye
- [15] RICHARD C., Brits' DNA data sent to military base after 'foreign' hack attacks – report [https://www.theregister.co.uk/2018/12/06/foreign\\_hackers\\_trying\\_to\\_steal\\_brits\\_dna/](https://www.theregister.co.uk/2018/12/06/foreign_hackers_trying_to_steal_brits_dna/) (letöltve: 2018.12.10.)
- [16] DAKE K., Chinese 'gait recognition' tech IDs people by how they walk, <https://apnews.com/bf75dd1c26c947b7826d270a16e2658a> (letöltve: 2018.12.10.)
- [17] Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatóság, Javaslatok az Infotv. módosításával kapcsolatban, Budapest, 2014. október 17., NAIH-374-3/2013/J

## A KOCKÁZATELEMZÉS A VAGYONVÉDELEM ÉS A VAGYONBIZTONSÁG AZ ÉPÍTÉSZETI BŰNMEGELŐZÉS ASPEKTUSÁBÓL

### RISK ASSESMENT, PROPERTY PROTECTION AND PROPERTY SAFETY ASPECT OF CRIME PREVENTION THROUGH ENVIROMENTAL DESIGN

MOLNÁR István Jenő

(ORCID: 0000 0003 2378 8868)

[ijeno.molnar@gmail.com](mailto:ijeno.molnar@gmail.com)

#### **Absztrakt**

Társadalmunk és az azt alkotó közösségek együttélésének alapja a biztonság, amelyet alapvetően befolyásol a ténylegesen elkövetett bűncselekmények struktúrája és volumene, illetve a közösség tagjainak szubjektív biztonságérzete. Természetesen a bűnözés mindig valamely meghatározott terület, azaz élettér vonatkozásában értelmezhető, ily módon az épített környezet kiemelt jelentőséggel bír a bűncselekmények kezelésében. Jelen írás célja a személy- és vagyonvédelem, a kockázatmenedzsment és az építészeti bűnmegelőzés közötti összefüggések feltárása, s azon szempontok megállapítása, amelyek révén az adott élettér személy- és vagyonbiztonságot veszélyeztető tényezői, biztonsági kockázatai feltárhatóak, a bűnözést kiváltó szituatív okok azonosíthatóak, s melynek köszönhetően kiválaszthatóak a leghatékonyabb építészeti bűnmegelőzési módszerek.

**Kulcsszavak:** *bűnmegelőzés, építészeti bűnmegelőzés, személy- és vagyonvédelem, kockázatmenedzsment, településbiztonsági index*

#### **Abstract**

*The basis for coexistence between our society and the constituent communities is safety, which is fundamentally influenced by the structure and volume of the crimes and the subjective sense of security of members of the community. Obviously, crime can always be interpreted in relation to a specific area, to a living space, so the built environment has an emphasized importance in dealing with crime. The purpose of the present essay is to explore the relationships between personal and property protection, risk management and crime prevention through enviromental design, and to identify the viewpoints, factors and security risks, which can influence the personal and property security of the given living space, discover the situational causes of the crime, so can be selected the most effective methods of crime prevention through enviromental design.*

**Keywords:** *crime prevention, crime prevention through enviromental design, person and propertysecurity, risk management, index of settlement security*

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.06.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.11.

## BEVEZETÉS

A bűnmegelőzés tágabb értelemben vett tárgya nem más, mint az ember alapvető szükségletét jelentő biztonság megteremtése. A fizikai védettség, valamint a kiszámíthatóság nem véletlenül található a sokszor és sokak által idézett Maslow-féle piramis második fokán.

Biztonsággal kapcsolatos érzéseinket, s a bűncselekmények elkövetését is alapvetően befolyásolja az épített környezet. A bűncselekmények túlnyomó többségéhez ugyanis szükség van fizikai térre, a helyszín és az alkalom ily módon releváns tényező. A közösségek által lakott életterek társadalmi, gazdasági és bűnügyi szempontok szerinti, strukturált vizsgálata lehetővé teszi a személy- és vagyonbiztonságot biztosító eszközök, valamint az építészeti bűnmegelőzési módszerek azonosítását, továbbá a beavatkozási területek megállapítását.

Írásomban arra teszek kísérletet, hogy bemutassam az építészeti bűnmegelőzés, valamint a személy- és vagyonvédelem lényegi elemeit, célkitűzéseit, rávilágítsak a kockázatelemzésben rejlő lehetőségekre, s egy Településbiztonsági Index formájában megalkossam azt a szempontrendszert, amely a jövőben segítheti a bűnmegelőzési munkát és törekvéseket.

## AZ ÉPÍTÉSZETI BŰNMEGELŐZÉS FOGALMA

Ahhoz, hogy megérthessük az építészeti bűnmegelőzés definícióját és a bűnmegelőzés rendszerében elfoglalt helyét, először érdemes megvizsgálni a bűnmegelőzés fogalmát, annak tartalmi elemeit.

A bűnmegelőzés nem más, mint *minden olyan intézkedés és beavatkozás, amelynek célja vagy eredménye a bűnözés<sup>1</sup> mennyiségi csökkentése, az állampolgárok biztonságérzetének minőségi javítása, történjen mindez a bűnalkalmak csökkentésével, a bűnözést előidéző okok hatásának mérséklésével vagy a sértetté válás megelőzésével* [2; 20. o.].

A szakirodalom két alapvető bűnmegelőzési formát különböztet meg: a *szociatív és a szituatív prevenciót*. A szociatív bűnmegelőzés a társadalmi okokra kíván reagálni, a bűnmegelőzés általános céljaként megfogalmazott tevékenységeket jelöli, melyek az elkövetővé, illetve az áldozattá válás megelőzését célozzák. A szituatív bűnmegelőzés ezzel szemben a bűnalkalmak csökkentése érdekében kifejtett tevékenységek összessége, melyre példa a járőrözés, a közvilágítás javítása, a különböző riasztórendszerek, etc.

A bűnmegelőzés tehát *mindennapi gyakorlat*, amelyet végeznek egyrészt a magánszemélyek (amikor zárják az ajtókat, élesítik a riasztót stb.), másrészt pedig az állami és önkormányzati szervezetek. Utóbbiak munkája azonban tudományos megalapozottságot is igényel, ily módon a bűnmegelőzés tekinthető *önálló diszciplínának* is. Ahhoz, hogy a bűnmegelőzés szereplői a magasabb szintű társadalmi jelenségekre is hatást gyakorolhassanak, valamint intézkedéseik hatékonyságát és eredményességét növelhessék szükséges a társadalmi viszonyok, összefüggések, folyamatok megfigyelése, kutatások folytatása, az adatok elemzése, illetve a bűncselekményhez vezető okok és folyamatok megakadályozását elősegítő elméleti és gyakorlati, empirikusan is igazolt ismereteket rendszerezése [3; 815. o.].

A bűnmegelőzés azonban a magánbiztonság előtérbe kerülésével *gazdasági ágazatként* is definiálható. A vagyonvédelem és a biztonsági szektor az elmúlt néhány évtizedben rohamos fejlődésnek indult, egyre nagyobb az igény, mind a személyi jellegű szolgáltatások, mind pedig a technikai vívmányok igénybe vételére.

---

<sup>1</sup> *A bűnözés történelmileg változó, társadalmilag meghatározott tömegjelenség, amely meghatározott területen és időszakban elkövetett bűncselekmények és elkövetők összességéből áll.* [1; 16. o.]



Az Európai Tanács által definiált bűnmegelőzés azonban nem valósulhat meg megfelelő szintű eszközrendszer és apparátus nélkül, mely politikai akarat hiányában aligha biztosítható. Ennek megfelelően a bűnmegelőzés tekinthető a kriminálpolitika alrendszerének, *önálló szakpolitikának* [3; 716. o.].

KRIMINÁLPOLITIKA			
RENDESZETI POLITIKA	ÁLDOZATVÉDELMI POLITIKA	BŰNMEGELŐZÉSI POLITIKA	BŰNTETŐ POLITIKA
			BŰNTETŐJOG POLITIKA
			BŰNTETŐ
			IGAZSÁGSZOLGÁLTATÁSI POLITIKA
			BŰNTETÉS-VÉGREHAJTÁSI POLITIKA

1. táblázat: A kriminálpolitika részei (saját szerkesztés)

Az építészeti bűnmegelőzés az imént felvázolt rendszerben kétséget kizáróan a szituatív prevenciós eszközök közé sorolandó. A szituatív bűnmegelőzés a neoklasszikus kriminológiai irányzatok körébe tartozó környezeti kriminológia megállapításaiból vezethető le, amely utóbbi a bűnözés egyik nélkülözhetetlen dimenziójaként foglalkozik a helyszínnel, illetve az alkalommal, valamint a bűncselekmények és a környezet kapcsolatával.

Érdeemes megemlíteni Richard Wortley és Lorraine Mazerolle munkáját, akik *Környezeti kriminológia és bűnözés elemzése*<sup>2</sup> című könyvükben általános premisszákat állapítottak meg a környezet és a bűnözés kapcsolatára:

- az elkövető magatartását befolyásolja a közvetlen környezet, amelyben a bűncselekmény elkövetésére sor kerül - bátorít vagy elriaszt;
- a bűnözés térbeli és időbeli eloszlása nem véletlenszerű, mivel az elkövetés szituációs tényezők függvénye is, így magától értetődő, hogy a kriminogén környezet elhelyezkedéséhez igazodik;
- mindezen körülmények megfigyelése, feltérképezése, megértése segíti a bűncselekmények megelőzését és a kontrollt [3; 234. o.].

Az időben kicsit visszalépve nézzük meg Jane Jacobs remekművét, amely a *Nagy amerikai városok halála és élete*<sup>3</sup> címet viselte, s komoly kritikai tükröt mutatott az akkori várostervezési törekvéseknek. Alapvetően a régi szokásokhoz csökönyösen ragaszkodó, maradi ortodox várostervezést bírálta, amely szerinte nem volt figyelemmel egy város valódi igényeire, szükségleteire. Külön elemezte a járdák és az utcák látogatottságának jelentőségét, s deklaráta, hogy az utcai forgalom pozitív hatással van a bűnözés visszaszorítására, amennyiben sok a járókelő, szemtanú. Kitért a parkok szerepére, amely az ortodox felfogás szerint nem más, mint a hátrányos helyzetű rétegek élettere. Ezzel szemben szerinte ugyanolyan funkciót töltenek be, mint a forgalmas utcák.

Fontos megállapításokat, illetve javaslatokat tett a hatékony „szomszédságtervezéssel” kapcsolatosan is:

- érdekes és izgalmas utcák kialakításának előmozdítása,
- a terület egészét átható, a lehető legfolytonosabb utcai hálózatok kialakítása,
- parkok, terek, középületek használata, mint az utcaszerkezet része, fokozni a szerkezeti összetettséget, a sokszínű felhasználást,

<sup>2</sup> Eredeti cím: *Environmental Criminology and Crime Analysis* (Willan, Portland, 2008)

<sup>3</sup> Eredeti cím: *The death and life of great american cities* (Vintage Books, New York, 1961)

- a funkcionális identitás területi szintű előmozdítása.

Jacobs egyik legnagyobb megállapítása a területi funkcionalitások vegyítésére vonatkozó tézise volt. A *vegyes célú területhasználat* ugyanis lehetővé teszi, hogy egy-egy városrész ne csak nappal, vagy éjszaka legyen látogatott.

Egy hosszú út közben állomásaként elérkeztünk a Ray C. Jefferyhez, aki az 1971-ben kiadott könyve révén megalkotta az építészeti bűnmegelőzés fogalmát, a Crime Prevention Through Environmental Design kifejezéssel, amely a mai napig CPTED alakban él tovább. Kiindulási alapja a tanulásmélelet Edward Lee Thorndike (1874-1949) tanulásmélete volt, mely szerint amennyiben egy viselkedést pozitív feedback követ, úgy annak elsajátítása valószínűbb. Jeffery maga is úgy gondolta differenciális megerősítés elméletében, hogy a társas környezetben is szükség van a fentiekhez hasonló megerősítésekre. Az egyén ezeket a megerősítéseket pedig azoktól kapja, akik közvetlen közösségét, csoportját, családját jelentik. Jeffery eredeti CPTED modellje egy stimulus-válasz (S-R) modell volt, amely mutatta, hogy a szervezet a környezet büntetéseiből és megerősítéseiből tanul. A legfontosabb megállapítása az volt, hogy a bűncselekmények megerősítésének megszüntetésével ez nem fordul elő.

Az építészeti bűnmegelőzés talán legkiemelkedőbb alakja Oscar Newman (1935-2004) volt, aki 1972-ben megírta *Védhető tér*<sup>4</sup>című könyvét. Newman különféle lakónegyedeket vizsgált meg, majd az összegyűjtött adatokból igyekezett minden területre igaz és alkalmazható javaslatokat megállapítani. A legfontosabb a lakók szerepének hangsúlyozása, ugyanis szerinte a védhető terület olyan lakókörnyezet, amelynek fizikai jellemzői lehetővé teszik a lakosság számára, hogy az ott lakók kulcsfontosságú szerepet töltsenek be saját biztonságuk biztosításában. Newman öt tényezőt határozott meg a védhető terület kialakításához:

- *territorialitás* - mindenki érezzen felelősséget a saját otthona és élettere kapcsán, amely Newman szerint szent;
- *természetes felügyelet* - a terület fizikai jellemzői és a lakók azon képessége, hogy képesek legyenek felügyelni a lakókörnyezetüket;
- *tervezés* - a tervezés és a fizikai kivitelezés során már figyelemmel kell lenni a biztonságra;
- *miliő* - egyéb olyan funkciók, amelyek befolyásolhatják a biztonságot, például a rendőrségi objektumok, vagy a forgalmas kereskedelmi területek;
- *biztonságos szomszédos területek* - a jobb biztonság érdekében a lakosok a szomszédos terület tervezésénél figyelemmel kell legyenek a másik szomszédos területre.

De miért szituatív prevenció eszköz az építészeti bűnmegelőzés? A válasz egyszerű: a bűncselekmények elkövetésének alapvetően három feltétele van: *szükség van elkövetőre, áldozatra/célra és alkalomra/helyszínre*. Utóbbi azért válik kifejezetten fontossá, mert a bűncselekmények nagy része nem előre eltervezett, sokkal inkább az alkalom szüli őket. Az építészeti bűnmegelőzés kifejezetten utóbbiakra fókuszál, amikor az ember közvetlen életterét, fizikai környezetét kívánja megváltoztatni, a bűncselekmények elkövetését lehetővé tevő körülmények csökkentése érdekében.

Mindez azt sugallja, hogy az építészeti bűnmegelőzés vonatkozásában nem jut szerep az egyénnek, szimplán technikai és a kivitelezésben megjelenő megoldások felkutatása, az elkövetők dolgának megnehezítése a célja.

---

<sup>4</sup> Eredeti címe: *Defensible Space* (1972)

Dallos Endre megfogalmazása már kissé árnyaltabbá teszi a képet: „az építészeti bűnmegelőzés olyan építészeti, településfejlesztési, táj- és kertépítési, forgalomtechnikai, fénytechnikai, pszichológiai és kommunikációs módszerek összessége és együttes alkalmazása, amelyek az épített környezet utólagos átalakításával, valamint az építendő tudatos tervezésével és megvalósításával a bűnelkövetés lehetőségeit csökkentik, illetve megszüntetik”[4; 110. o.]. A definíció túlmutat a szimplán technikai megoldások kifejlesztésén, amikor az építészeti bűnmegelőzés eszköztárába beemeli a pszichológiai és kommunikációs módszereket is, melyek közvetetten az egyént is a vizsgálódás alanyává teszik. Meglátásom szerint azonban az egyénnek e területen sem csak másodlagos szerepe van és axiómaként fogadom el, hogy a környezet megváltoztatásával az ember is formálódik.

Ennek következményeképp az építészeti bűnmegelőzés definícióját szükségesnek tartom kiegészíteni azzal, hogy *az építészeti bűnmegelőzés az ott élő egyének és közösségek magatartására, attitűdjére, lakókörnyezetükkel kapcsolatosan fennálló viszonyulására gyakorolt hatása révén is csökkenti, illetve megszünteti a bűnelkövetés lehetőségeit.*

Az építészeti bűnmegelőzés első generációs alapelvei, úgy, mint a közösségi kontroll vagy más néven természetes felügyelet, a jogosultság természetes szabályozása, a birtokviszony jelzése, valamint a fenntartás és karbantartás is azt közvetítik, mintha a közösség tagjára nem lenne hatással az építészeti bűnmegelőzés.

A közösségi kontroll vagy természetese felügyelet egyik eszköze a terület felé nyíló ablak, a jó megvilágítás, de központi eleme az olyan közösségi terek kialakítása, illetve épített környezet alkotása, amely biztosítja az utcai jelenlétet, s amely lehetővé teszi, hogy az emberek jelenléte maga legyen az elkövetés akadálya. Ehhez szükség van az összeférhető területhasználatok sokféleségére (éttermek, irodák, üzletek, lakások, közösségi és szabadidős lehetőségek), a hivatali órák végeztét követő területhasználatra, valamint a többféle funkcionalitásra.

A következő fontos alapelv a jogosultság természetes szabályozása, amelynek keretében beszélhetünk *szervezett módon* (biztonsági őrkkel), *biztonságtechnikai eszközökkel* és *épített vagy természetes ellenőrzés* (járda, átlátható kerítés) által történő jogosultságellenőrzésről. További alapelvként jelölhetjük meg a birtokviszony jelzését, valamint a fenntartást és karbantartást. Utóbbi vonatkozásában régen bizonyított tény, hogy amennyiben egy törött ablak (broken window jelenség), egy összefirkált, elhagyottnak tűnő épület nem kerül felújításra, úgy hamarosan megjelennek a környéken a deviáns magatartástípusok.

A Gregory Saville által meghatározott *második generációs elvek* azonban teljesen más szempontokra fókuszálnak. Az egyén és a közösség kerülnek a középpontba, éppen abból a megfontolásból, amellyel az építészeti bűnmegelőzés fogalmát magam is kiegészítettem. Íme, a második generációs alapelvek:

- kapacitásküszöb (az emberi lépték), amely biztosítja a
- szociális kohéziót (biztosítja a társadalom együttműködését, egymásra figyelését), melynek alapját képezik
- a társadalmi kapcsolatok (a kapcsolatok kialakulásának biztosítása), amelyek szükséglete
- a közösségi kultúrából kell fakadjon [16; 79-91. oldal].

A kapacitás küszöb arra vonatkozik, hogy egyes területek lakosság száma nem növelhető a végtelenségig. Az adott élettér túlszűfolttsága elszemélytelenedéshez, a közösség széthullásához, atomizálódásához vezet. Éppen ezért olyan léptékekben kell gondolkozni, amely még biztosítja a társadalmi kapcsolatokon alapuló szociális kohézió kialakulását, amelynek gyökere a közösségi kultúrából fakad. Azaz, környezet és közösség kölcsönösen figyel egymásra, s vállal a másikért felelősséget!

Ehhez szorosan kapcsolódnak Jan Gehl (1936-) *Élhető városok* című könyvében megfogalmazott alapelvei, mely szerint egy városnak élőknek, biztonságosnak, fenntarthatónak és egészségesnek [5; 6-7. o.] kell lennie. Ehhez meglátása szerint nélkülözhetetlen az emberi lépték, amelyet a gyalogosok és kerékpárosok jelenléte biztosíthat. Amennyiben egy városban csak átszalad a forgalom, ahol minden egyes utcában 50-60 km/h sebességgel lehet közlekedni, ott nem érvényesülnek ezek a szempontok. Állítása szerint ember az embernek legnagyobb öröme, ezért az élő város barátságos, befogadó és lehetőséget kínál a társas érintkezésre [5; 63. o.].

## **BIZTONSÁG, VAGYONVÉDELEM, SZEMÉLY- ÉS VAGYONBIZTONSÁG**

Az előző fejezetben megállapítást nyert, hogy az építészeti bűnmegelőzés első generációs elvei a kézzel fogható technikai megoldásokra tesznek javaslatot, a második generációs alapelvek az individuumot, és az általuk alkotta közösséget állítják a vizsgáldások középpontjába. A kiindulási alap és az elérendő cél is azonban minden esetben a biztonság megteremtése, fenntartása.

De vajon mi a biztonság? A magyar nyelv értelmező szótára szerint a biztonság *a dolgoknak, életviszonyoknak olyan rendje, olyan állapot, amelyben kellemetlen meglepetésnek, zavarnak, veszélynek nincs, vagy alig van lehetősége, amelyben ilyentől nem kell félni.* A magyarázat azonban nem zárul itt le, a következő pontban így fogalmaz: *valakinek, valaminek (veszélytől, kártól, jogtalan beavatkozástól, bántódástól való) védett állapota, helyzete.* Mi a probléma ezzel a megközelítéssel? Alapvetően az, hogy negatív, tagadó jellegű definícióalkotásra kerül sor. Nem azt határozza meg, hogy mi a biztonság, hanem hogy minek a hiánya! Virányi Gergely, *A biztonság-fogalomról, másképp* című írásában olvashatunk egy remek példát, amely jól mutatja a negatív megközelítés fonákságát: *„A rangos intézménynek megismert (az is volt) Kossuth Lajos Katonai Főiskolán és annak, sokunk által nagyra becsült határőr szakán hallgatóként (1970-74) a béke és a háborúk elméletét tanulmányozva, a számos „béke kontra háború” felfogás között feldolgoztunk egy riasztó, „a talpáról fejére állított” gondolatmenetet is. Szó szerint idézni ma már nem tudom, tartalmilag a következőképpen foglalhatom össze: „az emberiség története valójában háborúk története; a háborúk az emberiség szükségszerű velejárói; a béke csupán ideiglenes állapot, nem más, mint két háború közötti rövidebb-hosszabb és törekeny átmeneti időszak” [6].*

Az értelmezésből - a kitérőben megfogalmazott kritika ellenére is - megállapítható, hogy a biztonság minden esetben egy állapot, egy éppen aktuálisan fennálló helyzet, amelynek fennmaradását valamilyen külső tényező veszélyezteti. Az állapot és az azt veszélyeztető külső tényező is számtalan élethelyzetre vonatkozhat, éppen ezért a biztonságának megannyi dimenziója van. A felsorolásuk lehetetlen, inkább csak csoportosításukra teszünk most kísérletet, elsőként az Alaptörvény alapján. Ha a 2011. április 25-én elfogadott új „alkotmányunkat” nézzük, akkor elsőként Magyarország és az *európai népek biztonságát* olvashatjuk. A következő már a *személyi biztonságot* jelöli meg védendő értéként. Ezt követi a *munkavállalók biztonsága*, majd a mindenkit megillető *szociális biztonság*, és ide sorolható az *időseket érintő létbiztonság* is. A *közbiztonság* fenntartása először az önkormányzatok vonatkozásában kerül megemlítésre, majd a rendőrség deklarált feladataként jelenik meg. Külön kerül feltüntetésre a *nemzetbiztonság*, végül a váratlan támadásról szóló bekezdésben találkozhatunk az *élet- és vagyonbiztonság* kifejezéssel.

Az Alaptörvény által megjelölt biztonságkategóriák tartalmukat tekintve párhuzamba állíthatóak Ürmösi Károly, *A biztonság, biztonság fogalma* [7; 149. o.] című írásában felvázolt dimenzióival:

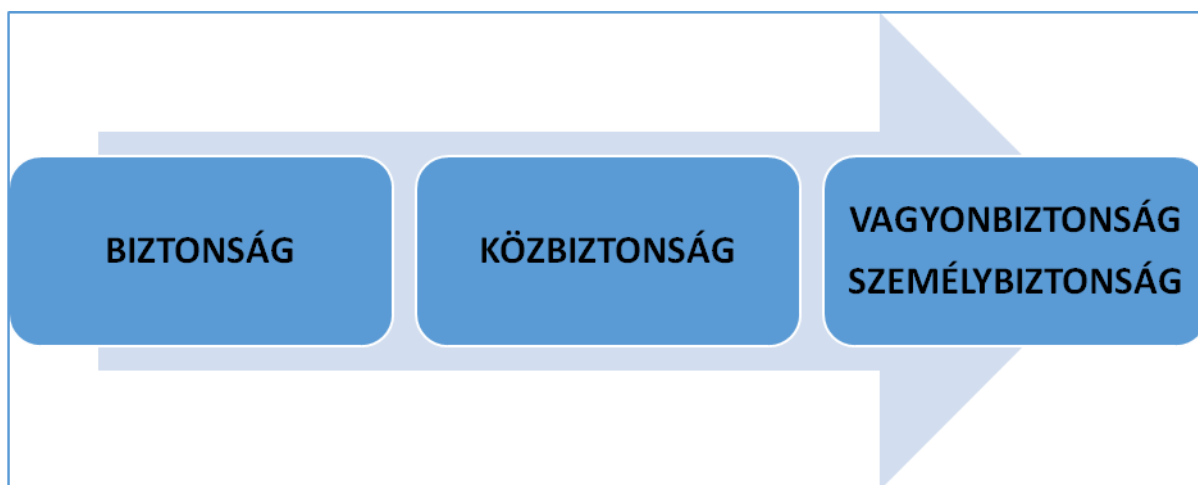
- politikai (diplomáciai) elem;
- környezeti (ökológiai) elem;
- gazdasági elem;

- informatikai (pénzügyi, egészségügyi) elem;
- társadalmi (jogi, szociális) elem;
- katonai elem.

A felsorolások természetesen megannyi szempont szerint kiegészíthetők, variálhatóak, ugyanakkor azt egyértelműsíti mindkét lista, hogy *a biztonság mindig csak valami veszélyeztető tényezővel együtt értelmezhető* [8; 4. o.]. Ilyen lehet a bel- és külpolitika, a természeti katasztrófa, az anyagi helyzet, vagy éppen a bűnözés. Esetünkben utóbbi bír igazi relevanciával, hiszen a bűnmegelőzés aspektusából a cél a bűncselekményektől mentes, zavartalan állapot elérése. Nevezhetjük ezt közbiztonságnak is, amelynek része a személy- és vagyonbiztonság! A közbiztonság vonatkozásában a biztonság fogalma további értelmezést vagy szűkítést kíván, hiszen ebben az esetben a védendő érték - alapvetően - az emberi élet, a testi épség, a magántulajdon, illetve a törvények által biztosított, egyéb személyeket vagy szervezeteket érintő jogosultságok.

A fentiekre tekintettel a biztonság fogalmaként Berekék következő definícióját fogadom el: *a biztonság személyek és szervezetek azon állapota, melyet, a létüket, illetve rendeltetészerű működésüket veszélyeztető szándékos jogellenes magatartások és az azokkal szemben alkalmazott védelmi erőforrások együtthatása határoz meg* [8; 6. o.].

A fenti meghatározás újítása, hogy az állapot és a veszély mellett, a biztonság fenntartása érdekében végrehajtott intézkedéseket is megjelöli, mint a biztonság állapotát meghatározó tényező. Mindez már nagyon közel áll az építészeti bűnmegelőzéshez, hisz a definíció célja az épített környezet biztonságának fenntartásához szükséges eszközök és lehetőségek feltárása.



1. ábra: Biztonság lépcsőfokai (saját szerkesztés)

Vizsgáljuk most meg, hogy milyen tényezők befolyásolják a közbiztonságot, és az azon belül értelmezendő személy- és vagyonbiztonságot általánosságban, kitekintéssel az építészeti bűnmegelőzés aspektusaira is.

A közbiztonságot és az együttélést elsősorban *az adott társadalomban élő szokásjogi és erkölcsi normák, parancsok* foglalják keretbe. Az együttélésnek ugyanis számtalan le nem írt, jogszabályban soha meg nem jelenő előírás szolgál alapjául. Míg Olaszországban teljesen normális, hogy egy beszélgetés a kiabáláshoz hasonlít, addig nálunk az ilyen, túlzóan hangos viselkedés sokak nyugalma már zavarja. Míg az Egyesült Arab Emírségekben a gépkocsival hangjelzést adni, bármilyen helyzetben teljesen normális, addig itthon az ilyen viselkedés megannyi konfliktust szülne. A közbiztonság és a belső rend tehát a társadalmi és kulturális szokások által determinált. Ezek azonban mikrokörnyezetenként is változóak lehetnek, ellentétben az ország egészére vonatkozó jogrenddel.

Ennek megfelelően alapvetően azt mondhatjuk, hogy a közbiztonság *a jog által alkotott keretben értelmezhető*. Alaptörvényünk mindenkit megillető jogként deklarálja a személyi biztonsághoz való jogot, s felruhazza a rendőrséget azzal, hogy akár a legitim fizikai erőszak eszközeivel is élve magakadályozza és felderítse a bűncselekményeket, valamint ellássa a közbiztonság, a közrend, valamint az államhatár védelmét. A rendőrség eljárását külön törvény<sup>5</sup> szabályozza, amelynek megfogalmazásában *a rendőrség feladata az Alaptörvényben meghatározott feladatok mellett a határforgalom ellenőrzése, a terrorizmus elleni küzdelem és az e törvényben meghatározott bűnmegelőzési, bünfelderítési célú ellenőrzés, valamint a bűncselekményből származó vagyon visszaszerzése*.

Természetesen azt is meg kell határozni, hogy mely magatartások minősülnek a közbiztonságot, a közrendet, valamint az állam belső rendjét veszélyeztető cselekménynek. Ez biztosítja a demokratikus jogállamiságot, hiszen hogyan várhatnánk az állampolgároktól, hogy „helyesen” viselkedjenek, ha nincs lefektetve, hogy mi minősül helytelennek, pontosabban fogalmazva jogsértőnek. Ennek háttérében egy régi jogelvet is találhatunk. A *nullum crimen sine lege* elve kimondja, hogy nincs bűncselekmény törvény nélkül. Mindez garantálja a jogbiztonságot, azaz, hogy senki, semmilyen körülmények között ne legyen felelősségre vonható olyan cselekmény miatt, amelyet az elkövetés pillanatában a törvény még nem sorolt a deliktumok körébe. Ezen magatartások körét alapvetően két törvény foglalja össze: a büntetőtörvénykönyvről szóló 2012. évi C. törvény (a továbbiakban: Btk.), valamint a szabálysértésekről szóló 2012. évi II. törvény. Ide sorolhatjuk azonban az 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendeletet, közismertebb nevén a KRESZ szabályozást, amely a közlekedés biztonságát, és ezáltal tulajdonképpen a mindennapi együttélés általános rendjét hivatott megteremteni.

De ide vonatkozó szabályozásnak kell tekintenünk a 2012. évi CXX. törvényt, amely az egyes rendészeti feladatokat ellátó személyek tevékenységéről, valamint egyes törvényeknek az iskolakerülés elleni fellépést biztosító módosításáról rendelkezik. A törvény szabályozza az alkalmazható kényszerítő eszközök, valamint a lehetséges intézkedések körét. A 2005. évi CXXXIII. törvény kifejezetten csak a személy- és vagyonvédelmi, valamint a magánnyomozói tevékenység szabályairól rendelkezik, de természetesen a célja e törvénynek is az, hogy a személy- és vagyonvédelem egységes szabályozás szerint történjen, az e területen dolgozók ne lépjék át hatáskörüket, s adott esetben ne fordulhasson elő, hogy az igazságszolgáltatás szerepét töltik be. Önmagában természetesen a jogbiztonság nem elegendő, sem az írott, sem az íratlan jog nem képes arra, hogy a társadalom biztonságát garantálja, hiszen ha ez így lenne, akkor nem lenne bűnözés, nem lennének jogsértések, s talán még konfliktusok sem alakulnának ki a társadalom egyes tagjai között. Vannak olyan mélyebben gyökerező tényezők, amelyek felülírhatják, vagy szembe mehetnek a normákkal.

A *politikai helyzet* is egyértelműen meghatározza a belső rendhez, illetve a biztonsághoz való viszonyulást. Amennyiben nyugodt békeidőket élünk, a gazdaság működik, az ország mindennapjait sem belföldi, sem külföldi konfliktusok nem zavarják, úgy az állam polgárai biztonságban érezhetik magukat. Ott azonban, ahol polgárháborúk dúlnak, azok az országok, amelyek konfliktusban állnak más országokkal, vagy gyakoriak a terrortámadások, már nem ilyen magától értetődő a biztonság megléte.

A *gazdasági, szociális és kulturális motivációk* nagyon erős belső hajtóerőként képesek funkcionálni, s sok esetben írják felül az általánosan elfogadott normák által elvártakat. A *gazdasági és szociális tényezőket* egyszerre vizsgálva azt hiszem mindenki számára vita nélkül elfogadható, hogy az anyagi és az egészségügyi bizonytalanság, a munkanélküliség, az

---

<sup>5</sup> 1994. évi XXXIV. törvény

alulképzettség, a szegénység, az éhezés, a hajlék nélküli lét alapvetően befolyásolják az egyének jogkövető magatartását. Az ember - és természetesen minden más élőlény - evolúcióban gyökerező tulajdonsága a minden áron a fennmaradásra, a szaporodásra irányuló állandó törekvés. Ha valaki éhez, fáz, nem tudja egyáltalán, vagy az általa elvárt szinten eltartani sem családját, sem önmagát, akkor bizony a társadalom egy része szembe fog menni a közösségi normákkal. Amint ez megtörténik, sérül a közbiztonság, sérül a közrend, és csorbát szenved a közösség irányába mutató bizalom is. A biztonság és a bizalom azonban kéz a kézben járnak! Mindkettő alapja a társadalmi együttélésnek, így minden egyes apró törés, repedés, amely a biztonság és a bizalom alkotta védelmező, mindannyiunkat körülölelő védőfalban keletkezik, komoly következményekkel jár.

A *kultúra* szerepe sem elhanyagolható a közbiztonság szempontjából. Kifejezetten nagy jelentőséggel bír akkor, amikor a globalizáció következményeképp a kultúrák keverednek és találkoznak egymással. Nem feltétlenül kell azonban országok közötti kultúrákat ütköztetni, elegendő, ha bizonyos stílusok, vagy szimplán csak az idősök és a fiatalok találkoznak. Egyeseket kifejezetten nyugtalanít, ha punkokat lát az utcán, van, akiben egy tetovált, piercingekkel teli fiatal is riadalmat kelt. Egy idős, konzervatívabb embert már egy lazább öltözet is különféle következtetések levonására és aggodalmak megfogalmazására késztet. A kulturális különbségek tehát egyértelműen befolyásolják a biztonságérzetünket.

A közbiztonságra hatást gyakorló további szempont *az urbanizáció és az iparosodás*. Mindez már kapcsolatba hozható közvetlenül is az építészeti bűnmegelőzéssel. Az urbanizáció és az iparosodás következménye ugyanis a korábban már említett emberi lépték meghaladása, a városok, nagyvárosok, metropoliszok túlszűfoaltsága, és az ebből következő elszemélytelenedés. Ezek együttesen képesek kioltni az emberből az empátiát, a szolidaritást, a másokra való odafigyelést, a törődést. A közöny soha nem látott veszélyt jelent a biztonságra! Amennyiben nem érdekel bennünket embertársaink sorsa, amennyiben nem alakulnak ki egymásra figyelő közösségek, úgy a biztonság fenntartása egyre nagyobb erőfeszítéseket igényel majd! Nem véletlenül nyilatkozta azt dr. Hatala József, a Nemzeti Bűnmegelőzési Tanács elnöke, hogy *a közösségépítésben rejlik a bűnmegelőzési munka ereje* [9; 193. o.].

Az urbanizációhoz szorosan kapcsolódó, biztonságot befolyásoló tényező *a környezet*. Nézzünk erre egy igazán szemléltető példát. 2017-ben, a kanadai Calgaryban tartották az International CPTED Association, My street, my neighbourhood, my city - CPTED in action elnevezésű konferenciáját, ahol az Indiából érkező, Manjari Khanna Kapoor, az Új-Delhiben jellemző lakóközösségekről, az ún. mohallasokról tartott előadást [10]. A Mohallasok tipikus indiai lakóközösségek, amelyekben a lakók házai egy ellipszis alakú területen helyezkednek el. Az ellipszis két végpontjában parkok találhatóak, míg az oldalsó bejáratnál a templom helyezkedik el. Ez az ősi felépítettség tulajdonképpen önmagától felelt meg a CPTED elveknek, ugyanis az egymásra néző lakóházak, a mindenki által használt közösségi terek biztosították a közösség biztonságos, egymást óvó együttélését. A probléma a XX. század utolsó évtizedében jelentkezett, amikor a lakosság száma hirtelen megnövekedett, Új-Delhi egyre nagyobb és nagyobb lett, az urbanizáció pedig utat törve magának, figyelmen kívül hagyva régi szokásjogokat telepedett rá a mohallasokra is. A népesség növekedésével a járművek száma is nőtt, amely miatt az addigi terek élhetetlenné váltak. A zsúfoltság következménye lett a mohallasok régi struktúrájának szétesése, megkezdődött a lakások többszintessé építése, több család együttélésének kikényszerítése. Mivel az addig homogén, egymást ismerő, együtt felnövő közösségek szétestek, ezért a parkok és templomok használata és karbantartása kapcsán már senki nem érezte saját felelősségét. Az utcákon való közösségi lét a gépjármű forgalom miatt megszűnt, ily módon a természetes felügyelet is csökkent. Külön, a környezeti szempontokra vonatkozó érdekesség, hogy az aktuális helyzet vizsgálatakor még az urbanizáció, illetve a metropolisszá válás okozta klímaváltozásokra is figyelemmel voltak az indiai szakértők. *A légszennyezettség, a zaj, a hőmérséklet emelkedése,*

*a kóbor állatok, az elszemtelenedő majmok mind a kriminalitást befolyásoló körülményként kerültek meghatározásra.*

Végül szót kell ejtenünk a média hatásáról is, amely ma már korántsem elhanyagolható hatást fejt ki a biztonságról alkotott véleményünkre, a világra vonatkozó meglátásainkra. Dr. Tóth Péter, biztonságpolitikai szakértő, a Nemzeti Közszerológati Egyetem Stratégiai Védelmi Kutatóközpontjának igazgatója 2017-ben, egy interjújában a következőképp fogalmazott: „A magyar terrorfenyegetettség nemzetközi összehasonlításban rendkívül alacsony. Amiért az európai társadalmak úgy érzik, hogy jelentősen növekedett a fenyegetettség, az nem annyira a merényletek és az áldozatok számának növekedése miatt van – ez sokkal magasabb volt a 70-es, 80-as években és a 90-es évek elején –, hanem a megváltozott nyilvánosság miatt. Az, hogy ma az internet révén már mindenről percek alatt értesülünk, alapjában változtatta meg az európai, ezen belül a magyar emberek biztonságérzetét” [11]. A média számára hírértékkel azok az események bírnak, amelyek a nézőket, hallgatókat, olvasókat megdöbbennek. Erre tekintettel az arányok eltolódnak, a negatív események túlsúlya torz képet fest a világról. Aki bekerül egy ilyen hírbuborékba (filter bubble), s csak ezeket az információkat hallja, látja, olvassa, könnyen hiheti azt saját környezetéről is, hogy a biztonság csak illúzió, így a környezetébe és embertársaiba vetett hite, bizalma is hamar megrendülhet.

## **KOCKÁZATELEMZÉS, KOCKÁZATKEZELÉS, KOCKÁZATMENEDZSMENT**

Miután áttekintettük az építészeti bűnmegelőzés fogalmát, illetve tisztáztuk a biztonság és a hozzá kapcsolódó kifejezések tartalmát, valamint górcső alá vettük az utóbbiakat veszélyeztető tényezőket, tárjuk fel az eddigi kockázatelemzéssel meglévő összefüggéseit. Az összefüggések az alábbiak szerint foglalhatóak össze: *az építészeti bűnmegelőzés célja a bűncselekmények mennyiségi és minőségi csökkentése, ezáltal a biztonság megteremtése, amelyet különféle tényezők befolyásolnak. A befolyásoló tényezők bekövetkezésének lehetősége és az általuk kiváltott hatás mértéke kockázatként értelmezhető, amelyeket mérnöki pontossággal szükséges azonosítani ahhoz, hogy az építészeti bűnmegelőzés eszközeivel a személy- és vagyonvédelem, s ily módon a biztonság maga is nagyobb eséllyel biztosítható legyen.*

A mérnöki munkában, az informatika világában, a pénzügyi szektorban és a projektmenedzsmentben is ma már bevett szokás a különféle valószínűség-hatás mátrixok használata, és kockázatelemzések végzése, s a már kipróbált szabványoknak történő megfeleltetés. Egy rendszer, egy folyamat, egy megoldás nem tekinthető megbízhatónak addig, amíg ezen eszközökkel nem mértük fel a gyenge pontjait, s nem tettünk meg minden szükséges lépést annak érdekében, hogy a rendszerhibák bekövetkezésének lehetősége, illetve esetleges bekövetkezésük esetén az okozott kár a lehető legalacsonyabb szintre csökkenjen.

Ha kissé távolabbról szeretnénk a kérdéskört megvizsgálni, akkor Ulrich Beck, német szociológus kockázati társadalmáról érdemes néhány szót ejtenünk. Beck, a *Kockázati társadalom. Útban egy másfajta modernitás felé* (Frankfurt, 1986) című írásában fejtette ki, hogy az eddig még nem tapasztalt globális közösségi struktúra kialakulása megannyi kockázatot rejt, így az emberek életében a rizikó központi szereplővé válik. Nem tudni ugyanis, hogy az elszemtelenedés, a családok szerepének megváltozása, a technikai-gazdasági, informatikai fejlődés, az on-line világ miként hat a társadalomra, ily módon a kockázat a mindennapok szereplőjévé vált. *Az önkényes és öncélúvá váló technikai-gazdasági fejlődés szándékolatlan "mellékhatásaként" fellépő veszélyeiről van itt szó (például környezeti károk, a nyersanyagforrások kimerítése), illetve arról, hogy a fejlődés potenciális önvészélyeztetést jelent (például atomtechnika, génsebészet). Ezek az emberi észlelőképesség által közvetlenül már nem felfogható, a túlélést veszélyeztető kockázatok időben, térben és társadalmilag már nem határolhatók le; nem vonatkoznak rájuk az okság, felelősség és vétkesség jelenleg uralkodó szabályai* [12; 123-133. o.].



A kockázat tehát Beck felfogásában a mai társadalom alapja. De mit is értünk kockázat alatt? A kockázat nem más, mint *olyan bizonytalan esemény vagy tevékenység, illetve annak elmulasztása, amelynek bekövetkezése negatív hatással lehet a várt eredményre*. Bizonyos felfogás szerint a kockázat eredője nemcsak a hátrányos események bekövetkezése lehet, hanem a kedvező lehetőségek realizálásának elmaradása, elmulasztása is [13].

Kockázat lehet különösen:

- olyan esemény vagy tevékenység, amelynek a feladatok ellátására és terv szerint előirányzott célkitűzéseire lényegi hatása van,
- véletlenszerű esemény, hiányos információ vagy ismeret,
- eredendő kockázat, amely a célok megvalósítása során fellépő hibák előfordulásának kockázata,
- az ellenőrzés hiánya, illetve az ellenőrzések gyengesége [13].

A kockázat kategóriái:

- infrastrukturális/ gazdasági/ pénzügyi/ szervezeti/ jogi/ politikai/ elemi csapások,
- információs/ hírnév/ technológiai/ projekt,
- személyzet/ egészségügyi és biztonsági [13],
- külső és belső,
- pénzügyi/ stratégiai/ működési/ projekt,
- vagyon/ személy/ információ/ környezeti/ munkahelyi/ informatikai rendszerek és üzleti folyamatok [14].

A biztonság fogalmának boncolgatásakor a veszély már többször is szóba jött. Fontos kihangsúlyozni, hogy a veszély nem szinonimája a kockázatnak, még véletlenül sem jelentik ugyanazt. *A veszélyeztetés a baleset bekövetkezésének lehetőségét reprezentálja, míg a kockázat magába foglalja azokat a forgatókönyveket, melyek a nem kívánt esemény bekövetkezéséhez társíthatók, meghatározva azok bekövetkezésének valószínűségét is. Minden veszélyeztetéshez hozzárendelhető tehát egy bizonyos kockázat, amely függ az esemény bekövetkezésének valószínűségétől és az esemény következményeinek súlyosságától.* [14]

Láthatjuk, hogy a kockázatok - legyen az külső vagy belső - alapvetően befolyásolják egy folyamat vagy tevékenység eredményességét, éppen ezért nélkülözhetetlen a *kockázatmenedzsment*, melynek célja a legmagasabb szintű biztonság megteremtése. Mindennek alapja a kockázatok azonosítása és rangsorolása. A kockázat lehet *elfogadható*, tolerálható. Ebben az esetben a kockázattal számolunk, de tényleges intézkedést nem teszünk. Az elfogadhatóság minden esetben relatív, ennek mértéke nem állandó, nem írható le, egy minden helyzetre érvényes képlettel.

Vannak azonban *nem elfogadható* kockázatok is. Ezek esetében az észlelést követően nem maradhat el az intézkedés azok megszüntetésére vagy csökkentésére, ugyanis azok komoly hatással lehetnek a végkifejletre.

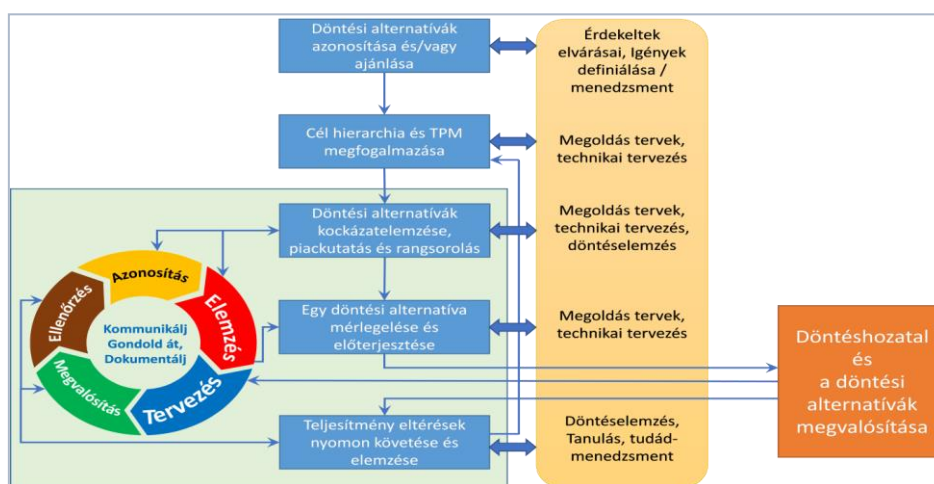
Valószínűleg a megtett intézkedéseinket követően is fennállnak majd kockázati tényezők, melyeket *fennmaradó kockázatnak* hívunk. A kockázatkezelés célja tehát a kockázat „lehető kisebb ésszerűen megvalósítható szintre” történő csökkentése, amelyet az ún. ALARP szintnek nevezünk.

Fontos tisztázni, hogy a kockázatmenedzsment célja nem a kockázatok teljes mértékű megszüntetése, hanem azok azonosítása. A kockázatmenedzsment során alkalmazott kockázatkezelés *csak abban segít, hogy a kockázat következményének hatása, maga a kockázat gazdaságilag számszerűsíthető és alakítható legyen. A kockázatkezelés nem egyszeri tevékenységet jelent, hanem ez egy ciklusosan ismétlődő folyamatot, amit a szervezet vezetői és a munkavállalói hajtanak végre* [15], s amelynek során kockázatelemzési,

kockázatkéértékelési és kockázatszabályozási feladatokkal kapcsolatos irányítási elvek, eljárásrendek és gyakorlat módszeres alkalmazása történik.

A kockázatkezelés tulajdonképpen az öt menedzsmentfunkció lépésén halad végig:

- tervezés - a kockázat tervezése tulajdonképpen a rizikófaktorok azonosítását, majd azok elemzését, értékelését, kezelésük módjának meghatározását jelenti;
- szervezés - a meghatározott kezelési módok végrehajtásának megszervezését foglalja magába;
- irányítás - magának a kockázatkezelés végrehajtásának levezénylését jelenti;
- ellenőrzés - a végrehajtás kontrollját, nyomon követését, monitorozását jelenti;
- továbbfejlesztés - az ellenőrzés során megállapítottak alapján történő, szükség szerinti újragondolást, továbbfejlesztést jelent.



2. ábra: A kockázatmenedzsment lépései [14]

## A TELEPÜLÉSBIZTONSÁGI INDEX

Ahogy az előző fejezet kezdő soraiban is írtam, az eddigi összefoglalás célja annak felvezetése volt, hogy az építészeti bűnmegelőzés, a személy- és vagyonvédelem, valamint a kockázatkezelés összefüggéseire rávilágíthassak. Az most már nyilvánvaló, hogy a kockázatmenedzsment tulajdonképpen egy szemlélet, amely megköveteli már a tervezés fázisában az előretéket, minden körülmény számba vételét. Hogyan is lehetnének hatékonyak az építészeti bűnmegelőzésben, ha nem azonosítjuk a biztonságot veszélyeztető tényezőket, a lehetséges kockázatokat? Hogyan tehetnénk javaslatot egy közösségi tér kialakítására, ha előtte nem mértük fel az adott lakókörnyezet helyzetét és az ez alapján meghatározható szükségleteit? Ahhoz, hogy mindezt megtehesük szükséges egy olyan tematikus, minden szempontot magába foglaló rendszer kidolgozása, amely révén az adott környezet egyes jellemzői felmérhetőek. Ennek kíván eleget tenni a **Településbiztonsági Index**<sup>6</sup>, amely egy komplex, minden lehetséges szempontra kiterjedő jegyzék, amelynek egyes elemei mutatják meg a beavatkozásra váró területeket, tárják fel a hiányosságokat, s azonosítják a kockázatokat.

A Településbiztonsági Index (TBI) a következő szempontok alapján vizsgálja a szükséges körülményeket:

<sup>6</sup> A Településbiztonsági Index ötlete egy kutatócsoporthoz köthető, amely az alábbi személyekből tevődik össze: Szurovszki Tünde, Kántor Antónia, dr. Barabás Tünde, Dallos Endre, Papp József és dr. Molnár István Jenő

<b>TELEPÜLÉSI ADATOK</b>	<b>Területi adatok</b>	1.	Település nagysága
		2.	Környező települések száma
	<b>Intézményi infrastruktúra</b>	3.	Bölcsőde
		4.	Óvoda
		5.	Iskola
		6.	Orvosi rendelő
		7.	Kórház
		8.	Idősek otthona
		9.	Szociális ellátásra szorulókat segítő intézmény
		10.	Hajléktalanszálló
	<b>Közlekedési infrastruktúra</b>	11.	Gépjárművek száma
		12.	Vonatközlekedés
		13.	Buszközlekedés
		14.	Főút, autópálya megközelíthetősége
	<b>Lakossági adatok</b>	15.	Lakosság száma
		16.	Környező települések száma
		17.	Népsűrűség
		18.	Korösszetétel (18 év alattiak és 60 év felettiak)
		19.	Idegenforgalmi szezonban ott élők száma
		20.	Hajléktalanok száma
	<b>„Élő erők”</b>	21.	Rendőrség
		22.	Polgárőrség
		23.	Közterület-felügyelet
		24.	Tűzoltóság
		25.	Önkormányzati rendészet
	<b>Jogi szabályozottság</b>	26.	Bűnmegelőzési és közbiztonsági stratégia
		27.	Helyi építésügyi szabályzat összhangja az OTÉK-al, Étv.-vel
		28.	Településképi Arculati Kézikönyv
<b>TELEPÜLÉS-SZERKEZET</b>	<b>Beépítettség</b>	29.	Beépítésre szánt területek
		30.	Beépítésre nem szánt területek
	<b>Szegregátumok</b>	31.	Van-e a településen szegregátum, slum?
		32.	A lakosság hány %-át érinti?
	<b>Szórakoztató negyed</b>	33.	Diszkók, kocsimák száma
	<b>Lakóháztípus</b>	34.	Tanyasi
		35.	Falusi
		36.	Külterületi
		37.	Városi
		38.	Új építésű városi
		39.	Bérlőház
		40.	Lakótelepi
		41.	Sorház
		42.	Társasház
<b>Épületek</b>		43.	Lakó és nem lakó épületek száma
<b>GAZDASÁGI MUTATÓK</b>	<b>Foglalkoztatás</b>	44.	Munkanélküliek száma
		45.	Munkahelyek száma
		46.	Egy főre jutó GDP
		47.	Befizetett adók típusa és mértéke
<b>BŰNÖZÉSI ADATOK</b>	<b>Jogsértések száma, összetétele</b>	48.	Összes bűncselekmény száma
		49.	Vagyon elleni bűncselekmények száma
		50.	Közterületen elkövetett bűncselekmények száma, összetétele
		51.	Szabálysértések vizsgálata
<b>ÉPÍTÉSZETI BŰNMEGELŐZÉSI SZEMPONTOK</b>	<b>Világítás</b>	52.	Utcák és parkok kivilágítottasága
	<b>Vagyonvédelem</b>	53.	Kerítések jellemzői
		54.	Nyílászárók állapota
		55.	Földszinti lakások védelme
<b>Elektronikus</b>	56.	Térfigyelő kamerarendszer	

	vagyonvédelem	57.	Távfelügyelet
		58.	Riasztóval rendelkező ingatlanok száma
	Zajforrások	59.	Zajvédő falak autóutak, vasútpályák mellett
		60.	Buszok éjszakai közlekedése
		61.	Gyártelepek zaja
	Karbantartottság	62.	Graffiti
		63.	Elhagyatott területek vizsgálata
	Aluljárók	64.	Kivilágítottság, tisztaság, karbantartottság, hajléktalanok
	Közösségi terek	65.	Kapacitás-vizsgálat, kihasználtság vizsgálata
		66.	Növényzetre vonatkozó szabályok betartottsága - átláthatóság
	Parkolás	67.	P+R parkolók száma
		68.	Utcai parkolás
	Intermodális csomópontok	69.	Buszpályaudvarok, buszmegállók, vasútállomások környékének vizsgálata
	SMART CITY SZEMPONTOK	Információ, tájékoztatás	70.
71.			Közlekedési információk
72.			Segélyhívók
Köztisztaság		73.	Hulladéklerakás
		74.	Utcai szemetesek
		75.	Nyilvános illemhelyek
Közlekedési jellemzők		76.	Közlekedés szervezettsége
		77.	Közlekedés biztonsága (gyalogos átkelőhelyek)
		78.	Akadálymentesség
		79.	Megállóhelyek kialakítása
Smart City tervezést segítő eszközök		80.	Szoftverek, programok, amelyekkel a települési adatok monitorozhatóak

2. táblázat: A TBI általános szempontrendszere (saját szerkesztés)

## KÖVETKEZTETÉSEK

A TBI általam felállított szempontrendszere csupán kiindulási alap egy olyan index megalkotásához, amely révén az adott települést érintő beavatkozási területek, személy- és vagyonbiztonsági kockázatok, valamint az építészeti bűnmegelőzés eszközeivel kezelhető problémák azonosításra kerülhetnek. Az index egyes mutatóinak súlyozása folyamatban van, ennek eredményes kidolgozása azonban még nagyobb alapot és nem utolsó sorban időt igényel. A végleges TBI azonban óriási segítséget nyújt majd a bűnmegelőzésben tevékenykedő valamennyi szereplőnek, így remélem, hogy következő cikkem, már azt mutatja majd be.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BALLÁNÉ F. E. - KUNOS I. - LAKATOS J.: *Bevezetés a kriminalisztikába* Rejtjel Kiadó, 2004.
- [2] Biztonságos város - Kézikönyv a városi bűnmegelőzés lehetőségeiről BM, 2011.
- [3] BORBÍRÓ A. - GÖNCZÖL K. - KEREZSI K. - LÉVAY M.: *Kriminológia* Wolters Kluwer, 2016.
- [4] ÉPÍTETT KÖRNYEZET – BŰNÖZÉS – SZITUÁCIÓS BŰNMEGELŐZÉS A lakótelepi bűnmegelőzés alapkérdései OKRI, 2008.
- [5] J. GEHL: *Élhető városok* TERC Kft. 2014

- [6] VIRÁNYI G.: *A biztonság-fogalomról, másképp* Tanulmányok „a biztonság rendészettudományi dimenziói – változások és hatások” című tudományos konferenciáról, XIII. kötet, 2012
- [7] ÜRMÖS K.: *A biztonság, biztonság fogalma* Hadtudományi Szemle, 2013. 6. évfolyam 4. szám
- [8] BEREK L. - BEREK T. - BEREK L.: *Személy- és vagyonbiztonság* Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2016.
- [9] Biztonságpiac évkönyv 2018. Biztonságpiac.hu, 2018.
- [10] A. M. K. KAPOOR: Delhi Mohallas - The evolution of a neighbourhood & its CPTED (letöltés ideje: 2018. május 11.)  
<http://cpted.net/resources/Documents/ICAConf/2017/Delhi%20Mohallas%20by%20Manjari.pdf>
- [11] <https://mno.hu/belfold/talas-peter-magyarorszag-migracios-buborekban-el-2414100#> (letöltés ideje: 2018. május 5.)
- [12] KAPITÁNY B.: *A rizikótársadalom másfél évtizede* (Szociológiai Szemle, I. szám, 2002.)
- [13] A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala kockázatkezelési szabályzatáról szóló 4/2015. (VII. 31.) SZTNH utasítás
- [14] ABONYI J. - FÜLEP T.: *Biztonságkritikus rendszerek* Pannon Egyetem, 2014 (letöltés ideje: 2018. május 6.)  
[https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0042\\_biztonsagkritikus\\_rendszerek/ch02.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0042_biztonsagkritikus_rendszerek/ch02.html)
- [15] JENEI T.: *Leggyakrabban használt kockázatkezelési modellek összehasonlítása* International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS) 2016. (letöltés ideje: 2018. május 6.)  
<http://ijems.lib.unideb.hu/file/9/57aa27064359a/szerzo/Jenei.PDF>
- [16] G. SAVILLE - G. CLEVELAND: *Second Generation CPTED The rise and fall of opportunity theory* (The 21th century Security and CPTED - Designing for Critical Infrastructure Protection and Crime Prevention, Randall I. Atlas, CRC Press, 2008, 7. chapter)

## A BIZTONSÁGI RENDSZEREK FELHASZNÁLÓI ATTITÚDJE, ÉRTÉKELÉSE ÉS BEFOLYÁSOLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

### THE ATTITUDES, ASSESSMENT AND INFLUENCE OF SECURITY SYSTEMS USERS

OTTI Csaba; VALOCIKOVÁ Cyntia

(ORCID ID: 0000-0002-9266-639X); (ORCID ID: 0000-0003-3541-4222)

[otti.csaba@bqk.uni-obuda.hu](mailto:otti.csaba@bqk.uni-obuda.hu); [valocikova.cyntia@phd.uni-obuda.hu](mailto:valocikova.cyntia@phd.uni-obuda.hu)

#### Absztrakt

A biztonsági vezetők nap mint nap szembesülnek a biztonsági rendszerek bevezetésének kihívásaival. Minden biztonsági fejlesztés kulcsfontja, hogy a felhasználók képesek és hajlandók-e megfelelően használni a rendszert. Biometrikus rendszer bevezetésénél további problémát jelent, hogy az algoritmusok valószínűségi változókkal dolgoznak, így a felhasználók sosem lehetnek biztosak abban, hogy 100% pontossággal azonosítja őket az eszköz, így téves elutasítások keletkeznek. A felhasználói elfogadottságot jelentősen befolyásolja a felhasználók attitűdje, ezen belül az előítéletek és a tévhitek is. A felhasználói attitűd és viselkedés komolyan befolyásolható megfelelő tréninggel, illetve az elköteleződés javításával. Ezek a tényezők hatékonyan javíthatók a véleményvezérek azonosításával és a projektbe történő bevonásával. Az azonosítás történhet szociometriai felméréssel. Jelen tanulmányban megismertetem a biztonsági vezetőkkel ezeket a módszereket annak érdekében, hogy képesek legyenek a bevezetendő biztonsági rendszer elfogadottságát növelni és biztosítani a projekt sikerét.



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma  
ÚNKP-18-3-III. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság  
Programjának támogatásával készült.

**Kulcsszavak:** biometrikus rendszer,  
felhasználói attitűd, elfogadottság

#### Abstract

The security managers have to face security management system's implement problems on a daily basis. The key point is in all security improvements whether the users are able and willing to use the system properly. It is even more difficult when biometric systems should be implemented because the algorithms operate with probabilities and the users can never be sure that they are recognized with 100% accuracy. The user acceptance is strongly affected by user attitude which contains preconceptions and misconceptions. User attitude and behavior can influence by appropriate trainings and user engagement. To improve the efficiency of dissemination of knowledge concerning these attitudes it is thus also important to be able to identify opinion leaders in an organization in an efficient and reliable way. In this paper several typical questions are discussed and associated with the measurement of user experience. I show how the answers can be acquired even if the users don't have access to computers in an organization.

**Keywords:** biometric system, user attitude, acceptance

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2018.12.15.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.08.

## BEVEZETÉS

A biometrikus rendszerek használatának gyakorisága évről évre nő, melyet elsősorban a technológia fejlődése és az innováció tesz lehetővé. A Tractica piackutató cég előrejelzése (2017) szerint a biometrikus rendszerek eladásából származó bevétel 2025-ig évi átlagos 22,9%-kal fog nőni, a legnagyobb piacát pedig az ázsiai és csendes-óceáni térség jelenti. Ennek oka a növekvő népesség, erősödő gazdaság és a fokozódó igény a biometrikus megoldásokra. A jelentés a biometrikus rendszerekből származó globális bevételt 2025-re közel 15,1 milliárd dollárra becsüli [1]. Érdemesnek tartjuk pontosítani, mit is értünk a biometria és a biometrikus rendszerek kifejezései alatt. Varga Domonkos és Oláh András (2004) akadémikusok megfogalmazásában: „*A biometria az emberek egyedi, változtathatatlan jellemzőinek számszerű leírásának tudománya. Jelen esetben a biometriát úgy lehet meghatározni, mint olyan mérhető testi, vagy viselkedéssel jellemezhető tulajdonságok összességét, amelyek mérése alkalmas arra, hogy egy adott személy azonosságát ellenőrizni lehessen (biometriák: ujjlenyomat, arc, kézgeometria, hang, aláírás, gépelési dinamika, DNS, írisz és retina). A biometriai azonosítás célja olyan biztonsági rendszerek kialakítása, melyek az egyént nem egy kód és egy kártya segítségével azonosítják (ami bárkinek birtokába kerülhet), hanem saját személyi tulajdonságai alapján ismeri fel [2, p. 40].*” A biometrikus rendszerek elterjedését több tényező is elősegítette, mint a jelszavak számának folyamatos növekedése, ezek menedzselésével járó költségek gyarapodása, az innováció vagy a kényes adatokhoz való hozzájutás biztonságosabbá tétele. A rendszer tervezésénél nem csupán technikai, de nem technikai szempontokat is figyelembe kell venni, mint a megbízhatóság vagy a kényelem melyek a berendezés hosszú távú, sikeres üzemeltetéséhez elengedhetetlenek. Ezekben a tényezőkben rejlő kockázatok azonban nem elsősorban technológiai, mint inkább felhasználói eredetűek [2]. A rendszer felhasználói számára fontos, hogy a rendszer működéséhez szükséges mintavétel során szolgáltatott adatok biztonságban legyenek, és a rendszer használata hosszú távon ne járjon kényelmetlenséggel. Ezek a szempontok jelentik a felhasználói elfogadottság alapját is, azonban a biometrikus rendszerek elfogadottságára számos további tényező gyakorol hatást, mint a felhasználók attitűdje, vagy a csoporthatás, amikor nagyobb létszámú munkavállalói csoportok vagy tömegtartózkodású objektumok felhasználói egymást befolyásolják az attitűd kialakításában [3].

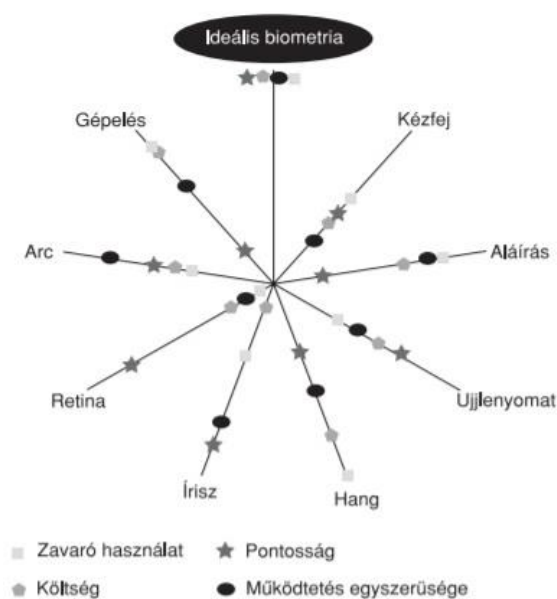
A tanulmányban bemutatjuk az attitűd vizsgálat tárgyalt területre vonatkozó főbb módszereit és azzal kapcsolatos szociometriai méréseket. Segítségükkel közelebb hozható a szakemberek számára is jól érthető és felhasználható eszközök, amelyek segítséget nyújtanak a felhasználók viselkedésének megértésében és a biometrikus rendszerek elfogadottságának fokozásában. Szakirodalmi áttekintéssel feltérképezzük azokat az eljárásokat, melyek használatával befolyásolható a rendszer felhasználóinak attitűdje, illetve elemezhető és azonosítható annak jelentős pontjai. Elsősorban a rendszer felhasználásának előnyeit és hátrányait, majd az attitűd mérésére vonatkozó lehetőségeket mutatjuk be, ezt követően pedig a szociometria eszköztárát vetítjük ki a vizsgált területre. Az eszközök megismerésével lehetőséget biztosítunk a szakemberek számára a biometrikus rendszerek elfogadottságának növelésére és kínálatának egy hatékonyabb módjára.

Kutatásainkat az MTA TK „Lendület” RECENS kutatóműhely keretein belül folytattuk Dr. Bodor-Eranus Eliza Hajnalka témavezető támogatásával, mely lehetőségért ezúton is köszönetet mondunk.

## A BIOMETRIKUS RENDSZEREK JELLEGZETESSÉGEI, FÓKUSZÁLVA A FELHASZNÁLÓRA

A biometrikus azonosításra a felhasználók egyedi, permanens és mérhető jellemzői alkalmasak. Fontos továbbá, hogy ezek a jellemzők elfogadhatóak és megbízhatóak legyenek, tehát ne

akadályozzák higiéniai vagy hamisítható tényezők. Ennek ellenére gyakori eset, hogy egyes biometrikus rendszereket megtévesztenek a felhasználók. Tipikus példája, amikor a 2000-es évek elején egy biometrikus rendszereket gyártó cég piacra dobott egy olyan ujjlenyomat azonosító rendszert, mely élő ujjat fogadott el. Később azonban rájöttek, hogy a beolvasó szenzorra vitt lehetet a rendszer élő ujjnyomatként azonosít, hiszen a szenzoron rajta maradt az előző belépő ujjnyomata, amelyet a lehelést követően újra aktivált a rendszer. A hiba jelentősen csökkentette a rendszer megbízhatóságát. Ez csak egy eset a számos lehetséges hiba közül, így a biometrikus rendszerek megbízhatósága nem minden esetben kétségbevonhatatlan [4]. A biometrikus rendszerek általános teljesítőképességének elemzésére alkalmas a Zephyr analízis (lásd 1. ábra), mely eredetileg a pilóták navigációs segédeszköze volt a repülési térképek könnyebb megjelenítésére a pilótafülkékben.



1. ábra Zephyr-analízis felosztása

Ezt az eljárást ültették át (Nemzetközi Biometrikus Társaság) a biometriába. Az analízis az azonosítót négy szempont alapján elemzi: zavaró használat, pontosság, költség és működtetés egyszerűsége. Az origóhoz közeli értékek a kedvezőtlen a távoli a kedvező minősítést jelentik [2] [5]. Habár az analízist 2002-ben végezték el, és az egyes értékek ez idő alatt megváltozhattak, az analízis alapját képező szempontok kiindulópontot jelentenek a biometrikus rendszerek elfogadottságának mérésében. Az egyik lényegi szempont a pontosság, mely a rendszer megbízhatóságára utal. Ennek elemzésére két fő mérőszám szolgál, a hibás elfogadási arány (FAR) és a hibás visszautasítási arány (FRR). Az előbbi az illetéktelen behatoló téves elfogadásának a valószínűségét, míg az utóbbi a regisztrált felhasználó téves visszautasításának valószínűségét jelenti. Az illetéktelenek kiszűrése mellett a felhasználó számára fontos a gyors és pontos azonosítás is. Ide kapcsolódik az azonosítók kezelésének egyszerűsége, mely lehetővé teszi a felhasználó nehézségektől mentes tanulását. A felhasználó elfogadásának szempontjából lényeges tényező a zavaró használat, mely a kényelmes és megbízható azonosítás elősegítését foglalja magába [2] [6].

A biometrikus azonosítás további, felhasználói eredetű nehézségeit jelenthetik a tévhitek, a személyazonosság és adatlopástól való félelem vagy az etika figyelmen kívül hagyása (megkülönböztetés az azonosítás által). Ezeknek a tényezőknek a forrása leggyakrabban az információ és kommunikáció hiányából, vagy éppen a félreinformálásból ered. A felhasználók nem megbízható forrásokból való tájékozódása, a média általi félrevezetés szintén okozhatja a biometrikus azonosítással szembeni elutasítás mértékét. A bizalom kiépítéséhez azonban



elengedhetetlen a megfelelő információszolgáltatás, a hiteles információbiztonsági menedzsment vagy az ideális jogszabályi háttér kidolgozása. Ezzel párhuzamosan más, a felhasználó attitűdjére és magatartására vonatkozó tényezők is befolyásolhatják a felhasználók biometrikus rendszerekre vonatkozó megítélését. Hatást gyakorolnak rá továbbá a demográfiai jellemzők is, mint az életkor vagy a szociális állapot [7] [8]. A továbbiakban a felhasználó hozzáállását, attitűdjét befolyásoló tényezőket részletezzük, melyek mérésével megvizsgálható a felhasználói célcsoport biometrikus rendszerekre vonatkozó magatartása.

## A FELHASZNÁLÓI ATTITŰDŐT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK BEMUTATÁSA

A társadalmi viselkedés elemzésére leggyakrabban az attitűd vizsgálatán keresztül vezet az út. Az attitűd fogalmát számos kutató és filozófus – mint Thrustone, Köhler, Banaji vagy Chaiken – definiálta, azonban lényegre törően Allport (1935) fogalmazott, aki szerint az attitűd: „[...] olyan mentális és neurális készenléti állapot, amely a tapasztalatokon keresztül szerveződik és irányító vagy dinamikus befolyást gyakorol a személynek minden tárgyra és helyzetre adott válaszában, amely ezzel kapcsolatban áll [9, p. 8].” A legtöbb definíció azonban egyetért abban, hogy az attitűd érzelmi viselkedés. Atkinson et al. (1999) szerint „az attitűdök tanulmányozásának egyik fő oka az az elvárás, hogy lehetővé tegyék a viselkedés bejósolását [10, p. 566].” A viselkedés értelmezésére alkalmas folyamat az attribúció, problémája pedig a viselkedés okára való következtetés. Attól függően, hogy a figyelt viselkedés belső (attitűd, személyiség) vagy külső (szituációs körülmények) eredetű megkülönböztetünk *diszpozicionális és szituációs attribúciót*. A felhasználó viselkedésének elemzésekor mindkét tényező fontos szerepet játszik. Atkinson és Hilgard közösen írt könyvükben az attitűd komponenseit részletezi, melyek meghatározzák egy személy magatartását. A szerzők az attitűdöt kognitív, affektív és konatív összetevők együtteseként értelmezik. A kognitív tényező az ismeret, nézet, amit vallunk, az affektív az érzelmi változó míg a konatív a viselkedésre vonatkozó komponens. Esetünkben azt érdemes felmérni tehát, a felhasználó mennyire ismeri, mit tud a biometrikus rendszerekről (kognitív), hogyan érez, kedveli-e az ilyen típusú rendszereket (affektív), és milyen gyakran használja a biometrikus azonosítást (konatív). Ezek kvalitatív vagy kvantitatív vizsgálatával meghatározható a felhasználói csoportok általános attitűdje, azonosíthatók a kritikus pontok és a menedzserek beavatkozhatnak az attitűd pozitív irányba terelése érdekében [11]. Az attitűdöt azonban közvetlenül olyan tényezők is befolyásolhatják, mint az egyén személyisége vagy szociodemográfiai jellemzői (nem, kor, képzettség, foglalkozás, jövedelem). Ezen felül az attitűd különböző funkciót láthat el, hiszen eltérő okok eltérő személyiségeknél ugyanazon attitűdöt válthatják ki. A funkciót befolyásolja a megváltoztathatóság és a konzisztencia egyaránt. Ilyen funkció az *instrumentális*, mely a jutalom megszerzésére és a büntetés elkerülésére irányuló megnyilvánulás. Ebben az esetben az egyént meg kell győzni arról, hogy az egyik alternatíva nagyobb haszonnal jár, mondjuk rábeszéljük a felhasználót, hogy a biometrikus azonosítással rengeteg időt spórolhat. Az *ismereti* funkció a birtokunkban lévő információt jelenti. Gyakran azonban az attitűdök leegyszerűsítik a való életet, és torzítják a valóság észlelését. Esetünkben a felhasználó téves forrásokból kiindulva tarthat attól, hogy az azonosítás hosszútávan károsítja az azonosításhoz használt érzékszervét (pl. szem). Az *értékkifejező* funkció az egyén értékét tükröző tényezőket jelenti, ha tegyük fel a felhasználó olyan közegben nevelkedik, ahol erős a személyes tér védelme, vagy a zárkózottság, nehezebben kötelezheti el magát a biometrikus azonosítás mellett. Ezek az attitűdök rögződnek az egyénben, nehezen változnak. Az *érvédő* funkció az egyént fenyegető veszélyektől való oltalmat jelenti, itt jelenik meg az előítélet és a tévhit. Végül a *szociális igazodási* funkció, amelyet a társadalmi beilleszkedés, a közösség általi elfogadás

igénye jelenti. A felhasználói közösség tagjainak hozzáállását tehát nagy mértékben befolyásolja a csoport közösen vallott nézetei, értékei, így még a másképp vélekedő tagok attitűdje is igazodhat a csoportéhoz a csoportnyomás hatására. A csoportnyomás és csoportszellem a kritikus véleménnyel bíró, vagyis *véleményvezér* csoporttagok előfeltevései által érvényesül leginkább [12] [13].

### **Véleményvezetők - a kapcsolatháló kulcsszereplői**

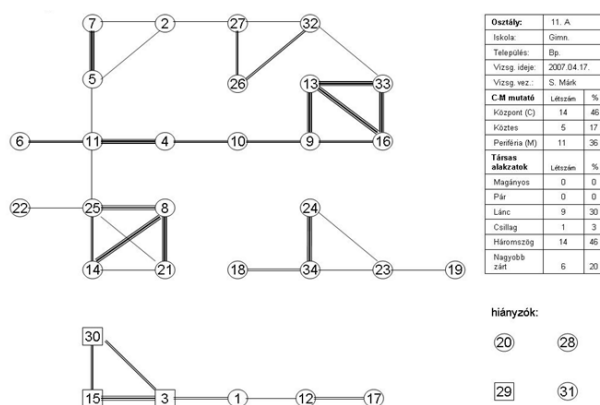
A véleményvezetők azonosításával és vizsgálatával számos elmélet foglalkozik. Az egyik Lowery és DeFleur (1920) kutatása, mely szerint a média nagymértékben képes befolyásolni az egyének attitűdjét [14]. Ezzel szemben néhány elmélet – Lazarfeld (1944) vagy Katz (1957) – cáfolja, mely szerint a média uralná a társadalmat. A kutatók a személyes kapcsolatok és a véleményvezetők együttes befolyását tartják a legfontosabbnak. A véleményvezetők befolyása függ a társadalmi ranglétrában elfoglalt helyüktől, a csoporthoz való tartozástól és az életciklusban elfoglalt helyeiktől [15]. Katz későbbi kutatásában (1963) támpontot adott, hogyan azonosíthatók a véleményvezérek. Elsősorban a véleményvezér személye, másodsorban az általa ismert területek/információk, végül a véleményvezér által ismert egyének a lényeges szempontok. Rogers (1962) további módszereket említ a véleményvezérek azonosítására, melyek közül a szociometria módszere meghatározó (ez a tanulmány későbbi fejezetében részletezésre kerül) [16]. További kutatások részletezik – Childers (1986) vagy Cosmas és Sheth (1980) – hogy a véleményvezérek tapasztaltak, kreatívak és széleskörű ismeretekkel rendelkeznek. Weimann (1994) szerint a *véleményvezérek*, vagy *befolyásolók* szakértők a saját területükön, azonban nem feltétlenül rendelkeznek magasabb intelligenciával a vezetőkhez képest. Habár, innovatívabbak és kockázatvállalóbbak társaiknál. A kutató véleménye szerint kötődnek a társadalmi normákhoz, és a társadalmi megbecsültségük is magasabb. Végül a kutatása igazolta, hogy a véleményvezetőkre nagyobb hatást gyakorol a média, mint más vezetőkre [17]. A véleményvezetők „[...] azok az egyének, akik befolyásolnak másokat a közvetlen környezetükben [18, p. 31].” Ezért fontos az azonosításuk, hiszen ők az a húzóerő, amely nagy mértékben befolyásolhatja és formálhatja egy csoport attitűdjét. A szociológiai és társadalmi vizsgálatok nagy hangsúlyt fektetnek a kapcsolathálózat kulcsszereplőinek a vizsgálatára, ilyen szereplő tehát a véleményvezér, akit Mérei (1996) *szociometriai sztárnak* is nevez. Ahogyan korábban már szó esett, a véleményvezetők azonosítására Rogers (1962) négy módszert ismertetett: a szociometria, az informátorok értékelése, az önértékelés és a részt vevő megfigyelés [18]. Az ilyen típusú személyiségek vizsgálatához a négy módszer közül a szociometriát emeljük ki, hiszen gyakorlatban könnyen alkalmazható, és átfogó képet kínál.

## **A SZOCIOMETRIA MÓDSZERE – A CSOPORTSZERKEZET FELTÉRKÉPEZÉSE**

A szociometria a szociálpszichológiai elemzések között tekintélyes helyet foglal el. A módszer célja a csoportok személyközi kapcsolatainak feltárása és ez alapján a társas alakzat kidolgozása [19]. A hagyományos szociometria Jacob Lévy Moreno román származású pszichológus nevéhez fűződik. Moreno volt az első kutató, aki megvizsgálta az egyén helyét a csoportban. A módszer kiindulópontja a spontán létrejövő társulások hálózata az intézményes rendszerekben. Moreno ezen társulások okait, miértjét vizsgálta, a módszer középpontjában pedig a rokonszenv-ellenszenv kapcsolata áll. A szociometria vizsgálatának egyik feltétele, hogy valós környezetben, reális közösségben kell elvégezni. A feltételeknek megfelelő valós környezetben a résztvevőknek (közösség tagjai) szubjektív kérdésekre kell felelniük, melyben a spontán kapcsolódások választása vizsgálható. Moreno szerint a társas hálózatok tagjai

közötti kapcsolat elsősorban érzelmi jellegű, melyet a rokonszenv és ellenszenv érzelmi köteléke ír le, mint a „megvásárolhatatlan” emocionális reakció eszköze. A szubjektív kérdések a módszer kritériumai, amelyek az adott csoportra érvényes normát tükrözik. Moreno három kiindulási kritériumot jelölt meg, az *együttélést* (kivel élne szívesen), *együtt dolgozást* és *együttes társas életet* (mint, kiket hívna meg szívesen vendégségbe) [20].

A szociogram megrajzolásával körvonalazódik a társas hálózatban megjelenő kapcsolatok térképe. A grafikus ábrázolás néhány ismérve: az egyéneket bekarikázott szám jelöli, a bekarikázott számok közötti vonal pedig a kölcsönös választást jelenti. Minél több kritérium esetén választották egymást a csoporttagok, a kapcsolat annál erősebb (több párhuzamos vonal jelöli). Az egyoldalú kapcsolatokat nem ábrázolja a szociogram (perem típus, a magány esete), azonban következtetéseket engedhet levonni. A kölcsönös kapcsolat megjelenhet leggyakrabban két, három, illetve négy személy között. Az ábrázolás további esete a csillag (egy személynek több a kölcsönös kapcsolata, de azok között nincs kapcsolat, akik hozzá kötődnek), továbbá a lánc (párok egymáshoz kapcsolódása) [20] [21]. A 2. ábrán látható egy hagyományos, laza társas szerkezetű csoport kölcsönösségi térképe, ahol megfigyelhető a klikkesedés [22].



2. ábra Hagyományos csoport szociogramja

Habár a szociometriát alapvetően az oktatásban használják leggyakrabban, a módszer kiválóan átültethető bármilyen intézményes csoport vizsgálatára. Moreno szociometria módszerét Mérei Ferenc pszichológus továbbfejlesztette, és kidolgozta a többszemponú szociometriát, amely nem csupán az egyén helyét elemzi a közösségben, hanem magát a közösséget is, továbbá az egyén csoportban betöltött funkcióját. A Moreno féle szociometriában használt választási kritériumok eltérnek a Mérei féle többszemponú szociometriától, hiszen itt már a közösség választásának indítékára, egyéni készségekre vagy tulajdonságokra is fókuszál. Olyan kritériumokat vesz figyelembe, mint a közösségben betöltött funkció (mely lehet bíró, szervező, vezető), egyéni adottságok vagy népszerűség. A többszemponú vizsgálat adatgyűjtésének eszköze a kérdőív, eredményeit pedig kölcsönösségi és gyakorisági táblázatban rögzítik [20] [22]. A kölcsönösségi táblázat olyan mátrix, amelyben a megkérdezettek névsora a mátrix két tengelyén szerepelnek, a mezőkben pedig a rokonszenvi választás kerül feltüntetésre, majd az értékeket soronként és oszloponként összesítik. A gyakorisági táblázat esetében a névsor a mátrix függőleges tengelyére, a választási kritériumok a vízszintes tengelyre kerülnek. A névsor az intézményben betöltött rangsor, vagy munkahelyi beosztás alapján kerül felvázolásra. A vizsgált csoport társas hálózatának ábrázolására alkalmas még a szociomátrix, mely lehetőséget nyújt a szociometriai mutatók kiszámításához, elemzéséhez. Bemutatunk néhány mutatót, mely a társas hálózat jellemzésére ad módot.

Ezek közül elsősorban a *szerkezeti mutatókat* ismertetjük, mégpedig a *CM (centrális-marginális) mutatót*, mely megmutatja a vizsgált csoport központját és a körülötte lévő perem kiterjedését.

A *kohéziós mutatók* azt fejezik ki, hogy a vizsgált csoportot milyen mértékben írja le az összetartozás tudata. Kohéziós mutató a *kölcsönösségi index*, mely megmutatja, hogy a társas mezőben szereplő egyének hány százalékának van kölcsönös kapcsolata. Az index képletét az 1. egyenlet szemlélteti, ahol SZQ a kölcsönös kapcsolatokkal rendelkező személyek száma. Az index átlagértéke 85-90% közé esik. Az érték minél magasabb, annál kevesebb a magányos egyén a csoportban.

$$KI = 100 \frac{SZQ}{N} \quad (1)$$

A *sűrűségi index* a csoport létszámának és a kölcsönös kapcsolatok számának aránya. A közösség stabilitását mutatja, mégpedig, hogy egy egyénre hány kapcsolat jut. Átlagértéke 0,9-1,1 közé esik (1 érték felett stabil, 0,8 érték alatt laza társas csoportot jelent, 0,6 alatt viszont már csoportra sem utal), képletét a 2. egyenlet szemlélteti.

$$SI = \frac{SQ}{2N} \quad (2)$$

A *kohéziós index* az fejezi ki, hogy a vizsgált társas kapcsolatok számának hány százaléka realizálódott. Tehát, hogy milyen a csoport együttes teljesítménye. Képletét a 3. egyenlet mutatja, ahol a számláló a kölcsönös kapcsolatok számát, a nevező az összes lehetséges kölcsönös kapcsolat számát jelenti. Átlagértéke 10-13% között mozog. A magas érték nagy teljesítményt és sikeres közös munkát jelez, az alacsony viszont gyér teljesítményt.

$$SKOH = \frac{200SQ}{N(N-1)} \quad (3)$$

A *viszonzott kapcsolatok mutatója* megmutatja, hány százaléka kölcsönös a vizsgált kapcsolatoknak. A képletet a 4. egyenlet mutatja, ahol dn az összes választás száma. Átlagértéke 40-50%, a magas értéket érdemes a sűrűségi indexel együtt elemezni, ahol, ha szintén magas az érték akkor egy jól összeszokott csapatról beszélhetünk. Alacsony érték esetében kevés a viszonzott kapcsolat, ha régóta együtt lévő csoportról beszélünk, akkor az alacsony érték jelezhet klikkesedést is.

$$SKOHER = \frac{100SQ}{dn} \quad (4)$$

Végül érdemes megemlíteni a *csoportlégtör mutatót* (lásd 1. táblázat), mely a választások eloszlását vizsgálja.

	Rokonszenv	Funkció	Szempont
<i>Alacsony érték</i>	0-1,9	0-2,5	Szubjektív választás
<i>Közepes érték</i>	2-2,5	2,6-3,9	
<i>Magas érték</i>	2,6	4	Normához igazodó választás

1. táblázat A csoportlégtör mutatója

A rokonszenv és funkcióra vonatkozó kérdések eloszlásának aránya segít eligazodni abban, hogy milyen szempont határozza meg a csoportban a választást. A rokonszenvi választást szubjektív szempontok befolyásolják, azonban a funkcionális választás esetében a tehetség, készség alapján kell választani. Ha a csoport tagjai a barátjukat választják egy-egy feladatra az érzelmek vezérelt működést jelent, ha viszont a funkciót betöltőkkel szeretnének barátkozni az tekintély vezérelt működést jelent [20] [23]. A szociometria segítségével a csoport belső értékeire, nézeteire lehet következtetni és megmutatja milyen kiemelkedő tulajdonságok jellemzik a vizsgált társas csoportot. Ezen felül megmutatja a jelentős, fontos személy csoportban betöltött szerepét. A vizsgálat hozzájárul, hogy a csoportról alkotott kérdéseket és problémákat megválaszolja. Megmutatják többek között a nemek közötti különbségeket, feltárják a véleményvezért valamint támpontot nyújtanak a csoport közösen vallott attitűdjének feltárásában. Habár a szociometriát leggyakrabban a pedagógiai gyakorlatban alkalmazzák, a többszempontú szociometria alkalmas az üzleti életben megjelenő dolgozói csoportok elemzésére is, hiszen segítséget nyújt abban, hogy megtaláljuk a közvélemény befolyásolására legalkalmasabb csatornát [20] [24].

## KÖVETKEZTETÉSEK

A biometrikus rendszerek felhasználói elfogadottsága nem minden esetben pozitív, hiszen a kommunikáció hiánya, félreinformálás, tévhitek vagy a negatív attitűd eredményezhetik a biometrikus azonosítás rossz vagy hamis megítélését. A viselkedés alakítását az attitűd megismerésén és formálásán keresztül lehet elérni. Az attitűd vizsgálatánál az affektív, konatív és kognitív összetevőket, valamint az attitűd funkcióját együttesen kell megállapítani. A biometrikus azonosítók elfogadását nem egyéenként, hanem csoporton belül lehet a leghatékonyabban vizsgálni. Mivel a csoport közös magatartását nagyban befolyásolja a véleményvezérek magatartása, ezért elengedhetetlen annak részletes vizsgálata. A tanulmányban bemutatásra került néhány elmélet és módszer, mely kiindulópontot jelent a véleményvezérek azonosítására a csoporton belül. Kiemeltük a szociometria módszerét, mint a társas kapcsolatok vizsgálatának egy fontos eszközét. Bemutattuk a hagyományos és többszempontú szociometria vizsgálatát és jellegzetességeit. Részleteztük a szociomátrix és mutatóinak lényeges pontjait, melyek kiszámításával és a vizsgált csoporttagok kapcsolatának ábrázolásával tisztázódnak az egyének csoportban betöltött szerepei, magatartásai és a véleményvezérek személye. A kutatás betekintést engedett a felhasználói elfogadottság problémáinak megismeréséhez a biometrikus rendszerek iránt, továbbá lehetőséget nyújtott az attitűd és magatartás befolyásolására a különböző vizsgálati módszerek megismerésével. A szakirodalmi háttér feltérképezése alapot nyújtott a vizsgálati módszerek gyakorlatban történő hasznosíthatóságába, így a kutatás folytatásaként a tanulmányban bemutatott módszereket valós körülmények között szükséges tesztelni. Kvalitatív (fókuszcsoporthoz) majd kérdőíves kutatással feltárhatóvá válik a biometrikus rendszerek felhasználóinak attitűdje, és annak befolyásolására alkalmas eszközei, mellyel célunk a felhasználói elfogadottság széleskörben történő fokozása.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Tractica (2017) „*Biometrics Market Forecasts Executive Summary*” Tractica LLC, Boulder, USA
- [2] D. Varga és A. Oláh (2004) „*Biometrikus azonosító rendszerek,*” *Híradástechnika*, 7 (14), 40-44
- [3] S. Suplicz, B. Főzi és S. Horváth (2006) „*Írisz felismerésen alapuló belépteti rendszer által keltett attitűdök és averzív reakciók vizsgálata,*” in 6. Nemzetközi Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium, Budapest
- [4] L. Czúni (2015) *Biometria a számítógépes személyazonosításban- vizuális módszerek,* Veszprém: Pannon Egyetem
- [5] K. Saravanan, C. Saranya és M. Saranya (2012) „*A new application of Multimodal Biometrics in home and office security system,*” in Cornell University, NATIONAL CONFERENCE ON CONTROL, COMMUNICATION AND SYSTEM ENGINEERING, India
- [6] T. Hoang és D. Choi (2014) „*Secure and Privacy Enhanced Gait Authentication on Smart Phone,*” *The Scientific World Journal*, 2014, 1-8
- [7] T. Kovács (2009) *Biometrikus azonosítás,* Budapest: BMF, Főiskolai Digitális Jegyzet
- [8] M. T. Jafari, H. Ghamgin és M. S. Akhgar (2013) „*Comparison of biometric,*” *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4(8), 2075-2079
- [9] A. Forgács, Z. Kovács, É. Bodnár és J. Sass (2011) *Alkalmazott pszichológia az üzleti életben,* Budapest: Aula
- [10] R. L. Atkinson, R. C. Atkinson, E. E. Smith, D. J. Bem és S. Nolen-Hoeksema (1999) *Pszichológia,* Budapest: Osiris
- [11] R. C. Atkinson és E. Hilgard (2005) *Pszichológia,* Budapest: Osiris
- [12] A. Oláh (2006) *Pszichológiai alapismeretek,* Budapest: Bölcsész Konzorcium
- [13] A. P. Brief és H. M. Weiss (2002) „*Organizational Behavior: Affect in the Workplace,*” *Annual Review of Psychology*, 53 pp. 279-307
- [14] S. A. Lowery és M. L. DeFleur (1995) *Milestones in Mass Communication Research: Media Effects,* 3. kiadás, New York: Longman
- [15] E. Katz, (1957) „*The Two-Step Flow Of Communication: An Up-to-date Report on an Hypothesis,*” *Public Opinion Quarterly*, 21, 61-78
- [16] E. Katz (1963) „*Traditions of Research on the Diffusion of Innovation,*” *American Sociological Review*, pp. 237-253
- [17] G. Weimann (1982) „*On the Importance of Marginality: One More Step into the Two-step Flow of Communication,*” *American Sociological Review*, 47, 764-773
- [18] O. Becze és E. Bodor-Eranus (2011) „*Az erősek a gyorsak,*” *Esély*, 5, 30-46
- [19] Z. Szántó, „*A társadalmi kapcsolatháló-elemzés szociometriai gyökerei,*” in *A társadalmi kapcsolatháló-elemzés,* Budapest, BCE Szociológia és Társadalompolitika Intézet, 2011, pp. 649-662.
- [20] F. Mérei (2006) *Közösségek rejtett hálózata,* Győr: Osiris

- [21] G. Ligeti és G. Héra (2014) *Módszertan: A társadalmi jelenségek kutatása*, Budapest: Osiris
- [22] E. Berghauer-Olasz (2016) „*A kinetikus iskolarajz mint közösségek rejtett kapcsolatainak feltáró módszere, Doktori értekezés,*” PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM BÖLCSESZETTUDOMÁNYI KAR Pszichológia Doktori Iskola, Pécs
- [23] K. N. Kollár (2004) *A társas kapcsolatok, személyközi vonzalom és a csoportfolyamatok*, Budapest: Osiris
- [24] G. Hoffman (1974), „*A társas beilleszkedés problémáinak elemzése több szempontú szociogram alapján,*” *Pedagógiai Szemle*, 24 (1), 46-54

## A KATONAI LOGISZTIKA ALAPKÉPZÉSI SZAK PÁNCÉLOS ÉS GÉPJÁRMŰTECHNIKAI MODULJÁN VÉGZETT HALLGATÓK TANULMÁNYI EREDMÉNYEI ÖSSZEHASONLÍTVA A KORÁBBI KÉPZÉSEKKEL

### COMPARISON OF LEARNING OUTCOMES OF MILITARY LOGISTIC ARMOUR AND VEHICLES CADETS WITH THE PREVIOUS MAYORS

GYARMATI József; VÉG Róbert László

(0000-0001-7594-2383); (0000-0002-9786-9702)

[gyarmati.jozsef@uni-nke.hu](mailto:gyarmati.jozsef@uni-nke.hu); [veg.robert@uni-nke.hu](mailto:veg.robert@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

*A cikk egy korábbi tanulmány kutatásának a folytatása, ahol a címben megnevezett modul szakmai tartalmának a változása lett megvizsgálva az elmúlt másfél évtized három különböző képzési formájában, Jelen tanulmány azt vizsgálja, hogy a hallgatók milyen minőségben tudták teljesíteni az egyes képzések során a tantárgyak által támasztott követelményeket*

**Kulcsszavak:** páncélos és gépjárműtechnikai képzés, statisztikai analízis

#### Abstract

*In this paper we will show the changes of average of grades of the BSc major mechanic engineering armour and vehicles sub major cadets with the military engineer armour and vehicles specialization cadets and military logistic armour and vehicles cadets. The comparison was carry out using mathematical statistic methods.*

**Keywords:** armored and vehicle engineering training, statistics

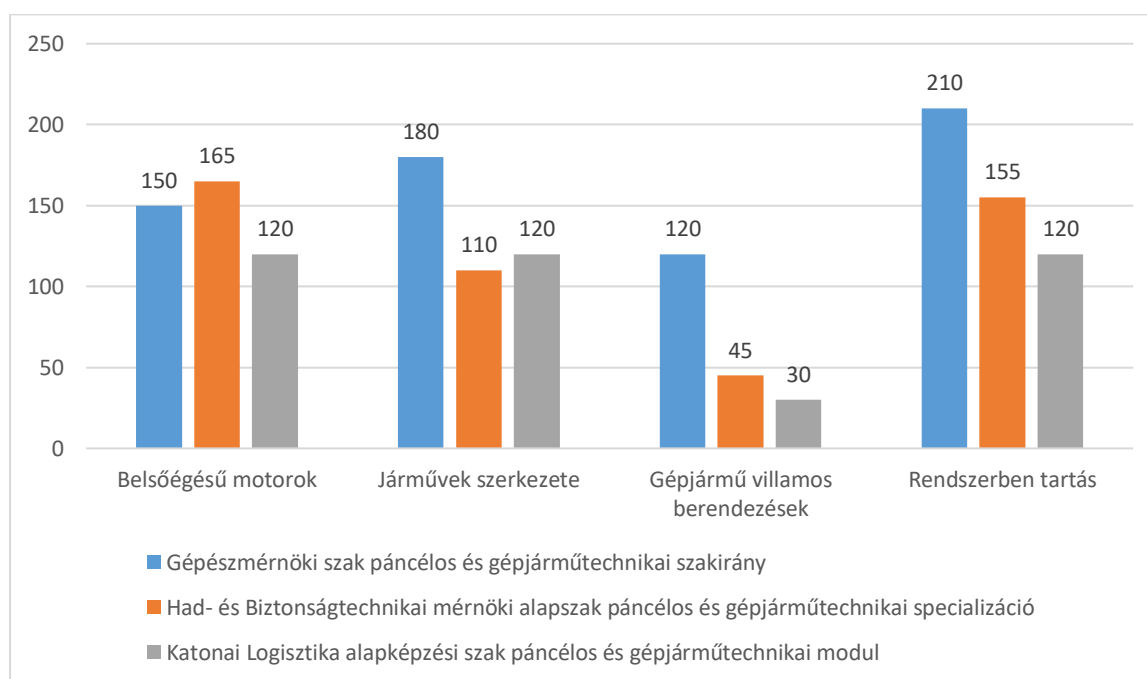
A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.25.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.18.



## BEVEZETÉS

Az oktatás, a képzés és ennek kapcsolatrendszere a K+F+I folyamataival rendszeresen kutatott és publikált terület [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Az elmúlt másfél évtizedben a honvédtisztképzésnek három különféle rendszere szolgálta a Magyar Honvédség tisztutánpótlását [7], [8], [9]. Fontos tudni, hogy a különböző szakokon keresztül megvalósított oktatás milyen mértékben és minőségben szolgálta a parancsnok és a szaktisztutánpótlást. Esetünkben a szaktisztutánpótlás lett megvizsgálva, támaszkodva korábbi hasonló területtel foglalkozó tanulmányokra és felhasználva azok adatait. A korábbi tanulmányunkban a páncélos és gépjárműtechnikai képzés szakmai tartalmának, óraszámainak illetve a területre vonatkozó képzési és kimeneteli követelmények változásával foglalkoztunk [8]. Fontos megállapítás a meghatározó szakmai tantárgyak óraszámainak a tendencia jellegű csökkenése, ami az elmúlt két évtizedben folyamatosan megfigyelhető volt. A kutatómunka egyrészének az összefoglalása az 1. pont ábra, ami grafikusán mutatja az óraszámok csökkenését.



**1. ábra** A fontosabb szakmai tantárgyak óraszámjai az elmúlt két évtizedben folytatott képzési formák esetében

Forrás: [8]

Az ábra alapján látható, hogy legjelentősebb a csökkenés a „Gépjármű villamos berendezések” szakmai területen (75%) de jelentős tanóra veszteség van a „Rendszerben tartás” szakmai területen is (43%). A tanórák számának a csökkenése egyértelműen maga után vonja a végzett honvédtisztjelöltek szakmai azon belül páncélos és gépjárműtechnikai felkészültségének csökkenését is, viszont figyelembe kell venni azt is, hogy az óraszámok változásával egyidejűleg változtak a szakmai felkészültséggel kapcsolatos elvárások is. A vizsgálati célt tehát célszerűbb úgy megfogalmazni, hogy milyen mértékben elégitették ki illetve elégitik ki a hallgatók (honvéd tisztjelöltek) a rá vonatkozó követelményeket.

A kutatás módszere a [8] irodalomban felsorolt szakmai területekhez kapcsolódó tantárgyak osztályzatainak statisztikai vizsgálata (hipotézisvizsgálat) volt. A vizsgálat során a nullhipotézisek úgy kerültek felállításra, hogy az esetleges változások például az átlag és a szórás csökkenése illetve növekedése statisztikai szempontból szignifikáns volt vagy sem. Ennek megfelelően egyoldali próbák lettek alkalmazva.

## STATISZTIKAI VIZSGÁLAT

Az 1. táblázatban felsorolt tantárgyak esetében meg a féléves tanulmányi átlag kétmintás  $t$ -próba segítségével került megvizsgálásra., vagyis választ lehetett kapni, hogy az előírt ismeretek elsajátításának minőségében történ-e változás. A kétmintás  $t$ -próba elvégzéséhez ismerni kell a minták varianciáit, ugyanis más-más  $t$ -próba tartozik az azonos és az eltérő varianciával rendelkező mintákhoz. A statisztikai függvények értékeinek a változása további információt szolgáltat, hiszen a nagy szórás feltételezi a több gyenge és jobb képességekkel vagy szorgalommal rendelkező hallgatót.

A varianciákat kétmintás  $F$ -próba segítségével kerültek ellenőrzésre, ahol a nullhipotézis:

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2,$$

az ellenhipotézis:

$$H_1: \sigma^2_1 > \sigma^2_2.$$

A varianciák rangsora úgy lett felállítva, hogy az  $s^2_1 > s^2_2$  egyenlőtlenség fennálljon. Ennél fogva ellenőrizhető volt, hogy egy nagyobb tapasztalati szórásnégyzet jelenthet-e magasabb varianciát, vagyis a szórásnégyzetek eltérése utalhat-e a varianciák szignifikáns eltérésére.

Az eredményeket a 2. táblázat mutatja. Az egymást követő képzések lettek csak összehasonlítva tehát a gépészmérnök a hadmérnökképzéssel és a hadmérnökképzés a katonai logisztikai képzéssel. A 2. táblázat négy sorban mutatja az elvégzett statisztikai próbákat, mindegyik sor egy adott tantárgycsoportozáshoz tartozik (Járművek szerkezete, Rendszerbenntartás, Belsőégésű motorok, Villamos berendezések). Tantárgyanként két statisztikai próba került alkalmazásra, amelyeket a táblázatban függőleges vastag vonal választ el. A képzési szakok sorrendje nem azonos a  $H_1$  ellenhipotézis szórásra vonatkozó feltétele miatt. A szignifikanciaszint a statisztikai gyakorlatban elfogadott  $\alpha = 0,05$  volt. A próba szignifikanciáját a „ $P(F \leq f)$  egyszélű” sora mutatja. Amennyiben ez az érték ( $p$ ) 0,05-nél nagyobb a  $H_0$  nullhipotézis kell elfogadni, ha kisebb, akkor a  $H_1$  ellenhipotézist. A nullhipotézist elfogadó próbák  $p$  értékei kékkel, az ellenhipotézist elfogadó próbák értékei pirossal vannak jelölve a táblázatban.

A táblázatból látható, hogy két esetben lett elutasítva a nullhipotézis a Hadmérnök–Katonai Logisztika viszonylatban a Belsőégésű motorok és a Villamos berendezések tárgyak esetében. A többi esetben a nullhipotézis el lett fogadva, vagyis a varianciák egyformának tekinthetők. A Belsőégésű motorok és a Villamos berendezések tárgyak esetében viszont kijelenthető, hogy a Katonai logisztikai képzésben ezen tárgyak osztályzatainak szórása csökkent vagyis kevesebb a rossz de sajnos kevesebb a kiemelkedő tanuló is. Az osztályzatok jobban tömörülnek, jóval kevesebb az elégséges és a jeles osztályzat, a hallgatók többsége átlagos.

A varianciák azonosságára vonatkozó statisztikai próbák eredményei segítségével eldönthetővé vált, hogy melyik kétmintás  $t$ -próba legyen alkalmazva a várható értékek összehasonlítására. A próba célja az volt hogy az osztályzatok alapján eldönthető legyen, hogy a hallgatók (honvéd tisztjelöltek) az egymást követő képzések során azonos mértékben teljesítették a tantárgyakra vonatkozó követelményeket, vagy változás történt. Amennyiben változás történt, vagyis az osztályzatok átlagai a különböző képzési formákban eltérést mutattak, akkor az eltérés mértéke alapján az lett megvizsgálva, hogy annak nagysága alapján kijelenthető-e hogy javulás esetleg romlás történt az előírt követelmények teljesítése során. Fontos tudni, hogy a képzési követelmények a különböző képzési formákban eltérőek voltak. Ez következik már az 1. ábra adataiból, ami szerint az egyes tantárgyakra fordítható óraszámok folyamatosan csökkenést mutatnak. Ezen felül figyelembe kell venni, hogy a katonai logisztika alapképzési szak nem a műszaki képzési területen akkreditált szak, tehát a műszaki (szakmai)

tárgyaira vonatkozó követelményei nem a műszaki szak követelményeinek a szintjén lettek meghatározva.

<b>Járművek szerkezete</b>			<i>Katonai</i>	
	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Logisztika</i>	<i>Hadmérnök</i>
Átlag	3,484848485	3,458333333	3,75	3,458333333
Variancia	1,507575758	0,780797101	0,866666667	0,780797101
Megfigyelések	33	24	16	24
df	32	23	15	23
F	1,930816283		1,109976798	
P(F<=f) egyszélű	0,052390304		0,400024811	
F kritikus egyszélű	1,94909981		2,128217048	
<b>Rendszerbentartás</b>			<i>Hadmérnök</i>	<i>Katonai Logisztika</i>
	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>		
Átlag	4	4,444444444	4,444444444	4,4375
Variancia	0,896551724	0,653968254	0,653968254	0,529166667
Megfigyelések	30	36	36	16
df	29	35	35	15
F	1,370940743		1,235845519	
P(F<=f) egyszélű	0,18534807		0,339286679	
F kritikus egyszélű	1,792314311		2,222687283	
<b>Belsőégésű motorok</b>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Katonai Logisztika</i>
Átlag	3,958333333	4	3,958333333	4,5625
Variancia	1,346014493	1	1,346014493	0,2625
Megfigyelések	24	21	24	16
df	23	20	23	15
F	1,346014493		5,127674258	
P(F<=f) egyszélű	0,252828072		0,001006128	
F kritikus egyszélű	2,091653939		2,296566779	
<b>Villamos berendezések</b>			<i>Hadmérnök</i>	<i>Katonai Logisztika</i>
	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>		
Várható érték	4,083333333	3,833333333	3,833333333	4
Variancia	1,174242424	1,060606061	1,060606061	0
Megfigyelések	12	12	12	8
df	11	11	11	7
F	1,107142857		65535	
P(F<=f) egyszélű	0,434485744		0	
F kritikus egyszélű	2,81793047		3,603037269	

1. táblázat

Kétmintás F-próba szórásnégyzetre

A vizsgálat segítségével az mutatható ki, hogy az elvárásoknak milyen mértékben tettek eleget a hallgatók (honvéd tisztjelöltek).

A kétmintás *t*-próba segítségével az lett ellenőrizve, hogy az osztályzatok átlagai alapján a várható értékek azonosnak tekinthetők-e. Az ellenhipotézis az F-próbához hasonlóan lett megfogalmazva, tehát a nullhipotézis elutasítását követően azt kell elfogadni, hogy a nagyobb

átlag, szignifikáns eltérést mutat a kisebbhez képest és elfogadható a mintaátlagok alapján, hogy a várható érték nagyobb. A próba tehát egyoldali, jobb oldali ellenhipotézissel.

A nullhipotézis:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

az ellenhipotézis:

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2,$$

ahol  $\bar{x}_1 > \bar{x}_2$ . A statisztika próba során tehát a sorrend nem állandó a baloldalon minden esetben a nagyobb átlaggal rendelkező képzési forma szerepel. Az eredményeket a 2. táblázat mutatja.

A táblázat felépítése hasonló az 1. táblázatéhoz. A statisztikai próbák  $\alpha = 0,05$  szignifikanciaszinten lettek elvégezve, vagyis a  $p$  érték nagysága dönti el a nullhipotézis elfogadását vagy elvetését. Kékkel vannak jelölve azon esetek ahol a nullhipotézis lett elfogadva, vagyis a  $p$  értéke meghaladta a 0,05 előírt szignifikanciaszintet. Pirossal azon esetek ahol az ellenhipotézist kellett elfogadni. A teljesség kedvéért a táblázat tartalmazza a kritikus értékeket ( $t$  érték) és próbastatisztikákat ( $t$  kritikus egyszélű) is. Azokban az esetekben ahol a  $p$  0,05-nél kisebb ott a próbastatisztika meghaladja a kritikus értéket.

Az eredmények alapján megállapítható hogy a nyolc esetből hatszor lett elfogadva a nullhipotézis vagyis ezekben az esetekben kijelenthető, hogy az egymást követő képzések során a hallgatók (honvéd tisztjelöltek) azonos szinten teljesítették a tantárgyakra vonatkozó követelményeket. Két esetben viszont az ellenhipotézist kellett elfogadni. Az első a Rendszerbentartás c. tantárgycsoport ahol kijelenthető, hogy a hadmérnök képzésben résztvevők magasabb szinten teljesítették az ide vonatkozó követelményeket, mint a gépészmérnök képzésben résztvevők. A második eset a Belsőégésű motorok a katonai logisztika–hadmérnök viszonylat, itt a katonai logisztika képzésben résztvevők teljesítették jobban a tantárgyakra vonatkozó követelményeket.

Fontos megjegyezni, hogy az említett két esetben a próbák nem magasabb tudásszintet jelentenek, hanem csak azt, hogy a két azonosított viszonylatban a csökkentett követelményrendszert a hallgatók (honvéd tisztjelöltek) könnyebben tudták teljesíteni. A maradék hat esetre kivétve viszont ez azt jelenti, hogy a követelményszint teljesítésében nem történt változás. Az esetek többségében tehát, vagyis nyolc vizsgált viszonylatból hatszor a csökkentett követelményrendszert csak ugyanolyan szinten teljesítették a hallgatók.

Az egyes szakmai területek elsajátításának mélysége és színvonala az egymást követő képzési formák során tehát többnyire változatlan, ami esetünkben kisebb tudást jelent.

<b>Járművek szerkezete</b>	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Katonai Logisztika</i>	<i>Hadmérnök</i>
Átlag	3,484848485	3,458333333	3,75	3,458333333
Variancia	1,507575758	0,780797101	0,866666667	0,780797101
Megfigyelések	33	24	16	24
Súlyozott variancia	1,203650138		0,814692982	
Feltételezett átlagos eltérés	0		0	
df	55		38	
t érték	0,090088455		1,001210573	
P(T<=t) egyszélű	0,464272101		0,161529106	
t kritikus egyszélű	1,673033965		1,68595446	
<b>Rendszerbentartás</b>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Katonai Logisztika</i>
Átlag	4,444444444	4	4,444444444	4,4375
Variancia	0,653968254	0,896551724	0,653968254	0,529166667
Megfigyelések	36	30	36	16
Súlyozott variancia	0,763888889		0,616527778	
Feltételezett átlagos eltérés	0		0	
df	64		50	
t érték	2,057037909		0,029435455	
P(T<=t) egyszélű	0,021881469		0,488317238	
t kritikus egyszélű	1,669013025		1,675905025	
<b>Belsőégésű motorok</b>	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Katonai Logisztika</i>	<i>Hadmérnök</i>
Átlag	4	3,958333333	4,5625	3,958333333
Variancia	1	1,346014493	0,2625	1,346014493
Megfigyelések	21	24	16	24
Súlyozott variancia	1,185077519			
Feltételezett átlagos eltérés	0		0	
df	43		34	
t érték	0,128092703		2,243970534	
P(T<=t) egyszélű	0,44933641		0,015727619	
t kritikus egyszélű	1,681070703		1,690924255	
<b>VIII. berendezések</b>	<i>Gépészmérnök</i>	<i>Hadmérnök</i>	<i>Katonai Logisztika</i>	<i>Hadmérnök</i>
Átlag	4,083333333	3,833333333	4	3,833333333
Variancia	1,174242424	1,060606061	0	1,060606061
Megfigyelések	12	12	8	12
Súlyozott variancia	1,117424242			
Feltételezett átlagos eltérés	0		0	
df	22		11	
t érték	0,579304083		0,560611911	
P(T<=t) egyszélű	0,284134546		0,293149653	
t kritikus egyszélű	1,717144374		1,795884819	

2. táblázat Kétmintás t-próba a várható értékre

## KÖVETKEZTETÉSEK

A korábbi kutatások alapján megállapítható, hogy az elmúlt másfél évtizedben három különböző képzési formában lettek képezve a páncélos- és gépjárműtechnika szakos hallgatók. Az egymást követő képzési formáknak a szakmai tartalma folyamatosan csökkent. A csökkenés mértéke legkisebb volt a belsőégésű motorok területén és legnagyobb a villamos berendezések területén.

Jelen tanulmány azt vizsgálta meg, hogy a változó pontosabban kifejezve csökkentett óraszámú és ezzel párhuzamosan csökkentett követelményeket a képzésekben résztvevők hogyan teljesítették.

A vizsgálat matematikai statisztika eszközeivel került elvégzésre. A kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy az esetek többségében, vagyis a vizsgált nyolc viszonylatból hatszor nincs változás a követelmények teljesítésében. Vagyis többségében a csökkentett követelményeket ugyanazon a szinteken teljesítették a hallgatók, mint a megelőző képzés nehezebb követelményeit.

Két esetben volt megállapítható az osztályzatok átlagának az emelkedése. Itt kijelenthető az átlagok emelkedése, ami jobb teljesítési szintre utal.

A vizsgálatok eredményeire fontos megállapítani, hogy a katonai logisztika alapképzési szak páncélos és gépjárműtechnikai modulja esetében csak két évfolyam lett figyelembe véve. A szakon tanuló honvéd tisztjelöltek eredményességének és a tantárgyak elsajátításának a pontosabb meghatározásához a vizsgálatot két év múlva célszerű újra elvégezni.

A kutatási célként lehet, hogy a különböző képzési formában végzett fiatal tisztek hogyan válnak be a Magyar Honvédség alakulatainál. Ezt a tanulmányi eredmények és az egyes tárgyakra adott óramennyiség alapján viszont csak közvetve lehet megállapítani. A pontos mérést csak az alakulatoknál lehetne elvégezni egy olyan bevált vizsgáló rendszer segítségével, amely képes az objektív értékelésre, és ezen értékelések eredményeit lehetne jól felhasználni az adott képzés rendszer felülvizsgálatakor.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] GYARMATI, J., VÉG, R. L., HEGEDŰS, E., GÁVAY, Gy. V.: *A katonai felsőoktatás részvételének lehetőségei a kutatás-fejlesztési folyamatokban*; Műszaki Katonai Közlöny XXVIII:(1) pp. 193-208. (2018).
- [2] GÁVAY, Gy., GYARMATI, J., HEGEDŰS, E., VÉG, R. L.: *A kutatás fejlesztés szerepe és hatása az oktatásra az NKE HHK Haditechnikai Tanszékén*; Hadmérnök XII:(4) pp. 26-33. (2017).
- [3] GYARMATI, J., GÁVAY, Gy., HAJDÚ, F., BIMBÓ, I.: *Védelmi célú kutatások a Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Haditechnikai Tanszékén, együttműködésben a HM Védelemgazdasági Hivatallal*; Hadtudomány 26:(3-4) pp. 89-99. (2016).
- [4] HEGEDŰS, E.: *Tudományos konferencia a haditechnikai kutatók és fejlesztők napján*; Haditechnika 52:(3) pp. 43-45. (2018).
- [5] GÁVAY, Gy.: *A tervszerű fenntartási rendszer és az amerikai forrásból származó páncélos- és gépjármű-technikai eszközök karbantartási rendszere*; Honvédségi Szemle 143:(4) pp. 85-92. (2015).
- [6] GÁVAY, Gy., KENDE, Gy.: *A hadfelszerelések életciklusával kapcsolatos fogalmak elemzése a fontosabb magyar és angol nyelvű kifejezések megfeleltetése*; Hadmérnök 9:(3) pp. 267-273. (2014).
- [7] SEBŐK, I., TAR Cs.: *A katonai alapképzési szak fegyverzettechnikai moduljának felépítése a korábbi képzések tükrében, a szakmai tantárgyakra fordított óramennyiség szemszögéből*; Bolyai Szemle 2016:(3) pp. 11-19. (2016).

- [8] GYARMATI, J., VÉG, R. L.: *A katonai logisztika alapképzési szak páncélos- és gépjármű-technikai moduljának felépítése a korábbi képzések tükrében, szakmai szemszögből*; Hadmérnök XI:(2) pp. 1-7. (2016).
- [9] SEBŐK, I.: *A fegyver- és fegyverzettechnikai szakemberek oktatásának, képzésének vizsgálata az új elvek és irányok tükrében*; Seregszemle, XVI. évfolyam, 1. szám, pp. 57-62, (2018).

## ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ВОЕННО-КОМАНДНЫХ ПУНКТОВ

### A KATONAI VEZETÉSI PONTOK FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

HORVÁTH Tibor

(ORCID: 0000-0003-4742-847X)

[horvathtibor@uni-nke.hu](mailto:horvathtibor@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

При ведении боевых действий первоочередными целями были и остаются пункты управления (ПУ) различного звена и назначения. К органам управления войсками в бою и операции предъявляются высокие требования устойчивости, непрерывности, оперативности, мобильности и др. При этом важная роль отводится фортификационному оборудованию районов развёртывания пунктов управления.

**Kulcsszavak:** пункт управления, фортификация, фортификационное оборудование районов

#### Abstract

In the conduct of hostilities, the primary targets were and remain the command points (CP) of various levels and purposes. The command and control bodies in combat and operations are subject to high requirements for stability, continuity, efficiency, mobility, etc. At the same time, fortification equipment of areas where control centers are deployed plays an important role.

**Keywords:** control posts, fortifications, fortification equipment areas

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.14.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.01.23.



## ВВЕДЕНИЕ

С появлением ракетно-ядерного оружия войсковые фортификационные сооружения различного назначения получили дальнейшее развитие. До этого в фортификации основными направлениями считались долговременная и полевая, которые сформировались ещё до начала Второй мировой войны и совершенствовались в годы войны. Послевоенный период в основном характеризовался анализом и обобщением полученного боевого опыта в области фортификационного оборудования рубежей, позиций и районов. Продолжились начатые в ходе войны работы по созданию новых образцов фортификационных сооружений (особенно для ведения огня), однако вскоре их начали сворачивать. [1]

Угроза применения ракетно-ядерного оружия выдвинула ряд сложных задач в развитии фортификационных сооружений. Одной из основных задач являлось их приведение в соответствие с новыми требованиями, особенно к защите от факторов поражения ядерного взрыва (ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, электромагнитное излучение и радиоактивное заражение местности), а также к времени полевого фортификационного оборудования позиций и районов, которое резко сократилось. В связи с этим можно выделить три основных направления развития фортификации:

1. Специальные фортификационные сооружения – СФС;
2. Долговременные фортификационные сооружения – ДФС;
3. Полевые (войсковые) фортификационные сооружения – ПФС (ВФС).

Главным назначением специальных фортификационных сооружений являлось обеспечение решения стратегических задач в интересах обороноспособности страны, а их создание и применение осуществлялось в соответствии с концепциями подготовки военной инфраструктуры страны.

Долговременные фортификационные сооружения как были, так и остались служить для инженерного заблаговременного оборудования рубежей позиций и районов. Их возведение и использование осуществлялось при подготовке театров военных действий в мирное время и в угрожаемые периоды в соответствии с планами оборонительного строительства военных округов при решении стратегических и оперативно-тактических оборонительных задач. Долговременные фортификационные сооружения возводились, как правило, из долговечных и прочных материалов (железобетона, металла и др.), оборудовались системами энерго-, воздухо-, водоснабжения и канализации, обеспечивающими их длительное боевое использование.

Полевые (войсковые) фортификационные сооружения служили для инженерного оборудования позиций и районов расположения войск и должны были возводиться по всей глубине одновременно, обеспечивая постоянную готовность войск к выполнению боевых задач и непрерывное наращивание степени их защиты от средств поражения. Полевые (войсковые) фортификационные сооружения строились силами войск и в военное время, как правило, с использованием местных материалов, а также элементов промышленного изготовления. [2]

Настоящее время полевые фортификационные сооружения, в основном, вышел из обихода и заменён на войсковые фортификационные сооружения. Это обусловлено схожестью конструктивных решений ВФС (сборные, сборно-разборные, блочные итд. Завадского изготовления) и сценариями их применения (могут возводиться и при заблаговременном инженерном оборудовании позиций, районов по планам командования).

По моему, и я в этом убеждён, что конструкции долговременных фортификационных сооружений в современных условиях приближаются к конструкциям специальных фортификационных сооружений, так как их осязательные отличительные признаки (время возведения, применяемые материалы и сопутствующие технологические процессы) аналогичны. Кроме того, появление высокоточного оружия в обычном снаряжении требует специальных защитных конструкций и устройств. В настоящее время номенклатура ВФС включает все сооружения открытого и закрытого типов по назначению, конструктивным решениям и применяемым материалам заводского изготовления. Сегодня отсутствуют конструкции ВФС из монолитного и сборно-монолитного железобетона и специальные установки вооружения. [10]

## **ФОРТИФИКАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Пункты управления – специально оборудованные и оснащённые техническими средствами места, с которых командующий (командир) с офицерами штаба осуществляет управление войсками (силами) при подготовке и ведении боевых действий или во время боевого дежурства.

Давайте посмотрим, что же представляло собой фортификационное оборудование районов развёртывания Пунктов Управления (ПУ) до, в ходе и после войны перед появлением ракетно-ядерного оружия. В эти периоды можно говорить об инженерном оборудовании пунктов управления для их надёжной защиты от воздействия противника. Инженерное оборудование ПУ подразумевает решение задач разведки, разминирования, маскировки, водоснабжения и фортификационного оборудования. Характер фортификационного оборудования – это номенклатура ВФС, которая возводится на ПУ, а выполнение задач в объёме первой очереди для ПУ подразумевает возведение ВФС закрытого типа – убежищ и блиндажей. Эти термины уже начинали использовать в середине 1960-х годов, а затем закрепили их в документах. Фортификационные сооружения (ФС) подразделялись на наблюдательные и командирские наблюдательные пункты, убежища и укрытия.

Наблюдательные пункты (НП) предназначались для бесперебойного наблюдения за полем боя, а командирские – ещё и обеспечивали ведение штабной работы,

Командный пункт (КП) командира стрелкового полка состоял из командирского наблюдательного пункта с дополнительными НП, убежища для командира, оперативной группы и узла связи, КП артиллерийского начальника из убежищ и укрытий для обслуживающей группы, соединённых между собой крытым ходом сообщения. Степень защиты сооружений зависела от наличия времени, сил и средств. [5]

КП командира стрелковой дивизии состоял из командирского НП, убежищ для оперативной группы и для узла связи, КП начальника артиллерии и убежищ для обслуживающей группы. При заблаговременном оборудовании КП командира стрелковой дивизии устраивали усиленного или тяжелого типов.

Устойчивость функционирования пунктов управления обеспечивалась их рассредоточенным размещением – преимущественно в районах с естественными «масками» (закрытые сверху кроной деревьев, в лощинах, оврагах и др.) и прикрытых труднодоступными для противника препятствиями, а также фортификационными сооружениями (землянками, щелями, убежищами и укрытиями). При этом важная роль отводилась подвижным средствам связи. Подвижные командные пункты всех инстанций размещались вблизи района боевых действий в укрытиях и перемещались, как правило, один раз в сутки.

В районах развёртывания ПУ для защиты, работы и отдыха возводились убежища легкой, усиленного и тяжелого типа. Так, например, при организации обороны под Курском в тактическом звене из более тысячи командных и наблюдательных пунктов

60% были оборудованы убежищами усиленного типа с мощными деревоземляными перекрытиями. Основным строительным материалом полевых фортификационных сооружений в этот период оставался круглый лес. Убежища на КП возводились, как правило, по типовым проектам и планировкам. [5]

Эти конструктивные решения ПФС для ПУ применялись до появления ракетно-ядерного оружия. После этого начался особый период развития укрепленных районов с использованием накопленного опыта в части фортификационных сооружений для ведения огня. Однако полевая фортификация (особенно в части фортификационных сооружений для оборудования ПУ) в начале 1950-х годов ещё только приступила к созданию научного и конструктивного заделов с учётом возможностей отечественной промышленности.

В конце 1940-х и в начале 1950-х годов резко обострилось противоречие между требуемым временем на инженерное оборудование районов развёртывания ПУ и реальным временем на возведение типовых фортификационных сооружений, особенно убежищ. Оно было обусловлено сокращением отводимого времени на фортификационное оборудование позиций и районов, отсутствием в войсках соответствующих сооружений промышленного изготовления и средств механизации работ для их возведения. Эти причины дали «толчок» к разработке новых направлений по созданию «полевых оборонительных сооружений» различного назначения. В первую очередь, требовалось оценить соответствие защитных свойств существующих конструкций фортификационных сооружений требованиям к воздействию поражающих факторов ядерного оружия.

Следует отметить, что промышленность Германии, Велико-Британии, Франции, США и других стран к началу Второй мировой войны освоила производство разнообразного сортамента волнистого железа (в основном, оцинкованного). Оно получило широкое распространение в различных областях строительства. В Германии волнистое железо во время войны было быстро приспособлено для военных нужд. Жёсткость профиля волнистого железа, относительно малый вес элементов, прочность конструкции из этих элементов, малые габариты сооружений, быстрота и простота сборки конструкций из стандартных элементов, транспортабельность и ряд других положительных качеств обеспечили его широкое использование в полевой фортификации Германии при организации оборонительных действий. [10]

В России гофрированное железо появилось в 1875 году. После первых успешных испытаний, проведённых на Петербургском металлургическом заводе, были впервые предложены металлические гофрированные трубы, которые использовались для замены деревянных труб на железной дороге. Однако дальнейшего развития это перспективное направление по целому ряду причин тогда не получило. Отечественная промышленность выпускала только плоское волнистое железо и притом ограниченного сортамента. Гнущее волнистое железо, несмотря на простоту изготовления, не проводилось из-за отсутствия спроса со стороны строительных организаций. К этому времени волнистое железо получило название «волнистая сталь», которое было закреплено в ГОСТ 3685-47. Оно изготавливалось путём горячей и холодной прокатки из тонколистовой стали обыкновенного качества на заводах Министерства металлургической промышленности СССР.

## ОПЫТ ВОЙНЫ

В ходе Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы тщательно изучалась практика полевого оборонительного строительства Германии, определялись и оценивались основные наиболее распространённые типы и конструкции фортификационных сооружений, а также материалы, из которых они возводились.

Немецкие войска на протяжении войны использовали в фортификации бронеконструкции заводского изготовления не только для ведения огня, но и для защиты личного состава и командных пунктов, элементы и секции волнистого железа, а также готовые элементы из дерева и фанеры. Много сооружений из волнистого железа немцы возвели при оборудовании Ломжинского плацдарма, в полевой обороне при осаде Ленинграда, в системе обороны. Причём сооружения из волнистого железа строили не только в безлесных районах, но и там где лес был в изобилии.

При оборудовании ниш, скрытых ходов сообщения, блиндажей и убежищ использовались секции волнистого железа «Зигфрид», а также прямые и изогнутые (криволинейные) элементы «Генрих». В результате изучения этих элементов и трофейных материалов пришли к выводу, что размеры гнутого волнистого железа не могут соответствовать задачам полевой фортификации – требовалось изыскать рациональные конструктивные формы, а не копировать иностранные образцы.

К началу 1950-х годов стратегическая авиация США имела на вооружении более 700 атомных бомб. Фмериканцы провели 45 ядерных испытаний, включая бомбардировки японских городов Хиросимы и Нагасаки в 1945 году. В Советском Союзе к этому моменту провели всего восемь испытаний атомного оружия, были изучены результаты атомной бомбардировки авиацией США японских городов Хиросимы и Нагасаки. В интересах совершенствования противоатомной защиты войск, проверки расчётных нормативов по поражению атомным оружием техники и вооружения требовалось провести учение с максимальным приближением к реальной обстановке. В связи с этим, 29-го сентября 1953 года вышло постановление Совета Министров СССР, положившее начало подготовке Вооруженных Сил и страны к действиям в особых условиях.

14-го сентября 1954 года состоялись Тоцкие войсковые учения с участием военнослужащих, в ходе которых применялся подрыв ядерных боеприпасов. 17-го сентября 1954 году в газетах появилось следующее сообщение: «В соответствии с планом научно-исследовательских и экспериментальных работ в последние дни в Советском Союзе было проведено испытание одного из видов атомного оружия. Целью испытания было изучение действия атомного взрыва. При испытании получены ценные результаты, которые помогут советским учёным и инженерам успешно решить задачи по защите от атомного нападения». [9]

На полигоне выполнили полное фортификационное оборудование позиций и районов, возвели сооружения открытого типа и закрытого типа (огневые, блиндажи и убежища из лесоматериала, с применением волнистой стали и из сборного железобетона), установили контрольно-измерительные средства.

Результаты учений были проанализированы и обобщены. На основании результатов натурных испытаний, научных и экспериментальных исследований были разработаны теоретические основы расчёта конструкций ФС на действие поражающих факторов ядерного взрыва и выданы практические рекомендации по проектированию новых и приведению существующих сооружений в соответствие с новыми требованиями. В ходе исследований были выявлены самые слабые места фортификационных сооружений – входы, амбразуры, воздухозаборные, дымовые отверстия и места ввода коммуникаций (электричество, связь и другие), которые следовало оборудовать защитными устройствами (защитными дверями, защитными клапанами итд.). Наиболее рациональными конструктивными решениями по несущей способности и материалоёмкости при воздействии ударной волны ядерного взрыва были определены круговая и арочная формы поперечного сечения остова сооружения для промышленной разработки. Вплоть до середины 1980-х годов именно они определяли технический

облик войсковых фортификационных сооружений промышленного изготовления для ПУ. [9]

К середине 1950-х годов при инженерном оборудовании ПУ предписывалось возводить типовые фортификационные сооружения из лесоматериала, с использованием элементов волнистой стали и сборного железобетона, которые были приведены в соответствие с новыми требованиями, Однако время возведения оставалось на прежнем уровне, что не удовлетворяло требованиям ведения манёвренных боевых действий, особенно при оборудовании пунктов управления. Вопросы размещения и защиты подвижных средств связи в специально устраиваемых укрытиях в районах развёртывания ПУ в наставлениях и руководствах в 1956 году не были отражены. Это, вероятнее всего, было связано с незаконченностью исследований на ударных трубах по оценке защитных свойств укрытий и окопов для техники при воздействии скоростного напора и воздушной ударной волны ядерного взрыва.

Быстротечность обстановки, ограниченные сроки для оборудования, частая смена районов развёртывания ПУ обусловили необходимость перехода к принципиально новым техническим формам конструкций фортификационных сооружений. Были сформулированы основные направления их развития:

1. приведение в соответствие существующих типовых сооружений к новым требованиям по защитным свойствам;
2. разработка сборно-разборных полевых сооружений из новых материалов;
3. разработка подвижных полевых сооружений.

В качестве основной концепции при их разработке было принято создание фортификационных сооружений промышленного изготовления – полной заводской готовности к применению. [11]

В это же время впервые провели ряд НИР по унификации и стандартизации наиболее массовых типов полевых фортификационных сооружений и их элементов, по разработке простых конструкций унифицированных сооружений, доступных для изготовления всеми родами войск, а также по использованию сборных конструкций фортификационных сооружений промышленного изготовления из волнистой стали, фанеры и сборного железобетона.

Это было вызвано тем, что к 1954 – 1955 годам в качестве типовых сооружений рекомендовались 12 видов блиндажей 6 видов убежищ лёгкого типа. Отдельные сооружения имели от 14 до 18 различных элементов, что значительно затрудняло централизованную заготовку материалов, а также сборку. Так, при оборудовании только одного батальонного района обороны на передовой позиции силами войск необходимо было возвести: подбрустверных блиндажей на 4 и 8 человек – 70-75 штук, убежищ лёгкого типа на 10-25 человек – 12-19 штук, с общей затратой лесоматериалов на блиндажи и убежища до 500-600 м<sup>3</sup>.

Проводились НИР по созданию фортификационных сооружений из стандартных элементов волнистой стали отечественного производства. В результате исследований и испытаний трофейных образцов волнистого железа и опытных отечественных образцов волнистой стали были установлены: рациональный профиль, толщина листа волнистой стали, размеры и типы конструкций стандартного элемента из фортификационной волнистой стали для возведения сооружений на позициях, в районах ПУ.

Определили номенклатуру сборных полевых сооружений из стандартных элементов волнистой стали. К ним относились: убежища различного назначения, помещения-убежища для отделов штаба полка, дивизии, корпуса на НП, подземная часть сооружений НП, помещения-убежища для командиров батальонов, полков, начальников родов войск, различные блиндажи, укрытия, заслоны, а также обделка ниш, галереи итд.

Уточнили и тактико-технические требования к полевым фортификационным сооружениям, которые могут быть выполнены из стандартных элементов волнистой стали. Разработали технические проекты фортификационных сооружений установленного типа, а также заказали опытные партии стандартных элементов из волнистой стали на отечественной промышленной базе.

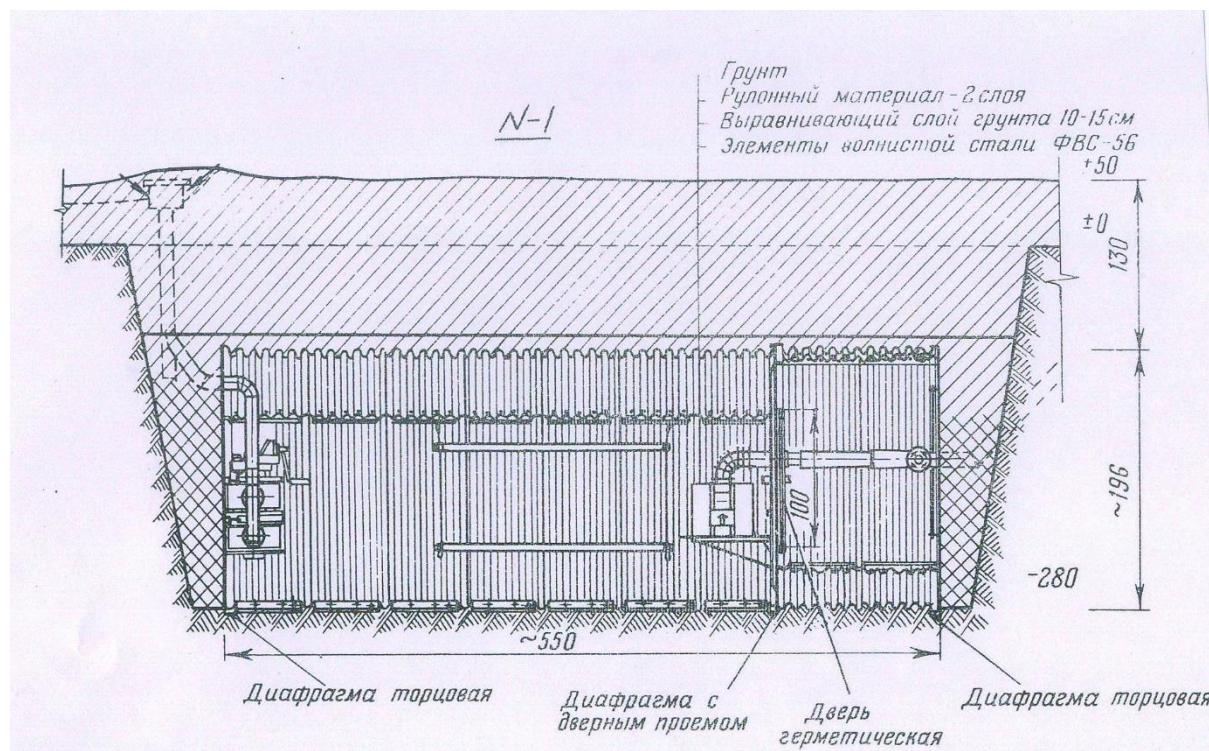
### ПЕРВЫЕ СЕРИЙНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

С учётом полученных результатов в Отдельном проектно-фортификационном бюро Инженерных войск Советской армии совместно с НИИИ имени Д. М. Карбышева спроектировали сооружения промышленного изготовления из волнистой стали и водостойкой фанеры для инженерного оборудования ПУ. Уже в 1956-1957 годах на Днепропетровском заводе металлоконструкций выпустили опытные образцы комплекта элементов волнистой стали КВС и сооружение КВС-У, а на Парфинском фанерном комбинате – сооружение из бакализированной фанеры КФУ. [6]

КВС-У и КФУ стали первыми образцами конструкций сборно-разборных сооружений промышленного изготовления многократного использования при инженерном оборудовании ПУ. Они отличались по форме и конструктивному исполнению.

Комплект элементов волнистой стали КВС был разработан для возведения блиндажей и убежищ, перекрытых щелей, участков таншей с минимальным использованием лесоматериалов в сочетании с бумажными земляносными мешками – при инженерном оборудовании позиций и районов.

КВС-У – сооружение полной заводской готовности, предназначенное для инженерного оборудования ПУ в ходе подготовки исходных районов для наступления, при наступлении и закреплении захваченных рубежей, а также в обороне – при оборудовании позиций войск на главном направлении в первой полосе обороны тактического звена, где условия не позволяли или затрудняли возводить сооружения другого типа (железобетонные, крупноблочные, итд.).

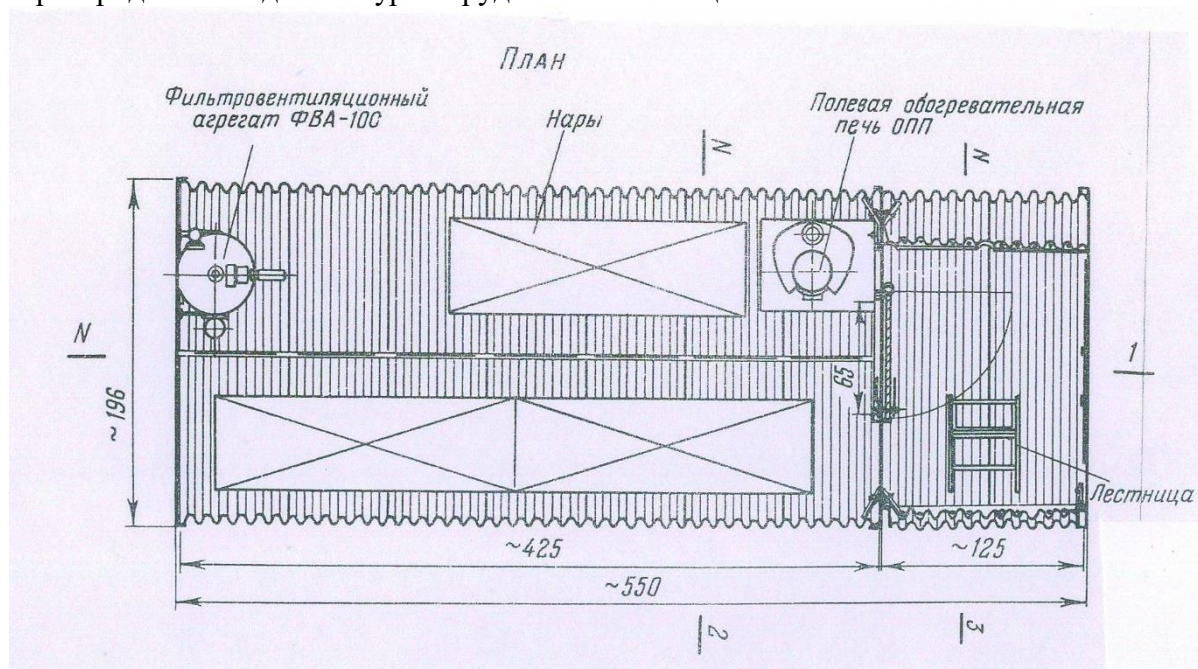


1. рис. Конструкция Волнистой Стали – Убежище (КВС – У) [12]

КВС-У состояло из основного помещения, тамбура с шахтным входом (тамбура и входа). Остов основного помещения кольцевого очертания собирался из элементов волнистой стали ФВС (по три элемента в кольце – всего семь колец), а по длине сооружения эти элементы укладывались в нахлестку на одну полуволну.

В комплект элементов сооружения также входили специальные элементы ФВС с отверстиями для установки и крепления перископа ППК-1 или коробов (труб) для ввода кабельных линий, которые были разработаны позднее и введены в комплект КВС-У в 1959 году. Торец основного помещения закрывался специальной диафрагмой.

Тамбур собирался из четырёх элементов ФВС и покрытия тамбура. На покрытие тамбура монтировался промежуточный конус или дополнительный элемент и защитно-герметический люк. Один торец примикал к основному помещению и отделялся от него перегородкой с герметической дверью, а другой торец закрывался торцевой перегородкой. Вход в тамбур оборудовался лестницей.



**2. рис.** Конструкция Волнистой Стали – Убежище (КВС – У) [12]

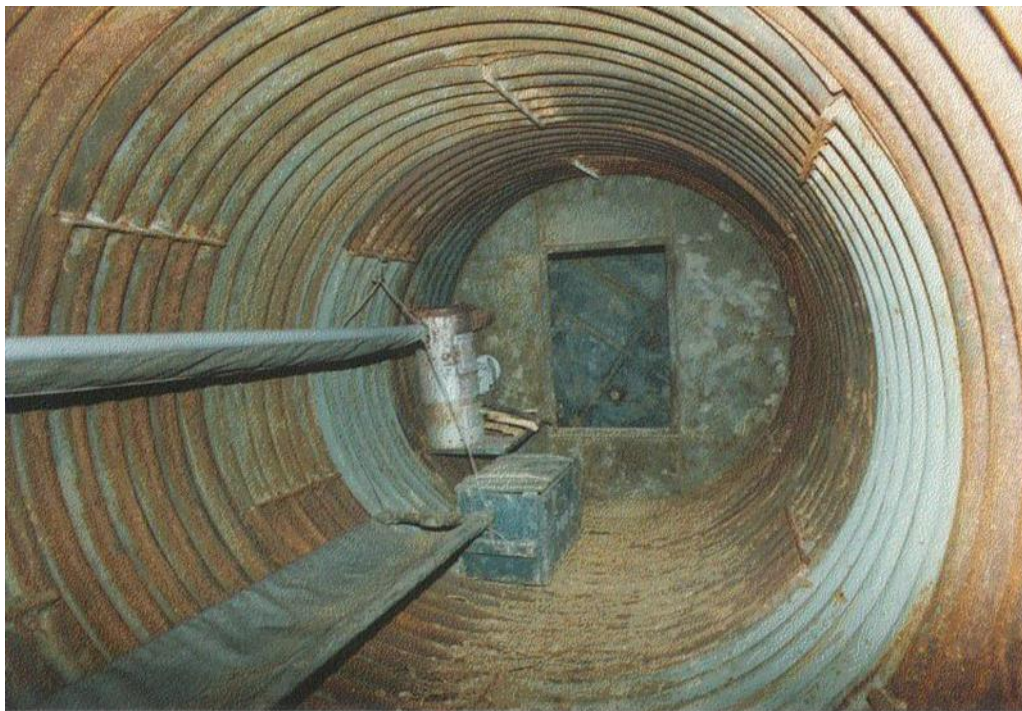
В основном помещении устанавливались: фильтровентиляционный агрегат ФВА-100 и печь ОПП, столы для работы и аппаратуры, нары для отдыха, табуреты и пр.

Воздухозабор ФВА-100 оборудовался вентиляционным защитным устройством ВЗУ-100, дымоход ОПП – защитным устройством ДЗУ-100.

Особой популярностью в Инженерных войсках пользовались комплекты элементов ФВС и сооружение КВС-У, разработанное для ПУ полка. [12]

Комплект КВС-У позволял увеличивать площадь основного помещения путём стыковки сооружений как в продольном направлении, так и в поперечном.

Сооружение, возведенное в грунте, обладало достаточными защитными свойствами от воздействия поражающих факторов ядерного взрыва и средств поражения боеприпасов в обычном снаряжении. Однако опыт применения и эксплуатации КВС-У выявил, что его круглая форма не позволяла рационально использовать пространство основного помещения и вызвала определённые неудобства при работе с картами и пр. Размещение ФВА и ОПП в основном помещении также не способствовало эффективной работе офицеров управления. Шахтный вход был недостаточно удобным, особенно при быстрой эвакуации из сооружения.



**1. фото** Основное помещение – Убежище (КВС – У) [7]

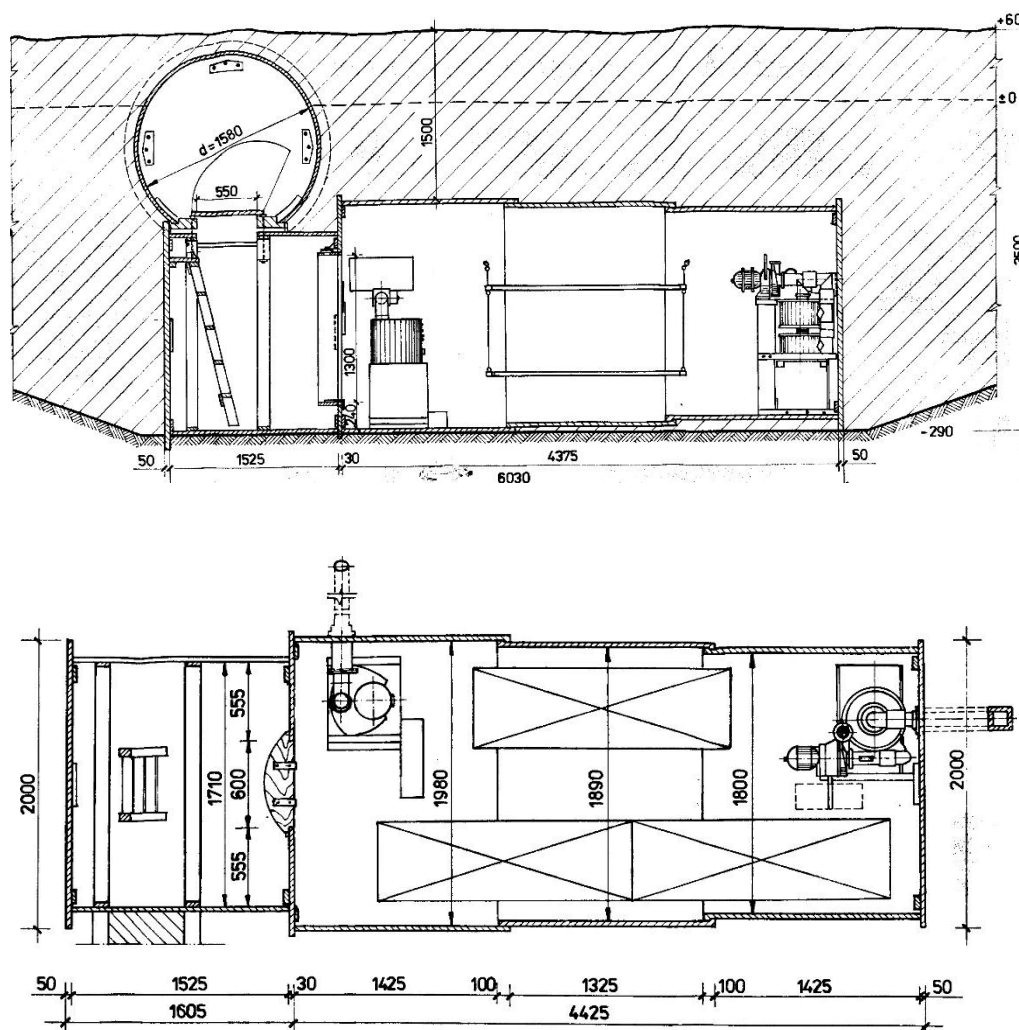
При сборке колец, особенно при стягивании их внахлест, расчёты должны были иметь соответствующие практические навыки работы тяжёлыми ключами, Монтаж внутреннего и бытового оборудования тоже требовал определённой сноровки и умения. При извлечении КВС-У для повторного использования требовалось полностью снимать грунтовую обсыпку и убрать грунт из пазух котлована не менее чем на половину высоты сооружения или же отрывать по пазухе полупериметра сооружения с последующей его разборкой. Командиры подразделений, за которыми были закреплены КВС-У, для сокращения времени возведения или исключения параллельной сборки сооружения расчётом с отрывкой котлована землеройным средством и извлечения применяли его в собранном виде на подъёмной раме. Сооружение заблаговременно собиралось на поверхности земли на раме, выполненной из брёвен, и имело строповочные верёвки для установки в котлован автокраном. КВС-У перевозилось в собранном виде на раме в кузове автомобиля. При таком способе время на возведение сооружения в котловане сокращалось, однако увеличивалось количество маш-рейсов, так как штатная перевозка сооружения предусматривала перевозку двух комплектов.

Для переброски по воздуху была разработана специальная укладка элементов комплекта КВС-У. [12]

Несмотря на недостатки, сооружение КВС-У находилось в производстве более 30 лет.

Сооружение КФУ предназначалось для защиты и работы личного состава при инженерном оборудовании районов развёртывания пунктов управления оперативно-тактического звена. Это сооружение было разработано и принято на снабжение в сентябре 1958 года.





3. рис. Клейо-Фанерное Убежище (КФУ) [6]

Оно состояло из основного помещения, тамбура и вертикального входа. Остов сооружения собирался из клееных фанерных полых цилиндрических и плоских элементов. Как и при использовании КВС-У, увеличение площади основного помещения ПУ достигалось путём стыковки комплектов сооружений КФУ между собой. [6]

В основном помещении устанавливали фильтровентиляционный агрегат ФВА-50/25 и печь ОПП, столы для работы и аппаратуры, нары для отдыха, табуреты и пр. Воздухозабор ФВА оборудовался вентиляционным защитным устройством ВЗУ-50, дымоход ОПП – защитным устройством ДЗУ-100. В комплект КФУ внутреннее и бытовое оборудование не входило, а поставлялось отдельно.

Цилиндрические полые элементы имели различные диаметры и при транспортировке их вдвигали один в другой (телескопический принцип), образуя компактный блок. Штатно на грузовой платформе автомобиля ЗИЛ-150 переводились два комплекта КФУ. [6]

Одновременно с разработкой комплектов сооружений КВС-У и КФУ продолжался поиск новых материалов и конструктивных решений ФВС. [12]

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, уже к концу 1950-х годов в результате проведения целого ряда НИР появились новые сооружения промышленного изготовления для ПУ, а также были предложены типовые решения сооружений с использованием фортификационной

волнистой стали и лесоматериала при инженерном оборудовании позиций и районов в условиях применения ядерного оружия. Кроме того, провели стандартизацию и унификацию элементов (из лесоматериала и железобетона) типовых конструктивных решений входов, перекрытых щелей, блиндажей и убежищ для фортификационного оборудования позиций и районов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Е. С. КОЛИБЕРНОВ, В. И. КОРНЕВ, А. А. СОСКОВ: Инженерное обеспечение боя. Военздат, 1984.
- [2] HORVÁTH T: A személyi állomány védelmét biztosító erősítési építmények fejlődésének vizsgálata és a továbbfejlesztés lehetséges irányai. Doktori PhD értekezés; ZMNE, Budapest, 2003. 137 p.
- [3] HORVÁTH T: A védőképesség növelésének lehetőségei az erősítés-álcázás területén Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2000. 126 p.
- [4] HORVÁTH T: A KFU óvóhely Műszaki Katonai Közlöny 7:(3) pp. 49-52. (1997)
- [5] HORVÁTH T, WANCZEL G: Csapaterősítés Szentendre: Kossuth Lajos Katonai Főiskola, 1995. 44 p.
- [6] Б. В. ВАРЕНЬШЕВ, К. Н. ДУБИНИН, И. П. МУДРАГЕЙ: Военно-инженерная подготовка. Военздат, 1982.
- [7] HORVÁTH T: A Magyar Honvédségben korábban rendszeresített, a személyi állomány védelmét biztosító építmények. Műszaki Katonai Közlöny XXVIII: 4 pp. 174-192. 2018.
- [8] Sz. A. ANANICS–P. K. BUZNYIK–A. I. SZUHAREV: Fortifikácia. Voennoe Izdatyelsztvo. 13/89735p. Moszkva, 1984.
- [9] HORVÁTH T: Войсковые фортификационные сооружения для пунктов управления. Hadmérnök XIII : 3 pp. 114-123. 2018.

## A KATONAI VEZETÉSI PONTOK FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉSE

### *Absztrakt*

A katonai műveletek vezetése és végrehajtása során az elsődleges célpontok mindenkor a különböző vezetési szintek és azok létesítményei voltak és maradnak is. A harcokban és a műveletekben működő parancsnoki- és vezető szervek magas követelményeket támasztanak a stabilitás, a folytonosság, a hatékonyság, a mobilitás stb. tekintetében. Ugyanakkor továbbra is fontos szerepet játszanak a vezetési pontokon kiépítésre kerülő, különböző rendeltetésű csapaterősítési építmények. Ezen csapaterősítési építmények közé tartozik a cikkben bemutatott két építmény is.

**Kulcsszavak:** *vezetési pont, erősítési építmény, óvóhely*

## EVOLUTION OF THE C-IED STAFF OFFICERS COURSE

### A C-IED TÖRZSTISZTI TANFOLYAM FEJLŐDÉSE

TÁBI Levente

(ORCID: 0000-0003-0130-9248)

[tabi.levente@uni.nke.hu](mailto:tabi.levente@uni.nke.hu)

#### Abstract

At the beginning of the XXI century the Countering Improvised Explosive Devices (C-IED) tasks became very important in NATO missions. Every C-IED related mission is connected to the three essential C-IED pillars (Attack the Networks, Defeat the Device and Prepare the Force). Since 2010; when the C-IED COE was established in Madrid, Spain; C-IED COE has taken on a significant role in the NATO's C-IED Education & Training activities. One of its main tasks is to prepare, provide, run and lead different C-IED courses.

The C-IED staff course is a very important part in the C-IED education and training landscape. This kind of staff course evolution and development is always based on the current IED threat and the NATO requirements. Updating the existing course materials and lectures or developing brand new courses are significant issues for which, over the past few years, the C-IED COE has been recognized, even to the point of taking over these responsibilities to support NATO, Allied and partner nations.

**Keywords:** NATO, C-IED COE, C-IED staff course

#### Absztrakt

A XXI. század elejétől az Improvizált Robbanóeszközök Elleni Védelem feladatainak végrehajtása nagyon fontos részét képezték a NATO misszióknak. Minden C-IED-vel kapcsolatos feladat a C-IED három alap-pilléréhez (Hálózat Elleni Tevékenység, Eszközök Megsemmisítése, Erők Felkészítése) kapcsolható. A C-IED Kiválósági Központ 2010-es megalakítása óta nagyon fontos szerepet vállalt magára a C-IED képzés és kiképzés területén. A központ egyik legfontosabb feladata, hogy összeállítson, megszervezen és levezessen különböző C-IED tanfolyamokat.

A C-IED törzstiszti tanfolyam egy nagyon fontos része a C-IED képzési és kiképzési rendszerének. Ennek a törzstanfolyamnak a megalkotása és fejlődése mindig az adott IED veszélyhelyzet, valamint a NATO műveleti követelmények alapján került kialakításra. A meglévő tanfolyamok naprakészen tartása vagy teljesen új tanfolyamok létrehozása egy szignifikáns feladat, melynek felelősségét az elmúlt évek folyamán a C-IED COE átvette, ezzel is támogatva a NATO-t, a szövetség tagországait, illetve partner nemzetét.

**Kulcsszavak:** NATO, C-IED COE, C-IED törzstanfolyam

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.25.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.24.

„If your vision is one year, plant crops  
If your vision is ten years, plant trees  
If your vision is one hundred years, teach people”  
(African ancient sayings) [1]

## INTRODUCTION

According to the C-IED<sup>1</sup> doctrine, the AJP-3.15<sup>2</sup> [2] and the C-IED strategy of training, education and skill development, courses are among the key elements for fighting against the IED<sup>3</sup> system. One of the main pillars of the C-IED mission is to Prepare the Force<sup>4</sup>, meaning that for NATO it is very important to have educated, trained, skilled and experienced members in the staff and units who are able to manage, coordinate, support or simply recommend the C-IED solutions, tasks for NATO, national unit, headquarters<sup>5</sup> or missions. [9]

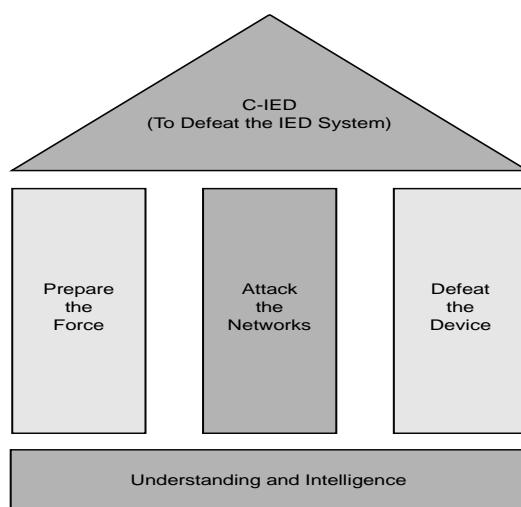


Figure 1 – The C-IED Approach with Supporting Activity Pillars [3, p. 1-2]

Preparing the units and HQ for the C-IED fight is a very complex mission because it must start from the individual training and education to carrying out a complex exercise, such as collective training, for units and HQs. Moreover, these individual and complex training tasks should be completed at all levels, from the very tactical, technical knowledge up to the high military strategic level and even up to the political level.

Training requirements are established by the national authorities or NATO. Obviously, each level has desired end state, required outcome and in an ideal situation in which we can establish a clear hierarchy and linkage to the different C-IED related education and training events, as can be seen in the Figure 2.

---

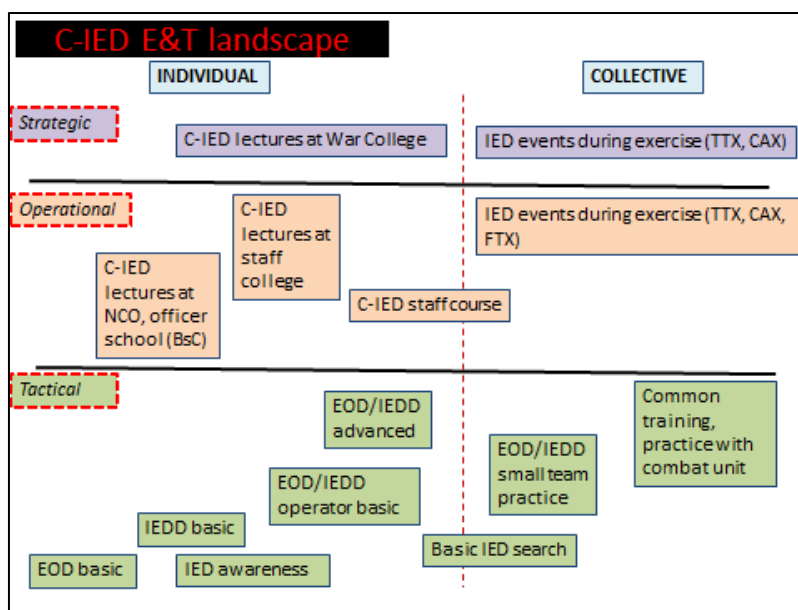
<sup>1</sup> C-IED – Countering Improvised Explosive Devices [4]

<sup>2</sup> AJP-3.15 – Allied Joint Publication-3.15 (Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices)

<sup>3</sup> IED – Improvised Explosive Device [4]

<sup>4</sup> The “Prepare the Force”, the “Attack the Networks” and the “Defeat the Device” are the three main pillars for fighting against the IED system. Underneath of these pillars there is with a supporting role, the “Understanding and Intelligence”. [2, p. 1-5, 2-1]

<sup>5</sup> HQ – headquarters [4]



**Figure 2** – Fictitious theoretical C-IED Education and Training landscape (Created by the author)

The *Counter Improvised Explosive Devices Centre of Excellence*<sup>6</sup> is one of the main organizations in NATO in charge of developing, evaluating and facilitating different C-IED training opportunities. According to the multiple requirements, nowadays, the focal point for the C-IED COE is developing, facilitating and providing different, mainly operational level staff officer oriented courses. Due to the fact that recently there are multiple C-IED staff officers courses, in this article I would like to focus on and introduce the evolution of the C-IED staff course, so called “C-IED Staff Officers Course”.

### C-IED COE/PTF<sup>7</sup>/C-IED DEPARTMENT HEAD

The C-IED COE was established in 2010 and since then the C-IED effort is improving. Before the COE was created, NATO and some nations had already recognized the need for C-IED training. So when the C-IED COE was fully capable there were several, mainly basic level C-IED trainings and also a few courses for staff members. Those NATO courses were developed by NATO ACT<sup>8</sup> which had a C-IED team in charge of developing and running different C-IED training programs at that time. There were lots of initiatives and that team was able to develop, for instance, the “*Weapon intelligence Team*”<sup>9</sup> course, the “*C-IED Staff Officer Awareness Course*”<sup>10</sup>, etc.

The C-IED COE, in just a couple of years, was able to take over those courses from NATO ACT and also has slowly taken the leading role in “Prepare the Force” tasks. The main reason the C-IED COE took this lead was because in accordance with its mission („... *to provide subject matter expertise in order to support the Allied, its Partners, and the International Community in the fight against IED and co-operate to increase security of Allied Nations and*

<sup>6</sup> Counter Improvised Explosive Devices Centre of Excellence (C-IED COE) was established in 2010 in Madrid, Spain. In the C-IED COE Spain is the framework nation and up to the end of 2018 there are additional 11 sponsoring nations (CZE, DEU, FRA, GRC, HUN, NLD, PRT, ROU, SWE, TUR and USA).

<sup>7</sup> PtF – Prepare the Force [3, p. Lex-2]

<sup>8</sup> NATO ACT – NATO Allied Command Transformation [5]

<sup>9</sup> WIT – Weapon intelligence Team

<sup>10</sup> SOAC – C-IED Staff Officer Awareness Course

also all the troops deployed in theatres of operations, reducing or eliminating the threats from improvised explosive devices used or for use....”) [6] this is one of the main tasks of this organization.

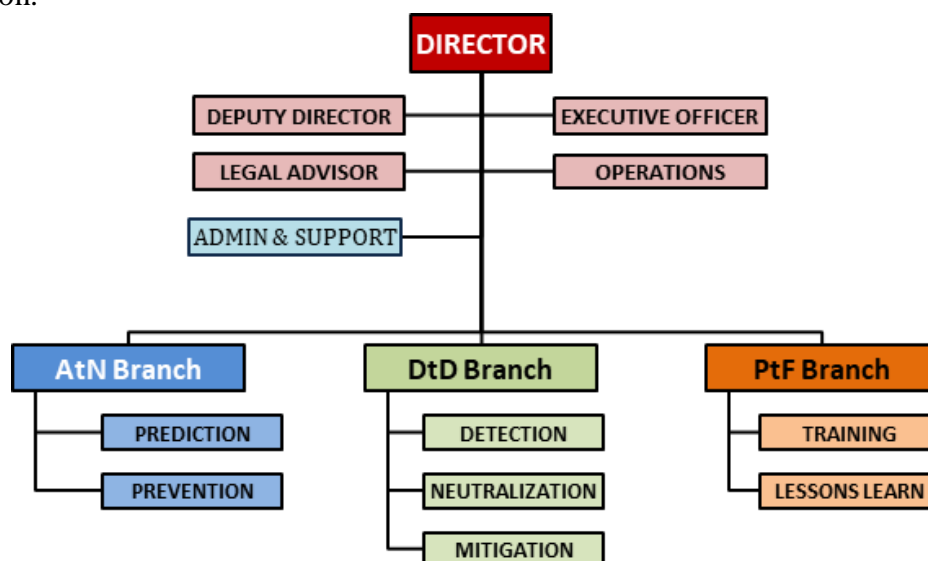


Figure 3 – The C-IED COE structure (Created by the author)

One of the C-IED COE branches is Prepare the Force which has been in charge, in the field of C-IED, of all education and training related tasks presented to the COE. Since NATO has established the “Requirement Authority” and the “Department Head” roles the C-IED COE PtF branch plays its role accordingly with responsibility of the C-IED Department Head in NATO. In 2016 the C-IED COE has also received the unconditional accreditation of quality assurance<sup>11</sup> [7]. With this accreditation the C-IED COE is in charge of evaluating all C-IED courses in NATO and in accordance with the QA certification, without any questions, NATO certifies C-IED courses according to the COE’s recommendation. This provides the COE more possibilities, flexibility and obviously more responsibilities for the role of developing and monitoring high quality C-IED courses for NATO.

The SOAC course was so called the typical staff officer course at the beginning of the C-IED COE’s life. The aim of the course was (and still it is) to provide Brigade and Divisional Staff members an awareness of C-IED strategies and supporting activities that may need to be integrated into existing operational planning and structures. In other words, the SOAC gives staff personnel an overview of the phenomenon of the IED threat and provides some orientation tools regarding the C-IED approach necessary to successfully fight against the IED threat.[8, p. 1] This also means that the desired end-state of the course is that staff members at a tactical, operational level in HQ will get a deeper understanding of the IED weapon system, Attack the Networks<sup>12</sup> enablers and activities that may be integrated into the existing operational planning and structures. According to the Bi-SC075-007, the level of knowledge of the SOAC is 100 – Understand. [10, p. 97]

The ideal training audience should come from tactical and operational level staff, being staff officers (OF1-OF5) and Senior Non-Commissioned Officers (OR7 and above) [11, p. 1-2], experienced in intelligence and operational planning, and Information Operations. The ambition for the course has been to have approximately 150 students per year who may come

<sup>11</sup> QA – Quality Assurance [7]

<sup>12</sup> AtN – Attack the Networks [3, p. Lex-1]

from NATO Command Structures, Allied and PfP (Partnership for Peace) partner Nations, and to those who foreseeably will be deployed to a NATO mission.

Altogether, for supporting those above mentioned intentions and requirements the following course structure was established. The SOAC duration has been established in 5 days. At the beginning, the course focusses mainly on theoretical lectures and towards the end of the week the focus shifts to more practical activities.

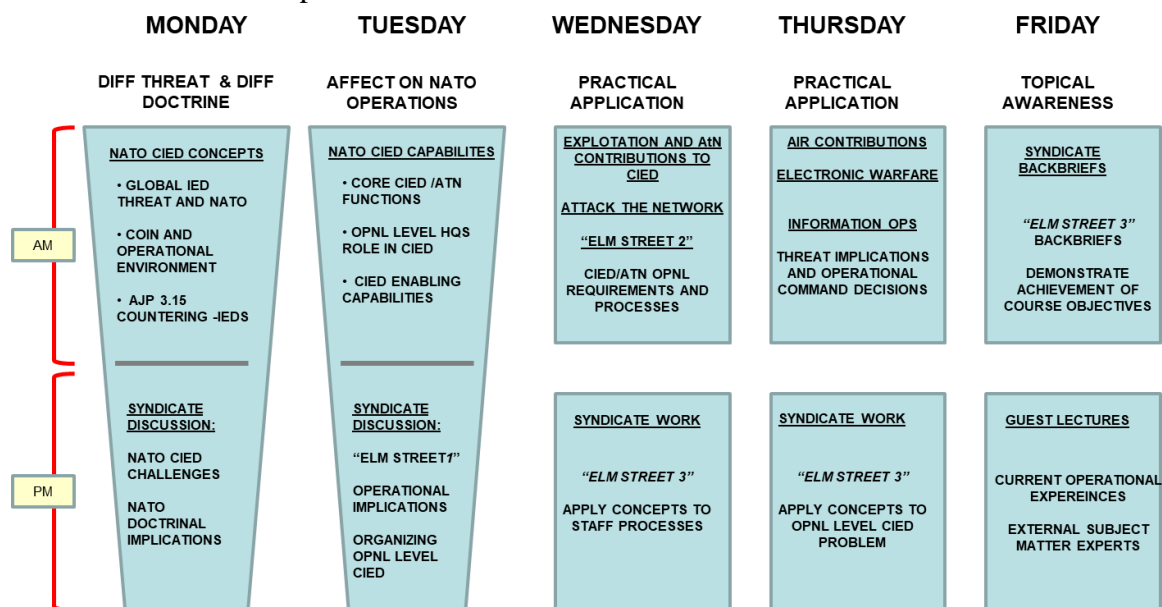


Figure 1 – SOAC agenda [12, slide# 4]<sup>13</sup>

Due to the fact that in 2011 and the following years the main operation for NATO was the ISAF<sup>14</sup> mission in Afghanistan, the main goal of the SOAC was to support NATO the best way possible in this operation. This was one of the reasons why in the agenda we could find classes as important as Counter Insurgency, Air Contribution, Electronic Warfare and Information Operation. The scenario of the practical exercises was also based on a peace keeping scenario, very much in line with the real life scenario in Afghanistan then.

During SOAC there were no tests or evaluation processes. The instructors and mentors would question the students and involve them in the class and syndicate work [8, p. 7] At the end of the course those students who had achieved the course objectives received a certificate stating that they successfully attended the SOAC.

Until 2014 the C-IED COE did not change anything in the program, only updated the lectures. The C-IED COE would keep the SOAC, as one of the main courses in NATO for countering the IED threat. In 2014 the C-IED COE received a request from the UN<sup>15</sup> to conduct a staff course in Mali on the subject of C-IED. For the PfP branch of the COE the most logical solution was to use the proven SOAC. However, this course had been developed for NATO and PfP nations<sup>16</sup>, but it was not complicated to adapt the content and make the requested staff

<sup>13</sup> The SOAC agenda, as usual task before starting any courses, should have been revised and updated by the assigned Course Director. The Course Director's responsibility and task is to make it sure that the course is going to be coherent and fit to the requirements.

<sup>14</sup> ISAF – International Security Assistance Force, NATO mission in Afghanistan the period of 2001-2014.

<sup>15</sup> UN – United Nations

<sup>16</sup> PfP – The Partnership for Peace is a program of practical bilateral cooperation between individual partner countries and NATO. 21 Non-NATO nations are participating in NATO's PfP program.

course available to the UN. The result of the transition was the “*C-IED Awareness Course*”.<sup>17</sup> This is the reason that we, in the C-IED COE, call this course “the younger brother of the SOAC”.

While the classification of SOAC is NATO Secret [8, p. 5], the classification for CIAC is NATO Non-classified. [13, p. 1] The duration of the CIAC has not been fixed, so it can be from 3-5 days long. The structure of this non-class course is similar to the SOAC, however, it was created in a more flexible way. The main idea for the CIAC is that the COE may obviously deliver the NATO C-IED strategy, however, there is a possibility to discuss local or area of interest topics. Also it is important to point out that with the CIAC the COE never imposes the receiving nations, organizations to follow the NATO C-IED approach. Furthermore, one of the main goals of the CIAC is to facilitate those non-NATO partner nations and organizations the possibility to understand and apply the received NATO C-IED strategy and incorporate them into their own capabilities.

Since the CIAC has been developed, this course has been conducted for UN attendees in Mali, for Ukrainian Security Forces in Ukraine and for Jordanian Security Forces in both the C-IED COE in Madrid and in Jordan, as well. We, in the C-IED COE, believe that this course is really useful and unique in the field of C-IED education and training and owes much of its success to the flexibility of its contents.

We can also say that the SOAC has been a very successful course. Proof of this is that as many as 564 students from 35 countries<sup>18</sup> have attended since it was first introduced. Furthermore, in the endorsed C-IED Discipline Alignment Plan<sup>19</sup> of 2015, it is stated that the SOAC should be revised to cover the maritime domain and Joint Operational nature of the C-IED. [14, p. 8] In the following years the C-IED COE revised the SOAC and developed a new C-IED staff officer course to support those new NATO requirements.

## **CSOC DEVELOPMENT CSOC CCD, ACCREDITATION**

According to the DAP in 2015, during the revision process the COE training SMEs identified two ways to support the new requirements. One way was to create a brand new Advanced Staff Officers Course from scratch; the other was to upgrade the existing SOAC. Due to the fact the SOAC was tried and tested and proven successful, the COE recognized that the best way to meet NATO’s new requirement was not to develop a new C-IED staff course from scratch but rather to use most of the content and structure of the existing SOAC.

One of the key issues was that this new course should cover the operational level planning considerations, should focus on the joint function and interagency approach in the C-IED field (maritime, law enforcement, etc.), and for the practical exercise perspective to use a complex, hybrid scenario. The result of the revision and the development was that new course content was developed with a few new lectures, and from the SOAC content some lectures were merged into one and some others were upgraded and updated, based on the more recent situation.

In April 2016 the C-IED COE ran a pilot version of the new course for C-IED staff members. Based on the invited attendees’ comments and concerns, the result of this training solution was that the new C-IED staff officer course had been sufficient to substitute the SOAC, and the most of the content of this new course was mature enough to cover NATO’s requirements.

---

<sup>17</sup> CIAC – C-IED Awareness Course

<sup>18</sup> The C-IED COE since took over the leadership and ownership of the SOAC created, maintained and updated a courses’ statistics file. In this file all C-IED related courses, facilitated by the C-IED COE, every attendees in figures are registered. This data in the text comes from the version dated: 11 Oct 2018.

<sup>19</sup> DAP – Discipline Alignment Plan



During the pilot course the participants agreed that the name of that new course is “C-IED Staff Officers Course”<sup>20</sup>.

“The aim of this course is to provide C-IED Staff Officers and Senior Staff Assistants, at Upper Tactical and Operational levels, with the knowledge and skills to facilitate, manage and lead the C-IED effort.” [15] This means that with this course the staff members in charge of dealing with C-IED during a mission could be prepared in general terms to be able to provide C-IED support to their commander. For this reason the training audiences were identified as mainly those Staff Officers and senior Staff Assistants (or equivalent civilians) who work in NATO or national operational HQ in the intelligence, operational, planning and training departments and governmental agencies in C-IED related positions.

According to the approved Course Control Document II<sup>21</sup> the following performance objectives were declared [15]:

1. Understand the IED system/networks and the IED threat.
2. Understand the C-IED approach and the integration of C-IED into command operational design.
3. Understand C-IED planning and reporting considerations.
4. Understand the Attack the Networks operations in C-IED operations.
5. C-IED training and Lesson Learned.

For reaching these objectives the course has been designed as you can see in the Figure 5.

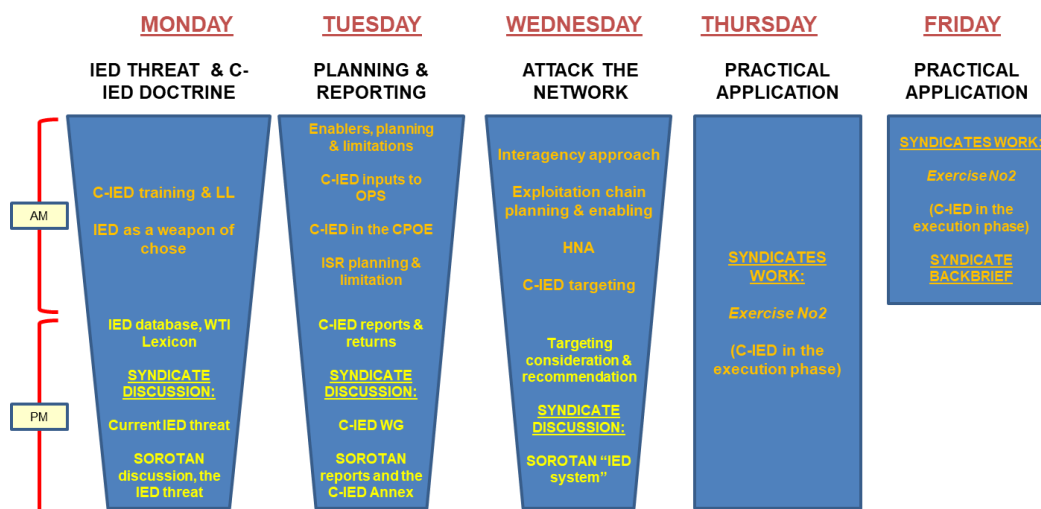


Figure 2 – CSOC Agenda, Iteration March 2017, (Created by the editor)

As you can see, the duration of the course is also 5 days and contains theoretical lectures and practical activities. The lectures and briefings are structured together based on the related subject they cover, which means that content-wise the theoretical classes are interconnected each day. Although most of the briefings do not contain classified information, due to the discussions and other sensitive topics, e.g. current IED trends and the IED systems, C-IED targeting, etc., the CSOC has NATO Secret classification. Because of this open discussions

<sup>20</sup> CSOC – C-IED Staff Officers Course

<sup>21</sup> CCD – Course Control Document “a set of documents used to define a NATO E&IT solution based on an E&IT requirement”. [10, p. B-2] Usually there are three CCD-s: CCD-I (CONTROL FORM); CCD-II (COURSE PROPOSAL); CCD-III (PROGRAMME OF CLASSES) [10, annex K, L and R]

often pop up during the lectures and most of the attendees are open about sharing their personal and even national experience, point of views, etc.

Beside the redesigned CSOC, the C-IED COE has also developed an online course. With this Advanced Distance Learning<sup>22</sup> online course the selected attendees can increase their C-IED knowledge before starting to the face to face CSOC. The online course, named “*ADL-207 C-IED course*” [16], is only open for the CSOC attendees, and it is a mandatory prerequisite course for them. During the online course the students must successfully pass several online exams to get the final certificate of accomplishment. [17]

Since the CSOC run, in the eight iterations, all together 195 attendees have been registered from multiple NATO organizations, allied and partner nations. If we look at that no more than three CSOC iterations per year are possible to be run at the C-IED COE venue, and there is a 24-seats per iteration limit, in order to ensure an adequate quality for the course, this figure is significantly high.

The lectures of the CSOC are delivered mostly by the COE staff members, nevertheless there are always external lecturers and mentors from different NATO, Allied nations and C-IED specialized organizations. Having external support also provides quality because those briefers can bring their current knowledge and C-IED experience. Another quality assurance aspect of this course was that it was designed not only to give a one way communication from the briefer to the audience but also, during the classes, to provide possibilities for discussion, and for sharing experiences among the attendees. Finally – after each iteration – the COE staff analyzed the attendees’ feedback and comments, and all relevant issues, concerns were reconsidered, and the content of the lectures were amended and updated accordingly.

The SOAC, CIAC and CSOC are not the only staff courses developed and delivered by the C-IED COE’s. Hereafter are some others [18]:

1. C-IED AtN Operational Course<sup>23</sup> – this is a course oriented to Attack the Networks’ tasks which mainly cover how to analyze, engage and target the IED system at operational level.
2. Attack the Networks Interagency Exploitation and Analysis<sup>24</sup> – an upper tactical level course, where using real events and case studies, the training audience can discuss the lessons learnt and can analyze real events which took place in the past.

If we look to the future, although we can recognize that the current status and version of the C-IED staff courses is able to fulfil NATO’s requirements, we cannot say that we have finished our job. The C-IED COE will continue to analyze the current IED threat throughout the world and update the contents of its courses based on these and information received, comments and feedback on courses delivered in order to ensure the continued quality of its courses.

If we look at the C-IED staff courses and their future, we can assume the following:

1. The C-IED COE most likely will not run the SOAC course anymore, as it is a bit outdated and in its current status and composition does not support the NATO and Allied nations requirements. On the other hand, my concern is that based on the lack of C-IED understanding at tactical level, the SOAC could be a good and relevant course for nations to train their tactical level staff members about the basics of C-IED. For this purpose, the content should be revised, updated and the classification

---

<sup>22</sup> ADL – Advanced Distance Learning

<sup>23</sup> AtNOC – C-IED AtN Operational Course

<sup>24</sup> ATIX – Attack the Networks Interagency Exploitation and Analysis

- of the course also should be modified not to be higher than “NATO selected”. Nevertheless, the SOAC should remain under the COE control for quality reasons.
2. The CSOC, as it is now and for the next couple of years, will support and meet the NATO requirements. The only thing the COE staff needs to do is to update according to the recent IED threat and NATO, adversary tactics, techniques and procedures.
  3. The CIAC is a very flexibly structured course. Keeping this flexibility allows the COE staff the possibility to update and amend the content of the course based on the receiver nation, organization requirements and needs. This version of the C-IED staff course is very important to be kept for partner nations because it is very crucial to their C-IED development at staff levels.
  4. The AtNOC is currently under revision. In previous years the duration of the course was only 5 days, the newly developed version has been extended by an additional week. The pilot course was delivered successfully and now the C-IED COE is analyzing which course composition provides better solution for the long-term point of view.
  5. The ATIX is also under revision. The COE is evaluating different ways to move ahead. However, it is probably one of the courses which will be closed in the near future. Most likely that its lectures will be embedded into the existing courses, mentioned above.

## **SUMMARY**

The NATO accredited C-IED Center of Excellence is that multinational organization whose role and responsibility is to provide support to NATO, Allied and partner nations, organizations whose mission is to fight against the IED threat all over the world. For this reason, the COE – in its role of being the NATO C-IED Department Head – continuously analyzes the IED threat and provides recommendations, suggestions and solutions for its partners. One of the supports the C-IED COE provides is education and training solutions.

In recent years the COE has taken over already existing courses from different NATO organizations and has developed new courses, which are able to cover NATO’s requirements, closing the training gaps. Different C-IED staff courses provide different training solutions.

In this article, my intention was to show what kind of C-IED staff courses have been developed in recent years and how the C-IED COE endeavors to find better solutions for requirements. The existing C-IED course adequately covers the tactical and operational level needs for both NATO and allied nations and even for NATO’s partner nations.

This initiative should be continued due the fact that the IED threat remains one of the major challenges for nations and for NATO and to fact that progress of the C-IED COE is good, appreciated and should continue to allow for well-educated and trained C-IED subject matter experts in the national and international staffs at all levels.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] NIEVES, M.: *Understanding the Adult Learner*, C-IED COE internal Train the Trainer training, C-IED COE, 13 September 2016, (lecture).
- [2] AJP 3.15 (C), *Allied Joint Doctrine for Countering Improvised Explosive Devices*, Edition C Version 1, February 2018, Source: <https://nso.nato.int/protected/nsdd/CommonList.html> (date of downloading: 04 March 2018).
- [3] ACIEDP-01, *Countering Improvised Explosive Devices Training Requirements*, Edition B, Version 1, November 2018, Source: <https://nso.nato.int/protected/nsdd/CommonList.html> (date of downloading: 28 December 2018).
- [4] NATO Standardization Office, The Official NATO Terminology Database, Source: <https://nso.nato.int/natoterm/Web.mvc> (date of downloading: 17 February 2018).
- [5] <https://www.act.nato.int/> (date of downloading: 28 December 2018)
- [6] C-IED COE: Status, Mission & Concept, Source: <https://ciedcoe.org/index.php/about-c-ied-coe/status-mission-concept> (date of downloading: 04 March 2018).
- [7] C-IED COE website, Department Head, Quality Assurance, Source: <https://ciedcoe.org/index.php/department-head/quality-assurance-qa> (date of downloading: 04 March 2018).
- [8] SOAC CCD II (Date: 1 April 2013)
- [9] HORVÁTH T.: *Az IED hálózat, mint korunk egyik aszimmetrikus kihívása*, Source: Csengeri János, Krajnc Zoltán (szerk.) *Humánvédelem - békeműveleti és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése*. 791 p. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztisképző Kar, 2016. pp. 275-298. (ISBN: [978-615-5305-35-1](#)).
- [10] Bi-SC 075-007, *Education and Individual Training Directive (E&ITD)*, date: 10 September 2015. Source: <https://www.act.nato.int/images/stories/structure/jft/ptecs/etd-075-007.pdf> (date of downloading: 28 December 2018).
- [11] STANAG 2116 LO, *NATO Codes for Grades of Military Personnel*, EDITION 6, 25 February 2010. Source: <https://nso.nato.int/protected/nsdd/CommonList.html> (date of downloading: 28 December 2018).
- [12] SOAC Instructor Overview\_intro v2 May 2011, Handover-takeover presentation from 2011, Source: C-IED COE (date: 5 May 2011).
- [13] CIAC CCD II (Date: 20 August 2018).
- [14] C-IED COE (S0940-2015) C-IED Discipline Alignment Plan (Date: 28 January 2016).
- [15] Education and Training Opportunities Catalogue (ETOC), C-IED Discipline, CSOC course, Source: <https://e-itep.act.nato.int/Guest/ETOCedit.aspx?sEncCrit=z21tSYwJspt7YhJqHCsOnsHrTPWv6QJwb2em5Y%2fURhMt5E%2bbWpPESaRefi4zMP4PjmsbFSn3zEVuNxHPFdji1%2fOb9fWNZ5U%2fz9HVgipSMrieog8f4Yx0htcOaUc90rpcbCkcHXTFxiy5YtB9yP7WGh6z2ebhlDe4w3PETWqTE7AKQL6wFCjLyrfxzg7zpdz0jkToPMpoPZUAyEVdwgjrI6nuhIjgziRfaN%2bg8%2f8IX3nHuPxZmLjMHYfc%2fXb01wfbNqpF5QmXYShyAmZkisRA4Emyn%2b%2fjrs73Uz2WVgTeYL513avMDpOL9gIeWBb5%2bYGuBCKB7GmCsuxcR4SZayT%2fYKEIjkuAK%2bm9NEcxCiGkyejQsEyDL6mRnUMsmjh1L7n>

[Czl7kIgIngrBHBBy7DRydNIjVoAadNfOKQ1LVfMjEaWzi1J%2bw%2b3C6evJmaZtI ZIxf543xEtErHPKaNhS6OTzQa4Yr%2bW8n7lgFXBrXfOuEtIHDDL89WdMLd%2fGX%2bbPu77r](http://Czl7kIgIngrBHBBy7DRydNIjVoAadNfOKQ1LVfMjEaWzi1J%2bw%2b3C6evJmaZtI ZIxf543xEtErHPKaNhS6OTzQa4Yr%2bW8n7lgFXBrXfOuEtIHDDL89WdMLd%2fGX%2bbPu77r) (date of downloading: 28 December 2018).

- [16] NATO Joint Advanced Distributed Learning website, Source: <https://jadl.act.nato.int> (date of downloading: 04 March 2018).
- [17] TÁBI L.: *Távoktatás a C-IED területén*, Source: Hadtudományi Szemle, 2018. XI. évfolyam 2. szám, [http://archiv.uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/hadtudomanyi\\_szemle/szamok/2018/2018\\_2/18\\_2\\_forum\\_tabil.pdf](http://archiv.uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/hadtudomanyi_szemle/szamok/2018/2018_2/18_2_forum_tabil.pdf) (date of downloading: 11 November 2018).
- [18] *Education and Training Opportunities Catalogue (ETOC), C-IED Discipline*, Source: <https://e-itep.act.nato.int/Guest/ETOCindex.aspx?sEncCrit=KTfmWLxPHci%2bxBaQEhKu2jFxxoJ67NQZ2FdWv%2fF3Y54W%2b9LqrZq9J2nt1PiLEYlsqXprdug2U2eNetZF%2fSWDQViaaH9Rsd89XxanwjbZGNgZGEm%2bFk5BQJBBq7KIUXTeIkkUbgYVdVyT3RfMdZSUXvFEDDv7MS6DMLmYNQRdwnZhNmk3EbEM8oLiRaTC2pe5PzcVDjgYlo4RliD8KZEhSRIGBvR13P5IYI7X4Z6tYnR76S5gKAoThyZqUxxhEbhJHO6Zlan6w662EO%2bICsS3Y5VDV08Zujn3hDn6MO%2b24CFqViVsC7J4Xx84I3gP92c%2ba3PvJqAvIJwFtMGoGKg%3d%3d> (date of downloading: 28 December 2018).

## DECENTRALIZÁLT SZENNYVÍZTISZTÍTÁS SZEREPE A TELEPÜLÉSI VÍZGAZDÁLKODÁSBAN

### ROLE OF THE DECENTRALIZED WASTEWATER TREATMENT IN MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

CZAKÓ Levente; KARCHES Tamás

(ORCID: 0000-0001-7231-2626); (ORCID: 0000-0003-2347-3559)

[levi.czako@gmail.com](mailto:levi.czako@gmail.com), [Karches.Tamas@uni-nke.hu](mailto:Karches.Tamas@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

A különböző szennyvízkibocsátások elvezetése, kezelése kiemelt fontosságú a közegészségügyi kockázatok elkerülése és a befogadó vízminőségének megóvása érdekében. A csatornahálózat kiépítésekor arra törekszünk, hogy a szennyvíz szállítását úgy végezzük, hogy abban biológiai folyamatok, iszaplerakódás ne induljon be. Az urbanizáció hatására a meglévő hálózatok túlterheltté válhatnak, a telepre a szennyvíz hosszabb úton érkezhets meg. A kiszolgált agglomeráció bővülése esetén szóba jöhetnek decentralizált szennyvízkezelő megoldások, melyek lehetnek a szennyvíz keletkezési helyénél létesített több kisebb kapacitású telep, kisebb lakóövezet, egy-két családot kiszolgáló egyedi kisberendezés és/vagy természetközeli (extenzív) szennyvíztisztítási rendszerek. A cikk célja ezen lehetőségek feltárása. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.1-16-2016-00025, projekt címe: A vízgazdálkodási felsőoktatás erősítése az intelligens szakosodás keretében)

**Kulcsszavak:** csatornázás, decentralizált szennyvíztisztítás, egyedi szennyvízkezelés, extenzív szennyvíztisztítás, települési vízgazdálkodás

#### Abstract

Wastewater from various sources may cause public health risk and deteriorate the quality of the receiving water body, where the key factor is on the performance of the collection and treatment system. Design of a sewerage system shall support the transportation of sewage without an extensive biological activity and sludge deposition in the system. Due to urbanization the existing network could be overloaded, the residence time of the fluid is increased. The expansion of the collection system supports the spread of alternative decentralized solutions, such as multiple small capacity wastewater treatment plants (WWTPs) as well as package plants or individual systems including extensive systems. Goal of this study is to analyze the possible decentralized wastewater alternatives. This work has been undertaken as a part of a project founded by the EFOP-3.6.1-16-2016-00025 aiming for the development of water management in Higher Education in the frame of intelligent specialization.

**Keywords:** decentralized wastewater treatment, extensive wastewater treatment, municipal water management, package plants, sewerage,

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.27.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.07.

## BEVEZETÉS

Az ivóvízbiztonság megköveteli a városi vízciklus zárását, a fenntartható vízgazdálkodást [1,2], melynek fontos eleme a szennyvíztisztítás. A szennyvíz különféle vízhasználatok során keletkező, ásványi és szerves szennyeződésekkel tartalmazó hulladékvíz, melyet gyakran a közüzemi csatornahálózaton külön vagy a csapadékvízzel együtt vezetnek el. A szennyvízkezelés célja a vízbázisvédelem, az egyes környezeti elemek megóvásával és nem pedig elsődlegesen kármentesítéssel [3].

Keletkezése alapján megkülönböztethetünk lakosságtól (kommunális), iparból és mezőgazdaságból származó szennyvizet. A szennyvízkezelő műveket a szennyvízösszegyűjtési terület alapján két nagy csoportba oszthatjuk: centralizált vagy decentralizált tisztítási rendszer. A centralizált szennyvíztisztítás során nagyobb településeken a keletkező szennyvizet összegyűjtjük és egy központi szennyvízkezelő telepen végezzük a tisztítását. Mivel kevés számú, de nagy kapacitású telepekről beszélünk, ezért a szennyvíz összegyűjtéséhez hosszú csatornahálózat kiépítése szükséges.

A decentralizált szennyvízkezelés során több, kisebb telepen vagy egyedi megoldásokkal helyben kezeljük a szennyvizet, így nem szükséges hosszú csatornahálózat kiépítése. Hátránya lehet, hogy a lakosság közvetlen környezetében történik ennek megvalósítása, amely panaszokra adhat okot például az esetleges bűzképződés miatt, és az üzemeltetéséhez sem áll rendelkezésre minden esetben képzett személyzet.

Mindkét esetben a szennyvíztisztítás alapfolyamatai azonosak, azonban a kialakításban és ehhez kapcsolódóan az üzemeltetésben lehetnek eltérések. A következő fejezetekben áttekintjük a szennyvíztisztítás fokozatait, a kezelt szennyvízminőségre meghatározott előírásokat, a csatornázottság hátrányait, a decentralizált szennyvíztisztítás megoldási lehetőségeit.

## TISZTÍTÁSI IGÉNY ÉS ALAPFOLYAMATOK

Magyarországon 2005. január 1-ig a 4/1984. (II. 7.) OVH rendelet [4] határértékei voltak érvényesek (1. táblázat) a tisztított szennyvizek meghatározó szennyező, illetőleg növényi tápanyag tartalmát (kémiai és biológiai oxigénigényét, KOI, BOI<sub>5</sub>, lebegőanyag, nitrogénforma és az összes foszfor tartalmát) tekintve [5]. Az 28/2004. XII. 25. KvVM rendelet [6] új határértékek előírásán túl a hatóságoknak meghagyta a lehetőséget, hogy az elérni kívánt vízminőség érdekében szigoríthasson.

Jellemzők [mg/l-ben]	Területi kategóriák					
	I	II	III	IV	V	VI
<b>KOI</b>	50	75	100	100	150	200
<b>Lebegőanyag</b>	100	100	200	200	500	200
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	2	5	30	10	30	10
<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	40	50	80	80	-	80
<b>Összes P - TP</b>	1,8	2	2	2	-	2

1. táblázat Az (4/1984. (II. 7.)) OVH rendelet határértékei a hazai befogadókra (saját szerkesztés [4] alapján)

Az 1984. évi szabályozás a befogadók szennyezettsége, terheltsége és vízhozamait veszi figyelembe. Az új szabályozás ezzel szemben az üzemméret függvényében a határozza meg a határértékeket (2. táblázat), kiegészítve, hogy az egyes befogadók érzékenységének megfelelően regionális szigorításokat lehet alkalmazni. A határérték túllépéséért a telep szennyvízbírságot, a környezetbe kibocsátott szennyezőanyag mennyiség alapján pedig környezetterhelési díjat fizet.

EU 271/1991	Lakosegyenérték osztály (LE - 60 g BOI <sub>5</sub> /fő nap)		
Kategória	1	2	3
Jellemzők (mg/l)	< 10 ezer LE	10 - 100 ezer LE	> 100 ezer LE
BOI <sub>5</sub>	25	25	25
KOI	125	125	125
Összes lebegőanyag - TSS	60	35	35
Összes nitrogén – TN	-	15	10
Összes foszfor - TP	-	2	1

2. táblázat Az EU javaslat a kommunális szennyvíztisztítók kibocsátási határértékeire (saját szerkesztés [6] alapján)

A szennyvíztisztítás feladata, hogy a kezelt szennyvíz a befogadó víztest minőségét, számottevően ne befolyásolja; ne okozzon oxigénhiányt, ne segítse elő az eutrofizációs folyamatokat a különböző nitrogén- és foszforformák bejuttatásával, illetve ne veszélyeztesse a vízi szervezeteket [7]. A szennyvíz kezelésének folyamatai alapvetően fizikai, biológiai és kémiai műszaki műveleteken alapulnak, melyeket az alábbi fokozatokra tagolással különíthetünk el. [8]

- Első tisztítási fokozat célja a durva szennyeződések, felúszó vagy ülepedő anyagok eltávolítása, illetve ezen fokozatot követő műtárgyak tehermentesítése. Ezt a fokozatot elsősorban fizikai (mechanikai) eljárások, műveletek alkotják.
- Második tisztítási fokozat a szervesanyagot bontó, biológiai többlet nitrogén és többlet foszfor eltávolítást végző mikroorganizmusoknak megfelelő életkörülményt biztosítja, melyek bontják, ásványosítják, élő sejtanyaggá alakítják a szennyvíz szervesanyagát. A szervesanyagokat rendszerint aerob körülmények közt (oxigén jelenlétében) működő mikroorganizmusok bontják, ezért levegőt vagy néhány esetben tiszta oxigént juttatnak a rendszerbe. Az intenzív biológiai tisztítás két legelterjedtebb technológiája az eleveniszapos és a biofilmes tisztítás. Az előbbi lebegő biomasszát, utóbbi valamilyen hordozóhoz kötött biomasszát alkalmaz.
- Harmadik tisztítási fokozat a szennyvíz kémiai úton való kezelése, a kémiai foszforeltávolítás koaguláció és flokkuláció műveletei.
- Negyedik tisztítási fokozat a gyógyszermaradványok és egyéb mikroszennyező anyagok eltávolítását célozza meg, azonban kiépítése és üzemeltetése költséges. Az



egyre szigorodó előírások olyan irányba mutatnak, hogy alkalmazása szükségessé válhat (pl. membrántechnológiával).

A különböző tisztítási módszerek vagy azok kombinációi a kommunális szennyvizek tisztítására olyan feltétellel jöhetnek szóba, hogy flexibilisek legyenek a gyakran változó vízmennyiség és vízminőség tekintetében, tolerálják az üzemzavarok vagy a hőmérséklet változásának, a zavaró vegyületek megjelenésének vagy ezek kombinációinak hatását, és alacsony fajlagos tisztítási költséggel rendelkezzenek. [9,10]

A biológiai módszerek között megkülönböztetnek természetközeli (extenzív) és mesterséges (intenzív) tisztítási módszereket. Előbbiek általában nagy térfogatokat, felületeket és hosszú tisztítási időt igényelnek. Az intenzív technológiák fajlagosan kevesebb hely- és időigényt jelentenek, éppen a tisztítást végző, nagyjából hasonló mikroorganizmusok nagymértékű koncentrációja eredményeként. Éppen ezért a gyakorlatban a nagyobb agglomerációkban általánosabb a mesterséges tisztítás alkalmazása. A szennyvizek 90-95%-át az utóbbi megoldással tisztítják [5].

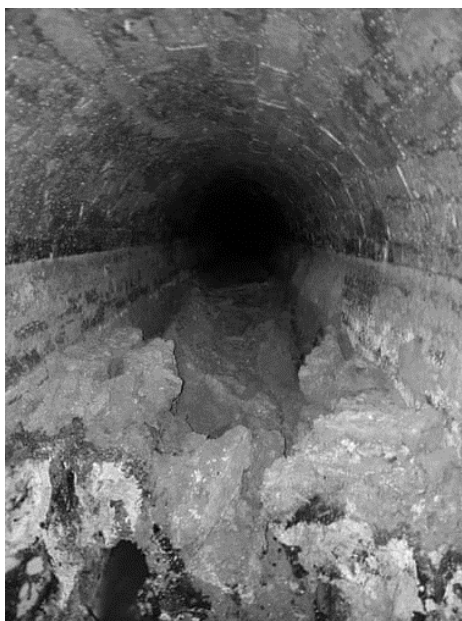
Azonban ezen megoldások külső energiabevitelét igénylik. A nagyvárosok, metropoliszok korlátozott hellyel rendelkeznek, illetve a területfejlesztési igények miatt a központosított rendszerekkel együtt jár a hosszú csatornahálózat kiépítésének igényével, mely számos üzemeltetési nehézséget okoz.

## **CENTRALIZÁLT SZENNYVÍZTISZTÍTÁS PROBLÉMÁI**

Ma már egy nagyobb szennyvíztisztító telephez több 1000 km-es csatornaszakasz is tartozhat és ennek fenntartása, üzemeltetése, karbantartása egyre nagyobb kihívást jelent a szakemberek számára. Az urbanizáció hatására a legtávolabbi szennyvízbeocsátási pontok egyre nagyobb távolságokra vannak a teleptől, amelynek következményeként a szennyvíz tartózkodási ideje is megnő a csatornahálózatban, ezzel egyre gyakrabban előforduló üzemeltetési problémákat okozva. Ez a hosszú csatornahálózatot, annak üzemeltetésének, fenntartásának nehézségét, a benne szállított szennyvizek minőségének romlását (anaerob környezet, berothadás, korrózió, zsírdugó-képződés) okozza.

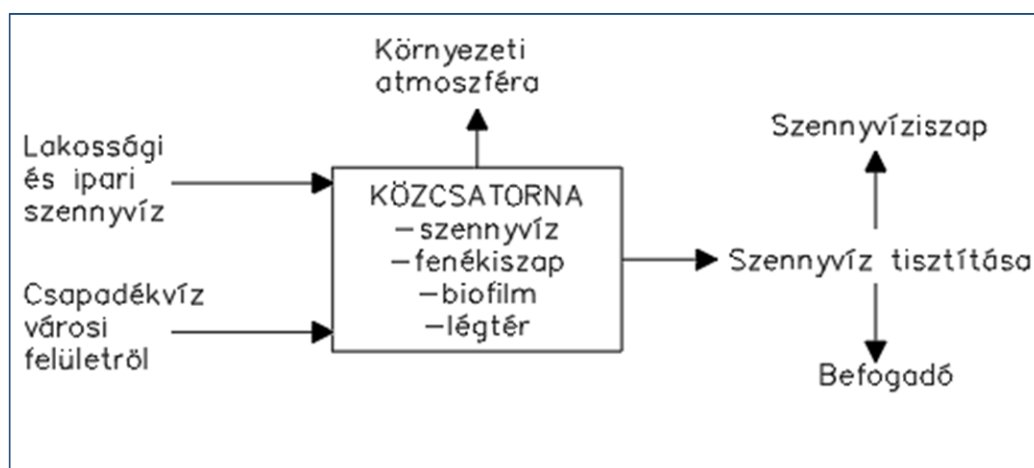
Nagy problémát jelentenek az ételmaradékok, mert az elhasznált ételaj, zsíradék amint leérkezik a lefolyókon keresztül, azonnal megdermed, és rákövesedik a csatorna falára. Ezzel szűkíti a cső átmérőjét, és ezen a lerakódáson további szennyeződések (zsír, WC papír, nedves törlőkendők és más csatornahulladékok) tudnak megtapadni, így végül dugót, és karbantartás hiányában elöntést okoz. Ez történt a londoni Whitechapeltben, ahol 130 tonnás és 200 méter hosszú, monumentális zsírhegy (1. ábra) az egyik legnagyobb, amit valaha találtak, és a szakemberek szerint szennyvízáradással fenyegette a várost. [11]

A biológia vonatkozásában, a csatornarendszerben kialakuló redox körülmények meghatározó fontosságúak [12]. Aerob körülmények esetén a keletkező szag jelentéktelen, és a közegészségügyi és korróziós veszély is minimális. Ilyen csatornarendszerben a biológiailag könnyen bontható komponensek még a szennyvíztisztító telepre érkezés előtt biodegradálódhatnak, mely egyben iszapképződést jelent, és a csatornahálózatban lerakódhat. [13]



1. ábra A londoni „csatornaszörny”, whitechapei zsírhegy megkövült része a csatornafalon [11]

A szennyvízben végbemenő biológiai folyamatok nagyon összetettek, és többféle fázisban egyidejűleg következnek be: a folyadékban lebegő szilárd fázisok, a biofilmben, a fenéküledékben, valamint a közcsatorna csőfalának és gázterének az érintkezési felület. [14] Az anyagcserefolyamatok nemcsak a fázisokon belül, hanem az egyes fázisok között is lejátszódhatnak. Ami a lakosságot leginkább érzékenyen érinti az az anaerob folyamatok során képződő gázoknak a külső atmoszférába jutása, mely intenzív bűzhatásként jelentkezik. Az anyagforgalom kapcsolatrendszere a 2. ábrán látható.



2. ábra Szennyvíz szállítása és átalakulása a lakossági csatornarendszerekben. (a szerző szerkesztése [15] alapján)

A közcsatornában a biológiai folyamatok többféle környezetben mennek végbe, szennyvízben a szennyezőkomponensek, és a mikroorganizmusok időben és térben eltérő széles skálája van jelen. A mikrobiológiai folyamatok egyidejűleg a különböző fázisokban (szuszpendált vizes, biofilm, üledék és a gáz fázissal érintkező csőfal felület) játszódnak le. A mikrobiológiai folyamatok előrehaladása egyidejűleg a különböző fázisok kapcsolatával valósul meg, miközben fázisonként is gyakran változó aerob és anaerob körülmények alakulnak ki. A tápanyagok (mind az elektron donor szerves anyag, mind az elektron akceptorok - oxigén,

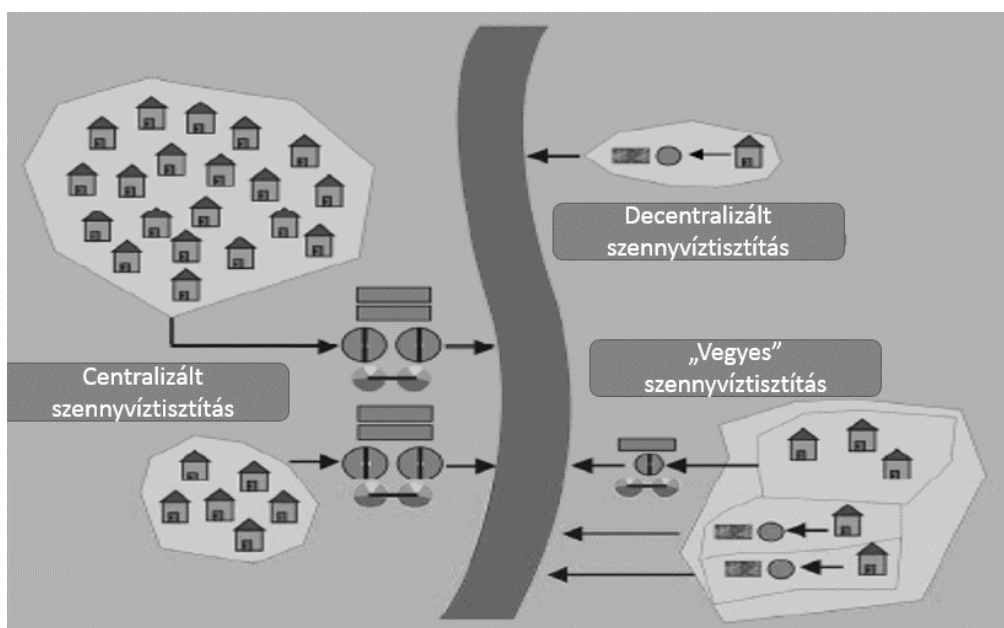
nitrát), valamint a mikroorganizmusok kicserélődése és ezek között a fázisok között folyamatos. [15]

### DECENTRALIZÁLT SZENNYVÍZTISZTÍTÁSI MEGOLDÁSOK

Az alkalmazandó megoldás kiválasztásához a területi adottságok, költséghatékonysági, környezetvédelmi szempontok, technológiai alternatívák együttes figyelembevétele szükséges. Ennek előnye az alacsony energiaigény, a keletkezés helyéhez közeli tisztítás és a hasznosítás, viszont hátránya az engedélyeztetés, a tulajdonviszonyok és az üzemeltetés. Azonban többfajta technológiai alternatíva létezik, például szennyvíztisztító kisberendezések, szennyvíztisztító kistelepek, természetközeli megoldások és ezek kombinációi.

Szennyvíztisztító kisberendezéseket családi házaknál, intézményeknél, lakótömböknél lehet alkalmazni, ahol a tisztított szennyvíz jellemzően elszikkasztásra kerül, az üzemeltetés egyszerű, költséghatékony, ugyanakkor engedélyeztetése nehézkes, próbaüzem szükséges.

Szennyvíztisztító kistelepeket általában nagyobb lakosegyenérték (kisebb falvak) mellett terveznek. Ilyen technológia lehet a vegyszeres kezeléssel bővített mechanikai fokozat (CEPT-Chemically Enhanced Primary Treatment), a granulált iszapos UASB technológia, mely a vertikális áramú anaerob reaktor (UASB-Upflow Anaerobic Sludge Blanket), de természetesen az eleveniszapos és biofilmes technológiák is szóba jöhetnek.



3. ábra Centralizált és decentralizált szennyvíztisztítási megoldások (szerző szerkesztése [16] alapján).

A 3. ábra vegyesen mutatja a centralizált és decentralizált megoldásokat. Az ábrából láthatjuk, hogy a hibrid megoldások is szóba jöhetnek vagyis egy agglomeráció szennyvizének zömét egy nagyobb telep kezeli, a fennmaradó rész tisztításához pedig decentralizált megoldásokat alkalmazunk.

Ez a helyzet akkor állhat fenn, ha a központi telep évtizedekkel előtti lakosszámra volt tervezve, de közben az urbanizáció hatására bővült a kiszolgálandó terület. Ekkor a kapacitás növekedésének igényét nem a központi telep vállalja fel, hanem kis kapacitású szennyvíztisztító berendezéseket létesítünk, ezzel kihagyva a már meglévő telepre befolyó hidraulikai és biológiai újraméretezést és a meglévő csatornahálózatot sem terheljük tovább.

A város közepén elhelyezett kisebb telepek esetében a műszaki szempontok mellett ki kell emelni, hogy egy szennyvízkezelő mű közelében a telkek kevesebbet érnek, a lakosság nem

szívesen költözik annak közelébe. Ezt úgy is nevezhetjük, hogy a telep tényleges helyigényén túl van egy ún. pszichológiai lábnyoma, melynek csökkentési lehetősége a környezettudatos nevelésben és szociológiai vonatkozásaiban rejlik.

## ÖSSZEGZÉS

Ha egy település vagy településrész szennyvízkezelése nem megoldott, többféle lehetőséget kell összevetni; egyrészt a csatornahálózat kiépítésével meglévő szennyvízgyűjtő- és kezelő rendszerre lehet csatlakozni, másrészt egyedi, decentralizált megoldásokat lehet keresni. A decentralizált szennyvízkezelés az esetlegesen túlterhelt csatornahálózat negatív következményeit kiküszöböli, azonban több, kisebb kapacitású telep vagy berendezés működtetését feltételezi. A kisberendezések kialakítása több módon is lehetséges.

Kiszolgálhat akár több ingatlanból álló csoportot, valamint elhelyezése ingatlanonként lehet egyedi is, illetve ezek együttes alkalmazására is van lehetőség. Ezek után kerül sor a tisztított szennyvíz elhelyezésére, mely történhet egy felszíni befogadóba, vagy szikkasztással a talajba. A decentralizált megoldásoknál az extenzív, természetközeli eljárások is szóba jöhetnek; például a mechanikai tisztítás után a szennyvíz szikkasztható.

Ezen megoldások a 2000 lakosegyenérték alatti települések szennyvízkezelésének alternatívái lehetnek. A piacon több száz forgalmazó található, akik egyedi szennyvízkezelő rendszereket terveznek és telepítenek. Szükséges lenne összegyűjteni az adott berendezések üzemeltetési tapasztalatait az egyes alternatívák kapacitásának értékeléséhez. További lehetőség az anyagforgalmi modellezésen alapuló szimulációs rendszerek használata, mellyel a befolyó szennyvízterhelés időbeli változásának hatása is előre jelezhető, és a kutatás folytatásában a következő lépést jelenti.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BEREK, T.: *A vízbiztonsági tervezés szerepe a fenntartható vízgazdálkodásban*; Műszaki Katonai Közlöny XXVI. 2. (2016) 32-48. o.
- [2] BEREK, T.; DÉNES, K.: *A Vízbázisok védelme különös tekintettel a katonai táborok vízellátására*; Műszaki Katonai Közlöny XXV. 1. (2015) 122-130. o.
- [3] CSÖSZ, L.: *A vízminőség-védelemmel kapcsolatos problémakör hazai helyzete*; Hadmérnök XIII. 1. (2018) 168-177. o.
- [4] 4/1984. (II. 7.) OVH rendelkezés a szennyvízbírságról
- [5] KÁRPÁTI, Á.: *A szennyvíztisztítás követelményei és a tisztítótelep típusválasztási lehetőségei Magyarországon*; MASZESZ Hírcsatorna VI. 3. (2003) 3-11. o.
- [6] 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól
- [7] BENEDEK, P.; VALLÓ, S.: *Víztisztítás-Szennyvíztisztítás*; Műszaki könyvkiadó, 1982.
- [8] VERMES, L.: *Vízgazdálkodás*; Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 1997.
- [9] FÖRSTNER, U.: *Környezetvédelmi technika*; Springer-Verlag, 1993.
- [10] BARÓTFI, I.: *Környezettechnika*; Mezőgazdasági Kiadó, 2003.
- [11] <https://www.theguardian.com/culture/2018/feb/04/fatberg-museum-london-display-pickling-age-waste> (hozzáférés: 2018.10.05.)
- [12] JOBBÁGY, A.; SZÁNTÓ, I.; VARGA, GY., SIMON, J.: *Sewer system odour control in the Lake Balaton area*; Water Science and Technology, XXX. 1. 1994, pp. 195-204.

- [13] DULOVICS, Dné.; DULOVICS, D.: Szag és korróziós problémák a csatornahálózatban, MASZESZ Hírcsatorna, VI. 3., 2004. 3-8. o.
- [14] SOMODI, F.; RADÁCS, A.; KÁRPÁTI, Á.: *Csatornaszag megszüntetése a szennyvíz gyűjtésénél. A szennyvíz-gyűjtés, tisztítás és iszapkezelés általános problémái*; Tanulmány-gyűjtemény No. 8. Veszprémi Egyetem, Környezetmérnöki és Kémiai Technológia Tanszék, 2003, 95. o.
- [15] KÁRPÁTI, Á.: *A szennyvíztisztítás alapjai*; [http://koe.hu/wp-content/uploads/2016/07/§\\_szennyvíztisztítás.pdf](http://koe.hu/wp-content/uploads/2016/07/§_szennyvíztisztítás.pdf) (letöltve: 2018.10.05.)
- [16] FRECHEN, F.-B.: Technische Entscheidungskriterien für dezentrale oder zentrale Abwasserreinigungsanlagen; [https://www.uni-kassel.de/fb14bau/fileadmin/datas/fb14/Institute/IWAU/Siedlungswasserwirtschaft/Vortraege/Vortraege\\_2014/A\\_DWA\\_O6\\_LR\\_Entscheidungskriterien\\_2014-11-05\\_P.pdf](https://www.uni-kassel.de/fb14bau/fileadmin/datas/fb14/Institute/IWAU/Siedlungswasserwirtschaft/Vortraege/Vortraege_2014/A_DWA_O6_LR_Entscheidungskriterien_2014-11-05_P.pdf) (letöltve: 2018.10.05.)

## KATASZTRÓFAVÉDELMI ÖNKÉNTESOK KÖZÖSSÉGI MÉDIA HASZNÁLATA

### THE SOCIAL MEDIA USE OF THE DISASTER MANAGEMENT VOLUNTEERS

HÁBERMAYER Tamás                      TÚRINÉ BARTA Ágnes                      MUHORAY Árpád  
(ORCID: 0000-0002-6677-9163)      (ORCID: 0000-0001-5782-3997)      (ORCID: 0000-0003-3832-293X)  
[dr.habermayer.tamas@  
katved.gov.hu](mailto:dr.habermayer.tamas@katved.gov.hu)                      [agnes.turinebarta@  
katved.gov.hu](mailto:agnes.turinebarta@katved.gov.hu)                      [muhoray.arpad@uni-nke.hu](mailto:muhoray.arpad@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

A katasztrófavédelmi önkéntesek különböző módon, generációnként eltérő gyakorisággal és funkcióval használják a közösségi média nyújtotta lehetőségeket. Az elektronikus eszközök technológiai fejlődése, illetve a szolgáltatók által biztosított lehetőségek az internet elérését és ezen alkalmazások használatát egyre könnyebbé teszik. A fiatalabb generációk ezzel napi szinten együtt élnek, míg az idősebb generációk tagjai közül kevesebben képesek alkalmazkodni ezekhez. A közösségi média használata ugyanakkor számos lehetőséget biztosít – például szöveges és képi információk valós idejű megosztása, az önkéntes csoport szervezése vagy riasztás – de számos veszélyt is rejt magában. A szerzők az ár- és belvíz elleni védekezések jövőbeli szervezése érdekében vizsgálják a katasztrófavédelmi önkéntesek közösségi média használatát, és tesznek javaslatot a hatékony alkalmazáshoz.

*Kulcsszavak:* katasztrófavédelem, önkéntes, közösségi média, generációk

#### Abstract

The social media use of the disaster management volunteers vary in frequency and function according to different generations. The development of the electronic devices and the progress of the internet packages provided by different ISPs make the availability and the use easier. The younger generations live with this process every day, but fewer members of the older generations can adapt to this situation. The social media use provide numerous possibilities – for example: sharing text and picture information, organising a voluntary group, alert –, but has dangers as well. In this article, the authors examine the social media use of the disaster management volunteers, because of organising future inland water and flood defense, and make suggestions how can it be efficient in different ways.

*Keywords:* disaster management, volunteer, social media, generations

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.23.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.26.

## BEVEZETÉS

Hasonlóan a világ legtöbb országához, az ár- és belvizek elleni védekezések során számos önkéntes segíti a veszélyhelyzetek elhárítását. A katasztrófavédelmi szervezet, felismerve az önkéntesek képességeit és hasznosságát, sokféle közreműködési lehetőséget teremt számukra. A települések valós kockázatokon alapuló felmérése során a veszélyforrások realizálódnak, a megfelelő védelmi erő tervezhetővé válik. Az azonosított kockázatok veszélyei ellen az önkéntesek is védekeznek, a veszély mértékétől függően egyénként, csoportként, vagy akár tömegként. Ez azonban nem lehet önálló, hiszen szorosan együtt kell működniük a védekezésre hivatott állami és önkormányzati szervekkel, valamint a védekezés más, nem önkéntes résztvevőivel (például közfoglalkoztatottak, köteles polgári védelmi szervezetek). Egy másik megközelítésből az önkéntesek részvételét a védekezések szervezőinek tudatosan tervezni kell. Ismerni kell a jellemzőiket, az önkéntesek kategóriáit, az eszközök és az erőforrások lehetőségeit, valamint motivációjukat ahhoz, hogy azok a lehető leghatékonyabbak legyenek. Sajnos ez jelenleg nagyon alacsony határfokkal működik. Tekintettel az ár- és belvízi kockázatok emelkedő szintjére, a változó és új veszélyforrásokra, a lehető legnagyobb hatékonyság elérése (így a sikeres védekezések esélyének növelése) szinte kötelezővé válik. Ez viszont csak úgy történhet, ha a védelmi feladatok jelentős része már a felkészülés időszakában megvalósul. Ennek egyik legfontosabb eleme lehet a tudományos vívmányok és az informatikai fejlődés tudatos, célhoz kötött, szervezett felhasználása. Egy-két emberöltővel ezelőtt szinte teljesen a tudományos fantasztikum világába tartozott, hogy két ember egy telefon segítségével videó-kapcsolatba lépjen egymással. A mai korban erre a leggyengébb kategóriájú okostelefon is képes egy applikáció és wifi, vagy egyéb megfelelő adatkapcsolat segítségével. Ráadásul a katasztrófavédelmi önkéntesek, csakúgy, mint az emberek többsége előszeretettel és rendszeresen használja az okoseszközöket, amelyek lassan már teljesen beépülnek a mindennapok világába. Így egyre inkább elenyésző azok száma, akik nem akarnak, vagy nem tudnak ennek a folyamatnak a részévé válni. A kutatásunk szempontjából elsőként felmerül a kérdés, hogy mennyire valós és mekkora a távolság a generációk informatikai tudása, eszközhasználata és alkalmazása között. A második kutatandó terület, hogy vajon használhatóak-e a közösségi média alkalmazások a katasztrófavédelmi helyzetekre történő felkészülésre vagy az önkéntesek szervezésére. Harmadik kérdésként felvetődik, hogy a védekezések szervezőinek a megváltozott körülményekre, az okoseszközökre, a közösségi média használatra kell-e tudatosan készülniük?

## A KATASZTRÓFAVÉDELMI ÖNKÉNTESOK GENERÁCIÓS MEGOSZLÁSA

A katasztrófavédelmi önkéntesek generációs megoszlását, katasztrófavédelmi önkéntesi kategóriába tartozását anonim kérdőív segítségével vizsgáljuk. A generációk életkori meghatározásánál Kissné András Klára doktori értekezésében [1] foglalt csoportokat (az életkor és a katasztrófavédelmi műveletekbe történő bevonhatóság miatt az Alpha generáció jelenlegi kizárásával), az önkéntesek kategóriái során Dr. Hábermayer Tamás cikkét [2] vesszük alapul.

Generáció	Születési idő
Veterán generáció	1925-1945
A Baby-Boom generáció	1946-1964
Az X generáció	1965-1979
Az Y generáció	1980- 1994
A Z generáció	1995- 2009
Az Alpha generáció	2010 -

1. táblázat A generációk (Szerzők készítése)

A kérdések megválaszolása céljából egy on-line kérdőívet készítettünk, amelyet anonim módon kellett az érdeklődő katasztrófavédelmi önkénteseknek 2018.11.01-2018.11.15. közötti időszakban kitölteniük. Az adatgyűjtéshez és elemzéshez használt szoftver a Lime Survey program volt.<sup>1</sup> A kérdések százalékos eredményei a matematikai szabályok alkalmazásával, 2 tizedes-jegyig történő kerekítéssel váltak véglegessé.

A kérdőívben öt fő kérdéscsoport (generációs kérdések, technikai eszközök használata, közösségi média alkalmazása, kockázatok ismerete, ár- és belvíz kérdések) kapcsán összesen 16 kérdést kellett megválaszolniuk a kitöltőknek. Az érintett időszak alatt önkéntes feladatot vállalóktól 187 kitöltés érkezett, amelyből 155 teljes, 32 részleges (nem minden kérdésre adott választ) kitöltés volt.

Az első két kérdés a katasztrófavédelmi önkéntesek generációjára, valamint közösségbe tartozására vonatkozott. Amennyiben ugyanis egy önkéntes már csoportba szerveződött, akkor az katasztrófavédelmi szempontból egy magasabb képzettségi és szervezetségi fokot jelent a mentési műveletek végrehajtása kapcsán [2: 106-109]. Az önkéntesi csoport tagjai a szervezett összejövetelek, találkozók, felkészítések alatt sok katasztrófavédelmi ismeretet, gyakorlati fogást el tudnak sajátítani, így a „csoportba szerveződött” önkéntesek képzetesebbé válnak az egyénhez képest.

Az alábbi táblázat az önkéntesi kategóriákat mutatja.

Kategória	Katasztrófavédelmi törvény [3]
Állampolgárok (önkéntesen segítséget nyújtó személyek) Polgári védelmi szervezetek Önkéntes civil szervezet a) önkéntesen közreműködő karitatív szervezet b) önkéntesen közreműködő társadalmi szervezet gazdálkodó szervezetek önkéntesei nemzetközi önkéntesek a) megfigyelők b) beavatkozók	Kat. 2.§ (1) Kat. 3.§ 21. Kat. 18. § (1)

2. táblázat A katasztrófavédelmi önkéntesek kategóriái (Szerzők készítése)

A kérdőív első kérdéscsoportja a generációk vizsgálatára vonatkozott. A következő táblázat azt mutatja, hogy a kitöltők életkora alapján hogyan alakultak a kategóriák.

<sup>1</sup> Lime Survey: Világviszonylatban is professzionális szintű, nyílt forráskódú on-line adatgyűjtő és elemző szoftver (www.limesurvey.org)



Önkéntesek kategóriái	Generációk					
	Veterán (1925- 1945)	A Baby- Boom (1946- 1964)	X (1965- 1979)	Y (1980- 1994)	Z (1995- 2009)	Nincs válasz
Kitöltők százalékos megoszlása	0.53%	17.11%	41.18%	25.67%	3.21%	12.30%
Állampolgár (Önként segítséget nyújtó személy)	100%	65,21%	36,74%	43,33%	50,00%	0%
Pv. szervezet (önkéntesei) tagja	0%	0%	20,41%	16,67%	16,67%	0%
Önkéntesen közreműködő karitatív szervezet tagja	0%	8,70%	10,20%	10,00%	0%	0%
Önkéntesen közreműködő társadalmi szervezet tagja	0%	26,09%	26,53%	26,67%	16,67%	0%
Gazdálkodó szervezet önkéntese	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nemzetközi megfigyelő	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nemzetközi beavatkozó	0%	0%	6,12%	3,40%	16,67%	0%

3. táblázat A katasztrófavédelmi önkéntesek generációk szerinti megoszlása (Szerzők készítése)

Az eredmények alapján az látható, hogy bár minden kategóriából volt kitöltő személy, de az X generáció tagjaitól érkezett a legtöbb kitöltés (41,18%). Őket az Y (25,67%), majd a Baby Boom követte (17,11%). Csekély volt a Z generáció részvétele (3,21%), valamint elenyésző a Veteráné (0,53%). Nem érkezett be kitöltés gazdálkodó szervezet önkénteseitől, valamint nemzetközi megfigyelőktől – amely várható volt annak tükrében, hogy talán ezen kategóriákból kerül ki Magyarországon jelenleg a legkevesebb önkéntes.

Feltűnő az X, Y, Z generációk közötti százalékos értékek drasztikus csökkenése a kitöltők között (X – 41,18%, Y – 25,67%, Z – 3,21%), ami akár a katasztrófavédelmi önkéntesség csökkenő tendenciájára is utalhat. Ez egy elgondolkodtató folyamat, amely ha bekövetkezik, és nem változik az önkéntesek generációnkénti megoszlása és aránya, akkor az idő előrehaladtával, a Baby Boom, X és később az Y generáció kiöregedésével az önkéntesek száma minimálisra csökkenhet. Ha ez bekövetkezik, akkor ez a hiány egyértelműen emberi erőforrás kiesést, katasztrófa helyzetben a létszám-többszörösítési képesség elvesztését, így

hatékonyság-vesztést jelent, és kiterjedt katasztrófák esetében egyértelműen többletterhet és más erőforrások bevonását igényli majd a katasztrófavédelmi szervezettől.

A táblázatból látható, hogy a Baby Boom generáció esetében kiemelkedő az egyéni önkéntesség (Állampolgár - önként segítséget nyújtó személy kategóriából az arányuk – 65,21%) szerepe. Ez azt jelenti, hogy ezen generáció még abba szocializálódott bele, hogy az emberek döntő többsége szükség esetén önállóan és önként segít a bajba jutottakon. A következő generációk esetében ezen arány (X – 36,74%, Y 43,33%) kimutathatóan, drasztikusan lecsökkent.

### A KATASZTRÓFAVÉDELMI ÖNKÉNTESEK INTERNET, SZÁMÍTÓGÉP, OKOSESZKÖZ HASZNÁLATA

A következő kérdéscsoport az önkéntesek eszközhasználatára vonatkozott. Az alábbi táblázat bemutatja, hogy hogyan oszlanak meg az egyes generációk saját és munkahelyi használatú technikai eszközei.

Eszközök	Generációk				
	Veterán	Baby-Boom	X	Y	Z
	(1925-1945)	(1946-1964)	(1965-1979)	(1980- 1994)	(1995- 2009)
	Saját használatú eszközök (kérdőívet kitöltők ennyi %-a rendelkezik vele)				
Asztali számítógép	0%	68,75%	50,65%	47,92%	16,67%
Laptop	0%	62,50%	76,62%	77,08%	83,33%
Táblagép	0%	25,00%	24,68%	43,75%	83,33%
Mobiltelefon	0%	68,75%	85,71%	95,83%	100,00%
Smart TV	0%	18,75%	40,26%	25,00%	16,67%
Egyéb eszköz	0%	0%	3,90%	0%	16,67%
	Munkahelyi használatú eszközök (kérdőívet kitöltők ennyi %-a rendelkezik vele)				
Asztali számítógép	50%	50,00%	50,65%	45,83%	33,33%
Laptop	0%	9,38%	29,87%	33,33%	16,67%
Táblagép	0%	6,25%	9,09%	10,42%	33,33%
Mobiltelefon	0%	18,75%	28,57%	20,83%	33,33%
Smart TV	0%	0%	1,30%	0%	16,67%
Egyéb eszköz	50%	0%	2,60%	0%	16,67%

4. táblázat A katasztrófavédelmi önkéntesek eszközhasználatára (Szerzők készítése)

A munkahelyi eszközök elemzésével célszerű kezdeni, mivel itt jelentős eltérés a generációk eszközhasználatában nincsen. Ez abból adódik, hogy a munkáltatók elsősorban a cég érdekeit veszik alapul, és az alapján biztosítják a munkaeszközöket. Ennek az ellenkezőjét bizonyítja a saját használatú eszközök elemzése, amely a kiemelt részeken egyértelmű tendenciákra világít rá. A táblázat mutatja, hogy az asztali számítógépek esetében a Baby Boom generációtól (68,75%) egy csökkenés figyelhető meg, amely már az X (50,65%) és Y (47,92%) generációnál is számottevő, de a Z generációnál már kifejezetten alacsony értéket mutat (16,67%). A saját használatú táblagépeknél már ennek az ellentettje figyelhető meg. A Baby Boom (25%) és X (24,68%) generációtól az Y-ra lépve (43,75%) már kisebb arányú növekedés jelentkezik, de az

Z-hez (83,33%) érve az arány már meghaladja a kezdeti háromszorosát. Az okosmobilok megjelenése is drasztikus fejlődést mutat. A Z generáció esetében ez 100%, míg visszafelé haladva az Y (95,83%), az X (85,71%), a Baby Boom (68,75%). A táblázatból megállapítható, hogy a generációk változásával változnak a preferenciák is, ennek egyik kézzelfogható formája például a mobil eszközök térhódítása. Ez azt hozza maga után, hogy egyre nagyobb lesz azon katasztrófavédelmi önkéntesek aránya, akik mobil okoseszközöket használnak, amellyel egyre többen lesznek internet és közösségi média segítségével elérhetőek. Ennek eredménye lehet, hogy egyre hatékonyabbá válhat például egy applikáció segítségével a katasztrófahelyzetekre történő felkészítés, vagy akár veszélyhelyzetben az állampolgárokból álló önkéntesi csoport létrehozása.

A kérdőív következő kérdése során a saját és munkahelyi internet elérési képességeket vettük vizsgálat alá.

Órák	Generációk				
	Veterán (1925-1945)	Baby-Boom (1946-1964)	X (1965-1979)	Y (1980- 1994)	Z (1995- 2009)
	Saját internet elérési képesség (kérdőívet kitöltők ennyi %-a rendelkezik vele a megadott órákra bontva)				
0 óra	100%	3.12%	2.60%	0%	0%
1-6 óra	0%	43.75%	54.55%	54.17%	50.00%
7-12 óra	0%	9.38%	3.90%	10.42%	0%
13-18 óra	0%	0%	1.30%	2.08%	0.00%
19-23 óra	0%	0%	0%	2.08%	0%
24 óra	0%	43.75%	33.77%	31.25%	50.00%
	Munkahelyi internet elérési képesség (kérdőívet kitöltők ennyi %-a rendelkezik vele a megadott órákra bontva)				
0 óra	0%	31.25%	16.88%	25.00%	33.33%
1-6 óra	100%	28.12%	48.05%	31.25%	33.33%
7-12 óra	0%	34.38%	18.18%	25.00%	16.67%
13-18 óra	0%	0%	0%	4.17%	0%
19-23 óra	0%	0%	0%	0%	0%
24 óra	0%	3.12%	12.99%	14.58%	16.67%

5. táblázat A katasztrófavédelmi önkéntesek Internet-elérési képessége (Szerzők készítése)

A kitöltések alapján három észrevételt teszünk. Elsőként azt, hogy a saját internetelérési-képesség rendkívül magas a katasztrófavédelmi önkéntesek körében, hiszen a 0 órás (azaz az internetet elérni nem képes) kitöltők aránya a Veterán generáció kivételével minden más esetben 5% alatti értéket mutat. Második észrevételünk az, hogy relatíve magas az internetet saját részről folyamatosan elérni képes (24 óra) válaszadók aránya – Baby Boom (43,75%), X (33,77%), Y (31,25%), Z (50%). Harmadikként megállapítható, hogy a munkahely által biztosított 24 órás folyamatos internetelés a generációk „fiatalodásával” lassan, de emelkedő tendenciát mutat.

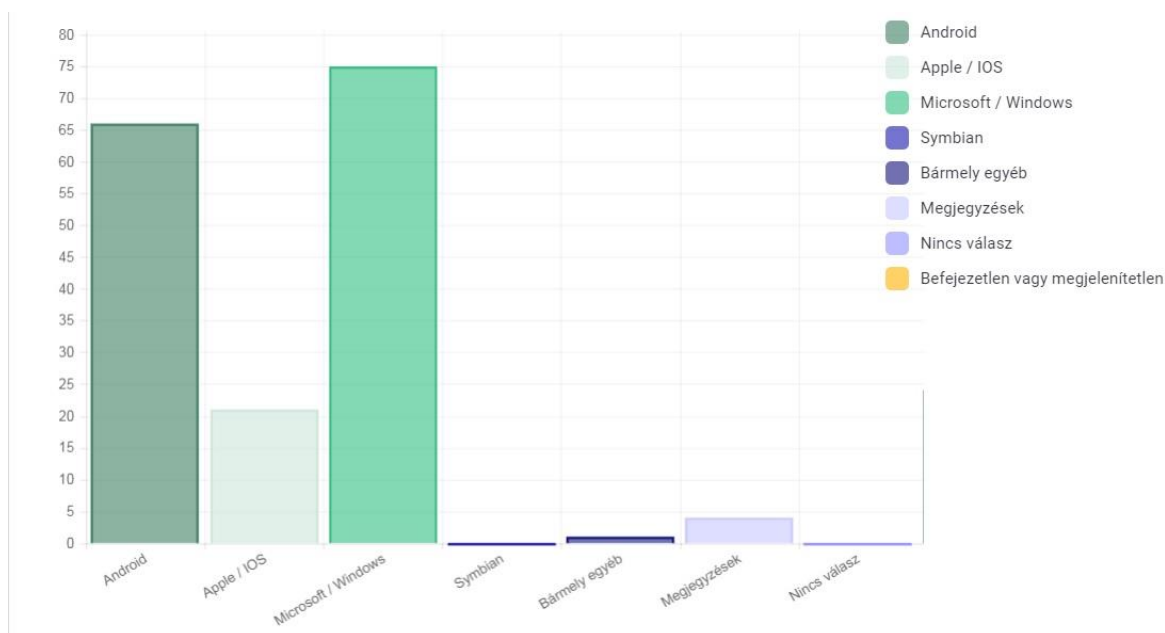
A második kérdéssoport következő kérdése az elektronikus levelezésekre, az alkalmazások és programok által küldött friss hírek, üzenetek megtekintésének idejére vonatkozott.

Kérdés:	Generációk				
	Veterán (1925-1945)	Baby-Boom (1946-1964)	X (1965-1979)	Y (1980- 1994)	Z (1995- 2009)
	Egy átlagos napon mekkora időközönként ellenőrzi elektronikus levelezését, illetve az alkalmazásai, programjai által küldött friss híreket, üzeneteket?				
0-15 perc	0%	6.25%	16.88%	4.17%	0%
15-30 perc	0%	3.12%	20.78%	31.25%	33.33%
30-120 perc	0%	43.75%	35.06%	37.50%	33.33%
121-240 perc	0%	9.38%	5.19%	12.50%	16.67%
240-720 perc	0%	21.88%	15.58%	10.42%	0%
721+ perc	0%	15.62%	2.60%	4.17%	16.67%
Nem válaszolt	100%	0%	3,91%	0%	0%
2 órán belül nézi	0%	53,12%	72,72%	72,92%	66,66%

6. táblázat A katasztrófavédelmi önkéntesek eszköz-ellenőrzései (Szerzők készítése)

Az eredményeket megtekintve a generációk drasztikusan nem térnek el egymástól. Ha viszont összevonnjuk a kapott idő-eredményeket, és a két órán belüli értékeket vizsgáljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy a Baby Boom generáció több mint a fele, az X, Y, Z generációk legalább kétharmada 2 órán belül ellenőrzi az elektronikus eszközén beérkező újdonságokat. Mindezt kiemelkedő eredménynek tekinthetjük, amelynek jelentős hasznosulása lehet például a riasztási feladatok megvalósításánál.

A kérdéscsoport utolsó kérdése az operációs rendszerek használatára vonatkozott.

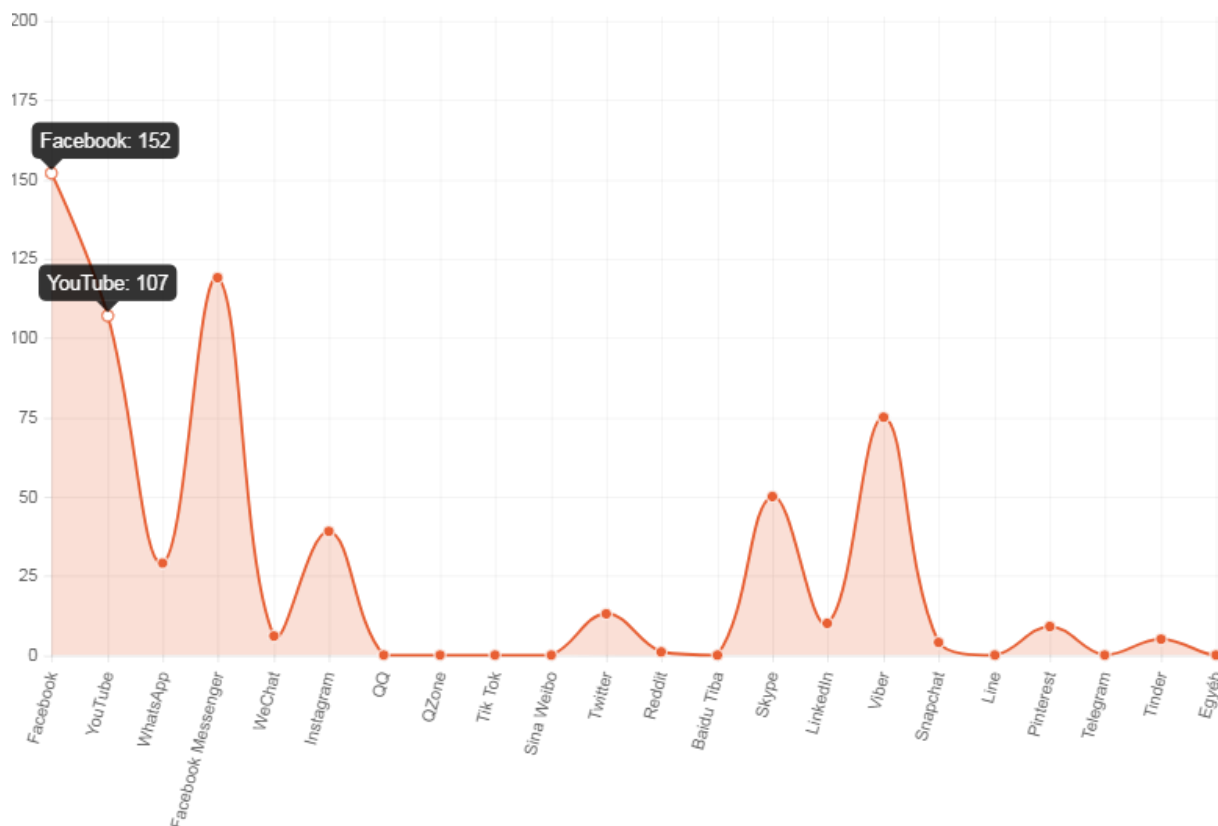


**1. diagram** A katasztrófavédelmi önkéntesek által használt operációs rendszerek kimutatása (Szerzők készítése)

Az oszlopdiagram mutatja az eredményeket. Az összes lehetőség közül a legjellemzőbb a Microsoft / Windows alkalmazása (jellemzően az X és Y generáció által kedvelt), de kimagasló értéket kapott az Android használata is (főleg Y, Z generációk.). A harmadik rendszertípus lett az Apple / IOS, a többi lehetőség száma arányait tekintve elenyésző. A katasztrófavédelmi önkéntesek részére írt szoftverek és alkalmazások kialakításánál erre fokozott figyelmet célszerű fordítani.

## A KATASZTRÓFAVÉDELMI ÖNKÉNTESOK KÖZÖSSÉGI MÉDIA HASZNÁLATA

A kérdőíves kutatás harmadik csoportjába kerültek a katasztrófavédelmi önkéntesek által preferált közösségi média applikációkra, programokra vonatkozó kérdések. Elsőként vizsgáltuk, hogy a közösségi médiához tartozó szoftverek közül a kitöltőknek mely programokhoz van hozzáférése, és használja-e azokat aktívan.



**2. diagram** A katasztrófavédelmi önkéntesek által használt közösségi média használata (Szerzők készítése)

A válaszok alapján egyértelmű volt a Facebook, a Facebook Messenger és a Youtube dominanciája, de sokan használják még a Viber, Skype, Instagram, WhatsApp programokat is. A kitöltők létszámához viszonyítva az arányok nagyon magasak, hiszen a válaszadók 81,28%-a rendelkezik Facebook-, 63,64% Facebook Messenger-, 57,22% YouTube-hozzáféréssel. Ezen adat birtokában egyértelműen vizsgálnunk kell a későbbiekben az önkéntesek Facebook-használatát és a lehetőségeket a katasztrófavédelmi műveletek hatékonyságának növelésére. A többi program a magyar katasztrófavédelmi önkéntesek szempontjából kiesik, hiszen nagyon kevesen használják őket.

A kérdőív következő kérdése a közösségi programok alapvető használati preferenciájára vonatkozott. Azt vizsgálta, hogy milyen célzattal használják az önkéntesek a különböző közösségi szoftvereket. Az eredmények generációs bontásban a következők:

Kérdés:	Generáció				
	Veterán (1925-1945)	Baby-Boom (1946-1964)	X (1965-1979)	Y (1980- 1994)	Z (1995- 2009)
A közösségi programokat mely funkciókra használja ?					
Magam és családom miatt használom	0%	34.38%	50.65%	62.50%	0%
Kizárólag munka miatti használat	0%	12.50%	16.88%	16.67%	0%
Kapcsolattartás ismerősökkel, közösség csoporttagjaival	100%	75.00%	75.32%	91.67%	66.67%
Káresemények / rendkívüli események kapcsán riasztás	0%	12.50%	28.57%	29.17%	16.67%
Tájékoztatás	0%	43.75%	54.55%	41.67%	33.33%
Rendezvény és csoportszervezés, dokumentálás	0%	28.12%	38.96%	31.25%	50.00%
Egyéb okokra	0%	0%	3.90%	0%	16.67%

7. táblázat A katasztrófavédelmi önkéntesek közösségi program használata (Szerzők készítése)

A kapott értékek alapján több következtetést is tehetünk. Elsőként megállapíthatjuk, hogy a katasztrófavédelmi önkéntesek generációtól függetlenül elsősorban az ismerősökkel történő kapcsolattartásra használják a közösségi médiát (Piros színnel jelölve a táblázatban: 66,67 – 100%). Másodikként realizálhatjuk, hogy szintén generációtól függetlenül, de nagyon alacsony értékeket mutat a kizárólag munka miatti használat (0 – 16,67%). A Baby Boom (34,38%), X (50,65%), és Y (62,50%) generáció esetében emelkedő tendenciát mutat a saját és a családdal összefüggő használat, de ez a Z generáció esetében drasztikusan (0%) lezuhan. Ez utalhat a generációk közötti különbségekre, és érzékelteti, hogy a Z generáció önkifejezése és közösségi média használata teljesen más irányt is jelenthet. Az X generációnál a legmagasabb a tájékoztatás értéke (54,55%), de jelentős a Baby Boom (43,75%) és Y generációé is (41,67%). Érdekes értékeket figyelhetünk meg a rendezvény- és csoportszervezésnél, valamint az események dokumentálásánál. A Veterán egyértelműen a legalacsonyabb (0%), a Baby Boom (28,12%) és az Y (31,25%) közepes értékeket mutat, az X (38,96%) és a Z (50,00%) viszont már egyre inkább használja erre a közösségi médiát. Végül katasztrófavédelmi szempontból a legfontosabb: megfigyelhető, hogy különösebb felkészítés nélkül a katasztrófavédelmi önkéntesek X (28,57%) és Y (29,17%) generációjának közel harmada már most használja káresemények kapcsán riasztásra ezen programokat.

A kérdőív következő kérdésével kapcsolatban generációktól függetlenül azt vizsgáltuk, hogy mennyire ismerik a katasztrófavédelmi önkéntesek a hivatalos katasztrófavédelmi mobil applikációt, a VÉSZ-t (Veszélyhelyzeti Értesítési Szolgáltatást) [4]. A kérdés megválaszolásához több lehetőséget is biztosítottunk, amelyből a kitöltőnek választania kellett.

<b>Beugrik -e azonnal, hogy mi az a VÉSZ katasztrófavédelmi és lakossági szempontból?</b>	
<b>Válasz</b>	<b>Százalék</b>
Igen, egy rendkívüli jogrendi időszak.	8.11%
Igen, a Katasztrófavédelem weboldalán egy kihirdető felület.	16.22%
<b>Igen, egy applikáció</b>	<b>32.43%</b>
Igen, egy jelzés a katasztrófavédelmi erők és eszközök alkalmazásának valószínűségére.	11.71%
Nem.	30.63%
Nincs válasz	0.90%

8. táblázat A katasztrófavédelmi önkéntesek VÉSZ ismerete (Szerzők készítése)

A válaszok alapján a katasztrófavédelmi önkéntesek mindösszesen egyharmada (32,43%) ismeri csak a VÉSZ alkalmazást, egy részük egy rendkívüli jogrendi időszaknak gondolja (8,11%), másik részük a katasztrófavédelem weboldalán egy kihirdető felületként tartja számon (16,22%). Az önkéntesek közül van, aki egy jelzésnek gondolja (11,71%), és közel harmaduk (30,63%) egyáltalán nem ismeri.

### **A KATASZTRÓFAVÉDELMI ÖNKÉNTESEK VESZÉLYEZTETŐ HATÁSOK, KOCKÁZATOK ISMERETE**

A következő kérdéscsoport kérdéssora a katasztrófavédelmi feladatok kockázatalapú megközelítésével [5:113] a katasztrófavédelmi önkéntesek saját környezetének, és a veszélyek kiemelt kockázati helyszíneinek ismeretére vonatkozott. A 187 kitöltő közül 147-en válaszoltak érdemben a kérdésekre, amelyekben a veszélyforrásokat, katasztrófa-kockázatokat soroltuk fel (a teljesség igénye nélkül). Az önkéntesek a helyi viszonyok ismerete és a saját alapvető felkészültség osztályozásával egy 1-10 pontig terjedő skálán értékelték.



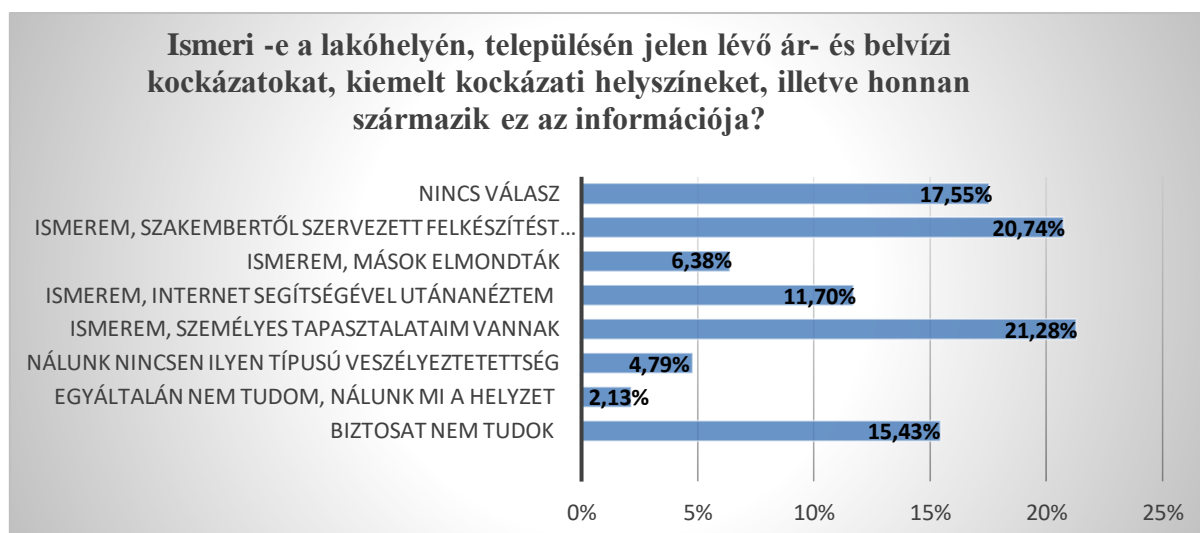


3. diagram A katasztrófavédelmi önkéntesek kockázat-ismerete (Szerzők készítése)

Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy a legmagasabb szintű felkészültséggel az ár- és belvíz kategóriában rendelkezünk, amely a rendszeres képzéseknek, és a számos ár- és belvízi felkészítésnek köszönhető. A többi katasztrófa-kockázat és veszélyeztető hatás szempontjából egyedül a nukleáris veszély lépi még át a 10-es skálán az 5-ös értéket, amely elsősorban annak köszönhető, hogy ebben a témakörben szintén rendszeresen történik lakossági tájékoztatás és felkészítés. A többi veszélyeztető hatás esetében (akár a rendszeres felkészítések ellenére) ugyanakkor az önkéntesek ismeretszintjét (önmaguk által értékelten) mindenképpen emelni kell a hatékony alkalmazáshoz, mivel az jelenleg meglehetősen alacsonynak tekinthető a kérdőívek alapján. Ezen mutatók tükrében viszont indokoltá válhat a különböző katasztrófavédelmi felkészítéseken fokozottan kitérni a helyi veszélyeztető hatások bemutatására, a felismeréshez és a védekezésekhez szükséges ismeretekre, különösképpen akkor, ha önkéntes erők és eszközök bevonása is történik.

### **A KATASZTRÓFAVÉDELMI ÖNKÉNTESOK ÁR- ÉS BELVÍZ ELLENI VÉDEKEZÉSEL KAPCSOLATOS ISMERETEI**

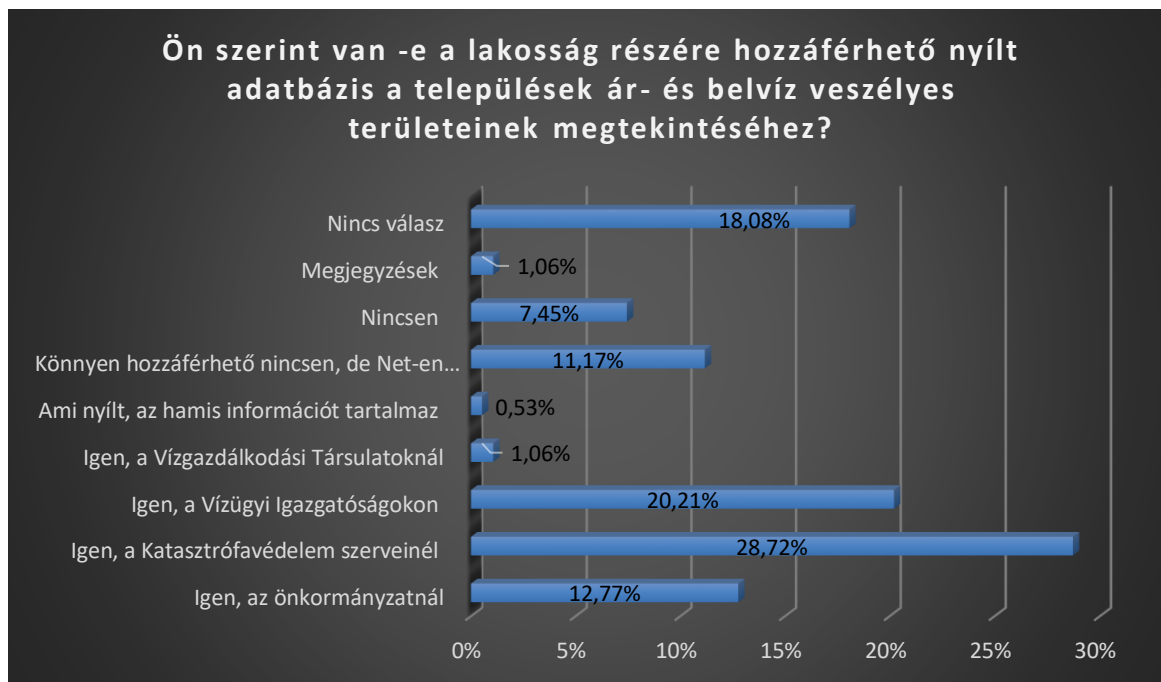
A kérdőív utolsó kérdéscsoportja az ár- és belvíz elleni védekezéssel kapcsolatos önkéntesi ismereteket vizsgálta mélyebben. Az első kérdés kitöltésével a katasztrófavédelmi önkéntesek lakóhelyén jelen lévő ár- és belvízi kockázat-ismeretét, az ismeretek és felkészültség származását vizsgáltuk.



**4. diagram** Ár- és belvízi kockázatok, kiemelt helyszínek ismerete (Szerzők készítése)

A korábbi felmérések alapján az ár- és belvízre vonatkozó kockázatokkal vannak tisztában a legtöbben, ugyanakkor a kapott kitöltések alapján alacsonynak tekinthető azon katasztrófavédelmi önkéntesek száma, akik szakembertől és szervezett formában kaptak felkészítést (20,74%). Ezt a számot talán kiegészíthetjük azokkal a személyekkel, akiknek személyes tapasztalatai vannak (21,28%), így 42,02%-a az önkénteseknek tekinthető alapvetően felkészültnek egy ilyen típusú veszély elhárítására. További két kategória [Ismerem, Internet segítségével utána néztem (11,70%), valamint Ismerem, mások elmondták (6,38%)] összeredménye 18,08%, amelyet nem lehet biztos tudásnak tekinteni a gyakorlati ismeretek hiánya miatt. A felkészítésen és védekezésen részt nem vett önkéntesek aránya 15,43% (Biztosat nem tudok) +2,13% (Egyáltalán nem tudom, nálunk mi a helyzet) +17,55% (Nincs válasz) = 35,11%, amely magas értéknek tekinthető. A legmagasabb szintű hatékonyság elérésének alapfeltétele lenne, hogy mindenki a szintjének megfelelő felkészítésben részesüljön, és a védekezéshez szükséges tudással rendelkezzen.

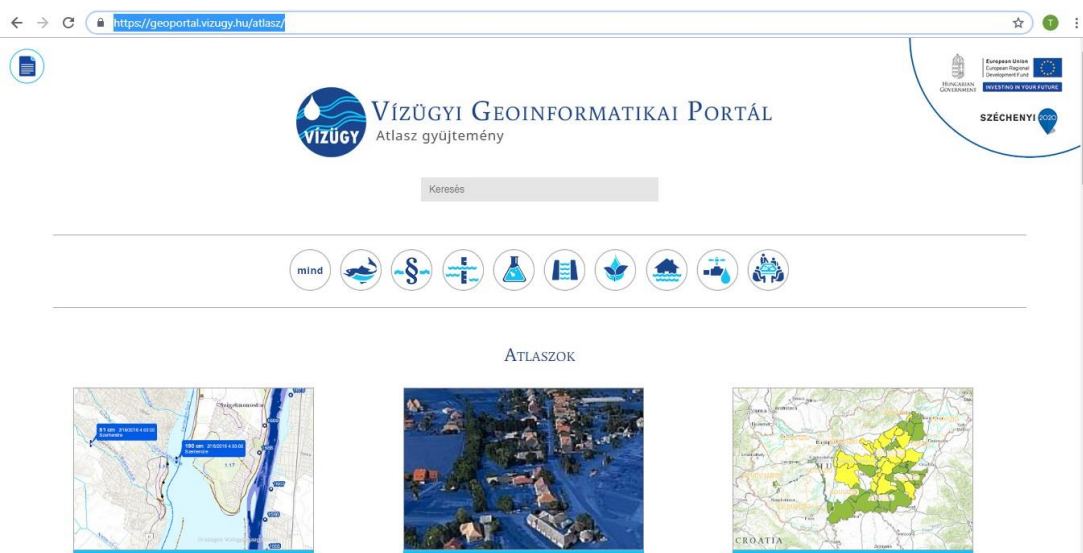
A következő kérdés az önkéntesek (lakosság) részére hozzáférhető, nyílt adatbázisra vonatkozott, amelynek segítségével megtekinthető az adott település ár- és belvíz veszélyeztetett része. A kérdésre a megoldást elsősorban a települések településrendezési terve jelentette volna, amely az önkormányzatoknál, legtöbbször nyílt, elektronikus változatban elérhető. Ez képezheti ugyanis az alapját az adott település vizek kártételei elleni védekezésének, amely kiemelten fontos lehet például az önkéntesi felkészülés szempontjából. Amennyiben ugyanis a kockázati helyszínek nem ismertek, akkor a védekezés szervezése sem lehet hatékony.



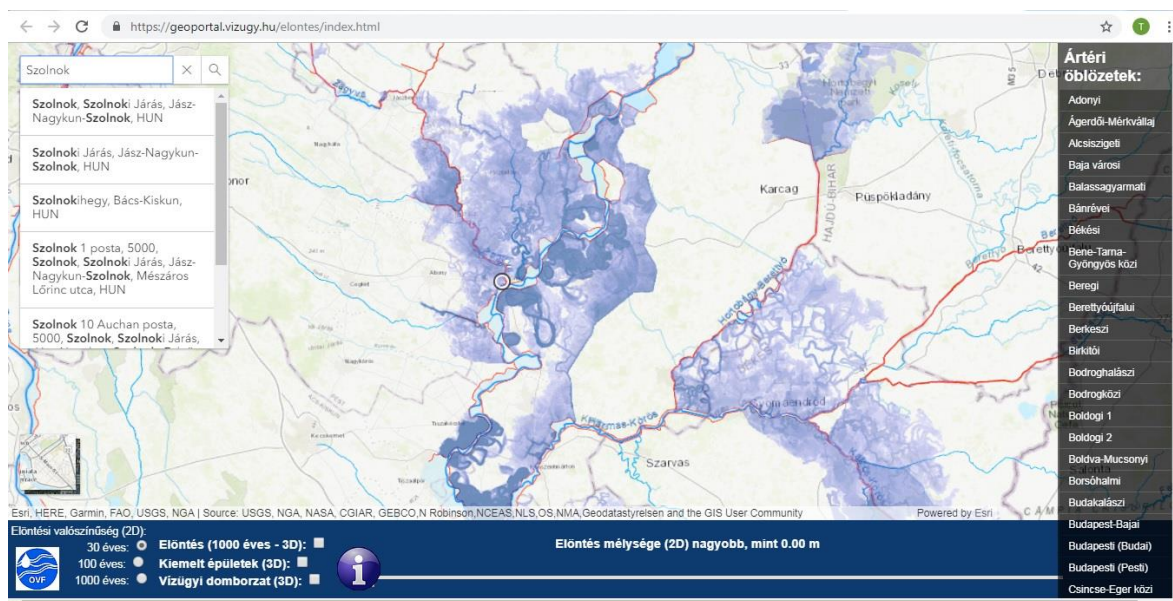
**5. diagram** Ár- és belvízi kockázatok, kiemelt helyszínek ismerete (Szerzők készítése)

A számos ár- és belvízi felkészítés ellenére is a „helyes” választ a kitöltők mindösszesen 12,77%-a ismerte. A kérdést sokan a katasztrófavédelem szerveihez rendelték (28,72%), illetve a vízügyi igazgatóságokhoz (20,21%) telepítették. Természetesen ők is készíteneek védelmi terveket, ezek azonban nem a lakosság széles körének szólnak, hanem az ár- és belvíz elleni védekezések rendszerszintű szervezését szolgálják.

Mindenképpen meg kell említenünk, hogy rendelkezésre áll és használható egy nyílt, hivatalos online weboldal, a Vízügyi Geoinformatikai Portál [6] az ár- és belvízi veszélyeztetések megismeréséhez:

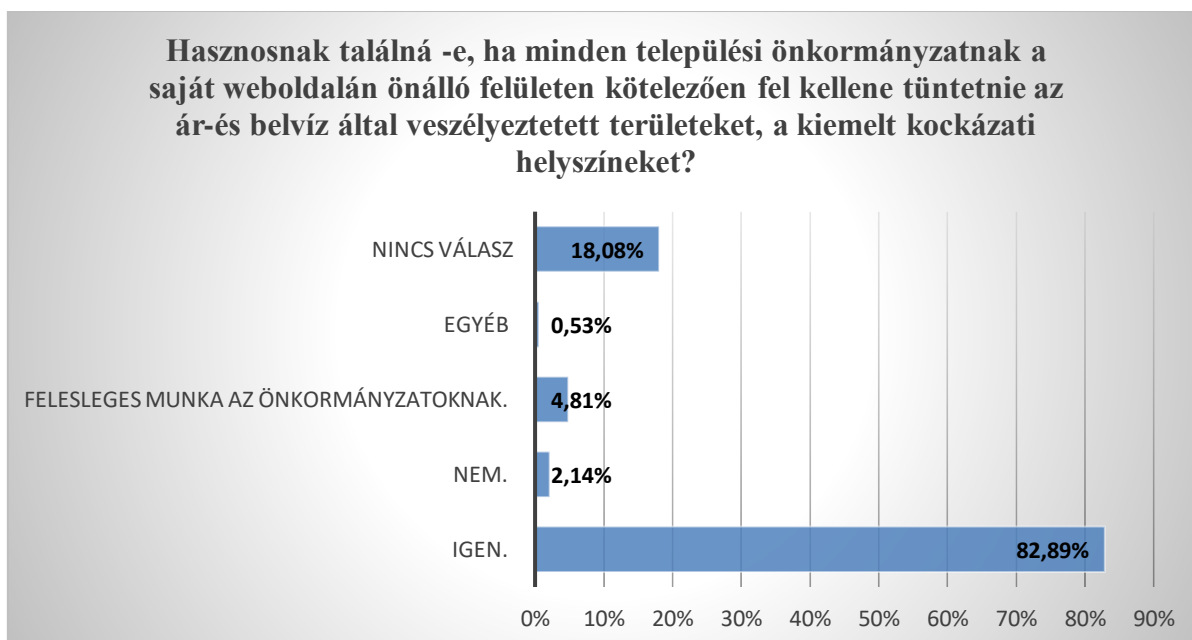


**1. kép** Vízügyi Geoinformatikai Portál [6]



2. kép Vízügyi Geoinformatikai Portál – Árvizi elöntések valószínűsége [6]

Sok esetben ugyanis rendkívül nehézkes a településrendezési tervek megtalálása (így például a települési kiemelt kockázati helyszínek megismerése), valamint azok általában pdf formátumúak és rendkívül nagy, többszáz MB-nyi méretűek, nehezen kezelhetők. Ezért a kérdőív következő kérdésében azt vizsgáltuk, hogy az internet és számítástechnika használatával vajon át lehetne-e hidalni ezen akadályt, és jelentősen leegyszerűsíteni a védekezésekhez szükséges információk biztosítását. Ennek megoldása lehetne az önkormányzatok weboldalain egy olyan pont létrehozása, ahol ezen adatok rendkívül egyszerűen és gyorsan, tehát felhasználóbarát módon hozzáférhetőek lehetnének.

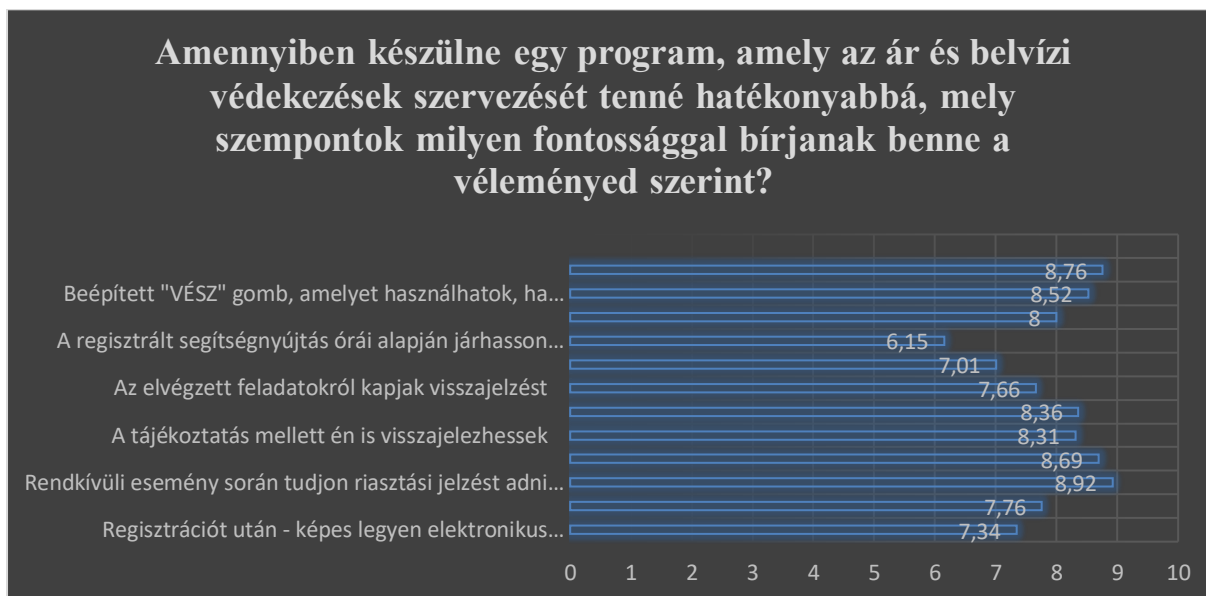


6. diagram Ár- és belvízi kockázatok, kiemelt helyszínek ismerete (Szerzők készítése)

A katasztrófavédelmi önkéntesek válasza elég egyértelmű és meggyőző volt, hiszen 82,89%-uk szeretné, ha a települések ár- és belvíz fenyegetettsége önállóan megjelenne minden települési honlapon. Ezáltal sokkal könnyebben megismerhetőek lennének a veszélyeztető

hatások, hatékonyabbá válhatna az információáramlás, és javulna a tanítás, illetve a kiképzés folyamata.

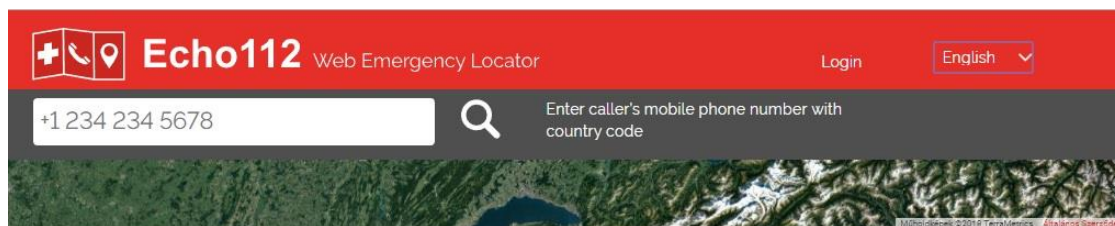
A kérdőív zárásaként, az utolsó kérdésorban feltételezzük, hogy lesz olyan applikáció a későbbiek folyamán, amely hatékonyabbá teheti a katasztrófavédelmi önkéntesek szervezését, beavatkozásait. A program létrehozása során kiemelt fontossággal bír a felhasználók véleménye, ezért a kitöltőknek az alábbi táblázatban található tételek fontosságát kellett értékelni egy 1-10-ig terjedő skálán. (Lehetőség nyílt a kitöltő részéről saját ötleteket is hozzátenni.)



7. diagram Ár és belvízi kockázatok, kiemelt helyszínek ismerete (Szerzők készítése)

A kapott válaszok alapján a javaslatok minden tétele kiemelkedően lényeges, mégis különösen fontos közülük a biztonságra vonatkozó három tétel. A legmagasabb értékelést a „Rendkívüli esemény során tudjon riasztási jelzést adni nekem” - (8,92 pont) kapta, amely könnyen érthető, hiszen a riasztás alaptétele bármely katasztrófavédelmi műveletnek (Enélkül az el sem indul.) A saját biztonságra vonatkozik a „VÉSZ” gomb - (8,76 és 8,52 pont), amelynek akkor van szerepe, ha a használó is veszélybe kerül. Ilyen esetekben egyetlen gombnyomásra beindulhat a segélyhívó, valamint a használt okoseszköz GPS moduljának automatikus bekapcsolása. Az eszköz helymeghatározása után az applikáció azonnal továbbítaná a pontos koordinátákat a segélyhívó központba, ezáltal jelentősen növelhető a beavatkozások hatékonysága (hiszen a helyszín beazonosításának pontossága nagyságrendekkel javulhat, valamint az ideje drasztikusan lerövidülhet). Példaként szolgálhat az ECHO112 Web Emergency Locator [7] program, amely már évek óta rendelkezik hasonló funkciókkal. Ezen alkalmazást Svájcban használják, - miután az ország veszélyhelyzeti szolgálatai négy éven keresztül sikeresen tesztelték - és világszintű alkalmazásra (akár Magyarországos is használható) bocsájtották.

További külföldi példa a németországi NINA – Die Warn-App des BBK. A Szövetségi Lakosság- és Katasztrófavédelmi Hivatal ingyenesen letölthető figyelmeztető applikációja különböző veszélyhelyzetekről nyújt tájékoztatást, továbbá az időjárás előrejelzéseken, információkon túl árvízi híreket is közöl. Hasznosságát tovább erősíti az a szolgáltatása, hogy az alkalmazáson veszélyhelyzeti tippeket is olvashatnak az azt letöltők. [8] Számos további applikáció (pl. Meteora, Tavihar, Hydroinfo, Szív City, Juh RV, Warm Wetter, Drk App) foglalkozik lakosságtájékoztatással, amelyről további információkat kaphatunk Teknős László publikációjából [9].



### Get the Web Emergency Locator PRO

#### Local warnings

Send alarm messages to all users in your sector. In case of an imminent danger (e.g. gas explosion, accident, shooting) you can give advance warning to people and tell them what to do. This functionality can also be included in your own app.



#### SMS Locator

Locate callers with an SMS. The user clicks on a link in the SMS and his position is instantly transmitted to your pro dashboard.



#### Custom emergency number

When users or employees are on site, they have immediate access to your local emergency number.



3. kép Az Echo112 program weboldala [7]

## A KÉRDŐÍV KÉRDÉSEINEK ÖSSZESÍTETT EREDMÉNYEI

A korábban részletezett eredmények alapján megállapítható, hogy az eltérő generációk különböző mértékben használják tudatosan a technikai eszközöket és a közösségi médiát, viszont a generációk fiatalodásával az arány egyre javuló tendenciát mutat. Így az Y generáció részéről 95,83%-a, a Z részéről 100%-a a válaszadóknak használ okostelefont és természetesen különböző programokat, applikációkat. Nagyon jelentős azok száma, akik a számítástechnikai és okoseszközök segítségével szinte állandó internetkapcsolattal rendelkeznek, és számukra már szintén nem jelenthet gondot a különböző programok (Facebook, Skype, Viber, stb...) használata, az információk rendkívül gyors továbbítása, vagy az önkéntesek meghatározott célnak megfelelő csoportba szervezése. Ennek felismerése és használata egy-egy védekezés során jelentősen megnövelheti a katasztrófavédelmi műveletek hatékonyságát. Optimálissá viszont csak akkor válik, amennyiben már a felkészülés időszakában, katasztrófavédelmi céllal, az önkéntesekkel közösen alakítható ki a rendszere. Annak tudatában, hogy generációktól függetlenül szinte mindenki rendelkezik napjainkban mobil okoseszkőzzel, ezt mindenképpen indokolt kihasználni a hatékonyság növelése érdekében. Ennek két útja lehet, elsőként vagy a már meglévő programokat és applikációkat használjuk (például Facebook-on – egy helyi szintű Települési Dunai Árvízvédekező zárt csoport létrehozása és működtetése), vagy második lehetőségként egy önálló alkalmazást hozunk létre, amely alkalmas a célfeladat ellátására.

A második hipotézisünkre is egyértelmű válasz adható. Mivel a közösségi média alkalmazásokat alapesetben is csoportszervezési és tájékoztatási feladatokra hozták létre, így egyértelműen működnek a katasztrófavédelmi önkéntesek szervezése, katasztrófavédelmi felkészítése kapcsán is. Fontos ugyanakkor a hivatásos szervezet részéről az érintett témákban a szervezettség és a kontroll megvalósítása, mert anélkül a folyamatok a gyorsaságukból adódóan könnyen kaotikussá válhatnak. Ennek megoldása lehetne egy okoseszközön használható katasztrófavédelmi (felhasználóbarát, könnyen kezelhető, önkéntes nyilvántartást

végző, riasztásra alkalmas, oda-vissza kommunikációra képes, biztonsági funkciókkal ellátott) applikáció megalkotása, amely nagymértékben javítaná az önkéntesek szervezését.

A harmadik hipotézis is egyértelműen igazolható. Annak tudatában, hogy az önkéntes társadalom szinte teljes spektrumban használja a mobil okoseszközöket és a közösségi alkalmazásokat, a védekezések szervezőinek erre tudatosan készülni kell. Az előre látható, hogy az eszközök használata jelentősen javíthatja a hatékonyságot, erre azonban nem csak az önkéntes oldalon kell felkészülnie (hiszen a kommunikáció minimum két résztvevős folyamat), ugyanis a tudatos katasztrófavédelmi szervezés és irányítás nélkül ezen lehetőségek kihasználása nem, vagy nem hatékony módon valósul meg. A védekezést szervező állományt a programok és alkalmazások használatára fel kell készíteni, csakúgy, mint arra a lehetőségre, hogy például a veszélyhelyzeti kommunikáció új formái is megjelenhetnek – például egy önkéntes élő Facebook bejelentkezése és közvetítése a direkt kárterületről.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A kérdőíves kitöltések elemzésének segítségével a kutatás során felmerült kérdésekre sikerült választ kapnunk. Megállapítható, hogy a Veterán generációt leszámítva szinte mindenki más nagyon nagy arányban képes használni a számítástechnikai és okoseszközöket, mobiltelefonokat és az internetet. A saját eszközökkel internetet elérni nem tudó katasztrófavédelmi önkéntesek száma 5% alatti értéket mutat, míg egyre növekszik azok száma, akik akár a 24 órás, azaz a folyamatos internetelérésre képesek. A téma egyik kiemelkedő értékelt eredménye, hogy a Baby Boom generáció több mint a fele, az X, Y, Z generációk legalább kétharmada 2 órán belül ellenőrzi az elektronikus eszközén beérkező újdonságokat. Ez megalapozhatja azon gondolatot, hogy egyre inkább megvalósítható és hatékonyra tehető a katasztrófavédelmi önkéntesek okoseszközökön történő elérése, felkészítése, csoportba szervezése. A felkészítések kapcsán egyértelműen bebizonyosodott, hogy ahol rendszeresen történnek képzések és gyakorlatok, ott az önkéntesek ismeretszintje is magasabb. Indokolt tehát a katasztrófavédelmi feladatok kockázatalapú megközelítésével a veszélyforrásokat azonosítani, majd az önkéntesek részére az adott veszélyeztető hatás elleni védekezésre vonatkozó célfelkészítésekkel emelni a képzettségi szintet.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KISSNÉ ANDRÁS K.: *A Magyar Honvédség Hivatásos és szerződéses állományának, valamint a versenyszféra motiváltságának összehasonlító elemzése*. Doktori értekezés. <https://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/bitstream/handle/11410/9954/Kissn%C3%A9%20Andr%C3%A9s%20Kissn%C3%A9%20A1ra%20%C3%A9rtekez%C3%A9s?sequence=1&isAllowed=y> (letöltve: 2018.11.17.)
- [2] HÁBERMAYER T.: *A magyar önkéntesek kategóriái és lehetséges fejlesztésük iránya az ár- és belvizek elleni védekezések tükrében* Védelem Tudomány 2017. 2. szám p 88-124. <http://www.vedelemtudomany.hu/articles/07-habermayer.pdf> (letöltve: 2018.11.17.)
- [3] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról. [http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=139408.338506](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=139408.338506) (letöltve: 2018.11.17.)
- [4] Veszélyhelyzeti Értesítési Szolgáltatás [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet\\_hirek&hirid=5159](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet_hirek&hirid=5159) (letöltve: 2018.11.17.)

- [5] MUHORAY Á.: Katasztrófaregelőzés I., NKE Szolgáltató Nonprofit Kft. 2016. ISBN 978-615-5527-85-2 <http://ludita.uni-nke.hu/repozitorium/handle/11410/10287> (letöltve: 2018.11.17.)
- [6] Vízügyi Geoinformációs Portál <https://geoportal.vizugy.hu/atlasz/> (letöltve: 2018.11.17.)
- [7] Echo112 - Web Emergency Locator <https://www.echo112.com/en/> (letöltve: 2018.11.17.)
- [8] Nina - Die Warn-App des BBK [https://www.bbk.bund.de/DE/NINA/Warn-App\\_NINA\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/NINA/Warn-App_NINA_node.html) (letöltve: 2018.11.17.)
- [9] TEKNŐS L.: *Exploring the possibilities of citizen preparation for extreme weather events – an international outlook*. Hadmérnök, XIII. Évfolyam 4 szám - 2018. december. pp. 241-260. ISSN 1788-1919. [http://hadmernok.hu/184\\_19\\_teknos.pdf](http://hadmernok.hu/184_19_teknos.pdf) (letöltve: 2018.12.31.)



## NEW TENDENCIES IN GLOBAL CLIMATE CHANGE AND THEIR EFFECTS ON THE CLIMATE OF HUNGARY

### A GLOBÁLIS ÉGHAJLATVÁLTOZÁS LEGFRISSEBB TENDENCIÁI ÉS AZOK HATÁSAI MAGYARORSZÁG ÉGHAJLATÁRA

HALÁSZ, László; FÖLDI, László

(ORCID: 0000-0002-8257-4459); (ORCID: 0000-0001-7575-7188)

[laszlohalasz1@t-online.hu](mailto:laszlohalasz1@t-online.hu); [foldi.laszlo@uni-nke.hu](mailto:foldi.laszlo@uni-nke.hu)

#### Abstract

*Defining the term of climate, we investigate the role of natural causes and effects of human activities in climate change. The temperature of the Earth is determined by the balance between the amount of radiation energy received from the Sun and that emitted from the surface of the Earth towards the outer space. Greenhouse gases in the atmosphere, including water vapor, carbon dioxide, methane and nitrous oxides, act to make the surface much warmer, because they absorb and emit heat energy in all directions (including downwards), keeping Earth's surface and lower atmosphere warm. The primary cause of climate change is the burning of fossil fuels, such as oil and coal, which emits greenhouse gases into the atmosphere—primarily carbon dioxide. We give a review about the activity of the Intergovernmental Panel on Climate Change and the United Nations Climate Change Conferences. Shortly investigate the different global climate models and some regional climate models. Finally discuss the results of regional climate model simulations for the Carpathian Basin.*

**Keywords:** Causes of climate change, Intergovernmental Panel on Climate Change, global climate models, regional climate models

#### Absztrakt

*A klíma definícióját követően vizsgáljuk az éghajlatváltozás jelenségében szerepet játszó természeti folyamatokat, valamint az emberi tevékenység hatásait. A Föld hőmérsékletét a Naptól érkező sugárzás és a Föld felületének hő-visszasugárzása együttesen határozza meg. Az üvegházhatású gázok a légkörben, mint a vízgőz, szén-dioxid, metán vagy a nitrogén-oxidok elnyelnek és kisugároznak energiát minden irányban, így a Föld felszíne felé és így a felülethez közeli légkör melegebb lesz, mint a be- és kisugárzott energia által várható lenne. A globális éghajlatváltozás elsődleges oka a fosszilis tüzelőanyagok nagymértékű égetése, ami üvegházgázokat, elsősorban széndioxidot bocsájít a légkörbe. Rövid áttekintést adunk a Klimaváltozást vizsgáló Kormányközi Testület munkájáról, valamint az ENSZ klímaváltozással foglalkozó konferenciáról. Röviden bemutatjuk a különböző globális klíma modelleket és néhány regionális modellt. Áttekintjük a regionális klímamodellek Kárpát-medencére vonatkozó szimulációs eredményeit.*

**Kulcsszavak:** éghajlatváltozás okai, Éghajlatváltozási Kormányközi Testület, globális klímamodellek, regionális klímamodellek

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.28.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.18.

## INTRODUCTION

Weather means prevailing atmospheric conditions, a set of defined values of atmospheric parameters (temperature, air pressure, wind speed, precipitation, humidity and cloud conditions). Climate is the sum of entire atmospheric conditions that are characterized by averages and distribution of extreme values, at daily, monthly and yearly levels.

The climate has been constantly changing throughout the geological periods and the history of mankind, and so does today. However, over the past 200 to 300 years, mankind – by its activities – has become capable of significantly influencing the climatic system on a local, regional and global level [1]. As we all know, the Earth has gone through warm and cool phases in the past, and long before humans were around. Forces that contribute to climate change include the Sun's intensity, volcanic eruptions, and changes in naturally occurring greenhouse gas concentrations. But records indicate that today's climatic warming – particularly the warming since the mid-20<sup>th</sup> century – is occurring much faster than ever before and can't be explained by natural causes alone. There are natural sources and radiation energy coming to the Earth from the Sun can be changed for several reasons [2]. Such reasons include: changes in the internal energy generation of the Sun, changes in the surface of the Sun (sunspot activity); „cleanness" or "dustiness" of the cosmic space located between Sun and Earth; changes that occur in the circulation of Earth around the Sun; changes in the course elements such as changing or turning the elliptical orbit, pitching or wobbling of the inclination angle of the Earth's axis and its precession [3].

## THE CLIMATE CONTROLLING PROCESSES

### The effects of the Sun and the orbit of the Earth

The solar constant is the average radiation intensity falling on an imaginary surface, perpendicular to the Sun's rays and at the edge of the Earth's atmosphere. The value of the constant is changing in the year by about 7% between 1<sup>st</sup> January and 3<sup>rd</sup> July. A yearly average value is thus taken and the solar constant equals 1,367 W/m<sup>2</sup>. Even this value is inaccurate since the output of the Sun changes by about  $\pm 0.25\%$  due to Sun spot cycles. The elements of Earth's orbit are changing with a different frequency.

The term eccentricity refers to the shape of the Earth's orbit, as a measure of the degree to which it departs from a circular shape. The orbit typically varies from near circular (low eccentricity: 0.005), to near elliptical (high eccentricity: 0.058). The mean eccentricity is 0.028, and at present is approximately 0.017. Changes in the orbital shape arise due to a combination of factors, which combine to produce a periodicity of change over approximately 100,000 years. The shortest distance is termed the perihelion, the longest distance is the aphelion. When the orbit is at its most elliptical, the amount of solar radiation at perihelion is 23% more than at aphelion.

The obliquity refers to the angle of the Earth's axial tilt in relation to its orbit. Obliquity varies from 22.1° to 24.5° (an angle of 2.4°) and back again, over a time period of approximately 41,000 years. When obliquity increases (i.e. the Earth is tilted at a greater angle) there is a greater variation between winter and summer insolation – in summer there is more solar radiation, and in winter there is less. This solar radiation is not equally distributed, however, due to the shape of the Earth's surface. With an increase in obliquity, high latitudes (towards the poles) receive an increase in insolation, while lower latitudes receive a decrease in insolation. The Earth is currently tilted at approximately 23.44°, so it is half way through its cycle of tilt from 24.5° to 22.1°.

Precession is the direction of the Earth's rotation (or 'wobble') on its axis. This motion occurs due to the tidal forces exerted by the Moon and the Sun on the Earth. The impacts of

precession are largely felt at perihelion (when the Earth is at its closest proximity to the Sun) due to increased solar radiation. For example, when the North Pole is directed towards the Sun, the northern hemisphere receives much more insolation in summer, and experiences a colder winter. Meanwhile the Southern Hemisphere would experience milder seasons. In contrast, when the South Pole is directed at the Sun, it is the South Pole that experiences the larger seasonal variations. In its current state, perihelion is reached during the Southern Hemisphere summer, and aphelion is reached during the southern hemisphere winter. This is why the southern hemisphere often experiences greater seasonal extremes than the northern hemisphere [4].

The atmosphere scatters and absorbs some of the Sun's energy that is incident on the Earth's surface. Scattering of radiation by gaseous molecules (e.g. O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>), that are a lot smaller than the wavelengths of the radiation, is called Rayleigh scattering. Roughly half of the radiation that is scattered is lost to outer space, the remaining half is directed towards the Earth's surface from all directions as diffuse radiation. Because of absorption by oxygen and ozone molecules the shortest wavelength that reaches the Earth's surface is approximately 0.29 μm.

Scattering by dust particles larger than wavelengths of light is called Mie scattering. This process includes both true scattering (where the radiation bounces off the particle) and absorption followed by emission, which heats the particles.

Clouds reflect a lot of radiation and also absorb a little, the rest is transmitted through. Globally, clouds reflect a lot of radiation and help regulate the surface temperature.

The fraction of the total solar radiant energy reflected back to space from clouds, scattering and reflection from the Earth's surface is called the albedo of the Earth-atmosphere system and is roughly 0.3 for the Earth as a whole.

The amount of energy reflected, scattered and absorbed depends on the amount of atmosphere that the incident radiation travels through as well as the levels of dust particles and water vapor present in the atmosphere.

A part of this radiated energy (about 31%) is reflected back to interplanetary space primarily by clouds and air, another part (approximately 20%) is absorbed in air and the balance (about 49%) reaches the surface of the Earth and would be absorbed by it. Absorbed energy keeps the surface of Earth at a certain temperature and, as a consequence of this, Earth itself as a solid body of a given temperature also emits electromagnetic radiation in the form of heat emission.

Heat radiation leaving the Earth is absorbed with high (approximately 90 %) probability by certain components of air that are present usually in very small quantities – water vapor, carbon dioxide, methane, dinitrogen oxide, halogenated hydrocarbons and ozone. These components are called – in a very descriptive way – greenhouse gases. Approximately 62% of the emitted energy gets back to the surface of the Earth for spatial reasons and would be absorbed, while the remaining 38% (235 W/m<sup>2</sup>) goes to the interplanetary space. As a consequence of the energy absorbed and given back by the greenhouse gases, global average temperature at the surface of the Earth is +15 °C, as opposite to the -18 °C that would prevail without the aforementioned gases.

## **Volcanic activities**

During volcanic eruptions, solid material mass of which exceeds several thousand km<sup>3</sup> erupts into the atmosphere. Majority of it is settled within a period of a few days or washed out by rains. During large volcanic eruptions that have the power of an explosion, the very small particles (sulfate aerosols) get up to the lower stratosphere even up to a height of 30 km. At this level practically no cloud and rain formation takes place so it may even take 1-2 years while these particles get out from the atmosphere. Rays coming from the Sun are scattered on the particles originating from volcanic eruptions, so they have a cooling effect because of increasing the planetary albedo.

## **Oceanic circulation**

Direct effect of the oceans on the climate is originating from the fact that atmospheric circulation and oceanic currents transport heat from the tropical zone towards the poles. These flow systems are affected and modified by a very large number of factors in regional and global scale. Oceans affect greenhouse gases as well as they have important roles in determining the concentration of carbon-dioxide in the atmosphere. On longer terms there is an equilibrium between atmospheric carbon-dioxide and carbon-dioxide dissolved in surface waters of the oceans.

## **Changes in the use of land**

Effects of the spheres that are in contact with the atmosphere: lithosphere (land masses), hydrosphere (oceans), cryosphere (surfaces covered with snow and ice) and biosphere (living creatures) are among the planetary factors that affect climate. Out of all living creatures, the activity of mankind has the largest effect on the climate of our planet.

Men also transform the surface of the Earth; for example, forests are transformed to cultivated plough lands (that shows significant surface changes in a cycle of annual period), or a natural surface is transformed to a city environment covered by concrete, asphalt and roofs of buildings. These changes modify the local/regional climate e.g., by the formation of urban heat islands.

## **Human activities and greenhouse gases**

The question is whether the atmospheric concentration of greenhouse gases has been changed in the last two centuries to a detectable extent. Apparently the answer is: YES.

Almost half of the carbon-dioxide of anthropogenic origin (46%) is emitted to the atmosphere by power plants and oil refineries. Deforestation (23%), concrete manufacturing (12%) and gas manufacturing (9%) also contribute significantly to increase the quantity of carbon dioxide in the atmosphere. In addition to the industrial sources, components of methane emission include mining (25%) and agriculture has a significant role as well. Contributions of animal husbandry, rice production and breaking of plough-lands to increase atmospheric methane concentration are 28%, 15% and 7%, respectively [3].

## **INTERNATIONAL COOPERATIONS IN THE FIELD OF THE STUDY, ADAPTATION AND MITIGATION OF CLIMATE CHANGE**

The United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the international body for assessing the science related to climate change. The IPCC was set up in 1988 by the World Meteorological Organization (WMO) and United Nations Environment Programme (UNEP) to provide policymakers with regular assessments of the scientific basis of climate change, its impacts and future risks, and options for adaptation and mitigation.

The authors producing the reports are currently grouped in three working groups – Working Group I: the Physical Science Basis; Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability; and Working Group III: Mitigation of Climate Change – and the Task Force on National Greenhouse Gas Inventories (TFI). As part of the IPCC, a Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Analysis (TGICA) facilitates the distribution and application of climate change-related data and scenarios. IPCC Assessment Reports cover the full scientific, technical and socio-economic assessment of climate change, generally in four parts – one for each of the Working Groups plus a Synthesis Report. Special Reports are assessments of a specific issue. The IPCC does not carry out research nor does it monitor climate related data. Lead authors of IPCC reports assess the available information about climate change based on

published sources. The IPCC has published five comprehensive assessment reports reviewing the latest climate science, as well as a number of special reports on particular topics. The IPCC published its First Assessment Report (FAR) in 1990, a supplementary report in 1992, a Second Assessment Report (SAR) in 1995, a Third Assessment Report (TAR) in 2001, a Fourth Assessment Report (AR4) in 2007 and a Fifth Assessment Report (AR5) in 2014. The IPCC is currently preparing the Sixth Assessment Report (AR6), which will be completed in 2022 [5].

As we mentioned, the IPCC's Fifth Assessment Report (AR5) was completed in 2014 and followed the same general format as of AR4, with three Working Group reports and a Synthesis report. The Working Group I report (WG1) was published in September 2013 [6].

## **Conclusions of AR5**

### ***Working Group I***

- "Warming of the climate system is unequivocal, and since the 1950s, many of the observed changes are unprecedented over decades to millennia."
- "Atmospheric concentrations of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide have increased to levels unprecedented in at least the last 800,000 years."
- Human influence on the climate system is clear. It is extremely likely (95-100% probability) that human influence was the dominant cause of global warming between 1951-2010.

### ***Working Group II***

- "Increasing magnitudes of [global] warming increase the likelihood of severe, pervasive, and irreversible impacts."
- "A first step towards adaptation to future climate change is reducing vulnerability and exposure to present climate variability."
- "The overall risks of climate change impacts can be reduced by limiting the rate and magnitude of climate change."

### ***Working Group III***

- Without new policies to mitigate climate change, projections suggest an increase in global mean temperature in 2100 of 3.7 to 4.8 °C, relative to pre-industrial levels (median values; the range is 2.5 to 7.8 °C including climate uncertainty).

The current trajectory of global greenhouse gas emissions is not consistent with limiting global warming to below 1.5 or 2 °C, relative to pre-industrial levels. Pledges made as part of the Cancún Agreements are broadly consistent with cost-effective scenarios that give a "likely" chance (66-100% probability) of limiting global warming (in 2100) to below 3 °C, relative to pre-industrial levels [7].

The United Nations Climate Change Conferences are yearly conferences held in the framework of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). They serve as the formal meeting of the UNFCCC Parties (Conference of the Parties, COP) to assess progress in dealing with climate change. Some significant conferences were the followings:

## **COP 3, Kyoto, Japan, 1997**

COP 3 took place in December 1997 in Kyoto, Japan. After intensive negotiations, it adopted the Kyoto Protocol, which outlined the greenhouse gas emissions reduction obligation for Annex I countries, along with what came to be known as Kyoto mechanisms such as emissions trading, clean development mechanism and joint implementation. Most industrialized countries and some Central European economies in transition (all defined as Annex B countries) agreed

to legally binding reductions in greenhouse gas emissions of an average of 6 to 8% below 1990 levels between the years 2008-2012, defined as the first emissions budget period. The United States would be required to reduce its total emissions an average of 7% below 1990 levels; however US Congress did not ratify the treaty after Clinton signed it. The Bush administration explicitly rejected the protocol in 2001.

### **COP 16, Cancún, Mexico, 2010**

The outcome of the summit was an agreement adopted by the states' parties that called for the 100 billion USD per annum "Green Climate Fund", and a "Climate Technology Centre" and network. However, the funding of the Green Climate Fund was not agreed upon. Nor was a commitment to a second period of the Kyoto Protocol agreed upon, but it was concluded that the base year shall be 1990 and the global warming potentials shall be those provided by the IPCC.

All parties "Recognizing that climate change represents an urgent and potentially irreversible threat to human societies and the planet, and thus requires to be urgently addressed by all Parties,". It recognizes the IPCC Fourth Assessment Report goal of a maximum 2 °C global warming and all parties should take urgent action to meet this goal. It also agreed upon greenhouse gas emissions should peak as soon as possible, but recognizing that the time frame for peaking will be longer in developing countries, since social and economic development and poverty eradication are the first and overriding priorities of developing countries. [6]

### **COP 21 Paris, 2015**

The COP 21 was held in Paris from 30 November to 12 December 2015. Negotiations resulted in the adoption of the Paris Agreement on 12 December, governing climate change reduction measures from 2020. The adoption of this agreement ended the work of the Durban platform, established during COP17. The agreement entered into force (and thus become fully effective) on November 4, 2016. On October 4, 2016 the threshold for adoption was reached with over 55 countries representing at least 55% of the world's greenhouse gas emissions ratifying the Agreement.

## **CLIMATE MODELLING**

Climate models use quantitative methods to simulate the interactions of the important drivers of climate, including atmosphere, oceans, land surface and ice. They are used for a variety of purposes from study of the dynamics of the climate system to projections of future climate.

All climate models take account of incoming energy from the Sun as short wave electromagnetic radiation, chiefly visible and short-wave (near) infrared, as well as outgoing long wave (far) infrared electromagnetic. Any imbalance results in a change in temperature.

Models vary in complexity [8]:

- A simple radiant heat transfer model treats the Earth as a single point and averages outgoing energy.
- This can be expanded vertically (radiative-convective models) and/or horizontally.
- Finally, (coupled) atmosphere–ocean–sea–ice global climate models solve the full equations for mass and energy transfer and radiant exchange.
- Box models can treat flows across and within ocean basins.
- Other types of modelling can be interlinked, such as land use, allowing researchers to predict the interaction between climate and ecosystem.

At their most basic level, climate models use equations to represent the processes and interactions that drive the Earth's climate. These cover the atmosphere, oceans, land and ice-

covered regions of the planet. The models are based on the same laws and equations that underpin scientists' understanding of the physical, chemical and biological mechanisms going on in the Earth system [9].

### **Global climate models**

Global climate models are mathematical frameworks that were originally built on fundamental equations of physics. They account for the conservation of energy, mass, and momentum and how these are exchanged among different components of the climate system. Using these fundamental relationships, GCMs are able to simulate many important aspects of Earth's climate: large-scale patterns of temperature and precipitation, general characteristics of storm tracks and extratropical cyclones, and observed changes in global mean temperature and ocean heat content as a result of human emissions. The complexity of climate models has grown over time, as they incorporate additional components of Earth's climate system. Today, global climate models simulate many more aspects of the climate system: atmospheric chemistry and aerosols, land surface interactions including soil and vegetation, land and sea ice, and increasingly even an interactive carbon cycle and/or biogeochemistry.

### **Regional climate models**

Dynamical downscaling models are often referred to as regional climate models, since they include many of the same physical processes that make up a global climate model, but simulate these processes at higher spatial resolution over smaller regions [10].

Four regional climate models (RCMs) were adapted in Hungary for dynamic downscaling of the global climate projections over the Carpathian Basin [11]:

- the ALADIN-Climate model;
- the PRECIS model;
- the RegCM model;
- the REMO model.

The RCMs are different in terms of dynamical model formulation, physical parametrizations; moreover, in the completed simulations they use different spatial resolutions, integration domains and lateral boundary conditions for the scenario experiments. Therefore, the results of the four RCMs can be considered as a small ensemble providing information about various kinds of uncertainties in the future projections over the target area, i.e., Hungary.

After the validation of the temperature and precipitation patterns against measurements, mean changes and some extreme characteristics of these patterns (including their statistical significance) have been assessed focusing on the periods of 2021-2050 and 2071-2100 relative to the 1961-1990 model reference period. The ensemble evaluation indicates that the temperature-related changes of the different RCMs are in good agreement over the Carpathian Basin and these tendencies manifest in the general warming conditions. The precipitation changes cannot be identified so clearly: seasonally large differences can be recognized among the projections and between the two periods. An overview is given about the results of the mini-ensemble and special emphasis is put on estimating the uncertainties in the simulations for Hungary. Heat wave events are important temperature related hazards due to their impacts on human health. Projected changes in the frequency of different heat wave warning levels are analyzed for the 21<sup>st</sup> century. For this purpose, outputs of regional climate model PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) are used taking into account three different global emissions scenarios (A2, A1B, B2). The results clearly show an increase in occurrence and length of heat waves with respect to the underlying emission scenarios and regional climate model used. Moreover, the potential season of heat wave occurrences is projected to be lengthened by two months in 2071-2100 compared to 1961-1990.

There is growing evidence that greenhouse gas emissions from human activity are causing climate change. Over the last 100 years, the global average surface temperature has increased by 0.74°C, and sea level has risen by 17 cm during the 20<sup>th</sup> century. Current trends are projected to continue and accelerate in the coming decades. Europe will also be increasingly confronted with the impact of climate change. Climate change will come about gradually in the form of average temperature increases, with the main impacts of gradual changes being felt in the long term. However, the impact of more frequent extreme weather events will be felt in the short and medium term. Climate change is one of the main long term drivers of economic, social and environmental changes. Its impact is global with very different regional expressions. It influences regional growth potential, regional sustainability as well as the quality of life via changing natural conditions. The impact of climate change is asymmetric across European regions, and depends on the magnitude and rate of climate change, the exposure and sensitivity of ecological and socio-economic systems, and the ability of societies to adapt to these changes [12].

### **SUMMARY**

Climate change, also called global warming, refers to the rise in average surface temperatures on Earth. The Sun serves as the primary energy source for Earth's climate. Some of the incoming sunlight is reflected directly back into space, especially by bright surfaces such as ice and clouds, and the rest is absorbed by the surface and the atmosphere. Much of this absorbed solar energy is re-emitted as heat (longwave or infrared radiation). The atmosphere in turn absorbs and re-radiates heat, some of which escapes to space. Any disturbance to this balance of incoming and outgoing energy will affect the climate. If all heat energy emitted from the surface passed through the atmosphere directly into space, Earth's average surface temperature would be tens of degrees colder than today. Greenhouse gases in the atmosphere, including water vapor, carbon dioxide, methane, and nitrous oxide, act to make the surface much warmer than this, because they absorb and emit heat energy in all directions (including downwards), keeping Earth's surface and lower atmosphere warm. If all heat energy emitted from the surface passed through the atmosphere directly into space, Earth's average surface temperature would be tens of degrees colder than today. The primary cause of climate change is the burning of fossil fuels, such as oil and coal, which emits greenhouse gases into the atmosphere – primarily carbon dioxide. Other human activities, such as agriculture and deforestation, also contribute to the proliferation of greenhouse gases that cause climate change. Climate models are based on well-established physical principles and have been demonstrated to reproduce observed features of recent climate and past climate changes. There is considerable confidence that Atmosphere-Ocean General Circulation Models (AOGCMs) provide credible quantitative estimates of future climate change, particularly at continental and larger scales. Confidence in these estimates is higher for some climate variables (e.g., temperature) than for others (e.g., precipitation). According to the simulation by the different Regional Climate Models are in good agreement over the Carpathian Basin and these tendencies manifest in the general warming conditions. The precipitation changes cannot be identified so clearly: seasonally large differences can be recognized among the projections and between the two periods.

### **REFERENCES**

- [1] PÉCZELY GY.: Climatology, Tankönyvkiadó. 1979 (In Hungarian)
- [2] CZELNAI R.: Introduction into the meteorology. I. Basic information about the atmosphere, Tankönyvkiadó, 1979, (In Hungarian)



- [3] CZELNAI R., GÖTZ G., IVÁNYI ZS., Introduction into the meteorology II. The moving atmosphere and the ocean, Tankönyvkiadó, 1991, (In Hungarian)
- [4] MAJOR GY. The Milanković–Bacsák theory and the climate change, Légkör. 51, 20–23. (2006), (In Hungarian)
- [5] IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change [www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/) (download: 2018. 12. 10)
- [6] BÍRÓ D. The politics history of global warming Napvilág Kiadó, 2003, (In Hungarian)
- [7] IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlomer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [8] PADÁNYI J., HALÁSZ L. The effects of climate change, Nemzeti Közzolgálati Egyetem, 2012, (In Hungarian)
- [9] PRÁGER T. Early past and present of global climate modelling (1990–2010). In: BARTHOLY J., BOZÓ L., HASZPRA L. (eds.): Climate change 2011. Climate scenarios for the Carpathian basin, Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, (In Hungarian) <http://nimbus.elte.hu/~klimakonyv/Klimavaltozas-2011.pdf> (download: 2018. 12. 16.)
- [10] KOVÁCS A., D. The international result of the climate modelling 67-89, In CZIRFUSZ M., HOYK E. SUVÁK A. (eds.): Climate change– society – economy. Long time local processes and trend in Hungary, Pécs, Publikon Kiadó, 2015 (In Hungarian)
- [11] HOYK E. The climate models used for Hungary, 91-108, In CZIRFUSZ M., HOYK E. SUVÁK A. (eds.): Climate change – society – economy. Long time local processes and trend in Hungary, Pécs, Publikon Kiadó, 2015 (In Hungarian)
- [12] BARTHOLY J., PONGRÁCZ R. Regional climate change – Analysis of result of models for the Carpathian basin, 2011, (In Hungarian) <http://nimbus.elte.hu/oktatas/metfuzet/EMF024/PDF/01-Bartholy-Pongracz-EMF24.pdf> (download: 2018. 12. 16.)

## IPARI RADIOGRÁFIAI MUNKATARTÓVAL KAPCSOLATOS HAZAI KÁRESEMÉNY KATASZTRÓFAVÉDELMI SZEMPONTÚ ANALÍZISE

### ANALYSIS OF A DOMESTIC ACCIDENT RELATED TO AN INDUSTRIAL RADIOGRAPHY CAMERA

HORVÁTH Kristóf; KÁTAI-URBÁN Lajos; SEBESTYÉN Zsolt; VASS Gyula

(ORCID: 0000-0001-8979-9995); (ORCID: 0000-0002-9035-2450);  
(ORCID: 0000-0003-3030-856X); (ORCID: 0000-0002-1845-2027);

[sebestyen@haea.gov.hu](mailto:sebestyen@haea.gov.hu); [lajos.katai@uni-nke.hu](mailto:lajos.katai@uni-nke.hu);  
[k.horvath@iaea.org](mailto:k.horvath@iaea.org); [gyula.vass@katved.gov.hu](mailto:gyula.vass@katved.gov.hu)

#### Absztrakt

Várhatóan a technológia fejlődésével, illetve a Paksi Atomerőmű bővítésével párhuzamosan növekedni fog az ipari gamma radiográfiás vizsgálatok, valamint a radiográfiái vizsgáló eszközök száma.

Cikkünk a radiográfiái munkatartóval kapcsolatos balesetekkel foglalkozik, melynek keretében bemutatjuk, hogy milyen eszköz a radiográfiás munkatartó, milyen típusai vannak, valamint a bennük lévő zárt sugárforrások általában milyen izotópok lehetnek.

Ezen felül bemutatjuk, hogy egy esetleges baleset következményeként milyen dózisteljesítmények alakulhatnak ki.

A jelentősebb hazai eseményeket ismertetjük összefoglalóan, míg a Cegléd környékén 2012-ben történt balesetet részletesebben leírjuk, amikor is egy ipari radiográfiái eszközt szállító cég teherautója egy vasúti átjárón áthaladva vonattal ütközött.

**Kulcsszavak:** sugárvédelem, radiológiai esemény, ipari radiográfia

#### Abstract

It can be expected, in parallel the development of technology and the expansion of Paks Nuclear Power Plant that the number of industrial gamma radiography applications and equipment will increase.

Our article deals with accidents related to radiography cameras; it describes the radiographic projectors, their various types, and those typical isotopes that are used as sealed sources within.

In addition, we show what dose rates may develop as a result of a potential accident.

The major domestic events are described in summary, while an accident occurred in Cegléd in 2012, when a truck carrying an industrial radiography device crashed with a train when it was entering a railway crossing, is assessed in more detail.

**Keywords:** radiation protection, radiological event, industrial radiography

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.08.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.11.

## BEVEZETÉS

Hazánkban egyre nagyobb számban használnak atomenergiát alkalmazó eszközöket különböző célokra. Ezek közül a roncsolásmentes anyagvizsgálatokhoz is használhatnak ionizáló sugárzást, melynek egyik módja a röntgen sugárzást kibocsátó berendezések alkalmazása, mely cikkünknek nem lesz tárgya, másik módja a sugárforrást alkalmazó berendezések. A sugárforrást alkalmazó berendezések egyik típusa az ipari radiográfiai munkatartó, más néven defektoszkóp alkalmazása.

A Paksi Atomerőmű bővítése miatt egyre nagyobb szerepe lesz hazánkban az ipari gamma radiográfiai vizsgáló eszközök használatának, hiszen a létesítési szakaszban az anyagvizsgálatok száma jóval magasabb, mint normál üzemállapotban.

Cikkünkben szeretnénk bemutatni, hogy milyen következményekkel járhat egy sugárforrást alkalmazó eszközzel történő radiológiai esemény. A nukleáris események súlyosságára létrehozott a NAÜ és a Nukleáris Energia Ügynökség együttműködve egy skálát, melyet radiológiai események osztályozására is továbbfejlesztettek.

Cikkünkben szeretnénk bemutatni egy hazánkban megtörtént balesetet, melyről eddig még nem történt számadás.

A megértés érdekében összefoglalóan ismertetjük az ipari gamma radiográfia lényegét és fajtáit, valamint megvizsgáljuk a szabadon, árnyékolás nélkül maradt sugárforrás veszélyeit.

## RADIOGRÁFIÁS MUNKATARTÓ

A radiográfiai anyagvizsgálat a roncsolásmentes vizsgálati technikák közé tartozik. Nagy előnye, hogy nem károsítja a vizsgálandó tárgyat, eszközt, berendezést.

Hegesztési varratok, öntvények, műanyagcsövek, betonszerkezetek, durvaszerkezetek megbízhatóan vizsgálhatók gamma-sugárzással. Az ionizáló sugárzás defektoszkópiái célú felhasználását a sugárzás és a vizsgált anyag közötti kölcsönhatások teszik lehetővé. Egy szerkezet üzembiztos működésének egyik alapvető feltétele, hogy az mentes legyen a szerkezetre veszélyes belső anyaghibáktól. Ismert tény, hogy a gyártási folyamatok mindegyike potenciális hibaforrás is egyben, ezért a fentiekben megfogalmazott feltétel teljesülése csak megfelelően működő minőségbiztosítási rendszer esetében várható. A radiográfiai vizsgálat tehát egy olyan roncsolásmentes vizsgálati eljárás, mely során anélkül, hogy a vizsgálandó anyagban kárt tennénk, pontosan meg tudjuk állapítani a benne található esetleges hibákat, azok méretét, alakját, elhelyezkedését, típusát.

Hátránya, hogy a vizsgálatokhoz használatos sugárforrás alkalmazása magában hordozhat sokféle veszélyt.

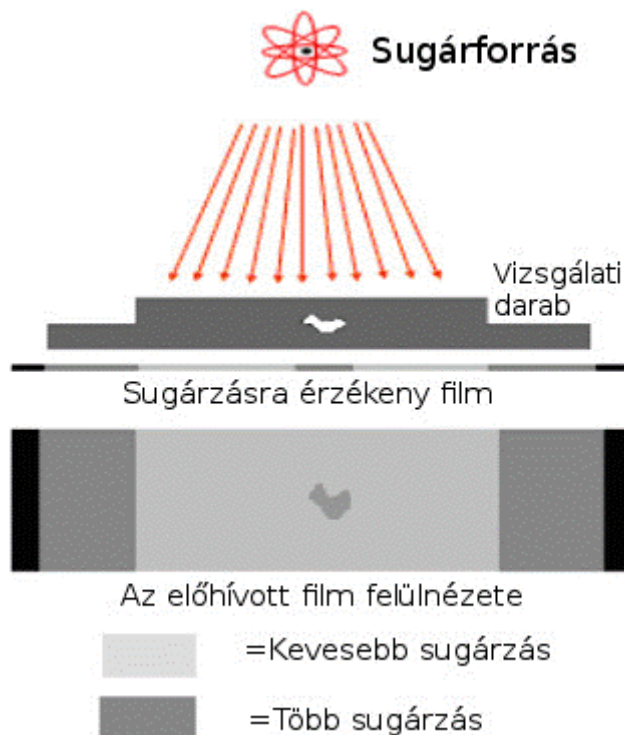
Az izotópos vizsgálat a következőkben tér el a röntgen vizsgálatoktól:

- a hibakimutatás nem olyan jó, mivel az izotóp adott energiájú gamma-részecskét bocsát ki magából, így hullámhosszúsága adott, nem befolyásolható;
- az izotóp aktivitása az idő múlásával csökken, ezért intenzitása egyre kisebb lesz;
- az izotóp a röntgen csővel ellentétben minden irányba sugároz, így egyszerre minden irányba lehet felvételt készíteni, pl. csöveknél körvarratra alkalmas;
- az izotópok gamma-sugárzásának energiája nagyobb, mint az anyagvizsgálatokhoz használt röntgen sugárzás energiája, így vastagabb anyagot is képes átvilágítani, ugyanakkor az intenzitásuk kisebb, mint a röntgen sugárzásé, így az expozíciós idő hosszabb lehet.

Az izotópos anyagvizsgálat egyik módszere, hogy úgynevezett radiográfiai munkatartóba zárják a sugárforrást, amit az anyagvizsgálatokhoz használnak.

## Alkalmazott izotópok

A radiográfiai anyagvizsgálatokhoz többféle izotópot használhatnak, melyek mindegyike gamma-sugárzó izotóp. A radiográfia az anyagon áthaladó ionizáló sugárzást hasznosítja az anyagban lévő folytonossági hiányok kimutatására. A sugárforrásból érkező fotonok a vizsgálati darabon áthaladva, a filmen sötétedést okoznak. Minél több foton halad át, annál sötétebb foltot kaphatunk. A vizsgálandó darabon a hibák elvékonyodást, repedéseket jelenthetnek, melyek több fotont engednek át, mint a darab azon része, mely ép. Az itt leírtak szemléltetésére szolgál a **1. ábra**.



**1. ábra** A radiográfias anyagvizsgálat elvének sematikus ábrája [1]

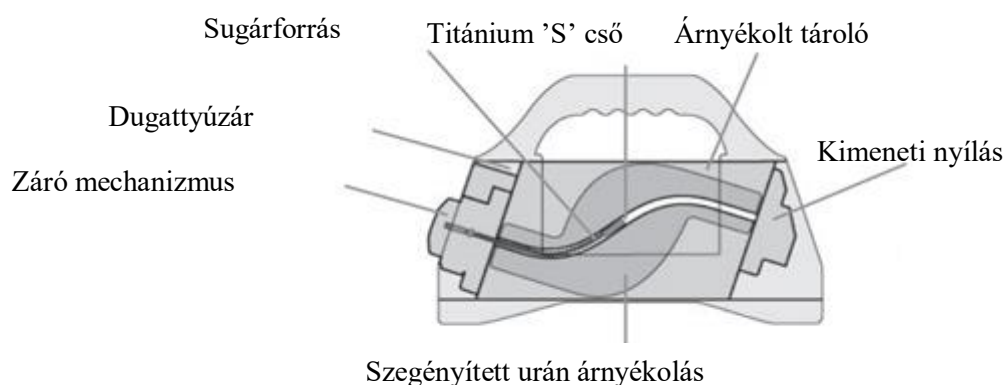
A sugárforrással történő radiográfias anyagvizsgálat során 5 izotópot alkalmaznak a leggyakrabban, melyeknek jellemző adatait a **1. táblázat** tartalmazza, ahol megtalálhatjuk az izotóp rendszámát, felezési idejét, valamint a jellemző gamma vonalainak energiáját és gyakoriságát.

Radionuklid	Rendszám	T <sub>1/2</sub>	E <sub>γ</sub> (keV)	k (%)
Co-60	27	5,27 év	1173	100
			1333	100
Se-75	34	119,8 nap	121	17
			136	59
			265	59,2
			279,5	25,2
			401	11
Cs-137	55	30,2 év	662	85
Yb-169	70	32 nap	63	43,6
			109,8	17,4
			130,5	11,4
			177,2	22,3
			198	35,9
			307,7	10
Ir-192	77	73,8 nap	296	28,7
			308,4	29,7
			317	83
			468	48
			604	8

1. táblázat Radiográfiai anyagvizsgálatok jellemző izotópjai és tulajdonságai [2]

## Radiográfiai munkatartók

A nagy aktivitás miatt igen nehéz leárnyékolni a sugárforrásokat úgy, hogy valamennyire mobilis is maradjon. A sugárforrásokat ezért munkatartókba helyezik, melyek általában szegényített uránból készült árnyékolással rendelkeznek, mivel a gamma-sugárzás hatékony árnyékolásához nagy tömegszámú elemekre van szükség. A következő képen (2. ábra) egy radiográfiai munkatartó sematikus rajza látható.



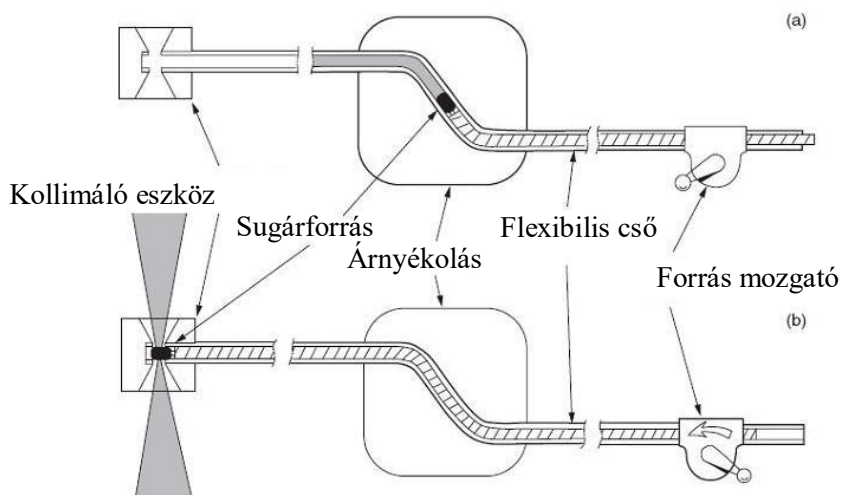
2. ábra egy radiográfiai munkatartó sematikus rajza és főbb részei [3]

Annak érdekében, hogy ne okozzon többlet sugárterhelést a kezelő számára, távirányítással engedik ki a forrást, illetve húzzák vissza. A munkatartóhoz egy flexibilis csövet csatlakoztatnak, amiben a sugárforrás tud mozogni. A sugárforrás maga egy kapszulában helyezkedik el (3. ábra), hogy a flexibilis csőben könnyen, akadásmentesen tudjon mozogni.



3. ábra A radiográfiai vizsgálatokhoz használatos sugárforrások leggyakrabban használt formája [4]

A sugárforrás alaphelyzetben a tartójában van. Az expozícióhoz kiengedik a sugárforrást úgy, hogy közben a kezelő árnyékolt helyzetben legyen, majd a megfelelő expozíciós idő elteltével a sugárforrást vissza lehet engedni eredeti helyére. Amennyiben valamilyen oknál fogva nem tudna visszakerülni az árnyékolt állapotába, fontos, hogy a kezelő azonnal tudomást szerezzen róla. Mivel igen nagy aktivitású sugárforrásokot alkalmaznak, ezért igen rövid idő alatt is akár determinisztikus hatással járó sugárterhelést okozhat a kezelőnek. A könnyebb megértést a 4. ábra segíti.



4. ábra A sugárforrás mozgatásának sematikus képe, a sugárforrás a) árnyékolt állapotban, b) expozíciós állapotban [3]

A fent alkalmazott módszerek, védelmek segítségével a 2. táblázat szerinti maximális aktivitást lehet alkalmazni.

Izotóp	Felezési idő	Aktivitás
Ir-192	74 nap	5,55 TBq
Se-75	119,8 nap	7,4 TBq
Co-60	5,27 év	2,4 GBq
Cs-137	30,17 év	14 GBq
Yb-169	32 nap	1,11 TBq

**2. táblázat** Radiográfias vizsgálatokhoz leggyakrabban alkalmazott sugárforrások fajtái, illetve maximális aktivitásuk [5]

A radiográfias munkatartókkal több cég is foglalkozik, igen sokféle elérhető a piacon, de az elve mindnek ugyanaz. A továbbiakban szeretnénk bemutatni a cikkünkkel érintett radiográfias munkatartót részletesebben.

### Gammamat™ TSI 3/1 [6]

A tradicionális német gyártó Gammamat™ TI, TI-F és TI-FF típusú tartóiból továbbfejlesztett, legújabb TSI 3/1 és TSI 5/1 munkatartója ipari körülmények között is kiválóan és biztonságosan használható.

A munkatartók geometriai kialakítása során sikerült megoldani, hogy jól felhelyezhető legyenek csővezetékekre is, illetve külső behatásoktól, ütésektől megvédjék a csatlakozó egységeket. Megfelelnek az érvényes európai szállítási feltételeknek, urán árnyékolással rendelkeznek, biztonsági reteszeléssel vannak ellátva, korszerű, megbízható készülékek.

A maximális biztonság elérése érdekében, amennyiben a kivezető cső nincs csatlakoztatva a készülékhez, vagy a biztonsági reteszelés nincs kiiktatva, a felvét elkészítés nem lehetséges.

Az újonnan kifejlesztett, II. generációs kivezérő szerkezet segítségével a nehezen vizsgálható helyekre is könnyebben és pontosabban juttathatjuk el az izotópot.

A TSI 3/1 izotóptartó tulajdonságai:

- A készülék felszínén mért dózisteljesítmény: 2 mSv/h
- Betölthető izotóp: Ir-192
- Betölthető aktivitás: 3,0 TBq ( 80 Ci)
- Kivezérő szerkezet hossza: 10 fm (standard)
- Kivezető cső hossza: 3 fm (standard)
- A készülék súlya: 20 kg
- A készülék méretei (HxSzxM): 350x132x222 mm
- Az Urán árnyékolás súlya: 10,9 kg
- A készülék anyaga: CrNi acél és Alumínium
- Tartó besorolása: CDN/2086/B(U)-96

Felhasználási területük:

- Csővezetékek, nyomástartó edények
- Repülőgépipar, olaj és gázipar
- Hídépítés, atomerőművek

### POTENCIÁLIS VESZÉLYEK A FORRÁS KIKERÜLÉSÉVEL

Egy radiográfias munkatartó úgy van megtervezve, hogy ne kerüljön ki nem kívánt módon a radioaktív sugárforrás. Ennek érdekében a konténert különböző teszteknek vetik alá, úgymint:

- Ejtés 1 m-ről rúdra (d=15 cm, magasság: min. 20 cm)

- Ejtés 9 m-ről ütközőlapra, vagy (amennyiben a küldeménydarab tömege kisebb, mint 500 kg, és az átlagos sűrűsége kisebb mint 1t/m<sup>3</sup>, nem különleges formájú radioaktív tartalom, nem több 1000A<sub>2</sub>-nél )
- 1 m x 1 m-es, 500 kg tömegű acél lap ráejtés 9 m magasból
- Hőpróba: 30 percig legalább 800 °C-os lángba.

A próbák lényege, hogy ezen eseményeket követően is elegendő árnyékoló hatása maradjon, amely biztosítja, hogy a sugárzási szint a küldeménydarab felületétől 1 m távolságban nem haladja meg a 10 mSv/h értéket a legnagyobb radioaktív tartalom esetén, amelynek befogadására a küldeménydarabot tervezték.

A tesztek ellenére előfordulhatnak olyan események, amikor a sugárforrás nem marad a munkatartóban, esetleg a kapszula is megsérül. Ilyen esetekben külső és belső sugárterhelésekről beszélhetünk.

Az elsőként a helyszínrre érkezők vannak a legnehezebb helyzetben, hiszen még nem lehet tudni, hogy egy esetleges baleset során történt-e ilyen jellegű sérülés. A következőkben szeretném bemutatni, hogy miként lehet egyszerű számítási módszerrel meghatározni, hogy mekkora sugárterhelés érheti a kikerülő egységeket (tűzoltók, katonák, rendőrök) a megfelelő ellenőrzések elvégzése nélkül.

### Külső sugárterhelés

A sugárforrás kikerülésével olyan dózisteljesítményű helyek alakulhatnak ki, melyekben tartózkodva akár a determinisztikus dózis küszöbértékét (500 mSv) is elérhetjük. A determinisztikus hatás valamilyen biztos károsodást jelent a szervezetre. A küszöbérték felett a dózis növekedésével nem a kialakulás valószínűsége növekszik, mint a sztochasztikus hatásoknál, hanem a kialakult degradáció súlyossága.

A sugárforrások körül lévő dózisteljesítmény megállapításához egy egyszerű képletet lehet alkalmazni, amiből a különböző távolságokra lévő személy effektív dózist ki lehet számítani az ott töltött idő ismeretében. [7]

$$\dot{D} = c \cdot A \cdot \frac{r_0^2}{r^2}$$

$\dot{D}$ : dózisteljesítmény (mSv/h)

c: külső sugárterheléshez használatos súlyozó tényező, mekkora dózisteljesítményt eredményez 30 cm-re az adott izotóp 1 MBq-ére vonatkoztatva, a sugárforrást pontforrásnak tekintjük (mSv/h/MBq)

A: adott izotóp aktivitása (MBq)

$r_0^2$ : 0,3 m

$r^2$ : a sugárforrástól mért távolság (m)

A kézikönyvben lévő adatok alapján a 3 leggyakrabban alkalmazott izotópra elvégeztük a számítást 30 és 50 cm-re, valamint 1 és 10 m-re.

Izotóp	A	c	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)
	MBq	mSv/h/MBq	30 cm-re	50 cm-re	1 m-re	10 m-re
A dóziskonverziós tényező 30 cm-re vonatkoztatva [7]						
Co-60	2400	3,86E-03	9,26E+00	3,34E+00	8,34E-01	8,34E-03
Cs-137	14000	1,07E-03	1,50E+01	5,39E+00	1,35E+00	1,35E-02
Ir-192	5550000	1,54E-03	8,55E+03	3,08E+03	7,69E+02	7,69E+00
A dóziskonverziós tényező 100 cm-re vonatkoztatva [8]						
Se-75	7400000	2,32E-04	1,91E+04	6,88E+03	1,72E+03	1,72E+01



Izotóp	A	c	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)
	MBq	mSv/h/MBq	30 cm-re	50 cm-re	1 m-re	10 m-re
Yb-169	1110000	8,84E-05	1,09E+03	3,92E+02	9,81E+01	9,81E-01

**3. táblázat** A jellemző dózisteljesítmények a különböző sugárforrások közelében 30 és 50 cm-re, illetve 1 és 10 m-re a sugárforrástól [7] [8]

Ugyanakkor az interneten elérhető egy online program, aminek a segítségével könnyedén elvégezhető ez a számítás az aktivitás, illetve a távolság megadásával. A program segítségével elvégeztük a jellemző izotópok dózisteljesítményére a számítást és a **4. táblázat** szerinti értékeket kaptuk, amennyiben a forrás szabadon, árnyékolás nélkül van. [9]

Izotóp	Aktivitás	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)	$\dot{D}$ (mSv/h)
		10 cm-re	50 cm-re	1 m-re	10 m-re
Ir-192	5,55 TBq	60600	2514	606	6,06
Se-75	7,4 TBq	34000	1357	340	3,4
Co-60	2,4 GBq	73,7	2,95	0,74	0,0074
Cs-137	14 GBq	106	4,27	1,06	0,0106
Yb-169	1,11 TBq	2886	115	28,86	0,2886

**4. táblázat** A jellemző dózisteljesítmények a különböző sugárforrások közelében 10, 50 cm-re, illetve 1 és 10 m-re a sugárforrástól [9]

A táblázat jól mutatja, hogy az alkalmazott sugárforrások közvetlen környezetében akár rövid ideig történő tartózkodással is könnyedén emelkedhet a sugárterhelés mértéke a determinisztikus hatások küszöbértéke fölé.

## KORÁBBI ESEMÉNYEK

Hazánkban több esetben előfordult ipari gamma radiográfiával kapcsolatos esemény, melyeket Ballay László és társai bemutattak cikkükben: [10]

Év	Izotóp	Aktivitás	INES szint	Következmények
1976	Ir-192		1	Lengyel gyártmányú radiográfiai sugárforrás(ok) nyitottá válása. Eszközök elszennyeződtek.
1977	Ir-192		3	1,2 Gy egésztest A radiográfus a besugárzást árnyékolatlan radiográfiai sugárforrás hosszú közúti szállítása közben szenvedte el.
1984	Ir-192	1,11 TBq	3	20-30 Gy, ujj sérülés A sugárforrást befogó eszköz, az ún. „torpedó” elgörbült rugós részét próbálta javítani a munkavállaló.
1988	Cs-137		1	Több évtizede gyártott radiográfiai forrás(ok) vált(ak) nyitottá (~10 GBq). Üzemi területen belül maradó szennyezés.
1991	Ir-192	1,1 TBq	0	Lakótelepen leoldódott forrás.

Év	Izotóp	Aktivitás	INES szint	Következmények
1999	Ir-192	300 GBq	2	2 radiográfus, 350 és 200 mSv A sugárforrást tartalmazó „torpedó” a kivezető gégecsőben maradt.
1999	Ir-192	70 GBq	1	3 takarító, max. 6 mSv/fő, 2 munkás, max. 2,5 mSv/fő Torpedó leoldódott, amit nem vettek észre. Takarítók szemetesbe helyezték.
2001	Ir-192	800 GBq	0	Üzemcsarnokban leoldódott forrás.
2009	Ir-192	1 TBq	0	Radiográfiai sugárforrás vált nyitottá. Időben felfedezték.

5. táblázat Hazai ipari radiográfias sugárforrással bekövetkező események. [10]

A leírtakból, valamint a táblázatból is látható, hogy milyen veszélyeket hordozhat magában a sugárforrás árnyékolatlan állapotba kerülése. Pl. a legegyszerűbbnek gondolt hiba javítása is komoly sugárterhelést jelenthet az ujjnak, ami annak elvesztését is eredményezheti, vagy az árnyékolatlan állapotban maradt sugárforrás könnyen a dóziskorlát feletti sugárterhelést okozhat. Ez utóbbi könnyen ellenőrizhető, ha a radiográfus az előírásnak megfelelően rendelkezik kézi dózisteljesítménymérő műszerrel, illetve használja is azt.

Az ipari gamma radiográfias, radiológiai eseményeknél a Katasztrófavédelemnek nagy segítségére lehetnek az elveszett sugárforrás felderítésére alkalmazandó légi felderítő egységek. Zelenák János és társai cikkükben bemutatják, hogy milyen lehetőségei lehetnek az elveszett sugárforrás légi felderítésének. Cikkükben megadják, hogy mely izotópok detektálhatóak légi felderítéssel. Mivel az ipari gamma radiográfiahoz jellemzően használt izotópok gamma sugárzó radioaktív izotópok, így a cikkben felsorolt izotópok között megtalálhatóak. [11]

A sugárfelderítő helikopter egy úgynevezett vegyi-sugárfelderítő konténerrel van felszerelve, amiben több detektor is található. Ezek a következők:

- BNS-98 típusú dózisteljesítmény-távadó (GM csöves nukleáris detektor);
- NDI/SK típusú intelligens szcintillációs nukleáris detektor, speciális üreges NaI(Tl) kristállyal, ólom kollimátorban, beépített sugárkapu algoritmussal;



5. ábra MI-24-re függesztett ABV RIÉR konténer [12]

Az egyes detektor típusok működési elvét, illetve tulajdonságait mutatják be Solymosi József és társai cikkükben. [13]

## VONAT BALESET EGY RADIOGRÁFIÁS MUNKATARTÓVAL

2012. december 11-én egy radiográfias munkatartót szállító kis teherautó vélhetően piros jelzésen haladt át egy vasúti átjárón Cegléd és Nyársapát között, amikor is egy Intercity szerelvényt ütközött. A balesetben a vonat utasai közül senki sem sérült meg, a kisteherautó utasai azonban súlyos sérüléseket szenvedtek, őket kórházba szállították. A vonat utasaiért mentesítő járatot küldtek. [14]

A Pest Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság műveletirányítási központját értesítették, amely a helyszínre irányította a megyei Katasztrófavédelmi Mobil Labor egységet és a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságnál szolgálatot teljesítő Katasztrófavédelmi Sugárfelderítő Egységet. Mindkét szolgálat a járműveken rendelkezésre álló sugárfelderítő eszközökkel (IH-295, BNS-94 FM sugárkapu, Identifinder, PRM-470CG) méréseket végeztek, így meghatározták a biztonsági zónát, amelyen belül csak az arra illetékes és személyi dózis mérővel ellátott szakemberek tartózkodhattak.

A teherautó szállítási okmányai szerint Ir-192 volt a munkatartóban, mégpedig 1,1 TBq.

Az ütközésben a teherautó is súlyos károsodást szenvedett, a szállításra szolgáló hátsó rakodó tér leszakadt a járműről (6. ábra).



6. ábra A balesetben sérült teherautó [15]

Az ütközés következtében a munkatartó szállítására szolgáló doboz lerepült a teherautó platójáról, így az ütközést követően nem volt ismert a sugárforrás kiléte. A Katasztrófavédelem egységei találták meg a dobozt a vonat pálya melletti magas gazban, több 10 m-re a helyszíntől. A csomagolás a sugárforrás veszélyességére való tekintettel B(U) minősítésű, mely méretezve van ilyen helyzetekre is. A 7. ábra mutatja a munkatartó tároló dobozának állapotát az ütközést követően.



7. ábra A balesetben sérült Gammamat munkatartó ládája [15]

A munkatartót elszállították és vizsgálatot követően eltávolították a sugárforrást. A sugárforrás nem sérült, a csomagolás megfelelőségének köszönhetően.

A 4. táblázat alapján, ha az aktivitások arányával besorozzuk, akkor is 10 m-re kb. 1,2 mSv/h dózisteljesítmény lett volna mérhető, ha a sugárforrás kiszabadul. Ez alapján könnyen eldönthető volt, hogy a sugárforrás kijutott-e a környezetbe. Ha kijutott volna, az dózisteljesítmény mérő műszerrel mindenképpen mérhető lett volna.

Miután megtalálták a tároló dobozt, a Katasztrófavédelem egységei kiszállították a gazból. Az ellenőrző mérés a munkatartó felületén maximálisan 60  $\mu$ Sv/h dózisteljesítmény értéket adott. Mivel a munkatartó szegényített uránt tartalmaz, ezért sugárforrás nélkül is mérhető sugárzás körülötte, normális esetben 2-3  $\mu$ Sv/h. A sérült munkatartó körül mérhető maximális dózisteljesítményből arra lehetett következtetni, hogy a sugárforrás árnyékolt helyzetben maradt, mivel a munkatartó felületén üres helyzetben nem mérhető akkora sugárzás, illetve az árnyékolás hiánya következtében jóval nagyobb dózisteljesítmény lett volna mérhető.

A sugárforrás szállításához a katasztrófavédelem a helyszínre rendelte az Országos Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet készenléti egységét, akik a rendelkezésükre álló speciális járművel nem tudták elszállítani a sérült munkatartót, mivel az Ir-192 aktivitása a tárolóba helyezhető maximális aktivitás értéknél magasabb volt. Az elszállításhoz a KBFI-UNIÓ Kft. szállító járművét vették igénybe, akik a telephelyükre szállították a sérült munkatartót a sugárforrással együtt.

A sérült munkatartó, illetve a benne lévő sugárforrás állapota nem volt ismert, ezért azt különös elővigyázatossággal kellett megvizsgálni, felkészülve arra, hogy a kapszula is sérülhetett az ütközés során. A KBFI-UNIÓ Kft. ügynevezett forró fülkében hajtotta végre a vizsgálatot és azt tapasztalta, hogy ugyan a defektoszkópon sérülések voltak láthatóak (8. ábra), ugyanakkor a sugárforrás nem sérült meg.



8. ábra A balesetben sérült Gammamat munkatartó [15]

Az esemény során a sugárforrás nem került ki az árnyékolt tartóból, így többlet sugárterhelést nem okozott sem a lakosság, sem pedig a dolgozók számára. Az alkalmazott sugárforrás 2. kategóriájú volt az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet 1. mellékletének 2. táblázata szerint, mivel az R értéke 13,75-nek adódott ( $R=A_i/D_i=1,1 \text{ TBq}/8 \cdot 10^{-2} \text{ TBq}$ ). [16][17] A mélységben tagolt védelmek nem sérültek, mivel a sugárforrás az árnyékolását nem vesztette el, illetve nem került ki a környezetbe. Mindezeket figyelembe véve az esemény INES besorolása nem érhetett el a kötelezően NAÜ irányába bejelentendő szintet, azaz a legalább INES 2.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az atomerőművekben bekövetkezett komolyabb balesetek elemzésével foglalkozó cikk sorozat bemutatja a windscale-i reaktorban, Three Mile Island atomerőműben, a csernobili atomerőműben, valamint a fukushimai atomerőműben történt baleseteket és azok hatásait. [18] [19]

A bemutatott balesetek következményeinek súlyossága meghaladja az ipari radiográfiai munkatartó sérülésével és így a zárt sugárforrás kikerülésével járó balesetek következményeit, de a bemutatott hatások azt mutatják, hogy könnyen okozhat a kikerülő sugárforrás a determinisztikus hatások küszöb dóziséknél magasabb értékeket. Ez főként akkor fordult, fordulhat elő, ha nem tudnak arról, hogy a munkatartón kívülre került a sugárforrás. A cikkben bemutattuk, hogy ezek az eszközök fel vannak készítve a kívülről érkező hatásoknak, melyeket különböző tesztekkel igazolnak.

Az elsőként odaérkező egységeknél jelent kockázatot az, hogy az elhárítást az életmentés miatt azonnal meg kell kezdeniük. Ennek kezelése érdekében került megalkotásra a hiányzó, a talált, valamint a lefoglalt nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos bejelentésekről és intézkedésekről, továbbá a nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos egyéb bejelentést követő intézkedésekről szóló 490/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet. [20] A rendelet szerint, ha bárki által talált anyagról feltételezhető, hogy az radioaktív anyag, illetve ilyen anyaggal szennyezett, akkor haladéktalanul értesíteni kell a hivatásos katasztrófavédelmi szerv területileg illetékes szervét. Az ország mind a 19 megyéjében és a fővárosban a katasztrófavédelemnél Katasztrófavédelmi Mobil Labor egységek állnak készenlétben a nap 24

órájában, amelyek rendelkeznek vegyi, biológiai, nukleáris és radiológiai események felszámolásához szükséges monitoring eszközökkel. Ennek megfelelően egy káresetnél helyszíni méréseket végeznek, szükség szerint megteszik az azonnali lakosságvédelmi intézkedéseket, valamint a talált anyagot lefoglalják és átadják a rendeletben meghatározott szervezetnek elszállítás céljából.

A cikkben bemutatott ceglédi baleset kapcsán is megállapítható, hogy a sugárforráshoz igen közel tartózkodva kaphatnak az ott lévő mentést végzők akkora sugárterhelést, ami determinisztikus hatást okozhatna. A mentést végzők, valamint a lakosság életének és testi épségének a védelme, biztonsága érdekében volt szükség az ilyen esetek kezelésére vonatkozóan a beavatkozással kapcsolatos feladatok jogszabályban történő rögzítésére.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] AGMI Zrt. hivatalos honlapja: <http://www.agmi.hu/radiografiai-vizsgalatok/> (A letöltés ideje: 2018. december 17.)
- [2] International Atomic Energy Agency - Nuclear Data Section hivatalos honlapja: <https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html> (A letöltés ideje: 2018. december 17.)
- [3] A The Welding Institute hivatalos oldala: <https://www.twi-global.com/> (A letöltés ideje: 2018. december 17.)
- [4] A QSA Global hivatalos oldala: <https://qsa-global.com/wp-content/uploads/2018/07/2016-Iridium-SourcesV2.pdf> (A letöltés ideje: 2018. december 17.)
- [5] A High Technology Sources Limited hivatalos honlapja: <http://hightechsource.co.uk/sentinel-source-projectors/> (A letöltés ideje: 2018. június 07.)
- [6] A GRIMAS Ipari Kereskedelmi Kft. hivatalos honlapja: <http://www.grimas.hu/roncsolasmentes/izotop-tartok/standard-izotop-tartok/gammamat-tsi-iridium-izotop-tartok/> (A letöltés ideje: 2018. december 17.)
- [7] D. Delacroix, J. P. Guerre, P. Leblanc, C. Hickman: **Radionuclide and radiation protection data handbook 2002**. Nuclear Technology Publishing (2002) [https://www.nuc.berkeley.edu/sites/default/files/resources/safety-information/Radionuclide\\_Data\\_Handbook.pdf](https://www.nuc.berkeley.edu/sites/default/files/resources/safety-information/Radionuclide_Data_Handbook.pdf)
- [8] Unger, L.M.; Trubey, D.K.: Specific gamma-ray dose constants for nuclides important to dosimetry and radiological assessment. Oak Ridge National Lab., TN (USA) 2015 május
- [9] A RadPro Calculator hivatalos honlapja: <http://www.radprocalculator.com/Gamma.aspx> (A letöltés ideje: 2018. június 07.)
- [10] Ballay L., Elek R., Vida L., Turák O.: A kiterjesztett INES skála alkalmazása hazai radiológiai eseményekre. *Sugárvédelem* IV. évf. (2011) 1. szám., [http://www.sugarvedelem.hu/sugarvedelem/docs/V4i1/Bal\\_V4\\_I1final.pdf](http://www.sugarvedelem.hu/sugarvedelem/docs/V4i1/Bal_V4_I1final.pdf)
- [11] Zelenák J., Csurgai J., Halász L., Solymosi J., Vincze Á.: A légi sugárfelderítés képességei alkalmazhatóságának vizsgálata elveszett vagy elloptott sugárforrások felkutatása, illetve szennyezett terepszakaszok felderítése során. *Hadmérnök* 4:(1) pp. 46-62. (2009), [http://hadmernok.hu/2009\\_1\\_zelenak.pdf](http://hadmernok.hu/2009_1_zelenak.pdf)

- [12] Bali T.: Helikopterek alkalmazásának lehetőségei és korlátai a kiképzés aspektusából. *Hadtudományi szemle* 4:(1), pp. 22-29. Budapest, 2011, [http://archiv.uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/hadtudomanyi\\_szemle/szamok/2011/2011\\_1/2011\\_1\\_1\\_hm\\_bali\\_tamas\\_22\\_29.pdf](http://archiv.uni-nke.hu/downloads/kutatas/folyoiratok/hadtudomanyi_szemle/szamok/2011/2011_1/2011_1_1_hm_bali_tamas_22_29.pdf)
- [13] J Solymosi, E Baumler, A Sarkadi, Á Gujgiczer, I Pintér, Á Vincze: Wide range universal radiation measuring instrument. *Academic and Applied Research in Military Science* 1:(1) pp. 133-144. (2002) <http://archiv.uni-nke.hu/downloads/aarms/docs/Volume1/Issue1/pdf/10soly.pdf>
- [14] Az index.hu hivatalos oldala: [https://index.hu/belfold/2012/12/11/nuklearis\\_anyagot\\_szallito\\_teherauto\\_utkozott\\_intercityvel/](https://index.hu/belfold/2012/12/11/nuklearis_anyagot_szallito_teherauto_utkozott_intercityvel/) (A letöltés ideje: 2018. december 17.)
- [15] Kalászi P., Sebestyén Zs., Ballay L., Juhász L., Motoc A., Váradi Cs., Vida L., Salik Á., Sáfrány G.: Az Országos Sugáregészségügyi Készenléti Szolgálat bemutatása. In *XXXVIII. sugárvédelmi továbbképző tanfolyam*, Hajdúszoboszló, 2013.04.23., [http://www.sugarvedelem.hu/sugarvedelem/docs/kulonysz/2013sv/pdf/az\\_orszagos\\_sugarregeszsegugyi\\_keszenleti\\_szolgalat\\_bemutatasa.pdf](http://www.sugarvedelem.hu/sugarvedelem/docs/kulonysz/2013sv/pdf/az_orszagos_sugarregeszsegugyi_keszenleti_szolgalat_bemutatasa.pdf)
- [16] 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről
- [17] 11/2010. (III. 4.) KHEM rendelet a radioaktív anyagok nyilvántartásának és ellenőrzésének rendjéről, valamint a kapcsolódó adatszolgáltatásról
- [18] Dobor J.; Kossa Gy.; Pátzay Gy.: Atomerőművi balesetek és üzemzavarok tanulságai 1. *Hadmérnök*, 12:(1) pp. 58-71 (2017. március), [http://www.hadmernok.hu/171\\_06\\_dobor.pdf](http://www.hadmernok.hu/171_06_dobor.pdf)
- [19] Dobor J.; Kossa Gy.; Pátzay Gy.: Atomerőművi balesetek és üzemzavarok tanulságai 2. *Hadmérnök*, 12:(4) pp. 84-98 (2017. december), [http://www.hadmernok.hu/174\\_09\\_dobor.pdf](http://www.hadmernok.hu/174_09_dobor.pdf)
- [20] 490/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet a hiányzó, a talált, valamint a lefoglalt nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos bejelentésekről és intézkedésekről, továbbá a nukleáris és más radioaktív anyagokkal kapcsolatos egyéb bejelentést követő intézkedésekről

## A KÜLÖNLEGES MENTÉSI FELSZERELÉSEK BIZTONSÁGOS HASZNÁLATÁNAK ELEMZÉSE STATISZTIKAI MÓDSZEREKKEL, I. RÉSZ

### STATISTICAL METHODS FOR ANALYSIS OF SAFE USE OF SPECIAL RESCUE EQUIPMENT, PART I.

JACKOVICS Péter

(ORCID: 0000-0002-1809-029X)

[peter.jackovics@katved.gov.hu](mailto:peter.jackovics@katved.gov.hu);

#### Absztrakt

A katasztrófák és a balesetek fokozódó extrémítása miatt a mentési műveletek egyre összetettebbé váltak, ez pedig mind elméleti mind pedig gyakorlati szempontból jobban felkészült mentési szak személyzetet kíván meg. Komoly problémát jelent, hogy a különleges mentéseknél alkalmazott eszközök használatának módszerei sok esetben csupán „szájhagyomány” alapján terjednek, miközben a gyártók által a kifejlesztett eszközpark viszont dinamikusan fejlődik. A mentési felszerelések ilyen mértékű változása a kötéltechnikával végzett mentések esetében is jól megfigyelhető, ahol a biztonságos eszközhasználatnak fokozottan kell érvényesülni.

A tanulmány célja, hogy egy erre a célra tervezett kérdőíves kutatás eredményeinek matematikai statisztikai feldolgozása alapján egyfelől megválaszolja azt a kérdést, hogy a felhasználók hogyan ítélik meg három kiválasztott konkrét kötéltechnikai eszköz biztonságos használhatóságát, másrészt pedig erre támaszkodva biztonságnövelő javaslatokat fogalmazzon meg ezen eszközök használatával kapcsolatban. A tanulmányom első részében a Mann-Whitney próba és a Spearman-féle rangkorreláció eredményeit elemzem.

**Kulcsszavak:** Kötéltechnika, Mentési felszerelés, Statisztika, Biztonság, Spearman-féle korreláció

#### Abstract

Due to ever increasing extremities of disasters and accidents, rescue operations have become more and more complicated, requiring both theoretically and practically better qualified rescue personnel. It is a serious problem that methods of using special rescue equipment, rely in many cases only on oral-based communication, while the offer of new equipment's developed by manufacturers is growing dynamically. Such a change in the rescue equipment can also be observed in the case of rescue work with rope rescue technique where the safe use of equipment is vital.

The purpose of the study, based on mathematical statistical processing of the results of a specially designed questionnaire research, is to answer the question how the users evaluate to the usage safety of three selected rope technological devices. An additional purpose was, based on these results, to make suggestions on improving usage safety concerning these devices.

In my first part of my study, I analyze the results of the Mann-Whitney test and Spearman's correlation.

**Keywords:** Rope technique, Rescue equipment, Statistics, Safety, Spearman's correlation

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.13.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.12.



## BEVEZETÉS

A ma már szinte mindennaposá vált mentések mellett, egyre nagyobb igény van a különleges mentést végzők speciális felkészítésére, professzionális eszközparkjuk megfelelő felszerelésére. A balesetek extrémítása miatt a mentési műveletek egyre összetettebbé váltak, ez pedig mind elméleti, mind pedig gyakorlati szempontból felkészültebb mentési szakszemélyzetet kíván meg.

A hivatásos katasztrófavédelmi erők, felismerve az összetett balesetek és a dinamikusan változó veszélyeztetettségéből kialakuló komplex veszélyhelyzetek növekvő kockázatát, a tűzoltás és a műszaki mentés mellett – egyebek között – már jelenleg is alkalmazzák az alpin, azaz a kötéltechnikai technikai mentést a magasból és a mélyből történő mentés eseteiben [1]. Ilyenek például a bűvármentés sebes folyású folyókban, rosszlátási viszonyú tavakban, vagy a jégről történő mentés. Komoly problémát jelent, hogy a különleges mentéseknél alkalmazott eszközök használatának módszerei és a mentések tényleges lebonyolításának a módja sok esetben csupán „szájhagyományon” alapuló közlésekre támaszkodik.

Az életmentésnél fontos, hogy a mentést végzők elméleti és gyakorlati tudása, egészségügyi és mentális felkészültsége biztos legyen, még akkor is, ha a mentési helyzetek és körülmények nem ideálisak, vagy az eddig megtanult és begyakorolt módszerektől eltérő megoldást kívánának.

A speciálisan kiképzett és különlegesen felszerelt, mentésbe bevonható önkéntes mentőszervezetekben tevékenykedő szakemberek készen állnak az emberi élet-, egészség és az anyagi javak mentésére [2]. Ugyanakkor szükséges, hogy számukra olyan műszaki, oktatás-technikai, pedagógiai, pszichológiai módszereket kínáljunk, amelyek garantálják a biztonságos és balesetmentes munkavégzést, illetve mentést, javítva a bajbajutott embertársaink túlélési esélyeit [3].

## KUTATÁSI CÉLOK ÉS KÉRDÉSEK

Biztonságtudományi doktori iskolai kutatás keretében vizsgáltam három kiválasztott konkrét kötéltechnikai eszköz felhasználóinak a véleményét ezen eszközök biztonságos használhatóságáról, valamint alkalmazási és döntési szokásait a felszerelések kiválasztása és használata oldaláról. A mentési szakterületek közül ez a legelterjedtebb, amely használóitól alapos felkészültséget kíván meg, miközben egyébként is széles eszközparkja dinamikusan továbbfejlődik. Ezen felszerelések használatával kapcsolatban különböző módszerek, gyártói utasítások és hagyományok terjedtek el, így a terület vizsgálata hiánypótlónak ígérkezett. Másfelől azonban a kötéltechnikával foglalkozó, igen különböző élet- és szakmai tapasztalattal rendelkező, civil és hivatásos felhasználók által ténylegesen alkalmazott eszközhasználati gyakorlat felmérése jelentős módszertani kihívást jelentett.

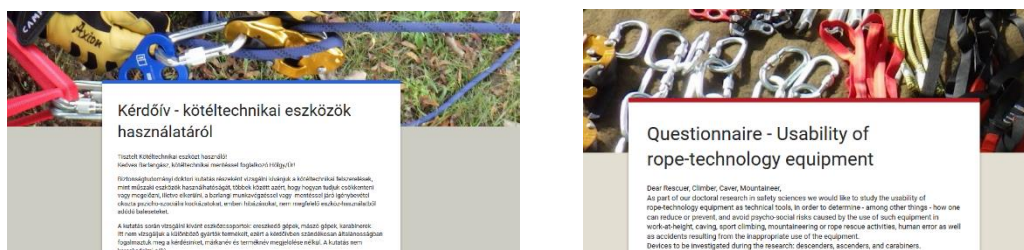
A téma kutatása érdekében korábbi tapasztalataimra támaszkodva egy 52 kérdéses kérdőívet készítettem (1. függelék), amelyet a kötéltechnikai mentéssel, hegymászással, ipari alpintechnikával, barlangi mentéssel és barlangászással foglalkozó szakembereknek, sportolóknak, hivatásos tűzoltóknak és kedvtelési céllal kötéltechnikai eszközöket használó civileknek szántam. Három konkrét kötéltechnikai eszköz vizsgálatát céloztam meg, amelyből kettő speciális, de a különböző gyártók által kifejlesztett, összetett mechanikai működésű, modern, magasabb árfekvésű eszköz a *mászógép* és az *ereszkezőgép*. A harmadik egy hagyományos, más eszközzel legtöbbször együtt használatos felszerelés, a *karabiner*, amelyet a gyártók a zárszerkezet és anyagösszetétel tekintetében fejlesztettek tovább. Mindhárom eszköz ma már nagyon népszerű és közkedvelt a felhasználók körében. A tematikus, mintegy 10 perc alatt kitölthető kérdőív elsősorban a három felszerelés biztonságos használhatóságáról, illetve a kiválasztás szempontjairól kérdezte a válaszadókat.

A kérdőíves kutatás célja az volt, hogy alkalmas matematikai statisztika módszerek segítségével egy lehetőség szerint árnyalt képet kapjunk a kötéltechnikai eszközök biztonságos használhatóságával és konkrét használati módjaival kapcsolatos véleményekről és gyakorlatokról a professzionális és a sportcélú felhasználók körében. A kutatás különösen arra kereste a választ, hogy a katasztrófavédelem rendszerében a kötéltechnikai mentések kockázatait hogyan tudjuk csökkenteni, elkerülve a beavatkozók vagy a mentendő személyek mentés során bekövetkezett sérülését, visszaszorítva az ilyen másodlagos balesetek előfordulásának kockázatát. Az összesített eredmények ismeretében célom, javító intézkedések, javaslatok megfogalmazása a gyártók és a felhasználók felé.

A kutatás alapkérdései:

1. A válaszok statisztika elemzésével mutatható-e ki a kötéltechnikai eszközök használatával kapcsolatos biztonságot növelő szakmai tényező? Tudunk-e új szakmai ajánlásokat megfogalmazni a gyártók és a felhasználók részére?
2. Az újszerű és a hagyományos felszerelések használatával kapcsolatos válaszokból megfogalmazhatók-e előremutató következtetések a biztonságos felhasználásra?
3. A biztonság szempontja mennyire érvényesül a felhasználók körében a kötéltechnikai eszközök kiválasztása és alkalmazása során?

Az 52 kérdés angol és magyar nyelven készült el és Internetes kérdőív formájában (1. ábra), valamint egy professzionális közösségi oldalon lett közzé téve. A szakmai felhasználók közvetlen elérése érdekében több nagyobb magyar technikai ernyőszervezet is megkapta a kérdőívet. A kérdőívet kitöltötte a Magyar Barlangi Mentőszolgálat, amely a nemzetközi partnereinek is eljuttatta, valamint a Magyar Ipari Alpintechnikát Oktatók Érdekvédelmi Egyesülete, amely a tagok részére kiejánlotta a kérdőívet. A kérdőívet a mentéssel foglalkozó szervezetek közül Magyarország hivatásos, központi mentőszervezete, a HUNOR kötéltechnikai-mentési egység tagjai és a Katasztrófavédelmi Oktatási Központ szakoktatói is kitöltötték.



1. ábra Internetes kérdőív magyar és angol változatának induló oldala (Saját szerkesztés. Szoftver: Google Drive)

## AZ ALKALMAZOTT STATISZTIKAI MÓDSZEREK ÉS AZ EREDMÉNYEK

Össességében 314 fő tekintette meg az angol vagy a magyar nyelvű kérdőíveket és ebből 24 fő szánta rá magát a kitöltésre. A kérdőív eszközcsoportonként, lépésről lépésre engedte előre a válaszadókat a kitöltésben. A válaszadóknak 1 (*leginkább nem ért egyet*) és 5 (*leginkább egyet ért*) közötti skálán kellett megadniuk a kérdésekre a válaszokat. Arra a kérdésre, amelyre a kitöltő nem tudott vagy nem akart választ adni 0 (*nem tudom megítélni*) értéket adhatott, ilyen válaszok csupán egy-két kérdés esetén, és csupán néhány válaszadónál fordultak elő. A kérdéseket, tehát formálisan egy hatfokú skálán kellett értékelnie a válaszadónak, de mivel a 0 válaszok a „*nem tudom megítélni*” esetet jelentették, valójában csak az 1, 2, 3, 4 és 5 értékek képeztek statisztikailag feldolgozható ordinális skálát.

A kérdésekre adott válaszok jobb értelmezhetősége érdekében, szakmai tapasztalat alapján két kitöltői csoportot hoztam létre. Az 1-10 év szakmai tapasztalattal rendelkezők a „*junior*”, a

11-30 év pedig a „senior” kategória-jelzőt kapták. A kérdőív feldolgozása első lépésben, ebben a két kategóriában adott válaszok összehasonlításával kezdődött.

A tanulmány első részében a kérdőívvel kapott nyersadatokat az alábbi módszerekkel vizsgáltam, illetve értékeltem ki:

1. Mann-Whitney próba a két független minta összehasonlítására;
2. Spearman-féle rangkorreláció a kapcsolatok vizsgálatára;
3. Leíró statisztikák.

Közismert, hogy a vizsgálni kívánt terület nagyon specifikus, itthon és külföldön csak néhány szakértő műveli, így tekintettel arra, hogy a 24 kitöltött kérdőívvel nyert adatok csupán mérsékelten tekinthetők reprezentatívnak, így a megalapozottabb következtetések meghozatalára, a fenti problémát később egy másik módszerrel is megvizsgálom. Ezt a tanulmány második részében az ún. Q-módszertan segítségével végeztem el, amelyhez nem szükséges feltétlenül nagy létszámú válaszadót bevonnai. A Q-módszertan segítségével elvégzett elemzésbe 7 gondosan kiválasztott szakértőt vontam be, olyanokat, akik aktívan részt vesznek az ipari vagy a sport célú alpin technikai tevékenységben, ismerik a régi vagy az új felszereléseket, kezdőként vagy oktató szintű szakértőként működnek közre, tagjai a HUNOR Mentőszervezetnek, így alkalmazzák a kötéltechnikai mentést és 5-25 év közötti szakmai tapasztalattal, illetve gyakorlati idővel rendelkeznek. A kiválasztott személyek probléma vizsgálhatósága szempontjából így „*reprezentatív módon*” lettek kiválasztva

Az alkalmazott statisztikai programcsomag az IBM SPSS Statistics 23 verziója volt, amelynek használatára a jogot, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Ergonómia és Pszichológia Tanszékétől kaptam meg.

### **A két független minta összehasonlítása Mann-Whitney próbával**

A kérdőív feldolgozását a megfelelő statisztikai próba kiválasztásával kezdjük [4]. A szakmai tapasztalat alapján két független csoportot (Junior és Senior korcsoportot) tudtunk létrehozni. Tekintettel arra, hogy a kérdőívből ordinális mérési szintű adatokat kaptam, a két csoport összehasonlítására ezért már eleve csak a nemparaméteres Mann-Whitney próbát alkalmaztam. Itt a nullhipotézisem az volt, hogy nincs különbség a két válaszadó csoport) között.

A kutatási kérdés tehát az volt, hogy különbözik-e szignifikánsan a két csoport az egyes változók (*az 52 kérdésre adott válaszok*) vonatkozásában. A Mann-Whitney próba eredményei azt mutatták, hogy a kötéltechnikai felszerelések használatára vonatkozó 52 kérdésre adott válaszok egyikében sincs eltérés a junior és a senior válaszadók között. A továbbiakban ezért nincs értelme a tapasztaltabb válaszadók értékelését nagyobb súllyal figyelembe venni [5]. Tapasztalat az, hogy szakmai döntéseknél az idősebb munkatársak véleményét veszik figyelembe. A felmérés viszont nem erősítette meg azt, hogy a junior és a senior válaszadók között kellene különbséget tenni. A senior válaszolók értékelésében kisebb a szórás, azaz egységesebb véleményen voltak, szélsőséges vélemények nem fordultak elő.

### **AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE**

Tekintettel arra, hogy a válaszadók értékelésében szakmai tapasztalat és kötéltechnikai eszközcsoport tekintetében nincs eltérés, ezért az eszközcsoportok azonos kérdéseit 4 féle szempont alapján összevontam, az alábbiak szerint:

1. Felszerelés biztonságos használata;
2. Felszerelés kezelhetősége;
3. Gyártói előírás, felhasználói utasítás;
4. Design (kialakítás), termék bolti ára.

Az 52 kérdést eszközcsoportonként a fenti 4 szempont szerint csoportosítottam. A biztonsággal foglalkozó 6 kérdést a „*Biztonság*” kategóriába, a kezelhetőséggel, munkavégzéssel, használhatósággal foglalkozó 8 kérdést a „*Kezelhetőség*” kategóriába, a gyártói javaslattal, előírással foglalkozó 3 kérdést a „*Gyártói előírás*” kategóriába és az esztétikával, költséggel, kialakítással foglalkozó 4 kérdést a „*Design és termék ára*” kategóriába osztottam be mind a három felszerelés esetében. A mászó gép tekintetében a 22. kérdés, mint plusz kérdés a „*Kezelhetőség*” kategóriába került, a karabiner használatra vonatkozó kilenc kérdés pedig arányos módon lett felosztva az új kategóriákban.

A kérdések összevonását az 1. táblázat tartalmazza. Az összevonás egyszerű átlagolással történt. Az adott kérdéseket az SPSS kódok szerint az 1. függelék tartalmazza.

<i>Termékcsoport</i>	<i>Négy kategória</i>	<i>Kérdések csoportosítása az SPSS kódok alapján</i>
Ereszkedőgép	Biztonság	Desc02, Desc04, Desc11, Desc12, Desc18, Desc21
	Kezelhetőség	Desc03, Desc08, Desc10, Desc13, Desc15, Desc17, Desc19, Desc20
	Gyártói előírás	Desc16, Desc14, Desc09
	Design, termék ára	Desc07, Desc06, Desc05, Desc01
Mászógép	Biztonság	Asc02, Asc04, Asc11, Asc12, Asc18, Asc21
	Kezelhetőség	Asc22, Asc03, Asc08, Asc10, Asc13, Asc15, Asc17, Asc19, Asc20
	Gyártói előírás	Asc09, Asc14, Asc16
	Design, termék ára	Asc01, Asc05, Asc06, Asc07
Karabiner	Biztonság	Cara01, Cara03
	Kezelhetőség	Cara04, Cara05, Cara06, Cara07
	Gyártói előírás	Cara02
	Design, termék ára	Cara08, Cara09

**1. táblázat** Az ereszkedőgép, a mászó gép és a karabiner használhatóságának elemzésére az 52 eredeti változó helyett bevezetett négy új kategória (változó) és az ezekhez tartozó eredeti kérdések SPSS kódjai (Desc, Descender=Ereszkedőgép; Asc, Ascender=Ereszkedőgép; Cara, Carabiner=Karabiner; a szerző szerkesztése).

## **Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálat az új bevezetett változókkal**

A Spearman rangkorrelációs vizsgálat célja annak megvizsgálása volt, hogy az 1. táblázatban szereplő egyes változók egymással milyen mértékben függenek össze. Ismeretes, hogy a Spearman-féle rangkorrelációs együttható két rangsor közötti egyezés egy nemparaméteres mérőszáma. [5][6][6]. Hipotézis: *Van-e együtt járás az eszközcsoportok kiválasztási szempontjainak fontossága között? Például: Mászó gép-Ereszkedőgép esetében a gyártó vagy a szín befolyásoló tényező?*

### **A mászó gép használatának elemzése**

A mászó gép esetében a válaszadók a használat és felszerelés választása során a biztonságot, a felszerelés kezelhetőségét és a gyártói előírást részesítik előnyben. Választásukat nem befolyásolja a mászó gép színe, designja vagy a bolti ára. A válaszadók szerint a mászó gép esetében a biztonsági, a kezelhetőségi tényezőknek és a gyártói javaslatoknak együttesen kell érvényesülnie az eszközök használata során (2. táblázat).

Correlations						
			Biztonsag_Mg	Kezelhetoseg_Mg	Gyartoi_eloiras_Mg	Design_TermekAra_Mg
Spearman's rho	Biztonsag_Mg	Correlation Coefficient	1,000	,599**	,597**	,177
		Sig. (2-tailed)		,002	,002	,407
		N	24	24	24	24
	Kezelhetoseg_Mg	Correlation Coefficient	,599**	1,000	,568**	-,011
		Sig. (2-tailed)	,002		,004	,960
		N	24	24	24	24
	Gyartoi_eloiras_Mg	Correlation Coefficient	,597**	,568**	1,000	,136
		Sig. (2-tailed)	,002	,004		,528
		N	24	24	24	24
	Design_TermekAra_Mg	Correlation Coefficient	,177	-,011	,136	1,000
		Sig. (2-tailed)	,407	,960	,528	
		N	24	24	24	24

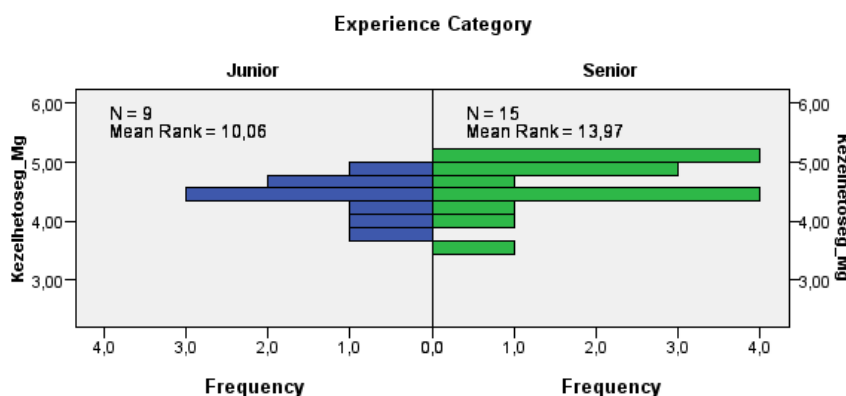
\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**2. táblázat** A mászó gép használatának Spearman rangkorrelációs vizsgálattal végzett elemzésének eredményei. A szignifikáns korrelációs együtthatókat sárgával jelöltük (sárga:  $sig \leq 0.01$ ). Mg=mászó gép (Szoftver: SPSS. Saját elemzés alapján)

A mászó gép esetében a karbantarthatóságot és más, meglévő felszereléssel történő együttes használhatóságot, a kompatibilitást tartják fontosnak a válaszadók. A karbantarthatóság mellett fontos szempont a mászó gépre vonatkozó gyártói javaslat, gyártói garancia, valamint biztonsági oldalról az, hogy piszkos-sáros körülmények között és önbiztosítással tudják az eszközt használni [9]. A karbantarthatóság esetében fokozottan figyelembe veszik a válaszadók a gyártói javaslatot, előírást és a garanciát, továbbá fontos biztonsági szempont az, hogy a mászó gép más termékkel együtt használható, kompatibilis legyen. A válaszadók számára kiemelten fontos a kompatibilitásra adott gyártói javaslat, hiszen a felszerelést önbiztosításra is használják a felhasználók.

A mászó gép esetében a válaszadók használat és felszerelés választás során a biztonságot, a felszerelés kezelhetőségét és a gyártói előírást részesítik előnyben. Választásukat nem befolyásolja a mászó gép színe, designja vagy a bolti ára. A válaszadók szerint a mászó gép esetében a biztonsági, a kezelhetőségi tényezőknek és a gyártói javaslatoknak együttesen kell érvényesülnie az eszközök használata során. Az eredmények ismeretében elemezzük a kapott eredmények korösszetételét ismét Mann-Whitney próbával [8], akkor láthatjuk, hogy a mászó gép kezelhetősége a senior felhasználók számára fontosabb és lényegesebb szempont (2. ábra)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> A tanulmány készítésénél a szignifikánsan korrelált változókat igyekeztem elemezni, ezért a mászó gép esetében nem vizsgáltam a „design és termék ár” változóra adott korcsoportos válaszokat.



2. ábra A mászógép kezelhetőségére adott válaszok korcsoport (tapasztalat, experience) bontásban.  $U=89,5$   
 $p=0.186$  (Szoftver: SPSS. Mg=Mászógép, Saját feldolgozás alapján)

Mászógép esetében a válaszadónál a biztonság és a gyártói előírás erősen érvényesül, valamint a kezelhetőség is számít.

- Az a válaszadó, aki a mászógép tekintetében a biztonságot teszi az első helyre, az az ereszkedőgépnél is a biztonságot figyeli, együtt a kezelhetőséggel. Karabiner esetében is a biztonság kategória dominál.
- A mászógép kezelhetőségét első helyre tevőknél, az ereszkedőgép választásánál is a kezelhetőség számított. Minkét eszköznél az a műszaki megoldás érdekli a felhasználókat, amelyek kézzel könnyen kezelhetőek és kötéllel könnyen alkalmazásba helyezhetőek.
- Senior válaszadónál a kezelhetőség fontosabb, átlagban magasabb értékelést kapott.
- Összességében a biztonság (1), a gyártói előírás (2) és a kezelhetőség (3) mentén választanak a felhasználók mászógépet.

### **Ereszkedőgép használatának elemzése**

Az ereszkedőgépek használata esetében a gyártói garancia mellett fontos az eszköz teherbírása, karbantarthatósága és a bolti ára. A használók biztonsági szempontból az eszköz terhelhetőségét, teherbírását tartják az egyik legfontosabb választási tényezőnek. A válaszadónál a felszerelés márkája másodlagos választási tényező. Összehasonlításképpen megfigyelhető, hogy a válaszadók a mászógépre és az ereszkedőgépre más-más súllyal adtak véleményt, tekintettel arra, hogy a mászógép a gyakorlatban többfunkciós eszközként is használatos, így akár egykezes vagy kétkezes mászásra, vagy mentéshez [9].

Correlations						
			Biztonsag	Kezelhetoseg	Gyartoi_eloiras	Design_TermekAra
Spearman's rho	Biztonsag	Correlation Coefficient	1,000	,423*	,346	,526**
		Sig. (2-tailed)		,039	,097	,008
		N	24	24	24	24
	Kezelhetoseg	Correlation Coefficient	,423*	1,000	,594**	,274
		Sig. (2-tailed)	,039		,002	,195
		N	24	24	24	24
	Gyartoi_eloiras	Correlation Coefficient	,346	,594**	1,000	,287
		Sig. (2-tailed)	,097	,002		,175
		N	24	24	24	24
	Design_TermekAra	Correlation Coefficient	,526**	,274	,287	1,000
		Sig. (2-tailed)	,008	,195	,175	
		N	24	24	24	24

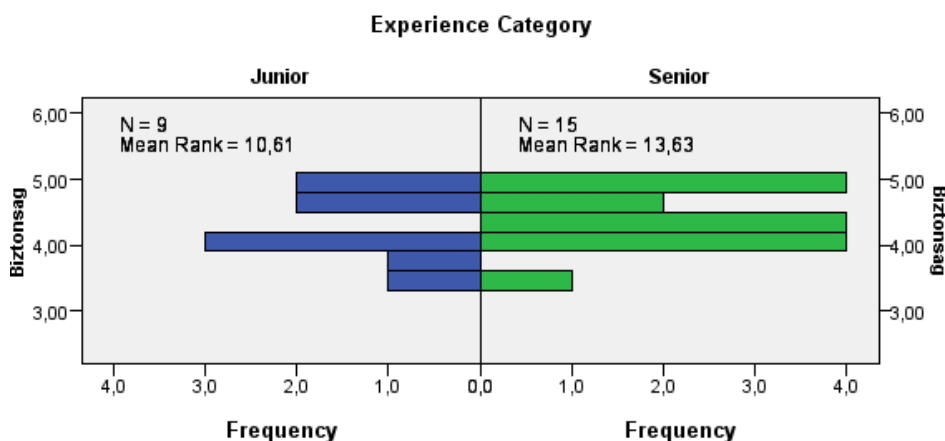
\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).  
 \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

1. táblázat Ereszkedőgép használatának Spearman korrelációs vizsgálattal végzett elemzése a szignifikánsan korrelált összegzett eredményekkel, jelölve (sárga:  $sig \leq 0.01$ ; zöld:  $sig \leq 0.05$ ) ahol a korreláció szignifikáns. (Szoftver: SPSS. Saját elemzés alapján)

Ereszkedőgép esetében a biztonságot összekapcsolják a termék designjával és a bolti árával, a gyártói előírást a kezelhetőséggel. Ereszkedőgép esetén a biztonságnak és a kezelhetőségnek együttesen kell érvényesülnie.

Ereszkedőgép esetében a válaszadóknál a kezelhetőség fontos tényező, válaszadásban az eszközök közül azokat használják, amely használata üzembiztosabb és könnyebben helyezhető alkalmazásba, fűzhető be a kötélzetbe, kézzel való kezelése egyszerűbb. Az alábbi összegzett eredmények születtek:

- Az a válaszadó, aki az ereszkedőgép tekintetében a kezelhetőséget teszi első helyre, annál mászógép biztonsága, kezelhetősége, gyártói előírása is fontos.
- Ereszkedőgép biztonságos használata szintén együttállást mutat a karabiner a biztonságos használatával. Itt valójában a két eszköz együtthasználata, kompatibilitása kap hangsúlyt.
- Összességében a kezelhetőség (1) és a biztonság (2) mentén választanak a felhasználók [10][11] (3. ábra).



3. ábra Az ereszkedőgép biztonságos használatára adott válaszok korcsoport (tapasztalat, experience) bontásban  $U=84,5$   $p=0.307$  (Szoftver: SPSS. Saját feldolgozás alapján)

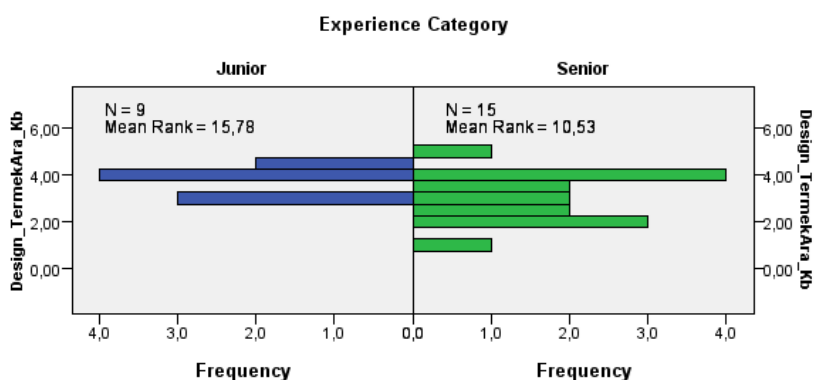
### Karabiner használatának elemzése

Karabinerek tekintetében a válaszadók a karabiner más felszereléssel történő együtthasználatát veszik figyelembe a felszerelés választásánál. Döntésükben az elmúlt időszakban, a felszerelés használatával szerzett korábbi tapasztalat dominál. Ez a válasz jól mutatja azt, hogy a karabinert általában más felszereléssel együtt használják, így a mászógéppel vagy ereszkedőgéppel együtt (4. ábra).

<i>Szignifikánsan korreláló két kérdés</i>	Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner más felszereléssel történő együtt használata?	Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner használat során szerzett korábbi tapasztalat?
--	---	---

4. ábra: Karabiner használatának Spearman korrelációs vizsgálattal végzett elemzés eredménye. Felszerelés használat és korábbi tapasztalat összefügg (SPSS elemzés összegzett kivonatolt eredménye, saját szerkesztés).

A junior felhasználók számára a karabiner külső megjelenése, tervezése és ára erősebben érvényesül. A senior felhasználók számára nem elsősorban ez jelent fontos tényezőt [12], [13] (5. ábra)<sup>2</sup>.



5. ábra A karabiner „termék kialakítása, bolti ára” kérdésre adott válaszok korcsoporti (tapasztalat, experience) bontásban U=49,0 p=0.261 (Szoftver: SPSS. Saját feldolgozás alapján)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az 52 kérdéssel és a válaszadók un. egyenszilárd véleményalkotásával sikerült egy újszerű módszerrel felmérni a kötéltechnikai eszközök biztonságos használatát a kötéltechnikával foglalkozó civil és professzionális felhasználók között. Az alacsony elemszámot az is magyarázza, hogy nagyon speciális területről van szó és ezért kevesen vállalkoztak érdemi válaszadásra. Természetesen az is lehetséges, hogy többeket a nagy kérdésszám riasztott vissza a kérdőív kitöltésétől, illetve külföldiek esetében az angol nyelv használata. A kötéltechnikai eszközök használhatóság oldaláról történő felmérése jó alapot szolgáltat a biztonságtudományi kérdések, így a kezelhetőség, a biztonságos használat, a gyártói előírás vagy a termék kialakítása szempontjainak a mérésére. Ebben, megítélésünk szerint Magyarországon úttörő lépést sikerült tenni, hiszen a hazai szakmai ernyőszervezetek támogatták a felmérést.

A potenciális válaszolók direkt módon történő megkeresésével valószínű növelhető lett volna a kitöltők száma, de ez az öncélú módszer, marketing alapú megközelítés, nem a tudományos kutatás célja. A kutatás során szándékosan általánosságban fogalmaztam meg az

<sup>2</sup> A tanulmány terjedelmi korlátja miatt a mintaként szolgáló, egyes termékcsoportra vonatkozó korcsoporti válaszokat publikálok. A két korcsoport között a mászó gép esetében csak a „kezelhetőségre”, az ereszkedő gép esetében csak a „biztonságos használatra”, a karabiner esetében csak a „termék kialakítása, bolti ára” változóra végeztem el az összehasonlítást.



eszközcsoporthoz elnevezését, olyan gyűjtőfogalmat használva, amely tudatosan nem utal gyártói termékekre, konkrét típusra [14].

A karabiner, a mászó gép és az ereszkedő gép kérdéseit újracsoportosítva, mérhetőbb és gyakorlatiasabb válaszokat kaptam akár a termék kiválasztásának együttállásairól vagy a felhasználók felszereléssel szembeni elvárásairól. A 4 szempont szerinti újracsoportosítás segítette az 52 kérdésre adott válasz konkrétabb értelmezését.

Figyelemre méltó, hogy a karabiner választásánál a senior válaszolók nem a biztonságot részesítik előnyben, viszont a hagyományos kötéltechnikai eszköz ellenére, a junior válaszolóknak nagy elvárásai vannak a karabinerrel szemben, mert magasabban értékelték a válaszaikat. A junior válaszolók a mászó gép és az ereszkedő gép tekintetében gyengébbnek értékelik a termékekre vonatkozó gyártói utasítást, használati előírásokat.

A leíró statisztika eredményeiből látszik, hogy helyes szakmai döntés volt újracsoportosítani a beérkezett kérdésekre adott válaszokat, ezzel az elérendő célra tudunk összpontosítani. A biztonság tudomány és az alkalmazott matematikai statisztikai módszerekkel új eredmények születtek.

### Válaszok a kutatási kérdésekre

A tanulmány készítésével egy időben, a HUNOR Mentőszervezet állománya tesztelte a kérdőívre adott válaszok eredményeit, fókuszálva a biztonságos eszközhasználatra. Az elméletigényes gyakorlat eredményét jelen publikáció fényképei mutatják be. A szakértői állomány átbeszélte a kapott teoretikus eredményeket, amelyek gyakorlati absztrahálásával jutottunk az alábbi következtetésekre.

- 1) Kutatás elején feltett kérdés: *A válaszok statisztika elemzésével mutatható-e ki a kötéltechnikai eszközök használatával kapcsolatos biztonságot növelő szakmai tényező? Tudunk-e új szakmai ajánlásokat megfogalmazni a gyártók és a felhasználók részére?* Válaszok:
  - a) A junior és a senior csoportok oldaláról történő probléma-feldolgozás, azaz a szakmai tapasztalat szerinti kötéltechnikai eszközök használhatóságának felmérése rámutatott arra, hogy fontos a biztonság kérdése.
  - b) A műszakilag bonyolultnak tűnő, összetett működésű mászó gépek és ereszkedő gépek oktatásánál, az eszközhasználat jártasságát fokozó, elmélet igényes gyakorlat óraszámát tudatosan növelni kell [15].
  - c) Ereszkedő gép és mászó gép tekintetében a karabinerrel és kötéllal történő együtthasználatot gyakorolni kell, javasolt lenne részletesebb, „lépésről lépésre” vonatkozó, képpel kiegészített gyártói leírás kiadása (6. ábra).



6. ábra Ereszkedő gép előkészítése a befűzött kötéllal és karabinerrel történő együtthasználatra, a felhasználó által a kötéllé irányba tartására. Ilyen ábrák segíthetik a biztonságos eszközhasználat megértését (Fotó: HUNOR Mentőszervezet)

- 2) Kutatás elején feltett kérdés: *Újszerű és hagyományos felszerelések használatával kapcsolatos felmérés előremutató következtetéseket ad-e a biztonságos felhasználásra?* Válasz: mind az újszerű (mászógép, ereszkedőgép) és a hagyományos (karabiner) kötéltechnikai felszerelés igen elterjedtek.
- A felhasználók kötéltechnikai eszközcsoportok kiválasztását mindig a technikailag bonyolultabb eszköz kiválasztásával kezdik: mászógép, ereszkedőgép. A karabiner, mint kiegészítő, támogató eszköz a kiválasztása csak ezt követően történik meg [16].
  - Karabiner kiválasztása a mászógép vagy az ereszkedőgép együtthasználhatóságának (kompatibilitás) ismeretében történik meg.
  - Mindhárom felszerelésnél a használat utáni és rendszeres karbantarthatóságra vonatkozó gyártói utasítást rendszeresíteni kell. A karbantartásra, eszközellenőrzésre vonatkozó előírásokat „laikus” felhasználó számára is, a gyártónak ki kell dolgoznia.



7. ábra Mászógép kötéllel történő együtthasználata. Ilyen magyarázó ábra segítheti a kezdő felhasználót az biztonságos eszközhasználatban (Fotó: HUNOR Mentőszervezet)

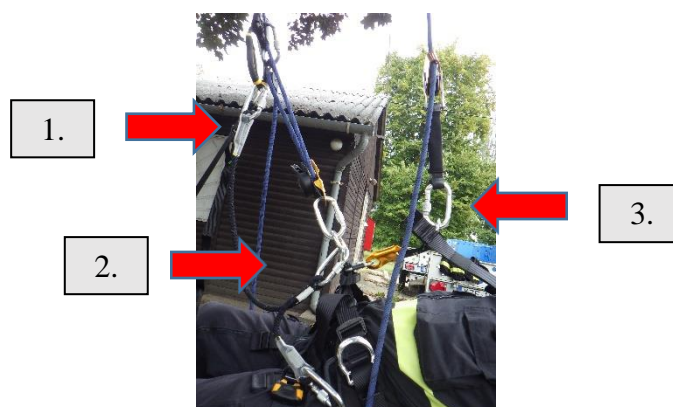
- 3) Feltett kérdés: *Felhasználók körében, a kötéltechnikai eszközök választásánál a biztonság kérdése mennyire érvényesül?* Válasz: a kötéltechnikai felszerelések biztonságos használatra vonatkozó kérdések fontosságára magas értékelési pontokat adtak a válaszadók, viszont felszerelésenként eltérő súlyozással.
- A gyártók számára fontos lenne, hogy azonos gyártótól piacon kapható termékek együtthasználatára eljárásrendet dolgozzanak ki. Törekedni kell arra, hogy nemcsak az adott termékre legyen felhasználói útmutató, hanem az adott termék más termékkel történő együtthasználatára is [17].
  - Az *mászógép-ereszkedőgép-karabiner* rendszerben a kompatibilitásra vonatkozó leírást szükséges kidolgozni. A gyártók a felhasználóval legtöbbször csak a rendszer működési sémáját közlik, azt nem, hogy a saját termékei közül melyik konkrét karabinert vagy mászógép, ereszkedőgép típust használja a felhasználó (7. ábra).
  - A *mászógép* és ereszkedőgép esetében, az a műszaki megoldás érdekli a felhasználókat, amelyek kézzel könnyen kezelhetőek és kötéllel könnyen alkalmazásba helyezhetőek. A felszerelések kötéllel való összefűzését sematikus ábrán a gyártónak célszerű ismertetni, ahogy a HUNOR Mentőszervezet felkészítésén teszteltem (8. ábra).

Nyújtott biztonság	Felszerelés kezelhetősége	Gyártói előírás
Munkavédelem	Egyéni teljesítmény	Garancia hossza
Hatékonyság	Kényelmes használat	Gyártói garancia megléte
Védelmi képesség	Alkalmazhatóság	Gyártói javaslat

Felszerelés tömege	Használati tapasztalat	Felszerelés rendeltetése
Teherbírás	Kompatibilitás	Felszerelés funkciója
Önbiztosítás	Karbantarthatóság	Termék felhasználói utasítása
	Extrém környezet	
	Kézhasználat	
	Alkalmazásba helyezés módja	

8. ábra Kötéltechnikai eszközök használhatóságára vonatkozó szempontok. Feltett kérdés: „Milyen biztonsági szempontok alapján választ kötéltechnikai felszerelést?” (Saját szerkesztés)

A tanulmány második részében a 8. ábra által összegzett eredményeket a Q-módszertan állításai közé feldolgoztam és szűk szakértői körrel ismételtlen kontroláltam, a kapott eredményeket a jelen tanulmány második része tartalmazza.



9. ábra Ereszkezőgép, mászógép, karabinerek összeállítása egy rendszerbe, mászás-ereszkedés biztonságos végrehajtásához, önbiztosítás alkalmazásával. Magyarozó ábra segítheti az eszközök biztonságos együtthasználhatóságának megértését (1=mászógép, 2=ereszkezőgép, 3=karabiner; Fotó: HUNOR Mentőszervezet)

## ÖSSZEGZÉS

A kötéltechnikai eszközök használatára vonatkozó felmérés eredményeinek ismeretében több statisztikai módszerrel megvizsgáltam a kérdőívre adott válaszok háttérét. Az eredmények értékelését követően szakmai döntés után 4 szempont alapján dolgoztam fel az 52 kérdéses kérdőív válaszait. A válaszadók összegzett értékítélete alapján a biztonság, a kezelhetőség és a gyártói utasítás hármasa mentén választanak kötéltechnikai felszerelést.



10. ábra Kötéltechnikai felszerelés választásában fontos tényezők hármasa (Saját szerkesztés)

A kötéltechnikai felszerelések felhasználói esetében erősíteni kell a biztonságos eszközhasználat szempontjait, más eszközzel történő együtthasználat kötelmeit, összetettebb eszközhasználat esetén a felszerelések alkalmazásba helyezésének alapvető szabályait [17].

Mentőszervezeteknek és a gyártóknak törekedni kell olyan szervezeti intézkedések meghozatalára, ahol senior szakértő vezetésével vagy oktatóval az elmélet igényes gyakorlás útján a felhasználók elsajátítják a kötéltechnikai alapfelszerelések együtthasználatát.

A tanulmányban a leíró statisztika alkalmazásával olyan szakmai javaslatokat sikerült megfogalmazni, amely a kötéltechnikai sport célú és kötéltechnikai-mentési tevékenység baleseti kockázatát csökkenthetjük. Felkészültek akkor lehetünk, ha az kötéltechnikai eszközök használatát rendszeresen gyakorolják a felhasználók, figyelembe veszik a gyártói, szervezeti utasításokat, nemzeti szabályozókat.

Összességében a kötéltechnikai eszközök balesetmentes használatában a felkészült felhasználó (egyén), a szigorú gyártói előírások, karbantartott felszerelés, eljárásrendek együttesen rendelkezésre állása szükséges. Fontos, hogy a résztvevők betartsák a munka- és balesetvédelmi, valamint a belső szervezeti előírásokat [18]. „Az egyetemi szintű kutatások eredményeinek egyik fontos megjelenési formája az oktatás, képzés színvonalának növelése az elért tudományos eredmények folyamatos és fokozatos beintegrálása a tananyagba” [19].

A kötéltechnikai felszerelések használhatóságának feldolgozását a doktori kutatása keretében folytatni kívánom. A téma mélyebb feldolgozását és a további kutatási eredmények elemzését az *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* tudományos folyóiratban tervezem publikálni.

A tanulmány a második résszel dolgozza fel a kapott eredményeket Q-módszertan bevonásával, így teljessé téve a kötéltechnikai felszerelések biztonságos használatát célzó kutatást.

**1. függelék** Az Internetes kérdőív tematikus kérdései a speciális mentési felszerelések használatáról (saját szerkesztés)

Sorsz.	SPSS kód	Kérdések a kérdőívben szereplő sorszámmal
1.	Desc01	1. Ereszkedőgép - Ön szerint mennyire közkedvelt az eszköz?
2.	Desc02	2. Ereszkedőgép - Véleménye szerint az eszköz használata növeli-e a munkavégzés biztonságát?
3.	Desc03	3. Ereszkedőgép - Az eszköz használata mennyire növeli az Ön teljesítményét?
4.	Desc04	4. Ereszkedőgép - Mennyire növeli a kötéltechnikai műveletek hatékonyságát, kötéllal történő együtthasználhatóságát?
5.	Desc05	5.1. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép márkája (gyártó)?
6.	Desc06	5.2. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép bolti ára?
7.	Desc07	5.3. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép színe?
8.	Desc08	5.4. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép kényelmes használata?
9.	Desc09	5.5. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép rendeltetése, funkciója?
10.	Desc10	5.6. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép használhatósága, kezelhetősége?
11.	Desc11	5.7. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép által nyújtott biztonságosság, védelmi képesség?
12.	Desc12	5.8. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép tömege?
13.	Desc13	5.9. Döntését mennyire befolyásolja: Korábbi, ereszkedőgép használata során szerzett tapasztalatok?
14.	Desc14	5.10. Döntését mennyire befolyásolja: Gyártói javaslat?
15.	Desc15	5.11. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép más, meglévő eszközeivel való együtt használat, kompatibilitás?
16.	Desc16	5.12. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgépre adott gyártói garancia ideje vagy megléte?
17.	Desc17	5.13. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgépre karbantarthatósága?

18.	Desc18	5.14. Döntését mennyire befolyásolja: Ereszkedőgép teherbírása?
19.	Desc19	5.15. Döntését mennyire befolyásolja: Használatba helyezés gyorsasága?
20.	Desc20	5.16. Döntését mennyire befolyásolja: Működőképesség piszkos-sáros körülmények között?
21.	Desc21	5.17. Döntését mennyire befolyásolja: Használat során szükséges-e külön önbiztosítás?
22.	Asc01	6. Mászógép - Ön szerint mennyire közkedvelt az eszköz?
23.	Asc02	7. Mászógép - Véleménye szerint az eszköz használata növeli-e a munkavégzés biztonságát?
24.	Asc03	8. Mászógép - Az eszköz használata mennyire növeli az Ön teljesítményét?
25.	Asc04	9. Mászógép - Mennyire növeli a kötéletechnikai műveletek hatékonyságát, kötéllal történő együtthasználhatóságát?
26.	Asc05	10.1. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép márkája (gyártó)?
27.	Asc06	10.2. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép bolti ára?
28.	Asc07	10.3. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép színe?
29.	Asc08	10.4. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép kényelmes használata?
30.	Asc09	10.5. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép rendeltetése, funkciója?
31.	Asc10	10.6. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép használhatósága, kezelhetősége?
32.	Asc11	10.7. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép által nyújtott biztonságosság, védelmi képesség?
33.	Asc12	10.8. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép tömege?
34.	Asc13	10.9. Döntését mennyire befolyásolja: Korábbi, Mászógép használata során szerzett tapasztalatok?
35.	Asc14	10.10. Döntését mennyire befolyásolja: Gyártói javaslat?
36.	Asc15	10.11. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép más, meglévő eszközeivel való együtt használat, kompatibilitás?
37.	Asc16	10.12. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógépre adott gyártói garancia ideje vagy megléte?
38.	Asc17	10.13. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép karbantarthatósága?
39.	Asc18	10.14. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógép teherbírása?
40.	Asc19	10.15. Döntését mennyire befolyásolja: Használatba helyezés gyorsasága?
41.	Asc20	10.16. Döntését mennyire befolyásolja: Működőképesség piszkos-sáros körülmények között?
42.	Asc21	10.17. Döntését mennyire befolyásolja: Használat során szükséges-e külön önbiztosítás?
43.	Asc22	10.18. Döntését mennyire befolyásolja: Mászógépek egykezes vagy kétkezes használhatósága?
44.	Cara01	11. Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner tömege?
45.	Cara02	12. Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner terhelhetősége?
46.	Cara03	13. Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner anyaga?
47.	Cara04	14. Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner kezelhetőség?
48.	Cara05	15. Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner zár típusa?
49.	Cara06	16. Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner más felszereléssel történő együtt használata?
50.	Cara07	17. Döntését mennyire befolyásolja: A karabiner használat során szerzett korábbi tapasztalat?
51.	Cara08	18. Döntését mennyire befolyásolja: Karabiner gyártója, márkája?
52.	Cara9	19. Döntését mennyire befolyásolja: Karabiner beszerzési ára?

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Prof. Dr. Izsó Lajos professor emeritusnak, aki lehetővé tette a BME Pszichológia Doktori Iskolában a módszertani készségfejlesztés tantárgyak útján, a kísérleti statisztika, kísérlettervezés és statisztikai modellalkotás megismerését, valamint Prof. Dr. Szunyogh Gábor ny. egyetemi docensnek, aki az Óbudai Egyetem Biztonságtudományi

Doktori Iskola „Biztonsági kockázatok a természeti környezetben”c. tantárgy keretében a kötéltechnikához kapcsoló mentések kutatását támogatta.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ANTAL Ö., MUHORAY Á.: *A földrengés katasztrófák által okozott szerkezeti omlásokkal kapcsolatos kutatás-mentési feladatok alkalmazott módszerei*; Hadmérnök, IX. 2. (2014) 13. o.
- [2] MUHORAY Á.: *A polgári védelem helye és szerepe, feladata hazánkban a XXI. század első évtizedében*; Polgári Védelmi Szemle, Budapest, 2010., 29-32. o.
- [3] BÉRCZI L.: *Az extrém körülmények közötti tűzoltói beavatkozások biztonságát növelő eszközrendszer fejlesztések az integrált katasztrófavédelem rendszerében*; Doktori (PhD) értekezés (2014) 1-181. o., DOI azonosító: 10.17625/NKE.2014.010
- [4] ALLEN, J. B., KENDRICK, D. T., UNDER, D. E. & McCALL, M. A.: *Arousal and attraction: A response-facilitation alternative to misattribution and negative reinforcement models* Journal of Personality and Social Psychology, (1989). 57, pp. 261-270.
- [5] KETSKEMÉTY L., IZSÓ L., KÖNYVES T.E.: *Bevezetés az IBM SPSS Statistics programrendszerbe*; Artéria Stúdió Kft. 2011., 157., 438. o.
- [6] ZÁVOTI J.: *Matematikai statisztikai elemzések 5., Kapcsolatvizsgálat: asszociáció, vegyes kapcsolat, korrelációs számítás. Varianciaanalízis (egyszeres osztályozás)*; Nyugat-magyarországi Egyetem (2010);  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027\\_MSTE5/ch01s05.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_MSTE5/ch01s05.html) (letöltés: 2017.12.20.)
- [7] STATISTIC SOLUTION: *Correlation (Pearson, Kendall, Spearman)*; <http://www.statisticssolutions.com/correlation-pearson-kendall-spearman/> (letöltés: 2017.12.20.)
- [8] IZSÓ L.: *Statisztikai elemzések, SPSS gyakorlatokat*; egyetemi előadás (2017), BME APPI Ergonómia és Pszichológia Tanszék
- [9] SZUNYOGH G.: *Biztonsági kockázatok a természeti környezetben*, egyetemi előadás (2017) Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
- [10] LEARD STATISTICS: *Mann-Whitney U Test using SPSS Statistics*; <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/mann-whitney-u-test-using-spss-statistics.php> (letöltve: 2017.12.20.)
- [11] DEBRECENI EGYETEM: *Esetelemzések az SPSS használatával*; [http://www.agr.unideb.hu/~balogh/UzletiStat/korrelacio\\_spss\\_jegyzet.pdf](http://www.agr.unideb.hu/~balogh/UzletiStat/korrelacio_spss_jegyzet.pdf) (letöltve: 2017.12.20.)
- [12] SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM; *Spearman-féle rangkorreláció*; <http://www.math.u-szeged.hu/~ngyj/spss/spearman.pdf> (letöltve: 2017.12.20.)
- [13] EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM: *Mann-Whitney próba*; [http://kognitiv.elte.hu/statisztika/index.php/Mann-Whitney\\_pr%C3%B3ba](http://kognitiv.elte.hu/statisztika/index.php/Mann-Whitney_pr%C3%B3ba) (letöltés: 2018.07.14.)

- [14] ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM: *Esetelemzés az SPSS alkalmazásával*; <http://www2.univet.hu/users/biostatphd/alapok/07-hipotezisvizsgalat.pdf> (letöltés: 2017.12.20)
- [15] JACKOVICS P.: *Kötéltechnikai mentési alapfelszerelések rendeltetésének értékelése*; Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos folyóirat; 2016. (2.) pp. 556-586. o.
- [16] JACKOVICS P.: *A barlangi balesetek és mentések adatainak elemzése*; Hadmérnök, XI. 3. (2016) 57-74. o.
- [17] JACKOVICS P.: *Standard of operation for cave rescue in Hungary*; International Fire Fighter, 2016 (9) pp. 84-86
- [18] JACKOVICS P.: *New Professional Guidelines in Hungary*; FireRescueMagazine2016. (11) pp. 50-56
- [19] BLESZITY J., FÖLDI L., HAIG Zs., NEMESLAKI A., RESTÁS Á.: *Műszaki kutatások és hatékony kormányzás*, Hadmérnök, XI. 3. (2016) 223. o.

## SUGÁRÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATOK: A KOLONIA-KÉPZŐ ASSAY ÉS A COMET-ASSAY PRÓBÁJA

### RADIATION SENSITIVITY STUDIES: THE TRIAL OF THE COMET-ASSAY AND COLONY-FORMING ASSAY

KIS Enikő

(ORCID: 0000-0002-6761-0423)

[kise@osski.hu](mailto:kise@osski.hu)

#### Absztrakt

Az orvosi gyakorlatban közismert tény, hogy a sugárterápiára adott biológiai válasz egyénenként eltérő. Számos kutató és szerző foglalkozik az egyéni sugárérzékenység fogalmával, lehetséges gyakorlati következményeivel és kimutatásával. Célszerű lenne hasonló eljárást bevezetni a sugárbaesetek helyszínén, vagy egyéb sugárveszélyes területen bevetésre kerülő katasztrófavédelmi dolgozók és katonák körében is. Jelen tanulmányunkban egyik lehetséges, bár a nemzetközi irodalomban még meglehetősen vitatott szűrési módszer alkalmazhatóságát tárgyaljuk.

A szerző ezúton szeretne köszönetet mondani dr. Sáfrány Gézának, MD, PhD, DSc a munka elvégzéséhez és a cikk megírásában nyújtott segítségéért.

**Kulcsszavak:** egyéni sugárérzékenység, katasztrófavédelem, sugárveszélyes környezet, comet-assay, kolónia-képző assay

#### Abstract

It is well known, that the biological answer for radiation treatment varies between patients. Many researchers and authors are focusing on the potential practical consequences of individual radio sensitivity. It would be useful to introduce a similar procedure for disaster workers or soldiers who might work in a radiation hazard area. We discuss here a possible, but rather controversial method for screening radiation sensitivity.

**Keywords:** individual radiation sensitivity, disaster management, radiation hazard area, comet-assay, colony forming assay

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.07.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.11.



## A SUGÁRÉRZÉKENYSÉG VIZSGÁLATÁNAK AKTUALITÁSA

Az első atomerőmű üzembe helyezése óta (1954, Oroszország) a világban 438 atomerőmű működik. A Csernobil-i (1986) illetve Fukushima-i (2011) katasztrófák elővigyázatosságra intenek. 1940-1999 között 417 sugárbaesetet tartanak számon, amely balesetekben 3003 személy szenvedett sugárterhelést. [1, 178. old.] A Csernobili katasztrófából adódóan 137 olyan személyt tartanak nyilván, akik klinikai tünetet eredményező sugárterhelést kaptak. Az első áldozatok a mentésben résztvevő tűzoltók és az erőmű dolgozói közül kerültek ki. [1, 178. old.; 2, 453. old.]

Legyen tettelegesség vagy baleset, az előre nem tervezett (baleseti) sugáréxpozíció lehetősége a radioaktív anyagok orvosi, kísérleti, energetikai vagy katonai felhasználásának szempontjából fennáll.

Egy esetleges katasztrófa esetén kritikusan fontos ismeret lehet a sérülteket kezelő orvos számára a mentési személyzet egyéni sugárérzékenysége, amely jelentősen befolyásolhatja az adott egyén sugárhatásra adott választ, a sugársérülést követő felépülésének folyamatát. Hosszú távon szeretnénk olyan, minimálisan invazív mintavétellel járó, gyorsan kivitelezhető szűrési eljárást kidolgozni, amely lehetővé teszi, hogy felmérhessük a sugárszövődmények kialakulásának veszélyét egyrészt a kórházi sugárkezelésre szoruló betegekben, másrészt a sugárveszélyes környezetben dolgozóknál is. Ezáltal például a radiológusok, a katonák, tűzoltók sugárérzékenysége akár az alkalmassági vizsgálat részeként is felmérhetővé válna.

## AZ EGYÉNI SUGÁRÉRZÉKENYSÉG ÉS A COMET-ASSAY

A sugárterápiára kerülő betegekben a kezelés megkezdése előtt elvégzett egyéni sugárérzékenység felméréséből következtetni lehetne a korai és késői sugárterápiás szövődmények kialakulásának az esélyére. A várható kockázatok ismerete a beteg sugárterápiájának egyéni kialakítását is lehetővé tenné.

A sugárterápiával kezelt betegek mintegy 5-10%-ában alakulnak ki súlyos korai, illetve késői sugárszövődmények a nem daganatos sejtek extrém sugárérzékenysége, illetve fokozott elhalása miatt. A lehetséges mellékhatásokat a bőrpírtól a teljes szöveti nekrozison keresztül a genetikai instabilitásig különböző osztályozási rendszerekbe sorolják. Leggyakoribb a korai és késői mellékhatásokra való tagolás. A korai mellékhatások közé sorolják például a bőrpírt, mucositis-dermatitist, hajvesztéséget, míg késői mellékhatás lehet teleangiectázia<sup>1</sup>, vagy fibrózis<sup>2</sup>. [3, 103. old.] Irodalmi adatok alapján az egészséges szövetekben kialakuló korai és késői sugárterápiás szövődmények kockázata felbecsülhető a betegekben származó fibroblaszt<sup>3</sup> és limfocita sejtek sugárérzékenységének vizsgálatával. [4, 125-126. old.; 5, 613. old.] Ez a két sejtípus a szervezet minden pontján előfordul, ráadásul a limfociták begyűjtése vérvétel útján alacsony invazivitású folyamat.

A fenti premissák alapján az egyéni sugárérzékenységgel kapcsolatos vizsgálatok legmegfelelőbb alanyai jelenleg a sugárterápiára kerülő betegekben származó sejtek, illetve szövetminták. Ennek oka, hogy mivel ezek a sejtek a kezelt terület közelében helyezkednek el, a teljes radioaktív kezelés időtartama alatt a pontosan ismert és jól dokumentált dózisu sugárnyaláb útjába kerülnek. A betegek sugárzásra adott reakciói a továbbiakban nyomon követhetőek a klinikai monitorozásnak köszönhetően.

---

<sup>1</sup> hajszálerek tartós kitágulása

<sup>2</sup> fibrózis: adott szövet elpusztult sejtjeit fibrociták helyettesítik - hegesedés

<sup>3</sup> a legáltalánosabban előforduló kötőszöveti sejt

A sugárzás hatására keletkező DNS lánc-törések száma állandó az adott dózisa a sejt típusától és sugárérzékenységétől függetlenül.<sup>4</sup> Az egyes sejtek és egyedek sugárkárosodással szemben való ellenállása ezen törések kijavításának minőségéből, valamint időtartamából adódik. Ha a károsodott sejt nem tudja kijavítani a DNS-ében az ionizáló sugárzások által létrehozott egy- vagy kétláncú töréseket, elpusztul. Az emberi sejtek pusztulásának egyik leghatékonyabb *in vitro*<sup>5</sup> nyomon követése kolónia-képző assay segítségével lehetséges. [4, 126. old.]

Az egyéni sugárérzékenység tehát összefüggésben van a sejtek DNS javító képességével. Az egyén sorsára nézve végső soron a sejtekben lévő DNS-javító (repair) enzimek szintje, az őket kódoló génekben esetleg jelenlevő mutációk, illetve az adott sejt osztódási állapota, a sérült DNS kijavítására rendelkezésre álló idő meghatározó lesz. Ez utóbbit a sejtciklus szabályozásában szerepet játszó különböző fehérjék számottevően befolyásolják. [1, 110-111. old.; 6, 932. old.; 7, S14-15. old.]

Feltételezhető tehát, hogy amennyiben mérni tudnánk a sejtek DNS javításának hatékonyságát, a javítás nyomán visszamaradó DNS-törések mennyiségét és ezek egyének közötti eltérését, valamint be tudnánk bizonyítani, hogy mindez összefüggésben van az esetleges klinikai mellékhatások előfordulásával az illető személyben, egyszerűen és gyorsan kezelhető módszert tudnánk kidolgozni a sugárzásra adott egyéni reakció szűrésére. Erre alkalmas módszer az egy-sejt elektroforézis vagy comet-assay, melynek segítségével a sugárkezelés következtében keletkező, illetve bizonyos idő elteltével hátramaradó, még töredezett DNS mennyiségét lehet az egyes sejtek szintjén kimutatni. [8, 190. old.; 9, 206-221. old.]

A nemzetközi orvosbiológiai folyóiratokban megjelent cikkek egy része szerint a különböző dózisokkal besugarazott sejtekben visszamaradó ún. reziduális DNS törések mennyisége összefüggésben van az egyéni sugárérzékenységgel. [4, 126-128. old.; 11, 931-936. old.; 12, 284-287. old.; 13, 645. old.; 15, 85. old.] Munkánk célja hosszú távon az egyéni sugárérzékenység felmérése még a sugárterápia megkezdése előtt a kórházi betegekben, másrészt alkalmassági vizsgálatként egy esetleges radiológiai vagy nukleáris incidenst követő helyszíni helyreállító munkálatokon dolgozó katonák és katasztrófavédelmi munkások körében. Ezen tanulmányban a kolónia képző assay valamint a comet-assay, mint lehetséges sugárérzékenység-kimutató módszer alkalmazhatóságát vizsgáltuk egy daganatos beteg-populáción.

## MÓDSZEREK

### Betegcsoportok

A vizsgálatok során 123 sugárterápiás betegből vettünk biológiai mintát (vérmintát és bőr-biopsziát) és azokat maradéktalanul feldolgoztuk. A vizsgálatokhoz felhasznált biológiai minták túlnyomó többségét Prof. Dr. Ésik Olga, Országos Onkológia Intézet, Budapest, bocsátotta rendelkezésünkre. (etikai engedély: ETT TUKEB 6008/1/ETT/2002). A betegekből származó bőr-biopsziás mintákból primér fibroblaszt-sejtkultúrákat indítottunk és klonogén-assay-vel mértük a fibroblasztok sugárérzékenységét. A fibroblasztok sugárérzékenységének további analizésére bevezettük a comet-assayt, amely lehetőséget nyújtott a repair-kapacitásuk mérésére is. A vérmintákat *in vitro* körülmények között besugaraztuk és a sejtek DNS-repair

<sup>4</sup> 1Gy kis LET értékű sugárzás 1000 db egyláncú 40 db kétláncú törést okoz a DNS-ben [1, 58. old.]

<sup>5</sup> laboratóriumi körülmények között, sejt-tenyésztéssel történő kísérletek

képességét mértük comet-assay-vel. Az eredményeinket statisztikai programok segítségével a betegek fibroblasztjainak sugárzásra adott *in vitro* túlélési arányával, valamint *in vivo* az egyéni klinikai sugárérzékenységgel vetettük össze.

A kontroll csoportba kezelés előtt álló sugárterápiás betegeket, valamint egészséges gyerekek fitymáiból származó primér fibroblasztokat soroltunk (K). A másik mintavételi csoportba olyan, már sugárterápiában részesülő betegek kerültek, akik bár felépültek a daganatos betegségükből, a sugárterápia következtében a sugármező által befogott területen toxikus reakciójuk alakult ki. Ezeket a betegeket további négy csoportba soroltuk:

- emlődaganatos betegek, akikben bőrfibrózis vagy teleangiectázia alakult ki (64 minta).
- toxikus késői idegrendszeri tüneteket mutató betegek (18 minta).
- olyan betegek, akikben a sugárterápia következtében mucositis/dermatitisz alakult ki (14 minta).
- olyan, vegyes betegcsoport (21 minta), amelyben az eddig említettektől eltérő toxikus sugárreakciók alakultak ki.

## **Sejtenyésztés és sugárkezelés**

### **Primér fibroblaszt kultúra kialakítása**

Fibroblaszt-sejtkultúra kialakítása céljából a bőrmintákat apró, 0,5x0,5mm-es darabkákra vágtuk, majd antibiotikumot tartalmazó PBS-pufferben mostuk. A bőrdarabkákat 25cm<sup>2</sup> felületű tenyésztő edénybe tettük és 1,5ml 40% főtális borjú-szérumot tartalmazó Dulbecco's Modified Mediumot (DMEM)<sup>6</sup> adtuk, amely a bőrdarabkák letapadását szolgálta. Ezt követően a médiumot 5 ml térfogatra és 20% szérumtartalomra egészítettük ki. Körülbelül tíz nappal a bőrdarabkák letapadása után jelennek meg a környező területen a fibroblasztok, amelyek további 1-2 hét múlva begyűjthetők és tovább olthatók. A primer fibroblaszt-kultúrákat 20% szérum tartalmú DME-médiumban tartottuk fent.

A fibroblasztokat 10% FBS tartalmú DMEM tápban 5% CO<sub>2</sub> tartalmú légkörben 37°C-on tenyésztettük, majd a teljes konfluencia elérése után sugárkezeltek. A sugárkezelést 1-, 2-, 4- valamint 6Gy <sup>60</sup>Co- $\gamma$  sugárzással végeztük (Gammatron-3 Siemens, Erlangen, Németország).

A primer fibroblasztok használatának hátránya, hogy kb. 2-3 hétig tart a sejtkultúra kialakítása. Mivel a fehér vérsejtek sugárérzékenysége szintén vizsgálható alkális és neutrális comet-assay-vel, a vérminták begyűjtése pedig egy egyszerű és alacsony invazivitású folyamat, úgy döntöttünk, hogy az azonos betegek vérmintáin is vizsgáljuk az *in vitro* sugárérzékenységet, összevetve azt a klinikumban mért sugárterápiára adott válasszal.

### **Vérminták**

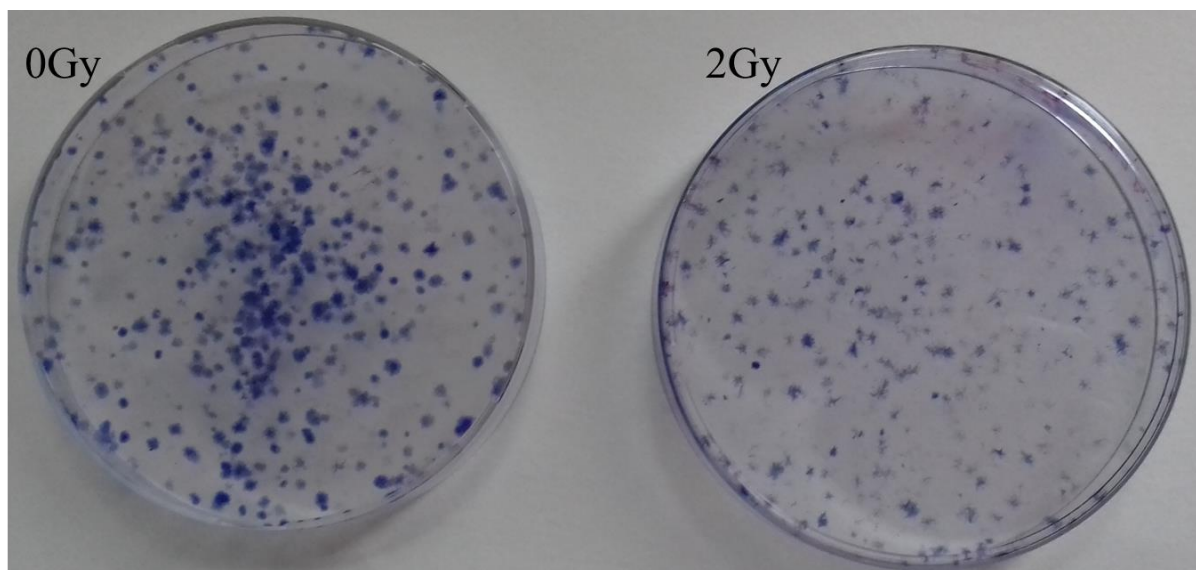
A vérmintákat a vérvételt követően 3 órán belül *in vitro* sugaraztuk be 2Gy dózissal, <sup>60</sup>Co- $\gamma$  sugárzással (Gammatron-3 Siemens, Erlangen, Németország). Közvetlenül a besugárzást követően lúgos és semleges comet-assay-vel mértük a DNS-törések gyakoriságát. A DNS-repair-kapacitás nyomon követésére a besugarazott vérmintákat 5% CO<sub>2</sub> tartalmú légkörben 37°C-on négy órát inkubáltuk, és ezt követően ismételtén elvégeztük a comet-assay-t.

---

<sup>6</sup> a humán sejtek laboratóriumi körülmények között történő tenyésztéséhez használatos oldat.

## Klonogén assay

A primer sejtkultúrák kialakítása után meghatároztuk a fibroblasztok regenerálódó képességét. A sugárérzékenység vizsgálata során 100mm átmérőjű Petri- csészére 500-1500 sejtet oltottunk ki. Tizenkét órával később a sejteket 0,5-; 1-, 2- és 4Gy-vel sugárkezeltek ( $\text{Co}^{60}$ - $\gamma$ ) majd kolónia képző-assay-vel követtük nyomon a sejtek túlélését. Amennyiben egy sejt túlél és osztódik, sejt-kolóniák jönnek létre, amelyek metanolos fixálást és CBB R-250 festést követően szabad szemmel is láthatóvá válnak. A túlélő sejtek frakcióját százalékosan fejeztük ki. A sejtek egy részében csak a 2Gy besugárzást túlélő frakciót (surviving fraction at 2Gy=SF2 érték) határoztuk meg. (1. ábra)



1. ábra kezeletlen kontroll (0Gy), illetve 2Gy-vel sugárkezelt fibroblasztok kolóniái. (saját fotó)

## Comet-assay

A klonogén assay hátránya, hogy a besugárzás után kb. két hét múlva kapunk csak eredményt. Ezért szerettük volna bevezetni egy gyorsabb módszer, az alkális és a neutrális egy-sejt elektroforézis (comet) assay használatát is az egyéni sugárérzékenység vizsgálatára.

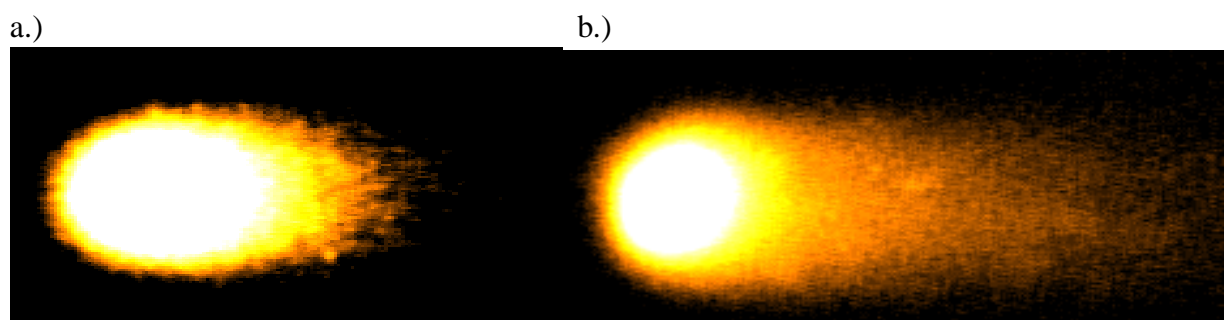
A DNS törések nagy mennyisége, illetve a repair elégtelensége a sejtet különböző molekuláris útvonalak irányába tolja el, amelyek a sejt pusztulásához vezetnek. A comet-assay vagy egy-sejt gél-elektroforézis segítségével kimutathatók a sugárzás hatására keletkező, illetve a javítás hiányossága miatt bizonyos idő elteltével visszamaradó egy- és kétláncú törések is. A két adat különbségéből a sejtek DNS javító képességére lehet következtetni.

A comet-assay során a sejtkultúrában növekvő fibroblasztokat a teljes konfluencia állapotában sugárkezeltek. A sejtenyésztő flaskákban besugárzott sejtek egy részét a sugárkezelést követően azonnal letripszineztük és 0,5%-os lágy agarba (LMPA) ágyasztuk, ezt követően pedig 1% triton-x100 és 10% DMSO tartalmú oldatban éjszakán át lizáltuk. Ezután az egy láncú DNS törések vizsgálatához a lemezekon rögzített sejtek DNS láncát erősen alkáli pH-jú (0,3M-os NaOH, pH>13) pufferben 30 percen keresztül szobahőn denaturáltuk. Az elektroforézist 25mV feszültségen és 300mA áramerősségen folytattuk le. (2. ábra) A kétláncú törések elektroforetikus kimutatásához szükséges 1mV/cm feszültséget 1,8l térfogatú, neutrális pH-jú

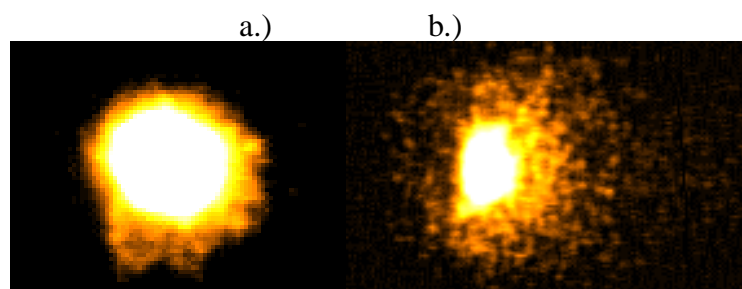
(TBE, pH: 8,3) puffer oldat segítségével érték el. (3. ábra).<sup>7</sup> [8, 9 nyomán kidolgozott módszer.] A DNS repair-kapacitás nyomon követésére a besugarazott minták hátralévő részét 37°C-on és 5% CO<sub>2</sub>-t tartalmazó környezetben négy órát inkubáltuk, ezt követően pedig ismételt elvégeztük a comet-assay-t.

Az eljárás alapja az, hogy az elektroforézis során a sejtmagban lévő DNS az anód felé vándorol. A DNS fragmentumok elmozdulása elsősorban a súlyuktól függ, ez esetben pedig a sugárzás hatására a benne keletkező törések számától. Az ép, illetve a töréseket nem tartalmazó nagy molekulású DNS a magban marad és az elektroforézis után ez adja az üstökös (comet) magját. A sugárzás hatására összetört DNS pedig a comet csóváját alakítja ki. A magban és a csóvában jelenlévő DNS-mennyiség aránya adja meg a DNS-károsodás mértékét. A neutrális közegben végzett elektroforézis kizárólag a kétláncú DNS törések vizualizálására alkalmas. Az alkálikus comet-assay segítségével az egy- és kétszálú törések egyaránt kimutathatóak. [16, 951-955.old.]

A kiértékelés etídium-bromidos festést követően, Zeiss fluorescens mikroszkóppal, a Kinetic Imaging Comet4 számítógépes szoftverének segítségével történt.



**2. ábra** Egyláncú DNS törések besugarazatlan (a) és besugarazott sejtekben (b). A fényképeken az erős fényes folt az eredetileg a sejtmagban található DNS, a mögötte elhúzódnó darabok az elektroforézis során elvándorolt, sérült DNS. (etídium-bromidos festés, saját fotó)



**3. ábra** Kétláncú DNS törések besugarazatlan (a) és besugarazott sejtekben (b). A fényképeken az erős fényes folt az eredetileg a sejtmagban lévő DNS, a mögötte elhúzódnó darabok az elektroforézis során elvándorolt, sérült DNS. (etídium-bromidos festés, saját felvételek)

A kiértékelés során a Comet4 program által felajánlott paraméterek közül az Olive Tail Moment (OTM), valamint a Tail Factor-t használtuk fel, az eredményeket Excel Macros és Excel programokkal értékeltük ki. [14] Az OTM egy globális comet-paraméter: egyaránt

<sup>7</sup> A saját laboratóriumi körülményeink között (elektroforézis tálca alakja) a futtató puffernek ezen térfogata adta a megfelelő feszültséget.

figyelembe veszi a töredezett DNS mennyiségét és a nucleoidtól való eltávolodásának mértékét, míg a Tail Factor a tulajdonképpeni töredezett DNS százalékos arányát fejezi ki az alábbi képletek alapján:

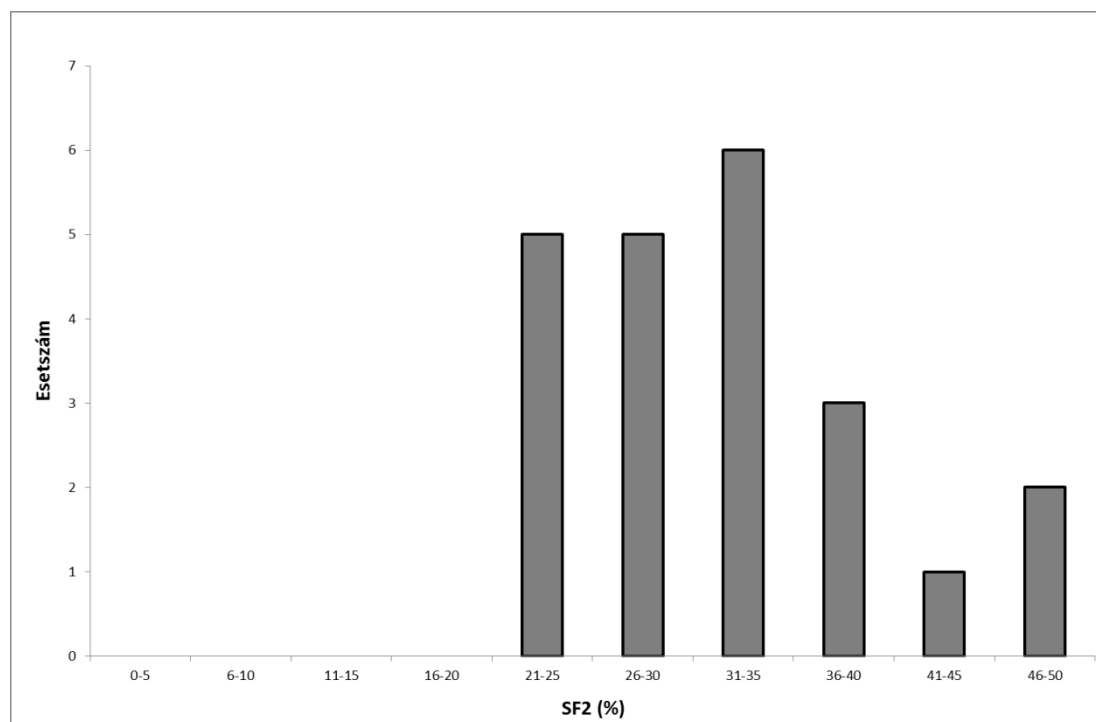
$$\text{OTM} = [(\text{csóva átlaga} - \text{mag átlaga}) \times \text{a csóvaDNS \%}/100]$$

$$\text{Tail Factor} = \text{Tail DNA} = \text{a csóvában található DNS-százalék átlaga.}$$

## EREDMÉNYEK

### Primer fibroblasztok sugárérzékenységének vizsgálata klonogén-assay-vel

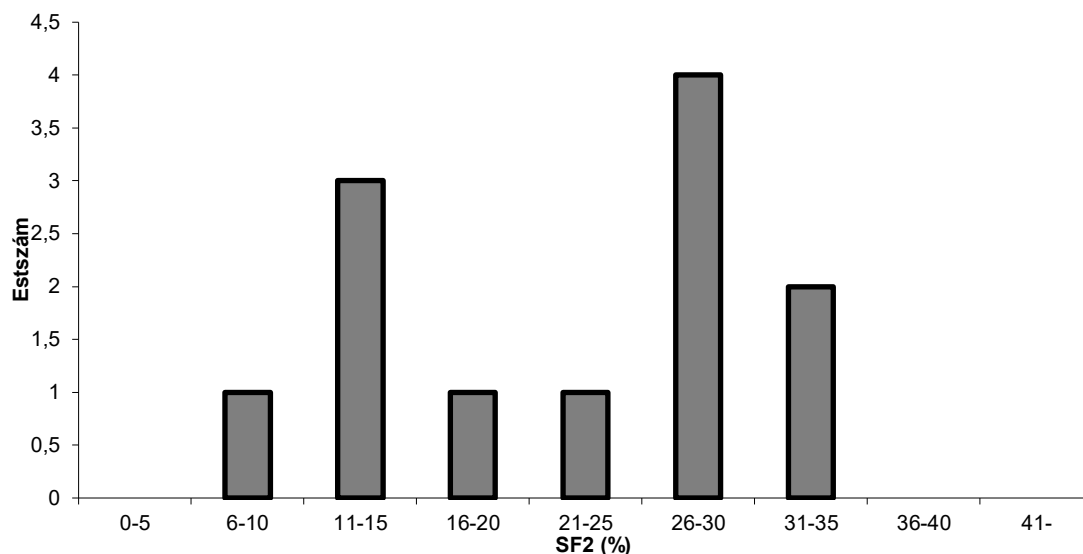
A Módszerek fejezetben leírt csoportokból származó primer fibroblasztok túlélését határoztuk meg *in vitro* besugárzás után. Mint említettük, a kontroll csoport két részből állt. Az egyiket az egészséges gyerekek fitymaiból származó primer fibroblasztok képezték. Itt a túlélési görbék lefutása egy igen szűk tartományba esett. A másik kontroll csoport a sugárterápia előtt álló betegeket tartalmazta. E betegekből származó fibroblasztok *in vitro* sugárérzékenysége megegyezett az egészséges gyerekek fibroblasztjainak sugárérzékenységgel. Az összesített kontroll csoport SF2 értékeinek megoszlását az 1. grafikon szemlélteti. A kontroll betegcsoportból származó minták SF2 értékei a 20-50%-os túlélési tartományba esnek.



1. grafikon Kontroll betegek SF2 értékeinek eloszlása. A kontroll betegek sejtjeinek 20-50%-a éli túl a 2Gy dózisú sugárkezelést.

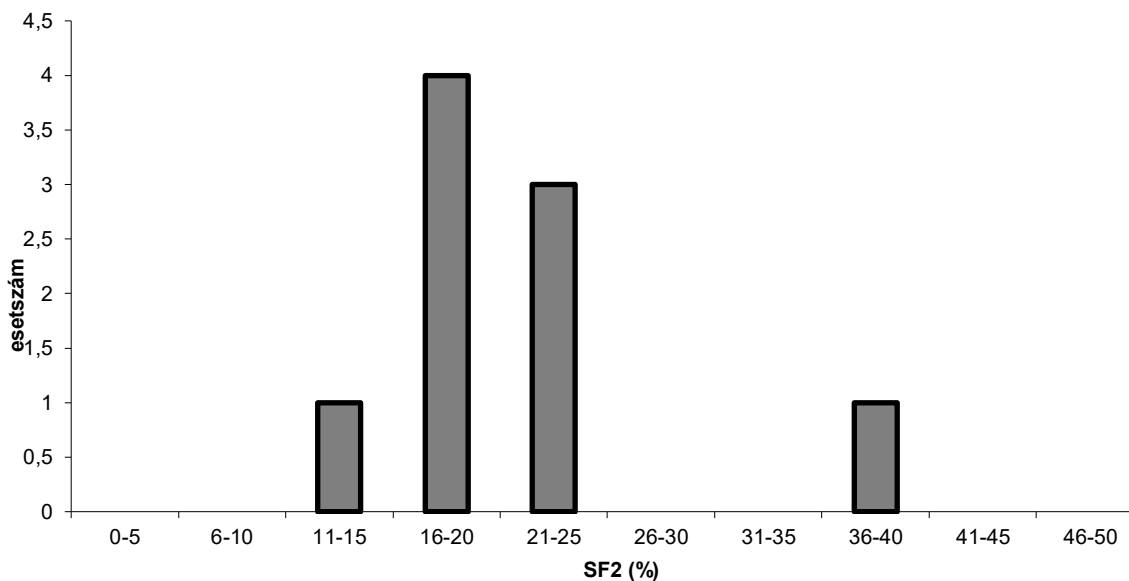
Sikerült igen jelentős számú mintát (mind vér, mind pedig bőr biopszia) nyernünk olyan betegekből, amelyekben a sugárterápia következtében már valamilyen korai vagy késői toxikus sugár-reakció kialakult. Ezeket a betegeket tüneteik alapján a Módszerek fejezetben már említett négy nagy csoportba osztottuk.

Azokban a betegekből, amelyekben a sugárterápia következtében valamilyen idegrendszeri mellékhatás alakult ki, az SF2-értékek balra, azaz a sugárérzékeny frakciók felé tolódtak el, négy beteg esetében pedig a fibroblasztoknak mindössze 6-15%-a élte túl a 2Gy sugárkezelést (2. grafikon).



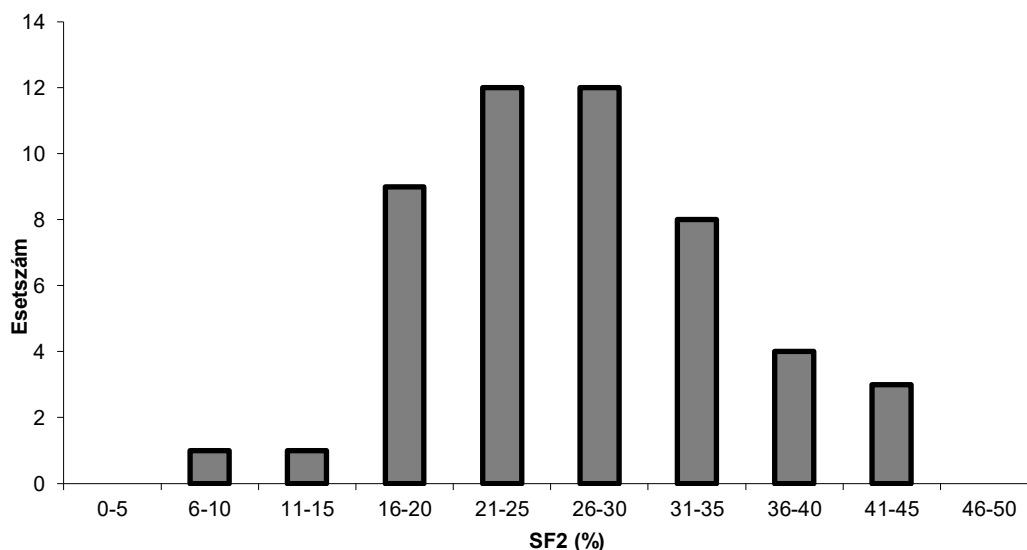
2. grafikon Idegrendszeri mellékhatásokat elszenvedő betegek fibroblasztjainak SF<sub>2</sub> értékei. Látható, hogy a betegek körülbelül felének a fibroblasztjai gyengébb túlélést mutatnak, mint a kontroll betegcsoporté.

A következő betegcsoportba olyan betegek tartoztak, amelyekben a külső sugár- és/vagy brachyterápia következtében bőrrendszeri és subcutan szöveti mellékhatások alakultak ki. E betegcsoport SF<sub>2</sub>-értékei mérsékelten térnek el a kontroll csoportétól (3. grafikon).



3. grafikon Sugárhatásra mucositis-dermatitiszes mellékhatásokat mutató betegek SF<sub>2</sub> értékei.

A 4. grafikon emlődaganatos betegek fibroblasztjainak túlélését mutatja be. A grafikonon látható, hogy e betegek túlnyomó többségének a fibroblasztjai a kontroll csoportéhoz hasonlóan 20-45%-ban éltek túl a sugárkezelést, mindössze 11 beteg sejtjeinek a túlélése volt 20% alatti. Ez egy, a klinikai mellékhatások szempontjából is nagyon vegyes betegcsoport volt, amelyben egyaránt voltak olyan betegek, akiknek súlyos sugárzás okozta mellékhatásai voltak és olyanok is, akik meglehetősen jól viselték a sugárterápiát. Ennek ellenére nem sikerült korrelációt kimutatnunk a klinikai sugárérzékenység és az *in vitro* sugárérzékenység között.



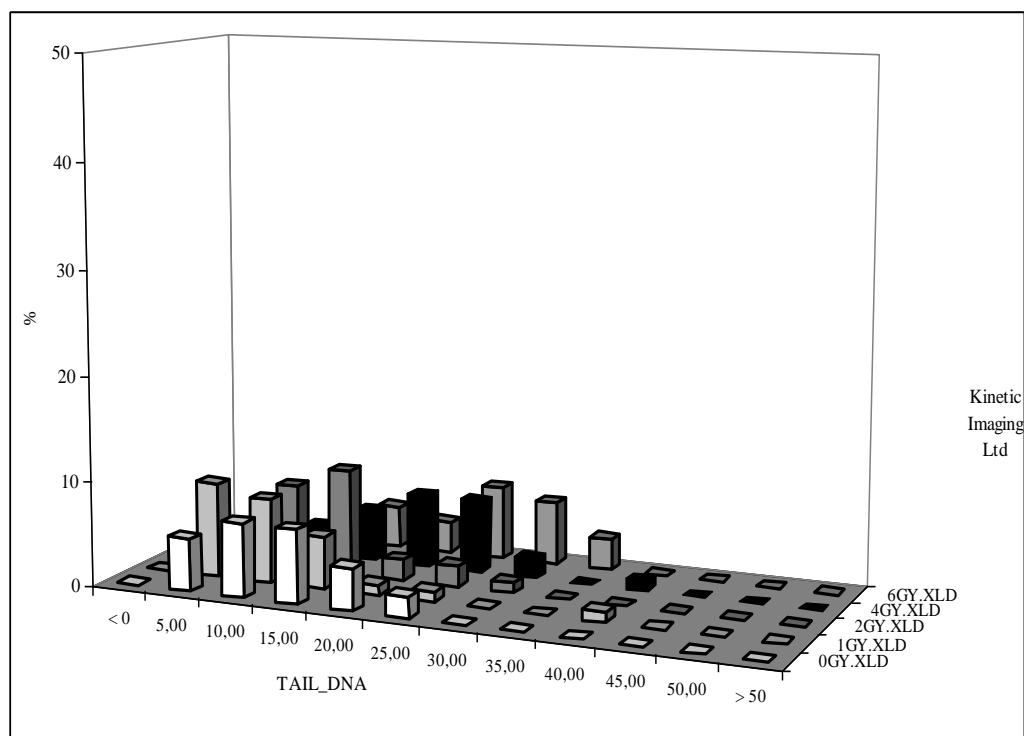
4. grafikon Emlődaganatos betegekből származó fibroblasztok SF<sub>2</sub> értékei

#### Alkálikus és neutrális comet-assay alkalmazása fibroblasztok sugárérzékonységének mérésére

A klonogén assay segítségével tulajdonképpen a sejtek sugárzás-okozta károsodásainak kijavítódása után lehet mérni azok túlélését, amely végső soron a sejten belüli folyamatok eredménye. Az egyes fibroblaszt-sejtek sugárzás okozta DNS károsodásainak és azok repair-jének a vizsgálatát elvégeztük alkálikus és neutrális comet-assay-vel is. Először azonban tanulmányoztuk a DNS károsodás dózistól való függését (0,5 – 6Gy), majd pedig a DNS törések kijavítódásának időbeli folyamatát (0, 10, 20, 30, 60, 120, 240 perc).

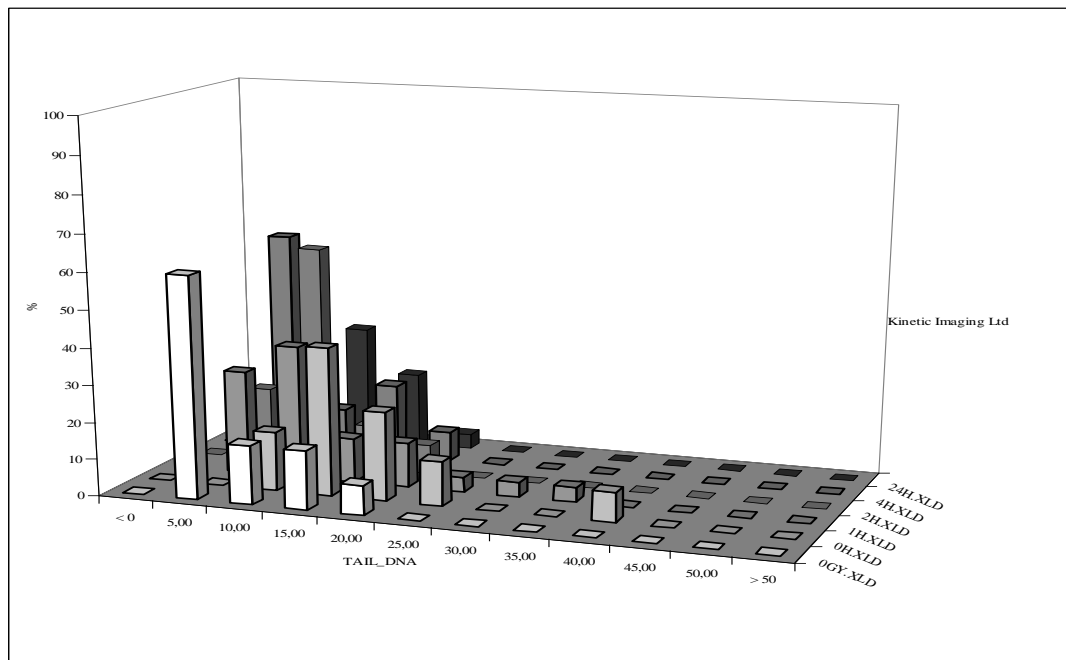
A sugárzás hatására keletkező DNS lánc-törések száma a sejt típusától és sugárérzékonyságától függetlenül állandó egy adott dózisu sugárkezelést követően, viszont a dózis függvényében nő. Az 5. grafikonon látható, hogy a kétláncú DNS törések következtében keletkező DNS fragmentumok a dózis emelkedésével arányosan egyre nagyobb mennyiségben mutathatók ki (tail DNA): a besugarazatlan kontroll mintában a csóva mag felőli részén tömörül a DNS, míg a 6 Gy-el kezelt sejtek esetén a csóva sejtmagtól távolabb eső részére csoportosul át, ami a jelentős mennyiségű DNS törésnek köszönhető.





**5. grafikon** Kétláncú törések következtében kialakuló DNS fragmentumok eloszlása különböző dózisok függvényében, fibroblasztokban. Az első sorban a kezeletlen kontroll, majd egymást követően az 1-, 2-, 4- és 6 Gy dózissal besugarazott fibroblasztokban keletkező kétláncú DNS törések mennyiségét tüntettük fel Kinetik Imaging program segítségével. Az egyre nagyobb számú törés következtében egyre nagyobb mennyiségű DNS vándorol ki a sejtmagból.

A továbbiakban vizsgáltuk a törések keletkezésének és kijavítódásának időbeli dinamikáját a kezelést követő 30 perccel, 1-, 2-, 4- és 24 órával. A legmagasabb töredezettségi értékeket a sugárkezelést követő egy órán belül mértük. A sejtből végbemenő javító folyamatoknak köszönhetően a DNS törések száma és eloszlása a sugárkezelést követően mindössze 4 órán belül visszacsökken a kontroll értékekre (6. grafikon).



**6. grafikon** Kettős láncú DNS törések javításának időkinetikája 6 Gy-el besugarazott fibroblasztok esetén. Az első sorban a kezeletlen kontroll, a másodikban a sugárkezelést követően keletkező törések, majd 1-, 2-, 4 és 24 óra elteltével még jelen lévő, úgynevezett reziduális töréseket ábrázoltuk Kinetic Imaging program segítségével.

A sugárterápia következtében különböző sugárzás okozta mellékhatásokat elszenvedő betegek fibroblasztjait kezeltük 6Gy dózissal sugárzással *in vitro*, majd egy-sejt elektroforézissel vizsgáltuk az egy- és kétláncú DNS törésekből kifolyólag megjelenő DNS fragmentumok arányát. Adataink azt mutatják, hogy a kezelésre idegrendszeri toxikus mellékhatásokkal reagáló betegek fibroblasztjaiban több egyláncú DNS-törés keletkezik, mint a kontroll csoportban. Érdekes azonban, hogy mind a kontroll-, mind a súlyos mellékhatásokat szenvedett betegcsoportok fibroblasztjainak sejtmagvaiban gyakorlatilag maradéktalanul kijavítódnak ezek a törések. Jelen kísérleteinknek nem volt célja a javítás minőségéről információt biztosítani. A neutrális assay-vel nem találtunk szignifikáns összefüggést sem a primer, sem pedig a reziduális, 6 Gy-vel besugarazott fibroblasztok DNS-károsodásai valamint a megfelelő sejtvonalak SF2-értékei, vagy a betegek klinikai sugárérzékenysége (sugárkezelésre adott reakciói) között sem. Az adatok értékelésének statisztikai erejét további vizsgálatokkal lehetne emelni.

Beteg kategória	pH	OTM		Tail- DNA	
		0h	4h	0h	4h
Kontroll betegek	8,3	12,08	4,27	19,36	10,45
	13	22,97	3,90	33,48	10,70
Idegrendszeri mellékhatásokat szenvedett betegek	8,3	12,98	3,23	18,74	9,21
	13	58,45	3,74	53,20	9,65

**1. táblázat** 6 Gy-vel sugárkezelt fibroblasztok comet-assay eredményei: kezelés után közvetlenül (0h) és 4 órás javítódást követően (4h). A feltüntetett számok a betegek fibroblasztjain mért OTM és Tail-DNA értékek átlagait mutatják

## Alkálikus és neutrális comet-assay alkalmazása vérmintákon a limfociták sugárérzékenységének kimutatására

A fibroblasztokon végzett kísérletek meglehetősen időigényesek, mivel 2-4 hét alatt lehet létrehozni egy bőrbioopsziából fibroblaszt kultúrát, amelyet fenntartani és tenyészteni kell a kísérlet esedékességéig. Mivel a vérvétel egy jóval kevésbé invazív mintavételezési eljárás, és a vérből származó limfociták azonnal rendelkezésre állnak a kísérletekhez, a comet-assay kísérleteinket ugyanazon betegek limfocitáin is elvégeztük.

A DNS-törések alapszintjét alkálikus, és a neutrális comet-assay-vel vizsgáltuk besugározatlan mintákon. Az alapszint adataink szerint gyakorlatilag nulla, nem függ a korábbi sugárterápiától. A betegekből származó vérmintákat alkálikus comet-assay-hez 2 Gy, neutrálishoz 4 Gy <sup>60</sup>Co-gamma sugárzással kezeltük, és vizsgáltuk a közvetlenül a besugárzás után kialakuló DNS lánc-töréseket (kezdeti károsodás), valamint a sugárkezelést követően négy órával még fennálló elváltozásokat (reziduális-, visszamaradó károsodás) is.

A sugárterápia következtében idegrendszeri mellékhatásokat mutató betegek esetében az *in vitro* besugárzás után közvetlenül, alkálikus comet-assay-vel nézve a DNS-károsodásokat, nem találtunk különbséget a kontroll csoporthoz viszonyítva. Négy órával a besugárzás után nézve a károsodásokat, az idegrendszeri mellékhatásokkal rendelkező betegeknél általában jóval több reziduális károsodás maradt vissza. Hasonló eredményeket kaptunk neutrális assay-vel is. Mucositis/dermatitises, valamint emlőtumoros betegeknél nem találtunk különbségeket egyik assay-vel sem a kontroll csoporthoz viszonyítva.

Beteg kategória	OTM		Tail- DNA	
	0h	4h	0h	4h
Kontroll betegek	44,07	17,86	38,27	22,15
Idegrendszeri mellékhatásokat szenvedett betegek	41,43	23,33	37,71	26,32
Mucositis vagy dermatitis típusú mellékhatásokat szenvedett betegek	18,14	3,23	21,68	10,15
Emlődaganatban szenvedő betegek	12,96	7,07	20,74	11,81

2. táblázat 2 Gy-el besugározott limfocitákban bekövetkező egyláncú törések (0h) és javítódásuk hatékonysága 4 óra múlva (átlagok).

## EREDMÉNYEK TÁRGYALÁSA ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A fibroblaszt-minták SF2-értékeinek és a betegekben kialakuló toxikus sugárreakcióknak az összevetésével kapott adatok azt valószínűsítik, hogy az SF2-értékek meghatározásával felbecsülhető a korai és késői toxikus sugárreakciók kialakulásának a kockázata. Azokban a betegekben, akiknek a fibroblasztjai sugárérzékenyek, sokkal nagyobb a valószínűsége a mellékhatások kialakulásának, mint a sugárrezisztenciát mutató fibroblasztokkal rendelkező betegek esetében. Előbbi betegek esetében kerülendő a szokásosnál nagyobb biológiaiilag effektív dózissal végzett sugárterápia és a sugármező a lehető legkisebb szükséges területre korlátozandó.

Véleményünk szerint eredményeink a munkahelyi sugárexpozíció eseteire is alkalmazhatók. Azok a személyek, akik a fibroblasztjainak túlélése az átlagosnál alacsonyabb tartományba esik (SF2<25%-nál), a sztochasztikus (pl. daganat keletkezés) sugárhatások szempontjából egy jelentősebb kockázati csoporthoz tartoznak és az esetleges következmények korai diagnózisa érdekében fokozott megfigyelést igényelnek.

A comet-assay módszere saját laboratóriumunk körülményei között alkalmas a sugárzás különböző dózisa által okozott és a javítás során visszamaradó DNS törések kimutatására.

Különbségek mutatkoznak a különböző mellékhatásokat szenvedett betegek limfocitáiban átlagosan visszamaradó egyláncú DNS törések mennyiségében 2 Gy besugárzás hatására, viszont jelenlegi álláspontunk szerint nincs meghatározó jellegű korreláció az egyes betegek limfocitáiban visszamaradó DNS sérülések és sugárterápiát követő klinikai mellékhatások között.

Annak ellenére, hogy 6 Gy besugárzást követően a kezdeti egyláncú DNS törések között igen jelentősnek tűnik a különbség az IR és a K betegek fibroblasztjai esetében, a DNS javító folyamatokat követően e két csoport közötti különbségek eltűnnek. A klinikai sugárkezelésre változatos módon reagáló emlődaganatos betegekből származó, 4 Gy-vel sugárkezelt vérmintákban sem találtunk szignifikáns korrelációt a kétláncú DNS törések javítódása és a betegek klinikai mellékhatások között. Mivel a DNS által az agaróz gélen megtett távolság függ annak a molekuláris tömegétől, valószínű, hogy annak ellenére, hogy a törések mennyisége állandó, a letört DNS fragmentumok molekuláris tömegében mutatkozik különbség e két csoport között. Úgy tűnik, hogy nem a DNS törések mennyisége, hanem a helye és a javítódás minősége lehet meghatározó a sejt életvitele szempontjából. Mindazonáltal a betegekben kialakuló mellékhatások és DNS javító folyamataik minősége között fennálló összefüggések vizsgálatára ezen tanulmány nem terjed ki. A továbbiakban érdekes lenne egy olyan vizsgálatot folytatni, amely a DNS javító mechanizmusok mögött rejlő genetikai és molekuláris sajátosságok (génexpresszió, gén promoter metiláció, különböző fehérjék koncentrációja, stb.) közötti különbség vizsgálatát célozza meg a fent említett magasabb kockázatú betegcsoportokban. Eredményeink alapján ugyanis a két betegcsoport elhatárolható egymástól, de az egyéni klinikai sugárreakciók és a comet csóva DNS mennyisége, illetve e mennyiség repairt követő csökkenésének mértéke között nem sikerült szignifikáns kapcsolatot kimutatni.

Világszerte a comet-assay-t már genotoxicitás-tesztelésére, humán biomonitorozásra, valamint különböző organizmusok ökogenotoxikológiai vizsgálatára használják. [16, 950. old.] Ennek ellenére, saját kísérleti körülményeink között úgy tűnik, nem alkalmas egyéni különbségek meghatározására, hiszen annak ellenére, hogy valóban igen különböző eredményeket kaptunk az egyes egyének között (mintáink szórása igen magas értéket ért el), az egyének értékei és klinikai sugárreakciójuk között nem találtunk korrelációt. Hasonló eredményeket mutatnak be a hamburgi egyetem munkatársai 2001-ben megjelent cikkükben [11, 936. old.], ahol fordított korrelációt találtak a sejtek 2Gy besugárzást követő túlélése és 5Gy besugárzás során keletkezett töredezett DNS mennyiség között, de nem találtak összefüggést a javítás után visszamaradt DNS mennyiség és a sugárérzékenység között. A csóvában található DNS fragmentumok mennyiségének jelentős eltérése közvetlenül a sugárkezelést követően a különböző betegcsoportokban arra utalhat, hogy a DNS molekuláris szerkezeti összetétele következtében egyes régiókban gyakrabban fordul elő kettős lánc törés.

A nemzetközi irodalomban nincs konszenzus a comet-assay sugárérzékenység-vizsgálatokra való alkalmasságát illetően. Eredményeink alátámasztják azt a feltételezést, miszerint a normál szövet radiotoxicitása a DNS javító rendszeren kívül több tényező függvénye. A jelenleg általánosan elfogadott paradigma értelmében a sugárzásra adott biológiai válasz olyan multimolekuláris folyamat, amelyben a résztvevő fehérjék gén-átíródásának, az epigenetikai folyamatoknak és a genom metilációs állapotának is számottevő szerepe van. [5, 613. old.; 17, 1196-1198. old.; 18] A továbbiakban az ezen folyamatokban szerepet játszó gének vagy fehérjék vizsgálata egy esetleges PCR- vagy antigén-antitest alapú módszer kidolgozásához vezethet.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] GY. KÖTELES (szerk.): Sugáregészségtan. Medicina Könyvkiadó RT., Budapest, 2002
- [2] UNSCEAR: Exposures and effects of the Chernobyl accident, Annex J. 2000 Report to the General Assembly.  
[http://www.unscear.org/docs/reports/2000/Volume%20II\\_Effects/AnnexJ\\_pages%20451-566.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/2000/Volume%20II_Effects/AnnexJ_pages%20451-566.pdf) (2012.10.15)
- [3] S. L. TUCKER, F. B. GEARA, L.J. PETERS, W. A. BROCK: How much could the radiotherapy dose be altered for individual patients based on a predictive assay of normal-tissue radiosensitivity? *Radiotherapy and Oncology*, 38 (1996) pp: 103-113, DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-8140\(95\)01669-4](https://doi.org/10.1016/0167-8140(95)01669-4)
- [4] E. DIKOMEY, K. BORGMANN, I. BRAMMER, U. KASTEN-PISULA: Molecular mechanisms of individual radiosensitivity studied in normal human fibroblasts. *Toxicology*, 193 (2003) pp: 125-135, DOI: [10.1016/S0300-483X\(03\)00293-2](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(03)00293-2)
- [5] W.U. MULLER, T. BAUCH, G. STÜBEN, H. SACK, C. STREFFER: [Radiation sensitivity of lymphocytes from healthy individuals and cancer patients as measured by the comet assay](#). *Radiat. Environ. Biophys.*, 40 (2001) pp: 83-89
- [6] T.M. PAWLIK, K. KEYOMARSI: Role of cell cycle in mediating sensitivity to radiotherapy. *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, 59/4 (2004) pp: 928-942, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2004.03.005>
- [7] M. BELLI, O. SAPORA, M. A. TABOCCHINI: [Molecular targets in Cellular Response to Ionizing Radiation and Implications in Space Radiation Protection](#). *J. Radiat. Res.*, 43 (2002) pp: S13-S19
- [8] N.P. SINGH, M.T. MCCOY, R.R. TICE, E.L. SHNEIDER, A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells, in: *Exp. Cell Res.*, 175 (1988) pp: 184-191, DOI: [https://doi.org/10.1016/0014-4827\(88\)90265-0](https://doi.org/10.1016/0014-4827(88)90265-0)
- [9] R.R. TICE, E. AQUIRELL, D. ANDERSON, B. BURLINSON, A. HARTMANN, H. KOBAYASHI, Y. MIYAMAE, E. ROJAS, J.C. RYU, Y.F. SASAKI: [Single cell gel/Comet-assay: guidliness for in vitro and in vivo genetic toxicology testing](#). *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 35 (2000) pp: 206-221
- [10] D. BOWDEN, M.R. BUCKWALTER, J.F. MC BRIDE, D.A. JOHNSON, B.K. MURRAY, L. O'NEILL: Tail profile: a more accurate system for analyzing DNA damage using the Comet-assay. *Mutation Research*, 537 (2003) pp: 1-9, DOI: [10.1016/S1383-5718\(03\)00056-1](https://doi.org/10.1016/S1383-5718(03)00056-1)
- [11] I. BRAMMER, M. ZOLLER, E. DIKOMEY, Relationship between cellular radiosensitivity and DNA damage measured by Comet-assay in human normal, NSB and AT fibroblasts. *Int. J. Radiation Biology*, 77/9 (2001) pp: 929-938, DOI: <https://doi.org/10.1080/09553000110064222>
- [12] A. DASU, J. DENECAMP, Inducible repair and intrinsic radiosensitivity: a complex but predictable relationship? *Radiation Research*, 153 (2000) pp: 279-288, DOI: [https://doi.org/10.1667/0033-7587\(2000\)153\[0279:IRAIRA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1667/0033-7587(2000)153[0279:IRAIRA]2.0.CO;2)

- [13] E. DIEM, S. IVANCSITS, H.W. RUDIGER: Basal levels of DNA strand breaks in human leukocytes determined by comet-assay. *J. Toxicol Environ Health A.*, 65/9 (2002) pp: 641-648, DOI: <https://doi.org/10.1080/15287390252900331>
- [14] A. EJCHART, SADLEJ-SOSNOWSKA: Statistical evaluation and comparison of comet-assay results. *Mutation research*, 534 (2003) pp: 85-92, DOI: [10.1016/S1383-5718\(02\)00250-4](https://doi.org/10.1016/S1383-5718(02)00250-4)
- [15] D. TWARDELLA, J. CHANG-CLAUDE: Studies on radiosensitivity from an epidemiological point of view – overview of methods and results. *Radiotherapy and Oncology*, 62 (2002) pp: 249-260, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8140\(01\)00491-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8140(01)00491-1)
- [16] A. AZQUETA, A. R. COLINS: The essential comet assay: a comprehensive guide to measuring DNA damage and repair. *Arch. Toxicol.*, 87 (2013) pp:949-968, DOI: [10.1007/s00204-013-1070-0](https://doi.org/10.1007/s00204-013-1070-0)
- [17] E. DIKOMEY, K. BORGMANN, J. PEACOCK, H. JUNG: Why recent studies relating normal tissue response to individual radiosensitivity might have failed and how new studies should be performed. *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, 56/4 (2003) pp: 1194-1200, DOI: [10.1016/S0360-3016\(03\)00188-3](https://doi.org/10.1016/S0360-3016(03)00188-3)
- [18] M. FERNET, J. HALL: Genetic biomarkers of therapeutic radiation sensitivity. *DNA Repair* 3, (2004) pp: 1237-1243, DOI: [10.1016/j.dnarep.2004.03.019](https://doi.org/10.1016/j.dnarep.2004.03.019)

## AZ ÖNKÉNTES SZERVEZETEK LEHETSÉGES SZEREPE A KÖRNYEZETI KÁRESEMÉNYEK MEGELŐZÉSÉBEN ÉS AZ ELLENÜK VALÓ REZILIENCIA KIALAKÍTÁSÁBAN

### DEVELOPMENT OF THE PREVENTION OF ENVIRONMENTAL DAMAGES BY INVOLVING VOLUNTARY ORGANIZATIONS

LESKÓ György;

(ORCID: 0000-0001-7470-7824)

[Lesko.Gyorgy@uni-nke](mailto:Lesko.Gyorgy@uni-nke);

#### Absztrakt

A környezetvédelem kérdése napjainkban a fókuszba került, hiszen gyermekeink jövője nagyban függ attól, hogy meg tudjuk-e őrizni számukra az élethez szükséges természeti kincseket. A környezet-szennyezést okozó káresemények száma évről évre nő, egyre több formában és módon veszélyeztetjük a környezetünket. Az éghajlatváltozás ezt a helyzetet súlyosbítja. A társadalom alapvető érdeke, a fenntartható fejlődés biztosítása. A környezeti ártalmak elleni védekezés leghatásosabb eszköze a megelőzés, ami széles társadalmi támogatás és az önkéntes szervezetek tevékenysége nélkül napjainkban már nem valósítható meg sikeresen. Ugyanez elmondható a rendkívüli események kialakulásakor a károk felszámolását célzó tevékenységre is. A szerző, a cikkben vizsgálja, hogy milyen szerepük lehet az önkéntes szervezeteknek a megelőzés és a veszélyeztető tényezőkkel szembeni reziliencia kialakításában, és hogyan fejleszthetők humán-erőforrás tekintetében.

**Kulcsszavak:** környezetvédelem, megelőzés, önkéntes szervezetek, fenntartható fejlődés, reziliencia

#### Abstract

The environmental protection issue is obviously in focus of public interest. The number of returning to environmental pollution incidents is increasing every year, more and more invisible impacts is appeared in this area. The fundamental interest of society is ensuring of sustainable development. The most effective instrument of the protection against environmental hazards is the prevention which cannot be successfully achieved without widespread social support and the activities of voluntary organizations. The author in this article investigate the development of the possibilities and praxis of prevention through the involvement of volunteers.

**Keywords:** environmental protection, prevention, voluntary organizations, sustainable development, resilience,

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2018.04.19.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2018.11.12.

## BEVEZETÉS

A természet és a környezetét átalakító ember viszonyát, a Bükk-hegység egyik kutatója Kaán Károly<sup>1</sup> már a század elején megfogalmazta meg legszebben Természetvédelem és a természeti emlékek c. könyvében [1] „Az ember kultúrájának anyagát kezdettől fogva a természet ős-forrásaiból merítette, mintáit az örök természet nagyszerű formáiról vette! Mégis az emberi kultúra többé-kevésbé mindenütt, és hosszú időkön át, a természeti alkotások pusztulása nyomán keletkezett.” Az idézet jól tükrözi, hogy már a megelőző század természetismerő, szerető emberei is tudták, hogy felelősséggel tartoznak a következő generációknak, mind az értékek megőrzése, mint a fenntartható fejlődés területén. Természetesen az akkori viszonyok közt is érzékelhető volt a megoldások keresése, és a környezettel harmóniában élni akaró emberi közösségek támogatásának fontossága. A természet értékeinek megőrzése nemcsak a hatóságok feladata, szerepe van benne az állampolgároknak és az állampolgárok szervezett csoportjainak, a civil szervezeteknek is. Jó példa erre [2] az októberben megrendezett Zöldgömb Fesztivál. Az esemény szakértő előadók és civil szervezetek segítségével került megrendezésre. A szervezők pozitív példákat és információkat nyújtottak a résztvevőknek a következő témákat érintve: hightech („zöld” -energia, intelligens otthon, zöldház, elektromos járművek), múlt és hagyomány (talajkímélő földművelés, permakultúra, biokertészet, gyógynövények, tájfajták), megosztáson alapuló gazdaság, közösségi összefogás.

Jelentős vita zajlik az éghajlatváltozás okairól és következményeiről napjainkban. A tapasztalt éghajlati anomáliák (heves esőzések, az évszaktól eltérő, gyorsan változó magas, vagy alacsony hőmérséklet, extrém szélviharok) erősen foglalkoztatják mind az érintett lakosságot, a kutatókat, mind a szakembereket. *„Egyre nyilvánvalóbb, hogy létrejött egy helyzet, egy környezeti állapot, aminek csakis egységesen, jól átgondolt módon és konkrét gyakorlati lépésekkel enyhíthetjük a következményeit, illetve hosszabb távon talán majd megállíthatjuk, esetleg megfordíthatjuk a negatív tendenciákat”* [3; 402. o.] állapítja meg Földi László tanulmányában. Áttekintve az erről szóló irodalmakat, megállapítható, hogy az írások főként két folyamat következményeként értékelik az éghajlatváltozás okait. Egyrészt az emberi természetátalakító tevékenység következményeként, másrészt a ciklikus éghajlati-földtörténeti folyamat részeként. Valószínűsíthető, hogy mind a két hatás jelen van a folyamatokban. Mindkettő létezésére vannak igazolható tények. A kutatásom azonban nem ezen eltérő vélemények eldöntésére irányul. Az nyilvánvaló, hogy a szakpolitikák, azon belül a klímapolitika részeként kell kezelni ezt a kérdést, és minden eszközzel törekedni kell a megelőzésre, valamint a lakosság védeltségének kialakítására. Az időjárási anomáliák következményeinek kezelésére a klímapolitika ma két, jól elválasztható feladatrendszer ismer, az emberi tevékenység megváltoztatásával a káros kibocsátások és hatások csökkentését éghajlatváltozás negatív hatásaival szembeni védekezést, a rugalmas alkalmazkodási stratégiák kialakítását.

Felmerül a kérdés, hogy milyen válaszokat ad a társadalom a fenntartható fejlődést veszélyeztető tényezőkre, és a jelenlegi civil önkéntes rendszer ehhez hogyan járul hozzá, továbbá, hogyan tehető hatékonyabbá a munkájuk? Hogyan lehet a társadalom kihasználatlan erőforrásait kiaknázni, és milyen eljárásmodokat lehet alkalmazni? A fenti kérdésekre adódandó válasz megfogalmazásához, meg kell vizsgálni a jelenlegi tényezőket, a civil társadalom környezeti biztonságra való törekvésének lehetséges fajtáit, valamint a környezetvédelem önkéntes támogatásának helyzetét. Elemezni szükséges, környezetvédelmi

---

<sup>1</sup> Kaán Károly (Nagykanizsa, 1867. – Budapest, 1940.) magyar erdőmérnök, gazdaságpolitikus, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja. Nevéhez fűződik a magyarországi erdőgazdálkodás újjászervezése, az Alföld fásítási programja és a korszerű állami természetvédelem megszületése.



szakterületek jellemzőit, számba kell venni a lehetséges feladatokat, igazolva azok folyamatjellegét, és az átfogó megközelítés fontosságát e témakörben. Fontos kérdés, hogy a hatékony munkához milyen képességekkel kell rendelkezniük az önkénteseknek az új kihívások kezelése területén a rendkívüli környezeti káresemény-helyzetek megelőzésének, elhárításának, a fenntartható fejlődés biztosítása érdekében. Ebben a kutatásban a fenti kérdések megválaszolása érdekében célul tűztem ki, hogy vizsgálom, hogy

- milyen tényezők veszélyeztetik napjainkban és várhatóan a jövőben a környezet biztonságát és a fenntartható fejlődés folyamatosságát,
- mit jelent és hol helyezkedik el a védelmi rendszerben reziliencia<sup>2</sup>, (a környezetvédelmi rugalmas alkalmazkodás)
- mi a szerepe az önkéntes szervezeteknek a reziliencia kialakításában, és milyen eszközökkel növelhető a humán-erőforrásuk.

A környezeti káresemények elleni védekezés, a fenntartható fejlődés biztosítása ösztársadalmi érdek, és feladatrendszer, amelyben mind a közigazgatás (védelmi igazgatás) és a beavatkozó állami, mind a feladatban résztvevő önkéntes szervezeteknek jelentős szerepe van. Ezért várhatóan a kutatás eredményei hozzájárulhatnak a fenntartható fejlődés feladatainak végrehajtásához, és a környezetvédelem állami, és önkéntes szervezetei együttműködési kérdéseinek továbbfejlesztéséhez és hatékonyabb munkájához.

### **A kutatás és az alkalmazott módszerek leírása**

A vizsgált kérdésekről feltételezem, hogy a környezet biztonságára, és a fenntartható fejlődésre ható tényezők jelentősen, és gyorsuló ütemben változnak, párhuzamosan a technológia, és a társadalom változásaival. Ezen változásokat és hatásaikat mind a hazai, mind a nemzetközi szakirodalom, sokszor eltérően kezeli, tehát szükséges a szakirodalom elemzése, az eltérő vélemények összevetése, valamint a civil szervezetek képességeinek vizsgálata annak érdekében, hogy meghatározható legyen a lehetséges szerepük a veszélyeztető tényezőkkel szembeni feladatok végrehajtásában. A kutatás módszerét tekintve alapvetően az analízis-módszerre épült. Összegyűjtöttem és tanulmányoztam a vonatkozó hazai és a nemzetközi tudományos szakirodalmakat, a környezeti káresemények esettanulmányait, valamint a témával kapcsolatos jogszabályokat, és a szakpolitikai szabályzókat, majd ezek elemzése alapján vontam le következtetéseket és tettem javaslatot. A civil szervezetekre vonatkozóan másodlagos adatok gyűjtésével és elemzésével kiegészítettem az elsődleges kutatást, végül az indukció-módszer alkalmazásával vontam le a következtetéseket. A szakemberekkel történt megbeszélések alkalmazásával szerzett információkat és a saját szakmai gyakorlatom tapasztalatait használtam a vizsgálandó témakör jelenlegi helyzetének változásainak megismeréséhez, és fogalmainak azonosításához, valamint a részkövetkeztetések meghozatalához.

---

<sup>2</sup> Egy veszélyeknek potenciálisan kitett rendszer, közösség vagy társadalom azon kapacitása, amely alkalmazkodását segíti elő azáltal, hogy ellenáll vagy változik annak érdekében, hogy fenntartsa működésének és struktúrájának elfogadható szintjét. Egyesült Nemzetek Szövetsége a Nemzetközi Katasztrófa Kockázatcsökkentési Stratégia (UNISDR) (UN 2005, p. 4)

## **A KÖRNYEZET BIZTONSÁGÁT ÉS A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS FOLYAMATOSSÁGÁT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSSAL ÖSSZEFÜGGÉSBE HOZHATÓ KATASZTRÓFÁKRA**

A környezet biztonságát és a fenntartható fejlődés akadályait vizsgálva megállapítható, hogy számtalan tényező szennyezi, veszélyezteti, vagy terheli túl a környezetet. Gondoljunk csak az esőerdők kiirtására, a káros kibocsátásokra, a túlzott és ésszerűtlen energiahasználatra stb. Következőtkben kialakulhatnak katasztrófák is. Ezeket a hatásokat és a környezet rombolását csak fokozzák a katasztrófák. A biztonság aktuális kérdéseit a napi politika szerte a világban sokszor háttérbe szorítja, de a mindennapjainkra ható konkrét ártalmak, mint az éghajlatváltozás, a szélsőségesé váló időjárás, és az éghajlati anomáliák, a társadalom és a védelmi szakterület érdeklődésének fókuszában marad. A környezeti hatásmechanizmusokra épülő klímapolitika, fontos része a közérdeklődésnek. A napi sajtó ritkán elemzi egy társadalmi kérdés hírháttérét (migráció, helyi háborúk stb.), de a legtöbb aktuálpolitikai hír visszavezethető a környezetvédelmi, és ezen belül az éghajlatváltozással összefüggésbe hozható okokra. Okok és okozatok rendszerével kell számolnunk. A mai termelésnövelésére és profitszerzésre épülő társadalmak, a hatásos környezetvédelmi intézkedések mellett is nagyrészt a fenntartható fejlődés ellen hatnak. A tendenciákat és az éghajlatváltozás veszélyeit nehéz előre jelezni, mert a természet rendszeresen rácsúfol a prognózisokra.

Rendszeresen találkozunk a fenntarthatóság, és a fenntartható fejlődés fogalmával. A tartósan követhető környezettudatos fejlődési pálya megvalósítása, ami biztosítja, hogy a fejlődés következtében, nem éljük fel a későbbi nemzedékek létezésének erőforrásait, és a természeti környezet átmentésének lehetőségeit nehéz sok összetevővel rendelkező nemzetközi összefogást igénylő feladat. A megvalósítást nehezítik a katasztrófák hatásai is. A rendszerszerű integrált biztonsági megközelítés szerint az általános biztonságpolitikának része a környezetbiztonság, szoros összefüggés feltételezhető, a természeti és civilizációs katasztrófák hatásai és az ellenük megvalósítható védelem műveleteivel, mivel ezek jelentős hatást gyakorolhatnak a környezet különböző összetevőire.

Az elmúlt időszak katasztrófa-eseményeinek értékelését több kutatás elvégezte. Peter Mucke szerint egyre felkészültebbek vagyunk a természeti katasztrófákra. A Bündnis Entwicklung Hilft német szervezet 171 országra vonatkozóan mutatja be, hogy milyen kockázata van annak, ha egy szélsőséges természeti jelenség katasztrófává válik. Jóval felkészültebbek az emberek a földrengésekre, a viharokra, az áradásokra, és az egyéb természeti katasztrófákra, mint öt évvel ezelőtt, derül ki a 2012 és 2016 közötti időszakot elemző kockázati világjelentésből is [4]. „Sok országban tanultak a korábbi természeti katasztrófákból, és javítottak a katasztrófákat megelőző intézkedéseken, ennek ellenére a szélsőséges időjárási jelenségek, mint a viharok és a zivatarok száma, feltűnően növekszik” állapítja meg a tanulmány. Ugyanakkor a katasztrófák következményeinek felszámolása nem egy szervezet vagy intézmény, esetleg egy ágazat feladata, hanem szerepe van benne a társadalom más szereplőinek is. A megállapítás alapján feltételezhető, hogy pusztán a védelmi rendszerek fejlesztésével nem kezelhető természeti katasztrófák kérdése. Szükséges az integrált környezet- és katasztrófavédelmi megközelítés.

Környezetvédelmi kockázatok és a lakosságvédelem összefüggései c. kutatás [5; 112. o.] megállapítja, hogy” *Az emberi élet egyik törvényszerűsége a fejlődés. Az ember kezdetekben még szoros kapcsolatban volt az élő környezettel, vigyázott az értékeire, hiszen ez jelentette a túlélést, majd ez az egyensúly a fejlődés révén felborult, és miközben az emberiség egyes veszélyeket elhárított, de a fejlődéssel párhuzamosan újakat is teremtett magának*”. Egyértelmű

tehát a környezeti károk és az ember természetátalakító termelő munkája közötti az összefüggés, így a megelőzésre nagy hangsúlyt kell fektetni. Fontos továbbá az éghajlatváltozással összefüggő veszélyhelyzetek, köztük a katasztrófákkal szembeni reziliencia növelése. Az éghajlatváltozás hatásait és következményeit több nemzetközi szervezet is vizsgálta, így mára már jó körvonalazhatók. Az éghajlatváltozással kapcsolatos katasztrófák között meg kell említeni a rendkívüli esőzéseket, viharokat, az extrém hideget, a hosszantartó szárazságot, és az esőzések következtében kialakuló villámárvizeket, valamint a jégtorlódások következtében kialakuló árvizeket. Az alábbi táblázatban összefoglaltam. [6, 245. oldal] Dr. Földi László tanulmánya szerint.

Hatások következmények	Hatástípusok			
	Hőmérséklet		Csapadék	
<b>Meteorológiai hatások</b>	Extrém magas	Extrém alacsony	Tartós esőzés, Hóesés	Tartós Csapadék-hiány
<b>Hidrológiai következmény</b>	Vízfelület párolgási veszteség	Jegesedés	Árvíz Belvíz	Meder és élővíz pusztulás
<b>Talajra ható következmény</b>	Aszály sivatagosodás Talajsüllyedések	Talaj felületi repedések szakadás szikla törés, omlás	Sárfolyam föld-csuszamlás	Sivatagosodás
<b>Társadalomra ható következmény</b>	Társadalmi működési zavarok, egészségi, pszichikai, fizikai károk Kritikus infrastruktúra sérülése, közüzemi, és egyéb ellátó szolgáltatások zavarai,			
<b>Épített környezetre ható következmény</b>	Épület tüzek Omlások törések	Fagy törés, omlás	Árvíz épület- és közmű- Károk	Épület- tüzek Omlások törések
<b>Természetes környezetre ható következmény</b>	Intenzív vegetáció-tüzek	Fagykárak	Vegetáció vízkár Vadkár	Intenzív vegetáció-tüzek

1. táblázat Az éghajlatváltozás hőmérséklet, csapadék következményei. (saját szerkesztés) [6] forrás alapján

Hatások következmények	Hatástípusok		
	Légmozgás	Több tényező kölcsönhatása	
<b>Meteorológiai hatások</b>	Szélvihar (orkán, forgószelel)	Felhő-szakadás, jégeső	Hófúvás, Gyors olvadás
<b>Hidrológiai következmény</b>	Védművek sérülése	Villám árvíz	Árvíz
<b>Talajra ható következmény</b>	Homok-löszvihar, elhordás eltemetés	Sárfolyam föld-csuszamlás	Hidro- dinamikai talajkarak
<b>Társadalomra ható következmény</b>	Társadalmi működési zavarok, egészségi, pszichikai, fizikai károk Kritikus infrastruktúra sérülése, közüzemi, és egyéb ellátó szolgáltatások zavarai,		
<b>Épített környezetre ható következmény</b>	Viharkarak	Árvízi épület, közműkarak	Épület- közmű- hó és jégterhelés vízkarak
<b>Természetes környezetre ható következmény</b>	Erdőkarak, kidőlt fák	Növény Kimosás és Jégkár	Hóteher jegesedés karak a vegetáció-ban

2. táblázat Az éghajlatváltozás légmozgás és több tényező kölcsönhatás következményei. (saját szerkesztés) [6] forrás alapján

A katasztrófák kárterületei rendszerint összetettek, olyan hatásokkal kell számolni, amelyek szükségessé teszik a felszámolásra hivatott mentőerők, valamint a védelmi igazgatás rendszerén keresztül más mentőerők, a szolgáltatók, valamint az állampolgárok aktiválását is. A cél tehát a veszélyeztető tényezőkkel kapcsolatos, közösségi és egyéni reziliencia, azaz a rugalmas ellenállás fejlesztése.

## A KÖRNYEZETI VESZÉLYEKEL SZEMBENI-REZILIENCIA FELÉRTÉKELŐDÉSE

A környezeti veszélyekkel szembeni reziliencia fejlesztése csökkentheti az alapvető rendszerek sebezhetőségét (vulnerabilitás). A sebezhetőség sok területen megjelenik. A sebezhetőséget itt az éghajlatváltozás hatására létrejövő karak kiterjedésének vonatkozásában vizsgáljuk. Feltételezhető, hogy a vulnerabilitást nemcsak a rendszer érzékenysége adja, hanem a rendszer adaptációs, ellenállási, rugalmas alkalmazkodási képességei is befolyásolják, tehát nemcsak a veszélyek, kockázatok csökkentése a lehetséges megoldás. A reziliencia fontosságát növeli, hogy az éghajlatváltozás hatásai által keltett kockázatok, nagyrészt hosszú távon, és a jelentős erőforrásokat igényelve, nemzetközi, társadalmi megegyezés eredményeként lehet csökkenteni. Az éghajlatváltozás várható magyarországi hatásainak, természeti és társadalmi-gazdasági

következményeinek, valamint az ökoszisztémák és az ágazatok éghajlati sérülékenységének értékelése a NÉS-2<sup>3</sup> részét képezi.

Az alkalmazkodás és felkészülés koncepcionális keretei érintik többek között a vízgazdálkodás, az erdőgazdálkodás, a vidékfejlesztés, az egészségügy, az energetika, a közlekedés, a turizmus, és más ágazatok éghajlatbiztonsággal kapcsolatos helyzetét, kockázatait, a felkészülés lehetséges cselekvési irányait [7].

A reziliencia növelése tehát átfogó szemléletet és tevékenységet igényel. Fejlesztésének fontosságát hangoztatja a VAHAVA kutatások keretében készült tanulmányában Dr. Zellei Gábor, és Dr. Hornyacsek Júlia [8; 82. o.]. *„A tény, hogy a globális éghajlatváltozás elsődleges, és másodlagos hatásai kapcsán kialakult veszélyhelyzetek száma folyamatosan nő, és ezzel nőnek az emberi, és gazdasági veszteségek is. Az okokat kutatva elmondható, hogy az emberi élet és az anyagi javakban bekövetkezett veszteség, csak részben adódik a veszélyhelyzetből, jelentős részét az okozza, ahogy a lakosság, és gyakran a mentőerők sem kellően felkészültek arra, hogy megelőzzék a veszélyeket, illetve a kialakult veszélyben a számukra legkedvezőbb eredményt hozó cselekvési mechanizmust tudjanak beindítani”*. Az egyre inkább tért nyerő „reziliencia tudomány” több tudomány-területen párhuzamosan fejlődik. Kifejezetten előtérbe került az elmúlt időszak klíma-okokra visszavezethető válságainak értékelése során (például Duna-, Elba-árvizek, extrém időjárás stb.).

Alapvetés, hogy ezekben a folyamatokban a civil és humanitárius szervezeteknek jelentős szerepe van. A felvetés aktualitását mutatja az Európai Unió Horizont 2020 program<sup>4</sup>, amely szintén civil támogatásra épülő tevékenység. A program keretében kapott Duna-régió reziliencia tudásanyag-csere hálózat projekt (DAREnet H2020-SEC-21-GM-2016/2017 DANube river region Resilience Exchange Network) [9]. A DAREnet célja az árvízveszély csökkentése, a beruházást támogató hálózat tervezése és megvalósítása a szakemberek számára a Duna vízgyűjtő területén. Ennek keretében fő feladat a közös innovációs stratégiák kidolgozása és a fokozott együttműködés kialakítása. A projekt célkitűzése továbbá, a tudományos kutatás támogatásával az árvízveszély csökkentése a Duna-menti országokban. Több más kezdeményezés is a reziliencia fejlesztésének elősegítését tűzte célul, például a Stockholm Resilience Center<sup>5</sup>, mely több projekt indításával járult hozzá a célkitűzések megvalósításához. A reziliencia fejlesztésének, stratégiai céljainak megvalósíthatóságának a feltétele, a megfelelő társadalom gazdasági, anyagi, szellemi, szakmai, és tudományos, kapacitásainak felhasználása. A fejlesztés hatékonyságának másik fontos feltétele a megfelelő önkéntes szervezeti háttér. Az ellenállóképesség fejlesztésének lehetőségei, két jól elkülöníthető területen jelentkeznek, az egyik a humán, a másik a technológia. Mindkét terület rendkívül kiterjedt, a gyorsan változó kihívások növekvő igényeket vetnek fel. Ezen igények komplex vizsgálata nem célom, de a humán fejlesztési terület fontos része a társadalom önkéntes erőforrásainak fejlesztése is, ezért erre fókuszálok.

---

<sup>3</sup> NÉS-2: a második hazai Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia. tartalmazza az üvegházhatású gázok kibocsátás-csökkentési céljait, prioritásait és cselekvési irányait meghatározó tényezőket, feladatokat 2050-ig [7]

<sup>4</sup> Az Innovációs Unió Stratégia a kutatás és az innováció közötti szinergiák megteremtésével a Horizont 2020 program a Kiváló tudomány, az Ipari vezető szerepe és a Társadalmi kihívásokra adott válasza témára helyezi a hangsúlyt [10]

<sup>5</sup> Stockholm Resilience Center (SRC) a Nemzetközi Rugalmassági Ellenállási és Fenntarthatósági Központ 2007-ben alakult a Stockholm Egyetem támogatásával [13].

## A HAZAI ÖNKÉNTES SZERVEZETEK SZEREPE ÉS FELADATAI A KÖRNYEZETET ÉRŐ NEGATÍV HATÁSOKKAL SZEMBENI REZILIENCIA KIALAKÍTÁSÁBAN

Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás megvalósításában a civil szervezetek jelentős szerepet tudnak vállalni. A nemzeti adaptív kapacitás megteremtése mellett a közösségi adaptív tervezés, és az alkalmazkodási stratégiák megvalósítását jelöli ki feladatnak Catherine Pettengell Climate Change Adaptation (Klíma Változás Adaptáció) [11] tanulmánya, kiemelve a regionális területeken, és helyi szinten a kormányzat, és a civil szervezetek szerepét. A szubszidiaritás<sup>6</sup> jelentőségét erősíti Magyar Emőke és Scheer Márta [12] tanulmánya, melyben megállapítják. A káros folyamatok mérséklése (hagyományos klímavédelem) csak széleskörű nemzetközi összefogással oldható meg. Az összefogások sikere attól függ, hogy az egyes politikák milyen mértékben teszik magukévá az adott programot, célt, ezért a megvalósulás bizonytalannak mondható. Ezzel szemben a klímaalkalmazkodás egyéni és helyi közösségi intézkedésekkel is kezelhető, melyek ugyan lokálisak, de eredményesek. A megváltozott éghajlathoz való alkalmazkodás letéteményesei tehát az egyének és a helyi közösségek lehetnek, minden közösség saját módszerek kialakításával. Ennél fogva az egyének és a helyi közösségek szintjén a jelenleginél sokkal több tudásra és szándékra van szükség.” A nemzeti adaptív kapacitás létrehozása erősítése tehát fontos feladat, ami a jelenlegi civil szervezetek bázisán, a hálózati eszközök igénybevételével tűnik az NGO-k<sup>7</sup> számára hatékonyan megvalósíthatónak.

A civil társadalom alapvetően érzékeny a környezeti problémákra. A civil mozgalmak jelenléte a demokrácia indikátora és hatékony eszköze. Az önszerveződések tagjai sokkal érdekeltőbbek, szervezettebbek, könnyebben elérhetőek, megszólíthatóak, és az átlagosnál jóval aktívabbak a környezetvédelem témáiban, mint az egyes emberek. A környezeti ártalmak, és ezen belül az éghajlatváltozás hatásaival szembeni reziliencia egyrészt mitigáció<sup>8</sup> tevékenység. az éghajlatváltozást okozó tevékenységek vonatkozásában korlátozások bevezetése, veszélycsökkentés, megelőzés és adekvát reagálási, kérdés. Másrészt alkalmazkodás, klímaadaptáció<sup>9</sup>. Ennek feltételeinek meghatározása és megteremtése ösztársadalmi feladat. Az adaptáció jelentős pillére a humán erőforrás és a korszerű eljárásmodok és technológia. A negatív hatások és következmények enyhítése, csillapítása, két kiterjedt feladatrendszeren keresztül a megelőzés, prevenció és a felkészülés kereteiben valósul meg. A környezetvédelmi megelőzés területén több szervezet, jelentős társadalmi erőként jelenik meg. Jelen vannak a területen a nagy nemzetközi szervezetek, a regionális, és a helyi önkéntes szervezetek egyaránt.

---

<sup>6</sup> Az elv, mely szerint minden döntést és végrehajtást a lehető legalacsonyabb szinten kell meghozni, ahol a legnagyobb hozzáértéssel rendelkeznek.

<sup>7</sup> A civil szervezet nemzetközi rövidítése. Olyan társadalmi szervezet, amely nonprofit módon, a kormányzattól függetlenül, önkéntes alapon a közjó javára működik, önszabályozó, intézményesült önszerveződés. nem kormányzati szervezeteknek (angolul non-governmental organization, NGO)

<sup>8</sup> veszély- és negatív hatás csökkentés, enyhítés, csillapítás értelemben használom.

<sup>9</sup> Alkalmazkodás az éghajlatváltozáshoz, melynek lényege, hogy olyan módon segítsük elő a szélsőséges időjárási viszonyokhoz történő alkalmazkodást, hogy közben a károkat minimalizáljuk és az ezzel összefüggő előnyöket kiaknázzuk, teljesítve a fenntartható fejlődés követelményeit.

A Holocén Természetvédelmi Egyesület<sup>10</sup> például élen jár ebben a munkában. Mind a hatósági megelőzést támogató, mind a környezeti szemléletformáló, és környezettudatosságot növelő tevékenységük kiemelkedő. A borsodi iparvidéken kiemelkedő programokat valósítanak meg környezeti nevelési, közösségi szolgálati programoktól, egészen a fiatal pályakezdekők támogatásáig. A társadalom téma iránti érzékenységét mutatja, a Te Szedd! - mozgalom. Sikere, hogy 2017-ben 190 ezer önkéntes vállalta lakókörnyezetének megtisztítását, 2240 helyszínen, csaknem 2900 tonna szemetet gyűjtöttek össze. Sok nem kifejezetten környezetvédelmi civil szervezet is részt vett a kezdeményezésben [15].

Az önkéntes szervezetek nagy része a megelőzésben vállal szerepet. Munkájuk jelentős a társadalmi tudatformálás, a környezetszemlélet alakítása, a környezetvédelmi döntésformálás, és a civil-kontroll területén is. A környezettudatosság erősítése is hosszú évek óta jelen van a tevékenységükben. A Magyar Polgári Védelmi Szövetség például a lakosságfelkészítésben, elsősorban a tanulóifjúság környezettudatos magatartásának kialakításában vállalt szerepet, emellett a településeken szervezett polgári védelmi gyakorlatok során arra törekcsenek, hogy védettebbé tegyék a közösségeket a rendkívüli időjárással szemben. [16]

A reziliencia mérhető érték, amit a veszélyeztető tényezők a lehetséges hatásások elviselésére irányuló rugalmas alkalmazkodás adaptáció mennyisége és minősége és az érintett lakosság veszélyek elleni beavatkozó kapacitás nagysága felszereltsége és kiképztsége alapján lehet számba venni. Az önkéntes szervezetek reziliencia-növelő feladata egyrészt a lakosság felkészítése veszélyhelyzet esetén követendő ajánlások tudatosítása, másrészt a veszélyhelyzetek során beavatkozó önkéntes szervezetek kapacitásfejlesztése. Mindkét feladat szorosban kapcsolódik a katasztrófavédelem polgári védelmi feladatrendszeréhez is. A polgári védelem alapvető feladata a lakosságvédelem és a létfontosságú anyagi javak védelme.

*„A környezet részét képezik az ember és az alapvető anyagi javak is. Ezek védelmét hazánkban (a katasztrófavédelem területéhez tartozó) lakosságvédelmi tevékenységen keresztül hajtják végre. Ebből adódóan a környezetvédelem és a lakosságvédelem egymással összefüggő, bizonyos területeken egymásra kölcsönösen ható területek” [17, 129. oldal]*



1. ábra Zemplén Térségi Katasztrófa és Polgári Védelmi Szövetség lakosság felkészítő gyakorlata [18]

---

<sup>10</sup> 1979-ben létrejött miskolci természet és környezetvédő szervezet.

A természeti katasztrófák jelentős része az éghajlatváltozás következtében jön létre. A lakosság káreseményekre történő felkészítése nem a kiváltó okokra, hanem az ellensúlyozandó hatásokra épül. Célja, a katasztrófa adaptáció eszközeivel a közösségek érzékenységének csökkentése. Ezen területen nemzeti szinten a Magyar Polgári Védelmi Szövetség, és területi szervezetei szintén jelentős erőfeszítéseket fejtenek ki. ” *A polgári védelem, mint intézményrendszer, kialakulásától kezdve két pilléren nyugszik: az állami polgári védelmi szervek munkáján, valamint a civil polgári védelmi és egyéb szervezetek tevékenységén.*” [19, 170. oldal]

A civil szervezetek szervezettségüknél, tapasztalataiknál, hagyományaiknál fogva alkalmasak és képesek a védelmi rendszerben aktív és hatékony szereplőként támogatni a hivatásos szervezetek munkáját. Helyismeretünk és kapcsolati rendszerük jól segíthet a megelőzési feladatok meghatározásában, a védelmi feladatokkal kapcsolatos döntések meghozatalában.

### **A CIVIL SZERVEZETEK ÁLLOMÁNYÁNAK FEJLESZTÉSÉT CÉLZÓ PROGRAMOK**

Az önkéntes szervezetek hatáson tevékenységének egyik legfontosabb feltétele, a magas szintű humán erőforrások alkalmazása. Az önkéntes szervezetek reziliencia mitigációs feladatainak elvégzéséhez szükséges kapacitások közül a képzett és felkészült, önkéntes szakember a legfontosabb, mert az eszköz és anyag szükségletek biztosítása egyszerűbb feladat. Az önkéntes humán erőforrás-fejlesztés biztosítja a műveletekben résztvevők leghatékonyabb szervezeti és egyéni felkészítését. Az önkéntes fejlesztés követelményei, közel azonosak a hivatásos állománnyal szemben támasztott elvárásokkal.

A hatáson védelem, a felkészült, veszélyeket ismerő lakosság mellett jól felkészült, és jól felszerelt beavatkozó állományt igényel. Az önkéntes szervezetek fontos szerepet játszanak a katasztrófák elleni védelemben, melyet jól bizonyít a támogatási rendszer. „A központi költségvetésben a tavalyinál százmillióval több, összesen hétszázmillió forint áll rendelkezésre az önkéntes tűzoltó egyesületek és az önkéntes mentőszervezetek támogatására.” számolt be a magyar sajtó, és olvasható a szervezet honlapján is. [20]

Az önkéntes szervezetek éves támogatási rendszere mellett, jelentősen megnövekedett az utóbbi években, az önkéntes szervezetek fejlesztését szolgáló projektek száma is. Az önkéntes szervezetek kapacitásait jelentősen növelő fejlesztések közül két programot említhető gyakorlatként. Az egyik az önkéntes mentőszervezetek felkészítése, a KEHOP-1.6.0-15-2016-00017 azonosító számú projekt keretében. A program megvalósulása, az önkéntes mentőszervezetek eszközállományának tekintetében jelentős előrelépést hozhat. A civil szervezetek humán-erőforrás fejlesztése szintén a projekt célja csak jól felkészült önkéntesek tudnak hatékonyan beavatkozni a korszerű felszerelést kezelni. A projekt céljai között szerepel a védőfelszerelések beszerzése kétszáz szervezet, több mint négyezer-háromszáz önkéntes részére, és a kárelhárítást támogató technikai eszközök számának, illetve a logisztikai kapacitás növelése, továbbá kilencven szervezetnél a beavatkozást támogató, terepjáró technikai eszközök, továbbá húsz szervezetnél az éjszakai munkavégzés, és a helyszíni pihentetés feltételeinek biztosításához szükséges eszközök beszerzése. Szintén a célok között szerepel az új eszközök szakszerű alkalmazásához kapcsolódó tevékenységekhez szükséges ismereteket közvetítő képzések, például a kisgépkézeli, megtartása.

A hazai pályázati lehetőségek mellett, jelentős, a nemzetközi projekt-tevékenység is. Az elmúlt évben ért véget a *Katasztrófavédelmi intézményrendszer helyi szintű kapacitásfejlesztése* című, a Norvég Finanszírozási Mechanizmus által támogatott projekt. A program fő célkitűzése



a kapacitásbővítés, valamint az emberi erőforrás fejlesztése volt a katasztrófavédelemben, [21] Az önkéntes szervezetek számára az egyik legnagyobb kihívás, a közösség megtartása, és az önkéntes állomány folyamatos fejlesztése. Az állam és a közösségek számára is alapvető érdek, az önkéntes szervezetek alkalmazhatóságának fejlesztése. Alkalmazásuk, a leginkább költséghatékony-megoldás a káresemények kezelése folyamán. Ennek feltétele az értelmes programok kialakítása, a célkitűzések helyes meghatározása, valamint az anyagi és technikai feltételek biztosítása. Hasznos lehet az önkéntesek motivációjának növelése adókedvezményekkel például Németországban több helyi adónem alól mentesít az önkéntes szervezetben vállalt tagság. Több magáncég elsősorban biztosítók, de jelentős áruházi láncok vagy szolgáltatók is kedvezményeket adnak az önkéntes igazolvány felmutatásával. Jó gyakorlatot jelent a már említett DAREnet projekt. A program ütemterve alapján, első feladat a hálózat és a résztvevői rendszer kiépítése. A projekt másik lényeges eleme a helyi hálózatokra épülő vízgyűjtő-területi nemzetek közti együttműködés. A programot végrehajtó testület elvárása a magyar civilszervezeti partner irányába az önkéntes reziliencia-stratégiák vizsgálata és fejlesztése a Duna mentén. Fontos állomány-növelő és megtartó tényező a közös programok szervezése. Ilyen lehet a felkészítés, a gyakorlatok, a hivatásos szervekkel való együttműködési projektek, valamint az utánpótlás-fejlesztés különböző lehetőségei, mint a versenyek, fesztiválok, szakmai programok

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az éghajlatváltozás hatásai napjaink meghatározó tényezőivé váltak. Áttekintve a környezet biztonságát és a fenntartható fejlődés folyamatosságát. Megállapítható, a veszélyeztető tényezőkkel kapcsolatban, az a tény, hogy a szélsőséges időjárási jelenségek, mint a viharok, és a zivatarok száma megnövekedett. A hatásuk, következményeik jelentős anyagi károkkal járnak, és nagymértékben veszélyeztetik alakosság biztonságát. A rendkívüli események negatív következményei elleni védelem, reziliencia fejlesztése alapvető érdeke minden társadalomnak. A védelmi rendszerek fejlesztése nem elegendő. A környezetvédelmi és katasztrófavédelmi kérdésekben szükséges az integrált megközelítés, amely az okokra, következményekre, a válaszadás módjára stb. egyaránt kitér.

Ezért az éghajlatváltozás negatív hatásaival szembeni védekezés érdekében a rugalmas alkalmazkodási stratégiák fejlesztése igazolható szükséges feladat. A reziliencia-fejlesztés hatékonyságát növeli az önkéntes szervezetek alkalmazása, mind a mitigáció, mind az adaptáció területén. A feltárt következtések alapján, a környezeti okokra visszavezethető káresemények számának, és káros hatásainak növekedése ellentételezésére, szükséges az önkéntes szervezetek tevékenysége. Ezek előnye a szervezethez, a helyismeret, a kapcsolati tőke, melyek révén a döntés-előkészítésben, a megelőzésben és a beavatkozásban egyaránt eredménnyel vehetnek részt. Ebből adódóan az államoknak törekedni kell azoknak a civil szervezeteknek a támogatására, amelyek a veszélyeztető tényezők elleni feladatok végrehajtását vállalják, és készek a mindenkori alkalmazásra.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KAÁN K.: *Természetvédelem és a természeti emlékek*; Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság 1931.
- [2] <https://zoldgombfesztival.hu/>.(letöltve: 2018.03.13.)

- [3] FÖLDI L.: *Az éghajlatváltozás hatása a biztonságra és a katonai erő alkalmazására, a hadviselés ökológiai kérdései*; Nemzeti Közszerológiai Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Humánvédelem - békeművelési és veszélyhelyzet-kezelési eljárások fejlesztése Tanulmánygyűjtemény, Budapest, 2016. 400-474. o.
- [4] MUCKE, P.; RADTKE, K.; LUTHER, S. KIRCH, L. PRÜTZ R: *Welt Risiko Bericht Analyse und Ausblick*; Bündnis Entwicklung Hilft 2017. pp.8.
- [5] NAGY S.; HORNYACSEK J.: *Környezetvédelmi kockázatok és a lakosságvédelem összefüggései*; Bolyai Szemle XXIII. 1.(2014) 109-131. o.
- [6] FÖLDI L.: *A klímaváltozás következményeként megváltozó katasztrófa-veszélyeztetettség*. Repüléstudományi Közlemények Repüléstudományi Konferencia Különszám, XXV. 2. (2012) 242-252. o.
- [7] 1005/2010. (I.21.) Kormányhatározat a Nemzeti Éghajlatváltozási Programról. Budapest. 2010. *Második nemzeti éghajlatváltozási stratégia 2014–2025, kitekintéssel 2050-re*. [http://nak.mfgi.hu/sites/default/files/files/NES\\_final\\_131016\\_kikuld\\_kozig\\_egyeztetes.pdf](http://nak.mfgi.hu/sites/default/files/files/NES_final_131016_kikuld_kozig_egyeztetes.pdf) (letöltve: 2018.03.13.)
- [8] ZELLEI G.; HORNYACSEK J.: *Lakosságtájékoztatás, felkészítés és kríziskommunikáció a globális klímaváltozás okozta veszélyhelyzetekben*. In: Felkészülés éghajlatváltozásra, Környezet Kockázat Társadalom, Az NKFP6-00079/2005. számú kutatási projekt katasztrófavédelmi tematikájú tanulmányainak összefoglalója, Budapest, 2008. 81-83. o.
- [9] <https://projectworkspace.eu/sites/DAREnet/SitePages/ProjectHome.aspx> (letöltve: 2018.03.13.)
- [10] Európai Unió Horizont 2020 program. Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal, honlap <http://www.h2020.gov.hu/> (letöltve: 2018.03.13.)
- [11] PETTENGELL C.: Climate Change Adaptation. honlap <http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/oxpp/20530234/v6n2/s1.pdf?expires=1521528473&id=0000&titleid=72010399&checksum=FE693E7777068D20ABA0CA34B7598DDB> (letöltve: 2018.03.14.)
- [12] MAGYAR E.; SCHEER M.: *Klimaváltozás és hatásainak csökkentése, klíma adaptáció és kockázat megelőzés elősegítése*. ÖKO Zrt. Tematikus tanulmány-sorozat, IV. téma. <https://www.palyazat.gov.hu/download.php?objectId=52423> (letöltve: 2018.03.14.)
- [13] A Stockholm Resilience Center (SRC). honlapja. <http://stockholmresilience.org/> (letöltve: 2018.03.13.)
- [14] Nemzeti Környezetvédelmi Program. szakpolitikai stratégia tervezet. <http://2010-2014.kormany.hu/download/5/c7/11000/IV%20Nemzeti%20K%C3%B6rnyezetv%C3%A9delmi%20Program.pdf>. (letöltve: 2018.03.13.)
- [15] Földművelésügyi Minisztérium honlap. <http://szelektalok.hu/teszedd/> (letöltve: 2018.03.13.)
- [16] Magyar Polgári Védelmi Szövetség honlap. <http://www.mpvsz.hu/> (letöltve: 2018.03.13.)
- [17] NAGY S.; HORNYACSEK J.: *Környezetvédelmi kockázatok és a lakosságvédelem összefüggései*; Bolyai Szemle XXIII. 1.(2014) 109-131. o.
- [18] Zemplén Térségi Katasztrófa és Polgári Védelmi Szövetség felkészítő gyakorlata. Magyar Polgári Védelmi Szövetség Katasztrófavédelmi Intézményrendszer Helyi Szintű Kapacitásfejlesztése. HU11-0006-HU11-PP3-2013 Projekt keretében

- [19] KOZÁK A.: HORNYACSEK J.: *A polgári védelem kialakulása, szerepe a katasztrófavédelem egységes rendszerében*; Bolyai Szemle XXI.2. (2012) 157-184 o.
- [20] Katasztrófavédelem honlap: *Az idén hétszázmillió forintra emelkedik az önkéntesek támogatása.* [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet\\_hirek&hirid=5489](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet_hirek&hirid=5489) (letöltve: 2018.03.13.)
- [21] Katasztrófavédelem honlap: *Pályázatok, projektek,* [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet\\_gazdalkodas\\_palyazat](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet_gazdalkodas_palyazat) (a letöltés ideje: 2018.03.13.)

## A JAPÁN KATASZTRÓFAVÉDELEM II. – SZERVEZET ÉS MŰKÖDÉS

### JAPANESE DISASTER MANAGEMENT II. – ORGANIZATION AND ACTIVITY

PAPP Bendegúz

(ORCID: 0000-0001-8905-8361)

[papp.bend@gmail.com](mailto:papp.bend@gmail.com)

#### Absztrakt

Jelen kutatás célja felrajzolni a japán katasztrófavédelmi szervezetet és annak működési mechanizmusát. A kapott eredmény két szempontból lehet hasznos: egyfelől a negatívumok feltárásával fejleszthető a kelet-ázsiai ország szervezeti működése, másfelől a pozitívumoknak megfelelően javíthatjuk és korszerűbbé tehetjük a hazai elhárítási gyakorlatot. A japán veszélyhelyzet-kezelés megítélése szakmai körökben kettős. Egyfelől a szervezet precíz, pontos felépítésű meghatározott felelősségi hierarchiával bír, valamint a japán kultúrára jellemző felkészültséggel és pontossággal. Ugyanakkor a 2011-es események rámutattak arra, hogy ez a rendszer bizonyos szituációkban messze nem működik megfelelően, és a produkált hibamennyiség jelentős gazdasági kárt, illetve emberi életet követelt. Azonban a valós helyzet ennél árnyaltabb, megítéléséhez figyelembe kell vennünk az egyes elemzési szintek működését. Jelen tanulmány a második része egy hosszabb elemzésnek, amelynek első része az ország katasztrófaveszélyeztetettségét és a katasztrófavédelem történelmi előzményeit vizsgálta meg.

**Kulcsszavak:** Japán, katasztrófavédelem, Fukushima

#### Abstract

The results of this paper can be useful in two different ways. Firstly, the acknowledged negative points can be used for improving the Japanese disaster management system. Secondly, the positive points may help in developing Hungarian emergency management as well. Overall, the Japanese disaster relief is a precise, well-structured organization with a specified hierarchy of responsibilities where the positive points show examples for global disaster reduction. Nevertheless, the events at the Fukushima plant pointed to the problems of operation, which resulted in economic losses and human casualties. Hopefully, Japan utilizes the lessons learnt during the 2011 events, and this experience helps in correcting its future endeavors. This paper is the part of a longer analysis, first part of which investigated Japan's disaster vulnerability and the historical background of emergency management.

**Keywords:** Japan, disaster management, Fukushima

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.23.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.06.

## BEVEZETÉS

A japán katasztrófavédelem kifejezés hallatán elsősorban a fukushimai<sup>1</sup> hármaskatasztrófa juthat az eszünkbe, ugyanis ez az esemény irányította rá a világ figyelmét a kelet-ázsiai katasztrófavédelem kiemelt feladataira, hiányosságaira, illetve a regionális biztonságpolitikai együttműködés fontosságára. A közhiedelemben, illetve laikus körökben a japán rendszer egy jól működő, precíz és pontos szervezetnek tűnhet, amely sikeresen küzd meg mind a természet, mind a civilizáció okozta veszélyhelyzetekkel. A valós helyzet ennél azonban sokkal árnyaltabb. Bár jelen tanulmányban nem kívánok a fukushimai eseményekkel részletesen foglalkozni, az ország katasztrófavédelmi elemzése kapcsán erről is pontosabb képet kaphatunk.

Jelen kutatás a második része egy nagyobb, az állami szintű katasztrófavédelmi rendszer elemzésének. Az első, már megjelent tanulmányban [1] az ország földrajzi bemutatása és a releváns katasztrófatípusok bemutatása kapott helyet, ezenkívül ismertettem a szervezett tűz elleni védekezés történelmi gyökereit. Jelen munkában rajzolom fel a tényleges katasztrófavédelmet, az állami irányítású szervezetet és annak veszélyhelyzet-kezelési mechanizmusát. A harmadik szakaszban a megadott szempontrendszer alapján egy, a fukushimai beavatkozást bemutató esettanulmány keretében értékelem a japán katasztrófavédelem működését. A teljes elemzést egy korábban megalkotott, [2] az állami szintű katasztrófavédelem elemzéséhez használandó módszertan alapján végzem, felhasználva az ott bemutatott szintbesorolást és a felosztás terminológiáját. Eszerint a katasztrófavédelmi szervezetet mega- (jogi), makro- (politikai), mezo- (gyakorlati) és mikrostruktúra (társadalmi) szintjénél, míg a szervezet tevékenységét vertikális (egyes katasztrófatípusok) és horizontális (katasztrófavédelmi ciklus) dimenzióban elemzem.

## KATASZTRÓFAVÉDELMI SZERVEZET

### Megastruktúra

A megastruktúra szintjén tárgyaljuk a katasztrófavédelmet szabályozó jogi dokumentumokat. A japán rendszert alapvetően három törvény szabályozza: a *katasztrófaelhárítási törvény*, a *tűzvédelmi törvény* és az *árvízvédelmi törvény*. Ezen kívül 6 alap-jogiaktus<sup>2</sup> a teljes országos rendszert, illetve egyéb jogszabályok bizonyos szakterületeket szabályoznak. Jelen tanulmány nem vállalkozhat az összes, a tevékenységgel összefüggő jogi dokumentum tárgyalására, csupán a három törvényt, a legfontosabb alap-jogiaktust és a legrelevánsabb nemzetközi egyezményt ismertet.

A katasztrófaelhárítási törvényt az 1945-ös Makurazaki-tájfűn esetéből tanultak alapján lett megfogalmazva, és végül 1947-ben emelkedett törvényerőre. A dokumentum fordulópontot jelentett a japán katasztrófavédelem történetében, mivel innentől kezdve a kormány a katasztrófaelhárítást egy komplex, központi irányítású tevékenységként definiálta. Jelentősége abban állt, hogy a felelősségi jogköröket felosztotta kormányzati és civil szervezetek között, illetve létrehozott katasztrófavédelmi tanácsokat prefekturális<sup>3</sup> és városi szinten is. A szervezetet az Egészség- Munka- és Jóléti Minisztérium hatásköre alá sorolta, amely innentől

---

<sup>1</sup> Dolgozatomban a japán szavak átírásánál a Hyōjunshiki-rendszert használom, a három hagyományosan írt város (Tokió, Kiotó, Oszaka) és néhány meghonosodott szó (pl.: cunami) kivételével.

<sup>2</sup> Az eredeti japán kifejezés (Kihon-hō) szó szerint *alaptörvényt* jelent, de a magyar kifejezés eltérő jelentése miatt az *alap-jogiaktus* terminust használom

<sup>3</sup> A prefektúra a japán közigazgatás egyik egysége, lényegében a magyar *megye* fogalommal feleltethető meg.

kezdve a legfelsőbb koordináló szervként funkcionált, illetve funkcionál a mai napig is. A rendelet kötelezővé tette a kommunikációt az egyes szintek között, és létrehozott egyfajta hierarchiát pontosan meghatározva a veszélyhelyzeti tennivalókat. Hangsúlyos szerepet kapott a lakosságvédelem is: kötelező a településeknek óvóhelyet, átmeneti szállást biztosítani az érintetteknek, ellátni őket ruhával és élelemmel. Ez a törvény biztosítja tehát a katasztrófavédelmi jogköröket, az egyes szervezetek kötelezettségeit és a központi koordináló szervet, tehát alapjában véve a rendszer jogi bázisaként funkcionál. [3]

Az 1948-as tűzvédelmi törvény a szervezett tűzoltóságok tekintetében jelentett mérföldkövet. A tűzoltóságok feladatát az emberélet- és vagyónvédelemként definiálta tüzeseteknél, árvíznél és földrengésnél. A prefektúrák kötelesek voltak gondoskodni az utánpótlásról, illetve megfelelő felszereléssel, támogatással és szakértelemmel ellátni a városi tűzoltóságokat. A törvény létrehozta a Belügyminisztérium alá tartozó Tűz- és Katasztrófavédelmi Ügynökséget, amely koordináló- és agytrösztfunkciót<sup>4</sup> tölt be. Ezen kívül a dokumentum meghatározta a tűzvédelem alapfogalmait: tűz megelőzési- és védelmi stratégiákat, a szükséges felszerelést, illetve a megfelelő lépéseket tűzvész esetén. [4] A tűzvédelmi törvény egy gyakorlati tűzvédelmi rendszert hozott létre, amely jelenleg a komplex veszélyhelyzet-kezelés nagy részét el is látja.

Japán folyó- és árvízszabályozása az árvízvédelmi törvényen alapul, mely meghatározza a vízzel kapcsolatos katasztrófák elleni lépéseket. A dokumentum kockázati szempontból két típusba sorolja az ország folyóit: A-osztályú és B-osztályú csoportba, amely gazdasági, lakosságvédelmi és természetvédelmi szempontok szerinti kategóriákat jelentenek. [5] Az előrejelzés- és lakosságtájékoztatás gördülékenysége végett a törvény létrehoz egy úgynevezett „folyóadminisztrátor” pozíciót, amely a Japán Meteorológiai Ügynökséggel összedolgozva elkészíti és ellenőrzi az ország kockázattérképét. A monitoringtevékenység részeként időben tájékoztatja a prefektúrákat a várható katasztrófáról, illetve felügyeli a munkálatokat. Folyóáradás esetén a prefektúra hatáskörébe tartozik az elsődleges elhárítás, és ezt a tevékenységet a folyóadminisztrátor ellenőrzi és segíti. [6]

A japán rendszer legfontosabb dokumentuma a katasztrófavédelmi alap-jogiaktus, ez alapján készítette el a Katasztrófavédelmi Alaptervet a Központi Katasztrófavédelmi Tanács. A tervet bizonyos időközönként, többnyire nagyobb katasztrófák után a kutatási eredmények alapján frissítve újra kiadják. Az 1961-es törvény a katasztrófaelhárítás nemzeti kereteit fekteti le: meghatározza a katasztrófavédelem és különböző szervezetek kötelességeit, definiálja a katasztrófaveszély, veszélyhelyzet-kezelés és katasztrófa fogalmát, illetve a szükséges pénzügyi lépéseket veszélyhelyzet esetén. Ezen kívül meghatározza a katasztrófavédelmi tanácsok hatáskörét három (országos, prefekturális és városi) szinten, illetve ezek kötelességeit veszélyhelyzet esetén. [7]

A globális katasztrófavédelem egyik legfontosabb alapidokumentuma az ENSZ által kiadott Sendai-keretrendszer.<sup>5</sup> Az 1994-es Yokohamában tartott Természetkatasztrófa-elhárítási Világkonferencián megfogalmazták a Yokohama-stratégiát, amely az első globális katasztrófavédelmi keretrendszernek tekinthető, ezt követte a 2005-ös Hyōgō-keretrendszer,

---

<sup>4</sup> Az agytröszt, angolul think-tank olyan kutatóintézet, amely tudományos, stratégiai vagy taktikai tanácsadást végez a politikai döntéshozatal számára.

<sup>5</sup> A keretrendszerek az ENSZ Katasztrófavédelmi Irodája (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) által kiadott nemzetközi egyezmény. Az éppen aktuális ENSZ katasztrófavédelmi világkonferencián fogalmazzák meg, iránymutatásokat, stratégiai célokat és egyéb alapelveket rendszerező dokumentum.

majd a 2015-ös Sendai-keretrendszer.<sup>6</sup> Ez utóbbi a legfrissebb iránymutatás a nemzetközi katasztrófaelhárítási rendszernek, keretbe foglalja a tennivalókat, fejlesztési lehetőségeket és a sikeres katasztrófavédelemhez szükséges elérendő célokat. A dokumentum különösen fontos a Japán szervezet szempontjából, ugyanis az ország adja a helyszínt az évtizedenként megrendezésre kerülő nagyszabású tematikus rendezvénynek, amely keretében az új dokumentum elfogadásra kerül. A keretrendszerbe foglaltak a katasztrófaelhárítás egyfajta ideológiai megalapozásának tekinthető, iránymutatásai általános érvényűek, a megfogalmazott stratégiai célok az egész emberiség érdekét szolgálják. 2030-ra az egyezmény hét ilyen globális célt tűz ki maga elé:

- lényegesen csökkenteni 2020 és 2030 között a katasztrófák által okozott haláleseteket, megcélozva a 2005 és 2015 közöttinél 100 000 fővel kisebb globális halálozási arányt,
- lényegesen csökkenteni az katasztrófák által érintett lakosságot, célként szintén a 100 000 fővel kevesebbet véve,
- csökkenteni a globális GDP-t érintő közvetlen gazdasági veszteséget,
- lényegesen csökkenteni a kritikus infrastruktúrát és az alapszolgáltatásokat sújtó károkat, elsősorban egészségügyi, oktatási intézmények és a reziliencia fejlesztését,
- 2020-ig lényegesen növelni az olyan országok számát, amelyek valamilyen országos vagy regionális katasztrófaelhárítási stratégiával rendelkeznek,
- fokozni a nemzetközi együttműködést, támogatni a fejlődő államokat a keretrendszerben foglaltak országos szintű végrehajtásán keresztül,
- lényegesen növelni az lakosság hozzáférést többfunkciós riasztási rendszerekhez, illetve egyéb katasztrófakockázati információkhoz. [9]

Ezen kívül négy cselekvési prioritást is előír a nemzetközi közösség:

1. megérteni a katasztrófakockázatot,
2. erősíteni a katasztrófavédelmi kormányzást a katasztrófakockázat menedzselése érdekében,
3. befektetni a katasztrófavédelembe a reziliencia növelésének érdekében,
4. fokozni a felkészültséget a hatékony válaszlépések és a Build Back Better-koncepció megvalósítása érdekében. [9]

A dokumentum meghatározó a nemzetközi katasztrófavédelmet illetően, a globális veszélyhelyzet-elhárítás egyfajta alapokmányának tekinthető.

### **Makrostruktúra**

A makrostruktúra alatt tárgyalandó a katasztrófavédelem politikai szintje, a döntéshozatal, országos irányítás, illetve az egyes kormányzati szervek is. A japán *Kabinetiroda*<sup>7</sup> felelős minden, belügyet, illetve belügyi biztonságot érintő együttműködésért, továbbá biztosítja a közigazgatásban részt vevő felek közötti kommunikációt. Mivel hatásköre rendkívül széles, a gyakorlatban inkább csak adminisztratív feladatok ellátására képes. Közvetlen hozzá kapcsolódik a *Kabinetttitkárság* és az *Információgyűjtő Központ*, amelyek a kockázatelemzést látják el, így a katasztrófavédelem megelőző, preventív szakaszában felbecsülhetetlen

---

<sup>6</sup> A három dokumentum az évek alatt jelentős változáson ment keresztül. Kiemelendő, hogy kiszélesedett a katasztrófavédelemben részt vevő aktorok köre, illetve hogy a veszélyhelyzet-kezelési hangsúly áttevődött a beavatkozás és helyreállításról a megelőzés és a kockázatelemzés területére. [8]

<sup>7</sup> Bár a magyar politikában a szó más jelentéssel bír, mivel a japánok is a kifejezést (*Naikakufu*) az angol *Cabinet Office* terminusra fordítják, véleményem szerint a magyar *kabinetiroda* szó használata a megfelelő választás.

jelentőségűek. Japánnak összesen nyolc tárca nélküli minisztere van, amelyek mindegyike minisztérium szintű háttérintézmény nélkül egy-egy speciális feladatot lát el. A katasztrófavédelemért külön tárca nélküli miniszter a felelős, aki közvetlenül a Kabinetiroda alá tartozik, azon belül a *Katasztrófavédelmi Főigazgató* tisztségét látja el.

A japán katasztrófavédelem legfőbb koordináló szerve a *Központi Katasztrófavédelmi Tanács*. Tagjai: az ország miniszterelnöke (mint a tanács elnöke), a katasztrófavédelemért felelős tárca nélkül miniszter, az összes minisztériumhoz tartozó miniszter, a főbb közintézmények vezetői (4 fő) és egyéb szakértők (4 fő).<sup>8</sup> A tanács látja el a katasztrófaelhárítás irányítását, egyfajta központi vezetőszerként funkcionál. A tanács fogalmazza meg a Katasztrófavédelmi Alaptervet, egyéb veszélyhelyzet-kezelési terveket, ellátja az alapvető koordinációs feladatokat, biztosítja a katasztrófavédelmi törvények implementálását, illetve a miniszterelnök közvetlen tanácsadó szerveként is funkcionál. [10]

A katasztrófaelhárítás politikai szintjén összesen 24 minisztérium, illetve egyéb ügynökség dolgozik, megosztva a különböző nemzeti szintű részfeladatokat. Ezek közül a legfontosabbak: a *Belügyminisztérium* alá tartozó *Tűz- és Katasztrófavédelmi Ügynökség*, a *Földgazdálkodási és Közlekedési Minisztérium* alá tartozó *Meteorológiai Ügynökség* és *Állami Földrajzi Hatóság*, illetve a *Környezetminisztérium* alá tartozó *Nukleárisenergia-szabályzó Hatóság*. Ezen hivatalok és irodák mind az országos rendszer koordinálását látják el, úgy, hogy megosztják az esetleges szakterületeket. Az összes minisztérium és a hozzá kötődő szervezetek elsősorban az információcseréért felelősek: kutatómunkájuk során a katasztrófákat érintő információkkal látják el a központi tanácsot és a miniszterelnököt, az elemzést követően pedig a lefektetett törvények és tervek szerint a tanács utasítja a megfelelő hatáskörű szervezetet. [11] Ennek a nagyon szigorú hierarchiának köszönhetően a katasztrófaelhárítás felelősségi köre is fel van osztva az egyes részszervezetek között.

### Mezostruktúra

A mezostruktúra dimenzió alatt a katasztrófavédelem gyakorlati szintje tárgyalandó, ahol is a japán rendszer gerincét a helyi illetőségű katasztrófavédelmi tanácsok alkotják. A központi szerv mintájára létrehozott szervezet prefekturális, illetve települési felelősségi körrel rendelkező tanácsokból áll. Ezek a tanácsok az érintett terület veszélyeztetettségének és lakosságszámának megfelelő számú szakértőből, a politikai vezetőből (kormányzó, polgármester, stb.) és egyéb megbízottakból állnak. [11] Elsődleges feladata a regionális monitoringtevékenység, továbbá a nemzeti szintű tanáccsal való kapcsolattartás. A másodlagos hatáskört a katasztrófaelhárítási tervek gyakorlatba való átültetése, a felkészülés és kárfelszámolás teszi ki. Kiemelkedő katasztrófa esetén a helyi tanácsot más országos szervezetek is jelentősen támogatják, így feladatrendszere inkább a katasztrófa előtti fázisban, illetve kisebb veszélyhelyzetek elhárításában merül ki.

A fő tűzvédelmi tevékenységet a helyi illetőségű hivatásos és önkéntes tűzoltóságok látják el. Ezek koordinálása a városi tanácsokhoz tartozik, veszélyhelyzetben ők látják el parancsokkal és a szükséges információkkal is a tűzoltóságokat. Kivételes katasztrófa esetén aktivizálják a *Veszélyhelyzeti- és Tűzvédelmi Segédalakulatokat*, amelyek különböző speciális osztagokkal egészítik ki a tűzoltóságok munkáját. Ezek egyfajta különleges egységként a kivételes veszélyhelyzet-kezelést igénylő esetekre vannak specializálva, normál időszakban viszont az átlagos tűzoltólaktanyák munkáját látják el. A koncepció 1995-ben jött létre, és mára már 4000-nél is több ilyen alakulat volt az országban, amelyek az alábbi alegységekből állnak:

---

<sup>8</sup> A Japán Bank igazgatója, a Japán Vöröskereszt elnöke, a Japán Műsorszolgáltatási Vállalat elnöke, a Nippon Távközlési Vállalat elnöke mint közintézményi vezetők, illetve változó összetételben egyetemi kutatók és prefektúraszintű hivatalnokok mint egyéb szakértők.



- Tűzoltóegységek: feladatuk nagykiterjedésű tüzesetknél a lángok megfékezése.
- Védelmi egységek: előrehaladott mentési feladatokat látnak el, elsősorban emberéletek mentésénél, túlélők felkutatásánál.
- Sürgősségi egységek: biztosítják az elhárításhoz szükséges eszközöket és részt vesznek a veszélyhelyzet-kezelésben.
- Logisztikai támogatóegységek: részt vesznek a szállításban, illetve biztosítják az ehhez szükséges járműveket.
- Speciális egységek: feladatuk speciális katasztrófák elhárítása, mint például a vegyi anyagok semlegesítése.
- Speciális felszerelési egységek: feladatuk a speciális berendezések és eszközök biztosítása és kezelése, például árvíz esetén a nagymennyiségű víz elszállítása.
- Repülőszázad: légi tűzoltási támogatás, például oltóhelikopterek bevetése.
- Tengerészeti század: tűzoltóhajók biztosítása nyílt vízen történő oltáshoz. [11]

Fontos feladatot lát el a *Katasztrófamegelőzői Központ*, elsődlegesen az információcserét és a kommunikációt segíti elő az állami szervek, a helyi katasztrófavédelmi tanácsok és a civil társadalom között. A központ a Földgazdálkodási- és Közlekedési Minisztérium alá tartozik, feladata a katasztrófavédelmi tevékenység megelőzési fázisa, célja a gazdasági és társadalmi károkat a lehetséges minimumra korlátozni. Elsődleges információit az Állami Földrajzi Hatóságtól, a Meteorológiai Ügynökségtől szerzi, mivel ezek a szervezetek legfontosabb feladata a természeti katasztrófákkal kapcsolatos információgyűjtés. [12]

A mezostruktúra tárgyalásánál meg kell említeni a kiotói *Katasztrófavédelmi Kutatóintézetet*. Az intézetet 1951-ben alapították a Kiotói Egyetemen, akkor még három részleggel: technológiai, árvízi és földrengési kutatórészleggel. A több mint fél évszázad alatt az intézet óriásit gyarapodott, immár 20 részleggel büszkélkedhet. Annak ellenére, hogy az egyetemhez tartozik, a kutatóközpont nyitva áll külső kutatók előtt is. Mivel elsődleges célja a katasztrófamegelőzés, így az általa elért eredményeket is továbbítja a többi, katasztrófavédelemben részt vevő szervezet számára. [13]

Végül fontos katasztrófaelhárítási szerepet tölt be a *Japán Önvédelmi Haderő* és a *parti őrség* is. Ezek a szervezetek csak abban az esetben vethetők be, amennyiben a prefektúra kormányzója vagy a védelmi miniszter kérvényezi azt. A szervezetek mindenfajta tűzvédelmi, árvízvédelmi, mentési, helyreállítási, keresési és szállítási tevékenységben részt vehetnek, amennyiben erre a politikai szintről felhatalmazást kapnak. Csak rendkívüli mértékű katasztrófa esetén fordulnak a honvédséghez, például a 2011-es katasztrófa alkalmával előfordult, hogy 100 000 honvéd vett részt egyszerre a munkálatokban. [14]

### **Mikrostruktúra**

A japán katasztrófavédelmi szervezet mikrostruktúra szintjén egy nagyon széles spektrumú, kiterjedt rendszerről beszélhetünk. Ezáltal egy általános leíró jellegű tanulmányon belül nem részletezhetjük az összes katasztrófavédelmi-társadalmi összefüggést, így csak a szinthez tartozó lakosságtájékoztató rendszert, az iskolai katasztrófavédelmi oktatást és az ehhez kapcsolódó programokat áll módomban bemutatni.

A lakosságtájékoztató rendszer a katasztrófamegelőzés, illetve a katasztrófa tényleges elhárításánál funkcionál. [15] A megelőző fázisban az információterjesztés fő célja a lakosság figyelmeztetése a veszélyre. Japánban a földrengésekről, időjárás-változásokról és az előrelátható cunamikról a beérkezett információkat a Japán Meteorológiai Ügynökség összesíti és értékeli. Ha úgy ítéli meg, hogy a veszélyhelyzet bekövetkezésének nagy a valószínűsége, értesíti a következő hivatalokat és vállalatokat: Tűz- és Katasztrófavédelmi Ügynökség, központi bürokrácia, helyi önkormányzatok, telefonszolgáltatók, médiaközpontok, utasszállító vállalatok, parti őrség, minisztériumok, iskolák, illetve a megfelelő internetes fórumok. Ezek után a lakosság értesítése a fenti szervezetek feladatkörébe esik: ez esetben a leginkább használt

közvetítőcsatorna a telefonvonalak és a televízió, ugyanis itt a legkönnyebb elérni a felnőtt korosztályt. A mobilszolgáltatók díjmentes SMS-t küldenek minden, a veszélyzónában tartózkodó személynek, hogy időben felkészülhessenek a katasztrófára, illetve elutazhassanak onnan. A televízión keresztül történő értesítés is abszolút automatikus: amint a médiaközpontok a tájékoztatás mellett döntenek, a közvetítés mellett automatikusan figyelmeztető üzenetek jelennek meg műsormegszakításként vagy a képernyő alján információs sáv formájában. A helyi önkormányzatok, illetve közlekedési vállalatok leginkább hangosbeszélőkön keresztül értesítik a lakosságot, magas kockázati valószínűségnél a szolgáltatást is megszüntetik (például a vasúttársaságok automatikusan leállítják az utasszállítást). [16]

Az országos katasztrófavédelmi oktatás programja a teljes tankötelezettségre kiterjed, vagyis minimum a diák 6-tól 15 éves koráig, illetve továbbtanulásnál a teljes iskolázatottság idejére. Az óvodás kortól a felsőközépiszkolás kor végéig tartó felkészítés az *Oktatási- és Tudományos Minisztérium* hatáskörébe tartozik, ő látja el az iskolákat és a tanárokat megfelelő tananyaggal és az intézményre, illetve a településre készített evakuációs tervvel. A minisztérium folyamatosan fejleszti és javítja is ezeket a dokumentumokat, hogy az intézményi oktatás minél naprakészebb legyen, ezen kívül tanácsokkal látja el a szakembereket a helyes katasztrófavédelmi gyakorlat megtartásával kapcsolatban. [17] Az, hogy a kormányzat mekkora hangsúlyt fektet a lakosság felkészítésére, jól mutatja a nemrég, 2016-ban megjelent *Tokiói Katasztrófavédelem* című kézikönyv. Ez a könyv részletesen, érthetően mutatja be a japán főváros katasztrófaveszélyeztetettségét, illetve a pontos tennivalókat veszélyhelyzet esetén. A dokumentum ingyenesen hozzáférhető japán, angol, kínai és koreai nyelven az interneten keresztül. [18]

Végül szót kell ejteni a katasztrófákkal kapcsolatos jelentősebb programokról. A legfontosabb eseménysorozat Nemzeti Katasztrófa megelőzési Hét (szeptember elején), illetve az azon belül megrendezendő Nemzeti Katasztrófa megelőzési Nap (szeptember 1.). Ilyenkor a központi kormány, a helyi kormányok és egyéb szervezetek különböző, megelőzéssel kapcsolatos programokat szerveznek, amelyek célja, hogy növeljék a lakosság katasztrófatudatosságát. A rendezvények mellett a televízióban és az újságokban is találkozhatunk katasztrófavédelemmel kapcsolatos tartalmakkal. Meg kell még említeni a január közepén megrendezendő Katasztrófavédelmi- és Önkéntességi Hetet, amely keretében a civil segítségnyújtást népszerűsítő programokat szerveznek Japán-szerte. [19] A lakosságfelkészítés egyébként is a katasztrófavédelem egyik legfontosabb dimenziója, [20] és a japán katasztrófatudatosság kifejezetten magas szintűnek mondható. [21]

## KATASZTRÓFAVÉDELMI TEVÉKENYSÉG

### Vertikális szint

A tevékenység vertikális szintje alatt az egyes, adott országra jellemző katasztrófatípusok esetén alkalmazandó elhárítási mechanizmusok tárgyalandók. Mint az előző tanulmányban bemutatásra került, Japán leginkább a földrengésektől (és az ezzel mindig együtt járó cunamitól), a tájfunoktól és a vulkánkitörésektől veszélyeztetett.

A földrengések jelentik a katasztrófavédelem legnagyobb kihívását Japánban. Egyik fő nehézsége, hogy a nagyobb földrengéseket rendkívül nehéz megjósolni, éppen ezért minden régió köteles elkészíteni egy, földrengés esetén végrehajtható veszélyhelyzet-kezelési veszélyelhárítási tervet. Katasztrófa esetén a problémát lokális szinten kezeli a prefektúra, helyi kórházak, közintézmények, önkéntesek bevonásával. Ilyen esetben a kormány azonnali pénzügyi segítséget nyújt a helyi kormányzatnak, illetve súlyosabb veszély esetén a központi tanács egyéb támogatást is biztosít a régió számára. Mivel ez a leginkább jellemző katasztrófatípus az országban, a lakosságot is többnyire ilyen esetekre készítik fel, így veszélyhelyzet esetén a lakosságvédelmi intézkedések sokkal sikeresebbek lehetnek. [22]

A földrengéssel általában együtt jár a cunamikatasztrófa is, Japán a várostervezésben is nagy hangsúlyt helyez a szökőár elleni védekezésre. A gátépítés mellett jellemző a partmenti erdőtelepítés is, egyfajta természetes védelmet biztosítva a tenger felől érkező katasztrófák ellen. [23] A szökőárral veszélyeztetett területek pontos evakuálási tervvel rendelkeznek, és a lakosság katasztrófatudatossága is kiemelkedő. Közlekedési táblák jelzik az alacsonyan fekvő területeket, továbbá a közintézményeken jelzik, hogy cunami esetén mennyire biztonságos mint óvóhely. Éppen ezért, ha hangosbeszélőkkel vagy szirénákkal figyelmeztetik a lakosságot, a polgárok azonnal a megadott legbiztonságosabb helyszín felé veszik az irányt. A rendszer hatékonyságát is jól mutatja, hogy az 1995-ös kōbei földrengés és szökőár alkalmával a veszélyeztetett lakosság 77%-a önmagától vagy a családja segítségével hagyta el otthonát, és pusztán 23%-át menekítette ki a rendőrség vagy a katasztrófavédelmi egységek.

A földrengésekkel ellentétben a viharok közeledtét meg lehet jósolni, ezek előrejelzésével a Japán Meteorológiai Ügynökség foglalkozik, illetve az esőzések által okozott megemelkedett folyóvízszint mérését a Földgazdálkodási- és Közlekedési Minisztérium végzi. Heves esőzéseknel a legnagyobb problémát az átmeneti áradások jelentik, a veszélyeztetett területekről kockázati térképet készített a központi kormányzat, illetve ennek példáján közel 1300 város készített hasonló térképet a környékükről. [24]

Japánban – mint korábban említésre került – rengeteg vulkán található, ám ezek folyamatos megfigyelés alatt állnak. A 47 legveszélyesebb tűzhányót a Vulkánkitörés-előrejelző Társaság állapította meg, illetve megkülönböztettek ötféle állapotot veszélyeztetettség szerint: minden állapot saját mentési intézkedéseket igényel (például felkészülés evakuálásra, evakuálás, a hegyre történő belépés korlátozása, stb.). Az előírások szabályozzák az evakuálás időzítését, a menekülési útvonalakat, illetve az evakuáció módját. [24]

### Horizontális szint

A tevékenység horizontális szintjének tárgyalásánál a katasztrófavédelmi ciklus egyes fázisai kerülnek bemutatásra (katasztrófa előtti, alatti és utáni fázis). Mint fentebb is olvasható, Japán rendkívül fejlett előrejelzési rendszerrel rendelkezik, amely a *katasztrófa előtti fázisban* játszik elengedhetetlen szerepet. Az országot sújtó leggyakoribb katasztrófatípusok – földrengés, cunami, tájfun, vulkánkitörés – mind saját előrejelző rendszerrel bír. Az információk begyűjtését követően a Japán Meteorológiai Ügynökség értesíti a központi szervezetet, a közintézményeket (iskolák, kórházak), a lakosságot, illetve a nagyobb vállalatokat, amelyek elvégzik a szükséges adatok mentését és az anyagi és szellemi javak biztonságba helyezését. [25] A lakosság értesítése a Mikrostruktúra pont alatt tárgyalt módon történik.

A katasztrófa előtti fázis másik lényeges pontját a rendkívül széleskörű szabályozó dokumentumok alkotják. Minden egyes katasztrófatípus külön veszélyelhárítási tervvel rendelkezik, amely pontosan meghatározza a veszélyhelyzet alatti elhárító tevékenységet, illetve a különböző szervezetek hatáskörét. Meg kell még említeni Japán katasztrófatudatos építkezését is, amely az infrastruktúrát leginkább veszélyeztető katasztrófákkal szemben bizonyos fokig ellenálló városfejlesztést jelent. Az így tervezett épületek különlegessége, hogy a földrengéseknek ellen tudnak állni, habár egy bizonyos erősségű rengés felett már ez módszer sem nyújthat teljes biztonságot. [26]

A *katasztrófa alatti fázis* az alábbi módon történik: kisebb csapások esetén a helyi városi, illetve a prefekturális katasztrófavédelmi tanács lép működésbe. A tanács megállapítja a kívánt stratégiát, mozgósítja a szükséges erőket, utasítja a felelős szervezeteket az veszélyelhárítási terv végrehajtására. Az elhárítás alatt folyamatosan tájékoztatják a központi tanácsot, hogy az szükség esetén be tudjon avatkozni. Súlyos veszélyhelyzet esetén a tanácson kívül a kormány is részt vesz az akcióban. Ez az eljárás teljesen megegyezik a globális, így a magyarországi gyakorlattal is. [27]

Az esemény alatt elsődleges feladat a lakosság védelme, a víz- és élelmiszer-ellátás biztosítása, [28] ebben a lakosság maga is részt vehet. A katasztrófák elleni védekezésben a

civil társadalom részvétele japán jellegzetesség. A japán polgárok katasztrófatudatossága rendkívül magas. Előre fel vannak készítve a veszélyhelyzetekre és a különböző veszélyforrásokat ismerik, valamint pontosan tudják, hogy mit kell tenniük katasztrófa esetén. Ez a fajta felkészültség jelentős mértékben megkönnyíti a hivatásos elhárító szervek (tűzoltóság, rendőrség, parti őrség) lakosságvédelmi munkáját. Az óvóhelyeken folyamatos az összeköttetés a kormányzat és a lakosság között rádió, televízió, illetve mobiltelefonon keresztül, és ezeken a csatornákon keresztül értesítik az óvóhelyeket a veszély elmúlásáról is. A tudatosság másik fontos jellemzője az önkéntesség, melyet a Katasztrófavédelmi- és Önkéntességi Héten igyekeznek a kormányzat elmélyíteni. Ez a jelenség nagyon élénken él a társadalomban: katasztrófák esetén az önkéntesek az evakuálásban és a lakosság élelmiszerellátásában is segítenek. [29]

A *katasztrófa utáni tevékenység* a lakosság rehabilitálásából és a károk helyreállításából, az épületek rekonstrukciójából áll. Szükség esetén a kormány létrehoz egy bizottságot a helyreállítási munkálatok koordinálására, így szakemberek végezhetik a katasztrófa által okozott károk felszámolását. A lakosság rehabilitációját az *áldozatok életvitel-helyreállítását támogató törvény* szabályozza, eszerint a kormány segít minden olyan rászorulóknak, akit valamilyen katasztrófa sújtott. Ez a segély egy bizonyos fokú katasztrófa felett akár 3 millió jen értékű is lehet, amennyiben az érintettek lakhatása és egzisztenciája megszűnt. [29]

A Japánra leginkább jellemző katasztrófák mind az infrastruktúra óriási pusztulásával járnak, így az újjáépítés egy hosszantartó, rengeteg kihívással járó folyamat. Az elsődlegesen felmerülő probléma a romok, a törmelék és a szemét eltávolítása. Ezt különös odafigyeléssel kell végezni, ugyanis a mérgező anyagokat el kell választani a hulladéktól és semlegesíteni azt, az újrahasznosítható anyagokat megfelelő eljárással feldolgozni, illetve a többi hulladékot a környezet károsítása nélkül elszállítani és más módon újra felhasználni. A romeltakarítás így egy összetett, központilag irányított, összehangolt munkát igényel. [30] Emellett a rekonstrukció három területre koncentrálódik: a lakosság életkörülményeinek (házak, lakóegységek) helyreállítása, a közösség biztonságának fejlesztése (közutak, közintézmények, közlekedési infrastruktúra), illetve az ipar és a gazdaság feltételeinek megteremtése (mezőgazdasági termelés biztosítása, kis- és középvállalatok megsegítése, turizmus előrelendítése, pénzügyi segélyek). [31]

## ESETTANULMÁNY: A FUKUSHIMAI KATASZTRÓFA

A 2011. március 11-én bekövetkezett Északkelet-partvidéki Földrengés<sup>9</sup> az egyike a japán történelem legpusztítóbb katasztrófáinak. A legnagyobb sziget, Honshū északkeleti partját földrengés rázta meg, amelynek epicentruma a szárazföldről 70 km-re a nyílt tengerre esett, és a rengéseket magas, átlagosan 6–8 méter magas cunami kísérte. A természeti csapás következtében a Fukushima városnál található atomerőmű is megsérült, így technológiai krízis is bekövetkezett. A japán katasztrófavédelmet rengeteg kritika érte a problémakezelés tekintetében, így az egész katasztrófa és maga az elhárítás nemzetközi visszhangja meglehetősen negatív volt. Jelen tanulmány nem vállalkozhat az események leírására, illetve a probléma minden oldalról való megközelítésére, pusztán a katasztrófavédelmi szervezet szerepére korlátozódik, amely segítségével értékelheti annak funkcionális működését.

A megastruktúra szintjén jelentkezett az első, és talán az egyik legszembeötlőbb probléma: az erőmű nem rendelkezett megfelelő veszélyelhárítási tervvel. Japánnak mind földrengés, mind cunami esetére van előre elkészített, a gyakorlatban tökéletesen alkalmazható védelmi-és

---

<sup>9</sup> Ismert még *Nagy Kelet-japáni Földrengésként*, illetve nyugaton *2011-es Tōhokui Földrengésként* is.

mentési stratégiája, viszont a szervezet nem volt megfelelően felkészülve egy esetleges meghibásodásra vagy kívülről jövő behatásra. Ennek elsődleges oka egyfajta, a japánokban kialakult tévhit volt: az atomenergia teljes biztonsága. Emiatt úgy gondolta az üzem vezetése és a kormányzat is, hogy nincs szükség egy veszélyhelyzet esetén szükséges tervre, mivel ennek esélye meglehetősen alacsony. Az elhárítás emiatt egyáltalán nem lehetett hatékony, mivel akik részt vettek a folyamatban, azoknak az adott pillanatban kellett kidolgozni veszélyhelyzetkezelési tervet, ami lassúvá tette a folyamatot és kiszámíthatatlanná annak sikerességét. [32]

A makrostruktúra szintjén a kormányzat problémáival foglalkozom. Itt meg kell említeni az *Atom- és Iparbiztonsági Ügynökséget*<sup>10</sup>, amely az atomenergia szabályozásával foglalkozott, viszont az ügynökségnél a katasztrófa idején nem dolgozott olyan szakértő, aki valóban értett volna az atomenergia szabályozásához, illetve az atomerőműhöz kapcsolódó katasztrófa elhárításához. A fentieket jól példázza, hogy a földrengés után az akkori japán miniszterelnök, Kan Naoto rövidesen külső katasztrófavédelmi tanácsadókat kért fel az ügynökség hivatalnokai helyett. [32] A japán vállalati modellben a katasztrófavédelmi képzettség nem megfelelő, illetve a munkáltatónál eltöltött idő, így a katasztrófavédelemben részt vevő minisztériumok és ügynökségek élén sokkal inkább bürokraták dolgoznak, mint szakértők.

A mezostruktúra szintjén elsődlegesen a véderő vett részt az elhárításban. A szervezet összehangoltan működött, viszont mivel nem rendelkezett a megfelelő szakképzettséggel és védőfelszereléssel, a beavatkozás nem volt elég hatékony. Továbbá, mivel meglehetősen veszélyes műveletet hajtottak végre, az esetleges sugárzás okozta megbetegedések is kockázatosá tették a mentést. A kétes megítéléshez az is hozzájárult, hogy az üzem alkalmazottjait is utasították az aktív részvételre, ami teljességgel jogszabályellenes, civil polgárokat ugyanis kizárólag önkéntes alapon csatlakozhatnak az akcióhoz, tehát a vezetés ezen a ponton több hibát is vétett. [32]

A mikrostruktúra szintjén egy esettanulmányban kizárólag a lakosságtájékoztatást lehet vizsgálni. Japán a kommunikációs rendszereket illetően nagyon fejlett, és ezt az előnyt kamatoztatta a katasztrófa során is. Amint értesültek a lehetséges földrengésről, a TV-adók, rádiók, hangosbeszélők elkezdtek a lakosság esemény előtti tájékoztatását. A kitelepítés után felállítottak 26 katasztrófaival foglalkozó rádióállomást a régióban, amelyek gyakorlatilag néhány órával az esemény után már folyamatosan értesítették a lakosságot a kialakult helyzetről, illetve továbbították a politikai vezetés instrukcióit. A katasztrófa következtében számos televízióállomás tönkrement, így a közvetítés megszűntével felértékelődött ezeknek a rádióknak a szerepe. Továbbá az internet és a közösségi média szerepéről is szót kell ejteni: a Google a saját felületén létrehozott egy nyilvántartó alkalmazást, amely információt biztosított az érintettekről. Az adatszolgáltatás önkéntes volt, ezáltal a felhasználók megkereshették hozzátartozóikat, ismerőseiket, illetve megadhatták saját tartózkodási helyüket. A katasztrófa sújtotta övezetben, különösképpen az óvóhelyeken rendkívüli jelentőséggel bírtak ezek médiumok. [33]

A katasztrófaelhárítás vertikális szintjén jelen eseménynél a két természeti (földrengés és cunami) és az egy technológiai (ipari baleset) katasztrófa sajátos elhárítását tárgyalom. A partoknál óriási, 9-es erősségű földrengés történt, és a szökőár is ezzel arányos nagyságú volt, amely ellen mai technológiával sem védekezni, sem felkészülni nem lehet. Az erőműben történtek viszont megelőzhetőek lettek volna, vagy legalábbis a károk mérséklődhettek volna. Mint a szervezet elemzésénél kiderült, a japán katasztrófavédelem, a gazdálkodó szervezetek és a politikai döntéshozatal az ipari baleset elhárításánál rengeteg hibát vétett.

---

<sup>10</sup> Az ügynökséget 2012-ben feloszlatták, ezzel együtt megszületett az Atomenergia-szabályozó Hatóság.

A horizontális szint elemzésénél összefoglalom a vétett hibákat a katasztrófavédelmi ciklus beosztásának megfelelően. A *katasztrófa előtti* fázisban a felkészülés a legfontosabb megelőző intézkedés. A jogszabályi háttér megfelelt a természeti katasztrófák elhárításához, illetve a kárfelszámoláshoz, viszont ipari baleset esetén nem volt elegendő jogszabályi háttér. Ennek elsődleges okát egy rendkívül népszerű japán tévhit, az atomenergia biztonságossága, ártalmatlansága jelentette. A lakosság kimenekítését természeti csapás nagysága ellenére sikerült végrehajtani, de még így is 15 895 áldozata és 6156 sebesültje volt az eseménynek.<sup>11</sup> [34] A *katasztrófa alatt* a katasztrófavédelem nem tudott érdemben reagálni sem a társszervekkel (szakmai ügynökségek, kormányzat, média) való kommunikációban, sem az egyéb feladatkörök tisztázásában és megvalósításában (például hogy konkrétan melyik szervezet feladata lett volna az evakuálás, melyik szakmai szervnek kellett volna végezni a kárbecslést, stb.). Ennek okát a jogszabályi háttér hiányában, a zavaros felelősségi rendszerben, illetve a politikai döntéshozatal szakmai hiányosságaiban kell keresni. A japán katasztrófavédelem jelentős pénzügyi, szakmai és humán erőforrásbeli segítséget kapott külföldről, többek között az ENSZ is nagy segítségére volt az országnak. Ennek a közreműködésnek célja elsősorban a földrengés és a cunami által okozott károk felszámolása, a romeltakarítás és az újjáépítés. Ebben a tekintetben a japán példa figyelemreméltó: 12 hónap alatt sikerült a régiót megtisztítani a romoktól, ezután rögtön kezdődhetett az helyreállítás. Nemzetközi műveletirányításban számos probléma fel szokott merülni, [35] de elmondható, hogy a japán szervezet sikeresen működött együtt a nemzetközi szervezetekkel a katasztrófaelhárítás érdekében. [36] A gazdasági helyreállítás is időbe telt, az ország ugyanis nemrég lábalt ki a globális gazdasági válságból, sőt, a katasztrófa miatt 2011-ben egy újabb recessziót is átélt. Japán exportja és termelése a nyárra hozzávetőlegesen helyreállt, illetve a lakossági fogyasztás is megélénkült. A nagyobb vállalatok beruházásai is a károk helyreállítását szolgálták, és a nemzetközi összefogás is hozzájárult a gyors gazdasági restabilizációhoz. [37] A technológiai katasztrófa utóhatásai sajnos a mai napig érzékelhetők, így a teljes kárfelszámolás hét évvel a csapás után sem történt meg. Az erőműben mostanáig is mérhető bizonyos mértékű radioaktív sugárzás, amelyet a mai technológiánkkal nem lehet semlegesíteni, ennek a problémának a megoldása a jövő feladata lesz. [38]

## KÖVETKEZTETÉSEK – A JAPÁN KATASZTRÓFAVÉDELEM ÉRTÉKELÉSE

Jelen tanulmányban a japán katasztrófavédelem bemutatását és értékelését tűztem ki célul. A szervezet és a katasztrófavédelmi tevékenység elemzését korábban megadott szempontrendszer alapján végeztem. A feltárt eredmények teljeskörű feldolgozása végett egy esettanulmányban teszteltem a szervezet funkcionálását, amely által egy megfelelően értékelhető alpanyagot kaptunk.

A szervezet a megastruktúra szintjén rendkívül jól működik. A védelmi rendszer veszélyelhárítási tervvel való ellátottsága kimagasló, minden város és régió külön eljárással, minden relevánsabb katasztrófatípushoz saját elhárítási tervvel rendelkezik. Ennek a széleskörű dokumentálásnak viszont van egy óriási hátránya: a jogi dokumentumokba fektetett feltétlen bizalom. Eszerint a katasztrófavédelem nem szokott hozzá a gyors reagáláshoz, alkalmazkodáshoz, és így ha egy olyan esemény következik be, amely nem rendelkezik elhárítási tervvel, a szervezet tehetetlen, képtelen megoldani az addig ismeretlen problémát. Minden egyes katasztrófára azonban lehetetlen felkészülni, mivel azok kialakulása és természete nehezen előre jelezhető, számos apró tényező akár nagymértékben is

<sup>11</sup> Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a katasztrófa által érintett három prefektúrának, Miyagi-, Iwate- és Fukushima-prefektúrának összesen több mint 5 millió lakosa volt az esemény bekövetkeztekor.

megváltoztathatja az események alakulását. A megoldás egy rugalmasabb, könnyebb alkalmazkodásra képes védelmi igazgatási rendszer kialakítása lenne.

A makrostruktúra szintjén ugyancsak egy jól szervezett, széles hatáskörű szervezetről beszélhetünk. A politikai beágyazottságról 24 minisztérium, illetve ügynökség gondoskodik, mindegyik saját felelősségi körrel. Továbbá, ha bármilyen katasztrófa bekövetkezik, az elhárítás azonnal a megfelelő ügynökséghez és az azt koordináló minisztériumhoz kerül. A felelősségi rendszer így pontosan nyomon követhető és számon kérhető. Ellenben hátrányként meg kell említeni, hogy előfordul – még a szakmai ügynökségeknél is – a megfelelő szakképzettség hiánya. Ezek a szervezetek koordinálószerként csupán adminisztrációs és irányító feladatokat látnak el, szakmai kérdésekben nem képesek megbízható tanácsot adni vagy ellátni a veszélyhelyzet ellentételezését. A szint felépítése tehát rendkívül előnyös, pusztán a megfelelő humán erőforrással kellene ellátni azt.

A mezostruktúra szintén egy nagy, szakosodásnak megfelelően tagolt elhárítási rendszer. Irányítását viszont a makrostruktúra végzi, így a fenti hibákat a tényleges elhárítási tevékenységet végző szervezetek (például polgári védelmi szervezetek, tűzoltóságok, parti őrség vagy az Önvédelmi haderő) nem tudják orvosolni. A szakmai és a gyakorlati iránymutatások is fentebbről érkeznek.

A mikrostruktúra szintje a japán szervezet legerősebb és legjobban működő rétege. Az iskolai oktatás magában foglalja a tankötelezettség alatti folyamatos katasztrófavédelmi oktatást, így a japán társadalom katasztrófatudatossága kimagasló. Az együttműködő lakosság aktívan részt vesz a mentésben, megkönnyítve ezzel az egész szervezet munkáját. Továbbá a tájékoztatási rendszert is meg kell említenünk, mivel a média automata rendszere hihetetlen rövid idő alatt informálja a civil szférát a kialakult helyzetről. A média mind televízión, rádión, hangosbeszélőkön, illetve az interneten keresztül is igyekszik elérni a lakosságot, mely jelentősen lerövidíti a lakosság kivonását a katasztrófa által érintett területről, illetve a visszatelepítést.

A katasztrófavédelmi tevékenység vertikális szintjén már bemutattam a Japánra jellemző katasztrófákat, amelyek a földrengés, cunami, tájfun, illetve a vulkánkitörés. Mivel ezek mind természeti katasztrófák, melyeket jelen technológiai fejlettséggel nem lehet sem megelőzni, sem elhárítani, az egyes speciális védelmi feladatok az előzetes adatgyűjtésben merülnek ki. Ebben a tekintetben viszont a japán rendszer igencsak jól funkcionál. A Japán Meteorológiai Ügynökség a fent említett katasztrófákról, és azt kiértékelés után elküldi a megfelelő szerveknek: a politikai vezetésnek, az érintett ügynökségeknek, illetve megfelelő prefektúráknak, városoknak. Így az egyes katasztrófátípusok megelőzése az esemény előtti fázisban lehetséges csak, viszont ott megfelelően működik.

A horizontális szint katasztrófa előtti fázisáról kijelenthetjük, hogy a japán veszélyhelyzet-kezelés kimagasló: mind az elhárítás jogi alapszabályai és veszélyelhárítási tervei, mind a felkészülés, mind pedig a lakosság katasztrófatudatossága és tájékoztatási rendszere hatékonyan működik. A katasztrófa alatti fázis a csapások jellege miatt nem elegendő, viszont a technika jelenlegi fejletlensége miatt nem is funkcionálhat megfelelően. A katasztrófa utáni szakasz kimagasló voltát a gyors infrastruktúraépítés és a gazdasági restabilizáció mutatja. Az elszenvedett kárból összességében mindig tanul Japán: mivel a katasztrófavédelem közéleti kérdésnek számít, minden esemény után széleskörű kutatómunka és értékelés zajlik. Az így szerzett eredményeket a politikai szint hasznosítani tudja, és politikai érdekeltségtől függetlenül szüksége is van az eredmények becsatornázására.

Összességében elmondhatjuk, hogy a japán katasztrófavédelem egy jól funkcionáló, nagy gyakorlattal rendelkező rendszer, amely több kérdésben is példát mutat a globális veszélyhelyzet-kezelés számára. A szervezetben található azonban számos alapvető probléma, mely az egész folyamatot negatívan befolyásolja. Ezekre a hiányosságokra a 2011-es katasztrófa mutatott rá, melyet a nemzetközi szakirodalomban is meglehetősen negatívan

értékeltek. Remélhetőleg Japán levonja a szükséges következtetéseket, és a tapasztalatok a rendszer fejlesztését és a hibák kijavítását vonja maga után.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] PAPP B.: *Japán katasztrófavédelem I. – veszélyeztetettség és történelmi előzmények*; Hadmérnök (várható megjelenés: 2018. június)
- [2] PAPP B.: *Az állami szintű katasztrófavédelem elemzési szempontjai nemzetközi környezetben*; Védelem Tudomány II. 1. (2017) 263-284. o.
- [3] NAZAROV, E.: *Emergency Response Management In Japan*; [http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A\\_AZE\\_Emin\\_FRR.pdf](http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A_AZE_Emin_FRR.pdf) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [4] *Shōbō-hō*; <http://www.japaneselawtranslation.go.jp/law/detail/?ft=2&yo=%E6%B6%88%E9%98%B2%E6%B3%95&ky=&page=1&re=02> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [5] *Kasen-hō dai 4-jō dai 1-kō no ichi kyūkasen no shitei-tō ni tsuite*; [http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/shaseishin/kasembunkakai/bunkakai/dai52kai/siryoku1-2.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasembunkakai/bunkakai/dai52kai/siryoku1-2.pdf) (letöltve: 2018. 07. 06.)
- [6] *Suibō-hō*; <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S24/S24HO193.html> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [7] CHŪŌ BŌSAI KAIGI: *Bōsai kihon keikaku*; [http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/pdf/kihon\\_basic\\_plan160216.pdf](http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/pdf/kihon_basic_plan160216.pdf) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [8] DE LA POTERIE, A. T.: *From Yokohama to Sendai: Approaches to Participation in International Disaster Risk Reduction Frameworks*; International Journal of Disaster Risk Science VI. 2. (2015) 128-139. o.
- [9] UNISDR: *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*; [https://www.unisdr.org/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [10] NAZAROV, E.: *Emergency Response Management In Japan*; [http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A\\_AZE\\_Emin\\_FRR.pdf](http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A_AZE_Emin_FRR.pdf) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [11] NAIKAKUFU: *Nihon no saigai-taisaku*. Japán Kabinetiroda 2015.
- [12] NAZAROV, E.: *Emergency Response Management In Japan*; [http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A\\_AZE\\_Emin\\_FRR.pdf](http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A_AZE_Emin_FRR.pdf) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [13] <http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/mission/> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [14] NAZAROV, E.: *Emergency Response Management In Japan*; [http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A\\_AZE\\_Emin\\_FRR.pdf](http://www.adrc.asia/aboutus/vrdata/finalreport/2011A_AZE_Emin_FRR.pdf) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [15] TEKNŐS L. – CSEPREGI P. – ENDRŐDI I.: *Felsőoktatási intézmények önkéntes mentőszervezeteinek jelentősége, helye, szerepe a katasztrófavédelem rendszerében*; Hadtudomány 24. 1. (2014) 155-168. o.
- [16] FUKAHORI M.: *Disaster and ICT System in Japan.* " Ministry of Internal Affairs and Communications"; <https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/dnrr/201212/Documents/presentations/kns01-p02.ppt> (letöltve: 2018. 05. 15.)



- [17] GOVERNMENT OF JAPAN. *National Report of Japan on Disaster Reduction*; <https://www.unisdr.org/2005/mdgs-drr/national-reports/Japan-report.pdf> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [18] <http://www.metro.tokyo.jp/ENGLISH/GUIDE/BOSAI/> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [19] SAITO T.: *Disaster Management of Local Government in Japan*; <http://www.uncrd.or.jp/hyogo/hesi/pdf/peru/saito.pdf> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [20] ENDRŐDI I.: *A magyar önkéntes polgári védelmi szervezetek szerepe az új katasztrófavédelmi törvény alapján*; Védelem Online XIX. 5. (2012) 11-14. o.
- [21] KOVALOVSZKI K. – PAPP B.: *Katasztrófatudatosság Japánban a tokiói Rinkai Katasztrófa megelőzési Park látogatása kapcsán*; Hadmérnök XIII. 2. (2018) 191-200. o.
- [22] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME: *Managing post-disaster debris: the Japanese experience*. United Nations Environment Programme 2012.
- [23] KIKAKU CHŌSEI-KA JŌHŌ SHISUTEMU-SHITSU: *Tsunami Disaster Mitigation System in Japan*; [http://nctr.pmel.noaa.gov/education/TTI/usgs/seismic-tsunami-training-malaysia/Japan\\_Tsunami\\_hazard\\_risk\\_assessment\\_and\\_prepared\\_ness.ppt](http://nctr.pmel.noaa.gov/education/TTI/usgs/seismic-tsunami-training-malaysia/Japan_Tsunami_hazard_risk_assessment_and_prepared_ness.ppt) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [24] NAIKAKUFU: *Nihon no saigai-taisaku*. Japán Kabinetiroda 2015.
- [25] SAITO T.: *Disaster Management of Local Government in Japan*; <http://www.uncrd.or.jp/hyogo/hesi/pdf/peru/saito.pdf> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [26] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME: *Managing post-disaster debris: the Japanese experience*. United Nations Environment Programme 2012.
- [27] ENDRŐDI I.: *A katasztrófa-elhárításra felkészítő ismeretek* Magyar Polgári Védelmi Szövetség, 2007.
- [28] TAKÁCSK. – KUTI R. *Fenntartható vízellátás biztosításának aktuális kérdései*; Védelem Tudomány II. 2. (2017) 304-317. o.
- [29] NAIKAKUFU: *Nihon no saigai-taisaku*. Japán Kabinetiroda 2015.
- [30] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME: *Managing post-disaster debris: the Japanese experience*. United Nations Environment Programme 2012.
- [31] NAIKAKUFU: *Nihon no saigai-taisaku*. Japán Kabinetiroda 2015.
- [32] FUNABASHI, Y. – KITAZAWA K.: *Fukushima in review: A complex disaster, a disastrous response*; Bulletin of the Atomic Scientists 68. 2. (2012) 9–21. o.
- [33] FUKAHORI M.: *Disaster and ICT System in Japan.* ” Ministry of Internal Affairs and Communications; <https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/dnrr/201212/Documents/presentations/kns01-p02.ppt> (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [34] NATIONAL POLICE AGENCY OF JAPAN: *Damage Situation and Police Countermeasures associated with 2011 Tohoku district - off the Pacific Ocean Earthquake*; [https://www.npa.go.jp/news/other/earthquake2011/pdf/higaijokyo\\_e.pdf](https://www.npa.go.jp/news/other/earthquake2011/pdf/higaijokyo_e.pdf) (letöltve: 2018. 05. 15.)
- [35] FÖLDL. – KUTI R. – SULÁNYI – PATAKI J.: *Aufgabenstellung und Rolle der Werkfeuerwehr bei einem Multinationalenunternehmen*; Hadmérnök IX. 1. (2014) 57-66. o.

- [36] AOKI N.: *Wide-area collaboration in the aftermath of the March 11 disasters in Japan: Implications for responsible disaster management*; International Review of Administrative Sciences 81. 1.(2015) 196–213. o.
- [37] VÖLGYK.: *Japán gazdaságtörténete*; MTA KRTK Világgazdasági Intézet 2015.
- [38] POPOVICS P.: *Fukushima [3.11]*; Oriolés Társai 2017.

## FERTŐTLENÍTŐSZER MENNYISÉGI VIZSGÁLATA VÍZMINŐSÉGI MODELLEZÉSSSEL

### QUANTITATIVE ANALYSIS OF DISINFECTANTS WITH WATER QUALITY CALCULATIONS

SALAMON Endre

(ORCID: 0000-0002-3856-1941)

[salamon.endre@uni-nke.hu](mailto:salamon.endre@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

A ivóvíz kezelése során és az elosztó hálózaton alkalmazott fertőtlenítő szer mennyisége a vízbiztonság szempontjából az egyik legkritikusabb paraméter. Ennek oka nem csak megfelelő csírátlanítás és a gazdaságos üzem igénye, hanem a képződő melléktermékek mennyiségének elfogadható szinten tartása is.

Ebben a tanulmányban a vízminőségi modell eredményeinek kinetikai paraméterekre való érzékenysége kerül bemutatásra. A modellfuttatások alapján jól igazolható, hogy a klór átalakulási sebessége a befolyásoló tényezők ellenére jól nyomon követhető és leírható, azonban a modellek hitelesítése komoly nehézségekbe is ütközhet. Ennek ellenére a számítógépes vízminőségi számításokkal a költségek és a kockázatok számszerűen vizsgálhatóak és minimalizálhatóak.

**Kulcsszavak:** fertőtlenítőszer, kinetika, mikroszennyező, melléktermék, modellezés

#### Abstract

The amount of chlorine applied in water treatment and later in the distribution network is a critical parameter regarding the water safety. Not only sufficient pathogen inactivation, but acceptable levels of by-products must be maintained.

In this study, the sensibility of the water quality model is assessed as a function of kinetic parameters describing chlorine decay rate. Chlorine levels can be easily calculated, even though the decay rates are subject to high variations from a high number of interfering factors. With the help of computerized calculations operating costs and risks can be minimized, even though validation of a water quality model is still difficult.

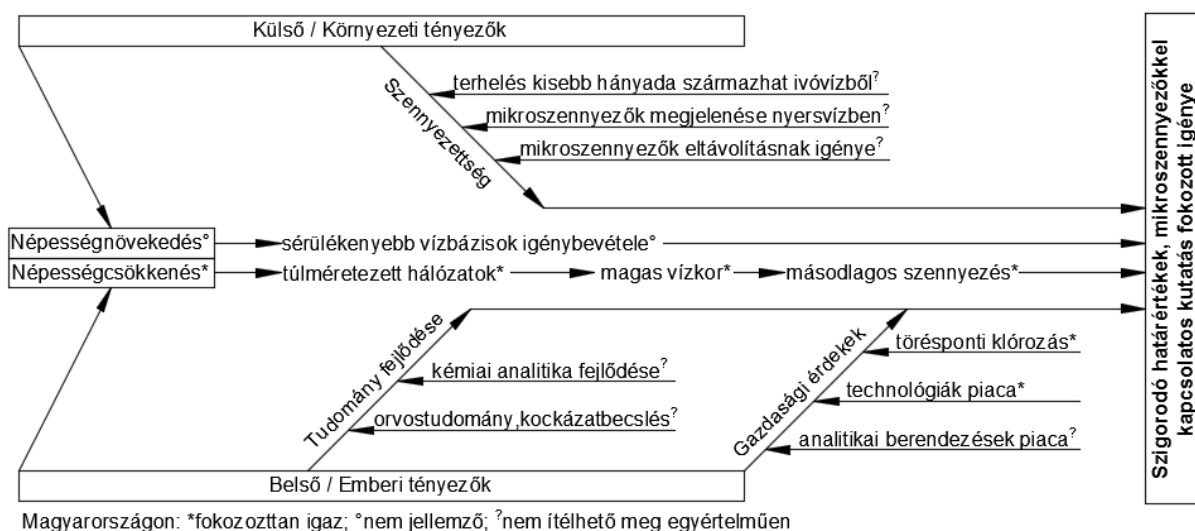
**Keywords:** disinfectant, kinetics, micro pollutant, modeling

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.05.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.10.

## BEVEZETÉS

A közelmúltban és mind a mai napig az ivóvízzel kapcsolatos mennyiségi és minőségi igények növekedését illetve szigorodást tapasztaltuk. Ez a tendencia várhatóan a jövőben is folytatódni fog, több elháríthatatlan, vagy csak alig kivédhető okból. Az 1. ábra összefoglalja az ivóvíz mikroszennyező anyagainak vizsgálatát szükségessé tevő körülményeket.



1. ábra Mikroszennyezők terjedésének vizsgálatát kényszerítő tényezők (saját szerkesztés)

Az egyik alapvető ok a környezet egyre nagyobb háttérszennyezettsége, emiatt pedig az egyéneket érő terhelések növekedése. [1] Ezért az ivóvízből az egyént érő terheléseknek csökkenniük kell, amennyiben a teljes kockázatot növekedése nem megengedett. Nem elhanyagolható azonban a gazdasági növekedés kényszere jelentette hatás. Mára gyakorlatilag a szerves mikroszennyező anyagok köre maradt az egyetlen olyan vegyületcsoport, amelyből új anyagok kerülnek elő. Ezen anyagok esetében nem hosszú és rövidtávú hatások nagy bizonytalansága, hanem terjedésüket és keletkezésüket meghatározó paraméterek nagy bizonytalansága is nehézségeket okoz. Hazai viszonylatban szerencsére a környezet szennyezettsége egyelőre még nem jelenik meg kényszerítő erőként, hiszen a hazai ivóvíz jelentős hányada védett, felszín alatti vízkészletekből származik, néhány régebbi, kis kiterjedésű ipari szennyezéstől eltekintve antropogén szennyezés veszélye nem áll fenn olyan fokozottan mint a világ más országaiban. Azonban (elsősorban a medence jelleg miatt) nem elhanyagolható a határokon kívülről érkező terhelések jelentősége sem, amely az ivóvíztermelés mintegy felét adó felszíni és felszín közeli vízbázisokat érintheti. Ezért fel kell készülni a környezet szennyezettebbé válása miatt a nyersvízben előforduló, a tisztítási technológiák kialakítása során eddig nem vizsgált szerves mikroszennyező anyagok megjelenésére is.

Az emberi tényezők és következményeik között nem elhanyagolható kényszerítő erő a mikroszennyezők kutatásának irányában a gazdasági szereplőknek az a szándéka, hogy egyre fejlettebb és egyre nagyobb profitot generáló tisztítási technológiákat értékesíthessenek a piacon. Az Európai Unió arzenre előírt 10 µg/L-es határértékével párhuzamot vonva, nem nehéz hasonlóságokat találni a szerves mikroszennyezők problémakörével: a határérték bizonytalanságokat tartalmazó kockázatbecslés alapján kerülhet csak megállapításra, az érintettek terhelése és az egyéb kockázati tényezők régióként erősen változnak, az eltávolítási technológia költséges, a kötelezően alkalmazandó ellenőrző analitikai módszerek drágák és a különböző, eltérő hatású vegyületeket bizonytalanul képesek csak egymástól elkülönítve mérni. Mindenképp indokolt tehát, hogy a szerves mikroszennyezők esetében a terjedést minél

pontosabban lehessen számítani, hogy a kockázatbecslésnél elkerülhessük az olyan túlzásokat, amelyek az ivóvízminőség javító program során előfordultak.

A hazai viszonyok kapcsán ki kell még emelni a hálózatok túlméretezettségéből és a vízigények csökkenéséből származó magas vízkort, amely elsősorban a fertőtlenítési melléktermékek keletkezésnek kedvez az elosztórendszerben. Ez körülmény kombinálva a tisztítási technológiák felújítása során nagy számban alkalmazott törésponti klórozással előrevetíti, hogy a fertőtlenítési melléktermékek hálózatban való terjedését szükséges lesz tanulmányozni. Ez nem csak a kockázatbecslés érdekében, hanem a napi üzemeltetés fejlesztéshez, melynek a klóradagolás meghatározó eleme, szükséges lesz. [2] Ennek a kutatásnak az első lépése maguknak a fertőtlenítőszernek, jelen esetben a leggyakrabban alkalmazott aktív klórformák terjedésének vizsgálata. Ezen ismeretek birtokában válik majd lehetségessé a mikroszennyezőkkel kapcsolatos vízminőségi modellezés. A klór átalakulásnak leírására rendelkezésre álló összefüggések után egy vízelosztó hálózat hitelesített hidraulikai modelljén szemléltetésre kerül a vízminőségi modellezés érzékenysége, azaz hogy a klór átalakulását leíró paraméterek bizonytalansága milyen mértékben képes befolyásolni a végeredményt.

### AKTÍV KLÓRFORMÁK KINETIKÁJÁNAK LEÍRÁSA

A klórt, mint fertőtlenítőszeret régóta, az 1847. évtől [3] hatékonyan használják az ivóvíz előállítása során, ezért viselkedéséről bőségesen állnak rendelkezésre adatok a szakirodalomban. A víztisztítási technológia során fellépő reakciók itt nem kerülnek bemutatásra, mert az eljárások és a klórral reagáló anyagok sokfélesége ezt nem teszi lehetővé. Az itt ismertetett vizsgálat elsősorban az aktív klór hálózatbeli mennyiségére összpontosít és a beadagolt klór mennyiségét, a tisztított víz minőségét és a hálózat hidraulikai viszonyait tekinti rögzített kezdeti feltételnek.

A számítógépes vízminőségi modellezés során a vizsgálni kívánt vegyületek időbeli átalakulását leíró egyenleteket kell megadni. Bonyolítja a helyzetet, ha különböző komponensekre vonatkozó egyenletek nem függetlenek egymástól, nemlineáris egyenletrendszert alkotnak, amely csak iteratív úton oldható meg (feltéve hogy az egyenletrendszer helyes és létezik fizikailag értelmes megoldása). A klór esetében általában a klór fogyását szokás vizsgálni, az egyéb klórral reagáló vegyületektől függetlenül, úgy hogy a befolyásoló tényezők az egyenletben egy paraméter értékén keresztül jelennek meg. A klórfogyás sebessége a vztérben [4]:

$$r(t) = \frac{dC(t)}{dt} = -K_b \cdot C(t) \quad (1)$$

$$C(t) = \int_0^t r(t) dt = C_0 \cdot e^{-K_b t} \quad (2)$$

Ahol  $r$  a klórfogyás sebessége, tömeg/(térfogat·idő) dimenzióban,  $C$  az aktív klór koncentrációja (például mg/L),  $K_b$  a sebességi állandó (a klórfogyást elsőrendű reakcióként értelmezve dimenziója: idő<sup>-1</sup>). A befolyásoló tényezőktől függően (vízhőmérséklet, redukáló anyagok mennyisége, turbulencia)  $K_b$  értéke széles határok között változhat. Ismert továbbá, hogy a gyakorlatban a klór fogyását nem feltétlenül a fenti elsőrendű reakció írja le, hanem a törtrendű reakcióként is leírható, ismertek példák, amikor a törtrendű összefüggés jobban közelíti a mért eredményeket. [4] Alkalmazható még két komponensű, másodrendű kinetikát használó modell (2R modell), azonban ez utóbbi két komponenst vesz figyelembe, gyorsan és

a lassan redukáló frakciókat, ezeket azonban nehéz a gyakorlatban elkülöníteni és kalibrációra felhasználni. [5]

A szilárd-folyadék határfelületen lejátszódó reakciók (például aktív klór reakciója a cső falát borító biofilmen) leírása bonyolultabb, hiszen figyelembe kell venni a diffúziót is, aminek segítségével a klór eljut a szilárd felületig. A klórfogyás sebessége a határfelületi reakciók miatt:

$$r(t) = \frac{dC(t)}{dt} = -\frac{A}{V} K_w \cdot C(t) \quad (3)$$

Ahol  $A/V$  a felület térfogat arány (egységnyi csőhosszra jutó felület,  $A/V = 4/d$ , ahol  $d$  a cső belső átmérője kör keresztmetszet esetén).  $K_w$  a határfelületi reakció sebességi állandója (dimenziója hossz/idő). Ez utóbbi állandó tartalmazza a tényleges reakció sebességi állandóját és a diffúzió sebességi állandóját is.  $K_b$  és  $K_w$  tapasztalati értékét mérésrel meg lehet határozni: előbbihez egy inert anyagú edényben kell mérni a klórfogyási sebességet, utóbbihoz ismert nagyságú, klórral reagáló anyagot tartalmazó felületet kell az edénybe helyezni és mérni a koncentrációt az idő függvényében. Azonban  $K_w$  mérésekor a turbulencia, a felület alakja már jóval nagyobb szórást fog eredményezni az eredményekben.  $K_w$  értékén belül a diffúzió sebességét meghatározni a gyakorlati alkalmazáshoz már csak nagyon körülményesen volna lehetséges. Ezért egy adott vízellátó rendszer vizsgálatokor célszerű csak az (1) és (2) egyenletet használni és a csőfalon fellépő reakciók miatti klórfogyást részleteiben csak indokolt esetben vizsgálni.

A határfelületi reakciók leírásához hasonlóan a több komponens felhasználó modellek hitelesítése komoly nehézségekbe ütközik. Ezért a kiemelten fontos a fertőtlenítőszer, így a klór átalakulásait is leíró összefüggések minél megbízhatóbb mért adatokkal történő hitelesítése.

### Klórfogyás sebességi állandók értékei

A klórtartalmat csökkentő reakciók sebességi állandóira a szakirodalmi adatok széles skálája áll rendelkezésre. Az 1. táblázatban felsorolásra került néhány jellemző érték.

Környezeti feltételek	$K_b$ (d <sup>-1</sup> ) (elsőrendű)	Forrás
T = 13 °C	0.27	[6]
T = 6-20 °C	1,44-4,56	[7]
T = 13,2-22,2 °C	0,082 – 17,7	[8]

1. táblázat Klórfogyás sebességi állandói különböző szerzők szerint (saját szerkesztés)

Mint az az 1. táblázatban látható a sebességi állandó értéke igen széles tartományban mozoghat. A szakirodalom számos összefüggést leírt, amely a kinetikai paraméterek környezeti tényezőktől való függését adja meg. Az aktív klór esetében ezek a fő paraméterek a teljesség igénye nélkül az alábbiak.

#### Hőmérséklet

A magasabb hőmérséklet a klórfogyás sebességét növeli. Fisher és társai a 2R model vizsgálatával bizonyították, hogy a klórfogyás sebességi állandója az Arrhenius egyenletet követi és a hőmérséklettel exponenciálisan nő. [9] Azonban továbbra is problémát jelent a hálózatok vizsgálatokor, hogy a nem csak a klór reakcióinak sebessége, hanem például a diffúzió sebessége vagy a biofilm aktivitás is növekszik a hőmérséklettel, ami a klór fogyási sebességét tovább módosíthatja.

## **Szerves anyag**

A szerves anyag mennyisége az egyik legtöbbet vizsgált paraméter, nem csak a klórfogyást előidéző hatása miatt, de a fertőtlenítési melléktermékek kapcsán is. A problémát elsősorban a szerves vegyületek sokfélesége jelenti, ami miatt általában valamilyen összefoglaló, indikátor paraméterekkel próbálják jellemezni a szerves anyagok mennyiségét. Így leírták már a klórfogyás és a kémiai oxigénigény (KOI), az UV-abszorbancia (UV-254), az összes szerves szén (TOC), stb. kapcsolatát is. A többlet szervesanyag a klórfogyási sebesség növekedését okozza. A kémiai oxigénigény esetében az összefüggés exponenciálisnak tételezhető fel. [10]

## **Kezdeti klórkoncentráció**

Mivel a klór és általában a fertőtlenítőszer reakciói első, vagy magasabb rendű kinetikát követnek, a klórfogyás sebessége mindig függvénye lesz a pillanatnyi és így a kezdeti koncentrációnak is. Az összefüggés szintén exponenciális jellegű, a magasabb kiindulási koncentrációhoz gyorsabb átalakulás tartozik.

További szerzők összefüggéseket állítottak fel a csó anyaga, a csófal érdessége és a klórfogyás között [11], illetve az egyéb redukáló anyagok jelenlétének hatását is vizsgálták. [12] Ugyancsak nem elhanyagolható a turbulens áramlás hatása sem, mely a diffúziót és a biofilmhez történő eljutást jelentősen befolyásolja. [13]

## **JAVASLAT KLÓR MENNYISÉGÉT BECSLŐ ELJÁRÁSRA**

A vízminőségi modellezést nehezíti, hogy a  $K_b$  sebességi állandó (és más kinetikai paraméterek értéke) sem időben, sem térben nem állandó egy adott elosztó hálózaton. A sebességi állandó értékét a gyakorlatban lehetetlen meghatározni a hálózat minden egyes pontján, a nap minden percében. A laboratóriumi körülmények között kísérletek pedig csak korlátozottan alkalmazhatóak egy működő elosztó hálózaton.

Rendelkezésre állnak számítástechnikai és matematika eszközök, amelyek inverz kalibráció segítségével képesek a mért adatok segítségével a hálózat egyes pontjaira vonatkozó adatokból a sebességi állandókat kiszámítani. Hasonló, adatvezérelt módszerek sikeres alkalmazását írták le Gibb és társai. [14]

Azonban a hálózatról vehető minták száma korlátozott, az inverz kalibrációhoz szükséges egyidejű hidraulikai peremfeltételekről szóló adatok mennyisége pedig nagy. A hálózat egészén a körülmények változékonysága térben és időben olyan nagymértékű és a mérési pontok száma olyan alacsony, hogy az inverz kalibrációval meghatározott érték is csak a hálózat egy adott kiterjedésű részét vagy egészét jellemző, átlagos érték lehet.

Ezeket a problémákat nem szünteti meg, de az inverz kalibráció helyett a számítás folyamatát leegyszerűsíti a következő becslő eljárás. A hálózathidraulikai modell segítségével csak a vízkort kerül meghatározásra (illetve azok időtartamok, ami a klór beadagolás és a vizsgált pontig tartó eljutása közt eltelik, ha a hálózaton belül több ponton is történik adagolás). A reakcióidő így ismertnek tételezhető fel. Ismert továbbá a beadagolt klór mennyisége, hiszen a beadagolás kevés számú és jól meghatározott ponton történik, így a kiindulási koncentráció jól meghatározható.

Ezek után a hálózat megfelelő számú, ismert vízkorral rendelkező pontjáról minta vehető és az aktív klórtartalom meghatározható. A kezdeti klórtartalom, az eltelt idő és a végső klórtartalom ismertében a sebességi állandó kiszámítható. Ezzel a módszerrel a több sebességi állandót tartalmazó modellek kalibrációja sem okoz gondot, hiszen annyi egyenletre van szükség, ahány ismeretlen sebességi állandó szerepel a klórfogyásra felállított összefüggéseinkben. Így minimálisan elegendő annyi ismert vízkorral rendelkező pontról mintát venni, ahány paraméterre kalibrálni szükséges az egyenletrendszer. Ha több komponens is bevezetésre kerül, akkor a mintavételi pontok száma ennek megfelelően tovább nő.

Ezzel az egyszerűsítéssel elhanyagolásra kerülnek a hálózat térbeli egyenetlenségei és a hálózat egy részére, vagy egészére vonatkozó sebességi állandók képezhetők. A továbbiakban bemutatásra kerül egy vizsgálat és annak eredménye, arra nézve, hogy ez az egyszerűsítés, a vízkor alapján történő számítás mekkora hibát jelent egy olyan számítógépes modellhez képest, ahol térben (például a különböző csőanyagok miatt) változik a sebességi állandó értéke.

## A vizsgálatokhoz használt modell

A vizsgálatokhoz egy létező település EPANET programban elkészített hidraulikai modellje került felhasználásra. A modell bekötési vízmérőig tartó részletességű, tartalmazza a tűzcsapokat és közkifolyókat, 4362 csomópontból és 4426 összekötő élből (csőből) áll. A tűzcsapokon vízkivétel nincs, így ott a vízkor a modell futatási idejével, 168 órával egyezik meg (ezek a képen piros színnel jelennek meg). A 2. ábrán látható az elosztóhálózat és a jellemző vízkor.



2. ábra Vízkorok a vizsgált településen (saját szerkesztés)

A település két vezetéken csatlakozik egy regionális vízellátó vezetékre. A modell hidraulikai kalibrációjához rendelkezésre állt a SCADA rendszer alapján a betáplált vízmennyiségek időszora, illetve a hálózati szivattyúk jelleggörbéje. Ezek alapján a regionális vezeték leegyszerűsítve, állandó nyomást biztosító peremfeltételként került megadásra, úgy, hogy a benne áramló vízmennyiség a valós értékeknek megfelelően. A településen belüli vízfogyasztás a mért napi átlagfogyasztásnak megfelelően került megadásra, a vízfogyasztás napi ingadozását leíró menetgörbe mellett.

A vízkor a település mintegy 75%-án 30 óra alatti, de a végágakon sem haladja meg az 50 órát, ami igen kedvezőnek tekinthető. A regionális vezetékbe történő a betáplálás helyén  $1 \text{ mg/dm}^3$  aktív klórtartalom került megadásra. A teljes hálózaton egységesen  $K_b = 0,5 \text{ d}^{-1}$  sebességi állandót feltételezve az (1) és (2) egyenletek szerint, a klórtartalom  $0,3\text{-}0,9 \text{ mg/dm}^3$  tartományban változik a településen belül, ami a valós viszonyoknak nagyságrendileg megfelel.

## Az egyszerűsítés okozta eltérés vizsgálata

A csupán vízkor alapján történő egyszerűsített számítás okozta eltérések mértékének meghatározására két, egymástól különböző, de nem független módszerrel került meghatározásra és összehasonlításra az aktív klórtartalom. Az első módszer során a fenti modell vezetékére a  $K_b$  értékek  $0,5 \text{ d}^{-1}$  várható értékű és  $0,175 \text{ d}^{-1}$  szórású valószínűségi változóként kerültek hozzárendelésre. Ezzel olyan hálózatot nyerhető, ahol a klórfogyás sebességi állandója térben véletlenszerűen változik, ahogyan azt egy valós hálózattól is



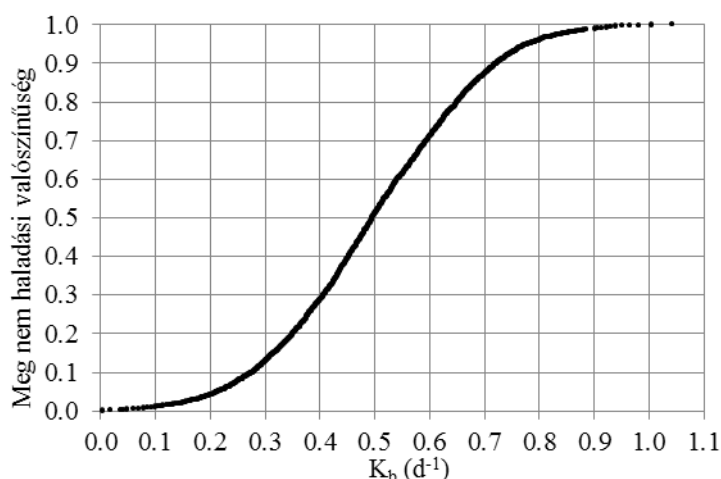
elvárjuk. Ezek után megtörtént a modell futtatása, aminek segítségével minden egyes csomóponton ismertté vált a klórkoncentráció az idő függvényében.

Második módszerként a vízkor alapján történő egyszerűsített számításhoz az előző futtatás eredményeiből öt kiválasztott csomóponton, amelyek az előző modellfuttatás alapján különböző, ismert vízkorral rendelkeznek, lekérdezésre került a klórkoncentráció. A kiválasztott csomópontok a 2. ábra szerint a hálózat végpontjai (1774, 435, 3933, 3516, 3387). A kiválasztott csomópontokon fellépő különböző vízkorok függvényében ábrázolva a klórkoncentrációt, a (2) egyenlet szerinti függvényt illesztve  $K_b$  értéke meghatározható. A végpontokon mérhető értékekből kapott sebességi állandók jellemzik legjobban a hálózat egészét, hiszen a víz a hálózat nagyobb részén haladt át, amíg a végpontokig elért.

Ezek után ebből a kalibrációból kapott sebességi állandó átlagos értékével a vízkor alapján kiszámításra került a hálózat összes pontjára egy adott időpontban a klórkoncentráció, hálózathidraulikai modellel és a vízkor alapján történő kézi számítással is. Ezeket össze lehet vetni az első módszer eredményével és az egyszerűsítés okozta hibák vizsgálhatóak.

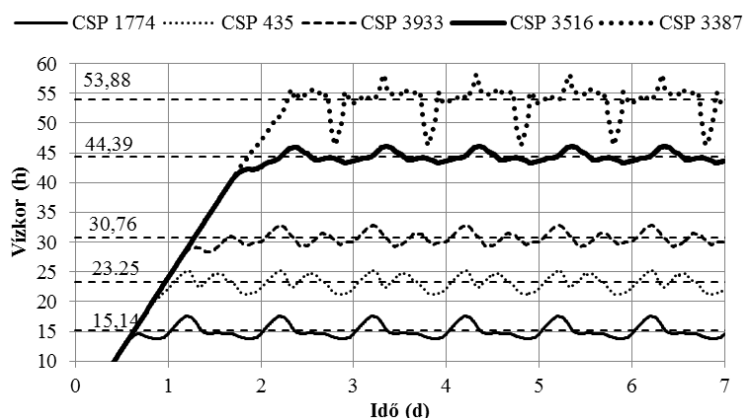
### A vizsgálat eredményei

Az első módszer alkalmazása során a 4426 darab csövön a reakció sebességi állandó eloszlásfüggvénye a 3. ábra szerint került megadásra. A  $K_b$  állandó értéke így a hálózat csöveiben 80%-os valószínűséggel 0,276 – 0,724  $d^{-1}$  érték között alakul.



3. ábra  $K_b$  értékek eloszlásfüggvénye a modell hálózat csövein (saját szerkesztés)

A modell 168 órás futtatása során a kiválasztott öt csomóponton a valóságos mintavétel szimulációjaként a 128. órában mért eredmények kigyűjtésre kerültek. Az időpont a vízkor (és vele együtt a klórkoncentráció) közel állandó szintre történő beállása alapján került kiválasztásra. A 4. ábrán látható, hogy 3 nap után a vízkor közel állandó értékre áll be és már csak a napon belüli vízfogyasztás változás miatt ingadozik egy átlagos érték körül. Ezek a 3. nap után szimulációval becsült átlagos értékek képezik a továbbiakban az adott csomópontokra vett vízkor értéket, ami alapján a klórfogyás sebességi állandója meghatározásra kerül.



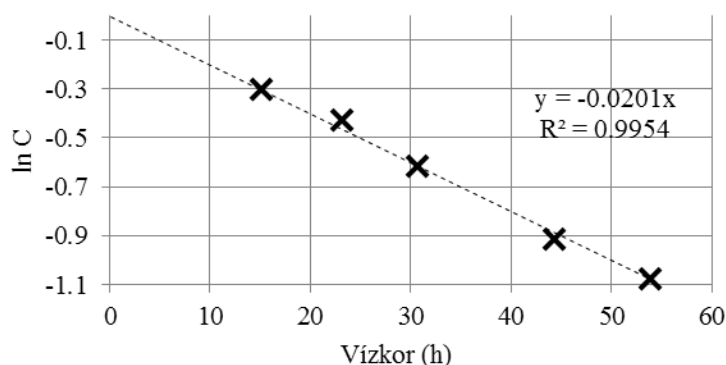
4. ábra Vízkor időszora a mintavételi pontokon a modellfuttatás során (saját szerkesztés)

Az öt különböző vízkor és a hozzájuk tartozó koncentráció a 2. táblázatban látható. Az eredmények megfelelnek annak az elvárásnak, hogy magasabb vízkor esetén a klórkoncentráció kisebb lesz, így a modell valószínűsíthetően elemi hibákat nem tartalmazott.

Csomópont	Átlagos vízkor (h)	C (mg Cl <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> )	ln C
1774	15.14	0.74	-0.30111
435	23.25	0.65	-0.43078
3933	30.76	0.54	-0.61619
3516	44.39	0.4	-0.91629
3387	53.88	0.34	-1.07881

2. táblázat A hálózat öt pontján előálló vízkor és klórtartalom a 128 óra futtatás után (saját szerkesztés)

A vízkor függvényében ábrázolva a koncentráció természetes alapú logaritmusát, majd az adatokra egyenest illesztve a legkisebb négyzetek módszerével, az egyenes meredeksége megadja a sebességi állandó értékét. A regressziós egyenes kényszerfeltételként átmegy az origón, mivel a kiindulási klórtartalom itt 1 mg/dm<sup>3</sup> volt (vagy az origó helyett a kiindulási klórtartalom logaritmusának megfelelő értéken). Az illesztés eredménye a 5. ábrán látható.

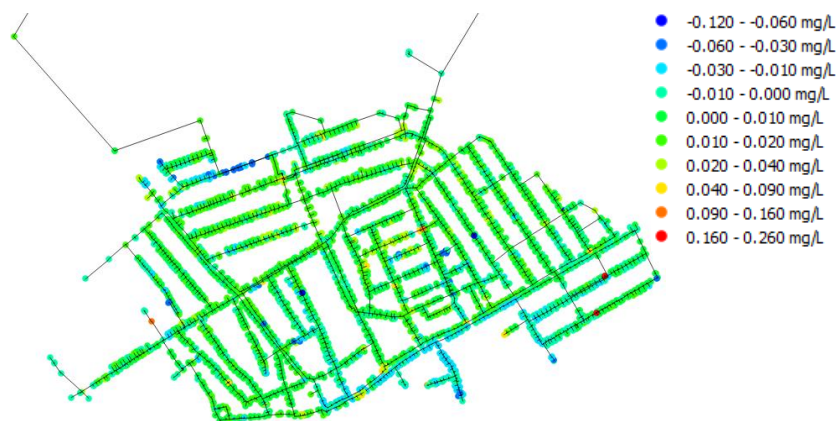


5. ábra ln C – vízkor összefüggése (saját szerkesztés)

A nem tökéletes illeszkedés jelen esetben a sebességi állandó térben változó véletlenszerű értékének, valamint a vízkor ingadozásának tudható be. Eltérést okoz még az elméleti összefüggéstől az áramlási irányok váltakozása és a különböző korú vizek keveredése. Az

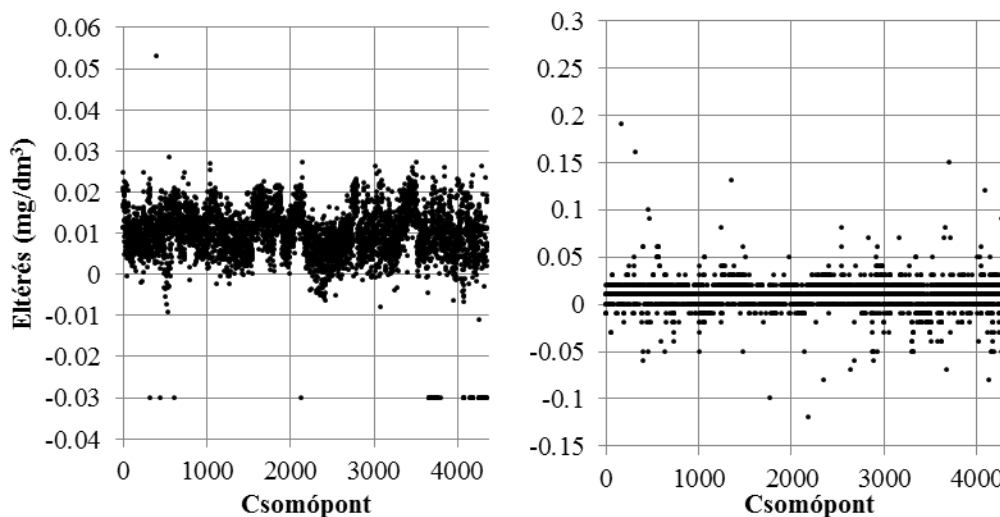
illesztés eredménye szerint a sebességi állandó  $K_b = 0,0201 \text{ h}^{-1} = 0,4824 \text{ d}^{-1}$  ami igen jól közelíti a hálózatra megadott  $0,5 \text{ d}^{-1}$  várható értéket.

Végül az így kiszámított  $K_b = 0,4824 \text{ d}^{-1}$  érték hozzárendelésre került a modell összes csővezetékéhez. Ismételt lefuttatás után lekérdezés készült az összes csomóponton mérhető klórtartalomra a 168. órában, az eredeti, véletlenszerű sebességi állandókkal rendelkező csöveket tartalmazó modellre és a második, csak a kalibrációval nyert  $K_b$  értéket tartalmazó modellre is. A 4362 darab csomóponton mért eredményeket egymásból kivonva megállapíthatóvá vált, hogy a kétféle modell közötti eltérés néhány kiugró ponttól eltekintve minimális. Az egyes csomópontokon jelentkező eltéréseket a 6. ábra mutatja.



6. ábra Eltérés a véletlenszerű térbeli eloszlású sebességi állandókkal és a kalibráció alapján egy átlagos sebességi állandóval számított klórtartalmak között a modellhálózat csomópontjain (saját szerkesztés)

Amennyiben nem kívánjuk a vízminőségi számításokat is a hálózathidraulikai modellel végeztetni, akkor egyetlen klóradagolási pont esetén megtehetjük, hogy a (2) egyenletből, pusztán a vízkor alapján számítjuk a klórkonzentrációt. Meglepő módon ebben az esetben az eltérések értéke majdnem tízszer kisebb határok között ingadozik, mint a modellszámítás esetén, ahogy az a 7. ábrán is látható.



1. ábra Eltérések a számítógépes modell (jobb oldali ábra) és a vízkor alapján kézzel számított klórtartalmak (bal oldali ábra) között a hálózat csomópontjain (saját szerkesztés)

Az eltérés egyik oka, hogy a számítógépes modell csak  $0,01 \text{ mg/dm}^3$  pontosság elérésig végzi az iterációt, ezért a jobb oldali ábrán látható eltérések is a  $0,01$  többszöröse lehetnek csak. Ezzel szemben a (2) egyenlet eredménye több értékes jegyet szolgáltat. Ehhez persze meg kell jegyezni, hogy az aktív klór mérése MSZ 448/25-81 szabvány szerinti DPD-s fotometriás

módszer csak a 0,03-4,0 mg Cl<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> tartományban, legjobb esetben is csak 0,01 mg/dm<sup>3</sup> élességgel szolgáltat eredményt. [15]

## **KÖVETKEZTETÉSEK, TOVÁBBI VIZSGÁLATI IRÁNYOK**

Az eredményekből látható, hogy bár a csővezetékekben a klórfogyás sebességi állandója akár ±50%-ot is ingadozik, az modell egészére alkalmazott sebességi állandóval számított értékekben a pontosabb modellhez képest a 4362 darab csomópont több mint 95%-án csak mintegy -0,03...+0,04 mg/dm<sup>3</sup> eltérés mutatkozik. Tehát a sebességi állandó értéke elfogadható hibával meghatározható a modellszámítás alapján becsült vízkorok és a pontszerű mintavételekből származó mérési eredmények alapján. Az így felállított sebességi állandóval dolgozó modell eredményei nem térnek el a részletesebb modellétől, mindaddig, amíg a hidraulikai peremfeltételek jól meghatározottak.

Az itt leírt egyszerűsítő, vízkor alapján történő számítási módszer legnagyobb problémája abban az esetben jelentkezik, ha a hálózaton egynél több forrás (klóradagolási pont) is jelen van, vagy az adagolási pont nem esik egybe a 0 tartózkodási időnek megfelelő vízkorral. Ilyen esetben hiába hiteles a hidraulikai modell és a vízkor számítása, a különböző tartózkodási idővel rendelkező klórt tartalmazó vizek keveredését a vízkor alapján történő számítás nem fogja megfelelően leírni, hiszen a vízkor nulladrendű kinetika szerint növekszik, míg a klórfogyás valamilyen magasabb rendű reakció szerint zajlik. A probléma közelítő megoldása lehetséges úgy, hogy minden fertőtlenítőszer beadagolási ponton nulladrendű kinetikával, egységnyi sebességi állandóval rendelkező jelzőanyag betáplálást feltételezünk, így számítható lesz a különböző beadagolási pontok eredményeképpen előálló átlagos tartózkodási idő, aminek segítségével az itt leírt egyszerűsítő eljárás már alkalmazható.

A vizsgálat javasolt menete így a következőképpen foglalható össze. Először a vízkor meghatározása kell, hogy megtörténjen, hiszen ez a paraméter olcsón, nagyszámú és pontosan mérhető vízhozam, valamint nyomás peremfeltételből, egyszerű hidraulikai kalibrációval kellő pontossággal megbecsülhető. Ezt követően a betáplált klórmennyiség és a betáplálási pontok helyzete alapján jól meghatározott vízkorral rendelkező mintavételi pontokon mért klórtartalmakból becsülhetőek a hálózat egészére, vagy egy nagyobb részére jellemző kinetikai paraméterek alapján. Ezek birtokában további összefüggések állíthatóak majd fel a vízkor-klórtartalom-fertőtlenítési melléktermék koncentrációk között. Ezekből a fogyasztókat érő terhelés már megbecsülhető és bemeneti adatként szolgálhat a kockázatok megítéléshez. Ennek a módszernek az alkalmazásakor és a település egészének vizsgálatakor nem feltétlenül szükséges a térbeli eloszlások részletes vizsgálata sem (bár a rendelkezésre álló térinformatikai eszközökkel a lehetséges elemzések nagyon sokrétűek), hanem elegendő a fogyasztási pontokra vonatkozó statisztikák vizsgálata, mely a mérési adatok bizonytalanságának becsülésével együtt nem csak a terhelés mértékéről, hanem a számított értékek megbízhatóságáról is azonnal információt szolgáltat.

## **KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS**

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.1-16-2016-00025, projekt címe: A vízgazdálkodási felsőoktatás erősítése az intelligens szakosodás keretében).

"The Project is supported by the European Union and co-financed by the European Social Fund (grant agreement #: EFOP-3.6.1-16-2016-00025, project title: Strengthening higher education in water management through intelligent specialization).

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] HANKÓ M.; FÖLDI, L.: *A környezeti kockázatok elemzése*; Hadmérnök IV. 4. (2009) 39-48. o.
- [2] BEREK, T.; DAVIDOVITS, ZS.: *Vízbiztonsági terv szerepe az ivóvízellátás biztonsági rendszerében* Hadmérnök VII. 3. (2012) 14-25. o.
- [3] BITTON, G.: *Microbiology of drinking water distribution*, Hoboken: John Wiley and Sons, 2014.
- [4] ROSSMAN, L.A.: *EPANET 2 Users manual*, Cincinnati: U.S. Environmental protection Agency, 2000.
- [5] FISHER, I.; KASTL, G.; SATHASIVAN, A.: *Evaluation of suitable chlorine bulk-decay models for water distribution systems*; Water Research 45 (2011) 4896-4908. o.
- [6] MONTERIO, L.; FIGUEIREDO, D.; DIAS, S.; FREITAS, R.; COVAS, D.; MENAIA, J.; COELHO, S.T.: *Modeling of chlorine decay in drinking water supply systems using EPANET MSX*; Periodica Engineering 70 (2014) 1192-1200. o.
- [7] FANG, H.; WEST, J.R.; BARKER, R.A.; FORSTER, C.F.: *Modelling of chlorine decay in municipal water supplies*; Water Resources 33 12 (1999) 2735-2746. o.
- [8] VASCONCELOS, J.J.; Rossman, L.A.; Grayman, W.; Boulos, F.P.; CLARK, R.: *Kinetics of chlorine decay*; Journal – American Water Works Association 89 7 (1997) 54-65. o.
- [9] FISHER, I.; KASTL, G.; SATHASIVAN, A.: *A suitable model of combined effects of temperature and initial condition on chlorine bulk decay in water distribution systems*; Water Research 46 (2012) 3293-3303. o.
- [10] AL, H.S.: Effects of water quality characters on chlorine decay in water distribution networks. Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, 2017 (PhD értekezés)
- [11] KOWLASKA, B.; KOEALSKI, D.; MUSZ, A.: *Chlorine decay in water distribution systems*; Environmental protection engineering 32 2 (2006) 5-16. o.
- [12] AREVALO, J.M.: Modeling of chlorine and chlorine decay in a pilot distribution system. Orlando: University of Central Florida, 2007 (PhD dissertation)
- [13] PAPP T.; KARCHES, T.: Evaluation of mixing in anoxic tanks in wastewater treatment. In. FÜLÖP A.; IVÁNYI P. (szerk.): *13th Miklós Iványi International PhD & DLA Symposium - Abstract Book : Architectural, Engineering and Information Sciences*, Pécs: Pollack Press, 2017. 104. o.
- [14] GIBBS, M.S.; MORGAN, N.; MAIER, H.R.; DANDY, G.C.; NIXON, J.B.; HOLMES, M.: *Investigation into the relationship between chlorine decay and water distribution parameters using data driven methods*; Mathematical and Computer Modelling 44 (2006) 485-498. o.
- [15] MSZ 448/25-81 Ivóvízvizsgálat: Aktív klórtartalom meghatározása.

## PROTECTION OF WATER BASED AND WATER ABSTRACTION SITES IN HUNGARY BASED ON STUDIES IN GYŐR

### VÍZBÁZISOK ÉS VÍZKIVÉTELI HELYEK VÉDELMÉNEK MEGVALÓSULÁSA MAGYARORSZÁGON GYŐRI VIZSGÁLATOK ALAPJÁN

TAKÁCS Krisztina

(ORCID: 0000-0002-9481-814X)

[takacs.krisztina@uni-nke.hu](mailto:takacs.krisztina@uni-nke.hu)

#### Abstract

*Water is indispensable for life and social activity, the most widely used on Earth. Today, an increasing problem is the production of sufficient quantity and quality of potable water for mankind. In order to ensure the supply of water, nowadays we must pay special attention, since it is intended to provide the consumer with adequate quality and quantity of water from a public health point of view. This also includes proper protection of water bases, which prevents any harmful substances or dirt from entering the water. Potable water supply is a special task, since in all circumstances it is necessary to ensure the smooth operation of the population. For this activity, maximum protection of the water bases and the water supply system is essential, which I will examine for Hungary, and I will also present a practical example.*

*"This article was prepared by the Ministry of Human Resources with the support of New National Excellence Program ÚNKP-18-3-I-NKE-105"*

**Keywords:** water base, water base protection, water-conduit, sampling, potable water

#### Absztrakt

*A víz az élet, a társadalmi tevékenység számára nélkülözhetetlen, a Földön a legszélesebb körben használt vegyület. Napjainkban egyre nagyobb problémát jelent az emberiség számára szükséges megfelelő mennyiségű és minőségű ivóvíz előállítása. A vízellátás biztosítására napjainkban is kiemelt figyelmet kell fordítanunk, hiszen ennek célja, hogy a fogyasztóhoz közegészségügyi szempontból megfelelő minőségű és mennyiségű víz kerüljön. Ehhez hozzátartozik a vízbázisok, illetve a vízkivételi helyek megfelelő védelme is, amely megakadályozza, hogy bármilyen káros anyag, szennyeződés kerüljön a vízbe. Az ivóvízellátás egy speciális feladat, ugyanis minden körülmények között biztosítani kell a megfelelő minőségű ivóvizet a lakosság számára. Ehhez a tevékenységhez elengedhetetlen a vízbázisok és a vízellátó rendszer maximális védelme, amelyet Magyarország tekintetében vizsgálok, valamint gyakorlati példát is bemutatok.*

*„A cikk az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-3-I-NKE-105 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült”*

**Kulcsszavak:** vízbázis, vízbázis-védelem, vízkivételi hely, mintavétel, ivóvíz

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.24.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.12.

## **INTRODUCTION**

In present advanced world, the basic criterion for ensuring that water supply is maintained in all conditions is not unexpected events that could prevent it.

The primary objective of water base protection is to deliver drinking water of sufficient quantity and quality to consumers. The first step in this process is to find a suitable water base or water resource. There is no unified regulation for the protection of water bases, so it is the responsibility of the operator of the water bases to protect the water base from any threatening factors.

Water can also be recovered in several ways, however, in order for the recovered water to be suitable for human consumption or to comply with the limits prescribed by the relevant legislation, water treatment and water purification procedures should be used in most cases. This purified water reaches the consumer through distribution networks. This process is quite vulnerable, because if there is a problem at any point in the water supply, it can affect the quality of the end product, that is the drinking water. That is why we must pay special attention to the protection of water basins and water abstraction sites.

Most of the literature discusses the above-mentioned topics separately, but in my present paper, however, I examine the topic in a complex way and the problems that may arise.

In my writing I present the water bases occurring in Hungary, I deal with the concept of sustainable water management, introduce the drinking water supply as a critical infrastructure element. I deal with legal regulation of water base protection. I also say about the vulnerability of water intake sites and the importance of sampling. I present the hazards of biological origin occurring during the extraction of drinking water. The aim of this article was to draw attention to the importance of potable water supply.

## **CHARACTERISTICS OF HUNGARIAN WATER BASES**

As a first step, I consider it important to present the most important characteristics of water bases in Hungary. In later, I am going to detail what types of protection levels belong to different water bases.

Our country is in a fortunate position as its water resources are abundant. In potable water supply, the same quality of raw water should be produced equally from raw water of different quality. First of all, we need to get good quality raw water for potable water. In Hungary, the production of raw water is possible from four types of water bases:

### **Underground protected layers**

95% of our planet's underground water resources are structurally bound in underground rocks and minerals, and this is not seen as part of the water resource. From an environmental point of view, only the underground water body is considered to be groundwater, which in the soil and in the clay is structurally unconnected, but in the form of liquid particles, possibly in the form of steam, between the material particles.[1] We have access to underground water resources through strictly guarded closed-loop wells. The depth of wells can range from ten meters to hundreds of meters.

### **Riverside gravel bed**

From a pebble bed, also known as a beach-filtered water base. In the case of the production of shore-filtered water, we mainly use surface water. They are usually cleaned only by the water-conducting rocks, such as gravel, gravel, sand, which are in contact with them. Here is the name of the Coastal Screening. At the national level, a significant part of the public water supply, about 40%, is obtained from shore-filtered wells. However, the water base is

vulnerable due to its position and therefore needs more protection.[2] An excellent example of a shore-filtered water base is the thick gravel layer along the Danube, which acts as a physical and biological filter. Thanks to this, a shallow depth (10-25 m deep) wells and so-called wells near the river bed can be found. These wells provide water from drinking water quality, supported by a large number of laboratory tests.

### **Limestone, dolomite mountains karst**

Limestone, karst of dolomite mountains. The karst water is the one that is stored and moving in the cavity and flight systems of carbonate rocks released by the carbonated water, and in the fissure and cracking network formed by mountain structure pressure or movements. The surface is partly infiltrated, partly through the sinkholes to the rivers and passages of the mountains. The accumulation of karst water flows through the valleys to the surface through a constant or intermittent karst source. The karst water set is a reservoir of water of very variable cracks, fissures, and flights of carbonate rocks (limestone, dolomite). The karst reservoirs sometimes reach the surface and are uncovered from the top (open karst), while others are covered from above (covered karst). Open karst is unprotected against surface contamination. The hardness of karst waters is high, the water is only cloudy during major rains, otherwise it is clean and tasty, usually suitable for drinking.[3] Such limestone and dolomite mountains in Hungary are Bakony, Vértes, and Bükk.

### **Surface waters**

Rivers, lakes and artificial reservoirs, as well as sea waters, form a group of surface waters. The water from the streams and rivers is made up of rainwater collecting on the surface, leaking from the soil and artificially highlighted water. River water usually contains fewer dissolved salts in well water, but much more floating substances, such as mineral, vegetable and industrial contaminants. The bacterial content of the rivers is able to oxidise the organic pollutants that flow into the rivers: this allows the self-cleaning of the rivers. [4]

In Hungary, 98% of the total water supply comes from groundwater, as these stocks are practically present, exploitable and generally less polluted throughout the country, making their cleaning more economical.[5] This ratio is also in line with the recommendation of the World Health Organization to WHO municipalities. On this basis, household drinking water needs should, as far as possible, be met by groundwater resources, as they are less susceptible to pollution-related pollution than surface waters, their quantity and quality are more uniform and generally require much less water treatment technologies.

Surface water, however in much larger quantities than groundwater, is only used in areas where potable water supply would not otherwise be possible. This is because surface water is directly exposed to contaminants, making cleaning more expensive.[6] In Hungary, we get surface water from many artificial reservoirs in the Tisza (eg Szolnok), Bükk and Mátra, and from Lake Balaton.

In addition, it should also be mentioned that the elimination of pollution, rehabilitation of contaminated groundwater bases is much more difficult, costly and time consuming than for surface waters.

Although groundwater is indeed much more protected than the surface due to the geological formations above it, it does not mean complete safety. Some groundwater basins are particularly vulnerable, which means that there is no thick layer of water or a barrier that prevents surface contaminants from leaking into the aquifer and causing them to appear in the extracted water sooner or later.



The most common sources of groundwater contamination are non-sewage settlements, excessive use of agricultural chemicals, livestock farms, inadequate waste disposal, oil and fuel storage, military and industrial facilities, surface and underground mining.

## **SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT**

The protection of water resources has always been an important aspiration for the states, and it is no different nowadays. According to the results of the WHO and UNICEF Joint Monitoring Program (JMP) surveys, in 2008, 884 million people did not have access to adequate drinking water quality and 2.6 billion people lacked adequate sanitation. The emerging conflict situation warns that global water resource management should not violate the principles proclaimed in 1948 in the Water Charter (Council of Europe, 6 May 1948). Inadequate use of the water resources available in limited quantities poses a threat to the environment and to sustainable development. This recognition has led different countries to create water protection conventions and legislation. They are very diverse. An overview of the 17 major water management and water-related international and national water agreements is included in the Water Charter 12. [7]

The basic rules of water management are laid down in the LVII of 1995 on water management. law. It lays the foundations for a general state and municipal activity system for protecting the environment. Determines the structure of the environmental management system and the responsibility of society as a whole through the responsibility of individuals to protect their environment.[8] In the field of water management, we should also mention the protection of water bases, as this, among other things, contributes to the development of safe drinking water supply.

Efforts should be made for both industrial and residential water users for sustainable water management. It is also necessary to adapt to the effects of global climate change on water management and water use.[9] In the following, I will examine these issues.

## **WATER SUPPLY AS THE CRITICAL INFRASTRUCTURE ELEMENT**

Critical infrastructures refer to a network of interconnected, interactive and interdependent infrastructure elements, facilities, services, systems and processes that are vital to the functioning of the country (population, economy and government) and have a meaningful minimum level of legal certainty. , public security, national security, economic operability, public health and the environment. Critical infrastructures are those networks, resources, services, products, physical or information technology systems, equipment, devices and their constituent parts, whose malfunction, disruption, loss or destruction may have a direct or indirect, temporary or long-term impact on the economic, social welfare, public health, public security, national security, the national economy and government.[10]

Drinking water service is provided by Decree 2080/2008 on the National Program for Critical Infrastructure Protection. (VI. 30.) Governmental Critical Infrastructure (Sector IV), the protection of which, inter alia, is the responsibility of the public utility operator. It also deals with the protection of water bases in this sector in detail.

## **LEGAL REGULATION OF WATER BASEE PROTECTION**

In the last decade, the concept of water base protection has become more and more publicly known, one of the signs that the importance of water resources for drinking water has increased throughout the world. Economic and social analyzes consider the issue of drinking water as one of the key factors in the development of decades and centuries. The concept of water base was first mentioned in the LVII of 1995 on water management. law. Waterbase:

Area or sub-surface area used by, or designated for, water abstraction facilities and water resources extracted therefrom with existing or planned water supply facilities.[8]

The legal bases for the legal regulation of water bases are the 123/1997 on the protection of water bases, water bases and water supply facilities. (VII. 18.) Government Decree.

There are two types of water bases in it. On the one hand, the existing water bases that meet current needs and on the other, the long-term water bases that will provide future drinking water supply. These are areas that have good water-carrying capacity and will be used as a water extraction plant in the future.[11]

In the wording of Government Decree 123/1997. (VII. 18.), the designation is based on the time of reaching the presumed contamination to a given water production site:

- internal protection zone (water intake and direct protection of water resources from contamination and damage) - 20 day access time,
- external protection zone (non-decomposing, protection against bacterial and other degradable contamination) - 6 months access time,
- hydrogeological zone A, zone B protective dams (protection against dangerous pollution of different danger) - access times: 5 years, 50 years.

Each zone has a different function, but overall it serves the same purpose of preventing and limiting existing and future polluting activities to varying degrees. Protective areas are intersections with protective surfaces with the surface. Geologically protected (non-vulnerable) water basins have only a protective dome, but according to the law, a minimum 10 m radius of internal protection is required at this time. In order to ensure strict protection around the production wells, the internal defense areas are always owned by the state or the local government. In other areas of protection, the owner of the property is obliged to comply with the Protected Area Decision and carry out his activities taking into account the aspects of water base protection. The process of designating defenses and protective areas ends with the issuing of an official decision and, as a consequence, the land registry entry.[12]

### **OWN TESTS, SAMPLING**

In addition to water basins, water abstraction sites should also be mentioned, as their protection also plays a role in providing adequate drinking water. The quality of the drinking water provided must be checked regularly, in accordance with the legislation, for the required chemical, microbiological and microscopic biological parameters. The number of samples to be taken each year depends on the number of inhabitants of the settlement and the amount of water supplied. The waterworks operator must ensure that the quality of drinking water is checked in an accredited laboratory for drinking water testing. In addition, the authorities' laboratories conduct water tests in the municipalities. The minimum sampling and testing frequency, which is determined on the basis of the amount of water supplied or the number of inhabitants, is set out in 201/2001. Annex 2 to Government Decree. In some parts of Győr, an average of 4 samples per year are taken by the local water company, where a control test is carried out. The purpose of this is to provide regular information on the organoleptic and microbiological quality of drinking water for human consumption, on certain chemical water quality characteristics, on changes in water quality, and on the effectiveness of water treatment. The following parameters are checked during the test: color odor, taste, turbidity, pH, conductivity, *Esherichia coli*, Coliform bacteria, colony count at 22 ° C and 37 ° C. In addition to the inspection test, a detailed inspection should be carried out once a year to determine whether the drinking water meets all the requirements of the Regulation.[13]

Sampling takes place on the one hand at water abstraction points and on the other hand at designated consumer points, which may be public drains, faucets, public toilets, wells. Samples to be tested are taken by a designated sample person who is regularly trained. For

bacteriological testing, it is important to flush the water outlet, such as the pin of the tap, to prevent external impurities from getting into the water. We open the tap and then let the water in sterile glass after a few minutes. The samples are then shipped to the accredited Quality Control Laboratory as soon as possible, where the required microbiological tests are performed.

If a sample exceeds a value, the provider will take the necessary measures to improve the water quality, for example, by the competent authority or by the health authority. chlorination, and then sampling as necessary, should be repeated to ensure that the measured values are within the limit.

The human factor plays the major role in the proper implementation of sampling. There are a number of rules that need to be followed to get a real result when examining a sample.

### SAMPLING FREQUENCY, RESULTS

In connection with this study, from January 2018 to November 2018, the microbiological test results of the samples taken from designated sampling sites will be presented at regular intervals in order to monitor water quality. In the examined period, a total of 165 samples were taken by Pannon-Víz Zrt., Of which 561 bacteriological tests were performed. I also took part in the examination of the samples. The results of the examined samples are summarized in Table 1.

201/2001. (X. 25.) Government Decree No. 1, item A, microbiological water quality characteristics include *E. coli*, *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, colony number at 22 ° C and 37 ° C. According to point A, the sample is objectionable if the water is inadequate, contains various microorganisms, substances that endanger human health. Point C of the Decree includes water quality characteristics such as *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, Coliform bacteria, total germ, pH, iron and manganese content, color, taste, turbidity. This primarily has a control role, so this water does not contain any substance that endangers human health, it does not present a direct public health hazard, but it may also contain substances that interfere with water use (such as aesthetic or other complaints), or so-called indicator bacteria.

The samples examined show that none of the samples complained of under "A" was in the year 2018; *E. coli* in the water. Inadequate samples were most often based on the presence of high colony count, Coliform, and *Pseudomonas aeruginosa*. Taking into account the data of the last 1 year, it can be stated that during this time there were very few problems with drinking water compared to the number of samples taken and the microbiological tests performed.

Place of sampling	Number of samples (db)	Number of bacteriological tests (db)	Number of samples objected to under "A" (db)	Number of samples objected to under "C" (db)
Győr	165	561	0	6

**Table 1** Number of samples taken in the area of Győr (compilation of the author based on the data of Pannon-Víz Zrt.)

Many have been dealing with the physical protection of water bases, so I would like to say a few words about the biological hazards that threaten water bases.

## OCURRENCE OF HAZARD ON THE WATER BASES

Examining the types of water pollution and the most frequent threats to water bases, it can be stated that infections are usually caused by biological threats, such as bacteria, viruses, protozoa, fungi, worms.

Water-borne infections are mainly due to diarrhea, vomiting and high fever, but there may be other symptoms. Such infections usually affect not just one person. In many cases epidemics can develop.[14]

In the case of biological risks, one of the biggest sources of water pollution, industry, including the chemical industry, the food industry and light industry, is the most problematic. In fact, wastewater is often discharged into surface waters without prior purification, which is more dangerous than communal wastewater, since it contains a large amount of organic and mineral contaminants, and even toxic substances are present. In fact, communal wastewater is the used water of settlements. In this organic substances, proteins, fats, carbohydrates are most commonly found. In addition, it should be mentioned that biological contaminants are also present, including viruses (eg Hepatitis A, Norwalk virus) or bacteria (eg *Escherichia Coli*, other coliform bacteria).[4]

### Bacteria

Certain types of bacteria can lead to deterioration in water quality, can be dangerous to public health, or cause epidemics.

*Clostridium perfringens*, which is a sulphite-reducing anaerobic bacteria, can cause water quality to deteriorate as spores can survive in the water for a long time and can withstand disinfection. Removal from the water is possible by filtration. Their presence in drinking water refers to errors in the filtration procedure.[15]

*Coliform bacteria* are the genera of the lactose lactose at 30 °C (*Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Escherichia*) of the *Enterobacteriaceae* family, which are members of the normal intestinal flora of animals. If they occur in food, the possibility of contamination of the faeces occurs. [16]

Coliform bacteria are found in wetlands, soil and vegetation; and are generally present in large numbers in the faeces of warm-blooded animals. While these bacteria alone do not cause serious disease, their presence indicates that other fecal pathogens may be present. When coliform bacteria enter the human body, they cause diarrhea and vomiting. [15][17]

General information on the presence of faecal contamination and safely detectable bacteria (eg *Escherichia coli*) is available for water contamination. These bacteria are found in the intestinal tract of humans and animals, where they form part of the aerobic, facultative anaerobic normal bacterial flora and are essential for digestion.

Most *E.coli* strains are harmless, but some strains cause pathogens and diarrhea.[18] Other typical symptoms of the disease are abdominal cramps, sudden watery diarrhea, occasionally bloody, and sometimes nausea, vomiting and fever. Most patients recover within one or two weeks.[18]

Although *Escherichia coli* itself can be a pathogen, it is not usually the bacterium itself that poses a health risk, but its appearance in the water means that the water in question has recently been contaminated with faeces. In this case, bacteria that cause certain diseases (typhoid, cholera, dysentery) are also attempted.[4]

The number of bacteria growing at 22 °C provides information on the general bacterial contamination of the water network and the state of the network and drinking water to support bacterial growth. The high number of colonies is usually the result of post-proliferation in the water network. It can also contribute to corrosion of the network, water stagnation or high organic matter content of raw water. Originally a large number of colonies are also present in areas where the temperature of the raw water is permanently high. The 22 °C colony number

is given by non-human environmental bacteria with no significant health risks. Indicator of bacteria indicates that the conditions in the water system allow bacteria to multiply. In the case of an increase in the number of colonies, the primary solution is to sponge the net to remove mineral or microbial deposits.[15]

*Pseudomonas aeruginosa* and *Legionella* must be a problem for public health. *Pseudomonas aeruginosa* is found in soil, water, wastewater and faeces. It is not suitable as a faecal indicator because of its tendency to reproduce on the surface of organic matter in contact with water and water. Risk of infection through bodily injury, wounds, or inhalation. Its presence refers to the deterioration of the microbiological quality of the water.[14]

The *Legionella* is a genus commonly found in aqueous media. More than 50 species are known, of which at least 20 can be human pathogens. The infection is not caused by water absorption but by inhalation of water spray containing *Legionella* (eg during showering or rinsing the toilet). It is generally not dangerous for a healthy person, but rather a health risk for weakened immune systems. Can proliferate in any built-in aqueous environment with slow flow or stagnant water at temperatures between 20-55 ° C.[14]

The disease-causing bacteria are the *Vibrio* and *Shigella* species. Millions of deaths caused by *Vibrio cholera* have died in the past, but infection is still common in some countries. The source of the infection is drinking water contaminated with faeces, the water that has been soaked and washed. Cholera is one of the fastest developing diseases. The bacterium produces enterotoxin, which destroys ion transport in the intestinal epithelium, and consequently dehydrating diarrhea may occur. Mortality rate without adequate therapy is very high, 20-60%.[19]

In the genus *Shigella*, four species are distinguished, which are pathogens of the haemostasis. In Hungary, *Shigella sonnei* is the most common. It spreads directly or indirectly (from food, water, feces) from man to man with an infectious disease associated with diarrhea, bloody bowel movements, and analgesia. In general, spontaneous healing occurs within 3-5 days, but in infants and malnourished adults, dysentery can be fatal.[18]

The microbiological characteristics listed and the associated limit values can be found in Table 1. It can be seen that there is no present limit of *Escherichia coli*, *Enterococcus* bacteria, *Pseudomonas aeruginosa*, or the limit of 0 for enteric or other pathogenic microorganisms.

Test characteristic	Limit	Regulation
<i>Escherichia coli</i> (E.coli)	0/250 ml	201/2001. (X. 25.) government decree
<i>Enterococcus</i>	0/250 ml	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0/250 ml	
Number of colonies at 22 ° C	100/ml	
Number of colonies at 37 ° C	20/ml	
<i>Legionella</i>	different levels of risk management measures	49/2015. (XI.6.) EMMI decree
Other pathogenic microorganisms (eg <i>Shigella</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Vibrio</i> )	0/5000 ml	MSZ 450/1-1989

Table 2 Limit values for microbiological water quality characteristics. [20]

## Viruses

Detecting and testing viruses from water is much more difficult than bacteria. In addition, the situation is complicated by the fact that the regulations in force in Hungary do not contain mandatory tests or limit values. In waters, viruses can survive for a long time (3-10 months) and are highly resistant, with only strong disinfectants inactivated. The most common viruses in water are: Hepatitis A, Calicivirus, Rotaviruses.[18]

Hepatitis A is the most well-known pathogen among water-borne viruses. The main source of infection is the inadequate hygiene level or inadequate quality of drinking and wash water. When eating food, it is advisable to take care not only of raw vegetables and fruits, but also of all raw foods, in order to reduce the risk of infection. It causes one or two weeks of illness with jaundice and malaise. The virus is excreted by the stool of the patient.

Diseases caused by *calicivirus* noroviruses (Norwalk viruses) are the second most common viral infections after rhinitis. They cause gastrointestinal infectious disease.[18]

Globally, rotavirus infection causes the majority of vomiting and diarrhea diseases among children and infants. In more severe cases, it may cause dehydration. The incubation time is usually 2 days. Water is the source of the infection, but the frequency of contact is also high. Often this causes a disease called diarrhea in travelers. The danger is that high levels of water loss result in milder or more severe dehydration, or even life-threatening conditions.

## Other biological risks

About *protozoa*, or animal monocytes, the source of infection is water contaminated with faeces. Infected people may experience headache, vomiting, diarrhea and dehydration. Preventing personal and environmental hygiene regulations and avoiding faecal contamination of water is important in their prevention.

Of the *worms*, the human body is infected by water through cylindrical or tapeworms. Their presence may mean external contamination, technical problems in the water network, cracking, inadequate fitting of pipe fittings. Usually they are not parasites, but they can become infectious agents with their unicellular pathogens. Fortunately, their incidence in drinking water is very rare.[19]

*Cyanobacteria*, or more commonly known as blue algae, are closely related to bacteria. The structure of their cells is basically the same as that of the bacteria, but they have no whip-like forms. Their toxic variants are also known, which can cause liver inflammation. They can overgrow in hot weather and cause water blooms. [21]

*Iron-Manganese Bacteria* the most common living entity in drinking water. Growing in the network causes yellowish-brown discoloration of the water, and has a taste and odor. They also play a role in corrosion and corrosion processes. They originate from surface waters and waters offshore. They have a taste, smell and color.

*Fungi* can also occur in surface water and in wastewater. Their occurrence in drinking water indicates technological deficiencies and deterioration. Fungus spores can be water quality degrading. They are harmful to health when they produce different toxins.[14]

From the above it can be seen that the infection of waters is basically caused by viruses, bacteria, fungi, protozoa, which are relatively fast mutated, usually with high resistance, and are often resistant to previously proven methods of protection. Their impact depends largely on the age of the consumer, the nutrition, and the resistance of the body. The spread of the infection is related to the stakeholders and the compliance with the epidemiological rules.[22] For the quality of drinking water quality, the protection of water basins, water extraction sites, and the treatment of extracted raw water by various disinfectant methods play an important role:

- disinfectant dosing or chlorination that kills microorganisms,
- UV irradiation, inactivates microorganisms,

- ultrafiltration, nanofiltration removes microorganisms,
- natural biological screening that removes the living environment of microorganisms by extracting organic matter.

It is clear from the list that biological screening has the most advantageous properties. Recent research has also shown that natural coastal screening may not only be effective against bacteria but also against viruses.[22] In recent years, the adverse effects of extreme weather events as a result of global climate change are also a threat to water bases. [24] The amount of precipitation that falls during the flood-like rain cannot be led by the sewer network, the water appearing in a given area is congested and forms a coherent water surface as inland water. The problem is particularly severe in places where no separate rainwater drainage system has been built, but rainwater also flows into the sewage system. Here, in the event of saturation, rainwater mixed with waste water enters the environment, which poses a risk of infection outside the human environment as regards the elements of the water supply system.

## SUMMARY

Nowadays, special attention should be paid to the issue of sustainable water management, which, among other things, guarantees that drinking water of adequate quality is supplied to consumers. The water utility service is an element of the critical infrastructure, so the various processes must be carried out with due care. The first and most important step is the protection of the water base, for which there is no uniform specification, but it is definitely one of the most important factors in water extraction and drinking water supply. With adequate mechanical protection of the water bases, it is possible to prevent any dirt from entering the water.

Examining the types of water pollution and the most frequent threats to water bases, it can be stated that infections are usually caused by biological threats, such as bacteria, viruses, protozoa, fungi, worms. In my writing, I described these risk factors of biological origin, presenting the most common types, as well as the limits set by the laws, standards and specific tests.

I found it important to demonstrate the proper protection of water bases and the regular inspection and control of waters, since the consumption of water contaminated water has a negative impact on human health, as it can lead to the development of diseases, infections and even epidemics. The choice of disinfection procedures is always determined by the way, time, size of the infection and the population of the affected area. With my research results, I wanted to help the work of the water protection professionals.

## REFERENCES

- [1] RAKONCZAY Z.: *Környezetvédelem*, Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 2004.
- [2] RAJNAI Z., RAJNAI T.: *A víz és Magyarország*, Budapest, 2012
- [3] PREGUN CS., JUHÁSZ CS.: *Vízminőségvédelem*, Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma (AGTC), 2010.
- [4] FÖLDI L., HALÁSZ L.: *Környezetbiztonság*, Complex Kiadó Kft. Budapest, 2009
- [5] MÁDLNÉ SZÖNYI J.: *Hidreológia*. Budapest: ELTE, 2013. (elektronikus egyetemi jegyzet)  
<http://ttktamop.elte.hu/sites/tktamop.elte.hu/files/tananyagok/hidrogeologia.pdf>  
(downloaded: 2018. 11. 02.)

- [6] SCHMOLL, O., HOWARD, G., CLINTON, J., CHORUS, I.: Managing the Quality of Drinking-water Sources in Protecting Groundwater for Health. London: World Health Organization, 2006. [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/PGWsection1.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/PGWsection1.pdf) (downloaded: 2018.11.02.)
- [7] BODÁNE KENDROVICS R.: Vízminőség-védelem gyakorlati oktatási metodika fejlesztése a műszaki felsőoktatásban. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem, 2012. (Doktori értekezés)
- [8] 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról
- [9] TAKÁCS K., KUTI R.: Fenntartható vízellátás biztosításának aktuális kérdései. Védelem Tudomány, Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat II 2 (2017) 304-317.o.
- [10] 2080/2008. (VI. 30.) Kormány határozat a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról.
- [11] 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről
- [12] KALUZSA A., KUTI R., BEREK T.: Biztonsági szempontok a vízellátásban, Műszaki Katonai Közlöny XXVIII. /2. 2018, pp. 307-316. [http://hkk.archiv.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF\\_2018\\_2sz/PDF\\_2018\\_2sz.pdf](http://hkk.archiv.uni-nke.hu/downloads/kiadvanyok/mkk.uni-nke.hu/PDF_2018_2sz/PDF_2018_2sz.pdf) (downloaded: 2018. 12. 05.)
- [13] 201/2001. (X.25.) Kormányrendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről.
- [14] DÁVIDOVITS ZS.: A lakossági ivóvízellátás környezetbiztonsági kockázatai csökkentésének lehetőségei és az ivóvízbiztonsági tervezés kapcsolatrendszere. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2015. (Doktori értekezés)
- [15] ORSZÁGOS KÖZEGÉSZSÉGÜGYI KÖZPONT: Ivóvíz kiskaté, lakossági tájékoztató a gyakran ismételt kérdésekről, 2016. <http://oki.antsz.hu/files/dokumentumtar/kiskate-2016-03.pdf> (downloaded: 2018.12.05.)
- [16] BÍRÓ G.: Élelmiszer-higiéna. Agroinform Kiadó. 2014. 668.o.
- [17] ÁLLAMI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI ÉS TISZTIORVOSI SZOLGÁLAT Országos Tisztiorvosi Hivatal Kommunikációs Főosztály Közlemény, 2010. [http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/lakossag/antsz\\_vorosiszap\\_info.pdf](http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/lakossag/antsz_vorosiszap_info.pdf) (downloaded: 2018.12.15.)
- [18] DEÁK T.: Élelmiszer- Mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó. 2006. 382.o.
- [19] BALLA CS., SIRÓ I.: Élelmiszer-biztonság és-minőség I.. Mezőgazda Kiadó, 2007.
- [20] KRETZ A.: Az ivóvízkészlet- szennyezés fajtái, különös tekintettel a biológiai szennyeződésekre. Műszaki Katonai Közlöny, XXVIII 2 (2018) 146-158. o.
- [21] TURCSÁNYI G.: Növénytan. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 2005.
- [22] KUTI R., GRÓSZ Z.: Biológiai eredetű veszélyhelyzetek kezelése, előtérben a mentesítési feladatok, HADMÉRNÖK XI./1. 2016, pp. 125-132. [http://www.hadmernok.hu/161\\_13\\_kutir\\_gz.pdf](http://www.hadmernok.hu/161_13_kutir_gz.pdf) (downloaded: 2018.12.15.)



- [23] MÁTTYUS S.: Vízellátás. Budapest: General Press, 2008.
- [24] R. KUTI, Á. NAGY: Weather Extremities, Challenges and Risks in Hungary, ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN PUBLIC MANAGEMENT SCIENCE 14./4. 2015, pp. 299-306. [http://archiv.uni-nke.hu/uploads/media\\_items/aarms-vol-14 - issue4 -2015.original.pdf](http://archiv.uni-nke.hu/uploads/media_items/aarms-vol-14 - issue4 -2015.original.pdf) (downloaded: 2018. 12. 15.)

## A MAGYAR LAKOSSÁG SEBEZHETŐSÉGÉNEK, SÉRÜLÉKENYSÉGÉNEK VIZSGÁLATA A GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁS EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAIN KERESZTÜL

### INVESTIGATING THE VULNERABILITY OF THE HUNGARIAN POPULATION THROUGH THE GLOBAL CLIMATE CHANGE'S HEALTH EFFECTS

TEKNŐS LÁSZLÓ

(ORCID: 0000-0003-0759-5871)

[tekno.laszlo@uni-nke.hu](mailto:tekno.laszlo@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

Nemzetközi és hazai kutatások szerint az éghajlatváltozásnak vannak az egészséget érintő hatásai, melyek egyrészt lehetnek közvetlenek, pl. a hőhullámok hatásai, árvizek, viharok okozta halálozások, sérülések, károk és közvetett hatások, mint a vektorok által terjesztett betegségek előfordulásai (pl. szúnyogok), a vízminőség, levegőminőség, élelem elérhetőségei és minőségei.

Jelen publikáció az éghajlat változásának lakosságot érintő hatásaival foglalkozik nemzetközi, és hazai szinten.

A szerző kérdőíves felméréssel vizsgálja, hogy a megkérdezettek általánosságban hogyan gondolkodnak a globális éghajlatváltozás egészségügyi hatásairól, azokból mennyit érzékelnek, illetve a témával kapcsolatos reagáló, - önmentési képességük alapján milyen lehet a sebezhetőségük, kitettségük.

„A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.”

**Kulcsszavak:** globális klímaváltozás, egészség, hőhullám, betegségek, önmentő képesség, sebezhetőség, kitettség

#### Abstract

According to international and domestic researches, climate change has health effects that can be direct, e.g. heat waves, floods, storm-related deaths, injuries, damage; as well as indirect effects such as the occurrence of vector-borne diseases (e.g. mosquitoes), water quality, air quality, access to food and quality.

This publication investigates the effects of climate change on the population at international and domestic level.

The author uses a questionnaire survey to examine how respondents generally think about the health effects of global climate change, how much they perceive and respond to the topic - their vulnerability and exposure based on their self-rescue capacity.

„The publication is supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.”

**Keywords:** global climate change, health, heat wave, illness, self-rescue capacity, vulnerability, exposure

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.05.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.14.

## INTRODUCTION

Mára már bebizonyosodott, hogy az éghajlatváltozás hatással van az emberi szervezetre, hozzájárul a globális betegségteherhez. A klímaváltozásnak vannak az egészséget érintő hatásai, melyek egyrészt lehetnek közvetlenek, pl. a hőhullámok hatásai, árvizek, viharok okozta halálozások, sérülések. Illetve közvetett hatások, mint a vektorok által terjesztett betegségek, az ember mindennapi életéhez szükséges szolgáltatások (kiszolgáló infrastruktúrák) kiesései, zavarai, a vízkészlet mennyiségi, minőségi romlása következtében fellépő kihívások, étel- és élelmiszer-biztonsági problémák (étel- és élelmiszer-eredetű megbetegedések), levegőtisztasággal okozta megbetegedések, környezeti, klíma menekültek számának drasztikus emelkedése stb.

Jelen publikáció az éghajlat változásának lakosságot érintő hatásaival foglalkozik nemzetközi, és hazai szinten. A szerző kérdőíves felméréssel vizsgálja, hogy a megkérdezettek általánosságban hogyan gondolkodnak a globális éghajlatváltozás egészségügyi hatásairól, azokból mennyit érzékelnek, illetve a témával kapcsolatos reagáló,- önmentési képességük alapján milyen lehet a sebezhetőségük, kitettségük.

## A GLOBÁLIS KLIMAVÁLTOZÁS EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI

*„Mindenkinek joga van a testi és lelki egészséghez.”*  
Alaptörvény XX. cikk (1)

Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (továbbiakban: IPCC), mint az éghajlatváltozással foglalkozó legnagyobb nemzetközi testület 1991-ben az első jelentésében már megemlíti az egészségügyi hatásokat, de a klímaváltozás és az egészségügy kapcsolatának tudományos vizsgálatát az IPCC második jelentése 1996-ban alapozta meg. Ebben a jelentésben a 2. munkacsoport (IPCC WORKING GROUP II) „Vulnerability to climate change”<sup>1</sup> fejezetben már egy egész részben (3.5. alfejezet – Human health) öleli át a témát, mutatja be az egészséget károsító hatásokat.<sup>2</sup> [1] [2] A 2001-ben kiadott harmadik jelentésben további vizsgálati eredményeket közöl a humán hatásokról. [3] A hőmérséklet-növekedés hatásai (közepes megbízhatósággal) a következők: hőséggel összefüggő elhalálozás emelkedhet Európában. Növekedhet a fertőzőbetegség-hordozók megjelenése és/vagy elterjedése bizonyos területeken. Prognosztizálható az allergiát okozó növények megjelenése és/vagy elterjedése, és a pollenkoncentráció megváltozása a közepes és magas északi szélességeken. [4; p. 34] A 4. értékelő tanulmányban (2007) szintén a második (a Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability) munkacsoport foglalkozik a 8. fejezetben az emberi egészségügyi hatásokkal. A hőhullámokkal kapcsolatban Európát tekintve, Dél-Európában, illetve Közép- és Kelet-Európában várható a hőhullámok bekövetkeztének gyakorisága, mellyel az egészségügyi kockázatok is nőnek. [4; p. 42]

Az IPCC 5. jelentés 2. számú topikjában (fejezetében) az éghajlat által a jövőben okozott kockázatok és hatások részben a 2.3.2. alfejezet foglalkozik – többek között – az emberi egészséggel. Éghajlatváltozás 2014 Szintézis Jelentés Döntéshozói Összefoglalóban a változó éghajlat által a jövőben okozott kockázatok és hatásokat tekintve, az évszázad közepére a becslések alapján, az éghajlatváltozás hatással lesz az emberi egészségre, úgy, hogy

<sup>1</sup> Az IPCC kettes munkacsoportja készítette a Vulnerability to climate change: Az éghajlatváltozásra való érzékenység

<sup>2</sup> Az első IPCC értékelő 1991-ben még nem foglalkozott a járványokkal, az éghajlatváltozás egészségügyi hatásaival.

súlyosbíthatja a már létező egészségügyi problémákat (ez nagyon nagyfokú megbízhatóságú). Az éghajlatváltozás hatására számos régióban nő majd a betegségek száma a XXI. században, különösen a fejlődő országokban (nagyfokú megbízhatóságú). [5] [6]

Mára már bebizonyosodott, hogy az éghajlatváltozás hatással van az emberi szervezetre, hozzájárul a globális betegségteherhez. [3] A globális klímaváltozás egészségkárosító hatásai többféleképpen következnek be: [1] [7]

- Az időjárási szélsőségek fizikai hatásán keresztül (hőmérséklet, csapadék, szél által okozott fizikai-mentális terhek. A SREX jelentés szerint a szélsőséges események hatással vannak, lesznek az egészségügyre, élelmiszerbiztonságra, mezőgazdaságra, vízgazdálkodásra stb. [8]
- Fertőző betegségek növekvő száma alapján (kedvezőbb szaporodási feltételek világszerte, mutáció miatt erősebb törzsek stb.),
- A vízkészlet mennyiségi, minőségi romlása következtében fellépő kihívások,
- Élelmiszer-biztonsági problémák (élelmiszer-eredetű megbetegedések),
- A környezeti, klíma menekültek számának drasztikus emelkedésével.
- Rosszabb alkalmazkodóképesség: az alultápláltság és az abból következő rendellenességek fokozódása, növekvő halálozási, megbetegedési és sérülési arány a növekvő a gyakoribb, intenzívebb hőhullámok, aszályok, árvizek, viharok következtében. A hasmenéses megbetegedések növekvő számai, az éghajlatváltozással összefüggő magasabb talajszinti ózonkoncentrációkkal kapcsolatos keringési-légzőrendszeri megbetegedések okán, a fertőző betegség hordozóinak megváltozott térbeli eloszlása miatt. [9; p. 39]

## **A magas hőmérséklettel kapcsolatos kihívások**

A rendkívüli meleghez a szervezetnek idő kell az alkalmazkodáshoz, ha erre az idő kevés, akkor kialakulhat, felléphet bőrkiütés, fáradtság, görcs, hirtelen ájulás, kimerülés, hőség, hősokk, napszúrás, és a hirtelen elhalálozás. Mivel a hőhullámok egyre intenzívebbek és időben egyre jobban elnyúlnak, ezért ez az alkalmazkodás komoly kihívás és feladat lesz a jövőben. A legnagyobb veszélynek a városi lakosság van kitéve (városi hősziget, nagyobb népsűrűség stb.), azon belül is leginkább sérülékenyek a krónikus betegségekben szenvedők, illetve a 65 év felettek. [3] A hőséggel, hőhullámokkal szembeni kitettség a WHO szerint (2006-os adatok alapján) a 4 év alatti gyerekeknél, a 65 év feletti időseknél, a túlsúlyos embereknél és az ágyban fekvő betegek a legnagyobb. [10] A hőség halálozási aránya elsősorban a krónikus szívérrendszeri, valamint légzőszervi betegségek esetén legmagasabb. Az elhízottak, a vesebetegek, az anyag-csere betegségben szenvedők vannak a legnagyobb veszélyben hőhullámok esetén. [11]

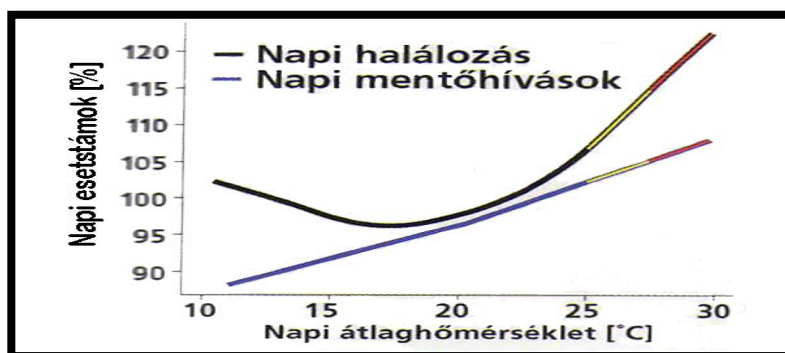
Az IPCC 4. jelentése szerint a hideggel kapcsolatos halálozások számai csökkenni fognak a mérsékelt övi területeken, viszont a rendkívüli meleg miatt növekedéssel kell számolni a fejlődő országokban. [4; p. 39]

## **A hőmérséklet és a napi halálozás kapcsolata**

Hazai szinten 2000 óta foglalkoznak a klímaváltozás egészségkárosító hatásának vizsgálatával a Nemzeti Környezet- Egészségügyi Akcióprogram (NEKAP) keretén belül. A vizsgálatok kiterjedtek a napi átlag, a minimum, maximum hőmérséklet, a hőmérsékletingadozások, a relatív páratartalom, légnyomás és a napi halálozás összefüggéseire, továbbá általános additív módszerrel kiszámolták az időjárási változók hatását a napi halálra. Ezek alapján megállapították, hogy az extrém időjárási események közvetett és közvetlen hatásokat idéznek elő. Foglalkoztak a hőmérséklet és a napi halálozás kapcsolatával (elsősorban Budapesti

viszonylatban), a sztratoszférikus ózonréteg csökkenésének egészségi következményeivel, a vektorok által terjesztett fertőző betegségek alakulásával, valamint az allergén növény- és gombafajok pollen/spóra szórásának összefüggéseivel az időjárás változás függvényében. [3]

A hőmérséklet és a napi halálozás kapcsolatát 2000-től vizsgálják Magyarországon. A kutatás elsősorban Budapestre koncentrálódik. A vizsgálatok szerint a napi átlaghőmérséklet 5 °C-os növekedése szignifikánsan növeli az összes vizsgált halálozás kockázatát. A legnagyobb mértékű rizikót a szív és érrendszeri halálozás kockázata jelenti. A hóhullámok és a sürgősségi mentőhívások kapcsolatának vizsgálatára 1998-2004 között került sor Budapestre vonatkoztatva. A napi hőmérséklet 10 °C-os emelkedése a sürgősségi mentőhívások számát fiataloknál 24 %-kal, a teljes lakoságnál 10 %-kal növelte meg. Az első meleg napon 20 %-kal nő a sérülések gyakorisága, de a törések és zúzódások miatti sürgősségi hívások száma is növekszik. [7]



1. ábra A napi átlaghőmérséklet hatása a napi halálozásra és a sürgősségi mentőhívások gyakoriságára (Készítette: ismeretlen) [12]

Az 1. ábrán lehet látni, hogy a 25 °C feletti napi átlaghőmérséklet jelentősen növeli a napi halálozás kockázatát, növeli a szívpanaszok és „általános rosszullét” miatti sürgősségi mentőhívások számát. 27,5 °C átlaghőmérséklet felett még erősebb a hőmérsékleti hatás (nagyobb a napi halálozás és a napi mentőhívások számai).

Összességében a klímaváltozás egészségügyi hatásaiban az egyik legszembetűnőbb rizikó-jelenség a hóhullám, amelynek időszakában nagyon sok ember betegszik meg, vagy meglévő betegsége súlyosbodik, illetve következhet be maga a halál (ún. többlethalálozás).

## A GLOBÁLIS ÉGHAJLATVÁLTOZÁS BIOLÓGIAI KOCKÁZATAINAK ELEMZÉSE, HATÁSAINAK VIZSGÁLATA [13] [14]

Manapság egyre több tanulmány mutat rá a globális éghajlatváltozás és a fertőző betegségek kapcsolatára. A fertőző betegségek a klímaváltozás hatására különböző földrajzi területeken is megjelennek. Eléggé valószínű, hogy a globalizáció miatt a kiterjedt személy- és áruszállítás következtében a vektorok könnyebben tudnak eljutni egyik helyről a másikra, szerte a világban. Erre példa az Afrikából hazatérő négy magyar állampolgár esete, akik kullancsláz (*Rickettsia africae*-fertőzés) miatt a Szent László Kórház Fertőző Osztályára kerültek. Hazai viszonylatban új típusúnak számító fertőzések nemcsak a klímazónák eltolódásából adódó élőlényvándorlás miatt jöhetnek létre, hanem az utazások alkalmával is.

*Vektorok által terjesztett kockázatok.* Az állatokról emberre terjedő betegségek (zoonosisok) közül a legnagyobb kockázata a Lyme-kórnak van, illetve a kullancs-encephalitis-nek,<sup>3</sup> a

<sup>3</sup> Vírusos agyvelő- és agyhártyagyulladás

haemorrhagiás láznak, és a nyirokcsomó-gyulladásnak, melyek egyértelműen a kullancsokkal hozhatóak összefüggésbe. Kullancs, szúnyog, vagy bolha, mint vektorok jelentős mértékben hozzájárulnak a Francisella tularensis nevű baktérium<sup>4</sup> elszaporodásához, mely Európában, mint Észak-Amerikában széles körben elterjedt. Magyarországon és az Európa északi mérsékelt égövi részén is a közönséges kullancs (Ixodes ricinus)<sup>5</sup> fajkomplexbe tartozók (vöröshasú kullancs) okozzák a legtöbb emberi kullancscsípést, és ez az emberre veszélyes két legfontosabb betegség terjesztője is egyben. [15]

A vektorok által terjesztett fertőző megbetegedések egyik legismertebb közvetítői a *szúnyogok*. Már közel 100 éve igazolt, hogy egyes fertőző betegségeket (például maláriát, sárgalázat, Dengue-lázat stb.) terjeszti, így a kórokozóval közvetlen kontaktusban álló vérszívó ízeltlábúak (vektorok) közül, a különböző szúnyogfajoknak.<sup>6</sup> A szúnyogok által okozott zoonosisok közül a malária az 1950-es évekig endémiás<sup>7</sup> volt Magyarországon is, de a folyószabályozásokkal, a mocsarak lecsapolásával, valamint a DDT<sup>8</sup> permetezésével sikerült a vektort kiirtani, de a klímaváltozás következtében ismét alkalmassá váltak az eredeti tenyészhelyek a belvizes területeken a földben megbúvó lárvák kifejlődéséhez. Az éghajlatváltozás hatására a leishmaniasis terjesztője,<sup>9</sup> a lepkeszúnyog fajok elterjedési területe délről észak felé fog húzódní, köszönhetően a jövőben várható enyhébb teleknek és a hosszabb és melegebb vegetációs periódusnak<sup>10</sup>, de a leishmaniasis (lepkeszúnyogok – vektorként terjesztik) endémiássá<sup>11</sup> válhat a Kárpát-medencében, ami komoly kihívást jelenthet mind a humán, mind az állategészségügy számára. Hasonló kedvezőtlen tendenciák várhatók Európa más, mérsékelt övi területein is.

A rágcsálók vizeletével terjed a leptospirozis,<sup>12</sup> melyet a leptospira interrogans baktérium okoz. A hazai rágcsálóhelyzetet tekintve a magyarországi melegedő klíma egyre jobb feltételeket biztosít a szaporodásukhoz, túlélésükhöz, mely jelentősen növeli a következő évi fertőzés veszélyeztetettségét. Megemlítenő a papagálykór,<sup>13</sup> mely a Chlamydia psittaci baktérium által okozott heveny, fertőző betegség. A kórokozó baktérium a szárnyasokról jut az emberi szervezetbe,<sup>14</sup> és legtöbbször tüdőgyulladást okoz. Egyes rágcsálók által terjesztett betegségek árvizek után válnak gyakoribbá, mint pl. a leptospirozis, nyúlpestis, vagy a vírusos vérvizelés.

A biológiai veszélyek közé tartozik az *allergén növények elterjedése*. Az immunrendszer fokozott működése (túlérzékenységéből adódóan) okozza az allergiás reakciók kialakulását. Az allergia kialakulásában az adott egyén genetikai adottságai mellett a környezeti tényezők és az immunrendszer szabályozó működésének zavarai is szerepet játszanak. A légköri allergénekre érzékeny lakosság becsült számát figyelembe véve az 1,5-2,5 millió allergiás körülbelül 40-70

---

<sup>4</sup> Bórt, a szemet és a tüdőt támadó fertőző betegséget okoz, a tularémia nevű fertőző betegség okozója.

<sup>5</sup> Közönséges kullancs: pókszabású 1-6 mm-es ízeltlábú, az atkafélék közé tartozik, melyek elsősorban madarak és emlősök, kisebb arányban hullók vérszívói.

<sup>6</sup> Például Anopheles spp., Aedes aegypti

<sup>7</sup> Az adott fertőző megbetegedés állandóan, tartósan jelen van.

<sup>8</sup> Diklór-difenil-triklór-etán, mely erős hatású rovarmérég, melyet betiltottak az élővilág és a környezetre gyakorolt hatásai miatt.

<sup>9</sup> A betegséget a Leishmania nevű ostoros egysejtű protozoon okozza. Okozhatnak bőrelváltozásokat, fekélyeket szájbán és az ornyálkahártyán, illetve a belső szerveket (lég, máj), a csontvelőt és a nyirokcsomókat is megtámadhatják.

<sup>10</sup> Márciustól októberig tartó időszak.

<sup>11</sup> Egy fertőző betegség egy adott területen tartósan, rendszeresen előfordul.

<sup>12</sup> A leptospirozis vad- és háziállatok betegsége, állatról emberre átvihető fertőzés

<sup>13</sup> Chlamydia psittaci baktérium által okozott ritka tüdőgyulladás

<sup>14</sup> A fertőzött madarak tollából vagy ürülékéből származó és belélegzett pihe, por közvetíti a fertőzést

%-a parlagfűre is tüneteket produkál. A parlagfű allergia becsült prevalencia értéke Magyarország 10 milliós lakosságára vonatkoztatva 1,2 millió fő. Az összpollenszám emelkedése miatt - 2021-2050 között 28 %, 2071-2100 között 93 % -a parlagfű érzékenység 1,68 %-al, illetve 5,58 %-al fog nőni a jelenlegi (pollen) terjedési ütem alapján, ami 2021-2050 között 1,277 millió fő, illetve 2071-2100 között 1,326 millió főnyi növekedést eredményez. [16] Az 1980-as és 1990-es években a hazai időjárás fokozatos melegedése, a gyakoribb enyhe telek hatására egyre több melegkedvelő növényfaj jelent meg és terjedt el az ország területén. Ezek a jövevényfajok szubmediterrán, mediterrán, szubtrópusi és trópusi területekről származnak. A további melegedés hatására az allergén növényfajok virágzásának időtartama meghosszabbodik, emiatt fokozódik az emberek pollenterhelése. Erre példa, hogy az emelkedő légköri CO<sup>2</sup> koncentráció és a melegedő hőmérséklet kitolja a parlagfű pollenjének levegőben történő tartózkodását, s meghosszabbíthatja a parlagfű pollenszezontját.

*Élelmiszerekkel kapcsolatos egészségügyi kockázatok.* A klímaváltozás hatására a hőmérsékleti növekedés következtében megnőnek az élelmiszerekkel kapcsolatos egészségügyi kockázatok is, mivel a mikrobák<sup>15</sup> szaporodási sebességének alapvető meghatározója a hőmérséklet. A hőmérséklet-változás érzékenyen hat az élelmiszer útján terjedő fertőzésekre, úgymint szalmonella,<sup>16</sup> Campylobacter,<sup>17</sup> Listeria,<sup>18</sup> stb. Hazánkban az 5 °C feletti átlaghőmérsékletű napoknak tulajdonítható Salmonella incidencia<sup>19</sup> növekedés a napok számának és intenzitásának hatására emelkedik. Az átlag hőmérséklet egy fokos emelkedése 4,5 %-kal megnöveli a Salmonella fertőzések számát. [17] Az élelmiszer által terjedő fertőzések jelentős megnövekedésére számítanak az Európai Unióban az elkövetkező évtizedekben.

*Vízzel terjedő fertőző betegségek.* A vízzel történő fertőzés kialakulásához és terjedéséhez az elégtelen közmű állapotok jelentősen hozzájárulnak. A magyarországi vízbiztonsági kérdéskört vizsgálva megállapítható, hogy minden település rendelkezik közüzemi vízvezetékkel, az ivóvízbekötéssel rendelkező lakások aránya pedig országos átlagban meghaladja a 94 %-ot. A szennyvízcsatornák kiömlése nagy területekre kiterjedő vízfertőzést okoz. A szennyvízkiömlések és bemosódások szennyezhetik a sérülékeny ivóvízbázisokat és ezzel növelik a fertőzésveszélyt. Hazánkban főként a karsztvízzel ellátott területek a legveszélyeztetettebbek. A vízjárványokra jellemző, hogy a megbetegedés helye egybeesik a vízellátás területével, hirtelen és egyszerre kezdődik és nagyszámú ember betegszik meg, az ivóvíz fertőzöttsége megállapítható a kórokozó (esetleg) vízből való kimutatásával, a vízforrás lezárása után tömeges megbetegedés már nem fordul elő (de elszórtan még számolni kell a visszamaradt ürítők miatt).

A magas hőmérsékleti periódusában a kórokozók jobban szaporodnak, így a közvizek fertőzésveszélye megnő. A kutak nem megfelelő karbantartása és tisztításakor fertőzőképes „élőlénybevonat” telepszik meg a külső felszínen, mely 25 °C feletti víz hőmérséklet esetében a mikroorganizmusoknak kiváló szaporodási feltételeket biztosít. A közutak legelterjedtebb baktériuma a legionella, mely háztartási melegvíz rendszerek 90 százalékában, a klímaberendezésekben, a hűtőtornyokban, a párásító berendezésekben, a pezsgőfürdőkben, az akváriumokban, a kerti locsolókban is megtalálható. [18] A nagyobb gondot vízpermet formájában okozzák, amelyek a tüdő légúti nyálkahártyájába juthatnak be gyulladást okozva. Ha a szökőkút állati ürülékkel, vizelettel szennyeződik, akkor több fertőzést okozó mikroorganizmus

---

<sup>15</sup> Szabad szemmel nem látható élőlények

<sup>16</sup> Hányás, hasmenés, illetve helyi szöveti fertőzések

<sup>17</sup> Gyomor-bélrendszeri fertőzés

<sup>18</sup> Hányással, hasmenéssel, fejfájással járó fertőzés. Szövődményként agyhártyagyulladás, vérmérgezés alakulhat ki. Terhesség esetén vetélés, halvaszületés és az újszülött fertőzése is előfordulhat.

<sup>19</sup> A Salmonella fertőzés egy adott időtartam alatt újonnan keletkező eseteinek gyakorisága

kerülhet a vízbe, melynek a leggyakoribb következménye a szervezetbe jutás után a hasmenés, aminek kitettebb célcsoportjai például a gyermekek. [19]

Árvíz után emelkedik a víz és vektor terjesztette fertőző betegségek előfordulása, úgymint leptospirozis, kolera, dizentéria (vérhas), hepatitis-A, Hepatitis-E stb.). Jelentősen megnőhet az enterális fertőzések (hastífusz, szalmonella, hepatitisz A-vírus, Calici-vírus), a gyomor-bélrendszeri fertőzések (széklettel kiválasztódó kórokozók) kialakulásának az esélye. Veszélyt jelentenek a vegyszerek kiömlései, és az elhalt állatok tetemei is. Az árvizes területekről veszélyes állatok menekülhetnek be árvízzel el nem öntött emberi településekre, ilyenkor a harapások, marások esélye növekszik. Az árhullám levonulása után a vízzel telt területeken a szúnyogok elszaporodása valószínű, és a klímaváltozással előtérbe kerülő élőhely elmozdulások miatt a fertőzésveszély (is) növekedhet. A kiterjedt belvizes területek miatt a rágcsálók az emberlakta területeken kereshetnek menedéket, így az állattal történő közvetlen vagy közvetett érintkezés esélye nagyobb, ezáltal több, a rágcsálók által terjesztett betegségekkel kell számolni (leptospirozis, nyúlpestis stb.). A különböző klímamodellek az árvizes, belvizes, villámárvizes, nagy csapadékos események számának növekedését vetítik előre, melynek következménye a megbetegedések esetszámainak növekedése lehet.

## **A MAGYAR LAKOSSÁG ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉGEINEK ELEMZÉSE A TÁRSADALMI ÉS NÉPEGÉSZSÉGÜGYI MUTATÓK FIGYELEMBE VÉTELÉN KERESZTÜL**

A klímaváltozás egészségügyi hatásainak vizsgálatokor célszerű figyelembe venni a társadalmi változásokat, melyek a klímaváltozás negatív hatásai elleni alkalmazkodást és védekezési lehetőségeket gyengítik. Az információs társadalom kétségkívül fontos fejlődési szakasz az emberiség történetében, de nagy hátránya, hogy függőséget alakított ki az ember és az általa létrehozott infrastruktúrák között. A felgyorsult, globalizált világban már nem a technológia szolgálja az embert, hanem fordítva, mivel a folytonos elérendő cél a szolgáltatások minél hamarabb és könnyebb megszerzése.

A magyar lakosság kb. 75 %-a él városokban (szolgáltatások könnyebb elérése, munkahely stb.). Az urbanizációs folyamat veszélye, hogy térben és időben egyre nagyobb és drágább anyagi javakat halmoznak föl, melyeket egy-egy időjárási esemény jobban károsít. További problémát okoz, hogy nagyfokú függőség alakult ki az infrastruktúrák irányába. A legnagyobb veszélyt a kritikus infrastruktúrák nélkülözhetetlensége adja. A mindennapi létehez, kényelemhez a villamos energia a (tömeg)közlekedés, ivóvízbázisok, információs hálózatok és egyéb kritikussággal bíró struktúrák sérülése a klímaváltozás negatív hatásai (mint a rizikó faktorok egyik fajtája) által a társadalmi stabilitást zavarják, erősítve a tömegpánikot, az egyén sérülékenységét és magatehetetlenségét. A városi építészet miatt a hősziget kialakulása (beépített belvárosban jobban érvényesül) komoly egészségi ártalmakat jelent. Az egyre erősödő hőhullámok az egy területre való néptömörülést (például a fővárosban) fokozottabban veszélyeztetik.

A magyar társadalom lakosságszámának folyamatos csökkenése a születések és a halálozások számának kapcsolatából figyelhető meg. Sajnos az utóbbi szám adatok mennyisége évről-évre növekszik. Bár egyre kevesebb gyermek születik, mégis javuló tendenciát mutat a csecsemőhalandóság<sup>20</sup> ma Magyarországon. Ez a javulás az utóbbi évtizedekben folyamatosan növekszik. 2000-ben a csecsemőhalandóság több mint 9 % volt, addig 2007-ben már 6 %, 2010

---

<sup>20</sup> Demográfiai adat, az 1000 élve születésre jutó 1 éves kor alatti halálozások éves száma. Egyéves életkor elérése előtt meghalt csecsemők arányát mutatja.



évben 5,3, 2011-ben 4,9, 2016-ban 3,9 ezrelék (ez Norvégiában 2,2, Németországban 3,4, Romániában 7 ezrelék).<sup>21</sup> [20] Az EU-s átlag 2016-ban azonban 3,6, tehát itt még elmaradás van. Magyarországon a fő halálozási okok (összes haláletet több mint 90 %-a) 5 főcsoportba osztható:

- Keringési rendszeri betegségek (szívinfarktus, magas vérnyomás, trombózis, embólia)
- Daganatok (leukémiák és limfómák; rák - bőr, tüdő, vastagbél, gyomor, mell stb.)
- Emésztőrendszeri betegségek (nyelőcső, gyomor és patkóbél, vékony és vastagbél, epe)
- Légzőrendszeri betegségek (gégegyulladás, hörgőgyulladás, tüdőgyulladás, tüdőasztma stb.)
- Külső okok (balesetek, szándékos önártalom, testi sértés, orvosi ellátás szövődményei)

Hazánkban a fő halálozási ok a keringési rendszer zavaraihoz köthető. A veszély itt abban teljesedik ki, hogy a szív- és érrendszeri betegségeknek egyre több hazai áldozata van, sőt a fiatalabb korosztályokban is egyre korábban jelennek meg ezek a betegségek. 2010-ben 130456 ember halt meg, 65819 fő a keringési rendszer betegségei következtében. 2011-ben ugyanez az adat 128795 fő, 2017-ben 131674 fő. A keringési rendszer betegségei által meghaltak száma 2011-ben 64250 fő volt. A 2011. évi daganatos haláletetek száma 33274 volt. 2017-ben összesen 33548 fő vesztette életét valamilyen daganat miatt, keringési rendszer betegségei következtében 65598 fő (lásd 1. számú táblázatban).

	fertőző és élősdiek okozta betegségek	daganatok	keringési rendszer betegségei
2013	904	33274	62979
2014	810	33292	62786
2015	882	33321	65493
2016	760	33618	62846
2017	27	33548	65598

1. táblázat A halálozás főbb okok szerint megoszlása főben, három típus esetén 2013-2017 között Magyarországon (saját szerkesztés, a KSH adatai alapján) [21]

Az 1. táblázatból az következtethető le, hogy Magyarország vezető halálozási okai a keringési rendszerhez és a daganatokhoz kapcsolhatóak.

A magyar lakosság egészségügyi helyzetét vizsgálva megállapítható tehát, hogy az életmódbeli változások hatására az egészségi állapot évről-évre egyre rosszabb, illetve stagnáló képet mutat. Bár igaz, hogy több, az egészségügyi állapot mérésére alkalmazható mutató javuló tendenciát mutat, mégis elmarad az EU-s átlagtól. A társadalom egészségét meghatározó tényezők ma Magyarországon rizikó faktornak is minősülnek. A betegségteher túlnyomó részét a krónikus nem fertőző betegségek jelentik (az életmódbeli tényezőkkel hozható kapcsolatba, mint a dohányzás, túlzott alkoholfogyasztás, kedvezőtlen táplálkozási szokások, fizikai inaktivitás stb.). [22] A néhány mutató alapján végzett elemzés alapján megállapítható, hogy a magyar lakosság alkalmazkodó képességei a várható éghajlatváltozásból adódó egészségügyi hatásokat tekintve nem megfelelőek. Öregedő társadalomként (élveszületés és halálozás

<sup>21</sup> Az adott évben az egy éven aluli meghaltak száma az adott évben élveszületettek számának arányában. A mutatót 1000 élveszületésre számítva adják meg.

aránya), a növekvő várható élettartam ellenére, a vezető halálokokat tekintve az alkalmazkodó képességet össztársadalmi szinten javítani szükséges.

## **A MAGYAR LAKOSSÁG SEBEZHETŐSÉGÉNEK, SÉRÜLÉKENYSÉGÉNEK VIZSGÁLATA KÉRDŐÍVES FELMÉRÉSEL**

*2009-ben végrehajtott kérdőíves felmérés.* A kérdőív témakörei a klímaváltozásról alkotott képek, informáltság, tájékozottság, egészségügyi és egyéb hatások, személyes tapasztalatok, klímavédelemben a tenni akarásra való hajlamok. A kérdőívekkel megkérdezettek létszáma 100 fő, akik 18 és 60 év közötti magyar állampolgárok voltak. A megkérdezettek 60 %-a aktív dolgozó 35 %-uk felsőoktatásban aktív tanuló, 5 %-uk főállású anya, illetve munkanélküli.

A megkérdezettek 91%-a többször hallott már a klímaváltozásról, 9 %-uknak pedig tudomása van arról, hogy létezik ez a fogalom. Nem volt olyan, aki ne hallott volna róla. A tájékozottsági szintjük egész jónak mondható (78 %), bár azt állították (99 %), hogy sosem kaptak még otthonukban az éghajlatváltozással kapcsolatban tájékoztatót. Mindössze 1 % mondta, hogy már kapott. A klímaváltozással kapcsolatos információkat ezért legtöbbször a tévéből (90 %), újságokból (59 %) az internetről (50 %), a rádióból (31 %) szerzik (többválaszadási lehetőség volt). Sajnos a szakkönyveket nem forgatták, sőt ilyen jellegű konferencián vagy előadáson soha nem vettek még részt. A média szerepét az informálásban a megosztottság jellemzi, mivel a válaszadók 55 %-a mondta, hogy a médiának komoly szerepe van, addig a másik tábor csak csekély szerepet lát a médiában. Továbbá a tesztek kiértékelésénél kiderült, hogy a lakosság csak minimálisan van (szervezetszerűen) informálva az éghajlatváltozással kapcsolatban, a tudásanyagot vagy önszorgalomból, vagy a fent említett információforrásokból szerzik be. Bár kiderült, hogy sokan nem is kutatgatnak, de mégis szeretnék, még ennél is „kevesebb energia befektetéssel” többet megtudni a klímaváltozásról. [22]

A válaszadók nagy része (86 %) szerint a klímaváltozást globális probléma, az egész emberiséget érinti, ezért azzal nemzetközi szinten foglalkozni kell. A klímaváltozásért való felelősség már mutat megosztottságot, ugyanis a kérdezetteknek több mint a fele (60 %) vallotta, hogy a klímaváltozásért a természet és az antropogén tényezők tehetnek, és a többiek (40 %) csak az emberi tevékenységet jelölték meg. A klímaváltozásért felelős emberi okozta tevékenységek a megkérdezettek szerint – többválaszadási lehetőséggel - az erdők kivágása (86 %), a széntüzelésű erőművek (80 %), a közlekedés (72 %), hulladékégetés (50 %), aeroszolok használata (25 %) miatt van. A vizsgált személyek véleménye szerint a legfontosabb globális probléma a klímaváltozás, utána jön a levegőszennyezettség, a vízminőség romlása, az éhínség, és legvégül az AIDS.

A megkérdezettek 90 %-a szerint a klímaváltozás hatással lesz az életükre. Személyes tapasztalataik is vannak: vihar, szélsőséges időjárási 81 %; évszak eltolódás, rövidülés 80 %; mezőgazdasági kár 40 %; egészségügyi problémák 27 %. A közellátásokban (távfűtés, áramkimaradás) nem voltak problémák. Országos szinten, a klímaváltozás várható káros hatásai közül a legtöbbször az aszályosabb, szárazabb éveket (86 %), az általános hőmérsékletemelkedést (80 %), a nagy viharokat jelölték meg (76 %), több extrém időjárási jelenséggel (70 %) egyetemben. A kérdezettek szerint Magyarországon a legfontosabb problémák az árvizek és belvizek (90 %), továbbá a viharkárok (85 %), a légszennyezettség (75 %), a szárazság (70 %), és a növénytermesztési gondok (40 %). Kis részük (20 %) említette meg az egészségügyi problémákat.

A vélemények nagy része szerint (80 %) a klímaváltozás elleni védekezés nagyon sürgető probléma, viszont a védekezésben résztvevőknek a kormányt (90 %), a lakosságot (80 %) jelölték meg. A káros hatások elleni beavatkozások pozitív eredményeit sokak szerint a

gyermekük (itt 80 %-ban a 30 éven aluliak véleménye), és az unokáik (60 %) fogják érezni. Voltak, akik még ennél is későbbi generációkat jelöltek meg (30 %).

A válaszadók 20 %-a jelentette ki, hogy példamutatóan hozna anyagi áldozatot a környezetkímélőbb háztartási felszerelések beszerzése terén (éves jövedelem 5-10 %-át), míg a legtöbb ember 65 % kevesebbet (éves jövedelem 2-5 %-át). 15 %-uk nagyon keveset (éves jövedelem 1%-át), vagy semmilyen anyagi áldozatot nem vállalna. Többen úgy vélték (65 %), hogy az életmódjukon változtatnának (környezettudatosság felé), de csak amit károsnak mondanak és vélnek. Elenyésző, azoknak a tábora, akik teljes mértékben változtatnának, ha megmondanák nekik miben kellene (20 %). A megkérdezettek a saját jellemzésükre a tömegközlekedés használatát mondták leghangsúlyosabban (70 %), majd a környezeti témájú műsorok nézését (60 %), a szelektív hulladékgyűjtést (40 %), napilapok vásárlása (5 %), a többi (energiatakarékos izzók használata, biológiailag lebomló tisztítószer használata) pedig nem jellemző rájuk.

Összefoglalva: A magyar lakosság nincs informálva szakszerűen, ha információt kap, akkor a médiából kapja, azt is sok helyütt helytelenül. Az áldozatkészségük az energiatakarékosabb életmódra még kiforratlan, sok még a bizonytalan elem és a kétely. Rosszul látnak dolgokat („csak az a rossz, amire én azt mondom” stb.). viszont felismerték, hogy tehetnek és van mit tenniük az élhetőbb Föld érdekében. Viszont ehhez a kemény feladathoz a lakosság és a kormány nem lesz elég, mint ahogy gondolták. Sajnos nem ismerték még fel a civil szervezetekkel, egyéb szervezetekkel a kooperáció jelentőségét, ami valószínűleg visszavezethető arra, hogy nincsenek kellően informálva a lehetőségekről.

*2015-ben végrehajtott kérdőíves felmérések.* 2015-ben a szerző három kérdőívet állított össze és töltötte ki szintén 100 emberrel. Az egyik kérdőív a 2009-es kérdőívének újbóli megismétlése volt. A második kérdőív az egészségügyi hatások megismerésére tért ki, míg a harmadik a lakosság önmentési képességeire kérdezett rá.

A kérdőívekkel megkérdezettek létszáma 100 fő, melyből 42 fő nő, illetve 58 fő férfi volt, mind 18 éven felüliek. A válaszadók legtöbbször vidéki városban, illetve faluban lakik, kisebb hányaduk él Budapesten. A kérdezés helyszíne főként Budapest. A megkérdezettek 45 %-a felsőoktatásban tanul, a többi 55 % aktív munkavállaló. Az életkort tekintve a többség 36-65 év közötti, kisebb részük 26-35 év közötti. A megkérdezettek 100 %-a többször halott már az éghajlatváltozásról. 80 %-uk vallja, hogy a témával kapcsolatosan *viszonylag tájékozott*, kisebb részük volt (20 %), akik nem igazán tájékozottak. A megkérdezettek 100 %-a személyesen is érintve voltak már a klímaváltozással kapcsolatosan, a legtöbben a viharokat jelölték meg (66 %), illetve az egészségügyi problémákat, úgymint a hőség, hőszökkenés, frontérzékenység.

Magyarországon a fő halálozási oknak 83 %-ban a *keringési rendszeri betegségeit* (szívinfarktus, magas vérnyomás, trombózis, embólia) jelölték, illetve a daganatokat (17 %). Az éghajlatváltozás egészségügyi hatásához legtöbben (63 %) a rosszindulatú bőrdaganatok (melanomák) előfordulásának gyakoribbá válását, aztán az allergén növények virágzási idejének, elterjedtségének változásait jelölték meg (43 %), illetve a hirtelen elhalálozást a magas hőmérséklet miatt (33 %). Meglepő, hogy a vektorok által terjesztett megbetegedések térbeli, időbeli változására, a vízzel és az ételmiszerrel terjedő betegségek gyakoribbá válására csak 10 %-uk adott jelölést. Ezt a kérdéskört célszerű tovább vizsgálni.

A megkérdezettek 80 %-a szerint az egészségügyi hatások a 65 év felettieket érintik leginkább, illetve a csecsemőket (37%).

Arra a kérdésre, hogy van-e kapcsolat a hőmérséklet és a napi halálozás között, a válaszadók 70 %-a írta, hogy van, 6 %, hogy nincs, a maradék nem tudta. A felmérés időpontjában a megkérdezettek 53 %-a kiálló formát jelölt meg az aktuális állapotára, 13 %-uk vallotta, hogy krónikus betegségben szenved.

A megkérdezettek nagy része frontérzékeny (33 %), allergiás (30 %), magas vérnyomásban szenved (22 %), 3%-uk cukorbeteg. A válaszadók 70 %-a szeretne kapni olyan lakossági

tájékoztatót, melyben a klímaváltozás egészségügyi hatásai elleni védekezési lehetőségek vannak bemutatva. A többség nem hallott az egészségügyi programokról, tervekről, tájékoztató platformokról, 10 % írta, hogy ismeri a Budapest Főváros UV és Hőségriadó tervet, melynek csak az első része igaz, UV-riadó terv nincs. [23]

Összességében a megállapítások a következők: az éghajlatváltozás egészségügyi hatásait tekintve tájékozottnak vallották magukat, annak ellenére, hogy a releváns egészségügyi oldalakat, honlapokat, kiadványokat nem ismerik (83 %). Ellenben az egészségügyi ismereteik elégséges szintűek, mert helyesen válaszoltak az élettartam, az érintettek köre, a halálozási ok stb. kapcsolatos kérdéskörökre. Mivel szeretnék lakossági tájékoztatót kapni, javasolható, hogy az általános népegészségügyi állapot bemutatása mellett a frontérzékenységről, a biológiai kockázatokról (vektorok, allergén növények) is legyen a lakosság részére kiadva tartalmi tájékoztató, mivel a megkérdezettek közül sokan közvetlenül érintettek (saját válaszaik alapján).

Lakosság önvédelmi képességét felmérő kérdőívvel a szerző célja az volt, hogy információkat kapjon arról, hogy a megkérdezettek mit tartanak szélsőséges időjárásnak, egyáltalán az időjárás mitől lehet szélsőséges, az információkat honnan szerzik be, mit tesznek egyes időjárási szituációkban.

A válaszadók többsége szerint az időjárás akkor rendkívüli, ha a napi középhőmérséklet tartósan 25 °C felett alakul, illetve ha a zivatarból rövid idő alatt 25-30 mm-t meghaladó csapadék hull. 95 %-uk szerint a hóhullámok gyakorisága nőtt, minden évszak (hazai viszonylatban) átlaghőmérséklete emelkedett, leginkább a nyáré, legkevésbé a tavaszé. 98 %-uk szerint a szélviharok száma nőtt és ennek vannak anyagi következményei. A megkérdezettek 98 %-a szerint csökkent a havazások és a fagyos napok száma. Az időjárással kapcsolatos ismereteket a TV-ből és az internetről szerzik be, és szerintük (95 %) szükséges lenne létrehozni egy olyan lakosságtájékoztatási informatikai rendszert, mely egy-egy vihar vagy valamilyen katasztrófa eseménynél a szükséges teendőket, magtartási szabályokat ismertetné a lakossággal. 90 %-ban feleltek úgy, hogy ismerik az időjárási események hatásai elleni védekezési módokat, de például a Katasztrófavédelem Veszélyhelyzeti Értesítési Szolgáltatását még nem használták soha. A válaszadók 85 %-a nem kapott még soha lakossági tájékoztatót. Az „Ön szerint mi a teendő?” kérdésre általában helyesen feleltek, kb. 10-15 %-uk válaszolt olyat, amiből könnyen sérülés keletkezhet. A válaszadók 80 %-a szerint a veszélyhelyzeti ismeretek oktatását már iskolás korban el kell kezdeni.

Összességében a mintavétel alapján a megkérdezettek közvetve vagy közvetlenül, de érintve voltak a hőmérséklettel, csapadékkal, széllel kapcsolatos extrémebb hatásokkal, illetve a szélsőséges jellegű eseményekkel is jól be tudták határolni. Ami szembetűnő volt, hogy zömmel a televízióból és az internetről történő tájékozódásuk alapján ismerik a veszélyhelyzeti teendőket, de mint állampolgárok nem kaptak semmilyen szakmai tájékoztatót ezzel kapcsolatban senkitől.

*2018-ban végrehajtott kérdőíves felmérések.* 2018-ban a szerző ugyanazt a három kérdőívet töltötte ki, mint 2015-ben. A kérdőívvel megkérdezettek létszáma 123 fő, melyből 47 fő nő, illetve 76 fő férfi volt, mind 18 éven felüliek. A válaszadók legtöbbször városban, faluban lakik, kisebb hányaduk él Budapesten. A kérdezés helyszíne főként Budapest. A megkérdezettek 85 %-a felsőoktatásban tanul, a többi 15 % aktív munkavállaló (azonban a felsőoktatásban tanulók 74 %-a dolgozik). Az életkort tekintve a többség 36-65 év közötti (63 %), kisebb részük 18-35 év közötti (37 %). A megkérdezettek 100 %-a többször halott már az éghajlatváltozásról. 88 %-uk vallja, hogy a témával kapcsolatosan *tájékozott*, kisebb részük volt (12 %), akik nem igazán tájékozottak.

A megkérdezettek 100 %-a érintve volt már a klímaváltozás hatásaival kapcsolatosan. A hatásokat tekintve, a legtöbbször (az előző évektől eltérően) az évszakok eltolódását, rövidülését,

megváltozását jelölték meg (86 %), a viharkárokat (77 %), illetve az egészségügyi problémákat (22 %), úgymint a hőgutát, hősokkot, frontérzékenységet, pszichikai traumát.

Magyarországon a fő halálozási oknak 78 %-ban a *keringési rendszeri betegségeit* (szívinfarktus, magas vérnyomás, trombózis, embólia) jelölték, illetve a daganatokat (22 %). Az éghajlatváltozás egészségügyi hatásához legtöbbször – előző évekhez szokatlan módon - az allergén növények virágzási idejének, elterjedtségének változásait jelölték meg (56 %), illetve a hirtelen elhalálozást a magas hőmérséklet miatt (56 %), majd a rosszindulatú bőrdaganatok (melanomák) előfordulásának gyakoribbá válását (52 %). Az előző évekhez képest növekedett a vektorok által terjesztett megbetegedések térbeli, időbeli változására (36 %), és az élelmiszerrel terjedő betegségek gyakoribbá válására (25 %) adott jelölések.

A megkérdezettek 94 %-a szerint az egészségügyi hatások a 65 év felettieket érintik leginkább, illetve a csecsemőket (5 %).

Arra a kérdésre, hogy van-e kapcsolat a hőmérséklet és a napi halálozás között, a válaszadók 86 %-a írta, hogy van, 2 %, hogy nincs, a maradék nem tudta (12 %), mely magasnak tekinthető. A felmérés időpontjában a megkérdezettek 60 %-a kirobbanó formát jelölt meg az aktuális állapotára, 2 %-uk vallja, hogy krónikus betegségben szenved.

Megkérdezettek nagy része nem szenved a kérdőívben feltüntetett betegségekben (61 %), viszont vannak frontérzékenyek (25 %), allergiás (22 %), magas vérnyomásban szenvedők (2 %). Senki sem jelölte meg a cukorbetegséget. A válaszadók 95 %-a szeretne kapni olyan lakossági tájékoztatót, melyben a klímaváltozás egészségügyi hatásai elleni védekezési lehetőségek vannak bemutatva. Az utolsó kérdésre adott válaszok érdekesek voltak, mivel 11 %-uk jelölte meg azt, hogy ismerik az Országos Környezetegészségügyi Intézet lakossági tájékoztatóit, az Einfo című hetente megjelenő kiadványt azonban senki sem említette meg. A válaszadók 80 %-a nem ismeri a releváns egészségüggyel kapcsolatos kiadványokat, folyóiratokat, tájékoztatókat.

Összességében a megállapítások a következők: az éghajlatváltozás egészségügyi hatásait tekintve tájékozottnak vallották magukat, annak ellenére, hogy a releváns egészségügyi oldalakat, honlapokat, kiadványokat nem ismerik (83 %). Ellenben az egészségügyi ismereteik elégséges szintűek, mert helyesen válaszoltak az élettartam, az érintettek köre, a halálozási ok stb. kapcsolatos kérdéskörökre. Mivel szeretnének lakossági tájékoztatót kapni, javasolandó, hogy az általános népegészségügyi állapot bemutatása mellett a frontérzékenységről, a biológiai kockázatokról (vektorok, allergén növények) is legyenek a lakosság részére kiadva tartalmi tájékoztatók, illetve a főként az internetről szerzett információik alapján ún. mobiltelefonos applikáció rendelkezésre bocsátása is célszerű a lakosság részére.

*Lakosság önvédelmi képességét felmérő kérdőív.* A válaszadók 67 %-a szerint az időjárás akkor rendkívüli, ha a napi középhőmérséklet tartósan 25 °C felett alakul, ha a zivatarból rövid idő alatt 25-30 mm-t meghaladó csapadék hull (54 %). 97 %-uk szerint a hóhullámok gyakorisága nőtt, döntő többségük szerint minden évszak átlaghőmérséklete emelkedett, leginkább a nyaré, legkevésbé a tél. 81 %-uk szerint a szélviharok száma nőtt és ennek vannak anyagi kárai. A megkérdezettek 81 %-a szerint csökkent a fagyos napok száma és a havazások gyakorisága. Az időjárással kapcsolatos ismereteket főként az internetről (86 %) és a TV-ből és szerzik be (76 %), viszont a tájékoztató kiadványokat senki sem jelölte meg. 73 %-uk véleménye, hogy az emberek nem rendelkeznek a rendkívüli időjárási események hatásainak elhárítással kapcsolatos ismeretekkel.

86 %-uk szerint szükséges lenne létrehozni egy olyan lakosságtájékoztatási informatikai rendszert, mely egy-egy vihar vagy valamilyen katasztrófa eseménynél a szükséges teendőket, magtartási szabályokat ismertetné a lakossággal. 86 %-uk felelt úgy, hogy ismerik az időjárási események hatásai elleni védekezési módokat, de például a Katasztrófavédelem Veszélyhelyzeti Értesítési Szolgáltatását alig használták még. A válaszadók 54 %-a nem kapott még soha lakossági tájékoztatót, 43 %-uk már egyszer igen. Az „Ön szerint mi a teendő?”

kérdésre általában helyesen feleltek, kb. 5-10 %-uk válaszolt olyat, amiből könnyen tragédia, vagy sérülés keletkezhet. A válaszadók 73 %-a szerint a veszélyhelyzeti ismeretek oktatását már iskolás korban el kell kezdeni.

## **ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK**

A klímaváltozás egészségügyi hatásait ma már számos tanulmány, jelentés, értékelő-összefoglaló dokumentum, stratégia mutatja be. Összességében mindegyik iromány elemzi és értékeli a tapasztalható és a jövőben valószínűsíthető következményeket, kapcsolati elemeket. A legáltalánosabb egészséget károsító tényezőknek a hőhullámokat, a hőséggel összefüggő elhalálozásokat, a fertőzőbetegség-hordozók megjelenéseit, elterjedéseit, a légszennyezettséget, az UV-sugárzást, az allergiát okozó növények megjelenését, elterjedését nevezik meg.

A globális éghajlatváltozás egészségkárosító hatásai közvetlen és közvetett módon érintik a lakosságot. A közvetlen (direkt) hatások, melyek az egyén szervezetét terhelik meg (hőguta, fulladás, pszichikai trauma, időjárási jelenségek okozta sérülések), a közvetett (indirekt) hatások, melyek az ember mindennapi életéhez szükséges szolgáltatásokat (kiszolgáló infrastruktúrákat) veszélyeztetik (távfűtés leállása, ivóvíz szolgáltatási gondok, tartós vagy időszakos áramkimaradás, (tömeg)közlekedési zavarok stb.). Ehhez kapcsolódóan további indirekt hatások még, a vektorok által terjesztett betegségek, a vízminőség, levegőminőség, élelemiszerminőség minőségi romlásai.

A közvetlen hatásokat tekintve, egyre több tanulmány hívja fel a figyelmet arra, hogy a hőhullámok egyre intenzívebbek lehetnek és időben egyre jobban el fognak nyúlni, melyek nehezítik a negatív hatásokra adott válaszreakciókat, a hatékony alkalmazkodási lehetőségeket. A hőhullámokkal szemben a legsérülékenyebbek a krónikus keringési, anyagcsere, légzőszervi, mentális betegségekben szenvedők, az idősek és a gyermekek. Ami előnye lehet az általános melegedési ütemciklusnak az az, hogy csökkenő tendenciát mutat a hideg okozta sérülések, halálozások arányai.

Az éghajlat változása magával hordozhatja a fertőző betegségek terjedésének a lehetőségét. A melegebb időjárás elősegíti egyrészt a vektorok szaporodását és lerövidíti a kórokozó fejlődési ciklusát. A hőmérsékleti emelkedés következtében megnőnek az élelmiszerekkel kapcsolatos egészségügyi kockázatok is, mivel a mikrobák szaporodási sebességét növelik. Összességében a klímaváltozásának jelentős biológiai kockázatai vannak és lesznek.

A klímaváltozás egészségügyi hatásaira adható alkalmazkodással kapcsolatos válaszok - a magyar emberek jelenlegi népegészségügyi helyzetét tekintve - nem mondhatóak megfelelőnek. Ennek oka, hogy például a hőhullámokra érzékeny célcsoportok közül sokan szenvednek valamilyen szív,- és érrendszeri betegségekben (mely egyébként Magyarországon a vezető fő halálozási ok is egyben), és a valószínűsíthető növekvő hőhullámok hatásival szembeni nem lesz elég hatékony az ellenállóképességük. Tehát, a hőhullámok, illetve a magasabb hőmérséklettel kapcsolatos jelenségek idején sebezhetőbbek, a kockázati szint magasabb az ő esetükben. Természetesen az alkalmazkodóképesség az ő részükre is fokozható, megoldható.

A szerző három vizsgált évben egy, majd három-három különböző kérdőíves felméréssel vizsgálta a megkérdezettek tájékozódási szintjeit, az éghajlatváltozásról kialakult képet, a hatások beazonosítását, az egyes direkt, indirekt hatásokkal kapcsolatos ismerteket, a klimatudatosságot, reagáló képességet, alkalmazkodó képességet stb. A három év kérdőíveinek hiányossága, hogy a 65 év felettieket nem kérdezte meg.

Azonban az eredmények összefoglalása a következő: 2009-ben, 2015-ben, 2018-ban is aktuális volt, és mai is időszerű a klímaváltozás témakörei. Az információkat általában az internetről szerzik, mely a 2018-as évhez haladva egyre domináns tájékozódási lehetőség lett.

Ez leköveti az információs társadalom alapvető mozzanatait, melyre alkalmazkodási lehetőségeket kell kapcsolni. Ezek lesznek a mobiltelefonon alkalmazható applikációk. Ennek kutatása aktuális és célszerű lesz. A lakossági tájékoztatókkal kapcsolatban megállapítható, hogy mindhárom vizsgált évben a megkérdezettek döntő többsége azt írta, hogy egyáltalán nem kapott még szakmai tájékoztatót. A közösségi szintű alkalmazkodó képességet növelő lehetőség lenne, ha a közösségi,- és közintézmények tájékoztató tábláira kitennének az aktuális egészségügyi hatásokra történő felkészülést támogató anyagokat. Ennek terjesztésében segíthet a közösségi média, illetve a telefonos alkalmazások.

A megkérdezetteknek személyes tapasztalataik is vannak a hatásokat tekintve. Minden vizsgált évben a vihart, szélsőséges időjárást, az évszak eltolódást, rövidülést, a mezőgazdasági károkat és az egészségügyi problémákat jelölték meg. Arra a kérdésre, hogy van-e kapcsolat a hőmérséklet és a napi halálozás között, a válaszadók döntő többsége válaszolta, hogy igen, a 2015-ös és 2018-as vizsgált években. A 2015-ben és 2018-ban megkérdezettekre jellemző, hogy az éghajlatváltozás egészségügyi hatásait tekintve tájékozottnak vallották magukat, annak ellenére, hogy a releváns egészségügyi oldalakat, honlapokat, kiadványokat nem ismerik.

A klimatudatosság lassú, de javuló tendenciát mutat 2009-től haladva 2018-ig. Érzik, hogy egyénileg tenni kellene valamit, de egyelőre csak azokon változtatnának, melyeket ők úgy gondolják, hogy változtatni kellene. Az áldozatkészségük az energiatakarékosabb életmódra még kiforratlan, sok még a bizonytalan elem és a kétely. Itt ösztársadalmi szervezetszükséges.

Lakosság önvédelmi képességét felmérő kérdőívvel (2015, 2018) a szerző célja az volt, hogy információkat kapjon arról, hogy a megkérdezettek mit tartanak szélsőséges időjárásnak, egyáltalán az időjárás mitől lehet szélsőséges, az információkat honnan szerzik be, mit tesznek egyes időjárási szituációkban. Összességében megállapítható, hogy az időjárást akkor tekintik szélsőségesnek, ha a napi középhőmérséklet tartósan 25 °C felett alakul, ha a zivatarból rövid idő alatt 25-30 mm-t meghaladó csapadék hull. Tehát a szélsőséges értéket a hőmérséklethez és a csapadékhoz kötötték. Döntő többség azt írta, hogy a hóhullámok gyakorisága nőtt, minden évszak ( hazai viszonylatban) átlaghőmérséklete emelkedett, mely leginkább a nyárhoz köthető, illetve, hogy csökkentek a havazások és a fagyos napok számai. Majdnem minden válaszadó azt nyilatkozta, hogy szükséges lenne létrehozni egy olyan lakosságtájékoztatási informatikai rendszert, mely egy-egy vihar vagy valamilyen katasztrófa eseménynél a szükséges teendőket, magtartási szabályokat ismertetné a lakossággal. Az „Ön szerint mi a teendő?” kérdésre általában helyesen feleltek, a válaszadók kisebb része adott olyan válaszokat, melyekből könnyen sérülés keletkezhet. A megkérdezett döntő többsége szerint a veszélyhelyzeti ismeretek oktatását már iskolás korban el kell kezdeni.

Összességében a vizsgált évek megkérdezettjei érdeklődnek a klimaváltozás hatásai iránt, van klimatudosságra való törekvésük, de még kiforratlan a tenni akarásuk iránya. A népegészségügyi mutatók alapján a hazai lakosság érzékeny a hatásokra, de a kérdőíves felmérés alapján kijelenthető, hogy az önmentési képességre való hajlam fejlesztési megoldások, illetve az alkalmazkodási lehetőségek érdeklik a megkérdezetteket.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] TEKNŐS L.: A globális éghajlatváltozás egészségügyi aspektusai - a magyar lakosság sebezhetőségének vizsgálata. BOLYAI SZEMLE 22: 1 pp. 281-311., (2013) <http://archiv.uni-nke.hu/downloads/bsz/bszemle2013/1/15.pdf> (Letöltés: 2018. 12. 21.)

- [2] IPCC Second Assessment Climate Change 1995, A report of the Intergovernmental Panel of Climate Change <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2ndassessment/2nd-assessment-en.pdf> (Letöltés: 2018. 12. 21.)
- [3] PÁLDY A. „ET AL.”: A klímaváltozás egészségi hatásai - felkészülés a nyári hőségre, 2004. [http://mta.hu/mta\\_hirei/a-klimavaltozasegeszsegi-hatasai-felkeszules-a-nyari-hosegre-3251/](http://mta.hu/mta_hirei/a-klimavaltozasegeszsegi-hatasai-felkeszules-a-nyari-hosegre-3251/) (Letöltés: 2018. 12. 21.)
- [4] IPCC: Fourth Assessment Report (AR4), 2007. 05.).[https://www.met.hu/doc/IPCC\\_jelentes/ipcc\\_jelentes\\_2007.pdf](https://www.met.hu/doc/IPCC_jelentes/ipcc_jelentes_2007.pdf) p. 34. (Letöltés: 2018. 12. 21.)
- [5] RAJENDRA K. PACHAURI, MYLES R. ALLEN, VICENTE R. BARROS: Éghajlatváltozás 2014 Szintézis Jelentés Döntéshozói Összefoglaló. Ford: Huszár András, Lukács Ákos, Nyitrai Emese, Olti Máté Ádám, Radvánszky Bertalan, Szunyoghné Sinkó Márta. p. 34. [https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/IPCC\\_jelentes/index.php?id=2260&hir=IPCC\\_5\\_ertekelo\\_jelentes\\_donteshozoi\\_osszefoglaloja](https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/IPCC_jelentes/index.php?id=2260&hir=IPCC_5_ertekelo_jelentes_donteshozoi_osszefoglaloja) p. 15. (Letöltés: 2018. 12. 21.)
- [6] RAJENDRA K. PACHAURI - MYLES R. ALLEN - VICENTE R. BARROS ET. AL: Climate Change 2014 Synthesis. Geneva, Switzerland, 2015. p. 169. ISBN 978-92-9169-143-2 Report[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf) p. 69 (Letöltés: 2018. 12. 22.)
- [7] PÁLDY A. - MÁLNÁSI T.: Magyarország lakossága egészségi állapotának környezetegészségügyi vonatkozásai, Budapest, 2009. [http://www.nfft.hu/dynamic/20090522\\_FF\\_jelentes\\_paldy.pdf](http://www.nfft.hu/dynamic/20090522_FF_jelentes_paldy.pdf) (Letöltés: 2018. 12. 22.)
- [8] SREX jelentés: Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület Tematikus Jelentése a szélsőséges éghajlati események kockázatáról és kezeléséről Döntéshozói összefoglaló. Budapest, 2011. p. 30. [https://www.met.hu/doc/IPCC\\_jelentes/ipcc\\_jelentes\\_2011.pdf](https://www.met.hu/doc/IPCC_jelentes/ipcc_jelentes_2011.pdf) p. 19. (Letöltés: 2018. 12. 22.)
- [9] Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) negyedik értékelő jelentése – A Munkacsoportok Döntéshozói Összefoglalói. p. 88. [http://www.nefmi.gov.hu/letolt/felsoo/eghajlatvalt\\_jelentes\\_081030.pdf](http://www.nefmi.gov.hu/letolt/felsoo/eghajlatvalt_jelentes_081030.pdf) (Letöltés: 2018. 12. 22.)
- [10] Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025. p. 71. <http://www.kvvm.hu/cimg/documents/nes080214.pdf> (Letöltés: 2018. 12. 22.)
- [11] KOHUT L.: Globális klímaváltozás egészségügyi vonatkozásai in: Repüléstudományi közlemények, XXIV. évf. 2012. 02. szám, Budapest, pp. 695-705. [http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012\\_cikkek/57\\_Kohut\\_Laszlo.pdf](http://www.szrfk.hu/rtk/kulonszamok/2012_cikkek/57_Kohut_Laszlo.pdf) (Letöltés: 2018. 12. 22.)
- [12] HARNOS ZS. – GAÁL M. – HUFNAGEL L.: Klímaváltozásról mindenkinek című könyv; Kiadó: Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Matematika és Informatika Tanszék; Budapest, 2008, 135. oldal
- [13] TEKNŐS L. - KÓRÓDI GY.: A globális éghajlatváltozás biológiai kockázatainak elemzése, hatásainak vizsgálata a katasztrófavédelemre I. BOLYAI SZEMLE 2016 : 1 pp. 115-130., 16 p. (2016) [http://archiv.uni-nke.hu/uploads/media\\_items/bolyai-szemle-216-1.original.pdf](http://archiv.uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-216-1.original.pdf) p. 114. (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [14] TEKNŐS L. - KÓRÓDI GY.: A globális éghajlatváltozás biológiai kockázatainak elemzése, hatásainak vizsgálata a katasztrófavédelemre II. BOLYAI SZEMLE 2016 : 2



- pp. 111-135. , 25 p. (2016)[http://archiv.uni-nke.hu/uploads/media\\_items/bolyai-szemle-2016-02.original.pdf#page=111](http://archiv.uni-nke.hu/uploads/media_items/bolyai-szemle-2016-02.original.pdf#page=111) p. 111 (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [15] TEKNŐS L.: *A lakosság és az anyagi javak védelmének újszerű értékelése és feladatai a klímaváltozás okozta veszélyhelyzetben.* Doktori (PhD.) Értekezés. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2015. p. 262. [http://archiv.hhk.uni-nke.hu/uploads/media\\_items/doktori-phd-ertekezés-1.original.pdf](http://archiv.hhk.uni-nke.hu/uploads/media_items/doktori-phd-ertekezés-1.original.pdf) (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [16] PÁLDY A.: A klímaváltozás várható hatásának becslése a parlagfű pollenszezon, valamint a kapcsolódó allergiás betegségek jellemzőinek változására 2021-2050 és 2071-2100 között. *Egészségtudomány, LVI. ÉVFOLYAM*, 2012. 3. SZÁM. p. 75. ISSN: 0013-2268 [https://www.antsz.hu/data/cms40902/Egeszsegtudomany\\_2012\\_LVI\\_3.pdf](https://www.antsz.hu/data/cms40902/Egeszsegtudomany_2012_LVI_3.pdf) (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [17] BENTHAM G, Langford IH. *Environmental temperatures and the incidence of food poisoning in England and Wales.* *Int J Biometeorol.* 2001 Feb;45(1):22-6.
- [18] Legionella - A légiós baktérium [http://www.webbeteg.hu/cikkek/legzoszervi\\_betegseg/11583/legionellozis](http://www.webbeteg.hu/cikkek/legzoszervi_betegseg/11583/legionellozis) (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [19] SZAX A. - VARGHA M.: A szökőkutak vize, mint potenciális fertőzőforrás <http://oki.antsz.hu/hirek/reszletek/70> (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [20] KSH: Csecsemőhalandóság (2005–2016) [https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat\\_tablak/tabl/tps00027.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/eurostat_tablak/tabl/tps00027.html) (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [21] KSH: Halálozások a gyakoribb halálokok szerint (1990–) [https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_hosszu/h\\_wdsd001c.html](https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_wdsd001c.html) (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [22] TEKNŐS L.: A globális klímaváltozás és a katasztrófavédelem kapcsolata. *HADMÉRNÖK* 4: 2 pp. 80-94., (2009) [http://hadmernok.hu/2009\\_2\\_teknos.pdf](http://hadmernok.hu/2009_2_teknos.pdf) (Letöltés: 2018. 12. 27.)
- [23] Budapest Főváros Környezeti Programja a 2011 – 2016 időszakra. Budapest, 2011. p. 77. [http://budapest.hu/Documents/20111102\\_kornyezeti\\_program.pdf](http://budapest.hu/Documents/20111102_kornyezeti_program.pdf) (Letöltés: 2018. 12. 27.)

## A BITUMENFELDOLGOZÁS SORÁN TÖRTÉNT TARTÁLYROBBANÁSOK ÉS TÚZESETEK VIZSGÁLATA – II. RÉSZ

### THE REVISION OF TANK EXPLOSIONS AND FIRES THAT EVOLVED DURING THE PROCESSING OF BITUMEN - PART II.

TÓTH András

(ORCID:0000-0002-7365-6620)

[andras.toth@katved.gov.hu](mailto:andras.toth@katved.gov.hu)

#### Absztrakt

A cikksorozat második részében a bitumenfeldolgozás során előforduló káresemények, ipari balesetek további jellemzőit vizsgálom. A szénhidrogének bemutatásával kezdem a sort és a készbitument tároló merevfallú tartályok elemzésével, a robbanásuk szimulációjával folytatom. Az események jobb megértése érdekében a tartályrobbanások alapvető kémiai reakcióját elemezem több szempontból. A megelőzés lehetőségeit felvázolva végső célom a fejlesztési irány meghatározása és kijelölése; nem csak a bitumenfeldolgozás, hanem a teljes szénhidrogén-feldolgozási spektrum tekintetében. Az okok, tanulságok feltárását követően az eredmények megismertetése, átültetése a napi üzemeltetésbe, technológiai utasításokba nagymértékben megnöveli egy üzem biztonságos működését, működtetését.

**Kulcsszavak:** ipari baleset, üzemeltetés, fejlesztés, katasztrófavédelem

#### Abstract

In the second part of this series of articles I am going to examine the further characteristics of harmful events and industrial accidents that happened during processing bitumen. I am going to begin with the demonstration of hydrocarbons and continue with the analysis of rigid-walled tanks containing finished bitumen and the simulation of their explosion. To understand the incidences better I am analysing the basic chemical reactions of tank explosions from different viewpoints. Adumbrating the possibilities of prevention my main goal is the definition and designation of the direction of development; not only in respect of bitumen processing but on the whole spectrum of hydrocarbon processing. Following exploration of causes and solutions acquainting them, applying them in the daily operation and technological instructions greatly improves the safe operation and actuation of a plant.

**Keywords:** industrial accident, operation, innovation, disaster management

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019. 01. 24.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.26.

## BEVEZETÉS

A szénhidrogén-feldolgozók a katasztrófavédelem többéves tapasztalata alapján az egyik legveszélyesebb üzemek közé tartoznak hazánkban, biztonságosabbá tételük fontos kutatási téma.

A szakirodalom szerint többek között a legnagyobb problémát a piroforos jelenségek okozzák, negatív irányba befolyásolva a bitumenek feldolgozását és tárolását.

Mind nemzeti és nemzetközi szinten eddig a hatékony oltásra koncentráltunk, de véleményem szerint a megelőzés a leghatékonyabb biztonságnövelő tényező.

Pár gondolattal összefoglalom a cikksorozat és az előző cikk tartalmát: célul tűztem ki a bitumen feldolgozás és tárolás biztonságosabbá tételét a katasztrófavédelem eszközeivel és szempontjai alapján. A szénhidrogén-feldolgozás során alkalmazott szabályzók és biztonsági tervek csak a veszélyes ipari tevékenységgel és az annak során előforduló káresetekkel számolnak. Ezt a feltevést a szakirodalom is megerősíti, ugyanakkor több esetben előfordult, hogy a veszélyes ipari üzemen belül, a nem veszélyes ipari tevékenység során következett be a káresemény.

Részcélom a piroforos<sup>1</sup> jelenségek létrejöttét megakadályozó eljárások kidolgozása, a biztonságos üzemeltetés kialakítása és az oxigénkiszorítás (inertizálás) modernizálása; egy nagyfokú biztonságot nyújtó rendszer kialakításával, bevezetésével.

További részcélom egy online műveleti térkép elkészítésével bizonyítani, hogy – a kistérség, a szűkebb és tágabb régió hazai és külföldi veszélyes üzemait, gyárait tömörítő adatbázis létrehozásával – javítható-e a döntéstámogatás.

A cikksorozat első részében a tartályrobbanások tudományos vizsgálatával foglalkozó magyar szakértők egyetértenek abban, hogy a robbanás fő oka az, hogy a 3-5 térfogatszázaléknál több levegő jutott a tartályokba, amely kedvezett a koksz (piroforos anyag) létrejöttének, ami a betárolás során a közel kétszáz fokos hőmérsékleten felizzott és az éghető szénhidrogén gázokat, gőzöket levegő jelenlétében meggyújtotta.

Az Egyesült Királyságban és az Amerikai Egyesült Államokban végzett vizsgálatok eltérnek egymástól: a britek csak próbálják megérteni a tartályrobbanásokat különféle okokra visszavezetve, míg az USA-ban komoly kísérletek folynak a tartály belsejében végbemenő folyamatok megértésével, vizsgálatával, szimulációjával és megelőzésével kapcsolatban.

Katasztrófavédelmi szempontból elemeztem az esemény kríziskommunikációját és megállapítottam, hogy nem valósult meg az egységes kommunikáció, mivel a katasztrófavédelem, a Helyi Védelmi Bizottság és a MOL külön-külön, más-más időpontban és nem egy helyen, egymást kiegészítve tartott tájékoztatót, – engedve a médiumok nyomásának – de szerencsére a lakosságtájékoztatás nem szenvedett hiányt, csak más-más szemszögből fontos hírt kaptak az egységes tájékoztatás helyett.

A bitumenfeldolgozás nem veszélytelen művelet, ahogyan azt a cikksorozat első részében igazoltam. A katasztrófavédelmi szakemberek részére fontos feladatnak tartom a technológiai folyamatok megismerését, így az ellenőrizhetetlenné váló folyamatok esetén az üzem szakembereivel közösen a tudás birtokában meg tudják akadályozni a nagyobb károk kialakulását.

A cikksorozat második részének célja: a leírt részkövetkeztetések további vizsgálata, a szénhidrogének bemutatása, fajtáik, jellemzésük. A bitumenfeldolgozás során történt káresetek további boncolgatása az égésemélet és a kémia segítségével, a vegyi reakciók felírása, levezetése.

Elemezem a bitumenfeldolgozás során a piroforos jelenségek kialakulásának lehetséges módjait, az ellenük történő fizikai és kémiai védekezés, semlegesítés lehetőségeit, kitérek a merevtetés tárolótartályokra és a bennük létrejövő gázrobbanás modellezését mutatom be.

---

<sup>1</sup> Levegőn, levegővel érintkezve spontán meggyulladó, parázsló, izzó, önmelegedő anyag.

## A SZÉNHIĐROGÉNEK VIZSGÁLATA

A legegyszerűbb szerves vegyületek, a szénhidrogének csak szénből és hidrogénből épülnek fel. Közülük azokat a szénhidrogéneket, amelyekben a szénatomok egyszeres kötéssel kapcsolódnak egymáshoz, telített szénhidrogéneknek nevezzük. Mivel a telített szénhidrogének nyílt szénláncúak és gyűrűs szerkezetűek egyaránt lehetnek, ezért két csoportjukat különböztetjük meg, mégpedig az alkánokat és a cikloalkánokat.

A telítetlen szénhidrogénekben a szénatomok nemcsak egyszeres, hanem kettős és hármas kötésekkel is kapcsolódhatnak egymáshoz. A szén–szén kettős kötést tartalmazó vegyületek – annak megfelelően, hogy nyílt láncúak vagy gyűrűsek – lehetnek alkének, más néven olefinek vagy cikloalkének, a hármas kötést tartalmazó nyílt láncú telítetlen szénhidrogéneket pedig alkinoknak, illetve acetilén-szénhidrogéneknek nevezzük. A telítetlen gyűrűs szénhidrogének különleges képviselői az aromás vegyületek, amelyek legfontosabb képviselője a benzol. [1]

Szénhidrogén kitermelés terén a kőolaj és a földgáz bányászata említendő. A nyersanyag elsődleges feldolgozása még a bányászati területén történik. A kitermelt és importált szénhidrogén feldolgozása során további feldolgozásra váró intermediereket, üzem- és kenőanyagokat; valamint a feldolgozás melléktermékeit (például: bitumen) állítják elő.

Az anyagok többsége fokozottan tűz- és robbanásveszélyes, súlyos ipari balesetet, katasztrófát, illetve környezeti katasztrófát okozhat. A szénhidrogén kitermelés és feldolgozás során a következő veszélyhelyzetek alakulhatnak ki:

- kőolaj és földgáz kitermelése, valamint kutatófúrások közben bekövetkező váratlan kitörések miatt keletkező veszélyeztetés és környezeti kár;
- kitermelt nyersolaj és földgáz bányászati területén való készletezése, vagy elsődleges feldolgozása során keletkező tűz vagy robbanás, környezeti kár;
- importált és kitermelt nyersolaj feldolgozása – kőolaj-finomítás, szekunder termékek (PB gáz) gyártása – majd készletezése során bekövetkező tűz, robbanás, vagy környezeti kár;
- termékelosztási (gáztöltőállomások) tárolási és logisztikai (termékvezetékek) tevékenység végzése alatt keletkező tűz és robbanás, illetve környezet károsítás. [2]

A telített szénhidrogének standard állapotban – a szénatomszámtól függően – gáz-, folyékony vagy szilárd halmazállapotúak.

A legkisebb C1-C4 szénatomszámú szénhidrogének normál állapotban színtelenek, szagtalanok, gáz-halmazállapotúak. Közülük a metán a földgáz fő alkotórésze, fontos energiahordozó és vegyipari alapanyag. A propán és a bután elegyével töltött PB-gázpalackokat ott használják energiaellátásra, ahol nincs vezetékes gáz.

A nagyobb szénatomszámú C5-C19 telített szénhidrogének tiszta normál állapotban színtelen folyadékok. Szaguk jellegzetes, a szénatomszámtól függő. A kőolajból desztillációval különítik el közel azonos szénatomszámú molekulákból álló keverékeiket. A legnagyobb szénatomszámú C31-C50 a kőolajgyártás melléktermékeként gyártott bitumen. [3]

A bitumen viszkoelasztikus tulajdonságú, szénhidrogénekből felépülő, nagy molekulájú szerves anyag. Alifás és aromás szénhidrogénekből áll, emellett oxigén, kén és nitrogén fordul elő benne.

A kőolaj-feldolgozó ipar ma már szinte mindenütt 3 000 – 4 000 méter mélységből felhozott olajokat dolgoz fel. Ezeknek az olajoknak 90%-a feldolgozható üzemenyaggá, 10%-a képezi a bitumenek alapját.

A bitumen viszkozitása, fizikai tulajdonságai a hőmérséklet függvényében folytonosan változnak, reverzibilis jelleggel. Alacsony hőmérsékleten *elasztikus*, közepes hőmérsékleten *elasztikus-plasztikus*, magas hőmérsékleten pedig *viszkózus newtoni folyadékként* viselkedik.

A bitumennek 140–180 °C között kicsi a viszkozitása. Ha a hőmérséklet csökken, akkor a viszkozitás radikálisan nő. Azok a bitumenek a jó minőségű bitumenek, amelyek tulajdonságaikat a hőmérséklet függvényében kevésbé változtatják. [4]

## A BITUMENTÁROLÓ TARTÁLYOK ELEMZÉSE

A kutatásaim alapján a merevtetős tartályokat általában olyan „fekete/sötét-”, nehézttermékek tárolására használják, mint a fűtőolaj, a vákuum desztillátum, vagy a bitumen. A tárolótartálynak rögzített (fix) teteje van, ami a legáltalánosabb – és legegyszerűbb – megoldás.

Az alulról bordákkal erősített tartálytető mereven hozzá van erősítve a tartályköpenyhez, rendszerint hegesztéssel. A tető közel sík vagy kupola formájú lehet. E tartályok esetében a legnagyobb veszélyforrást az jelenti, hogy a tárolt folyadék felszíne felett éghető folyadékgőz - levegő keverék alakul ki, mely elegy – az éghetőségi határkoncentrációk között – tűz- és robbanásveszélyt eredményez.

A robbanásveszélyes gőz térfogata a folyadékszint és a tető közötti távolságtól függ, alacsony folyadékszint esetén a tartály névleges térfogatát is megközelítheti. A robbanóképes elegy detonációja elrepítheti vagy megrongálhatja a tetőt, ami kiterjedt, nyílt felületű vagy megszott, illetve árnyékolt felületű tartálytűz kialakulásához vezet. Az elrepülő tető további veszélyt jelent, hiszen nagyobb távolságokra eljutva megrongálhatja a felfogóteret határoló szerkezetet, a környező technológiai berendezéseket, tartályokat, vezetékeket, valamint veszélyezteti a közelben tartózkodókat is.

A folyékony szénhidrogének nagymennyiségű tárolására szolgáló állóhengeres, atmoszférikus acéltartályokat érintő tüzeset-típusokat vizsgálva megállapítható, hogy a legfontosabb és a beavatkozás lehetőségére is meghatározó tényező a tárolóedény (elsősorban a tetőszerkezetének) és a felfogótér kialakítása.

A merevtetős tartályok tüztípusainál felületi és pontszerű (lokális) lángolásokról beszélhetünk. A felületi tűz lehetősége akkor adott, ha egy robbanás következtében megsérül vagy leszakad a tető. Ha a tető részben vagy teljesen felhasad, kialakulhat a teljes felületű tartálytűz, és a beavatkozók feladata „csupán” a kész oltóhab tűzfelületre juttatása. A legkézenfekvőbb megoldásnak a beépített habfolyatók alkalmazása tűnik. E beépített berendezések és részegységek azonban rendkívül sérülékenyek, a detonáció gyakran – a tetővel együtt – a szerelvények sérülését és deformációját is okozza.

Takart felületű tartálytűzről akkor beszélhetünk, amikor a tárolt anyag a tartály valamely megsérült szerkezete – általában a tartálytető, a tartálypalást, vagy annak egy része - alatt, annak takarásában lángol. Ebben az esetben komoly kihívást jelent az oltóhab tűzfelületre juttatása, a teljes felület habtakarásának kialakítása, hiszen a hab belövését akadályozza a takaró hatású szerkezet. [5]

A tetősarokgyűrűnek nem szabad túl erősnek lennie az amerikai szabvány szerint, mert ellenkező esetben robbanás alkalmával nem roppan össze és nem a tető repül, hanem az egész tartály. Az amerikai szabvány primitív szilárdságtani megközelítése mélységes bölcsességet tartalmaz: bonyolultabb szilárdságtani megközelítés nagyságrendekkel több bizonytalanság forrása lehetne, mint például a 3 mm sarokvarrat egyedüli alkalmazása.

A 3 mm tető-köpeny-sarokgyűrű varrat önmagában való alkalmazása a magyar tartály-tervezői elmélet és -gyakorlat tévedése. A magyar szabványnak ezt a nem kellően pontos megfogalmazását a tartálytervezés során kiragadni és egyedülállóan alkalmazni tervezői felelőtlenség. Amennyiben nem megbízható nemzetközi előírásoknak megfelelően méretezett tetőt alkalmaz a tervező, logikusnak, és szabvány szerint elvárhatónak látszik egyéb megbízható méretezést megkövetelni tőle a páratéri robbanás esetére. [6]

A magas hőmérsékletű fémfelület mellett a tűzveszélyes folyadék a forráspontja feletti hőmérsékleten – folyamatosan forrásban – van, gőznyomása meghaladja a környezeti nyomást; így az intenzív gőzképződés megakadályozza a habtakaró zárását és folyamatosan táplálja a

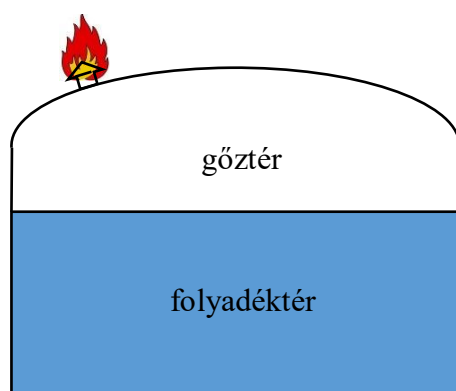
lángokat. A jelenség a teljes felület eredményes eloltását számottevően késleltetheti, megnöveli a teljes oltóanyagigényt.

A merevtetős tartályok tetején légzőszerelvények – nyomás/vákuum P/V) szellőzők – találhatóak, mely nyílások akkor nyitnak, amikor a tartály ürítés vagy töltés alatt áll. A legtöbb, ilyen tartályon előforduló tüzeset pontszerű tűz, azon belül is a légzőszerelvény tüze. (1. ábra)

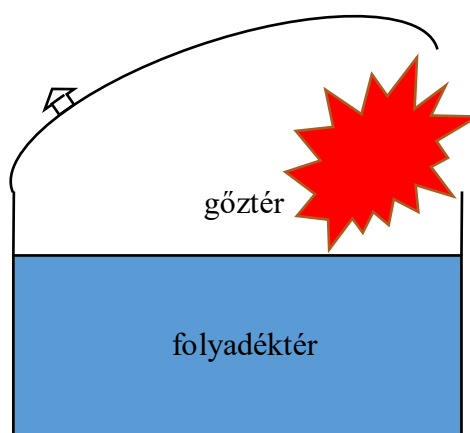
Előfordul, hogy a belső gőztér-robbanás a túl erős szerkezeti kialakítás következtében „csupán” néhány kisebb nyílást szakít a tetőn. Ezeket a formájukból adódóan „halszájaknak” nevezik. A kialakult nyílások elhelyezkedésétől, méretétől, a tárolt folyadék jellemzőitől és a felszín elhelyezkedésétől függően – a szellőzők tüzeihez hasonlóan – többnyire külső tűzoltás szükséges. (2. ábra)

A szellőzők és a „halszájak” tüzei általában elolthatók vízköd alkalmazásával, inertgáz tartályba juttatásával a levegő kiszorítása érdekében, vagy – a tűz és a tetőre vezető feljáró elhelyezkedésétől függően – oltópor alkalmazásával. [5]

vízzáras szellőző



1. ábra A szellőző tüze (saját szerkesztés)



2. ábra A gőztér robbanása (saját szerkesztés)

Vizsgálataim szerint, az Atlanti óceánon túl – az Egyesült Államokban – az elmúlt évtizedekben látványos következményekkel számos atmoszférikus tartályrobbanás történt, melyek tipikusan magukban foglalják a különböző bitumen termékeket és gyúlékony anyagokat. (benzin, gázolaj, alkoholok)

A tartályrobbanások okai: villámcsapás, forró eszközökkel történő munkavégzés, hegesztés, szikra, kémiai reakció, kémiai gyulladás, túl nagy aláfűtés, hevítés.

A felsorolások közül a leggyakoribb előidéző a villámcsapás és az ember által okozott hibák, amelyek több mint 60% -át jelentik az összes előidéző közül.

Több esetben jelentős károkat eredményezett a környező létesítményekben és lakóépületekben a keletkező túlnyomás vagy a túlnyomás hatása; pl. törött ablakok vagy a merevtetős tartály – könnyített varrata miatt – kiszakadt darabja, elrepült teteje.

Az adatokból úgy tűnik, hogy a villám okozza a legpusztítóbb baleseteket: 80 villámcsapás gerjesztette balesetet regisztráltak, ami egy tucat tartályt érintett közvetlenül. [7]

## ROBBANÁS MEREVTETŐS TÁROLÓTARTÁLYOKBAN

Összehasonlítottam az analitikai módszerek által készített feltételezéseket a CFD<sup>2</sup> modellezéssel és számos paramétert megvizsgáltam, amelynek hatása lehet a tartályrobbanás értékelésére.

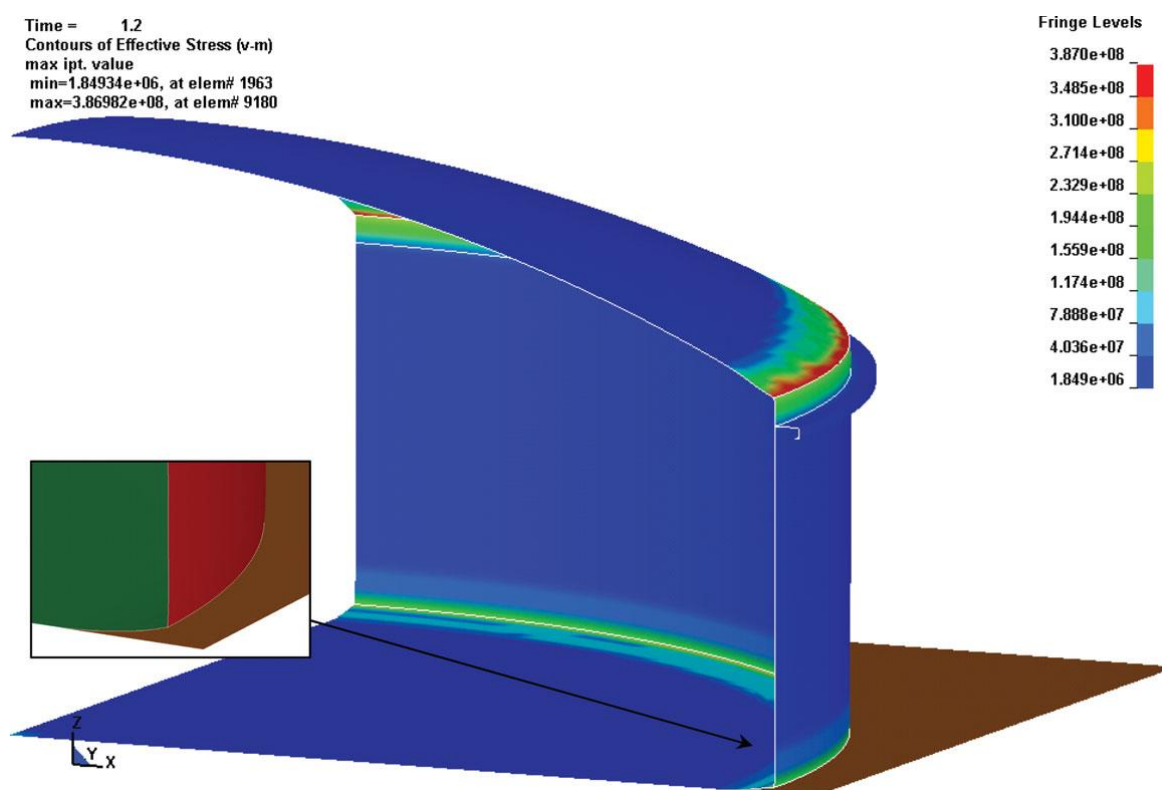
<sup>2</sup> Computational Fluid Dynamics; numerikus áramlástani modellek, matematikai modellek egy alcsoportjának, de akár külön tudományterületnek is vehetők melyek numerikus metódusokat és algoritmusokat használnak.

A FLACS-al<sup>3</sup> elvégzett égési folyamat szimulációk kimutatták, hogy csupán a gázok egy kis töredéke növeli a nyomást a tartály felrobbanása közben, mert a merevtető gyorsan felhasad és kiengedi a nyomást (a legtöbb gáz elég, miután eléri a robbanási nyomást, ezért az energia tűzgolyókká/hősugárzássá alakul át, nem pedig nyomássá).

A vizsgált esetekben a modellezés során többek között megfigyelhetjük, hogy a robbanási nyomás reális értéke 1,5-szerese a meghibásodáskor mért nyomásnak.

Azt is lehet igazolni, hogy az analitikai módszerek feltételezései néhány esetben vitathatók:

- Az LS-DYNA<sup>4</sup> szimulációk kimutatták, hogy az atmoszférikus nyomású tartályok az esetek kis hányadában szenvedtek maradandó károsodást (a figyelembe vett okokból)
- FLACS és LS-DYNA szimulációk bizonyítják (1. kép), hogy az energia csupán töredéke veszik el a tető kilövellése (1-8%) és a tartály deformálódása miatt (kevesebb mint 1%); ezek a szimulációk azt is kimutatták, hogy a Brode<sup>5</sup> energia kicsit kisebb, mint a robbanás által felszabaduló energia. [8]

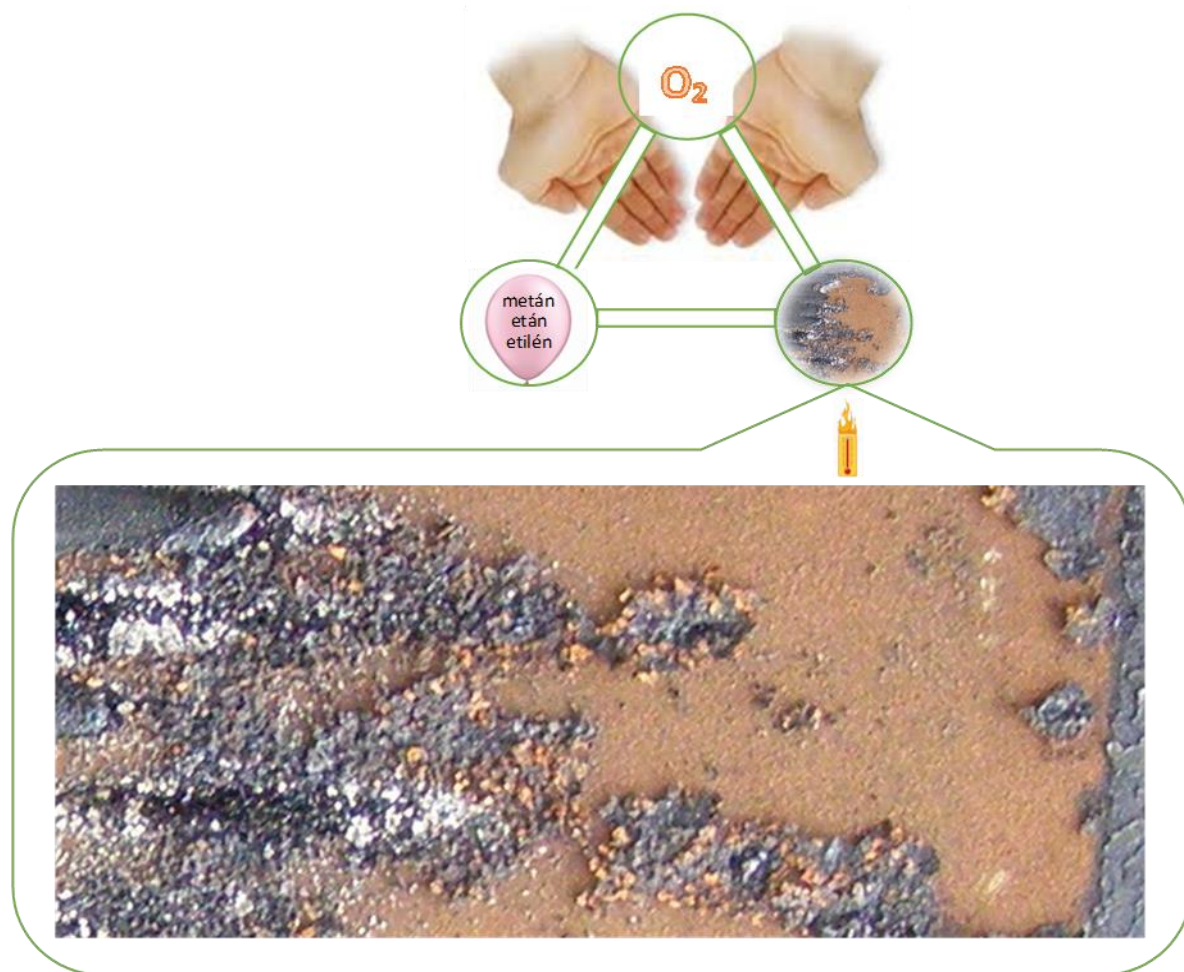


1. kép Az LS DYNA szoftverrel készült szimuláció egy kompakt tartályrobbanás eloszlását mutatja [8]

<sup>3</sup> FLACS ipari szabvány a CFD robbanás modellezésére ez az egyik legjobb jóváhagyott eszköz gyúlékony és mérgező gázok modellezésére a műszaki biztonsági tekintetben.

<sup>4</sup> LS-DYNA egy általános célú véges elemes összetett valós problémák modellezésére képes program. Az autópárhuzamban, űrrepülés, építőipar, katonai, a gyártás és a biomérnöki iparágakban alkalmazzák.

<sup>5</sup> Brode kiszámította egy gömb alakú robbanási lökéshullám nagyságát, ami körülbelül 30% energiát emészt fel.



3. ábra A robbanáshoz vezető ok. /A 2012. május 20-i robbanást követően a bitumentároló tartály belsejében a szerző által készített fénykép alapján/ (saját szerkesztés)

Fő szabály szerint ahhoz, hogy robbanás keletkezzen a tartályban, három tényezőnek (tűzháromszög) kell egy időben, egy helyen lennie:

- éghető anyag (szénhidrogén gáz)
- oxigén (levegő)
- gyulladási hőmérséklet,
- gyújtóforrás (piroforos vas)

Minden olyan vas piroforosnak tekinthető, melynek fajlagos felülete kb.  $3 \text{ m}^2/\text{g}$  értéknél nagyobb, azaz nagyon finom por. A vas-oxidból (rozsdá) vas-szulfid keletkezik oxigénmentes légkörben, ha a hidrogén-szulfid gáz jelen van (vagy a hidrogén-szulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ) koncentráció több mint az oxigén).

Az egyes piroforos vas-szulfid kristályok rendkívül finom eloszlásúak, ez pedig hatalmas felület-térfogat arányt eredményez. Tovább folytatva a reakciót, amikor a vas-szulfid kristály ezt követően levegővel érintkezik, oxidálódik, visszaalakul vas-oxidá, és szabad kén vagy kén-dioxid-gáz képződik. Ez a reakció a vas-szulfid és az oxigén között jelentős mennyiségű hőtermeléssel jár.

Tény, hogy sok esetben hő szabadul fel és az egyes részecskék izzó vas-szulfiddá alakulnak. A piroforos exoterm oxidációs izzás belobbantja a gyúlékony szénhidrogén-levegő keveréket.



A kőolajfinomítók esetében jellemző a vas-szulfid okozta öngyulladás, akár a nyílt téren, vagy a berendezések belsejében. Amikor ez bekövetkezik, például finomító oszlopokban, tartályokban és maradék szénhidrogéneket tartalmazó hőcserélőkben – levegő jelenléte esetén – az eredmény romboló hatású lehet.

Piroforos vas okozta tüzesetek leggyakrabban a leállások, illetve ellenőrzés vagy karbantartás során keletkeznek, amíg a készülék és a csövezetékek nyitva vannak. A kénes nyers olajat vagy bitument tároló tartályokban a piroforos vas által kiváltott reakciók sem ritkák. (3. ábra)

## AZ ALAPVETŐ KÉMIAI REAKCIÓK VIZSGÁLATA

A vas-szulfid az egyik leggyakrabban megtalálható anyag a kőolajfinomítóknál a desztillációs oszlopokban, nyomástartó edényekben, tartályokban stb. A vas és a (szén)acél reagál a hidrogén-szulfiddal, melynek következtében egy rozsdakéreg jön létre a fém felületén.

A rozsdán vagy korrózióan a hidrogén-szulfid jelenlétében az alábbi módon képződik:



Még nagyobb a valószínűsége, ezen reakció létrejöttének, abban az esetben, amikor az anyag, nyersanyag kéntartalma magas.

Ez a piroforos vas-szulfid szunnyad, megbújik a berendezésben, ám ha a berendezést leállítják, és felnyitják a rendszert, a piroforos vas-szulfid levegővel érintkezik, amely lehetővé teszi az exoterm folyamat gyors oxidációját a szulfidok, oxidok<sup>6</sup> jelenlétében. Az oxidációs szulfid anion<sup>7</sup> által az oxigén a levegőben hatalmas mennyiségű hőt szabadít fel.



A hőmennyiség elegendő lehet ahhoz, hogy a vasra lerakódott rozsdá felizzon. A hő általában gyorsan elvész, ha nincs további forrása, vagyis nincs éghető anyag, ami táplálja az égést. A fehér füst  $\text{SO}_2$ <sup>8</sup> gáz - ami gyakran jár együtt a piroforos tüzekkel - többször összetévesztik a gőzzel. [9]

A vas, a rozsdá önmagában nem kap lángra, ám amennyiben van egy éghető anyag jelen (például a maradék olaj, szénhidrogén gázok), akkor a keletkezett hő megfelelő az éghető anyag begyűjtéséhez.

## A BITUMENFELDOLGOZÁS SORÁN A PIROFOROS VESZÉLYEK ELHÁRÍTÁSA

A Piroforos vas ártalmatlanítására a FQE Chemicals [10] kifejlesztett egy víz alapú terméket abból a célból, hogy megelőzzék a reakciót a vas-szulfid lerakódásoknál. A feladatot nem hagyományos módon hajtják végre: egyszerűen megakadályozzák az oxidációt. A termék neve FQE Piroforos.

A piroforos vas magas hőmérsékleten a hő hatására oxidálódik. Sok esetben a kezelő személy teljes nyugalommal eltávolítja a vas-szulfidot a berendezésből. A vas-szulfid valójában egy védőréteg, amely gátolja a fém további korrózióját.

Az FQE Piroforos termék megelőzi a veszélyes vas-szulfid oxidációt és lecsökkenti a potenciális veszélylehetőségeket a gyorstüzet vagy robbanást a szénhidrogén feldolgozó berendezéseknél. A kifejlesztett anyag nem veszélyes, nem savas jellegű, biztonságosan és hatékonyan lehet vele a piroforos vas lerakódásokat eltávolítani.

<sup>6</sup> Valamely vegyi elemnek az oxigénnel alkotott vegyülete.

<sup>7</sup> Negatív elektronos töltésű részecske, benne az elektronok száma nagyobb, mint a protonoké. Semleges atomból elektron felvételével képződik, azaz elektron többlet lép fel.

<sup>8</sup> Kén-dioxid

A módszer magában foglalja a cég saját fejlesztésű, megelőzésére szolgáló kémiai oxidációs folyamatát, ami gátolja a szulfid kialakulásának reakcióját. A termék szinte azonnal reagál a piroforos vas-szulfidokkal. Az FQE Piroforos termék kémiaileg kompatibilis a többi gáztalanító vegyipari termékkel, valamint reaktív, tehát nem lép reakcióba velük. Ennek eredményeként tudjuk elvégezni a gőz fázisú munkát, és a gáztalanítást. Az FQE Piroforos terméket két órával a gőzölés vége előtt kell alkalmazni, hogy teljesen megszüntesse a vas oxidációját.

Létezik egy másik módszer a megelőzésre: oxidáló vegyszerek (például a szulfid-oxid) vegyi átalakítása oxidációval. A kálium-permanganát ( $\text{KMnO}_4$ ) jó választás az oxidánsok<sup>9</sup> közül, mivel képes oxidálni a piroforos szulfidot, de használata mégis biztonságos és könnyen alkalmazható. 1% - 4% -os koncentrációban jó megoldásnak ígérkezik, ártalmatlan, ha az emberi bőrfelülettel érintkezik.

Amikor a piroforos vas-szulfid az egyesülés végén megsemmisül, mangán válik ki. [11] Nitrogéngázos környezetben, amely 2 - 4 térfogat% oxigént tartalmaz, ezek a szulfidok hatástalaníthatók mackinawittel<sup>10</sup>, (FeS) pirittel<sup>11</sup>, (FeS<sub>2</sub>) és greigittel<sup>12</sup>, (Fe<sub>3</sub>S<sub>4</sub>). A mackinawit lassan elkezdi oxidálódni és goethit<sup>13</sup> FeO(OH) keletkezik, ami nem annyira reakcióképes.

A pirit és a greigit a piroforos szulfidos keveréket véglegesen szétválasztja, nem szikrázik már a levegővel érintkezve. A hatástalanítás közben ezek nem oxidálódnak, vázszerkezetű alakká változnak át, amelynek kisebb az érintkezési felülete és kevésbé reakcióképes. [12]

#### Kémiai semlegesítés (üres tartály esetén)

1. A leghatékonyabb módszer a berendezés kinyitását megelőző, kálium-permanganát oldattal való kémiai semlegesítés; (1% -os oldat keringetése, a színváltozás ellenőrzése)
2. Az üledék és a berendezés belsejének nedvesen tartása addig, amíg a piroforos anyag eltávolításra kerül egy olyan helyre, ahol meg tud száradni;
3. Állandó szellőzés fenntartása több oxigén biztosítása céljából, amely nélkülözhetetlen a reakció befejezéséhez, és megelőzi a piroforos anyag kialakulását.

#### A belső piroforos jelenségek elkerülése

1. A kénvegyületeket tartalmazó alkatrészek cseréjével;
2. Nitrogén vagy más inertgáz használata az oxigén „távoltartásához”;
3. A potenciálisan könnyen gyulladó anyagok eltávolításával és a gyulladásveszély kialakulásának megelőzésével, ellenőrzésével.

### **A Két feldolgozott bitumenes anyag összehasonlítása**

Összehasonlítottam a két feldolgozott bitumént a gudront<sup>14</sup> és az RHC nevű bitumenes anyagot. A Zalai Finomítóban a robbanást megelőzően a százhalombattai finomítóból származó, atmoszférikus- és vákuumdesztillációs üzemekben lejátszódó elválasztási műveletek végén kapott „maradék” gudront dolgozták fel.

A Százhalombattai Finomítóban használt technológia 1997-ben létesült és a „maradék-feldolgozás komplex megvalósítása” elnevezésű projekt részeként üzemel.

---

<sup>9</sup> Oxidáló-anyag, oxidálószer: olyan kémiai anyag, amely oxigénnel történő egyesülést (égést) hoz létre.

<sup>10</sup> Vas-nikkel-szulfid ásvány.

<sup>11</sup> Magas kén tartalmú vas-szulfid ásvány.

<sup>12</sup> Vas-szulfid ásvány.

<sup>13</sup> Bársonyvasérc vagy tűzvasérc, vashidroxid ásvány.

<sup>14</sup> Lepárlási maradék, bitumen, amelyet úgy állítanak elő, hogy az ásványolajból nemcsak a fehérruhát, hanem a könnyebb olajpárlatokat desztillációval eltávolítják.

A Pozsonyi Finomító EFPA [13] projekten belül épített egységei 1999-ben lettek üzembe helyezve, a maradék hidrokrakk RHC<sup>15</sup> (LC-Finer) gyártórész 2000 évtől üzemel. [14]

## Az RHC

A pozsonyi finomítóban fluid katalitikus krakkolás<sup>16</sup> játszódik le alacsony nyomáson és hőmérsékleten. A megfelelő katalizátorok<sup>17</sup> miatt 95-ös oktánszámú benzin, illetve különböző gázok keletkeznek.

A krakkolás egyik mellékterméke a kén-hidrogén gáz, amelynek elégetéséből sárgaként nyernek ki és adnak el ipari felhasználásra. A másik melléktermék az RHC, amely egy aszfalt-szerű anyag. Ebből további gázolajat és benzint állítanak elő. Az anyag minősége miatt itt már nagy hőmérsékletre és hatékonyabb katalizátorra van szükség.

A hőmérséklet szabályozása kritikus ebben a folyamatban, ugyanis túl alacsony hőmérsékleten megfagy a bitumen, túl magas hőmérsékleten pedig begyulladhat.

Az üzemben külön hidrogén gyártására szakosodott egység van. Erre azért van szükség, mert a hidrogén rendkívül robbanékony anyag, nehézkes a szállítása, ugyanakkor a krakkoláshoz és tisztító folyamatokhoz elengedhetetlen. [15]

## KÖVETKEZTETÉSEK

A cikksorozat második részében bemutattam a bitumenfeldolgozás során történt káresetek okait az égésmélet és a kémia segítségével. Vizsgáltam a piroforos jelenségek kialakulásának lehetséges módozatait, az ellenük történő fizikai és kémiai védekezés, semlegesítés lehetőségeit, kitértem a tárolótartályokra és a robbanásuk modellezést jártam körül.

Megfogalmaztam a célkitűzéseket, hova szeretnék eljutni a rendelkezésemre álló adatok és szakirodalmak tematikus értékelésével, valamint az alkalmazott módszerek segítségével, hogy saját kutatási következtetéseket vonjak le és eredményre leljek.

Vizsgáltam a piroforos jelenségek kialakulásának lehetséges módozatait, az ellenük történő fizikai és kémiai védekezés, semlegesítés lehetőségeit, kitértem a tárolótartályokra és a robbanásuk modellezését jártam körül. A tanulmány készítése során kapott adatokból megállapítottam, hogy a tartályrobbanások hátterében a piroforos anyag és a levegő, vagyis az oxigén áll. Az oxigén molekula két szabad gyöke egyesülni szeretne bármivel, bármi áron.

A korábbi cikkhez visszakanyarodva most vált érthetővé, hogy az első tartályrobbanásnál a keverőegység cseréje idején bejutott levegő felerősítette a piroforos folyamatok kialakulását, majd a megfelelő hőmérséklet és oxigénkoncentráció létrejöttékor robbanást idézett elő.

A két anyag összehasonlítása, valamint a két finomítóban használt kőolajfinomítási eljárás vizsgálata során megállapítottam, hogy a Pozsonyi finomítóból származó végtermék az RHC a hidrokrakkolási eljárás következtében több kénvegyületet tartalmaz.

Úgy ítélem meg, hogy a tartályok belső felületén nagyobb valószínűséggel és nagyobb felületű korróziós rozsdák keletkeznek, a bitumenből kipárolgó gáz/gőz formájú hidrogén-szulfid miatt. A vas és a (szén)acél reagál a hidrogén-szulfiddal, s ezen reakció következtében egy rozsdakéreg jön létre a fém felületén.

A piroforos anyag a rozsdán, korrózió a hidrogén-szulfid jelenlétében az alábbi módon képződik:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (rozsdák) +  $3\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{FeS} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{S}$

---

<sup>15</sup> Melléktermék, egy bitumenszerű anyag.

<sup>16</sup> Fluidágyas katalitikus krakkolásnak nevezzük, az eljárás során a gőzök által fluidizált állapotban tartott, finom eloszlású katalizátor jelenlétében krakkolják a lepárlási maradékokat és a nehéz párlatokat.

<sup>17</sup> Olyan anyag, ami egy vegyi folyamat sebességét megváltoztatni képes, de a művelet végén változatlan formában kerül ki belőle.

Még nagyobb a valószínűsége annak, hogy ez a reakció létrejön, amikor a nyersanyag, anyag kéntartalma magas - mint jelen esetben a Pozsonyi finomítóból származó RHC-nak.

A cikksorozat következő részében arra keresem a magyarázatot, hogy az oxigénkiszorítás alkalmazása milyen hatással van a piroforos jelenségek kialakulására, hogyan előzhető meg a bitumenfeldolgozás káresetei, van-e lehetőség a fejlesztésre, tovább fejlődésre.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] ANTUS S., MÁTYUS P.: *Szerveskémia II. A szénhidrogének*; [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_519\\_42574\\_2/ch01.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_519_42574_2/ch01.html) (letöltve: 2018.03.01.)
- [2] BOGNÁR B., BONNYAI T., GÖRÖG K., KÁTAI-URBÁN L., VASS Gy.: *Létfonosságú Rendszerek és Létesítmények Védelme*; Kézikönyv a katasztrófavédelmi feladatok ellátására, NKE Katasztrófavédelmi Intézet, Budapest, 2015. ISBN 978-615-5057-49-6
- [3] A telített szénhidrogének tulajdonságai, a kőolajparlatok. <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szerves-kemia/a-telített-szenhidrogenek-tulajdonsagai/a-koolajparlatok> (letöltve: 2018.03.04.)
- [4] KISGYÖRGY L.: *Utak*; Typotex 2014 ISBN 978-963-279-753-3 [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0023\\_Utak/html/section-0177.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0023_Utak/html/section-0177.html) (letöltve: 2018.03.06.)
- [5] PIMPER L.: *Tűzveszélyes-folyadék tároló tartályok és jellemző tüztípusaik*; <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/542-tuzveszelyes-folyadek-tarolo-tartalyok-es-jellemzo-tuztipusaik.pdf> (letöltve: 2018.03.09.)
- [6] KOCKA S.: *Állóhengeres tartályok robbanás elleni védelme*; <http://www.sprinkler-1.hu/hu/publikaciok/publikaciok.php?pub=3> (letöltve: 2018.03.10.)
- [7] TAVEAU J.: *Explosion of Fixed Roof Atmospheric Storage Tanks, Part 1: Background and Review of Case Histories*; [https://www.researchgate.net/publication/260344887\\_Explosion\\_of\\_Fixed\\_Roof\\_Atmospheric\\_Storage\\_Tanks\\_Part\\_1\\_Background\\_and\\_Review\\_of\\_Case\\_Histories](https://www.researchgate.net/publication/260344887_Explosion_of_Fixed_Roof_Atmospheric_Storage_Tanks_Part_1_Background_and_Review_of_Case_Histories) (letöltve: 2018.03.17.)
- [8] TAVEAU J., MORAS B.: *Explosion of Fixed Roof Atmospheric Storage Tanks: Part 3: Gas Explosion and Structural Response Simulations*; Process Safety Progress American Institute of Chemical Engineers Volume 31, Issue 3. 199–326.
- [9] SAHDEV M.: *Pyrophoric Iron Fires in Safety and Pressure Relief*; (elektronikus kiadvány) <http://www.cheresources.com/content/articles/safety/pyrophoric-iron-fires?pg=1> (letöltve: 2018.03.21.)
- [10] FQE Chemicals; <https://fqechemicals.com/> (letöltve: 2018.04.09.)
- [11] CIMINI J.: *Pyrophoric Iron Fires*; <https://www.scribd.com/document/236857191/Pyrophoric-Iron-Fires> (letöltve: 2018.03.29.)
- [12] WALKER R., STEELE D. A., MORGAN T. B. D.: *Deactivation of Pyrophoric Iron Sulfides*; <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie960575y> (letöltve: 2018.04.09.)
- [13] Datastream Systems, Inc: *Environmental Fuel Project Apollo*; <http://www.hydrocarbononline.com/doc/datastream-completes-project-at-slovnaft-refi-0001> (letöltve: 18.04.10)
- [14] ŠVATRÁK M., DÁNIEL Z.: *A Pozsonyi Apollo finomító története*; <https://anzdoc.com/a-pozsonyi-apollo-finomito-trtenete.html> (letöltve: 2018.04.11.)
- [15] CSIBA G.: *Slovnaft Olajfinomító És Gázturbinás Egység Üzemlátogatás 2016.04.26.* [ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Energetikai%20aktualitasok/2015-16-02/13/Slovnaft\\_beszamolo.pdf](ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/Energetikai%20aktualitasok/2015-16-02/13/Slovnaft_beszamolo.pdf) (letöltve: 2018.04.12.)

## ADDITÍV GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁK KATONAI ALKALMAZÁSÁNAK VIZSGÁLATA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A KATONAI ELEKTRONIKA TERÜLETÉRE

### ANALYSIS OF MILITARY APPLICATIONS OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES, WITH SPECIAL REGARD TO THE AREA OF MILITARY ELECTRONICS

GÁL Bence; NÉMETH András

(ORCID: 0000-0002-4663-6392); (ORCID: 0000-0003-2397-189X)

[bence.gal.94@gmail.com](mailto:bence.gal.94@gmail.com); [nemeth.andras@uni-nke.hu](mailto:nemeth.andras@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

Az innovatív, forradalmi technológiaként számon tartott 3D nyomtatás lehetőségek széles skáláját biztosítja a haderők számára. A tanulmány célja, hogy tudományos módszerekkel vizsgálva a szakterület sajátosságait, komplex képet nyújtson a különböző additív gyártási módszerek funkciójáról, a felhasználható alapanyagokról, rávilágítva a hadiipari és haditechnikai alkalmazások széles spektrumára, melyek könnyen lehet, hogy a jövőben alapjaiban változtatják majd meg korunk hadviselésének technikai támogatását.

**Kulcsszavak:** additív gyártás, 3D nyomtatás, katonai alkalmazás, katonai elektronika

#### Abstract

Innovative, revolutionary 3D printing technology provides an extensive range of military solutions. The primary objective of the present study is to provide a comprehensive overview of the functions of various additive manufacturing technologies, its unique assets, and raw materials, highlighting the wide range of applications in defence industry and military technology, which may easily and fundamentally change the technological support to modern warfare.

**Keywords:** additive manufacturing, 3D printing, military applications, military electronics

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.28.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.13.

## BEVEZETÉS

Sokan új ipari forradalomként, mások egy egész korszakot meghatározó technológiaként tartják számon az additív gyártástechnológiákat. A 3D nyomtatással kapcsolatos cikkek, leírások, publikációk, felhasználható modellek száma a világhálón az elmúlt években figyelemre méltó emelkedést mutat.

Tekintettel arra, hogy a technológiai fejlesztések súlypontja az utóbbi időben a védelmi szféra irányából eltolódott a polgári alkalmazások felé, az ezzel kapcsolatos dokumentációk jelentős része egyszerűen hozzáférhetővé vált, így a korábbi tendenciáknál is gyorsabb fejlődést diagnosztizálhatunk, illetve prognosztizálhatunk. Mivel azonban a hadiipar továbbra is a fejlett, technológiák egyik, ha nem a legnagyobb befogadója és integrálója, érdemes megvizsgálni, hogy a technológia széles körű elterjedése milyen hatással lehet az ágazat jövőjére nézve.

Az alábbi tanulmányban a szerzők egy rövid betekintést nyújtanak különböző additív gyártási folyamatokba, valamint azon alkalmazási alternatívákba, melyet a 3D nyomtatás a haditechnika számára kínál, megvizsgálva olyan katonai eszközök additív gyártásának lehetőségét és módszerét, mint a lőfegyverek, vagy a pilóta nélküli repülőeszközök. Tárgyalásra kerül a technológia jelentősége a modern, elektronizált hadseregek szemszögéből olyan, ma már additív módszerekkel is „megközelíthető” területek bemutatásával, mint a szenzor- és antennatechnika, valamint az IoT<sup>1</sup>.

## ADDITÍV GYÁRTÁS

Az additív gyártás (AM<sup>2</sup>) olyan technológiai megoldások összessége, melyek háromdimenziós formákat hoznak létre azáltal, hogy vékony rétegeket visznek fel egymásra. Az additív gyártástechnológiák tehát nem igényelnek előgyártmányt, lényegében a „semmiből” felépítve készítik el az adott tárgyat. [1]

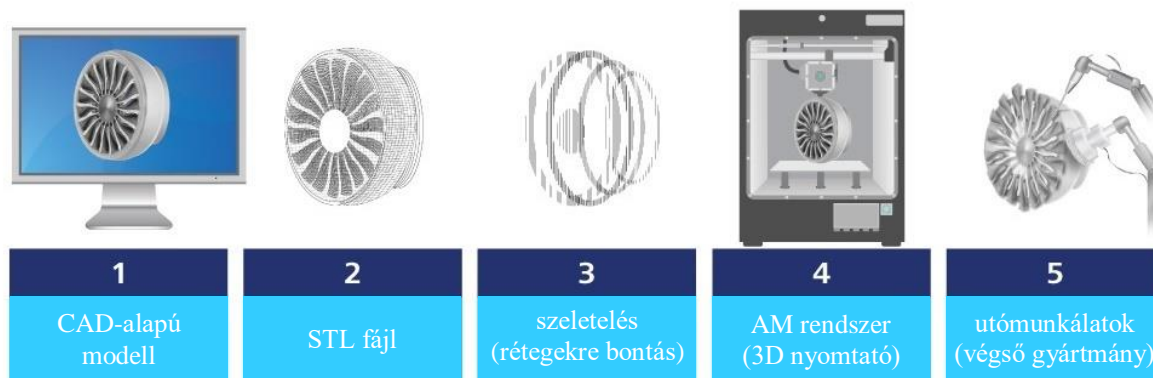
A folyamat (1. ábra) egy digitális, háromdimenziós modell számítógépes tervezőprogrammal (CAD<sup>3</sup> szoftverek) történő megalkotásával, vagy egy valós tárgy háromdimenziós szkennelésével kezdődik. Nyomathatóság szempontjából mindkét folyamat egyik fő célja egy szilárdtest objektum létrehozása, melyhez ez utóbbi esetben sokszor számos utómunkára is szükség lehet. Ezt követően megtörténik a 3D modell szeletelése, azaz vékony rétegekre bontása, illetve a nyomtató számára „olvasható” olyan vezérlő fájl előállítás, amely lépésenként tartalmazza az eszköz működtetéséhez szükséges minden paramétert (pl. koordináták, sebességek, időzítések). A nyomtatási folyamatot a fájl feltöltésével és futtatásával tudjuk elindítani. A 3D nyomtató feldolgozza az abban kódolt utasításokat, és fokozatosan egymásra építi az egyes rétegeket a rendelkezésre álló alapanyagból, egészen addig, amíg ki nem alakul a gyártmány végleges formája. A 3D nyomtatóknak működési elv alapján számos gyakorlati implementációja létezik, de oszthatjuk azokat például fizikai méret (hasznos munkaterület nagysága), forma, a felhasználható anyagok típusa, a nyomtatófejek száma, vagy egyéb szempontok szerint is.

---

<sup>1</sup> Internet of Things

<sup>2</sup> Additive manufacturing

<sup>3</sup> Computer-Aided Design



1. ábra. A 3D nyomtatás folyamatának lépései [2]

## Additív gyártástechnológiák

Scott Crump, a Stratasys Inc. társalapítója által 1989-ben szabadalmaztatott műanyag szálolvasztásos (FDM<sup>4</sup>) módszer az egyik leggyakrabban használt additív gyártási eljárás, köszönhetően annak, hogy jelenleg ez biztosítja a legköltséghatékonyabb termék-előállítás lehetőségét. Az FDM eljárást használó gépek közös ismérve, hogy az alapanyag (mely minden esetben valamilyen hőre megolvadó műanyag, termoplasztik) milliméteres átmérőjű szál (filament) formájában, feltekercselve áll rendelkezésre. Ezt a szálát egy léptetőmotor húzza be a felmelegített nyomtatófejbe, ahol megtörténik annak megolvasztása (ABS<sup>5</sup> műanyag szál alkalmazása esetében körülbelül 230 Celsius fokon), majd az így keletkezett olvadék kipréselése a néhány tized milliméter átmérőjű fűvókán keresztül. Ez a megolvasztott műanyag nem sokkal azt követően, hogy kijutott a fejből lehűl, miközben a rétegek egymáshoz tapadnak. [3] Egy tipikus FDM rendszerben az extrudáló fej vízszintesen mozog a munkaasztal fölött, azzal párhuzamos síkban, miközben az egyes rétegek felvételét követően a munkaasztal lépésenként süllyedve távolodik tőle. Mint ahogyan az a későbbiekben bemutatásra kerül, többek között moduláris szerkezetű pilóta nélküli repülőeszközök szerkezeti elemei is könnyedén és gyorsan gyárthatók a technológia segítségével, amely kis darabszámok előállítás esetén lényeges költségcsökkentő tényezőt jelent.

Az sztereolitográfia (SLA<sup>6</sup>) lényege, hogy a rendszer folyékony halmazállapotú – bizonyos hullámhosszúságú fény hatására megszilárduló – műanyagokból (ún. fotopolimerek) készíti el a megtervezett háromdimenziós tárgyat. Charls Hull, a 3D Systems társalapítója szabadalmaztatta az első, gyakorlatban is megvalósított gyors prototípusgyártási eljárásaként 1986-ban. Az SLA folyamat során a gyártmány egy olyan munkaasztalon jön létre, amit egy rétegnyivel a fotopolimerrel teli kád felszíne alá pozicionálnak. Az UV fény a CAD modell kétdimenziós szeleteinek megfelelően végigpásztázza a folyadék felszínét egészen addig, amíg a fotopolimer a kívánt területeken el nem éri szilárd halmazállapotát. Ezt követően az egész platform az adott rétegvastagságnak megfelelően mélyebbre merül a kádban, melynek eredményeképpen a már megszilárdult rétegre ismét folyékony fotopolimer kerül. A gyártás során ez a módszer ismétlődik egészen addig, amíg az eszköz el nem éri végleges formáját. (Inverz eljárás esetén a levilágítás, azaz az egyes rétegek megszilárdítása a kád alján történik és a munkadarab fokozatosan kerül kiemelésre fotopolimerből.) Az alkatrész geometriájától

<sup>4</sup> Fused Deposition Modelling

<sup>5</sup> Acrylonitrile Butadiene Styrene

<sup>6</sup> Stereolithography Apparatus

függően a folyadékréteg optimális kialakításához különböző mechanikai támasztékok alkalmazása is szükséges lehet, melyek a gyártás után egyszerűen eltávolíthatók. Az elkészült gyártmányokat gyakran UV fény segítségével utólag még le is kell világítani, hogy végleges szilárdságukat elérjék. [5] Hadiipari fejlesztések során elsősorban olyan folyamatokhoz célszerű alkalmazni, ahol a pontosság a legfontosabb alapkövetelmény (például prototípusgyártás), figyelembe véve azt a ténytet, hogy egy-egy tárgy nyomtatása jóval hosszabb időt vesz igénybe, mint egy FDM nyomtató esetében. A másik, szintén fotopolimerizáció elvén működő gyártástechnológia, a folyékony fotopolimer projektor fénye által történő levilágítása (DLP<sup>7</sup>). DLP nyomtatókkal az esetek többségében nagyobb nyomtatási sebesség érhető el, mint SLA esetén, tekintettel arra, hogy a projektor segítségével a réteg egészét egyszerre világíthatjuk le. Ugyanakkor a fentiekből adódik, hogy az elérhető maximális felbontást a projektor felbontása határozza meg, azaz általában korlátozza, ami például egy „full HD” projektor esetében 1080p. [6]

A szelektív lézeres szinterezés (SLS<sup>8</sup>) technológiát az 1980-as évek legvégén fejlesztette ki Carl Deckard, majd 2001-ben a 3D Systems vásárolta fel azt. Ez az eljárás a korábban említettektől eltérően már finomszemcséjű por állagú alapanyaggal dolgozik. Működésének lényege, hogy a 3D nyomtató munkafelületén a berendezés a kívánt rétegvastagságban eltéríti az alapanyagot, majd a felette elhelyezkedő lézer, a CAD modell adott rétege geometriájának megfelelően mozgó tükörrendszer segítségével végigpásztázza azt. A levilágított por szintereződik<sup>9</sup>, azaz a szomszédos részecskékkal összekapcsolódva megszilárdul, aminek következtében kialakul a kívánt forma. A platform ezek után tovább ereszkedik, és újabb porréteg kerül terítésre. [7] Katonai alkalmazások területén, tekintettel arra, hogy a technológiával jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkező eszközök készíthetők, egyes fegyveralkatrészek additív gyártása is kézenfekvő lehet, de a robotika, mint potenciális felhasználási terület kerülhet előtérbe a jövőben.

Az SLS eljáráshoz hasonlóan, a porágyfúzió elvén működő additív gyártási technológia a szelektív lézeres megolvasztás (SLM<sup>10</sup>), és az elektronsugaras megolvasztás (EBM<sup>11</sup>). A különbség az SLM és az EBM között mindösszesen annyi, hogy míg az előbbi egy nagy energiájú lézersugarat használ fel a fémpor megolvasztáshoz, addig az utóbbi nagy energiájú elektronsugárral éri el ugyanezt a hatást. [8] Ezekkel az eljárásokkal szinte bármilyen fémorból teljesértékű, nagy pontosságú gyártmányok állíthatók elő, így akár a harc- és gépjárművek, munkagépek, vagy repülőeszközök fémalkatrészei is rövid időn belül reprodukálhatók akár tábori körülmények között is, ezáltal jelentősen lerövidíthető az alkatrészutánpótlás, és javítás folyamata.

---

<sup>7</sup> Digital Light Processing

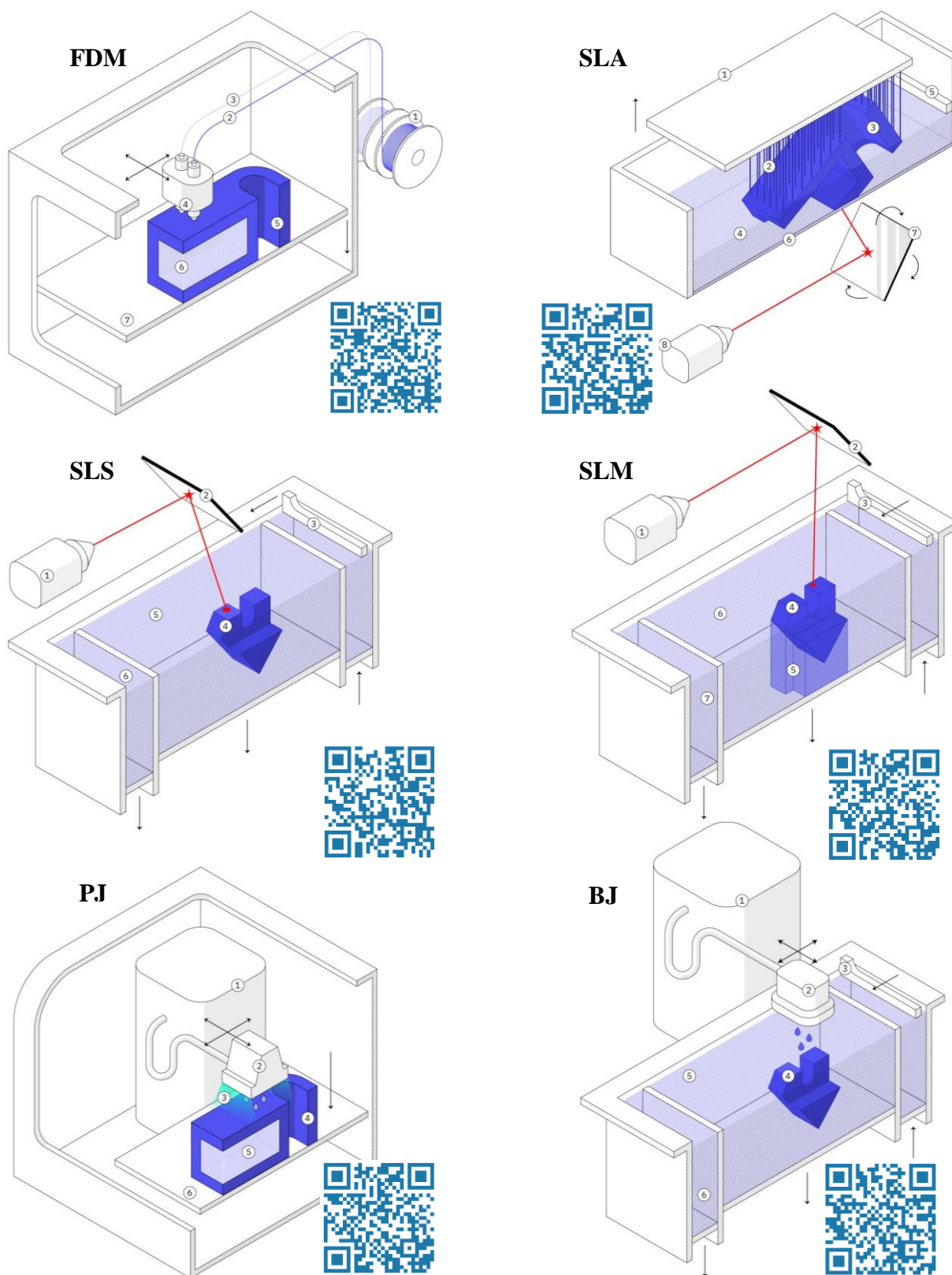
<sup>8</sup> Selective Laser Sintering

<sup>9</sup> Szinterezés: ennél az eljárásnál nem történik meg a porszemcsék teljes megolvasztása, csupán addig melegítik, illetve hevítik azokat, amíg közöttük molekuláris szinten a kémiai kötés létre nem jön.

<sup>10</sup> Selective Laser Melting

<sup>11</sup> Electron Beam Melting



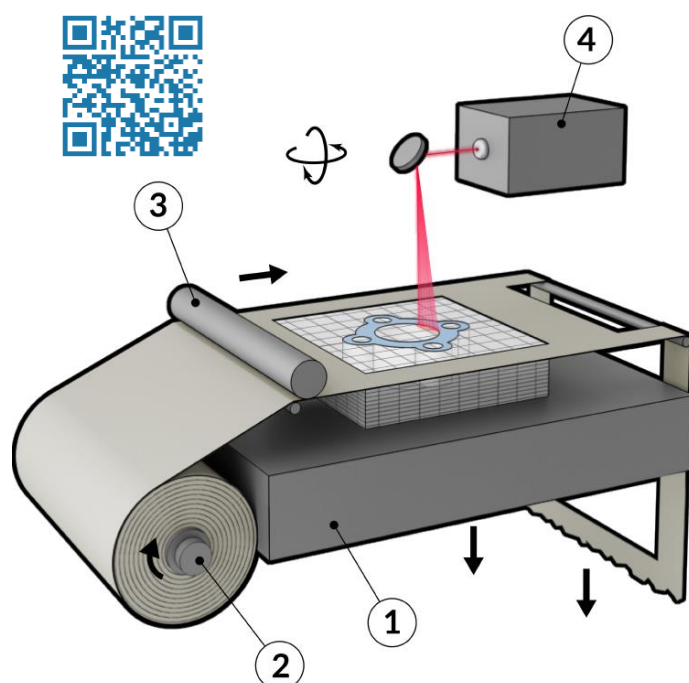


2. ábra. A 3D nyomtatási eljárások (FDM, SLA, SLS, SLM, PJ, BJ) [9]

Az úgynevezett „jettingelő” 3D nyomtatási eljárások közül a fotopolimer jetting (PJ) technológia (PolyJet) során a munkaasztalra folyékony fotopolimert csepegtetünk, melyet UV

fény segítségével, közvetlenül a munkaasztalra kerülést követően szilárdítunk meg, míg a binder<sup>12</sup> jetting (BJ) módszer esetén egy nyomtatófejen keresztül kipréselt speciális kötőanyagot használunk a por állagú alapanyag összetapasztásához. [9] Mind a fotopolimer, mind a kötőanyag jetting eljárások igen pontos additív gyártási technológiák, melyek kellően sima felületet, jó kidolgozottságot, elegendően hosszú élettartamot biztosítanak akár haditechnikai célú eszközök, alkatrészek, kiegészítők gyártásához is.

A laminálás elvén történő gyártás (LOM<sup>13</sup>) során az eszköz egyik fontos eleme egy olyan léptetőszerkezet, görgő (2), amely a lapanyagok, lemezanyagok továbbításáért felelős. A munkaasztalon lézervény alkalmazásával történik meg a metszetek külső és belső kontúrjának vágása (4), majd a felmelegített henger (3) segítségével az összeragasztási folyamat. A platform (1) ezután egy rétegnyivel mélyebbre süllyed, és a munkadarab fölé újabb réteg kerül (3. ábra). [10] A jettingelő és lamináló eljárások már lehetővé teszik színezett objektumok kialakítását, így segítségükkel többek között 3D domborzati modellek, terepasztal szelvények is előállíthatók, melyeket fel lehet használni például harcászati, vagy hadműveleti tervezés, vagy a csapatvezetés során.



3. ábra. A 3D nyomtatási eljárások (LOM) [11]

### KATONAI ALKALMAZÁSOK

A 3D nyomtatás katonai alkalmazása jelenleg még a világ legtöbb országban kezdetleges stádiumban van, de sok helyen használják már a haditechnikai eszközök fejlesztése során elsősorban prototípusgyártási céllal, vagy ritkábban késztermékek előállítására. Ugyanakkor a technológia alkalmazása különböző alkatrészek, kiegészítők előállítására és az elhasználdott elemek reprodukciójára, cseréjére jelentősen felgyorsíthatja a termelési, utánpótlási és javítási

<sup>12</sup> A „binder” szó magyar fordításban kötőanyagot, ragasztót jelent.

<sup>13</sup> Laminated Object Manufacturing

folyamatokat, minimálisra csökkentve az igény felmerülése és a késztermék legyártása között eltelt időt. Az eljárás implementálása stacioner és táborigények között magában hordozhatja a logisztikai folyamatok így az ellátási lánc egyszerűsödését is, mivel a 3D nyomtatók alkalmazása lehetőséget biztosít a szükséges eszközök helyben történő előállítására is.

### Additív gyártmányok jellemzői

Katonai alkalmazások esetén az adott feladathoz megfelelő eljárás kiválasztása során számos tényezőt figyelembe kell venni, mint az eszközök beszerzési, üzemeltetési és karbantartási költségeit és körülményeit (pl. energiaellátás, helyigény), várható élettartamát, fizikai korlátait (pl. a munkaterületben létrehozható objektumok minimális és maximális méretei, illetve pontossága, fajlagos gyártási sebesség), valamint a nyomtatási folyamatot követő utómunkálatokhoz szükséges idő és szaktudás mértékét. Az alkatrészutánpótlás biztosítása szempontjából célszerű figyelembe venni, hogy ma már a 3D nyomtatók mechanikájának elemei, mozgó- és egyéb kopóalkatrészek jelentős része szintén előállítható valamely additív eljárással, ami csökkentheti a javítási ciklusok időigényét, ezáltal javítva a katonai alkalmazás feltételrendszerét. Másik fontos szempontcsoport a felhasználható alapanyagokhoz kötődik, így az alkalmazhatóságot befolyásolja többek között azok fajtája, mechanikai és egyéb tulajdonságai, rendelkezésre állása, beszerzési költségei.

A korábban bemutatott eljárások tekintetében az alábbi jellemzőket célszerű figyelembe venni. Az FDM jelenleg a leggyorsabb és legolcsóbb megoldás prototípusgyártás és alacsony szériaszámú gyártás esetén. Hőre lágyuló műanyagokat (pl. PLA<sup>14</sup>, ABS<sup>15</sup>, PE<sup>16</sup>, TPU<sup>17</sup>, ASA<sup>18</sup>, PEI<sup>19</sup>, PETG<sup>20</sup>, HIPS<sup>21</sup>) használ, amelyek erősen korlátozott mechanikai tulajdonságokkal és környezeti ellenállóképességgel rendelkeznek. A filamentgyártók bizonyos paraméterek javítása érdekében (pl. szilárdság, rugalmasság, hőállóság, vezetőképesség) különböző adalékanyagokat (pl. fémszemcsék, szén-nanocsövek, gipsz, fa) alkalmaznak. Az ilyen eljárással készült tárgyak látható réteghatárokkal, anizotrop mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, dimenzionális pontosságuk korlátozott, és a gyártás során bizonyos alapanyagok esetén számolni lehet a hirtelen hőmérsékletváltozás, vagy térben és időben nem egyenletes hűlési folyamatok hatására bekövetkező deformációval. [11] Ez utóbbinak káros következményei (pl. szélek felhajlása) fűtött munkaasztal, illetve zárt nyomtatási tér használatával csökkenthető. Olyan geometriák esetén, ahol a nyomtatás során kihúzott szálnak

---

<sup>14</sup> Polylactic acid – politejsav (olcsó, biológiai úton lebomló, hőre lágyuló műanyag, melyet általában magas keménységű gabonafélékből állítanak elő, ideális nem funkcionális prototípusokhoz)

<sup>15</sup> Akrlilnitril-butadién-sztirol (a PLA-nal jobb mechanikai és termikus tulajdonságokkal rendelkező, ütés-, hő- és vegyszerálló, nagy keménységű és szilárdságú hőre lágyuló műanyag)

<sup>16</sup> Polietilén – nylon (kiváló mechanikai tulajdonságokkal, nagy kémiai- és kopásállósággal rendelkező hőre lágyuló műanyag, alkalmazható funkcionális modellek létrehozására is)

<sup>17</sup> Thermoplastic polyurethane (alacsony keménységű, ütés és törésálló, rugalmas, könnyen hajlítható és tömöríthető hőre lágyuló műanyag)

<sup>18</sup> Akrlilnitril-sztirol-akrlilát (erős, merev, vegyszer-, UV és időjárásálló hőre lágyuló műanyag, kevésbé torzul, mint az ABS, kültéri alkalmazásokhoz optimális)

<sup>19</sup> Poliéterimid (hőálló, szilárd, közepesen ütésálló, jó mérettartással, kémiai és UV ellenállóképességgel rendelkező hőre lágyuló műanyag)

<sup>20</sup> Polietilén-tereftalát(-glikol) (erős, a PLA-nal rugalmasabb, ütésálló, alaktartó, újrahasznosítható, szagtalan hőre lágyuló műanyag)

<sup>21</sup> Ütésálló polisztirol

nagyobb távolságot kell áthidalni, vagy egy határoló fal dőlésszöge azt megköveteli, a deformáció elkerülése érdekében támasztékot kell alkalmazni, ami lehet valamilyen vízben, vagy más folyadékban oldódó támaszanyag (két nyomtatófej szükséges), vagy saját anyagából kialakított tartószerkezet (egyetlen nyomtatófej elegendő), melyet a nyomtatást követően mechanikus módszerrel el kell távolítani, és az így keletkező felületi egyenetlenségeket eldolgózni. Az ABS-ből készült tárgyak felülete acetongőzös utókezeléssel simítható, amely fényes felületet eredményez.

Az SLA és DLP nyomtatók esetében hőálló műgyanta alapú anyagokkal dolgozhatunk, amelyek nagy pontosságú (akár 25 mikron), részletgazdag eszközök, sima felületek létrehozására alkalmasak. Alapesetben viszonylag törekeny, és kevésbé környezetálló (pl. napsugárzás) modellek kialakítása lehetséges, de egyes tulajdonságaikat különböző típusú adalékokkal tudják befolyásolni, javítani. Az esetek jelentős részében az elkészült gyártmányok jelentős utókezelést (UV levilágítás, támasztékok eltávolítása) igényelnek, ami tovább lassítja a gyártási folyamatot. Az alapanyagok fajlagos beszerzési költsége egy nagyságrenddel nagyobb, mint nyomtatószállak esetében, valamint a nyomtatás folyamata sokkal időigényesebb (DLP esetén gyorsabb), míg a létrehozható tárgyak nagysága lényegesen kisebb, mint FDM esetén, ezért csak speciális esetekben lehet indokolt alkalmazásuk. [11] Elsősorban koncepciók modellek, funkcionális prototípusok, makettek, rögzítőszerkezetek, öntőformák, mesterpéldányok, fogászati és egyéb orvosi modellek (pl. fűrősablonok) nyomtatására használják.

SLS technológia esetén elsősorban különböző megerősített szerkezetű műanyagokkal dolgozhatunk, melyek a szinterezés következtében jó, közel izotrop mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. Nagy pontosságú (100 mikronos) gyártást tesz lehetővé, és mivel a korábbi megoldásokkal ellentétben nem igényel alátámasztást (a porágy tölti be ezt a funkciót), olyan komplex geometriák hozhatók létre segítségével, amelyek akár utólagos összeszerelés, beavatkozás nélkül is tartalmazhatnak mozgó alkatrészelet. A munkatér teljes térfogata kihasználható a hatékonyság növelése érdekében, így egyszerre akár több tucat alkatrész is készíthető egyetlen gyártási fázisban ezzel az eljárással. A gyártmányok belső szerkezete nyomtatást követően bizonyos mértékig porózus, míg felülete szemcsés lesz, amelyen utókezeléssel lehet javítani. [11] A megoldás legnagyobb hátránya jelenleg a magas beszerzési és üzemeltetési költségekben rejlik, ám pozitív tulajdonságai miatt ideálisan használható kiszériás funkcionális alkatrészek és prototípusok előállítására. Közvetlen fém lézer szinterezéssel (DMLS<sup>22</sup>) már fémből készült alkatrészeket is előállíthatunk.

A szinterezéssel szemben, ahol a szemcséket csak addig melegítik, amíg molekuláris szinten össze nem kapcsolódnak, az SLM és EBM eljárások esetén az alapanyag megolvasztásra is kerül, így a hagyományos eljárásokkal készült gyártmányokéhoz hasonló, vagy azokat fölülmúló tulajdonságú, komplex geometriájú fém (acél, alumínium, titán, kobalt-krom, nikkelötvözetek) alkatrészeket tudunk előállítani, reprodukálni. A legtöbb esetben a deformáció elkerülése érdekében merevítő, illetve tartószerkezettel együtt lehet csak ilyen tárgyakat nyomtatni, így a végtermék elkészítéséhez még komoly utómunkálatokat kell végezni. Ezek jelenleg a legköltségesebb eljárások, ahol az egy alkatrészele eső költség több ezer, vagy akár tízezer dolláros nagyságrendű is lehet, ezért olyan gyártmányok esetén célszerű csak alkalmazni, amelyek hagyományos fémmegmunkálási technikákkal nem kivitelezhetők, vagy

---

<sup>22</sup> Direct Metal Laser Sintering

egy alkatrész cseréjének beszerzési nehézségek miatti elhúzódása lényegesen nagyobb veszteséggel járna. [11]

Akár fémből, vagy homokból készült eszközök alacsony költségű gyártására is lehet alkalmazni a BJ eljárást, ahol az anyag ömlesztése helyett ragasztóanyaggal kapcsolják össze a részecskéket. Természetesen ezáltal az anyag eredeti mechanikai tulajdonságai nem érvényesülnek olyan mértékben, mint ömlesztés esetén, de a tárgy színe meg fog egyezni az eredeti anyagéval, ami koncepcionális modellek, prototípusok esetén például elegendő lehet. Bár ezzel az eljárással is lehetőség van komplex formák kialakítására, komoly tervezési korlátozással kell számolni, mert ilyen eljárással finom részletek nem reprodukálhatók. [11] A ragasztóanyag színezésével lehetőség van színes modellek létrehozására is.

A PJ és LOM eljárások legfőbb előnye, hogy segítségükkel színes modellek is nyomtathatók költséghatékonyan a szükséges utómunkálatok minimalizálása mellett.

### **Általános katonai alkalmazások**

Lőfegyver additív gyártására az utóbbi években több eredményes kísérletet is láthattunk, elsősorban műanyag szálolvasztásos és szelektív lézeres szinterezős megoldások alkalmazásával (1. kép). Az FDM technológiával nyomtatott lőfegyverek hátránya a rövid élettartam, hiszen a termoplasztikok hőfejlődés hatására megolvadnak, deformálódnak. [12] Tekintettel arra, hogy a fémnyomtatás költsége, ezzel együtt a különböző eljárásokat megvalósító nyomtatók ára jelenleg igen magas, a hibrid technológiával készülő lőfegyverek (Shuty MP-1) nyomtatása tűnhet célszerűnek, melyben a fém fegyverkomponensek (fémcső, ütőszeg, csavarok) műanyag komponensekkel vegyesen kerülnek felhasználásra.



**1. kép.** Fémek közvetlen lézeres szinterezésével (DMLS) gyártott Reason [13]

Érdemes megjegyezni, hogy az Amerikai Egyesült Államok (USA) hadseregének egyik kutatás-fejlesztéssel foglalkozó központja az ARDEC<sup>23</sup> sikeresen tesztelt egy szelektív lézeres szinterezés eljárással készült gránátvetőt, amely arra enged következtetni, hogy az USA komolyan gondolja az additív gyártástechnológiák hadiipari alkalmazását. [14]

---

<sup>23</sup> US Army Armanent Research, Development and Engineering Center

A fentiek alapján megállapítható, hogy katonai alkalmazású lőfegyverek tömeges nyomtatásához még jelentős technológiai fejlődésre lenne szükség, ugyanakkor az additív gyártástechnológiák eredményesen alkalmazhatók fegyverzeti szakanyagok prototípus tervezése során, fegyver-kiegészítők gyártására, valamint konstrukciós vizsgálatokhoz szükséges eszközök legyártására egyaránt.

A 3D nyomtatás orvostudományi alkalmazásai igen széleskörűek, így protézisek, implantátumok, orvosi modellek, csontpótlások egyaránt elkészíthetők megfelelő additív gyártóberendezéssel (2. kép). A 3D nyomtatás egyik különleges és gyorsan fejlődő orvostechnológiai ágazata a bionyomtatás, amely szövetek, szervek additív gyártásának lehetőségét kutatja. Érdeemes figyelmet szentelni ugyanakkor a gyógyszerek készítésére is, hiszen ilyen eljárások segítségével személyre szabott, optimalizált hatóanyagú tabletták készítése is megvalósítható, ezáltal növelve az előállított gyógyszerek hatékonyságát, minimálisra csökkentve azok mellékhatásait. [15]

A fentiek alapján könnyen belátható, hogy a katonai orvoslás területén is számos lehetőség kínálkozik a technológia alkalmazására. 3D nyomtatók segítségével gyorsan kivitelezhetők a számítógépes szoftverekkel tervezett implantátumok, pótolhatók az égés következtében elhalt bőrszövetek, illetve beállíthatók a gyógyszerek hatóanyagai az egyén szükségletei alapján. Ezen megoldások alapjaiban könnyíthetik meg az egészségügyi ellátást mind hazai, mind pedig műveleti területen történő feladatvégrehajtás esetén, gyors és hatékony segítséget nyújtva a sérült, beteg katonák ellátásához, kezeléséhez.

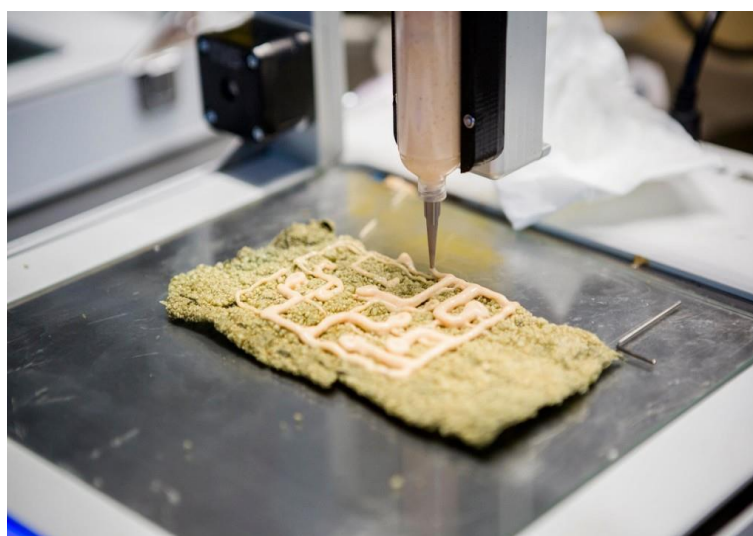


2. kép. Kézfej protézis nyomtatása [16]

Az additív gyártástechnológiák előnyeit – így a bonyolult, komplex geometriák minimális anyagvesztéssel történő előállításának lehetőségét, nagyfokú tervezési szabadság biztosítását és a költséghatékony gyártási folyamatot – maximálisan kihasználó ágazat a robotika. A haditechnika ezen a területen szintén sokat profitálhat az additív gyártástechnológiák térhódításából, ugyanis a katonai robotok alkalmazási területei igen széleskörűek, így a rugalmasság és a gyors adaptáció képessége egyaránt fontos tényező ezen eszközök előállítása során. A 3D nyomtatási eljárással készült, akár speciális kialakítású robotok megfelelő elektronikával, szenzorokkal kiegészítve (melyek szintén additívan gyárthatók) és programkóddal feltöltve, képesek harcászati, vagy magasabb szintű katonai műveletek hatékony támogatására.

A robottechnológia egy speciális, még kezdeti stádiumban lévő területe az úgynevezett „szoft robotika” (soft robotics), amely alapját a merev vázak és gépies mozdulatok helyett a természetben előforduló mozgások imitációja képezi. [17] A 3D nyomtatás térnyerése ezen terület fejlődésének is új lendületet adhat, hiszen a két területen használatos alapanyagok sok esetben kompatibilitást mutatnak. [18]

A 3D nyomtatott élelmiszer-készítés (3. kép) az additív gyártástechnológiák egy újabb olyan ágazata, melynek alkalmazása a jövőben akár alapjaiban változtathatja meg a katonák ételmezési ellátását is. A többnyire extrudálással, vagy szinterezős megoldással előállított, lényegében csak szerkezetükben különböző élelmiszerek készítésének egyik legnagyobb előnye a fehérjék, ásványi anyagok és vitaminok egyéni szükségletek alapján történő adagolása. [19] Az optimális összetétel meghatározásához segítséget nyújthatnak majd a katonák felszerelésébe integrált egészségügyi szenzorhálózat által szolgáltatott adatok, illetve az emberi szervezet pillanatnyi fiziológiai állapotát meghatározni képes gyors diagnosztikai eljárások.



**3. kép.** A technológia fejlődésével elérhetővé válik élelmiszer nyomtatása is [20]

Érdeemes megjegyezni továbbá, hogy számos, cipők fejlesztésével és forgalmazásával is foglalkozó vállalat (pl. Adidas, Nike, New Balance, Under Armour) az egyéni igényeket és a személyre-szabhatóságot szem előtt tartva készít ergonómiailag tökéletes 3D nyomtatott lábbeliket. [21] Ezt a megoldást és a jellemző tendenciákat szem előtt tartva megállapíthatjuk, hogy a technológia alkalmassá válhat arra, hogy a jövőben a katonák felszerelésének az egyénre szabott és az egészségügyi szenzorhálózat egyes elemivel felszerelt bakancsok is részévé váljanak.

Amennyiben megvizsgáljuk textil, illetve ruhaneműk additív gyártásnak lehetőségét, megállapíthatjuk, hogy például olyan rugalmas műanyagok alkalmazásával, mint a TPU, nyomtatott szövetek is előállíthatók lesznek. [22] A fenti gondolatmenethez kapcsolódva feltételezhetjük, hogy az integrált szenzorhálózatot is magába foglaló nyomtatott egyenruhák prototípusaira sem kell majd sokáig várnunk.

A következőkben pár gondolat erejéig ismertetésre kerülnek olyan alkalmazások is, amelyek a fenti kategóriák egyikébe sem sorolhatók be ugyan, mégis érdekesek lehetnek a technológia jövőjét illetően. Oroszországban lézeres szinterezős technológiával fémporból előállított löszereket teszteltek, melyek több szempontból is hasonlóan jó eredményeket értek el, mint a hagyományos módszerrel előállítottak. [23] Szintén Oroszországban az Electromashina nevű

vállalat az Armata tank egyes alkatrészeinek prototípus gyártásához alkalmazza a technológiát, amely nagymértékben rövidíti a tesztelési folyamatokat, minimálisra csökkentve a tervezés és a késztermék legyártása között eltelt időt. [24] Előrehaladott kutatások folynak a 3D technikával nyomtatott mikro műholdak vonatkozásában, amely tökéletesen mutatja, hogy az additív gyártástechnológiák terjedése nagy áttörést jelenthet az űrszegmens felhasználása területén is, ami kezdetben a kisebb méretű műholdak gyártására korlátozódik ugyan, de felveti a haditechnikai alkalmazások lehetőségét ezen a speciális területen. [25] Már napjainkban is nagy hangsúlyt kap a 3D nyomtatás a repülőműszaki fejlesztések vonatkozásában, ami elsősorban a repülőeszközök elavult, elöregedett műanyag komponenseinek kiváltását, illetve megerősítését hivatott célozni, de a repüléstechnikában gyakorta használatos titán nyomtatásának lehetőségével a paletta tovább bővíthet. [26]

## **ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK A KATONAI ELEKTRONIKA TERÜLETÉN**

Az additív gyártástechnológiák felhasználhatók különböző elektronikai komponensek, ellenállások, kondenzátorok, induktivitások, félvezető alapú aktív alkatrészek és huzalok csaknem tetszőleges felületen történő kialakítására, ezáltal komplex áramkörök, vagy akár vezeték nélküli szenzorok különböző felszerelésekbe történő integrálására. [27] Az elektronikai alkatrészek paraméterei a felhasznált anyagok minőségi jellemzőivel, adalékanyagok alkalmazásával, és megfelelő geometriák kialakításával állíthatók be egészen pontosan. [28]

Az additív gyártástechnológiák sajátos jellemzőiből következik, hogy a különböző elektronikai komponensek, vezető szálak többféleképpen kerülhetnek beépítésre a nyomtatott szubsztrátba. Többretegű elektronikus áramkörök készítésénél legkézenfekvőbb megoldás az egyes alkatrészek szubsztrátba történő integrálása, melynek egyik fontos előnye, hogy a nem kívánt környezeti hatásoktól ezen komponensek védve maradnak a hordozó sértetlenségéig. A technológia segítségével lehetőségünk van az alkatrészek egy, már létező háromdimenziós struktúrára való nyomtatására is, kiváltva ezzel az SMT<sup>24</sup> komponensek összeszerelő lépéseit. [29] A háromdimenziós elektronikus egységek (3D-MID<sup>25</sup>) területén folyó fejlesztések során a készülékházak előállítására is gyakran additív technológiákat (FDM, SLS) alkalmaznak, a költséghatékonyság érdekében. [30] A már korábban említett additív folyamatokon kívül a jobb rádiófrekvenciás tulajdonságok elérése érdekében előszeretettel alkalmazzák az Optomec által szabadalmaztatott, akár 10 mikronos nyomtatási pontosság elérésére is képes aeroszolos „vezetőképes anyag sugárszórás” (aerosol jet) eljárást is. A folyamat során (4. ábra.) az elektromosan vezető festéket egy folyadék-porlasztó készülékbe helyezik, amelyből távozva 1-5 mikron átmérőjű cseppecskéket képez. Az így keletkező sűrű, ködszerű anyag ezt követően a lerakófejbe kerül továbbításra. A pontos nyomtatást egy tiszta, száraz nitrogéngáz köpeny teszi lehetővé, melynek segítségével megtörténik a nyomtatófejben lévő, nagy sebességű aeroszol fókuszálása. [31]

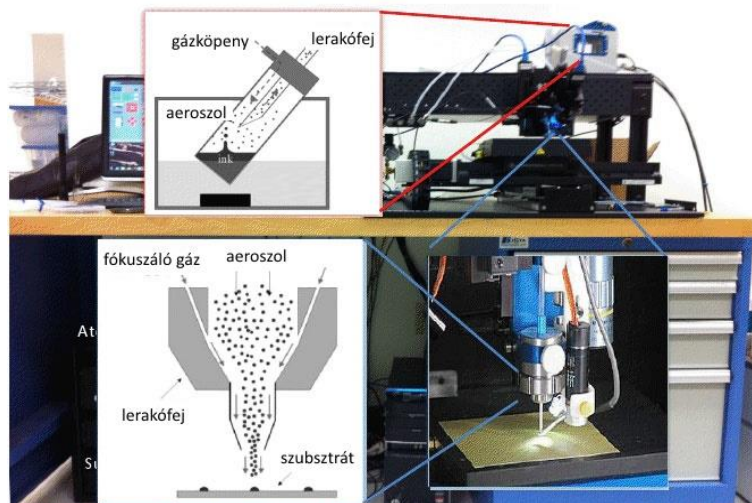
Az imént felsorolt eljárások implementációja magában hordozza a lehetséges haditechnikai alkalmazások széles spektrumát, mivel azok nem csupán nyomtatott áramkörök készítésére, hanem ezen áramkörök már meglévő fizikai formába történő beágyazására is alkalmasak. Az additív gyártástechnológiák segítségével megvalósítható különböző komplex sugárzóeszközök előállítási folyamatának gyorsabbá és költséghatékonyabbá tétele, háttérbe szorítva a hagyományos mikromegmunkáló eljárásokkal készített antennákat. Mobileszközök gyártása során például az aeroszolos módszer alkalmazásával nanoméretű ezüstrészecskékből alakítják

<sup>24</sup> Surface Mount Technology

<sup>25</sup> Moulded Interconnect Devices



ki az integrált antennákat (LTE<sup>26</sup>, GPS<sup>27</sup>, Bluetooth) (4. kép), ezáltal sima felületet, optimális kisugárzott antennateljesítményt elérve, így biztosítva a jóminőségű rádiófrekvenciás adatátvitel feltételeit. [32]



4. ábra. Az Aerosol Jet technológia működési elve [33]



4. kép. Kétsávos antenna gyártása Aerosol Jet technológiával [32]

Az elmúlt évtizedek hadipari fejlesztéseit vizsgálva megállapítható, hogy az egyik fő cél az eszközök méretének folyamatos csökkentése a teljesítmény paraméterek javítása, de legalábbis szinten tartása mellett. A 3D nyomtatott antennakészítés teljes mértékben illeszkedik ebbe a technológiai trendbe, mivel az így gyártott eszközök a fizikai méretek jelentéktelen megváltozása mellett integrálhatók a különböző katonai felszerelésekbe (pl. sisakba), biztosítva a rádióhullámok kisugárzásának és vételének technikai feltételeit, lehetővé téve ezáltal a rádiókommunikációt, vagy éppen a pontos helymeghatározást.

A technológia az integrált antennakészítés mellett alkalmas továbbá mikrohullámon használatos nagyobb apertúrájú speciális antennák gyártására is. Az ilyen eszközök működési

<sup>26</sup> Long Term Evolution – „hosszútávú fejlődés”, a 4. generációs vezeték nélküli adatátviteli szabvány

<sup>27</sup> Global Positioning System – globális (műholdas) helymeghatározó rendszer

frekvencia alapján, egy CAD tervrajz segítségével is méretre szabhatók, de a tervezés történhet egy már meglévő, speciális iránykarakterisztikával rendelkező modell alapján is. Az antennajellemzőket többek között befolyásolja a nyomtatott felület egyenetlensége is, ami a felületi határfok romlásához, az iránykarakterisztika torzulásához vezethet. Az optimális nyomtatási eljárást kiválasztva, a megfelelő rétegszámú rézfesték egyenletes felvitelével maximalizálhatjuk a felület simaságát, ezáltal kedvező, akár a hagyományos gyártási eljárással készült sugárzóknak megfelelő antennajellemzőket elérve. [34] [35] A mikrohullámú antennáknak számos katonai alkalmazása ismert, így például műholdas kommunikációt és helymeghatározást segítő antennák, relék, mikrohullámú radarok, rádió felderítő- és zavaró berendezések antennái egyaránt készíthetők 3D nyomtatási technológia alkalmazásával.

A pilóta nélküli légi járművek (UAV<sup>28</sup>) használata az elmúlt évtizedben gyors fejlődésnek indult a katonai, közszolgálati, kereskedelmi és magáncélú alkalmazások tekintetében egyaránt. Az additív gyártási folyamatok kedvező tulajdonságai alkalmassá teszik a technológiát kisméretű komplex struktúrák rövid idő alatt történő megvalósítására, elkerülve a hagyományos gyártási metódusok munkaigényes folyamatait és az öntőformák alkalmazásának szükségességét. [36] Az elmúlt években több eredményes megoldás született pilóta nélküli repülőeszközök additív módon történő előállítására, kiemelve ezek közül a Virginiai Egyetem által fejlesztett Razor UAV-t. Ezen eszköz legújabb prototípusa mindösszesen 9 komponensből áll, melyek egy ABS szálas FDM nyomtatóval egyszerűen előállíthatók és lényegében semmilyen egyéb eszközt nem igényelnek az összeszereléshez, mivel az alkatrészek könnyedén egymásba pattinthatók. Ami az elektronikát illeti, a drón „agyát” egy Android operációs rendszerű okostelefon képezi, amely egy egyedi tervezésű avionikai alkalmazást használ a repülő irányításához. A rendszer részét alkotja továbbá egy GPS, egy telemetria rádió, valamint egy robotpilóta, amely a mobiltelefontól kapott vezérlőjelek útján kapja meg az irányításhoz szükséges információkat. Az eszköz főbb paraméterei a következők: tömege 1 kg (elektronikával felszerelve 2,5 kg), maximális sebessége 60 km/h, repülési idő 45 perc. Az additív gyártási technológia egyik legnagyobb előnyével rögtön szembesülünk, hiszen az eszköz gyakorlatilag 24 óra leforgása alatt legyártható. [37]

Ahogy a fentiekből kiderül, kisméretű, komplex struktúrák előállítására ideális megoldást kínálnak az additív gyártási eljárások, így a minibotok csapatban való együttműködésére épülő, különböző feladatok kollektív intelligencián alapuló, önszerveződő megoldására is alkalmas mini-drónrajok 3D nyomtatása szintén potenciális felhasználási terület lehet. A feladatok végrehajtása során elveszett eszközök megfelelő tartalékképzéssel azonnal, reprodukció esetén pedig rövid időn belül (akár néhány óra) pótolhatók. A korábban említett eljárásokkal az antennák, illetve akár az áramkörök egy része is integrálható a géptörzsbe vagy szárnyba (5. kép), így az egyedek közötti kommunikáció is additív módon gyártott rádiófrekvenciás adóvevőkkel biztosítható. A rajban történő alkalmazás irányulhat kutató-mentő, megfigyelő, felderítő, ellenőrző, támadó és védelmi feladatok megosztott erőforrásokkal történő végrehajtására egyaránt.

A „dolgok internete” (IoT) és a 3D nyomtatás kapcsolatát megvizsgálva kijelenthető, hogy a jövőben várhatóan komoly katonai aspektusokkal is számolni lehet. Az IoT olyan fizikai tárgyak hálózatát jelenti, melyek beágyazott technológiák, szenzorok segítségével állapotukat, vagy fizikai környezetüket érzékelik, valamint a hálózatra csatlakozott többi elemmel kölcsönös kapcsolatban vannak. [38] Az információs hadviselés korszakára a magas fokú elektronizáltság, és automatizáltság jellemző, amely biztosítja a katonai műveletek sikeres végrehajtásához szükséges információk gyors és megbízható áramlását a hálózat elemei között.

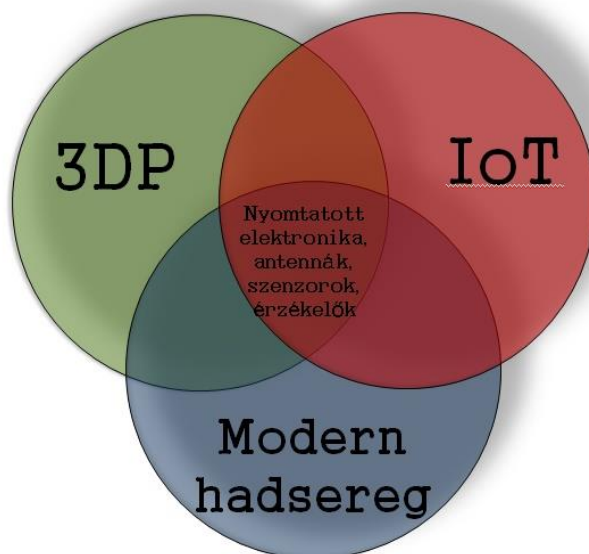
---

<sup>28</sup> Unmanned Aerial Vehicle

Ennek megfelelően az IoT katonai megközelítése a műveletek során használt különböző információs rendszerekkel és az azokban használt eszközökkel hozható szoros összefüggésbe. A műveleti területen hálózatba kapcsolt, egymással egyre magasabb autonómia szinten kommunikáló eszközök és rendszerek biztosítják a katonák helyzetismeretét, valamint lehetőséget kínálnak különböző típusú adatok küldésére és fogadására egyaránt. Mivel az egyes elektronikai komponensek, áramkörök, vagy antennák additív gyártása különböző módszerekkel mára már elérhető, továbbá a közeli jövőben az ilyen módszerekkel az egyéni felszerelésbe integrált szenzorok és egyéb eszközök emberi beavatkozás nélkül fogják végezni feladatukat az arra kijelölt csatornán (gép-gép interfészekon) kommunikálva egymással, illetve a harcjárműbe telepített átjátszóállomáson keresztül a vezetési pont központi döntéstámogató információs és harcvezetési rendszerével. Ez alapján, a katonákon kialakításra kerülő testhálózatok, illetve a hadszíntér minden más elemét is behálózó szenzorok rendszere tulajdonképpen egyfajta katonai IoT-ként aposztrofálható, melyek legtöbb elemét a jövőben várhatóan additív eljárásokkal, valamilyen 3D nyomtatási, vagy hibrid technológiával fogják majd a felszerelések különböző elemeibe integrálni. A fentiek alapján kijelenthető, hogy a 3DP technológia és az IoT közötti kapcsolat a jövőben egyre szorosabbá válhat, miközben a katonai alkalmazások arányának fokozódó ütemben történő növekedése prognosztizálható (5. ábra).



5. kép. FDM technológiával nyomtatott UAV szárny, Aerosol Jet eljárással felvitt antennával [39]



5. ábra. 3DP és az IoT katonai aspektusai (szerkesztették: a szerzők)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Cikkünkben rövid áttekintést kívántunk nyújtani a különböző additív gyártási folyamatok működéséről, eszközrendszeréről, a felhasználható alapanyagok köréről és jellemzőiről, kiemelt figyelmet szentelve a katonai felhasználás egyes lehetőségeire, különös tekintettel a katonai elektronika területén azonosítható potenciális fejlődési irányokra. A kutatás során szerzett információk, tapasztalatok, vizsgálati eredmények értékelése és értelmezése alapján megállapítható, hogy a 3D nyomtatás területén az elmúlt években gyorsuló ütemben zajló fejlődési folyamatoknak köszönhetően letisztult módszerek és eljárások is állnak már rendelkezésre akár a professzionális ipari felhasználók, akár a kutatás, fejlesztés, innováció területén érdekelt cégek, illetve szakemberek számára egyaránt. A felhasználható alapanyagok köre folyamatosan bővül, miközben minőségük, és tulajdonságaik javulnak (esetenként adott felhasználáshoz optimalizálhatók). A gyártóplatformok pontosságának és más minőségi paraméterei javulásának, valamint a tervezési szabadságfok növekedésének is köszönhetően a lehetséges alkalmazások köre gyorsan szélesedik. Bár az egyes 3D technológiáknak vannak még korlátai, amelyek bizonyos mérnöki kompromisszumok árán már napjainkban is áthidalhatók, de a fejlődési tendenciák határozottan mutatnak abba az irányba, hogy a hagyományos gyártási eljárásokat bizonyos területeken fokozatosan háttérbe szorítják majd ezek az additív megoldások, miközben a termékfejlesztési folyamatok során, prototípusok előállítására területén lassan egyeduralkodóvá válnak a legtöbb szakterületen.

A katonai eszközök kutatási és fejlesztési folyamatai során már széleskörben alkalmazzák ezeket a módszereket, miközben a fémnyomtatás magas költségeinek is köszönhetően elsősorban a hibrid gyártási megoldásokat részesítik előnyben kisszerű eszközök, alkatrészek előállítása esetén. A tömegtermelésben (nehéztechnika, fegyver, lőszer, gépalkatrész) ugyanakkor sokat kell még várni a szubtraktív gyártási módszerek kiváltására, csak olyan alkatrészek esetén lehet célszerű az alkalmazásuk, amelyek más módszerekkel nem előállíthatók, vagy olyan esetben, amikor rövid időn belül van szükség egyes alkatrészek pótlására. Egyes speciális területeken, ahol közelebb járunk a költséghatékony megoldások implementálásához, mint például a katonai elektronika, vagy azon belül is a szenzortechnika, robotika, az infokommunikáció, az UAV-k, illetve akár a katonai orvoslás, gyógyászat és rehabilitáció területén ugyanakkor jelentős áttörés várható az alkalmazások tekintetében talán már közép, vagy rövidtávon is. A hálózatalapú hadviselés során alkalmazott „intelligens” eszközök és eljárások sok esetben már megkövetelik az 3D nyomtatásban rejlő lehetőségek maximális hatáskörrel történő kiaknázását, miközben a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásával lassan ezen a területen is egyre nagyobb mértékben számolni kell.

A technológia jövőjét kicsit tovább vizsgálva eljuthatunk a négydimenziós nyomtatás víziójáig, ami olyan eszközök előállításával foglalkozik majd, melyek képesek saját szerkezetük, fizikai tulajdonságaik megváltoztatására valamilyen környezeti hatásra, vagy annak megváltozására adandó válaszként. Ez a lehetőség teremtheti meg az alapját többek között a katonai álcázási technikák új dimenzióba történő lépésének. [40]

A fentiek alapján egyértelműen körvonalazódni látszik, hogy a 3D nyomtatás komoly szerepet tölthet majd be a modernkori hadviselés eszközrendszerének technikai támogatásában.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] HUSI G.; SZEMES P.T.: *Rapid prototyping technológiák – additív technikák*, 2015. p. 41.;  
<https://docplayer.hu/storage/39/18168546/1547323303/FTNMSPNiqkKAhZIIoz4ohA/18168546.pdf> (letöltve: 2018.05.02.)
- [2] <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/3d-opportunity/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-aerospace.html> (letöltve: 2018.05.02.)
- [3] *3D nyomtatás különböző technológiákkal I. – az FDM eljárás*;  
<https://3dnyomtato.wordpress.com/2013/07/12/3d-nyomtatas-kulonbozo-technologiakkal-i-az-fdm-eljaras/> (letöltve: 2018.05.03.)
- [4] PALERMO, E.: *Fused Deposition Modelling: Most Common 3D Printing Method*;  
<http://www.livescience.com/39810-fused-deposition-modeling.html> (letöltve: 2018.05.03.)
- [5] *Additív technológiák körkép*; <http://www.cnc.hu/2012/12/additiv-technologiak-korkep/> (letöltve: 2018.05.03.)
- [6] *3D printing Technology Comparision: SLA vs. DLP*; <https://formlabs.com/blog/3d-printing-technology-comparison-sla-dlp/> (letöltve: 2018.05.04.)
- [7] *3D nyomtatás különböző technológiákkal II. – Az SLS eljárás*;  
<https://3dnyomtato.wordpress.com/2013/08/14/3d-nyomtatas-kulonbozo-technologiakkal-ii-az-sls-eljaras/> (letöltve: 2018.05.05.)
- [8] PACURAR R.; PACURAR A.: *Applications of the Selective Laser Melting Technology in the Industrial and Medical Fields*, 2016. DOI: 10.5772/63038  
<https://www.intechopen.com/books/new-trends-in-3d-printing/applications-of-the-selective-laser-melting-technology-in-the-industrial-and-medical-fields> (letöltve ideje: 2018.05.06.)
- [9] *What is 3D Printing? The definitive guide to additive manufacturing*;  
<https://www.3dhubs.com/what-is-3d-printing#technologies> (letöltve: 2018.05.07.)
- [10] PALERMO, E.: *What is Laminated Object Manufacturing?*;  
<http://www.livescience.com/40310-laminated-object-manufacturing.html> (letöltve: 2018.05.07.)
- [11] <https://www.manufacturingguide.com/en/laminated-object-manufacturing-lom> (letöltve: 2018.05.08.)
- [12] GRUNEWALD, S. J.: *What You Need to Know About 3D Printed Guns and Why You Don't Need to Fear them*; <https://3dprint.com/139537/3d-printed-guns/> (letöltve: 2018.06.08.)
- [13] NEWMAN, J.: *Solid Concepts Uses Metal Additive Manufacturing to Build a Gun*;  
<http://www.rapidreadytech.com/2013/11/solid-concepts-uses-metal-additive-manufacturing-to-build-a-gun/> (letöltve: 2018.06.08.)
- [14] SAUNDERS, S.: *US Army Successfully Tests 3D Printed Grenade Launcher with 3D Printed Grenades*; <https://3dprint.com/167567/3d-printed-grenade-launcher/> (letöltve: 2018.06.08.)
- [15] MILLS, D. K.: *Future Medicine: The Impact of 3D Printing*, 2015. pp. 1-3.;  
[https://www.researchgate.net/publication/281939684\\_Future\\_Medicine\\_The\\_Impact\\_of\\_3D\\_Printing](https://www.researchgate.net/publication/281939684_Future_Medicine_The_Impact_of_3D_Printing) (letöltve: 2018.05.09.)

- [16] VRIES, DE. C.: *Open Bionics: 3D printed prosthetic limbs*; <https://ultimaker.com/en/stories/36096-open-bionics-3d-printed-prosthetic-limbs> (letöltve: 2018.06.03.)
- [17] *Lágy robotika – „lágy robotok”*; <https://www.igus.hu/wpck/11989/softrobotics> (letöltve: 2018.06.05.)
- [18] GUL, J. Z.; SAJID, M.; REHMAN, M. M.; SIDDIQUI, G. U.; SHAH, I.; KIM, K-H; LEE, J-W; CHOI, K, H.: *3D Printing for soft robotics – a review*; 2018. p. 3. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14686996.2018.1431862?needAccess=true> (letöltve: 2018. 06. 05.)
- [19] SUN, J; PENG, Z.; YAN, L; FUH, J. Y. H.; HONG, G. S.: *3D food printing - An innovative way of mass customization in food fabrication*; 2015. pp. 1-12.; [http://ijb.whioce.com/index.php/int-j-bioprinting/article/view/01006/pdf\\_5](http://ijb.whioce.com/index.php/int-j-bioprinting/article/view/01006/pdf_5) (letöltve: 2018.06.05.)
- [20] <https://www.thefoodrush.com/articles/3d-printing-food-for-an-entire-restaurant-menu/> (letöltve: 2018. 06. 05.)
- [21] GAGET, L.: *3D printed shoes: How 3D printing revolutionizes the footwear industry*; <https://www.sculpteo.com/blog/2017/10/31/3d-printed-shoes-how-3d-printing-revolutionize-the-footwear-industry/> (letöltve: 2018. 06. 06.)
- [22] *3D printing and new structures within the textile industry*; <https://www.sculpteo.com/en/applications/textile-industry/> (letöltve: 2018.06.06.)
- [23] *Nyomtatott lövedékek*; [http://freedee.blog.hu/2016/11/15/nyomtatott\\_lovedek#more11959853](http://freedee.blog.hu/2016/11/15/nyomtatott_lovedek#more11959853) (letöltve: 2018.06.07.)
- [24] *Russia uses 3D printing in production of colossal T-14 Armata tank*; [www.3ders.org/articles/20160208-russia-uses-3d-printing-in-production-of-colossal-t-14-armata-tank.html](http://www.3ders.org/articles/20160208-russia-uses-3d-printing-in-production-of-colossal-t-14-armata-tank.html) (letöltve: 2018.06.07.)
- [25] *Russian 3D printed microsatellite Tomsk-TPU-120 successfully launched from Baikonur launch site*; <http://www.3ders.org/articles/20160401-russian-3d-printed-microsatellite-tomsk-tpu-120-successfully-launched-from-baikonur-launch-site.html> (letöltve: 2018.06.07.)
- [26] DUBOIS, T.: *How Will 3-D Printing Rearrange The Aerospace Spare Parts Business?*; <http://www.mro-network.com/emerging-technology/how-will-3-d-printing-rearrange-aerospace-spare-parts-business> (letöltve: 2018.06.07.)
- [27] WU, S-Y.; YANG, C.; HSU, W.; LIN, L.: *3D-printed microelectronics for integrated circuitry and passive wireless sensors*; 2015. p. 1.; <https://www.nature.com/articles/micronano201513.pdf> (letöltve: 2018. 06. 10.)
- [28] FLOWERS F. P.; REYES, C.; YE, S.; KIM, J. M.; WILEY, J. B.: *3D printing electronic components and circuits with conductive thermoplastic filament*; 2017. p. 4.; <http://people.duke.edu/~bjw24/Publication86.pdf> (letöltve: 2018. 06.11.)
- [29] HÖRBER, J.; GLASSCHRÖDER, J.; PFEFFER, M.; FRANKE, J.: *Approaches for Additive Manufacturing of 3D Electronic Applications* 2014. p. 807.; [https://www.researchgate.net/publication/273876153\\_Approaches\\_for\\_Additive\\_Manufacturing\\_of\\_3D\\_Electronic\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/273876153_Approaches_for_Additive_Manufacturing_of_3D_Electronic_Applications) (letöltve: 2018. 06.12.)

- [30] FÜZES L.: *Új lehetőségek a villamosiparban a műszaki műanyagok és az additív technológiák számára*; <http://www.muanyagipariszemle.hu/2016/01/uj-lehetosegek-a-villamosiparban-a-muszaki-muanyagok-es-az-additiv-technologiak-szamara-11.pdf> (letöltve: 2018. 06.12.)
- [31] <https://www.optomec.com/printed-electronics/aerosol-jet-technology/> (letöltve: 2018.06.12.)
- [32] <https://www.optomec.com/printed-electronics/aerosol-jet-core-applications/printed-antennas> (letöltve: 2018.06.12.)
- [33] <http://importantevents24.com/wp-content/uploads/2017/10/global-aerosol-jet-printing-machine-market.jpg> (letöltve: 2018.06.18.)
- [34] GARCIA, C.R; RUMPF, R. C; TSANG, H. H.; BARTON, J. H.: *Effects of extreme surface roughness on 3D printed horn antenna*; 2013. pp. 1-3; <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6550127> (letöltve: 2018.06.18.)
- [35] COPPER MOUNTAIN TECHNOLOGIES: *Design and Test a 3D Printed Horn Antenna*, pp.1-3.; <https://coppermountaintech.com/design-test-a-3d-printed-horn-antenna/> (letöltve: 2018.06.18.)
- [36] GOH, G. D; AGARWALA, S.; GOH, G. L; DIKSHIT, V.; SING, L. S; YEONG, W.Y.: *Additive manufacturing in unmanned aerial vehicles (UAVs): Challenges and potential*; 2017. p. 3.; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S127096381630503X> (letöltve: 2018.06.18.)
- [37] GOLSON, J.: *A military-grade drone that can be printed anywhere*; <https://www.wired.com/2014/09/military-grade-drone-can-printed-anywhere/> (letöltve: 2018.06.18.)
- [38] MURASKIN, E.: *How IoT and 3D printing are changing the connected space*; <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/feature/How-IoT-and-3D-printing-are-changing-the-connected-space> (letöltve: 2018.06.18.)
- [39] <http://www.optomec.com/printed-electronics/aerosol-jet-emerging-applications/military-aerospace/> (letöltve: 2018.06.18.)
- [40] MAIN, D.: *4D Printing May Bolster Arsenal of US Army*; <http://www.livescience.com/40888-army-4d-printing-grant.html> (letöltve: 2018.06.19.)

## ACADEMIC AND SPECIFIC, AIMED TRAINING TYPE EDUCATION POSSIBILITIES IN SCOPE OF CISCO NETWORKING ACADEMY TRAINING – NETACAD PROGRAM

### AKADÉMIAI RENDSZERŰ, ILLETVE SPECIFIKUS, CÉLTANFOLYAMI JELLEGŰ KÉPZÉSI LEHETŐSÉGEK A CISCO HÁLÓZATI AKADÉMIAI KÉPZÉS - NETACAD PROGRAM TÜKRÉBEN

JOBBÁGY, Szabolcs

(ORCID: 0000-0002-2104-4665)

[jobbagy.szabolcs@uni-nke.hu](mailto:jobbagy.szabolcs@uni-nke.hu)

#### Abstract

*In my recent publication I analyse what other academic or specific, aimed training possibilities are at hand in each segment of either the defence or the civilian IT sphere, which can be integrated into the signals and information NCO professional training system at HDF NCO Academy in order to rethink and reshape it. All my research is based on a system of aspects, and on listing opinions pro and against, according to a level of matching, which can result in the most efficient and effective renewal of the professional training system being.*

**Keywords:** NetAcad Program, Juniper Networks Academic Alliance (JNAA), Insular Telecommunication Network for Purpose of Government of Hungarian Defence Forces (ITNPG of HDF), Microsoft Virtual Academy, Hicom-Hipath training, NATO Communication and Information Systems School.

#### Absztrakt

*Jelen közleményemben azt vizsgálom, hogy milyen egyéb más akadémiai rendszerű vagy specifikus, céltanfolyami jellegű képzési lehetőségek állnak rendelkezésre akár a védelmi, akár a polgári szféra IT szegmensében, amelyek alkalmasak lehetnek a Magyar Honvédség Altiszti Akadémia híradó és informatikai honvéd altiszt és zászlósjelöltjeinek szakképzési rendszerébe történő beintegrálására, annak újragondolása, átalakítása érdekében. Mindezen vizsgálataim alapja egy szempontrendszer felállítása, és annak való megfeleltethetőség alapján érvek és ellenérvek felsorakoztatása, melyek a jelenlegi szakmai képzési rendszer lehető leghatékonyabb és legcélravezetőbb megújítását eredményezhetik.*

**Kulcsszavak:** NetAcad Program, Juniper Networks Academic Alliance (JNAA), MH KCEHH, Microsoft Virtual Academy, Hicom-Hipath tanfolyamok, NATO Communication and Information Systems School.

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2018.10.05.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2018.10.15.



## INTRODUCTION

In my PhD thesis bearing the title „*On developing the digital professional knowledge of the signals and information NCO and warrant officer operating personnel*” I surveyed among other things, also the possibility of fitting the knowledge material of different courses and their modules reachable on each level of CISCO Networking Academy Training – Netacad Program into the signals and information education portfolio of HDF NCO Academy, and also through which means that would be possible. My motivation to this was that in my hypothesis I assumed, that „*the Hungarian Defence Forces (HDF) hasn't become fully able to adopt and convert the knowledge appropriate to the task and function system utilised in the leading NATO and European militaries into the professional NCO and warrant officer training. As a result, the signals and information education system at HDF NCO Academy doesn't meet the requirements of the age of digitalisation properly either. The professional digital knowledge reachable within the training isn't meeting the technology and services utilised in the infocommunication network and digital systems of HDF fully. Thus the revising and reshaping of it is necessary. In the frames of development of the human resource's digital knowledge the operating personnel can be outfitted with up-to-date professional knowledge and features, through which we can educate an expert for the organisation, at the same time possessing a knowledge valuable in the IT segment of the civilian sphere, being adversible and convertible. As a result we can also support their employment in the connecting fields of public service in case of leaving the organisation because of a changed career model, and their success in the market of civilian IT sphere as well.*” [1; pp. 9-10.]

During my research I highlighted the necessity and possibilities of rethinking and reshaping NQR54 NCO basic signals and military information system operator branch two years, full time, scholar education, and the complementary NQR55 warrant officer signals and information branch training type, state certified competency based modular education, thus verifying the scientific problem and the hypotheses set. I defined my scientific outcome based on these, according to which „*by analysing the NetAcad Program and the professional training system of HDF NCO Academy, I verified that the revising of the training is necessary. On the other hand I also verified, that the network based academic education is suitable for this, its courses can be fitted into the NCO basic professional training, signals branch and sub-branches, also into the complementary warrant officer professional training, signals and information branch training system. Further I verified, that in the case of military information-system operator branch this is not necessary, but it isn't possible either.*” [1; p. 200.]

One could rightly ask why I focused exactly on the possible integration of NetAcad Program, and what other similar academic type possibilities are accessible from the civilian IT sphere, which can be suitable to revise and reshape the relevant professional portfolio at HDF NCO Academy, and to outfit the future NCO-s and warrant officers with up-to-date theoretic and practical knowledge and shape their digital literacy.

## JUNIPER NETWORKS ACADEMIC ALLIANCE (JNAA)

Of course, in the age of 21st century digital society we can find other means beyond the possibilities provided by NetAcad Program, to access up-to-date IT professional knowledge, digital competency and literacy, and internationally accepted certifications, either in form of academic education, or different specific, aimed trainings. This is no surprise, as according to the universal opinion of the experts, just as also Krisztina Horváth, managing director of CISCO Systems Hungary Ltd. declared in an interview: „*... the three pillars of digitalisation can be defied in education, digital infrastructure and innovative surrounding and mentality...*”.[2] Thus, one of the most important pillars is education, which has endless possibilities among the circumstances of our age. Educating and training of professional experts has never been so easy

to achieve like nowadays, as a result of access opportunity to different knowledge warehouses, databases ensuring gaining of information, online, e-learning education surfaces and global virtual communities.

During my research for the PhD thesis, when I decided to analyse the possibility and necessity of adapting this very form of education, I tried to view as many aspects as possible without being exhaustive, which stand for it compared to others. It is no secret that one of these was myself succeeding courses and modules in this system earlier, and taking part actively since almost seven years in its teaching via maintaining a CISCO Academy (CA) either on BA level or in form of training type education. As a result of these experiences, and also the outcome of my own survey (although not being representative because of the low number of those answering), which I analysed and also involved in my thesis in form of graphs and diagrams [1; p. 242.], I got to the following assumption. The integration of the named training can be a useful segment of the professional NCO training, as it has been already integrated into the BA level education, or into the training type complementary training of already certified professionals in form of relevant courses and training frames. [1; pp. 73-76.] In accordance to the representativity of the survey above, all academic students are asked during the online tests closing each chapter and also before the final exams in form of „course feedbacks” within the NetAcad Program in order to assure quality. I could base on the results of past years, and draw some conclusions on the success and usefulness in general to the justification of the network academy education. In this case, counting the past nine years of the Signals Department’s CA, the number of those answering can be set between one and two hundred.

Even more important and uniform point of view was the answer to the following questions:

- the possibility and assumption of adoptibility from the side of the training program and its peculiarities
- the expectations of the military leadership, the professional superior
- the matching possibility to the criteria defined in the legislative background, and the requirements of the competency based modular professional training
- the recent hardware platform giving technical fundament of HDF infocommunication network, and the digital systems of Insular Telecommunication Network for Purpose of Government of Hungarian Defence Forces (ITNPG of HDF), and the expected directions of future development
- international examples
- the evolving changes, expected trends and forecasts regarding the civilian IT sphere (standing future)
- the IT education maintained in the different training systems and educational institutes of the civilian sphere

I also strived to give a reason to all these aspects of research in my work.

Based on these and through further research the following answer can be given. Beyond NetAcad Program, for example also Juniper Networks is providing similar type of education. Because of volume reasons I will not introduce every aspect of this, I will try only to draw its peculiarities, main characteristics grasping the elemental parts of it, parallel with the network academy education.

The company is a leading actor in the IT segment, also playing a key role in the network innovation field. Foremostly they aimed to invent such technology that helps their customers to merge their ideas with the world of networks, enabling their adversibility and possibility to develop in this constantly changing world. To meet this, beyond striving to create state of the art technology and tools, and deliver converged services, they also set the goal of spreading knowledge, cooperation and human development in each branch of industry, like energy, healthcare or education. Although 80-90% of the routers, switches and other passive and active

network devices in the network infrastructure of the internet are provided by CISCO, the biggest cable and wireless, satellite, internet, cloud and datacenter providers of the world are cooperating with Juniper Networks as well. [3]

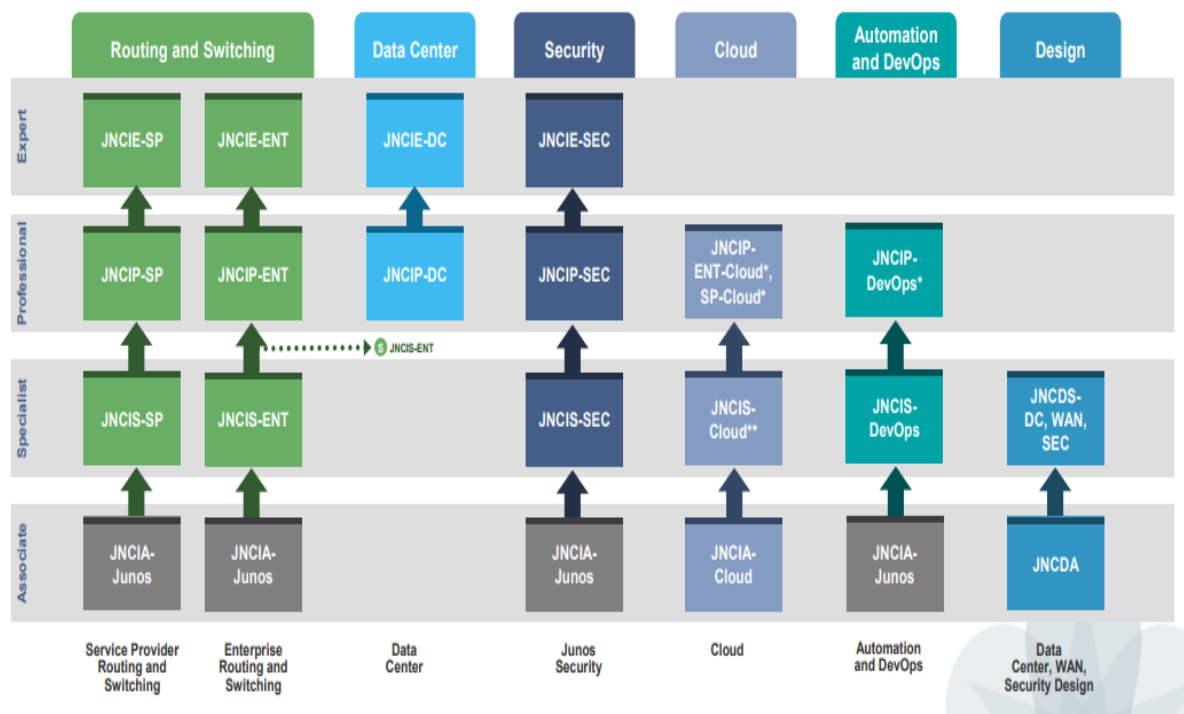
The company strives within the frames of Juniper Networks Academic Alliance (JNAA) program to deliver and bring closer the solutions developed by them in a resilient and innovative way to either their clients or the scientific community, developing a strong relation with them. Two vitally important pillars of that are education and research. Within the first they provide such training opportunities, which like the NetAcad Program, provide certification in engineering and fields of industry. On the other hand, in order to realize this, they provide the necessary theoretical material for the teachers either in electronic or printed form, which can be fitted within the education program of the given institute, meeting their peculiarities. Beyond all these they provide laboratory hardware as well, to which the partaker can have preferential access. As a result, they deliver in summary approach to the leading technology and resources of the industry in the fields of engineer education, evaluation, research and development. The most important fields within this are for example the state-of-the-art network protocols, security and threat management, green networks, network automatisation, virtual networks etc. Under the research pillar, they lead high level academic projects and researches. [4]

According to these, the benefits of this program can be summarised as follows:

- access is granted to the education material and other resources of Juniper Networks for the teachers and the students as well
- the further training of the teachers is provided
- teacher and student evaluation can be reached in a preferential way
- the opportunity to acquire the necessary laboratory hardware and developing of virtual laboratory environment is secured preferentially
- job opportunities to the evaluated students of the industry
- the possibility to attend international competitions for the students

The program is open and accessible to all credited intitutions, also especially for the armed forces. Similary to NetAcad, also here a hierarchic evaluation program has been developed, named Juniper Networks Certification Program (JNCP), which enables the students to get certifications verifying each competency according to the given education field and level. This is pictured in the diagram below. I won't detail each education and evaluation level further because of volume reasons.[4]

# Juniper Networks Certification Program Framework



1. Figure Juniper Networks Certification Program (JNCP)[5]

As it can be seen above, in this system similar education and evaluation levels can be found as in NetAcad Program, for professionals to be trained on initial, comprehensive, professional and expert level in fields like routing and switching, data centers, security, cloud computing, automation, and network planning. Analyzing these I have found, that all the general and basic technology, protocol, standard, policy and terminology regarding networks, so the basic knowledge in general can be found here as well, just like in the courses and modules of the network academy education.[1; pp. 73-128.] The biggest difference lays in the hardware platform, which defines the operation of each network device and the peculiarities of the necessary network operation system for this. This latter aspect is the strongest opinion in my view to decide for the integration of NetAcad Program into the education of NCO-s and warrant officers. The table below holds the peculiarities and attributes of each program, and their fitting to the point analysed earlier in this article.

	CISCO NetAcad Program	Juniper Networks Academic Alliance (JNAA)
<b>Peculiarities and attributes of the education programs in comparison</b>		
Access to online education surface and material granted (e-learning)?	Yes	Yes
Connection to a virtual global education and work market community granted?	Yes	Yes
Further training of the teachers granted?	Yes	Yes
Laboratory environment for education granted?	Yes	Yes
Maintaining internationally credited evaluation system in the industry?	Yes	Yes
Possibility to the students to measure their knowledge at domestic or international competitions granted?	Yes	Yes
<b>Comparing the possibility and necessity to integrate into the professional education system according to given aspects</b>		
Possibility and circumstances to adopt given by the peculiarities of the education system?	Yes	Yes
<i>Meeting the requirements of the military higher command and the professional superior? *</i>	<i>Yes*</i>	<i>Yes (partly) *</i>
<i>Meeting the criteria defined by the regulatory background, and the requirements of the competency-based modular training system? *</i>	<i>Yes*</i>	<i>Yes (partly) *</i>
<i>Matching the hardware platform providing the technological foundation of the infocommunication network and digital systems of HDF, and the expected future development directions? *</i>	<i>Yes*</i>	<i>No *</i>
<i>International examples *</i>	<i>Yes*</i>	<i>Yes (partly) *</i>
<i>Meeting the changes within the civilian IT sphere, and the future trends and expectations?</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>
<i>Has been integrated into IT education within Hungarian civilian education at any level and institution? *</i>	<i>Yes*</i>	<i>No*</i>

1. table Fitting NetAcad Program, and JNAA program into the Hungarian NCO and warrant officer professional training, meeting the requirements of integration possibility and necessity (edited by the author)

Summarising the above, I would add to my previous answer the followings. Although, there is a similar education program already existing, showing a great similarity to NetAcad Program, taking the possibility and necessity to integrate into NCO and warrant officer training into account, and analysing the aspects of that, based on the points given with italics in the table, I still propose clearly to adopt NetAcad Program. Possibilities provided by JNAA Program hardly or do not meet the requirements and expectations in some of the aspects. Some of these:

- although it can provide almost all the basic professional knowledge, digital competency, digital literacy as NetAcad, thus meeting the expectations of the professional superior, and the legislative requirements [6; (Appendix 3.)], however given to the recent hardware platform and digital systems of HDF, it cannot prepare the NCO and warrant officer applicants to operate these specific to the used devices

- as already pictured in my thesis [1; pp. 68-71.], the planned directions of development support also that even greater asset orientation and implementation of recent CISCO hardware platform will happen with the generation shift of network tools. This makes the revision of the professional education reasonable in an according way, and also the integration of necessary knowledge material within.
- it is also supported by international examples of assets used in other militaries, and also the international training possibilities as mentioned in my thesis, which provide the opportunity to develop CISCO specific knowledge next to up-to-date professional education, or already require these as obligatory term of application (e.g. NATO Communications and Information Systems School, Latina: „Deployable Optical Fibre Cable”, „MiniPoP Operator”, „MiniPoP Familiarisation”, „DCIS Transmission/Network Integration Foundation (Online)”, „Cisco On-Line CCENT (ICND1)”, „NATO Networking Infrastructure (Cisco CCNA Routing & Switching)”, „NATO Voice over IP Foundation Course Version 2.1”).[1; 79-80. o.]
- and, as also highlighted in my thesis, in case of the trainings within the national education system of civilian IT sphere, according to the recent trends and the forecasts, NetAcad Program will provide the necessary educational background. The program can deliver a solution to decrease the so many times mentioned lack of IT experts. One proof of this – beyond that the knowledge material of each course already almost exactly meets the requirements of the education plan [1; pp. 98-108.] – is also that the institutes can utilise Packet Tracer network simulation program, developed by CISCO, reachable since 2017 for free either for training purposes or at professional final exams.

### **SPECIFIC, GOAL ORIENTED TRAINING POSSIBILITIES**

Some further thoughts can be added to the original question, which can provide some options on training the certified NCO-s and warrant officers and widen their professional knowledge beyond the possibilities of NetAcad Program, and based on the knowledge gained through it.

Given that the timeframe for the NCO certification is two years, and that of the warrant officers is three months, and having analysed the recent frame education plan for the first [7] and the relevant education program for the latter [8], it has to be seen, that because of the structure of those, there is no possibility to integrate other up-to-date professional training beyond NetAcad Program's knowledge material within them.

Nevertheless, later on, in order to outfit the NCO or warrant officer after the certification already fulfilling professional assignment, with the up-to-date professional knowledge possibly still lacking, either through further training or complementary education based on the already given knowledge of the network academy education, I see the following specific trainings to be advisable in general as main directions. It can be achieved either through specific trainings in the civilian IT sphere, or at Signals Department of NUPS FMSOT [9; 10], or utilising the education portfolio of any other relevant department, within goal-oriented trainings after their necessity and reasonability has been proved by according surveys.

- trainings reachable within the official Microsoft Virtual Academy (MS VA) set to existence in 2013 (e.g. operation system, security, firewall, virtualisation, remote management, cloud computing, etc.) [11]
- different cyber trainings
- trainings regarding information security (e.g. system administrator, cyphering, etc.) [12; pp. 68-69]
- Hicom - HiPath operator and programmer training

- NATO Communications and Information Systems School, Latina-provided trainings [13]

The achieving of these education and training options in a complementary and comprehensive approach can be reasonable and necessary depending on the fulfilling of each professional assignment, and according to a survey on demand as mentioned earlier, since the knowledge material provided can widen the knowledge, thus making the expert able to fulfill for example device specific tasks at a higher level. This can be understood for example as like information and cyber security affects the work of every professional in a direct or indirect way, and will have an ever greater effect on the digital society, which also comprises among other of different law enforcement organisations, thus also HDF within. Knowledge on workstations and their operational system within network infrastructure from network configuration perspective can be necessary in order to implement, tune, and manage the network also to maintain security settings [14] and troubleshooting. As a result of already mentioned future changes in the digital systems of HDF infocommunication network, it can be reasonable to gain knowledge on the operation of Hicom and HiPath switch centres, and their settings in order to connect them for example with VoIP phone center in the period of change. The knowledge on emulation utilisation of a terminal, through which the configuration of network devices happens, can provide a fundament when we try to reach a Kongsberg or Harris radio in order to transmit data.

We also have to mention – not necessary as a hindrance – that these trainings, given their goal oriented approach, mainly focus only on a narrow part of their field. In comparison, the education analysed in my research also bears knowledge material on device specific knowledge in it, at the same time it also provides a solid, basic and general knowledge, which can serve as a strong pillar for the future achieving of goal oriented training later on. Of course, it is not possible, nor necessary to provide every expert with all the knowledge, it is more reasonable to show them the approach and opportunities in accordance with the words of Albert Szent-Györgyi, as cited at the beginning of my thesis. [1; p. 5.]

## **CONCLUSION**

Based on our answers to the question we can conclude as follows. Within the possibilities of the digital society in 21st century, with a scope on the necessity of education, training and preparing we can state that yes, there are other programs beyond NetAcad, with a similar academic type training possibility, like JNAA Program by Juniper Networks. However, matching it with the aspect-system taken that as a fundament, and analysing the correspond to it, the possibility and at all the necessity to integrate it, we can state that JNAA does not meet each expectation and requirement fully. Thus I still regard the opportunity provided by NetAcad Program as most appropriate to rethink and revise the relevant education portfolio of HDF NCO Academy's professional education system. Further there is a possibility to gain up-to-date professional knowledge, digital competency and digital literacy through several other forms of education; however these are mostly specific, goal-oriented types of providing knowledge. Thus, given that their knowledge base is not general, nor complex, but more particular, I regard them as being able to provide training for the operator personnel after the professional certification to broaden their knowledge in a reasonable case.

## BIBLIOGRAPHY

- [1] JOBBÁGY Szabolcs: [A honvéd altiszt és zászlós híradó és informatikai üzemeltető állomány digitális szakmai ismereteinek fejlesztése](#); doktori (PhD) értekezés; Budapest 2018.
- [2] Szakképzés-fejlesztéssel az informatikushiány ellen; <https://www.hwsz.hu/hirek/56267/cisco-halozati-akademia-iskola-oktatas-erettsegi-packet-tracer.html> (Downloaded: 26.06.2018.)
- [3] Juniper Networks; <https://www.juniper.net/us/en/company/profile/> (Downloaded: 27.06.2018.)
- [4] Juniper Networks Academic Alliance (JNAA); <https://www.juniper.net/uk/en/training/academicalliance/> (Downloaded: 27.06.2018.)
- [5] Juniper Networks Academic Alliance Certification Program Framework (JNAA); <http://www.junipercertified.com/certifications/juniper-certification-framework/> (Downloaded: 27.06.2018.)
- [6] A Kormány 217/2012. (VIII. 9.) kormányrendelete az állam által elismert szakképesítések szakmai követelménymoduljairól; [http://www.budapestedu.hu/data/cms150131/Mk\\_106\\_217\\_2012. \(VIII. 9.\) Korm. rendelete az állam által elismert szakképesítések szakmai követelménymoduljairól.pdf](http://www.budapestedu.hu/data/cms150131/Mk_106_217_2012._(VIII.9.)Korm.rendelete_az_allam_atal_elismert_szakkepeseitesek_szakmai_kovetelmenymoduljairol.pdf) (Downloaded: 02.07.2018.)
- [7] 2.69 Szakképzési Kerettanterv az 54 863 02 Honvéd Altiszt Szakképesítéshez, valamennyi ágazatához/szakmairányához; [https://www.nive.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=731](https://www.nive.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=731) (Downloaded: 05.07.2018.)
- [8] Képzési Program, Honvéd zászlós tanfolyam, Híradó és informatikai szakirány.- HVK HIICSF.
- [9] FARKAS T.: Signal Officer Training at the National University of Public Service (Budapest, Hungary) In: ŠOSTRONEK M., BEREŠIK R., BABJAK M., SPILÁ D. (szerk.) New Trends in Signal Processing 2014: Proceedings of the International Conference: 15-17 October 2014, Tatranské Zruby, Slovakia. Konferencia helye, ideje: Tatranské Zruby, Szlovákia, 2014.10.15-2014.10.17. Liptovski Mikulas: Armed Forces Academy of General Milan Rastislav Štefánik, 2014. pp. 37-43.
- [10] FARKAS T.: CIS officer training at the National University of Public Service: capabilities and requirements In: Hruby M. (szerk.) Distance Learning, Simulation and Communication (DLSC) Conference. Konferencia helye, ideje: Brno, Csehország, 2015.05.19-2015.05.21. Brno: University of Defence Faculty of Military Technology, 2015. pp. 84-90.
- [11] Microsoft Virtual Academy; <https://mva.microsoft.com/> (Downloaded: 07.07.2018.)
- [12] MÓGOR Tamásné: Az emberi tényező szerepe az információbiztonság megvalósítása és erősítése terén. Az információbiztonsági kultúra fejlesztésének lehetőségei a Magyar Honvédségben; Doktori (PhD) értekezés; Budapest 2017.



- [13] NATO Communications and Information Systems School, Latina;  
<https://www.nciss.nato.int/> (Downloaded: 07.08.2017.)
- [14] MEGYERI Lajos: Elektronikus információs rendszerek biztonsági menedzsmentje;  
Műszaki Katonai Közlöny vol. XXVIII. No. 2. (2018)

## SZENZORHÁLÓZATOK ADATAINAK INTEGRÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A PERSPEKTIVIKUS ERŐKÖVETÉSI RENDSZEREKBE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ EGYÉNI EGÉSZSÉGÜGYI ADATOKRA

### SENSOR NETWORK DATA INTEGRATIONS TO PERSPECTIVE BLUE FORCE TRACKING SYSTEMS, ESPECIALLY TO MEDICAL DATA

KÁROLY Krisztián

(ORCID: 0000-0002-5835-7980)

[krisztian.karoly@mil.hu](mailto:krisztian.karoly@mil.hu)

#### Absztrakt

Napjainkban komoly igényként jelentkezik, hogy a nyomon követett személyek, gép- és harcjárművek, robotok geolokációs adatain túl harcképességüket, egészségügyi adataikat, a személy és a technikai eszközök készleteinek feltöltöttségét is közel valós időben nyomon lehessen követni. A jövő erőkövető hálózataiban várhatóan már megvalósulhatnak a szenzorhálózatokból kinyert adatok eszköz-egység közötti automatizált információcseréje. Kutatásomban vizsgálom az elsődlegesen egészségügyi adatok monitorozását végző szenzorhálózatokból érkező adatok becsatornázási lehetőségeit, kiemelt figyelmet fordítva az IEEE 802.15.4 szabványú Zigbee eljárásra.

A kutatás az emberi erőforrások minisztériuma únkp-18-3-IV-NKE-27 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült

**Kulcsszavak:** Zigbee, szenzorhálózat, erőkövetés, IoT

#### Abstract

There is a serious demand nowadays, that we can track geo-location of the warriors, (fighting) vehicle and robots, moreover it would be trackable near real time the combat capability and medical data of person, and the charge level of technical equipment. In the perspective blue force tracking systems would take place machine to machine (M2M) exchanging sensor network data. Primary I research for medical data monitoring sensor networks, paying special attention to IEEE 802.14.5 ZigBee.

**Keywords:** Zigbee, sensor network, blue force tracking, IoT

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.01.26.

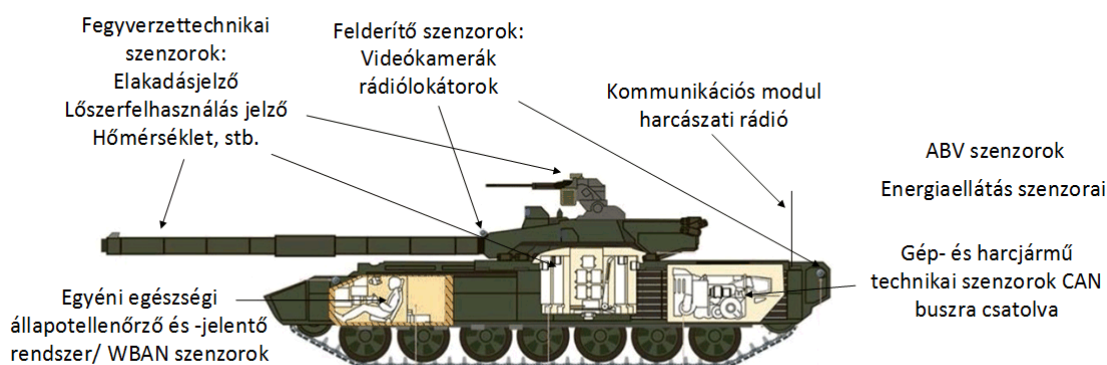
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.02.16.

## BEVEZETÉS

Napjainkban komoly igényként jelentkezik, hogy a nyomon követett személyek, gép- és harcjárművek, robotok geolokációs adatain túl harcképességüket, egészségügyi adataikat, a személy és a technikai eszközök készleteinek feltöltöttségét is közel valós időben nyomon lehessen követni. A jövő erőkövető hálózataiban várhatóan már megvalósulhat a szenzorhálózatokból kinyert adatok eszköz-eszköz (M2M<sup>1</sup>) közötti automatizált információcseréje. Ezen hálózatok kiterjedésük szerint széles skálán tagozódhatnak, egészen az emberi test kiterjedésű (BAN<sup>2</sup>) hálózatoktól, a személyes (PAN<sup>3</sup>) és lokális (pl.: egy menetszlop) hálózatokig, melyek az adatok feldolgozását követően az információkat szintén automatizáltan továbbítják egy távoli állomásnak, hálózatnak, esetleg felhőbe, vagy a helyi hálózatban egy személy részére (pl.: egészségügyi szakszemélyzet – egészségügyi adatok, ellátó altiszt – lőszerfogyás). Korunk haladó információtechnológiai megoldásainak köszönhetően ezen rendszerek a tudományos-fantasztikus világból kiemelkedve egyre inkább valóságos formát öltenek. Egy korábbi tudományos kutatás keretében már vizsgálták a katonák harci képességeit növelő korszerű, hálózatba integrált egyéni felszerelések alkalmazási lehetőségeit [1], melyben behatárolásra kerültek a lehetséges monitorozandó képességek, úgy mint ABV<sup>4</sup>, idegen-barát azonosítás, fegyverzet, a felszerelés energiaellátása, egyéni egészségi állapotellenőrzés és –jelentés, stb. Ezen feltárt területeket, mint diszciplínákat kezeltem a szenzorhálózatok kiépülési területeinek tekintetében.

A témában jelentős tudományos munkák alapján [1] [2], a közeljövő menetszlopaiban az oszlopparancsnok, vagy a távoli ellátási pont szakembere képes monitorozni a gép- és harcjárművekben kiépített, egymással automatizáltan kommunikáló szenzorhálózatok segítségével az üzemanyag- és lőszerfogyást, a katonák egyéni felszereléseinek feltöltöttségét. A BAN hálózatoknak köszönhetően a katona harcképességét, egyéni egészségügyi adatait, illetve sebesültellátás során a sérültek triázsolása<sup>5</sup> közel valós idejű, objektív, mérési adatok támogatásával történhet.

### A harci képességet növelő korszerű, hálózatba integrált szenzorrendszer kialakítási lehetőségei



1. ábra A harci képességet növelő korszerű, hálózatba integrált szenzorrendszer kialakítási lehetőségei (szerkesztette a szerző, grafika: [3])<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Machine to Machine – eszköz- eszköz közötti autonóm átvitel

<sup>2</sup> Body Area Network

<sup>3</sup> Personal Area Network

<sup>4</sup> Atom, Biológiai, Vegyi

<sup>5</sup> rangsorolás

<sup>6</sup> CAN – Contoller Area Network

A szenzorosan monitorozható rendszerek, tulajdonságok (anyagi feltöltöttség, egészségi adatok) széles spektrumú kiterjedtsége folytán, a katona egyéni egészségi állapotellenőrzésének és –jelentésének lehetőségét vizsgálom mélyebben.

A BAN és PAN rendszerek kialakítására az esetek többségében ideálisan vezeték nélküli összeköttetési megoldásokat célszerű alkalmazni. Az IEEE<sup>7</sup> szervezet a 802.15.4 alacsony adatrátájú vezeték nélküli személyi kiterjedésű hálózatok (WPAN<sup>8</sup>) szabványának egyes technológiáit jellemzően az egészségügyi adatok nyomon követésének biztosítására fejlesztették ki. Azonban, ahhoz hogy ezen szenzorhálózatokat kialakítsuk, szükséges behatárolni a monitorozni kívánt egészségügyi adatok körét.

Az adatok egészségügyi monitorozásának jogszabályi kérdéseit már egy korábbi publikációmban részletesen vizsgáltam [4].

## **AZ ERŐKÖVETÉS SZEMPONTJÁBÓL KIEMELT SENZOROSAN MONITOROZHATÓ EGÉSZSÉGÜGYI ADATOK**

Az egyéni egészségi állapotellenőrzés és –jelentés rendszer kialakítása során olyan automatizált, szenzorosan mért élettani adatokat szükséges összegyűjteni, melyek kiértékelésével komplex képet kaphatunk a személy harcképességéről. Olyan non-invazív, azaz beavatkozás nélküli eljárásokat célszerű kiválasztani, amelyek alkalmazása során azok ergonomikusan illeszkednek a katona tevékenységéhez. Az invazív eljárással testbe beültetésre kerülő vezeték nélküli szenzorokat nem vizsgálom. Irodalomkutatásom és mélyinterjúim során [5], az alábbi eljárásokat határoltam be, mint az egyén egészségi állapotát komplexen megjelenítő mintavételezési módszerek. A személy elektrokardiográfiás (EKG) és elektroencefalográfiás (EEG), valamint plethysmográfiás vizsgálata, továbbá a pulzus, az oxigénszaturáció, a testhőmérséklet és a vérnyomás mérése, a légzés ellenőrzése mozgásszenzorok felhasználásával, illetve a fiziológiai adatok vizsgálata, melyek még egyelőre nehezebben kivitelezhetők (pl. verejték összetételének elemzése) [6] [7].

Az elektrokardiográfia egy olyan non-invazív diagnosztikai eljárás, amely a szív elektromos jelenségeit vizsgálja a szívizom összehúzódásakor keletkező elektromos feszültség regisztrálásával. A szív összehúzódása a szinuszcsonóból induló elektromos inger hatására jön létre. Ez az inger a szív ingerületvezető rostjain keresztül a szívizomsejtekhez jut. Mivel az emberi test elektrolit oldatai jól vezetnek a szívben lejátszódó folyamatokat, ezek az emberi test felszínén is jól érzékelhetők. A kirajzolódó EKG hullám egyedi sajátosságokkal rendelkező szabályos görbe, melynek elemzésével megállapítható, hogy a szív ritmusosan ver-e, illetve normálisan terjed-e az akciós potenciál. Az EKG hullám kirajzolása a testfelszín meghatározott pontjaira elhelyezett (mellkas, hát, és végtagok) elektromos érzékelők által gyűjtött adatok felhasználásával történik. Az így kinyert adatok alapján megállapítható az egyén halála (asystolia), a szív különböző szegmenseiben fellépő zavarokból (sinuatrisialis-, kamrai-, pitvari tachycardia, bradycardia, fibrillációk, stb.) láthatók a harcképesség csökkenés okai, az esetleges elszenvedett sokk hatásai [6] [7]. A szenzorok elhelyezhetők a katona közvetlenül testfelületét borító alsóöltözetében (felső testrészt, pl.: póló), illetve a csuklón elhelyezkedő karkötőn és bakancsba építve. Napjainkban, ismereteim szerint még nem rendelkezünk kész termékekkel, azonban intenzív K+F+I tevékenység zajlik ruhaneműnkbe épített, hordható szenzorok kialakítását illetően [8].

Az elektroencefalográfia az idegsejtek elektromos aktivitását vizsgálja valós időben. Esetünkben csak a non-invazív diagnosztikai eljárásokat tárgyalom, mivel azok akár harctéren is kivitelezhetők. A vizsgálatok során 31, 61 vagy 123 elektródát helyeznek el négy anatómiai referenciapont körül előre meghatározott elv alapján, a hajas fejbőrön, esetenként az arcon is.

<sup>7</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers

<sup>8</sup> Wireless Area Network

A szenzorok a katona egyéni védőeszközében, a sisakban, illetve maszkokban (hővédő, fizikai behatásoktól védő) célszerű elhelyezni. Sisakban történő elhelyezésnél a szenzorok vezetékkel is összeköthetők, így központilag megoldható az energiaellátás. Fontos kritérium, hogy az így kialakított sisak tömege lényegesen ne növekedjen, mert az a katona nyaki izmainak korai fáradását eredményezné. Az EEG vizsgálatok során mindig két elektróda közötti potenciálkülönbséget mérnek. Az EEG mérés a központi idegrendszer által generált nagy mennyiségű elektrofiziológiás aktivitást méri a koponyára kivetített állapotában.

A megfelelő helyzetkép kialakításához megszakítás nélküli, folytonos mérésekre van szükség, melynek komoly korlátja az akkumulátorok rendelkezésre álló kapacitása. Az EEG 20-30 perces mérési periódusa alapján megállapítható az agyhalál ténye, a kómába esés, az alvás mélysége, minősége, továbbá az éberségi állapotok elemezhetők a különböző kirajzolódó görbék alapján. Az éberségi állapotok, és alvási fázisok (REM<sup>9</sup>, NREM<sup>10</sup>) százalékos eloszlásának meghatározásával objektív mérések alapján hozzávetőleges képet kaphatunk az egyén kifáradásának státuszáról [6] [7]. Az EEG szenzorok harctéri alkalmazhatósága, és felszerelésbe integrálási lehetőségei, az EKG szenzorokhoz hasonlóan, még pre-kompetitív kutatások tárgyát képezi.

A katonák harcképességének plethysmográfias vizsgálatait, azaz a térfogatváltozás nyomon követéséből a következő csoportokat emelem ki. Egyrészt a légzés során a tüdő tágulásának és összehúzódásának monitorozása, giroszkópos-mozgásszenzoros kiegészítéssel. Másik oldalról a fotoplethysmográfia (PPG) révén az erek térfogatváltozása figyelhető meg. A PPG eljárás talán egyik legismertebb formája a pulzuszámolás.

Napjainkban már számtalan a pulzus mérésére alkalmas szenzor (pl.: sport órák, okoskarkötők) érhető el, amelyek por-, víz-, és rezgés ellenálló képességükkel megközelítik a katonai alkalmazásban használt színvonalat. A bemutatott mérési eljárások közül ez a terület áll a legközelebb, a mindennapokban a harctéren is alkalmazható kézzelfogható termék/ szenzor megalkotásához. A pulzus definíció szerint a periférián tapintható szívverések száma, ellentétben az EKG-s mérési eljárással, ahol a szív közvetlen környezetéből nyernek információkat. Gyakori mintavételezési pontok a testen: a csuklón, a nyak oldalán futó verőér kitapintásával, a térdartérián, a karizmon, a combverőeren, a lábfejen. A legelterjedtebb szenzoros megvalósulás jelenleg a csuklón elhelyezett LED<sup>11</sup> alapú, fotós mintavételezés. A vér elnyeli a zöld fényt, és visszaveri a vöröset, így a szenzorokba épített zöld színű LED-ek segítségével a fényérzékeny fotódiódák képesek megállapítani az elnyelt fény mennyiségét. A szív dobbanásakor a csukló artériájában átfolyó véráramlás fokozódik, ezzel együtt a zöld fény elnyelése is. A dobbanások között mérsékeltebb a véráramlás. A szenzorok percnként több száz mintavételezést hajtanak végre, melyből nyomon követhető a pulzus, jellemzően 30-210 szívverés/ perc mintavételezési korlátok között [6] [7].

Az oxigénszaturáció mérésére szolgáló, non-invazív fotó alapú pulzoximetria mérés hasonló mérőbázison alapul a PPG eljárással. A szöveteken áthaladó fénynyaláb intenzitását az artériás pulzáció modulálja. Ezt a nyalábot elektromos jellel alakítva egy meghatározott amplitúdójú pulzáló jelalakot kapunk. A vér oxigéntelítettségétől függ a vér fényelnyelési képessége, és ez az elnyelési képesség generálja a pulzáció amplitúdóját. Két hullámhosszon mérve két pulzáló jelet kapunk, melyeknek amplitúdóinak arányából megállapítható az oxigén telítettség mértéke. Ezen szenzorok segítségével pár százalék hibahatárral megmérhető az oxigenizált hemoglobin szaturációja. Az artériás oxigenizált hemoglobin szaturációjának mérésével diagnosztizálható az esetleges csökkent oxigén ellátottság, azaz hypoxemia. A csökkent oxigén ellátottság diagnosztizálásával következtetni lehet a katona harcképességének csökkenésére [9]. A pulzus- és pulzoximetria mérést célszerű integrált formában, egy komplex kialakítású szenzorral mérni.

<sup>9</sup> Rapid Eye Movement

<sup>10</sup> Non-Rapid Eye Movement

<sup>11</sup> Light Emitted Diode

A harcos testhőmérsékletének nyomon követésével megállapítható a túlhevülés (hyperthermia) és a kihűlés (hypothermia) ténye, mely alapvetően befolyásolja a katona komfortérzetét, harcképességét, végső soron ezen állapotok sokkot, a szervezet visszafordíthatatlan károsodását, esetleg halált is okozhatnak.

A vérnyomás a keringési rendszerben a vérnek az erek falára kifejtett nyomása [8], továbblépve a vérpálya központi és környéki része közötti nyomáskülönbség hozzájárul a vérkeringés fenntartásához. A vér felelős a tápanyagok, oxigén, szabályozó anyagok szállításáért a test különböző szerveihez, illetve az anyagcsere termékek elszállításáért. A normális vérnyomás értékek függnek az egyén életkorától, testsúlyától, egy egészséges felnőtt ember kívánatos szisztolés (szív összehúzódása által kifejtett nyomás) vérnyomás értékei 90-119 Hgmm, és diasztolés (szív elernyedése során bekövetkező nyomásérték) vérnyomás értékei 60-79 Hgmm. Az alacsony vérnyomás (hypotenzió) jellemzően 90/60 Hgmm (szisztolés/diasztolés) alatti értékek, melyek alapesetben nem okoznak problémát, azonban vezethetnek ájuláshoz, levertséghez, aluszékonysághoz, fáradtsághoz, szédüléshez, tehát a katona harcképtelenségét okozhatják. A magas vérnyomást az alábbiak szerint skálázzuk, a 1. fokozatú hypertónia (140-159/90-99 Hgmm – szisztolés/diasztolés), 2. fokozatú hypertónia (160-179/100-109 Hgmm - szisztolés/diasztolés), illetve a hypertóniás krízis (180/110 Hgmm - szisztolés/diasztolés nyomásértékek felett). A magas vérnyomás, kiemelten a hypertóniás krízis komolyan befolyásolhatja a katona harcképességét. Okozhat többek között fejfájást, émelygést, zavartságot, a szemfenék bevézését, rosszabb esetben infarktust, tüdőödémát, heveny vesekárosodást, a vesejtek pusztulását. A vérnyomás mérése az orvosi praxisban széles körben alkalmazott diagnosztikai eljárás [10] [11] [12].

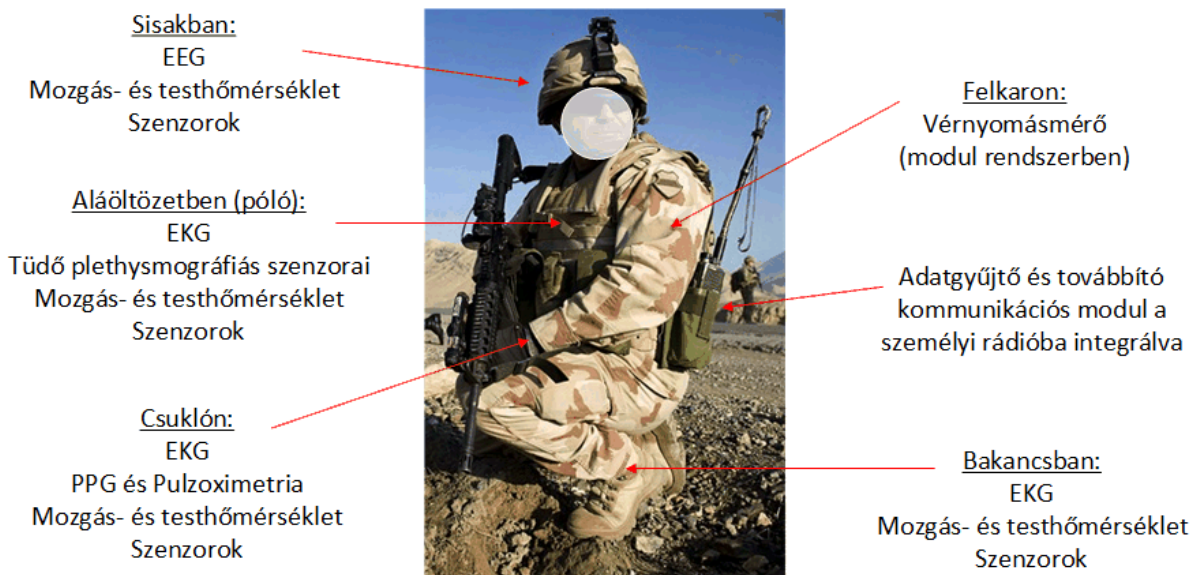
A vérnyomás mérése non-invazív eljárással a vérnyomásmérő műszerrel történik. A mintavételezési pont tekintetében lehet a felkaron, a csuklón elhelyezett vérnyomásmérővel, esetleg a kisujjon a vérvolumen – és áramlásváltozás alapján mérhető meg a vérnyomás. A csuklón történő vérnyomásmérés problematikája, hogy helyes mérési eredmény érdekében a csuklót a szívvel megegyező magasságba kell emelni, különben a hidrosztatikai nyomás 20-30 Hgmm-rel is meghamisíthatja a mérést, azonban ez a napi feladat végrehajtás során rendkívül körülményes. A vérnyomásmérő öt fő részből áll, az érszakaszt körülölelő szövetzsák, az úgynevezett mandzsetta, melynek feladata a pumpa által létrehozott nyomással, az izmok és kötőszövetek nyomásvezetésével az eret a csonthoz szorítja, ezzel elzárva a vér útját. A nyomás megszűnésével a szisztolés vérnyomás során megjelenik a pulzus, majd ismételtén eltűnik (diasztolés nyomás). Az ér ismét feltelik vérrel, ezt a nyomásváltozást mérjük meg [10] [11] [12]. A nyomásváltozás sebességének beállítása, a műszer kalibrációját mikroprocesszor vezérli a WBAN<sup>12</sup> hálózatokban alkalmazott modern elektronikus szenzorokban. A diagnosztikai eljárás hátránya, hogy a periodikus időközönként elvégzett mérések diszkomfort érzetet válthatnak ki a katonákból, a fokozott fizikai megterhelés során tovább növelhetjük perifériás vérnyomásukat, esetlegesen a sérülteknél, kifejezetten a roncsolásos, végtagvesztéses, mellkasi sérüléssel esetekben az automatizált vérnyomásmérés irreverzibilis problémákat okozhat. Ezért célszerűbb egy ideiglenes, eltávolítható WBAN szenzorként alkalmazni a vérnyomásmérőt, a korábban bemutatott, akár rendszeresen viselhető, hordható szenzorokkal ellentétben.

A bemutatott élettani tulajdonságokat mérő szenzorokat célszerű rendszerbe integráltan WBAN hálózatba kötve alkalmazni. Egyes szenzorok esetében lehetőség van vezetékkel összekötni azokat (pl.: sisakon belüli EEG elektródák, alöltözetbe helyezett EKG szenzorok) egyazon felszerelési tárgyon belül, amelyek így közös energiaellátásban részesülhetnek. Azonban ezeket az egységeket is vezeték nélküli módon célszerű magasabb szintű hálózatba szervezni.

---

<sup>12</sup> Wireless Body Area Network

## Egyéni egészségi állapotellenőrző és -jelentő rendszert támogató WBAN szenzorok



**2. ábra** Egyéni egészségi állapotellenőrző és -jelentő rendszert támogató WBAN szenzorok (szerkesztett a szerző – fotó: Koszticsák Szilárd – MTI<sup>13</sup> [13])

Megítélésem szerint célszerű a katona személyi felszerelésében egy a szenzorhálózatok által biztosított adatok fogadására, rendszerezésére, első lépcsős feldolgozására, a különböző adatok egymással történő fuzionálására alkalmas személyi egészségügyi szerver elhelyezése. A szerver kialakításra kerülhet komplex módon az egyéni kommunikációs eszközben is a mai okostelefonok analógiájára, ahol a mobilhálózatokhoz történő hozzáférés mellett, az eszköz képes a WPAN hálózatból kinyert adatok feldolgozására, esetleg továbbküldésére távoli rendszerekbe. Egy lehetséges ilyen eszköz lehet egy TETRA<sup>14</sup>-LTE<sup>15</sup> terminál a megfelelő vezeték nélküli kommunikációs eljárással, és a hozzá tartozó applikációval/ szoftverrel. Vagy a személyi harcászati rádió ellátása megfelelő interfészekkel, és az adatok feldolgozásához, tárolásához és továbbítására alkalmas technológiákkal.

## ZIGBEE

Elvégzett irodalomkutatásaim alapján az IEEE 802.15.4 szabványú kommunikációs eljárások kiváltképp alkalmasak WBAN hálózatok kialakítására. A szabványban felsorolt protokollok közül a ZigBee technológiát vizsgáltam [14] [15] az egyéni egészségi állapotellenőrzés és – jelentés rendszer kialakítása szempontjából.

A Zigbee kommunikációs eljárást a Zigbee Alliance fejlesztette ki, melyet 2006-ban szabványosítottak. Elsődleges felhasználási területe az alacsony adatforgalmat bonyolító, azonban energiaellátás szempontjából kritikus (ritkán feltölthető, alacsony fogyasztású) rendszerek.

Zigbee Alliance az OSI<sup>16</sup> modell fizikai rétegétől az alkalmazási rétegig fogalmaz meg ajánlásokat, illetve az IEEE szervezet az 802.15.4 szabványában dolgozta ki a Zigbee fizikai és

<sup>13</sup> Magyar Távirati Iroda

<sup>14</sup> Terrestrial Trunked Radio

<sup>15</sup> Long Term Evolution – 4. Generációs mobilkommunikációs adatátvitel

<sup>16</sup> Open System Interconnection Reference Model

közeghozzáférés vezérlő (MAC<sup>17</sup>) rétegeinek működését. A Zigbee rádiós interfésze három különböző frekvenciatartományban működik, a 2,4 GHz-es ISM<sup>18</sup> sávban, az amerikai 915 MHz-es ISM sávban, és a Európában 868 MHz-es ISM sávban. A 2,4 GHz-es ISM sávban 2,405 GHz-től 2,480 GHz-ig 5MHz-enként került felosztásra a 16 csatorna. A fizikai csatorna elméleti átviteli sebessége 20 – 250 kbps-ig terjed, amely maximum 128 kbps valós adatátviteli sebességet jelent. A rendszer direkt szekvenciális spektrumszórászt alkalmaz az interferenciák kivédése érdekében. A fizikai réteg elméleti 250 kbps-os átviteli sebességéhez 62,5 ezer szimbólum/ másodperc tartozik. A DSSS<sup>19</sup> 1 bitet 4 chip segítségével határoz meg. Az alkalmazott frekvenciák mikrohullámú terjedési tulajdonságot mutatnak. A gyakorlati tapasztalatok alapján maximum 10-20 m hatótávolsággal érdemes számolni, amely WBAN hálózatok esetén kielégítő. A Zigbee frekvenciatartományai a következő ábrán láthatók [15].

Frekvencia	Sáv	Lefedettség	Adatsebesség (kbps)	Csatornák száma	Chip sebesség	Szimbólum sebesség (ksym/sec)	Moduláció
2,4 GHz	ISM	Világ	250	16	2000	62,5	O-QPSK
868 MHz	ISM	Európa	20	1	300	20	BPSK
915 MHz	ISM	Amerika	40	10	600	40	BPSK

**1. táblázat** IEEE 802.15.4 Zigbee frekvenciatartományai [15]

A Zigbee eszközök ütközés elkerülő, vivő érzékeléses, többszörös hozzáférést kezelő eljárást alkalmaznak (CSMA-CA<sup>20</sup>). A Zigbee képes kezelni egyedi 64 bites címet, illetve 16 bites hálózati címet, amely révén megközelítőleg 65 ezer cím osztható ki 256 alhálózatban. A 6LoWPAN<sup>21</sup> címkompressziós eljárásnak köszönhetően képes IPv6 címek kezelésére is a rendszer [16] [17].

Energiamentesség szempontjából úgy alakították ki a protokollvermet és az alkalmazott protokollokat, hogy a technológia kis energiafelhasználást képes biztosítani, mindezt alacsony gyártási költségek mellett. Az eszközök működését tekintve két állapotot különböztetünk meg az alvó és aktív állapotot. A szenzorok kommunikációs egységei idejük nagy részét alvó állapotban töltik, és alkalmazásuk mindössze 0,1%-át töltik aktív állapotban.

Hálózatszerzés szempontjából a Zigbee technológia képes mesh hálózatok kialakítására, melyben a kommunikációs egységek három különböző szerepet tölthetnek be. Vannak a végpontok, melyeket a szenzorokhoz érdemes illeszteni. Itt alacsony energia felvétel mellett képes az egység az adatait megosztani a hálózattal. A végpontok routerekhez kapcsolódnak csillag topológiát kialakítva. A routerek szerepe kettős. Egyrésztől végzik az alhálózatuk lekérdezését, mely során beacon jelekkel megszólítják a végpontokat, melyek egyenként egy 30 ms-os időrésben válaszolnak. A routerek energiafelhasználása már lényegesen nagyobb a végpontokhoz képest, az eltérő aktivitási idő miatt. A routerek másik feladatköre, csomóponti adatbázis, tranzakciós adatbázis, párosítási tábla kezelése, a hálózat többi forgalomirányítójához való kapcsolódás, és ezáltal a mesh topológia kialakítása, továbbá ezen hálózatoknak van még egy további kitüntetett szereplője a „koordinátor”, amely a mesh topológiába összekapcsolt hálózat koordinálását végzi. A koordinátorok és routerek is csatlakozhatnak szenzorokhoz. Valamint a Zigbee technológia lehetőséget nyújt logikai

<sup>17</sup> Media access Control

<sup>18</sup> Industrial, Scientific and Medical

<sup>19</sup> Direct Sequence Spread Spectrum

<sup>20</sup> Carrier-sense multiple access with collision avoidance

<sup>21</sup> IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Network



egyenrangú pont-pont (peer to peer) kapcsolatok létrehozására. Ez a WBAN hálózatokban, akkor hasznos például, ha két szenzort (szenzorokat) „ÉS” kapcsolatba kötünk egymással.

Biztonsági szempontból a fizikai rétegnél megemlített DSSS révén zavarállóságot, és alacsony felderíthetőséget biztosít [18] [19]. A Zigbee hálózat MAC szintű AES titkosítást alkalmaz. A MAC végzi a biztonsági feldolgozást, amelyhez a biztonsági kulcsot és a kapcsolódó szolgáltatásokat a felsőbb rétegek végzik.

Napjainkban már a Zigbee gyakorlati alkalmazásaival találkozhatunk WBAN hálózatokban, elsődlegesen EKG, pulzoximéter, és vérnyomás szenzorok hálózatba szervezése tekintetében [20] [21].

## WBAN HÁLÓZATOK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Megítélésem szerint a WBAN hálózatok a katonai alkalmazás szempontjából két nagy csoportba oszthatók. Egyfelől a műveletekben résztvevő katonák harcképességének nyomon követésére, melynek célja a fittség, a fiziológiai tulajdonságok alapján objektíven mérhető jó közérzet és a normálistól eltérő egészségi állapot monitorozása (health, wellness, fitness), továbbá a sérülések, harcképtelenné válás diagnosztizálása, és információk szolgáltatása az elsősegélynyújtáshoz. Ez egyedi, a mindennapos felhasználás során alkalmazható, hordható, ergonómikus kialakítású szenzorhálózatot jelent. A WBAN rendszerek másik felhasználási lehetősége a sérültek, harcképtelen személyek nyomon követése az első szakszerű segítségnyújtástól az egészségi kiürítésen (MEDEVAC<sup>22</sup>, CASEVAC<sup>23</sup>) keresztül a magasabb szintű egészségügyi ellátásig, rehabilitációig. Ezen célfelhasználás technikai eszközei kiegészíthetik az állandóan használt szenzorhálózatot (pl.: az egészségügyi kiürítés során), vagy fel is válthatják azokat (pl.: rehabilitáció). A magasabb szintű ellátás és rehabilitáció során a szenzorhálózat kiegészülhet invazív és non-invazív technikákat alkalmazó mintavételezési eljárásokkal.

Egy általam elgondolt Zigbee-t használó WBAN hálózat sematikus rajza a következő ábrán látható. Az ábrán a bal oldali hasámban található pontok a testfelületen elhelyezkedő szenzorok kommunikációs egységei.

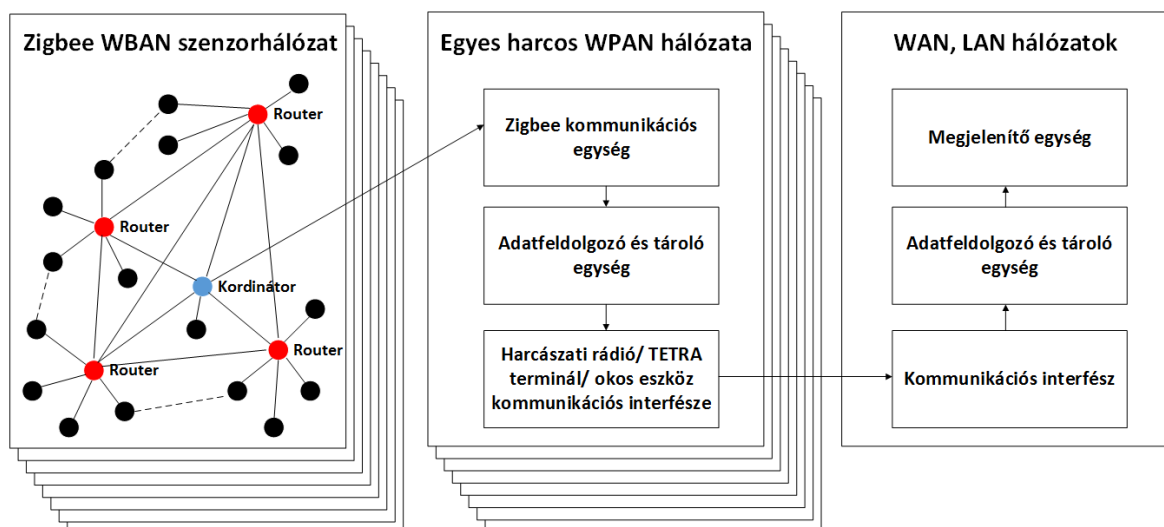
A lenti ábrán egy harcászati kisalegység (raj) egyéni egészségi állapotellenőrzés és –jelentés rendszere hálózatának logikai kapcsolódási vázlata látható. Az egyes harcosok testfelületén kialakított Zigbee WBAN hálózaton keresztül összegyűjti az egészségi adatokat. Az ábrán a routerek csillagtopológiában fűzik fel a végpontokat, melyet folyamatos vonallal jelöltem. A logikai topológiában az egyes végpontokat lehetséges összekötni egymással, ezzel akár logikai „ÉS” kapcsolatot alakíthatunk ki a szenzorhálózatunkban (szaggatott vonal). A Zigbee koordinátor az adatokat továbbítja az egyes harcos WPAN hálózatának részét képező adatfeldolgozó és tároló egység Zigbee interfészéhez. Ezt a kommunikációs egységet, mint már említettem célszerű a katona magasabb rendű hálózatokba csatlakozó kommunikációs termináljába integrálni (pl.: harcászati rádió, TETRA terminál, kilépési pont az MH KCEHH<sup>24</sup> felé [22] stb.).

<sup>22</sup> Medical Evacuation – Egészségügyi kiürítés

<sup>23</sup> Casualty Evacuation – Sérültek kiürítése

<sup>24</sup> Magyar Honvédség Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózata

### Szenzorhálózatok adatainak áramlása a különböző hálózati szinteken keresztül



3. ábra Szenzorhálózatok adatainak áramlása a különböző hálózati szinteken keresztül (szerző)

Ebben a kommunikációs egységben kerülne elhelyezésre a Zigbee interfész, a szenzorhálózatból érkező személyi egészségügyi adatok feldolgozását végző és tároló egység, illetve a magasabb rendű hálózatok elérését biztosító kommunikációs interfész. Ez a rendszer kiegészülhet a személyi egészségügyi adatok megjelenítésére szolgáló modullal (pl.: aktuális pulzus, vérnyomás, stb.). Az egyéni egészségi állapotellenőrzés és –jelentés információkat a WPAN hálózatból lehetőség lenne lokális (pl.: raj-szakasz harcjárművekben elhelyezett szerverek) illetve távoli hálózatokba (pl.: zászlóalj harcvezetési központban elhelyezett szerverek) továbbítani. Ezekben a szinteken több személyre kiterjedően lehet elvégezni az adatok feldolgozását, tárolását, nyomon követését, megjelenítését, szoftverek és esetlegesen mesterséges intelligencia támogatásával az adatokból az egészségügyi szakszemélyzetet, valamint a parancsnokok és törzseiket támogató információkat lehet képezni. Ezen szerverek, kommunikációs és megjelenítő egységek elhelyezésre kerülhetnek szakasz, század szinten gép- és harcjárművekben, ahol a szakasz-, századparancsnokok és felcserek juthatnak fontos információkhoz a személyi állományról. A távoli hálózatokban, például egy zászlóalj-, dandár vezetési pontokon, esetlegesen a magasabb egészségügyi ellátást végző kórházakban (ROLE-2, -3), szintén kiértékelhető az állomány egészségi helyzete. A megszerzett közel valós idejű információk jól támogatják az egészségi kiürítés megszervezését, a pihentetéshez, rehabilitációhoz nyújtanak tervezési adatokat, végső soron a saját állományról rendelkezésre álló objektív mérési eredményeken alapuló szenzorhálózatból nyert információk, elősegítik a saját információk fölényünk kialakítását.

### KÖVETKEZTETÉSEK

Eddigi kutatómunkám során már az erőkövetés (BFT<sup>25</sup>) számos kihívását feltártam, és tettem rá megoldási javaslatokat. Részben ezen eredményeim indukálták szenzorhálózati kutatásaim megkezdését. A sokak által predesztinált „IoT<sup>26</sup> BUMM” és vele a minden az interneten (IoE<sup>27</sup>) előretörésével, a nem túl távoli jövőben már kézzel foghatók lesznek a minket körülvevő, hálózatba integrált, tömegesen jelenlévő szenzor rendszerek. Ezek alól természetesen nem

<sup>25</sup> blue force tracking

<sup>26</sup> Internet of Things

<sup>27</sup> Internet of Everething

lesznek kivételek a WPAN-WBAN méretű hálózatok, és az egészségügyi adatok közel valós időben történő nyomon követhetősége sem.

Jelen tanulmányomban feltártam az egyéni egészségi és állapotellenőrző és –jelentő rendszert támogatni képes egészségügyi eljárások, szenzorok körét, továbbá ezen szenzorokat hálózatba integrálva, bemutattam a WBAN hálózatok perspektivikus alkalmazási lehetőségeit az erőkövetési adatok megosztását illetően. Ezen vezeték nélküli rádiófrekvenciás eljárással összekapcsolt hálózatnak egyik lehetséges protokollja lehet a ZigBee.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] GÁCSER Zoltán mk. őrnagy: *A katona harci képességeit növelő korszerű, hálózatba integrált egyéni felszerelésrendszerének kialakítási lehetőségei a Magyar Honvédségben*, PhD értekezés, Budapest, 2008. p. 130. URL: [http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2008/gacser\\_zoltan.pdf](http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2008/gacser_zoltan.pdf) (Letöltés ideje: 2017. október. 28.)
- [2] HAIG Zsolt- VÁRHEGYI István: *Információs műveletek II. kötet*, egyetemi jegyzet, ZMNE 2004. p.
- [3] ATHERTON Kelsey: *Take A Look At Russia's New Armata Tank* [Infographic], 2015. április 1. url: <https://www.popsci.com/look-russias-new-tank-infographic> (Letöltés ideje: 2019.02.20.)
- [4] KÁROLY K.: A Magyar Honvédség helymeghatározó és jelentő rendszer kialakításának jogszabályi kérdései, In: *Társadalom és Honvédelem*, XIX. évf. 2. szám, 2015. pp. 249-260. ISSN 1417-7293
- [5] dr. Joó Péter őrnaggyal végzett mélyinterjú, 2015.06.10. Koszovó, Pristina
- [6] KHAN Y Jamil, YUCE R Mehmet: *Wireless Body Area Network (WBAN) for Medical Application*, In.: *New Development in Biomedical Engineering*, 31. fejezet Szerk.: CAMPOLO Domenico, New York, USA, 2010. ISBN 978-953-7619-57-2 DOI 10.5772/7598 pp. 591-628. URL: [http://cdn.intechopen.com/pdfs/9103/InTech-Wireless\\_body\\_area\\_network\\_wban\\_for\\_medical\\_applications.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/9103/InTech-Wireless_body_area_network_wban_for_medical_applications.pdf) (Letöltés ideje: 2017. október 28.)
- [7] MCGRATH Michael, NÍ SCANAIL Cliodhna: *Sensor Technologies, Health Care, Wellness, and Enviromental Applications*, Apress Open Kiadó, New York, USA 2014. ISBN-13 978-1-4302-6014-1 p. 321. URL: <http://www.realtechsupport.org/UB/CM/presentations/SensorTechnologies.pdf> (Letöltés ideje: 2017. október 28.)
- [8] MÉSZÁROS Csaba: *Milyen lesz az okosruha divat?* In: *COMPUTERWORLD*, 2015.10.08. URL: <https://computerworld.hu/uzlet/milyen-lesz-az-okosruha-divat-168378.html> (Letöltés ideje: 2019.01.09.)
- [9] STUBÁN Norbert: *Vezeték nélküli magzati pulzioximéter megvalósítása*, PhD értekezés, BME, VIK, BMEETT, 2009. p. 91. URL: <https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/865/ertekezes.pdf?sequence=1> (Letöltés ideje: 2017. október 28.)
- [10] WENT István: *Élettan*, Medicina Kiadó 1962. pp. 112-147.
- [11] KESZTYŰS Lóránd: *Kórélettan*, Medicina Kiadó, 1975. ISBN 963240016X
- [12] GANONG William F.: *Az orvosi élettan alapjai*, Medicina Kiadó, 1990. ISBN 9632417836

- [13] BALLAI Vince: *Nem a csórók menedéke a magyar sereg* (2013.01.31. 16:53), In: Origo url: <http://www.origo.hu/itthon/20130130-sorkatonasag-es-hivatasos-katonasag.html> (Letöltés ideje: 2019.02.20.) - fotó: Koszticsák Szilárd - MTI
- [14] *IEEE Std. 802.15.4, 2003 Edition*, <http://standards.ieee.org/catalog/olis/lanman.html> (Letöltés ideje: 2017. október 31.)
- [15] KOVÁCS Balázs – VIDA Rolland: *A Zigbee technológia*, In.: Híradástechnika, 2003. november, pp. 9-12. ISSN 0018-2028 URL: <http://web.tmit.bme.hu/~vida/cv/zigbee.pdf> (Letöltés ideje: 2017.11.01.)
- [16] TURI Gábor: *Rádióhálózatok Zigbee- adatátvitel alapján*, In.: Magyar Elektronika, 2008/1-2, pp. 34-35.
- [17] *Zigbee Alliance*, URL: <http://www.zigbee.org> (Letöltés ideje: 2017. október 31.)
- [18] NÉMETH A, HORVÁTH A, GULYÁS A: Ultra wideband data channels for special operations forces, In: *Hadmérnök*, VIII (1) pp. 154-165. (2013), ISSN 1788-1919
- [19] GULYÁS Attila: Gondolatok az adatátviteli rendszerek fejlődéséről, In: *Seregszemle*, 2017/2. pp. 162-188. ISSN 2060-3924
- [20] JAIN Anupam – HALDER Minakshi: *An Overview of Wireless Body Area Network (WBAN) using Zigbee Technology*, In.: *International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR)* Vol. 1. Issue 5, 2016. május ISSN 2455-2631 pp. 888-895.
- [21] *Zigbee Wireless Sensor Application for Health, Wellness and Fitness*, Zigbee Alliance, 2009. március p. 15. URL: <http://www.zigbee.org/zigbee-for-developers/applicationstandards/zigbee-health-care/> (Letöltés ideje: 2017.11.20.)
- [22] JOBBÁGY Szabolcs: *A Magyar Honvédség Kormányzati Célú Elkülönült Hírközlő Hálózata*, In: *Hadmérnök* XII. évf. 3. szám 2017. szeptember pp. 223-236. ISSN 1788-1919

## ELEKTRONIKUS HATÁRVÉDELMI RENDSZEREK JELLEMZŐ SEBEZHETŐSÉGEI ÉS VÉDELMÜK LEHETŐSÉGEI

### COMMON VULNERABILITIES OF ELECTRONIC PERIMETER PROTECTION SYSTEMS AND POSSIBLE METHODS OF THEIR DEFENSE

KRALOVÁNSZKY Kristóf

(ORCID: 0000-0002-5560-3525)

[kralovanszky.kristof@d-systems.hu](mailto:kralovanszky.kristof@d-systems.hu)

#### Absztrakt

Létfonosságú rendszerelemek (kritikus infrastruktúrák) infokommunikációs rendszereinek megfelelő kibervédelme az üzemeltető társaságok egyre nyomasztóbb kihívása. Jelen írás célja, hogy egy speciális alrendszeren keresztül bemutassa azokat a kiber-sérülékenységeket, melyekkel szemben védekezniük szükséges. Ismerteti az elektronikai védelemmel kapcsolatos megoldási lehetőségeit, különösen a SIGINT tevékenységek elleni védekezés vonatkozásában. A bizalmasság, sértetlenség és rendelkezésre állás hármassága egyidejű megteremtésének és megtartása szükségességének hangsúlyozása mellett rámutat a megfelelő kibernetikai kockázatelemzések elengedhetetlenségére.

**Kulcsszavak:** Kritikus infrastruktúra, kibervédelem, elektronikai védelem, elektronikus határvédelmi rendszer, kritikus információs infrastruktúra

#### Abstract

Both owners and operators of critical infrastructures are facing a rapidly growing challenge of defending themselves and their infocommunication systems from various cyber threats. This article wishes to demonstrate the cyber vulnerabilities of electronic perimeter protection systems and the need for their adequate protection. Shows certain possibilities of using Electronic Protection (EP) with particular emphasis on protection against various SIGINT threats. Underlines the absolute necessity of cyber threat risk-analysis and assessment, while creating and maintaining system-wide confidentiality, integrity, and availability.

**Keywords:** Critical infrastructure, Cyber threat, Electronic protection, Electronic perimeter protection, Critical information infrastructure

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.12.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.17.

## BEVEZETÉS

Határvédelmi (perimeter protection) rendszerek fogalma több különböző telepítési funkciót jelenthet, de a meghatározásokban közös, hogy valamilyen jogi (adminisztratív), vagy katonai terület elhatárolást valósítanak meg fizikai és műszaki (technológiai) eszközökkel. Így tehát ugyanúgy határvédelmi megoldásról beszélünk egy kritikus infrastruktúra<sup>1</sup> külső kerítése esetén, mint egy ország államhatárának vonatkozásában. Számos példa van arra is, hogy többszörös elhatárolást alkalmaznak egy adott létesítményen belül, amennyiben a különböző fizikai biztonsági zónákra osztás valamilyen kockázat kezelése miatt szükséges.<sup>2</sup> Az így megvalósuló zónahatárok ugyanúgy értelmezhetők (és megvalósíthatók) külterületen, mint épületen belül. Utóbbinak egyik leginkább jellemző formája a minősített adatkezelést végző területek elhatárolása a munkavégzés egyéb helyszíneitől.

Döntő többségükben tehát valamilyen fenyegetettség, vagy biztonsági kockázat kezelését végzik a határvédelmi rendszerek, így hatékonyságuk mérésének legjobb módja a fenyegetettségek által meghatározott kockázatok csökkentésének képessége, illetve az üzemelésük során bekövetkező olyan biztonsági incidensek csökkenő mennyisége melyek eredményeként a védett területre illetéktelen belépés történik. Nyilvánvalóan az adott rendszer biztonsági eseményeinek jelentős számát a behatolási próbálkozások, illetve védelmi képességek módosításának, vagy korlátozásának kísérletei fogják adni.

Határvédelmi rendszereknek két fő értelmezése ismert: az egyik a fizikai változat, ahol valamilyen fizikai határvonal védelmét látják el mechanikus és elektronikus eszközök, míg a másik az infokommunikációs megvalósulás, ahol a határvonal egy számítógépes hálózat, vagy alrendszer határa (router, tűzfal, egyéb speciális hardveres és szoftveres védelmi eszközök) és ennek jellemzően IP szintű védelmét / felügyeletét látják el az adott informatikai eszközök (vagyis az utóbbi esetben hangsúlyosan nem mechanikai védelemről van szó). Szinte tökéletesen ugyanarról a logikai vázról van szó mindkét esetben, csupán a felhasznált eszközök fizikai megvalósulása és a rendszerrel felügyelt terület különbözik: az egyik a fizikai térben jelenik meg, míg a másik a kibertérben létezik. Az egyik rendszer logikai folyamatai és kihívásai gyakorlatilag egyenértékűen jelennek meg a másikban.

Határvédelmi rendszerek további jellemzője, hogy majdnem minden esetben legalább egy mechanikai és egy elektronikai alrendszerből állnak.<sup>3</sup> Mechanikai komponens nélkül csupán felügyeleti, vagy megfigyelő rendszerről beszélhetünk. Igaz ugyanakkor az is, hogy az elektronikai részben egyre növekvő arányt képvisel a videotechnikai megfigyelés – részben az elkövetés jogi bizonyíthatósága, részben a magas információtartalma miatt. Bizonyos rendszerek a mechanikai védelem mellett szinte kizárólag videotechnikai megfigyelést valósítanak meg.

A biztonsági kockázatok nem fizikai részének legnagyobb százaléka a kibertérből<sup>4</sup> fog érkező, mivel a határvédelmi rendszerek elektronikus komponensei hálózatba kapcsolt

---

<sup>1</sup> Hatályos honi jogi szabályozás szerint (2012. évi CLXVI. törvény) a hivatalos megnevezés létfontosságú rendszerelem. Nemzetközileg elfogadott elnevezés szerint a kritikus infrastruktúra és kritikus információs infrastruktúra megnevezést használjuk.

<sup>2</sup> A többszörös biztonsági zónák jellemzően repülőtereken, robbanóanyagot tároló telephelyeken, vagy jelentős biztonsági kockázat-különbséggel bíró területek elválasztásánál valósulnak meg.

<sup>3</sup> Mindezek kiegészülhetnek egyéb komponensekkel, melyek valamilyen aktív védelmi feladatot látnak el, például kinetikus technológiát alkalmazó kialakítással.

<sup>4</sup> A kibertér fogalmára számos meghatározás létezik, melyek közül a következőt használom: „Ember által mesterségesen létrehozott dinamikus változó tartomány, amelyben az információ gyűjtését, tárolását, feldolgozását, továbbítását és felhasználását végző, egymással hálózatba kapcsolt, és az elektromágneses

infokommunikációs eszközök. Mindezekhez hozzájárul, hogy az ilyen rendszerek által gyűjtött, tárolt feldolgozott és továbbított információ mások számára komoly értéket képviselhet, illetve a támadások a rendszer, vagy az információ sérülése az üzemeltetőinek (vagy felettes szervezetének) komoly kárt okozhat. Ennek elsődleges eredője, hogy a védett területre való bejutás jelentősen könnyebbé válik, a határsértés folyamatának képi dokumentáltsága csökken, vagy egyéb módon megváltozik. Eredményét tekintve tehát, a behatoló azonosíthatósága nehezebb (vagy lehetetlen) lesz, és illetéktelen személyek ismeretlen feladatokat hajthatnak végre a védett területen belül. A folyamat végén pedig akár jelentősen is megnő az adott szervezet sérülékenységi kitettsége, mely kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák esetén akár fokozott nemzetbiztonsági kockázatot is eredményezhet.

Jelen tanulmány fizikai értelmezésben kezeli a határvédelmi rendszereket és célja, hogy bemutassa azok a főbb elektronikai sérülékenységeit, melyek az adott rendszer jelzési képességeit csökkentik, illetve lehetséges megoldásokat javasoljon a védelmi képesség megőrzésére, illetve a támadások bizonyos formáinak megakadályozására.

## **ELEKTRONIKAI VÉDELEM IGÉNYE**

Az üzemeltetett (felügyelt) elektronikus megfigyelő, ellenőrző, feldolgozó és adattovábbító rendszerek nyilvánvalóan védelmet igényelnek, hogy képességeik korlátozása, vagy módosítása jogosulatlan személyek által ne legyen végrehajtható, illetve a bennük tárolt adatok illetéktelenek számára ne legyenek hozzáférhetők (így módosíthatók, vagy törölhetők). Elektronikai hadviselési terminológiát használva ezt nevezzük elektronikai védelemnek. [1]

Hibrid hadviselés<sup>5</sup> során a támadó számára valódi értéket az összes közül azok a kritikus (információs) infrastruktúrák fogják jelenteni, melyek a legkisebb támadási „befektetéssel” a legnagyobb kárt tudják okozni. Fontos különbséget tenni a kinetikus és az elektronikai- és/vagy kibertámadás között: nyilvánvaló, hogy egy jól tervezett és kivitelezett kinetikus támadás hatalmas kárt tud okozni (például egy erőműben) ám annak hatékony megvalósítása rendkívül nehézkes és körülményes. A támadó választása tehát vélhetően az elektronikai megoldásra fog esni – mely szintén képes igen jelentős károkat okozni.<sup>6</sup>

Fontos szempont továbbá, hogy különbséget tegyünk az információbiztonság és az informatikai biztonság között. [2] Mindkettő elérendő cél, illetve teljesítendő feladat, de az ahhoz szükséges eszközök és megoldások jelentősen különbözőek lehetnek. Az egyik a másik nélkül azonban nem fog tudni megvalósulni.

Az alkalmazott érzékelők rendszereinek összetettsége egyenes arányban növekszik a védendő objektum stratégiai, nemzetbiztonsági értékével. Ahogy már nem rendvédelmi szintről van szó és egyre inkább közelítünk (vagy elérjük) a katonai szintű védelmet, fognak megjelenni a bonyolultabb és kifinomultabb rendszerek.

Egy ország államhatárának védelmét végző elektronikus rendszerek rendkívül speciális esetei a határvédelmi megoldásoknak, egyrészt mert általában nagy kiterjedésűek (a védelmi vonal jellemzően meghaladja a 100 km-t) és adott esetben kiemelten komplex kockázatot kezelnek. Sajátosságuk továbbá, hogy honi eszközökkel és erőforrásokkal csak az egyik oldaluk

---

spektrumot is felhasználó infokommunikációs eszközök és rendszerek működnek, lehetővé téve ezzel az emberek és a különféle eszközök közötti folyamatos és globális kapcsolatot.” [16]

<sup>5</sup> Vö. Szenes Zoltán ny. vezérezredes: A katonai biztonság reneszánsza [17]

<sup>6</sup> Elegendő az iráni urándúsító centrifugákat ért támadások által okozott kárra gondolni, melynek során a Stuxnet számítógépes kártevő jelentős számú centrifugát tett végérvényesen használhatatlanná és vetette hónapokkal, évekkel vissza az iráni atomprogramot.

védhető.<sup>7</sup> Elmondható még, hogy számos párhuzamos szenzorrendszert üzemeltetve és nagy számú egyéb alrendszerre támaszkodva a legösszetettebb és legbonyolultabb megoldások közé tartoznak. [3] Így például regionális vezetési központokból végrehajtva, egységesen koordinálva: a videotechnikai megfigyelő rendszere összeköttetésben lehet az adott ország arcfelismeréshez szükséges biometrikus adatokat tartalmazó rendszerével, gépjármű nyilvántartásával (rendszámfelismeréshez); fel lehet szerelve földbe telepített akusztikus érzékelőkkel, kerítésre telepített rezgésérzékelőkkel; alkalmazhat telepített és kézi üzemeltetésű, látható fény- és infravörös tartományban működő kamerákat; videotechnikai rendszere elektronikus személy- és objektumkövető technológiákkal lehet kiegészítve; reagáló erők képesség alapú vezénylés támogatását végezheti; csatlakozhat más szervek egyéb megfigyelő rendszereihez és azokból automatikusan adatokat emelhet át.

A rendelkezésre álló technológiák csökkenő ára és növekvő elérhetősége ugyanakkor egyre vonzóbbá teszi az ilyen rendkívül összetett rendszerek szélesebb körű polgári alkalmazását, anélkül, hogy ehhez a megfelelő telepítői és üzemeltető szaktudás és tapasztalat szükségszerűen rendelkezésre állna – különösen a rendszerintegrációs oldalon. Ez nagyon könnyen eredményezhet egyrészt hamis biztonságérzetet a rendszer tulajdonosában, másrészt instabil, vagy hibás működést okozhat – főként paraméterezési hibák miatt. Rosszabb esetben a rendszerben sérülékenység jön létre, mely lehetőséget biztosít egy támadónak az adott sérülékenység kihasználására. Amennyiben a kihasználás valamilyen infokommunikációs rendszeren keresztül történik, beszélhetünk kibertámadásról. Adott sérülékenység megjelenése egy rendszerben nem szükségszerűen fog támadást eredményezni, hiszen a támadónak először tudnia kell, hogy a sérülékenység ott egyáltalán jelen van. Igaz ugyanakkor az is, hogy vannak típusos sérülékenységek: például adott gyártók hardvereiben, illetve szoftvereiben meglévő dokumentált hibák. Sokszor ezek akár önmagukban is képesek „meghívóként” szolgálni egy támadó számára.

Minden olyan elektronikus rendszer, ami valamilyen hálózati komponenssel<sup>8</sup> rendelkezik, kitett lesz kibertámadásoknak, melyek bekövetkezési valószínűsége arányosan növekszik az adott rendszer lehetséges sérülékenységeivel, illetve a benne tárolt, feldolgozott, vagy rajta átmenő adatok értékével. A kibervédelem és az elektronikai védelem között nem választani kell, hanem meg kell találni azt az optimális szakmai megoldást, ahogy egymást kiegészítik és támogatják, annak érdekében, hogy az adott rendszernek a lehető legmagasabb védelem biztosítható legyen.

A növekvő számú sérülékenységek ugyanígy növekvő számú kibertámadási lehetőséget hordoznak magukban, vagyis a jelentős technológiai fejlődés szinte automatikusan hozza magával e támadási forma rendkívüli terjedését és az adott rendszerbe való behatolási eszközeként történő kihasználását.

Nem elhanyagolható ugyanakkor, hogy egy támadó és az üzemeltető számára nem mindig ugyanaz és ugyanakkora a megszerzendő / védendő érték, különösen, ha a támadás egy sorozat, vagy folyamat része és a konkrét támadás egy lépcsőfok csupán valamilyen „magasabb” cél eléréséhez.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> Egy kritikus infrastruktúra esetében igaz ugyan, hogy a védelmet elsődlegesen megvalósító szervezet a saját területi határain belül végezheti csak a tevékenységét, de a terület határán kívül rendelkezésre állnak a honi rendvédelmi erők.

<sup>8</sup> Függetlenül attól, hogy külső (internetes), vagy belső (internet nélküli) hálózatról van szó

<sup>9</sup> A „magasabb” cél természetesen a támadó szemszögéből értendő és az ő céljainak elérése szempontjából értékelt.



## ÖSSZADATFORRÁSÚ HÍRSZERZÉSI TEVÉKENYSÉG, MINT A HATÁRVÉDELEM RÉSZE

Legyen szó bármilyen védekezési módról, az első és talán legalapvetőbb – a feladatok meghatározását követően – objektív és alapos, szakmai alapokon nyugvó kockázatelemzés elvégzése, melynek kiemelten fontos része a lehetséges (adott esetben dinamikusan változó) veszélyeztetettség megállapítása (becslése), illetve ezzel párhuzamosan a védendő technológia/infrastruktúra értékének meghatározása. [4]

Változó kockázat esetében a valódi kihívás az aktuális fenyegetettség pontos ismerete, mert nélküle vagy túlzott lesz a védekezés, vagy nőni fog (akár jelentősen is) az illetéktelen behatolók száma. Megjelenhet tehát egyfajta hírszerzési komponens mely a szükséges információs háttérrel biztosítja a védekezést ellátó szervezetek felé. Ez az adatforrás lehet a védelmi rendszernek is része, egyfajta korai figyelmeztető/riasztó (early warning) hálózatként, ilyen esetben azonban az adott hálózat védelmét is a teljes rendszer védelmének részeként kell biztosítani.

Államhatár védelmi rendszereknél jelenik meg jellemzően a földi vezérlésű légi járművek<sup>10</sup> által nyújtott képi hírszerzés (IMINT)<sup>11</sup> akár honi, akár idegen, mélységi légtérből. Ugyanígy, jóval nagyobb magasságban, a FRONTTEX<sup>12</sup> a 2015-ös migrációs események során kezdett el aktívan használni és a tagállamok között megosztani műholdas megfigyelésből származó IMINT adatokat. [5],[6]

Vizsgáljuk meg, hogy melyek azok a hírszerzési ágak, melyek egy határvédelmi rendszer esetében megjelennek. A felsorolás jellemzően katonai terminológiát használ, de tartalmi elemeiben egy civil rendszerrel is ugyanez történik, azzal a kitételrel, hogy minden ág végezhető civilek számára is jogszabályi kereteken belül, így az alkalmazott eszközök és egyéb technikák fogják a határvonalat jelenteni a törvényesen bárki által végezhető és a titkosszolgálati tevékenység között.

Az első nagy csoportban az adott rendszerben az üzemeltetés oldalán az IMINT, illetve a technikai jelfelderítés (MASINT<sup>13</sup>) a két meghatározó forrás. E két felderítési formát maga a telepített technika és a kialakított hálózata valósítja meg, a látható és nem látható fény tartományokban működő kamerák, valamint az egyéb optoelektronikai, radar-, és/vagy akusztikus szenzorok segítségével. Így biztosítható az adott pillanat, vagy következő órák (esetleg egy-két nap) határvonalon, vagy annak szűk környezetében fellépő fenyegetettségeinek megismerése. Más megközelítésben mondhatjuk, hogy ezek jellemzően taktikai, vagy harcászati szintű információk.<sup>14</sup> [7]

A második csoportban, egy rendszer közvetlen tulajdonosa – például egy rendvédelmi szervezet – nem minden esetben rendelkezik titkosszolgálati eszközökkel, de a felettes szerve (irányító szakminisztérium) megfelelő csatornáin keresztül már végez emberi erővel végrehajtott hírszerzést (HUMINT), rádióelektronikai felderítést (SIGINT<sup>15</sup>) és nyílt forrású hírszerzést (OSINT<sup>16</sup>). E három forrásból szerezhető be azok a rendkívül értékes adatok,

---

<sup>10</sup> Angol terminológiában Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

<sup>11</sup> IMINT – Imagery Intelligence. Nem csupán légi járműből, vagy nagy magasságból végzett, hanem bármilyen képi hírszerzésre vonatkozik.

<sup>12</sup> FRONTTEX - Az Európai Unió szárazföldi- és tengeri határ védelmi ügynöksége (European Border and Coast Guard Agency)

<sup>13</sup> MASINT – Measurement and Signature Intelligence

<sup>14</sup> A különböző harcászati szintű információk összesítése és feldolgozása pedig már bőséggel szolgálhatja a hadműveleti, vagy hadászati szintet.

<sup>15</sup> SIGINT – Signals Intelligence

<sup>16</sup> OSINT – Open Source Intelligence

melyek segítségével a közeli (hetek), vagy a távolabbi jövő (hónapok) fenyegetettségének egy része megismerhető.

Ha a két nagy csoport hírszerzési forrásait összegezzük és kiértékeljük, jutunk el (vagy jutunk közelebb) a hiteles információhoz - vagyis megállapíthatjuk, hogy komplex tevékenységét tekintve egy határvédelmi rendszer üzemeltetésében kiemelten fontos elem az összadatforrású felderítési (hírszerzési) tevékenység<sup>17</sup>, hiszen a főbb ágak (két csoportban bár) megjelennek. [8], [9]

## **A HATÁRVÉDELMI ADATSZERZŐ SZENZOROK ELLENI FENYEGETÉSEK ÉS VÉDELMI MÓDSZEREK**

### **Érzékelési fenyegetettségek**

Tekintsük át, hogy melyek azok a területek, ahol ellenséges hírszerzési tevékenységnek, vagy egyéb támadási lehetőségnek van kitéve egy határvédelmi rendszer.

Koncepcióját tekintve egy rendezési elv szerint a szembenálló félnek célja lehet (1) a rendszer érzékelési képességének megváltoztatására, melybe beletartozik e képesség nullára redukálása; (2) a rendszerben átvitt, illetve tárolt adatok megismerése, vagy módosítása – melybe az adatok részleges, esetleg teljes megsemmisítése is beleértendő.

Az érzékelési képesség megváltoztatása jellemzően az érzékelőnél, vagy annak közvetlen környezetében történhet. Az egyik legegyszerűbb lehetőség a szenzor érzékelésének akadályozása, vagyis mechanikai eszközökkel történő rongálása (kamera objektív beütése, lefestése, érzékelő leverése stb.). Mechanikai károsodás okozható lézerrel is, ami nem igényli a rongáló fizikai kapcsolatát a kamerával, de a képérzékelő átmeneti, vagy maradandó sérülését okozhatja. Ilyen esetben nyilvánvalóvá válik az üzemeltető részére a kár és vélhetően azonnal intézkedni fog a sérült eszköz javítására, vagy cseréjére. Egyben figyelmezteti is a megfelelő szolgálatokat, hogy a károkozás környezetében ellenséges cselekményre lehet számítani.

A védekezés lehetőségei: az érzékelő megközelíthetőségének megakadályozása, illetve a fokozott mechanikai védelem, például a kamera „látását” nem akadályozó, de a repülő tárgyak ellen védő rácsozat készítése. Más megközelítésben a szenzorok többszörözése ugyanígy fokozza a teljes rendszer védelmi hatékonyságát, vagyis a héj-elv szerint egy kieső érzékelő szerepét részlegesen és ideiglenesen át tudja venni egy másik érzékelő.

Kifinomultabb megoldás valamilyen elektronikai zavarással az érzékelőt az érzékelésben akadályozni, vagy korlátozni, különösen, ha ezt szakaszosan teszik. Ilyenkor ugyanis az üzemeltető számára nem egy állandóan hibás eszközről lesz szó, hanem egy nem megbízhatóan működő eszközről, melynél ráadásul a hibát a javítást végző nem fogja tudni provokálni. Komoly szaktudás szükséges ahhoz, hogy az ilyen típusú zavarást a legkevésbé feltűnően lehessen végezni. Korlátozott védelmet biztosíthatnak a különböző árnyékolási megoldások (réz alapú kábelezés esetében), megfelelő védelem kialakításához azonban ismerni kell a pontos támadási technológiát és az ahhoz alkalmazott technikát.

---

<sup>17</sup> Az összadatforrású felderítésre számos meghatározás létezik. Egy lényegretörő definíció szerint: „... azt jelenti, hogy úgy végzünk felderítési tevékenységet, hogy abban szerepet kap minden elérhető felderítő szerv és szervezet. Vagyis, hogy az összes rendelkezésre álló és a lehető legszélesebb körben elérhető adatszerző forrásokat használjuk, illetve szintén lehetővé válik, hogy egy célobjektumról ezek alapján a lehető legtöbb forrásból szerezzünk adatot.” [18]

## Adatátviteli fenyegetettségek és védelem

Az átviteli és tárolási szakaszt az esetek legnagyobb részében valamilyen SIGINT tevékenységgel fogják támadni.<sup>18</sup> Más megnevezéssel kibertámadási eszközökkel történik a végrehajtás. Alkalmazzuk Hayden nómenklatúráját és különböztessünk meg aktív és passzív SIGINT technikát, mely az adat, illetve az információ mozgási állapotából indul ki. [10] Amennyiben álló (tárolt) adatról van szó, akkor nevezzük passzív eljárásnak (melyet a tárolási- és feldolgozási hely fenyegetettségeinél részletesebben megvizsgálunk), ha pedig mozgásban lévő adatról van szó, akkor hívjuk aktív SIGINT tevékenységnek.<sup>19</sup> Alapvetően különböző adatszerzési technológiákról beszélünk a mozgásban (valamilyen adatátviteli csatornában) lévő adat megszerzésére során, vagy egy valamilyen tárolóeszközön lévő adatmennyiséghez való hozzáféréskor.

Mozgásban lévő adat átviteli technológiája lehet vezetékes, vagy vezeték nélküli. A vezetékes részt célszerű két további részre, optikai és nem optikai átvitelre bontani. Mindhárom technológiának megvan a maga eszköztára az átvitt adatok megszerzésére, mely adott esetben rendkívüli nehézségeket is okozhat. Ilyen lehet például egy frekvenciaugratásos rádiórendszeren keresztül átvitel adattartalmának megszerzése, ahol az átviteli frekvencia egy másodperc alatt akár százaz, vagy ezres nagyságrendben változik. E feladatnak lehet persze egyszerű megoldása is, az átvitelbiztonsági kulcs megszerzése, mely az adó és a vevő számára meghatározza a használt frekvencia spektrumát és a frekvenciaváltási paramétereket. E kulcs megszerzése is elvileg lehetséges passzív SIGINT eszközökkel, hiszen a kulcsot vélhetően valamilyen infokommunikációs rendszerben tárolják. Más esetben egyéb hírszerzési ágak feladata lehet a szükséges kulcs beszerzése.<sup>20</sup>

Optikai adatátvitel esetében, hivatalos forrásból 1000 USA dollárért<sup>21</sup> hozzáférhető az interneten olyan eszközök, melyek segítségével az optikai szálon átvitt adat (bizonyos korlátozások mellett) tükrözhető egy a támadó által választott bármilyen eszközre. Sok esetben a hálózat üzemeltetője talán észre sem fogja venni, hogy az adatfolyamot „lehallgatják” mivel az átviteli vonalon lesz ugyan valamekkora jelvesztés, de a saját végpontok közötti adatátvitelben – a legtöbb esetben – nem lesz hiba.<sup>22</sup>

Réz alapú kábeles adatátvitelnél is könnyedén állnak rendelkezésre azok az eszközök, melyek az átvitt adat 100%-át egy a támadó által választott adathordozóra, vagy alternatív hálózatra irányítják, azzal, hogy az eredeti adatátviteli útvonalat megőrzik.<sup>23</sup>

Könnyű támadási pontok lehetnek az adatátviteli úton a vezérléseket tartalmazó szekrények, itt ugyanis egyszerűen elhelyezhetőek azok a fenti eszközök, melyek a támadók számára akár az

---

<sup>18</sup> Természetesen itt is megjelenhet a kinetikus „nyers erő” alkalmazása, például az átviteli kábelek vágása, az elágazási pontok megsemmisítése, melyek nem SIGINT műveletek.

<sup>19</sup> Passzív adat esetében sokszor merül fel a HUMINT tevékenység, mint az adat/információ megszerzésének elsődleges lehetősége – mely azonban nem tekinthető kiber tartományban végzett tevékenységnek.

<sup>20</sup> Jellemzően HUMINT tevékenység végrehajtásával.

<sup>21</sup> Ugyanez a Távol-keletről, „utángyártott” forrásból beszerezve ennek a töredéke

<sup>22</sup> Hálózatok karbantartási és tesztelési feladataira készült, rendkívül egyszerű eszközről van szó, ugyanis rá kell pattintani egy meglévő optikai szálra és az eszköz optikai kimenetén megjelenik ugyanaz a jel, mint az eredeti szál bejövő oldalán. Az eszköz használata nem jár az eredeti optikai szál sérülésével, vagy vágásával és a saját hálózat ellenőrzését, különböző biztonsági incidensek megelőzését és hatékonyabb hibakeresést szolgálja.

<sup>23</sup> Az egyszerű megoldásoknál (mely a legkönnyebben felfedhető is) szükséges a kábelezés megszakítása és a kábel vágásánál új csatlakozókkal való felszerelése. Egy bármilyen egyszerű, menedzselhető switch beiktatásával, az eredeti bejövő oldalt a hálózati kapcsolón (switch) tükrözni kell egy külön aljzatra, az eredeti elmenő oldalt pedig csatlakoztatni egy harmadik kapcsolóhoz. Ezt a feladatot már bármelyik egyszerű, menedzselhető switch megoldja. A bonyolultabb és kompaktabb céleszközök ugyanezt a feladatot látják el, egy sor kiegészítő funkció biztosítása mellett, magasabb áron, de a felfedhetőség csökkentésével.

érzékelők monitorozását és zavarását (adott esetben a támadó által létrehozott alternatív jelfolyam továbbítását), akár az adatátviteli vonal lehallgatását lehetővé teszik. Fontos tehát ezen szekrények megfelelő mechanikai és elektronikai védelme. Törekedni kell továbbá az optikai adatátvitelre való mihamarabbi átállásra, vagyis hogy az érzékelő és az azzal összekötött első hálózati kapcsoló közötti réz alapú átvitel a lehető legrövidebb, illetve a kapcsoló után csak optikai adatátvitel legyen. Az optikai átvitelen – megfelelő jelfolyam vizsgáló berendezések és hozzáértő szakember segítségével – könnyebben megtalálhatók az idegen eszközök és jóval magasabb zavartűrő képesség érhető el (különösen nagy adatátviteli sebességeknél).

### **Adat – információ - kódolás**

Az átvitelnél hangsúlyosan adatokról volt szó. Ahhoz, hogy ez a támadó számára valódi érték is legyen, az adatnak értelmezhetőnek kell lennie, mivel az értelmezést követően válik az adatból információ. Védekezés szempontjából tehát sokkal nagyobb befektetés kell ahhoz, hogy egy adatátviteli hálózatot fizikailag biztonságossá tegyünk, mint ahhoz, hogy az adatok értelmezését nehezebbé tegyük. Ennek pedig a legjobb eszköze a valamilyen kriptográfiai eljárást alkalmazó kódolás. Vagyis védekezéséként alapvető fontosságú, hogy minden adatátviteli csatornát kódoljunk, mert annak erősségétől függően a szembenálló fél számára az adatok értelmezése heteket, hónapokat, vagy akár éveket is igénybe vehet. Meggondolandó ugyanakkor az alkalmazott kódolás erőssége, hiszen az időegység alatt átvinni kívánt adatmennyiség függvényében a kódolás erősségének növelése igen komoly beruházást igényelhet a felhasznált kriptográfiai eszközök és erőforrások terén.

A kódolás elengedhetlensége különösen az aggregált adatátviteli úton igaz, mivel ott már egy harmadik személy által üzemeltetett hálózatról van (lehet) szó. Kivételként meg kell említeni a zártcélú adatátviteli hálózatokat, mint például a Nemzeti Távközlési Gerinchálózat (NTG), ahol a hálózat biztonságát az üzemeltető Nemzeti Infokommunikációs Szolgáltató Zrt. (NISZ) biztosítja. A kivétel itt annyit jelent, hogy a kódolást nem a végpont (adatforrás) tulajdonosának kell elvégeznie, hanem az átviteli szolgáltató (NISZ) a saját eszközeivel végzi el. Így eredményét tekintve az aggregált átviteli vonalon már kódolt adatfolyam van.

Olyan esetben, ahol zártcélú rendszer nem áll rendelkezésre és a primer objektum hálózatát elhagyta már az adat, jellemzően egy közcélú (szakaszaiban általában országos) kritikus információs infrastruktúra hálózaton átmenő átvitelről beszélhetünk melyek támadásához gyökeresen eltérő tudás és erőforrások szükségesek. Nyílt átviteli rendszereken pedig még fokozottabb követelményként kell megjelennie a különböző kriptográfiai védelmi eljárásoknak, melynek ilyen esetben egyik kézenfekvő megoldási lehetősége a megfelelően beállított és felügyelt virtuális magánhálózatok (VPN)<sup>24</sup> alkalmazása.

Létezik egy speciális „nyers erő” alkalmazás is, ahol teljes hálózati forgalom alternatív útvonalon történő átvitelével és valószínűsített másolásával éri el célját a támadó. 2016. februárjától közel 6 hónapon keresztül Kanada és a Koreai Köztársaság közötti internetes forgalom egy része Kínán keresztül volt irányítva. 2016. októberében az Egyesült Államok és Olaszország között egy meghatározó angol/amerikai érdekeltségű bank forgalmát irányították Kínán keresztül, ám ez csak órákat tudott működni, mert a kínai végrehajtóknak problémát okozott a forgalom továbbvitele az eredeti végcélba, Milánóba. 2017. április-május hónapokban egy nemzetközi hírügynökség Skandinávia és Japán közötti forgalmát irányították Kínán keresztül. [11] Mindezek mélyreható vizsgálatok után és csak az eltérítést követő hetek, hónapok csomag szintű adatelemzését követően derültek ki részleteiben.

---

<sup>24</sup> VPN – Virtual Private Network

Az átirányítások a Border Gateway Protocol (BGP) „sérülékenységet” használták ki, ami valójában nem sérülékenység, hanem egy tervezési tulajdonság, mely a tervezés idején nem merült fel, hogy rosszindulatú céllal kihasználható. Főként azért nem, mert egy ilyen eltérésnek akkor van értelme, ha a forgalom tárolható, amire ekkora mennyiségben még 6-8 évvel ezelőtt sem lett volna racionális erőforrás (meghatározó állami szereplőkön kívül).

## **Tárolási- és feldolgozási hely fenyegetettségek és védelem**

Az adatok végleges feldolgozási és tárolási helyre történő megérkezését követően más eszközök szükségesek azok megszerzéséhez: vagy a belső hálózatba bejutva kell az adatforgalom megszerzését elvégezni, vagy a tárolt adatokhoz szükséges hozzáférni – Hayden csoportosításában ez utóbbi a klasszikusan passzív SIGINT technika. Az adatforgalom lehallgatásához az átviteli útnál alkalmazott eszközök és technológiák szükségesek, azonban az eszközök elhelyezése jóval nehezebb lehet, mivel a kódolás mögötti (kódolatlan) hálózathoz fizikailag észrevétlenül hozzáférni rendkívül nehéz lehet.

A tárolt adatok nem hálózatforgalmi eszközökkel való megszerzéséhez ugyanúgy szükséges a belső hálózathoz való hozzáférés, vagy például lehetséges egy megfelelően preparált hardver eszköz (USB billentyűzet, beépített SSD alapú adattárral) segítségével elvégezni az adatszerzést.

Adatok biztonságos tárolásában rendkívül nagy segítség lehet és adott kockázati szint felett nem megkerülhető a megosztott adattárolás megvalósítása, mely egymástól legalább két független helyen valósul meg. Kiemelten magas kockázat esetén a földrajzi helyükben is eltérnek a redundáns adattárolás elemi részei, alrendszerei. [12]

Ugyanígy problémát jelent a megszerzett adatok kijuttatása is. Ha azt vezeték nélküli technológiával oldja meg a támadó, akkor meg fog jelenni egy rádióadó, ami sugároz és amely a sugárzási paraméterei alapján (adásidő, frekvencia, teljesítmény, stb.) felfedhető. Vezetékes kijuttatás esetén valamilyen telepített vonal szükséges, mely lehet a támadott létesítmény internet hozzáférése is, ahol viszont jól monitorozhatók a hálózati forgalom csomagjainak végpontjai, ami azonban jelentős információbiztonsági erőforrásokkal rendelkező szervezetek számára is komoly kihívás.<sup>25</sup>

A lehetséges védekezési megoldások általában a számítógépes hálózat eszközeinek és felhasználóinak viselkedését és nem a hálózat külső belépési pontjait vizsgálják. Ilyenek az úgynevezett eszköz (hoszt) alapú biztonsági rendszerek (Host Based Security Systems), melyek az adott eszközre egy kliens telepítve monitorozzák folyamatosan az adatáramlást a hálózat különböző irányába és a meghatározott szabályrendszerek, valamint öntanuló algoritmusok alapján, gyanús tevékenység esetén riasztást generálnak. [13] Ilyen kliensek nem kizárólag munkaállomásokra, hanem szerverekre is telepíthetők, így (nagyon leegyszerűsítve) elvileg a szerverekről kiáramló adatmennyiségnek a munkaállomás, vagy másik szerver oldali párja megkereshető. Többek között ez a technológia védi a nagyobb banki rendszereket, illetve az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának minősített adatátvitelét biztosító egyik világméretű hálózatát, melyhez egyéb kormányzati szervek, illetve az USA nagykövetségeinek legnagyobb része is csatlakozik.<sup>26</sup> Hasonló módszerek alkalmazhatók az adatátviteli utak

---

<sup>25</sup> Nem a SIGINT eszköztárába tartozó megoldás az adathordozó fizikai kijuttatása a feldolgozási helyről. Ezt a megoldást választotta és Bradley Manning 2010-ben és Edward Snowden is 2013-ban a minősített adatok kicsempészéséhez [19]

<sup>26</sup> Ez a rendszer a Secret Internet Protocol Router Network (SIPRNet) és „titkos” minősítésig engedélyezett rajta az adatátvitel.

megfigyelésére is – feltételezve, hogy a hálózati pontok adatforgalma és a hálózati aktív eszközök azonosítottan ismertek.

### **Közösségi védelmi megoldások**

Léteznek úgy Európában, mint az Egyesült Államokban olyan kiberbiztonsági információ megosztó és elemző központok (angol megnevezéssel: Information Sharing and Analysis Center – ISAC), melyek nonprofit szervezetként egy adott ágazatban egyfajta tudásközpont feladatot töltenek be, és melyen keresztül az ágazati szereplők egymással gyorsan és hatékonyan tudnak kommunikálni az őket érő adat-, információbiztonsági és kibervédelmi kockázatok kezelésében, jó gyakorlatok kidolgozásában és a megtörtént események közös elemzésében. [14],[15]

Egy ilyen központ akkor tud igazán hatékony lenni, ha nem kizárólag a szolgáltatók (közvetlen ágazati szereplők) vesznek benne részt, hanem például rendelkezik olyan kormányzati információforrásokkal, melyek akár titkosszolgálati forrásból szerzett és megosztható információkkal látják el. E kapcsolat a kormányzat számára is hasznos lehet, hiszen az ágazati törvényalkotásban olyan tapasztalati tényekre tud támaszkodni, melyek más forrásból nehézkesen, vagy torzulva állnának csak rendelkezésre.

Kiváló példa lehetne egy távközlési szolgáltató megjelenése az adott központ munkájában, mert ezzel egymás számára megismerhetővé válnának az ágazati kommunikációs sajátosságok, így lehetőség lenne a távközlési szolgáltatóknak olyan termékeket kialakítani, vagy meglévőket úgy módosítani, hogy még hatékonyabban segítsék és támogassák az adott ügyfelek működését. A távközlési szolgáltató pedig olyan információkra tudna szert tenni, mellyel saját rendszereit tudná felkészültebbé, védettebbé tenni, így egy kibertámadás esetén jelentősen csökkenteni tudná a keletkező károkat és a normál üzemre való visszaálláshoz szükséges időt.

Ugyanez a pozitív kétértelműség igaz minden olyan további kapcsolatra, mely az adott ágazat interdependenciáin alapul, ezzel téve hatékonyabbá és biztonságosabbá mindkét fél számára a saját működési feltételrendszerét.

Európában ilyen információ megosztó és elemző szervezet például az EE-ISAC (European Energy ISAC), mely részben a nemzeti villamosenergia teherelosztókat és átviteli hálózat üzemeltetőket lenne hivatott összefogni, de melynek tagjai közé tartozik például a NATO Kibervédelmi Együttműködési Kiválósági Központja (CCD COE), vagy a Siemens, mint gyártó, vagy egy másik kiemelten fontos intézmény, az Európai Unió Hálózati és Információbiztonsági Ügynöksége (ENISA - European Union Agency for Network and Information Security).<sup>27</sup> A különböző egyetemek tagságán keresztül pedig biztosított a tudományos élet vérkeringésébe történő bekapcsolódás, mely mind a központ, mind az egyetemek számára rendkívül gyümölcsöző lehet – gondoljunk csak a legfrissebb szaktudás és szakemberek kölcsönös és gyors rendelkezésre állására.

## **ÖSSZEGZÉS, KÖVETKEZTETÉSEK**

Kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák komoly kitettséggel, így jelentős kiberbiztonsági kockázattal rendelkeznek elektronikus határvédelmi rendszereik tekintetében. Nem állami szereplők, nem a banki, energetikai, vagy távközlési ágazatban működő társaságok veszélyeztetettsége kiemelten magasabb, hiszen elsődleges működési feladatuk nem kötődik az egyéni ügyfelek biztonságához, vagy az államigazgatáshoz (beleértve

---

<sup>27</sup> Jelen írás lezárásakor az EE-ISAC kifejezett magyar taggal nem rendelkezett, képviselőnk (remélhetőleg) csupán Magyarországon is működő multinacionális cégeken keresztül valósul meg. [20]

a honvédelmi és rendvédelmi szervezeteket), hanem jellemzően valamilyen ipari, mezőgazdasági, kereskedelmi, vagy egyéb szolgáltatási tevékenységet végeznek. Ugyanakkor számukra is megoldandó feladat saját fizikai biztonságuk megteremtése, melyet jelentős számú elektronikai és infokommunikációs eszköz segítségével fognak elvégezni.

A határvédelmi technológiák, üzemeltetése során felmerülő igények és problémák jól mutatják, hogy mindezeket interpolálva a teljes vállalati infokommunikációs rendszerre, mekkora kihívásokkal áll szemben az adott szervezet informatikai- és információbiztonságért felelős vezetője. Mennyi kérdést nyit meg és mennyi lehetséges sérülékenységre mutat rá egy egyébként alacsony jelentőségűnek tűnő alrendszer (mint például egy elektronikus határvédelmi rendszer). Ezért is kiemelkedően fontosak a különböző rendszerek interdependenciái, mert olyan összefüggéseket hozhatnak napvilágra, melyek kezelésének szükségessége előtte egyáltalán nem, vagy csak sokkal kisebb súllyal merült fel. Szintén ugyanezért fontos a széleskörű és részletes, szakmai alapokon nyugvó kockázatelemzések elvégzése és folyamatos felülvizsgálata.

A technológia fejlődésének természetéből fakadóan egyre alapvetőbb kihívás lesz a különböző szervezetek<sup>28</sup> saját kibervédelmének megteremtése és fenntartása, bizalmas adataik továbbításának, feldolgozásának és tárolásának védelme, valamint teljes infokommunikációs rendszereik bizalmosságának, sértetlenségének és rendelkezésre állásának biztosítása.

A legnagyobb magyarországi vállalatoknál ez mára már nem kérdés, azonban a közepes, vagy kisebb méretű de még a jogszabályok által kritikusnak minősített infrastruktúrák esetében messze nem minden esetben magától értetődő. Pont ők azok, ahol nem szükségszerűen áll rendelkezésre az a tudás és tapasztalat, ami a védelmi rendszerek megfelelő tervezéséhez, kialakításához és üzemeltetéséhez szükséges, különösen azért, mert ágazatonként akár jelentősen eltérő kóválnalmak és kockázatok lehetnek, így nem tudnak egy általános megoldást magukra mindenben alkalmazni.

Hatalmas lépés lenne, ha a hazai kritikus infrastruktúrák és kritikus információs infrastruktúrák üzemeltetői közül mind több tagja lenne ISAC szervezeteknek. Nagyon sok esetben ugyanis pont az a tapasztalat hiányzik, melyeket a még nem tagok tudnának a szervezetnek adni, hogy (megfelelő anonimizálást követően) abból utána az összes többi tag tanulni tudjon.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KOVÁCS, L.: Az elektronikai hadviselés jelene és lehetséges jövője. Hadmérnök, 1 (2017), 213–232.
- [2] HAIG, Zs.: Az információbiztonság komplex értelmezése. Hadmérnök, (2006)
- [3] BOGNÁR, E.K.: Szenzorhálózatok határvédelmi alkalmazás a. Hadmérnök, XII (2017), 175–187.
- [4] DR. MUHA, L., DR. KRASZNAY, Cs.: Az elektronikus információs rendszerek biztonságának menedzselése. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014
- [5] EUROPEAN UNION SATELLITE CENTRE: Border Surveillance. [https://www.satcen.europa.eu/Capdev/services\\_for\\_border\\_surveillance](https://www.satcen.europa.eu/Capdev/services_for_border_surveillance) (A letöltés dátuma: 2019. január 6.)

---

<sup>28</sup> Előbb-utóbb függetlenül attól, hogy kritikus (információs) infrastruktúráknak minősülnek-e, vagy sem.

- [6] EUROPEAN DEFENSE AGENCY: Persistent SURveillance Long Term ANalysis (SULTAN). [https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/persistent-surveillance-long-term-analysis-\(sultan\)](https://www.eda.europa.eu/what-we-do/activities/activities-search/persistent-surveillance-long-term-analysis-(sultan)) (A letöltés dátuma: 2019. január 6.)
- [7] KŐSZEGVÁRI, T.: A KATONAI FELDERÍTÉS HELYE, SZEREPE ÉS PROBLÉMÁI A TERRORIZMUS ELLENI KÜZDELEMBEN. Felderítő szemle, 1 (2006), 22–30.
- [8] DOBÁK, I.: Elektronikai eszközökkel végzett felderítés – rádiófelderítés. In: A nemzetbiztonság általános elmélete (szerk. Dr. Dobák, I.) Budapest: Nemzeti Közszerzői Egyetem Nemzetbiztonsági Intézet, 2014
- [9] GULYÁS, A.: A nemzeti különleges műveleti erők felderítő támogatása. Hadmérnök, (2012), 131–144.
- [10] HAYDEN, M. V.: Playing to the Edge. New York: Penguin Press, 2016
- [11] DEMCHAK, C.C., YUVAL, S.: [China’s Maxim – Leave No Access Point Unexploited : The Hidden Story of China Telecom’s BGP Hijacking](#) China’s Maxim – Leave No Access Point Unexploited : The Hidden Story of China Telecom’s BGP. Military Cyber Affairs, The Journal of the Military Cyber Professionals Association, 1 (2018)
- [12] KRALOVÁNSZKY, K.: Elosztott adattárolás egyes kérdései. Hadmérnök, XIII (2018), 297–305.
- [13] PARLIAMENT OF THE UNITED KINGDOM: Defence Committee: Written evidence from McAfee. <https://publications.parliament.uk/pa/cm201213/cmselect/cmdfence/106/106vw09.htm> (A letöltés dátuma: 2019. január 12.)
- [14] NYITRAI, M.: Összehasonlító tanulmány az Európai Unió és az Egyesült Államok kritikus infrastruktúra védelem szabályozása és megvalósítása területein. Hadtudományi Szemle, 2 (2017), 232–253.
- [15] MOTEFF, J.D.: Critical Infrastructures: Background, Policy, and Implementation: RL30153. Congressional Research Service: Report, (2010), 1–38.
- [16] HAIG, Zs.: Információs műveletek a kibertérben. Budapest: Dialóg Campus Kiadó, 2018
- [17] SZENES, Z.: A katonai biztonság reneszánsza. Hadtudományi Szemle, 2 (2017), 3–26.
- [18] KOVÁCS, L.: Az elektronikai felderítés korszerű eszközei, eljárásai és azok alkalmazhatósága a Magyar Honvédségben. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2003
- [19] ZETTER, K.: Snowden Smuggled Documents from NSA on a Thumb Drive. wired.com <https://www.wired.com/2013/06/snowden-thumb-drive/> (A letöltés dátuma: 2019. január 12.)
- [20] EE-ISAC: EE-ISAC Members. <http://www.ee-isac.eu/members> (A letöltés dátuma: 2019. január 12.)



## LA CYBERSECURITE EN FRANCE: LE PASSE, LE PRESENT ET L'AVENIR

### CYBER SECURITY IN FRANCE: THE PAST, THE PRESENT AND THE FUTUR

MOLNÁR, Dóra

(ORCID : 0000-0002-1476-5253)

[molnar.dora@uni-nke.hu](mailto:molnar.dora@uni-nke.hu)

#### Résumé

*La France a déclaré son intention de devenir le premier état mondial en matière de cybersécurité. L'objectif – qui n'est pas inhabituel pour les français – est très ambitieux, mais le chemin à parcourir est encore long. Cependant, il est déjà certain que le pays a fait de grands progrès pendant ces dernières années. Elle a mis à jour son système de documents stratégiques et adapté ses organisations de cybersécurité pour répondre aux exigences de l'époque. Le pays est déjà conscient de la puissance cyber dominante en Europe, mais d'autres résultats sont attendus dans les années à venir. L'étude présente ce processus, en soulignant le point de départ existant au début des années 2010 et en examinant également les opportunités futures.*

**Keywords:** la cybersécurité, la France, la stratégie de cyber

#### Abstract

*France's declared goal is to become the world's leading country in cyber security. Its aim is really ambitious – such as the French usually-, but there is still a long way to go. However, it is already certain that the country has been able to make great progress in recent years. He also updated his strategic document system and cyber security organization to meet the demands of the new age. As a result, the country is already among Europe's leading cyber powers, however further results are also expected in the coming years. The study presents this process, outlining the circumstances existed at the beginning of the 2010s and also looking at future opportunities.*

**Keywords:** cyber security, France, Cyber strategy

..

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.07.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.15.

## INTRODUCTION<sup>1</sup>

A partir du moment où les menaces vers et dans le cyberspace ainsi que les menaces activées par le cyberspace se sont développées, la cybersécurité et la cyberdéfense sont devenues un domaine politique clé pour les gouvernements du monde entier. Pendant longtemps, la France a pris du retard sur ses principaux partenaires stratégiques dans ces zones. Cependant, dans ces dernières années, le pays a entrepris des efforts considérables pour rattraper, conduisant à des réformes conceptuelles et organisationnelles et aussi à une augmentation substantielle de ressources. Cet article fournit un aperçu de la base conceptuelle de la politique de cybersécurité française, ainsi que les éléments de son organisation qui sont indispensables à son opération. Je souligne l'importance de quelques efforts et initiatives récents qui peuvent préciser le futur de la cyberpolitique française.

Deux cyberattaques récentes ont montré à quel point la France devait rester vigilante. Les attentats terroristes de janvier 2015 en France – commencés par les attaques contre le magazine Charlie Hebdo – ont été accompagnés d'une vague d'attaques informatiques sur des sites web privés et publics sans précédent. Les pirates extrémistes radicaux ont revendiqué plus de 1500 attaques au cours de cette période. Une cyberattaque plus symbolique a toutefois été organisée le 8 avril 2015 contre la chaîne d'information télévisée de TV5 Monde, qui a abouti à un écran vide et à la diffusion des messages sur des réseaux sociaux prétendant provenir de TV5 Monde, mais soutenant le soi-disant État islamique.

Après ces événements, c'est sans coïncidence que le 20 janvier 2015, Bernard Cazeneuve, ministre de l'Intérieur, a exposé, lors du 7<sup>ème</sup> forum international de la cybersécurité à Lille, les trois défis de la cybersécurité auxquels la France devait faire face: la cyberdéfense pour protéger les institutions et les intérêts nationaux; assurer un niveau élevé de sécurité des systèmes d'information dans les secteurs publics et privés; et la lutte contre la cybercriminalité. [1] Depuis, ce segment de sécurité est devenu une priorité absolue en France, ce qui se manifeste dans les documents stratégiques. L'étude décrit d'abord l'évolution des stratégies officielles françaises de la cyberspace et montre ensuite comment cela se fait dans la pratique à travers les organisations.

## L'EVOLUTION DE LA STRATEGIE DE CYBERSECURITE FRANÇAISE

L'historique de la réglementation remonte à 2008 quand la France a adopté *le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale*. [2] Dans le Livre blanc, la cybersécurité – ainsi que la dissuasion nucléaire, les missiles balistiques et les sous-marins à propulsion nucléaire – constituaient un domaine prioritaire pour la France 'de conserver ses zones de souveraineté, concentrées sur la capacité nécessaire au maintien de l'autonomie stratégique et politique de la nation'. Dans le Livre blanc, les attaques à grande échelle perpétrées contre des systèmes d'information par des acteurs étatiques et non étatiques constituaient une préoccupation croissante, qualifiant la 'cyberguerre' comme 'préoccupation majeure'. D'après le Livre, la cybersécurité et la défense sont devenues une priorité distincte de la sécurité nationale. Le Livre blanc préconisait l'élaboration d'un nouveau concept de cyberdéfense et, notamment, 'la mise

---

<sup>1</sup> A tanulmány a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében működtetett Egyed István Posztdoktori Program keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére készült.

en place d'une capacité offensive en matière de cyberguerre'. A la suite de cet examen stratégique, la France a constamment amélioré ses politiques et ses capacités en matière de cyber, qui étaient encore très modérées à cette époque. Un résultat majeur du Livre blanc de 2008 a été la création de nouvelles institutions de cybersécurité et de défense, principalement l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) – la plus haute agence du pays en matière de cybersécurité et de défense, dotée d'une juridiction nationale (dont la description est mentionnée ci-dessous).

En 2011, l'ANSSI a publié la première stratégie nationale en matière de cybersécurité, intitulée '*Défense et sécurité des systèmes d'information: Stratégie de la France*'. [3] La stratégie définit une grande ambition et trois tâches principales. Grâce à une posture cyber améliorée et à la coopération avec ses partenaires et alliés, la France aspire à devenir une puissance mondiale en matière de cyberdéfense et à appartenir au cercle restreint des nations en tête dans le domaine de la cyberdéfense. Pour atteindre cet objectif, la France doit d'abord préserver sa 'capacité de prendre des décisions par la protection des informations liées à sa souveraineté'. En d'autres termes, les institutions étatiques doivent pouvoir communiquer dans n'importe quelle situation et en toute confiance. Deuxièmement, étant donné l'importance croissante du cyberspace, le gouvernement doit renforcer la cybersécurité des infrastructures nationales critiques. Troisièmement, l'Etat doit garantir un haut niveau de sécurité dans le cyberspace, au-delà des systèmes d'information étatiques et critiques. La stratégie a identifié sept domaines dans lesquels d'autres actions étaient nécessaires:

- la connaissance de la situation;
- les capacités de détection, d'alerte et de réponse;
- les capacités scientifiques, techniques, industrielles et humaines;
- la protection des systèmes d'information de l'Etat et des opérateurs d'importance vitale;
- l'adaptation de la législation;
- la coopération internationale et
- la communication.

Les cyber-efforts français au cours des cinq années suivantes ont été un moteur de changement dans ces domaines. Les efforts n'ont pas ralenti après les élections présidentielles et le changement de président en 2012. Au contraire, le renforcement de la position de la France dans le cyberspace restait une ambition partagée par la plupart des partis politiques. Cela est bien mentionné dans le *Rapport d'Information du sénateur M. Jean-Marie Bockel sur la cyberdéfense*. [4] Le rapport définit dix priorités dont la première consiste à faire de la cyberdéfense (et aussi de la protection des systèmes d'information) une priorité nationale.

En conséquence, le nouveau *Livre blanc - Défense et sécurité nationale* adopté par le nouveau gouvernement en 2013 a considérablement renforcé l'attention portée à la cybersécurité et à la cyberdéfense. [5] Le Livre blanc de 2013 part du principe que 'la croissance continue de la cybermenace, l'importance croissante des systèmes d'information dans la vie de nos sociétés et le développement très rapide des technologies nous obligent à passer à un niveau supérieur pour maintenir les capacités de protection et de défense répondant à ces changements.' La revue stratégique plaide ainsi pour 'une augmentation très substantielle du niveau de sécurité et des moyens de défense de nos systèmes d'information'. En effet, il indique que la capacité de la France à se protéger et détecter les cyberattaques, si elles se produisent, et

identifier les auteurs de ces actes, est devenue une partie intégrante de la manière dont la France exerce sa souveraineté nationale.

Le Livre blanc recommande de renforcer les ressources humaines consacrées à la cybersécurité et à la défense afin d'atteindre la parité avec ses alliés britanniques et allemands. Il souligne la nécessité de s'efforcer de concevoir et de mettre au point des systèmes de sécurité de haut niveau, soutenus par d'importants crédits budgétaires et accordant une attention particulière aux réseaux de communications électroniques. En outre, le gouvernement promet de renforcer le secteur de l'industrie, de la science et de la technologie liés à la cybersécurité. Le Livre blanc appelle également à une politique ambitieuse de protection des systèmes d'information de l'Etat en maintenant des réseaux hautement sécurisés au sein des institutions de l'Etat, à des politiques de passation des marchés publics appropriées et à une gestion appropriée des équipements de communication mobile. Cette politique doit être complétée par une sensibilisation des administrations publiques décentralisées, des institutions régionales et des principaux utilisateurs du cyberspace. Etant donné que la cybersécurité d'un Etat dépend également de la sécurité de ses fournisseurs de biens et de services, le Livre blanc exige en outre que des clauses à cet effet soient insérées dans les contrats. En outre, le livre blanc promet que le gouvernement et le parlement définiront des normes de cybersécurité pour les exploitants d'infrastructures d'importance vitale, en précisant leurs droits et leurs responsabilités. Le Livre blanc recommande également des campagnes supplémentaires de sensibilisation du public pour changer les comportements et les habitudes des citoyens. Enfin, le Livre blanc réaffirme le soutien de la France à la mise en place d'une politique européenne visant à renforcer la protection des infrastructures critiques et des réseaux de communications électroniques.

Afin de se protéger contre les cyberattaques majeures, le Livre blanc conceptualise les réponses politiques selon deux axes. Premièrement, le gouvernement mettra en œuvre 'une posture solide et résiliente pour protéger les systèmes d'information de l'Etat, les opérateurs d'infrastructures essentielles et les industries stratégiques'. Deuxièmement, le gouvernement développera 'une approche gouvernementale globale et appropriée' aux cyberattaques. La France comptera sur les ressources diplomatiques, judiciaires et policières comme instruments de premier choix. *Cependant, le gouvernement n'exclut pas 'l'utilisation progressive des ressources du ministère de la Défense dans le cas où des intérêts stratégiques nationaux seraient menacés'*. Il est intéressant de noter que la formulation sur les cyber-capacités offensives a été atténuée dans le Livre blanc par rapport à la version de 2008, faisant référence de manière indirecte à 'une capacité informatique proactive'. Cette capacité aiderait à définir la menace et à identifier l'origine d'une attaque; permettre d'anticiper certaines attaques et de configurer les défenses en conséquence; et donner au gouvernement la possibilité d'intervenir à grande échelle, en fonction de l'ampleur et de la gravité de la cyberattaque. Malgré les termes vagues, le ministre de la défense, M. Jean-Yves Le Drian, a affirmé en juin 2013 qu'il souhaitait doter la France d'une 'capacité informatique offensive', en ajoutant des capacités de cyberattaques à ses systèmes d'armes nucléaires. Il a souligné que 'l'enjeu est la capacité de contrôle à distance ou la destruction d'infrastructures vitales' et demande à la France de rechercher une capacité offensive dotée de 'ressources plus ou moins réversibles, plus ou moins discrètes, mais toujours proportionnées à l'ampleur et à la gravité de la situation'. [6]

Le document central en vigueur en matière de cyber est *La stratégie nationale pour la sécurité du numérique*. [7] Adoptée en 2015, la stratégie répond aux nouveaux enjeux nés des évolutions des usages numériques et des menaces qui y sont liées. La stratégie définit les cinq objectifs suivants:

- garantir la souveraineté nationale;

- apporter une réponse forte contre les actes de cybermalveillance;
- informer le grand public;
- faire de la sécurité numérique un avantage concurrentiel pour les entreprises françaises;
- renforcer la voix de la France à l'international.

La Stratégie 2015 en matière de cybersécurité vise à faire de la France une 'république numérique', reconnaissant que les TIC sont à la fois un catalyseur de la croissance économique et de l'innovation, mais imposent également des risques informatiques. La stratégie est liée de manière opérationnelle à la stratégie 2011 et à de nombreuses mesures de cybersécurité décrites dans la stratégie numérique parallèlement aux objectifs de la stratégie en matière de cybersécurité. Par exemple, les deux documents cherchent à accroître la confiance des utilisateurs en ligne, à maintenir des niveaux élevés de recherche et développement en cybersécurité comme moteur de la croissance économique et à protéger les informations personnelles. Plus important encore, les deux documents reconnaissent que les TIC soutiennent la croissance économique française, mais également que les systèmes informatiques doivent être résilients et sûrs pour que la France puisse pleinement tirer parti des avantages d'une croissance fondée sur les TIC. [8] Bien que la dernière stratégie ne comprenne pas de nouveaux fonds, un milliard d'euros était auparavant alloué aux efforts de cybersécurité.

Depuis l'acceptation de la stratégie de 2015, l'environnement géopolitique français s'est considérablement dégradé. La France est mise au défi par le sentiment de retrait de deux piliers essentiels de la sécurité internationale: l'engagement des États-Unis en faveur de la sécurité de l'Europe (qui a été ébranlé par la réticence du président Donald Trump à réaffirmer les garanties de sécurité énoncées à l'article 5 par l'OTAN); et le départ du Royaume-Uni de l'Union Européenne (qui absorbe une grande partie des efforts politiques et diplomatiques de Londres au détriment d'autres projets). *La Revue stratégique de défense et de sécurité nationale* [9] adoptée en 2017 cherche des solutions à la situation actuelle et à la nécessité plus large de diversifier les alliés et partenaires de la France. [10]

Le document met à jour le Livre blanc de 2013, qui décrit cinq fonctions stratégiques de l'armée française (dissuasion, prévention, protection, intervention, anticipation) et ouvre la voie à la loi de programmation pour les achats militaires français 2019-2024. En matière de cyber, la revue stratégique soutient que la France pourrait être dans une meilleure position. Alors que les États-Unis dominent le secteur, la Chine est en train de devenir un formidable challenger et l'Europe reste vulnérable.

Dernier mais non le moindre, le document stratégique le plus récent en matière de cyber est *La revue stratégique de cyberdéfense*. [11] Publiée le 8 février 2018 et présentée le 12 février 2018 par Louis Gautier, le secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, la revue fonctionne comme une synthèse de la doctrine de la défense nationale en matière de cybersécurité qui affirme la nouvelle ambition pour la France dans la cyberdéfense. [12] C'est pour cela qu'elle est aussi appelée comme le Livre blanc de la cyberdéfense qui est le premier grand exercice de synthèse stratégique dans ce domaine. Louis Gautier a comparé la Revue stratégique de la cyberdéfense au Livre blanc français sur la défense et la sécurité nationale de 1972 qui a établi la doctrine nucléaire de la France, la définissant ainsi comme un ouvrage fondateur de la cyber-politique française.

La revue stratégique se compose de trois parties. La première, consacrée aux 'dangers du cyber-monde', évalue les menaces, leur évolution et les acteurs impliqués. Il réaffirme

également le rejet par la France du concept de 'cyberdifférence' en expliquant que la dissuasion ne concerne que le nucléaire. La deuxième partie, intitulée 'L'État, responsable de la cyberdéfense de la nation', détaille l'approche française en matière de cyberdéfense. Il réaffirme le principe de la séparation des capacités et des missions défensives et offensives, ce qui implique que l'ANSSI ne mène aucune mission offensive et opère strictement au niveau défensif. L'examen considère le modèle français comme une alternative à la vision américaine, dans laquelle, selon les français, la plupart des cyber-capacités défensives sont concentrées dans la communauté du renseignement. [13] En France, l'ANSSI n'a aucun lien organique avec le ministère de la Défense ou les agences de renseignement, mais elle conserve l'autorité et les outils pour fournir une assistance défensive à des tiers et les conseiller en matière de cyberprotection.<sup>2</sup> Il détaille également la stratégie internationale de la France en matière de cyberdéfense, y compris ses positions en droit international. La troisième partie, intitulée 'L'État, responsable de la cybersécurité de la société', définit le concept de souveraineté numérique au sens juridique du terme souveraineté.

En ce qui concerne les questions juridiques, la revue respecte la position politique française selon laquelle les principes et les règles du droit international s'appliquent à la conduite des États dans le cyberspace, mais elle va plus loin que la simple reconnaissance de l'applicabilité du droit international au cyberspace. Elle détaille les obligations internationales spécifiques et les réactions possibles aux faits internationalement illicites. Il affirme également que les cyberopérations pourraient constituer des violations de la souveraineté de l'État, du principe de non-intervention, de l'interdiction du recours à la force et de l'obligation de diligence raisonnable. La revue décrit également les réponses possibles aux cyberattaques. Si la situation l'exigeait, il serait alors possible d'adopter des mesures de rétorsion, de recourir à des mécanismes exceptionnels d'autoprotection et/ou de prendre des contre-mesures pacifiques. Les circonstances les plus graves peuvent nécessiter une réaction impliquant le recours à la force. La revue détaille les trois formes de mesures unilatérales d'auto-assistance que la France pourrait adopter pour faire face à une cyber opération conforme au droit international: des mesures de rétorsion, des contre-mesures et de la défense légitime.<sup>3</sup> En outre, cette approche des réponses est conforme à l'évolution récente du droit interne, notamment depuis l'adoption de l'article 21 de la loi de 2013 sur la planification militaire, codifié à l'article L2321-2 du code de la défense. (La revue semble répéter le contenu de l'article 21.) [14]

## **LES ORGANISATIONS DE LA CYBERSECURITE**

La France a organisé sa cybersécurité et sa défense de manière centralisée, conformément aux traditions historiques de son Etat, à la différence des approches adoptées par les États-Unis et l'Allemagne, par exemple. Comme indiqué précédemment, l'ANSSI est la plus haute agence de cybersécurité et de défense en France. [15] Reflétant l'importance de la cybersécurité aux yeux de l'État français, l'ANSSI est sous l'autorité directe du Premier ministre. Plus précisément, l'ANSSI fait partie du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN), qui

---

<sup>2</sup> Inversement, certaines autres institutions sont chargées des opérations cyber offensives et de la collecte de renseignements.

<sup>3</sup> Certains Etats (notamment la Chine, Cuba et la Russie) ont rejeté l'applicabilité des contre-mesures, de la défense légitime et du droit international humanitaire au cyberspace.

assiste le Premier ministre dans l'exercice de ses responsabilités en matière de défense et de sécurité et collabore étroitement avec la présidence de la République.<sup>4</sup>

L'ANSSI a quatre missions: détecter et mettre en œuvre les premières réactions aux cyberattaques; soutenir le développement de produits et services fiables pour les institutions de l'État et les acteurs économiques; conseiller et soutenir les institutions publiques et les opérateurs d'infrastructures essentielles; ainsi que de sensibiliser et de communiquer activement sur les cybermenaces. En ce qui concerne le deuxième objectif, l'ANSSI a lancé en janvier 2018 la démarche de valorisation des activités de qualification et de certification baptisée Visa de sécurité ANSSI. Comme M. Mounir Mahjoubi, Secrétaire d'État chargé du Numérique a expliqué: 'Son objectif est d'accompagner les entreprises, en particulier les TPE/PME, les administrations, les collectivités locales et les citoyens dans leurs choix de solutions de sécurité'. [16] Les 110 premiers fournisseurs de solutions de cybersécurité ont déjà été reconnus.

Comme le demandait le Livre blanc de 2013, La loi de programmation militaire pour les années 2014-2019 (LPM) [17] prévoyait une législation explicite sur les normes en matière de cybersécurité, en particulier pour les réseaux gouvernementaux et les opérateurs privés d'une importance vitale (OIV).<sup>5</sup> Le Code de la défense français définit ces opérateurs comme 'des opérateurs publics ou privés exploitant des établissements ou utilisant des installations et ouvrages, dont l'indisponibilité risquerait de diminuer d'une façon importante le potentiel de guerre ou économique, la sécurité ou la capacité de survie de la nation, ils sont tenus de coopérer à leurs frais dans les conditions définies au présent chapitre, à la protection desdits établissements, installations et ouvrages contre toute menace, notamment à caractère terroriste'. [19] Les opérateurs d'importance vitale sont conçus par l'État français<sup>6</sup> et comptent actuellement plus de 200 opérateurs dans douze secteurs d'activités.<sup>7</sup>

Dans le cadre du mandat du LPM, l'ANSSI pourrait

- définir des règles de sécurité obligatoires pour les systèmes critiques des opérateurs d'importance vitale; devraient être informés des incidents survenus sur des systèmes critiques d'opérateurs d'importance vitale;
- imposer des inspections de sécurité;
- mandater des mesures spécifiques en cas de crise majeure.

Ces tâches ont été remplies avec trois décrets de l'ANSSI publiés en mars 2015.<sup>8</sup> Cette approche intrusive vis-à-vis des opérateurs d'importance vitale, en matière de cybersécurité, contraste notablement avec les approches de nombreux autres États, qui travaillent souvent avec des normes reconnues par le secteur et un partage volontaire d'informations sur les cybermenaces et les attaques. Il va sans dire que les opérateurs d'infrastructures vitales devront

---

<sup>4</sup> Conformément à la priorité no. 3 du rapport du sénat de 18 juillet 2012, l'ANSSI intitute un pôle juridictionnel spécialisé à compétence nationale pour primer les atteintes graves aux systèmes d'information.

<sup>5</sup> Selon l'actualisation de la loi de programmation militaire, le budget initiale de 3.8 Md euros a été élevé à 162,4 milliard d'euros courant sur 2015 et 2019. Voyez [18]

<sup>6</sup> Conformément à la priorité no. 6 du rapport du sénat de 18 juillet 2012 ('renforcer la protection des systèmes d'information des opérateurs d'importance vitale').

<sup>7</sup> Concernant les opérateurs des services essentiels (OSE), la France a identifié 122 OSE au stade de l'échéance du 9 novembre 2018 fixée par la directive NIS. Voyez [20]

<sup>8</sup> Ce sont les Décrets No. 2015-349/350/351. [21]

dépenser des sommes considérables en cybersécurité pour respecter ces normes, mais le gouvernement français estime que les avantages l'emporteront sur les coûts pour les entreprises françaises.

Il y a aussi des ministres qui participent à la formulation de la cybersécurité, cependant c'est *le Ministère de la Défense* qui joue le rôle le plus décisif.<sup>9</sup> Le ministère de la défense dispose de ses propres structures de cybersécurité et de défense qui travaillent en étroite collaboration avec l'ANSSI et d'autres ministères chargés des tâches liées à la cybersécurité. Le ministère considère le cyberspace comme un domaine militaire dans son propre droit. Le ministère a pris à cœur la mission de cyberdéfense en 2011 en publiant le Concept commun pour la cyberdéfense, qui définit le cadre, les principes et les capacités requises pour les opérations militaires dans le cyberspace. Cela a été suivi par la Doctrine commune pour la cyberdéfense dans laquelle le ministère a établi son organisation en matière de cyberdéfense. La doctrine commune a créé le poste d'officier général chargé de la cyberdéfense sous l'autorité du chef de la défense français. Le «cyber général» remplit deux rôles. Il joue un rôle opérationnel dans Le Centre de planification et de conduite des opérations (CPCO), et deuxièmement, il est responsable de la coordination et du développement de la cyberdéfense au sein du ministère de la Défense ainsi que dans les trois services.

Le 7 janvier 2014, la ministre de la défense a présenté une nouvelle initiative cyber du ministère. Son pacte de cyberdéfense vise à développer les capacités cybernétiques du MOD et à les mettre à la disposition de toute la société française.<sup>10</sup> Deux mesures du pacte méritent une attention particulière: le centre d'excellence en cyberdéfense et la cyberdéfense citoyenne. Le ministère de la défense a officiellement lancé *le centre d'excellence en matière de cyberdéfense* en février 2014. Il est hébergé par la Direction générale des armements pour la sécurité de l'information, qui instaure elle-même d'importants efforts en matière de cybercriminalité et intègre ses compétences en matière de formation, de recherche et de développement. La poursuite du développement de la cyberindustrie française est un autre aspect important du centre, le gouvernement et les institutions locales voulant faire de la région de Rennes un pôle cyber de premier plan en France et en Europe.

L'autre initiative novatrice du ministère de la défense, en collaboration avec la gendarmerie française, est *Le Réseau cyberdéfense de la réserve citoyenne* (RCC). L'idée d'une réserve spécialisée dans ce domaine est issue du concept interarmées de cyberdéfense et des travaux interministériels menés en 2011. '*La réserve spéciale est un vecteur intéressant de liens entre la société civile et la société militaire*' – comme Luc-François Salvador, colonel dans la réserve citoyenne et coordinateur national de la réserve citoyenne cyber précisé. [24] Elle est constituée de volontaires agréés auprès d'autorités militaires en raison de leurs compétences, de leur expérience, mais aussi de leur intérêt pour les questions relevant de la défense nationale.<sup>11</sup> La réserve comprendra 4440 personnes en 2019. Le RCC vise à faire de la cyberdéfense une priorité nationale par le biais de programmes de sensibilisation réunissant des professionnels, des étudiants avancés et des étudiants ayant une expertise dans le domaine de la cyberactivité.

---

<sup>9</sup> L'autre ministère est le ministère de l'Intérieur qui a pour mission de lutter contre toutes les formes de cybercriminalité, visant les institutions et les intérêts nationaux, les acteurs économiques et les collectivités publiques, et les particuliers. [22]

<sup>10</sup> Il comporte six lignes d'efforts avec un total de cinquante initiatives. Voyez [23]

<sup>11</sup> Six groupes de travail ont été constitués: "élus et journalistes", "Jeunes", "Evolution de l'engagement citoyen", "thinks tanks et réflexion stratégique", "PME/PMI" et "Grandes entreprises". Voyez [25]



[26] L'acteur majeur du recrutement et de la gestion des réservistes de cyberdéfense est Le Centre de la réserve et de la préparation opérationnelle de cyberdéfense (CRPOC) qui a été établi en 2015, mais commencera l'opération l'année prochaine. Il y a deux autres centres interarmés. L'un est Le Centre d'analyse en lutte informatique défensive (CALID). Créé en 2006, il pilote 24H/24 la détection, le traitement et la réponse aux cyberattaques, et il fonctionne comme le centre opérationnel expert en lutte informatique défensive. Le centre est basé à Paris et Rennes sera opérationnel à partir de 2019. L'autre centre (qui commencera l'opération aussi en 2019) s'appelle Le Centre d'audits de la sécurité des systèmes d'information (CASSI). Créé en 2006, il fonctionne comme centre national dont la mission d'audit couvre les domaines de la sécurité des systèmes d'information (SSI) et les signaux parasites compromettants (SPC). [27]

Tous les deux centres sont rattaché au *COMCYBER*, l'unité opérationnelle commandant. Placé sous l'autorité directe du chef d'état-major des armées, le COMCYBER est responsable de la manœuvre cyber globale. Créé en décembre 2016, il sera operable en 2019 déployant 2600 combattants numériques et recevra un engagement initial de 2,1 milliards d'euros. Comme Jean-Yves Le Diran, le ministre de la défense explique la création de ce nouvel institut: 'L'émergence d'un nouveau milieu, le cyber, doit nous amener à repenser profondément notre manière d'aborder l'art de la guerre », a indiqué Jean-Yves Le Drian. « Nos capacités cyber offensives doivent nous permettre de nous introduire dans les systèmes ou les réseaux de nos ennemis, afin d'y causer des dommages, des interruptions de service ou des neutralisations temporaires ou définitives.' [28] Frédéric Douzet, professeur à l'Institut Français de Géopolitique de l'Université Paris 8 souligne les spécificités uniques du COMCYBER vis-à-vis des commandes d'autres pays: 'La nouvelle organisation française est différente des États-Unis ou du Royaume-Uni car les activités des services de renseignement ne relèvent pas du même commandement que les opérations cyber-militaires. L'Allemagne a mis en place une nouvelle cyber-armée, mais elle est beaucoup plus large car elle intègre non seulement le cyber, mais également toutes les informations géographiques, les technologies de l'information, le renseignement et les communications opérationnelles. Considérant que la France est en train de créer une unité dédiée à la cyberdéfense sous un petit commandement au plus haut niveau stratégique. Cela montre à quel point le cyberspace est devenu une priorité pour le ministère français de la Défense.' [29]

## L'AVENIR

La France est impliquée dans beaucoup de forums internationaux où les problèmes de cybersécurité sont abordés. Elle a choisi cette voie pour pouvoir utiliser le meilleur du cyberspace à l'avenir – conformément à sa politique souple.

Tout d'abord, la France est particulièrement active au sein de l'ONU où les règles de comportements responsables dans le cyberspace sont discutées. Elle a participé aux cinq derniers groupes d'experts gouvernementaux des Nations Unies sur la cybersécurité. Parmi les forums, on y trouve aussi l'Alliance Atlantique, le groupe 'Ise-Shima Cyber Group' au sein de G7 ou l'OSCE. [22] Sa participation aux organisations internationales est en ligne avec sa politique qui met beaucoup l'accent sur la diplomatie.

Ainsi, ce n'est pas un hasard si la France a accueilli le Forum sur la Gouvernance de l'Internet (FGI) cette année dont le thème était 'Internet of Trust'. La treizième édition du Forum a été organisée à l'UNESCO à Paris entre le 12 et 14 novembre, 2018. Au cours du Forum, le Président de la République, Emmanuel Macron, a lancé *l'Appel de Paris pour la confiance et*

*la sécurité dans le cyberspace*. [30] Selon l'appel, la France réaffirme son soutien à un cyberspace ouvert, sûr, stable, accessible et pacifique, et aussi que le droit international s'applique à l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) par les États. Cependant, la France souligne la nécessité de développer une vaste coopération dans le domaine du numérique et également la nécessité d'une approche multi-acteurs. La déclaration de haut niveau a déjà reçu l'appui de 43 États, mais aussi d'entreprises privées et d'organisations de la société civile. [31]

L'appel est une des nombreuses initiatives françaises courantes en France. Le but de cette politique est que la France puisse être connue comme une grande puissance en cyber dans le monde entier.

En septembre 2013, le ministre de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique a lancé l'initiative '*Une nouvelle France industrielle*'. [32] Le 33<sup>ème</sup> des 34 projets de cette initiative concerne la cybersécurité. Dirigé par le directeur général de l'ANSSI, ce plan vise à augmenter de manière significative la demande et l'offre de solutions de cybersécurité fiables; aider les entreprises françaises de cybersécurité à conquérir des parts plus importantes des marchés étrangers; et renforcer les entreprises françaises. L'un des premiers résultats de ce plan est la création du *label France Cybersecurity*, un label attribué aux solutions de haute sécurité conçues et exploitées en France. [33] En janvier 2018, les 72 premières solutions en ligne ont reçu le label. [34]

L'autre initiative lancée en 2017 est le projet *2017/2027*. Le projet lancé par France Stratégie vise à éclairer les enjeux de la prochaine élection présidentielle. [35] Parmi les thématiques, on y trouve le thème de 'tirer parti de la révolution numérique parce qu'il transforme l'économie, parce qu'il rebat les cartes de la compétition et parce qu'il pose des questions fondamentales à la société.' Trois enjeux majeurs se sont dégagés: le soutien à l'innovation, l'acquisition de compétences numériques et l'appropriation des outils numériques dans le fonctionnement démocratique. Cette forme de la pensée montre l'importance du domaine cyber dans le quotidien de la société française.

Les initiatives nationales et internationales susmentionnées ne sont que des orientations d'innombrables participations, mais elles montrent également à quel point le pays est déterminé à atteindre son objectif de devenir un leader mondial du cyberspace. Il est même possible que la puissance dominante du futur centre européen de compétences et de recherche en cybersécurité qui sera établi soit la France.<sup>12</sup>

## CONCLUSIONS

Pour faire respecter les intérêts de la France, il est fait souvent appel aux outils de la diplomatie douce, pour laquelle il s'agit d'un véritable grand maître sur le marché mondial. Cette vaste connaissance du pays peut également être utilisée en cybersécurité. Dans le domaine de la cyber diplomatie, le pays a déjà pris les premières mesures importantes. Les tâches de la cyber diplomatie ont été placées sous la direction d'un seul homme au sein du ministère des Affaires étrangères en ligne avec la stratégie digitale de 2015. La position de l'ambassadeur pour la cyberdiplomatie et l'économie numérique a été fournie par M. David Martinon en 2015 qui

---

<sup>12</sup> Le 12 septembre 2018, le Président de la Commission européenne, Jean-Claude Juncker a annoncé dans son discours sur l'état de l'Union la création d'un réseau de centre de compétences nationaux ainsi que la création d'un centre européen de compétences et de recherche en cybersécurité. Voyez [36]

occupe également le poste d'ambassadeur pour le numérique depuis le 22 novembre 2017.<sup>13</sup> C'est une décision importante qui donne à M. Martinon compétence sur des sujets ayant trait au numérique dont ce ministère a la charge – parmi d'autres – les négociations internationales sur la cybersécurité. Comme il l'a dit dans son interview: 'Aujourd'hui, je suis chargé de promouvoir et de mettre en pratique la stratégie internationale française pour les affaires et la technologie numériques, qui ne représente pas seulement la vision du ministère des affaires étrangères, mais constitue véritablement une approche 'tout le gouvernement' des questions numériques'. [38] M. Martinon a été aussi spécialement chargé par le président et le premier ministre, sous l'autorité du ministre des Affaires étrangères et européennes, de dialoguer directement avec les principales plateformes numériques américaines sur la lutte contre Internet à des fins terroristes. [39]

La France attache une grande importance aux relations bilatérales, spécialement vis-à-vis de l'Allemagne. La coopération entre les deux pays est déjà très intense, ce que conforte le premier rapport conjoint. [40] Ce premier rapport conjoint concrétise l'intensification du partenariat franco-allemand qui sera développé en tant que moteur de la politique de cybersécurité au sein de l'espace européen. Pour cette première édition, ANSSI et BSI<sup>14</sup> ont choisi de se concentrer sur les activités malveillantes associées aux ransomware et à la crypto-extraction, qui constituait une menace croissante des citoyens pour les grandes entreprises fournissant des services essentiels et passant par des petites et moyennes entreprises ayant un impact direct sur leurs activités. Dans leur analyse commune, les deux agences conviennent que la situation de la menace concernant Ransomware est toujours alarmante, même plus de deux ans après la publication des premières attaques de Ransomware. [41]

Mais tout cela en vain s'il n'y a pas de succès significatif dans la sensibilisation de la population. Alors que le gouvernement prend les mesures nécessaires pour que le pays soit véritablement une cyberpuissance, il subsiste un retard considérable dans la préparation de la société par rapport à l'Etat. 28% de la population est en difficulté vis-à-vis du numérique: 16% ne se connectent jamais à l'internet et 12% ont des compétences numériques très faibles. Ce problème est directement lié à l'âge de non-internautes: 62% d'eux sont âgés de plus de 65 ans. En plus, 84% de non-internautes sont peu diplômés. [42] Vu les nombreuses mesures positives prises par le pays, on ne peut nier qu'elles seront tout aussi efficaces dans ce domaine et tout sera donné à la France pour devenir un cyber-majeur.

## REFERENCES

- [1] *FIC2015 Discours de Bernard Cazeneuve et Thomas De Meziere* 7<sup>ème</sup> forum international de la cybersécurité, Lille, le 20 Janvier 2015, <https://www.youtube.com/watch?v=v9NPGaVHqmU> [2018.11.09.]
- [2] *Le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale*. Juin 2008. <https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/0000.pdf> [2018.11.01.]

---

<sup>13</sup> Une initiative similaire existe également dans le secteur des entreprises. Il serait utile de nommer un *directeur cybersécurité* en charge de la supervision de l'ensemble du risque cyber, avec un périmètre dépassant le simple système d'information. Voyez: [37]

<sup>14</sup> Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik

- [3] *Défense et sécurité des systèmes d'information: Stratégie de la France. 2011.*  
[https://www.ssi.gouv.fr/uploads/IMG/pdf/2011-02-15\\_Defense\\_et\\_securite\\_des\\_systemes\\_d\\_information\\_strategie\\_de\\_la\\_France.pdf](https://www.ssi.gouv.fr/uploads/IMG/pdf/2011-02-15_Defense_et_securite_des_systemes_d_information_strategie_de_la_France.pdf)  
[2018.11.01.]
- [4] *Rapport d'Information fait au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées (1) sur la cyberdéfense*, Par le Sénateur M. Jean-Marie BOCKEL. Sénat Session extraordinaire de 2011-2012. Enregistré à la Présidence du Sénat le 18 juillet 2012. <http://www.senat.fr/rap/r11-681/r11-6811.pdf> [2018.11.01.]
- [5] *Livre Blanc. Défense et sécurité nationale. 2013.* Paris  
<https://www.defense.gouv.fr/content/download/206186/2286591/file/Livre-blanc-sur-la-Defense-et-la-Securite-nationale%202013.pdf> [2018.11.01.]
- [6] *Cyberdéfense: la France reconnaît son retard.* Le Monde, le 3 juin 2013.,  
[https://www.lemonde.fr/international/article/2013/06/03/cyberdefense-la-france-reconnait-son-retard\\_3423012\\_3210.html](https://www.lemonde.fr/international/article/2013/06/03/cyberdefense-la-france-reconnait-son-retard_3423012_3210.html) [2018.11.11.]
- [7] *La stratégie nationale pour la sécurité de la numérique 2015.*  
[https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2015/10/strategie\\_nationale\\_securite\\_numerique\\_fr.pdf](https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2015/10/strategie_nationale_securite_numerique_fr.pdf)  
[2018.11.16.]
- [8] *France cyber readiness at a glance.* Potomac Institute for Policy Studies. September 2016. [http://www.potomac institute.org/images/CRI/CRI\\_France\\_Profile\\_PIPS.pdf](http://www.potomac institute.org/images/CRI/CRI_France_Profile_PIPS.pdf)  
[2017.10.13.]
- [9] *La Revue stratégique de défense et de sécurité nationale 2017.*  
<https://www.defense.gouv.fr/content/download/514655/8664340/file/Revue+strat%C3%A9gique+de+d%C3%A9fense+et+de+s%C3%A9curit%C3%A9+nationale+2017.pdf>  
[2018.11.16.]
- [10] Boris, TOUCAS: *Understanding the Implications of France' Strategic Review on Defense and National Security.* October 19, 2017, CSIS,  
<https://www.csis.org/analysis/understanding-implications-frances-strategic-review-defense-and-national-security> [2018.11.16.]
- [11] *La Revue Stratégique de Cyberdéfense.* SGDSN, le 12 février 2018.,  
<http://www.sgdsn.gouv.fr/uploads/2018/02/20180206-np-revue-cyber-public-v3.3-publication.pdf> [2018.11.15.]
- [12] Communiqué de presse, Paris, le 8 février 2018.  
[https://minefi.hosting.augure.com/Augure\\_Minefi/r/ContenuEnLigne/Download?id=52C71CD2-4382-4B5A-AF7A-FC3299391DD7&filename=53.pdf](https://minefi.hosting.augure.com/Augure_Minefi/r/ContenuEnLigne/Download?id=52C71CD2-4382-4B5A-AF7A-FC3299391DD7&filename=53.pdf) [2018.11.15.]
- [13] Boris, TOUCAS: *With its new 'White Book', France looks to become a world-class player in cyber space.* March 29, 2018., <https://warontherocks.com/2018/03/with-its-new-white-book-france-looks-to-become-a-world-class-player-in-cyber-space/> [2018.11.16.]
- [14] Francois, DELERUE, Aude, GÉRY: *France's Cyberdefense Strategic Review and International Law.* March 23, 2018., <https://www.lawfareblog.com/frances-cyberdefense-strategic-review-and-international-law> [2018.11.16.]
- [15] Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information <https://www.ssi.gouv.fr/en/>  
[2018.11.01.]

- [16] *L'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) remet ses premiers Visas de sécurité.* Communiqué de presse, Paris, le 22 juin 2018. [https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2018/06/communiquede\\_presse\\_visa-de-securite\\_ceremonie\\_2018\\_anssi.pdf](https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2018/06/communiquede_presse_visa-de-securite_ceremonie_2018_anssi.pdf) [2018.10.13.]
- [17] *Loi no. 2013-1168 du 18 décembre 2013 relative à la programmation militaire pour les années 2014 et 2019 et pourtant diverses dispositions concernant la défense et la sécurité nationale.* <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000028338825> [2018.11.01.]
- [18] *Actualisation de la loi programmation militaire (LPM) 2014-2019.*, publié le 10 Juin 2016. <https://www.defense.gouv.fr/english/portail-defense/issues2/defence-policy/la-loi-de-programmation-militaire-lpm-2014-2019/actualisation-de-la-loi-de-programmation-militaire-lpm-2014-2019/lpm> [2018.11.01.]
- [19] *Code de la défense* (12 novembre 2018) Article 1332-1. [https://www.legifrance.gouv.fr/telecharger\\_pdf.do?cidTexte=LEGITEXT000006071307](https://www.legifrance.gouv.fr/telecharger_pdf.do?cidTexte=LEGITEXT000006071307) [2018.11.01.]
- [20] *Directive NIS: l'ANSSI accompagne les premiers opérateurs de services essentiels.* Communiqué de presse, Paris, le 9 novembre 2018. [https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2018/11/communiquede\\_presse\\_nis-et-ose\\_vf.pdf](https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2018/11/communiquede_presse_nis-et-ose_vf.pdf) [2018.11.01.]
- [21] Les Décrets No. 2015-349/350/351. <https://www.ssi.gouv.fr/publication/publication-du-decret-n-2015-349-du-27-mars-2015-relatif-a-lhabilitation-et-a-lassermentation-des-agents-de-lautorite-nationale-de-securite-des-systemes-dinfo/> et <https://www.ssi.gouv.fr/publication/publication-du-decret-n2015-350-du-27-mars-2015-relatif-a-la-qualification-des-produits-de-securite-et-des-prestataires-de-service-de-confiance-pour-les-besoins-de-la-securite-nationale/> et [https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2015/03/20150330\\_ANSSI\\_Communique\\_Presse\\_Decret-2015-351.pdf](https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2015/03/20150330_ANSSI_Communique_Presse_Decret-2015-351.pdf) [2018.11.01.]
- [22] *La France et la cybersécurité.* <https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/diplomatie-numerique/la-france-et-la-cybersecurite/> [2018.11.17.]
- [23] *Pacte Défense Cyber. 50 mesures pour changer d'échelle.* <http://www.defense.gouv.fr/content/download/237702/2704402/file/Pacte%20D%C3%A9fense%20Cyber-1.pdf> [2018.11.01.]
- [24] Nelly, MOUSSU: *Des réservistes spécialisés en cyberdéfense.* Publié le 13 Septembre, 2012., <https://www.defense.gouv.fr/english/actualites/articles/des-reservistes-specialises-en-cyberdefense> [2018.11.01.]
- [25] RÉGIS, Ollivier: *Le réseau de la réserve citoyenne cyberdéfense dévoilé.* Publié le 11 Avril 2013. <https://lecolonel.net/le-reseau-de-la-reserve-citoyenne-cyberdefense-devoile/> [2018.11.01.]
- [26] Les réserves de cyberdéfense. <https://www.gouvernement.fr/risques/les-reserves-de-cyberdefense> [2018.11.01.]
- [27] *La cyberdéfense.* le 17 octobre 2018., <https://www.defense.gouv.fr/portail/enjeux2/la-cyberdefense/la-cyberdefense/la-reserve-de-cyberdefense> [2018.11.01.]

- [28] Dominique, FILIPPONE: *La France crée un commandement cyberdéfense*. Publié le 13 décembre 2016., <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-la-france-cree-un-commandement-cyberdefense-66778.html> [2018.11.01.]
- [29] Tom, REEVE: *France unveils cyber command in response to 'new era in warfare'*. Publié le 16 décembre 2016., <https://www.scmagazineuk.com/france-unveils-cyber-command-response-new-era-warfare/article/1475678> [2018.11.01.]
- [30] *Appel de Paris pour la confiance et la sécurité dans le cyberspace*. le 12 novembre, 2018. [https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/texte\\_appel\\_de\\_paris\\_fr\\_cle0d3c69.pdf](https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/texte_appel_de_paris_fr_cle0d3c69.pdf) [2018.11.17.]
- [31] *Cybersécurité: Appel de Paris du 12 novembre 2018 pour la confiance et la sécurité dans la cyberspace*. Liste des soutiens à l'appel de Paris (actualisé le 14 novembre 2018.). [https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/soutien\\_appel\\_paris\\_cle8e5e31.pdf](https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/soutien_appel_paris_cle8e5e31.pdf) [2018.11.17.]
- [32] *La Nouvelle France Industrielle*. Présentations des feuilles de routes des 34 plans de la nouvelle France Industrielle. Le Gouvernement de la République Française, 2013. <https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/nouvelle-france-industrielle-sept-2014.pdf> [2018.11.16.]
- [33] *Label France Cybersecurity*. <https://www.francecybersecurity.fr/> [2018.11.18.]
- [34] *Label France Cybersecurity. Catalogue 2018 des offres labellisées*. [https://www.francecybersecurity.fr/wp-content/uploads/2018/01/FCS\\_Catalogue\\_2018\\_web.pdf](https://www.francecybersecurity.fr/wp-content/uploads/2018/01/FCS_Catalogue_2018_web.pdf) [2018.11.18.]
- [35] 2017-2027. <http://francestrategie1727.fr/thematiques/tirer-parti-de-la-revolution-numerique/> [2018.11.01.]
- [36] *L'état de l'Union en 2018: la Commission européenne propose des mesures visant à garantir des élections européennes libres et équitables*. Strasbourg, le 12 septembre 2018. [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-5681\\_fr.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-5681_fr.htm) [2018.11.18.]
- [37] *Cybersécurité. Visualiser, comprendre, décider*. Cigref Rapport d'octobre 2018. <https://www.cigref.fr/wp/wp-content/uploads/2018/10/Cigref-Rapport-Cybersecurite-Visualiser-Comprendre-Decider-Octobre-2018.pdf> [2018.11.18.]
- [38] *Interview: Ambassador or Digital Affairs David Martinon*. May 4, 2018., <https://franceintheus.org/spip.php?article8589> [2018.11.17.]
- [39] *Nomination de David Martinon au poste d'ambassadeur pour le numérique (le 22 novembre 2017)*. <https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/diplomatie-numerique/actualites/article/nomination-de-david-martinon-au-poste-d-ambassadeur-pour-le-numerique-22-11-17> [2018.11.17.]
- [40] *ANSSI/BSI Common situational picture*. Vol. 1. – July 2018. <https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2018/07/bilateral-french-german-it-security-situation-report.pdf> [2018.11.17.]
- [41] *ANSSI and BSI present their first „Common situational picture”*. BSI Press release, July 20, 2018. [https://www.bsi.bund.de/EN/Press/press\\_releases/Press2018/ANSSI-BSI\\_1st\\_Common\\_situational\\_picture\\_20072018.html](https://www.bsi.bund.de/EN/Press/press_releases/Press2018/ANSSI-BSI_1st_Common_situational_picture_20072018.html) [2018.11.17.]

- [42] *Les bénéficiaires d'une meilleure autonomie numérique. Rapport au secrétaire d'État auprès du Premier ministre, chargé du Numérique, juillet 2018.* [http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-benefices\\_autonomie\\_numerique-12072018\\_0.pdf](http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-benefices_autonomie_numerique-12072018_0.pdf) [2018.11.09.]

## **KIBERBIZTONSÁG FRANCIAORSZÁGBAN: A MÚLT, A JELEN ÉS A JÖVŐ**

### *Absztrakt*

*Franciaország deklarált célja, hogy a világ vezető államává váljon a kiberbiztonság területén. A cél – a franciáktól nem szokatlan módon – igen ambiciózus, eléréséhez azonban még hosszú út vezet. Annyi azonban már most is bizonyos, hogy az elmúlt években az ország nagy előrehaladást tudhatott magáénak. Frissítette stratégiai dokumentumrendszerét és a kiberbiztonsági szervezetrendszerét is hozzáigazította a kor követelményeihez. Ezzel az ország már most is az európai vezető kiberhatalmak körében tudhatja magát, de a következő években további eredmények várhatók. A tanulmány ezt a folyamatot mutatja be, ismertetve a kiindulópontnak számító 2010-es évek elején meglévő viszonyokat s kitékintve a jövőbeli lehetőségekre is.*

**Kulcsszavak:** kiberbiztonság, Franciaország, kiberstratégia

## RADAROK ELEKTRONIKAI VÉDELME II. (GYAKORLATI MEGKÖZELÍTÉS)

### ELECTRONIC PROTECTION OF RADARS II. (PRACTICAL APPROACH)

SZÖKRÉNY Zoltán

(ORCID: 0000-0001-7411-5546)

[szokreny.zoltan@uni-nke.hu](mailto:szokreny.zoltan@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

A radarok rádióelektronikai zavarás elleni védelme napjaink kiemelt kutatási területe. A radarok üzemszerű működésük közben a természetes zavarforrásokon kívül, harci körülmények között, szándékos radar performancia csökkentő hatásoknak vannak kitéve. A külső zajok, zavarok a hatékony céltárgy detektálás valószínűségét csökkentik vagy akár lehetetlenné is teszik. A cikk áttekinti a radarok antennáival megvalósítható zavarűző eljárásokat. A tanulmány első része [1] ismertette a katonai alkalmazástechnika elméleti lehetőségeit, elvárásait, számításait. A folytatás a különböző harcászati eljárások hatékonyságát, lehetőségeit mutatja be és a berendezések működését biztosító matematikai levezetésekkel és gyakorlati alkalmazási módszerekkel igazolja megvalósíthatóságukat.

**Kulcsszavak:** Elektronikai Védelemi Képességek (EPM), Elektronikai ellentevékenység elleni tevékenység (ECCM), zavarás, oldalnyaláb kioltó (SLB), oldalnyaláb elnyomó (SLC)

#### Abstract

The protection against radio-electronic interference of radar system is a top priority for today's research. In case of the radar military operation circumstances they are subject to man made radar performance reducing effects, in addition to natural interference sources. External interferences or jamming signals could reduce the probability of target detection or even make it impossible. This article reviews the interference filtering technologies that can be implemented with radar antennas. The analysis of the military applications, theoretical possibilities, requirements and calculations described in the first section of the study, see [1], and are confirmed by descriptions and equations of the practical implementations in this part.

**Keywords:** Electronic Protection Measures (EPM), Electronic Counter-Countermeasures (ECCM), interference, Sidelobe Blanking (SLB), Sidelobe Cancelling (SLC)

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.05.05.  
A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.06.28.



## BEVEZETÉS

Az elektronikai védelemi képességek<sup>1</sup> (régebbi terminológia szerint elektronikai ellentevékenység elleni tevékenység<sup>2</sup>) a radar azon képességének összessége, mely megmutatja, hogy zavarviszonyok között a céltárgy detektálás minőségi mutatóit hogyan képes adott szinten tartani. A harcfeladat csökkentett elvárásokkal még végrehajtható, és a zavarforrás információ forrásként használható. Harci körülmények közt a szembenálló felek mindent elkövetnek a saját repülő eszközeik rejtettségének fokozására, a másik fél céltárgy detektálási lehetőségeinek csökkentésére. Ezért különböző aktív és passzív zavaróeszközöket alkalmaznak, amelyekkel igyekeznek megtéveszteni vagy „elvakítani” a lokátorokat.

A passzív rádiólokációs álcázás módszerei: [2]

- a kisugárzási szektor (egy vagy több) kijelölése,
- a kisugárzás időbeni korlátozása,
- a pontos üzemi frekvencia kisugárzásának leplezése,
- a kisugárzási üzemmódok gyors váltogatása,
- a melléknyaláb kisugárzási szintek csökkentése,
- a hangolások végrehajtása műantennára,
- a légtér letapogatás (pl. antennaforgás) sebességének váltogatása,
- a hő (infra) és vizuális álcázás.

Az aktív rádiólokációs álcázás módszerei:

- elektronikai ellentevékenység,
- megtévesztő céltárgyak alkalmazása.

Az elektronikai védelem magába foglalja az elektronikai felderítést, az elektronikai lefogást, a megsemmisítés elleni védelmet valamint biztosítja a saját elektronikai eszközökkel való elektromágneses összeférhetőséget.

A légtérel ellenőrző radarok dinamikus fejlődése a korszerű, adaptív radarok megjelenéséhez és elterjedéséhez vezetett. Ezek képesek a változó működési környezethez (nagyon rövid idő alatt változó aktív- és passzív zavarokhoz) való automatikus adaptációra. Eközben biztosítják a céltárgy detektálás elvárt minőségi mutatóit: amelyek a téves riasztás valószínűségének ( $P_{fa}$ ) állandó kis szinten tartása, és a kis visszaverő felülettel rendelkező céltárgyakra vonatkozó elvárt detekciós valószínűség ( $P_d$ ).

Ez az adaptivitás lehet statikus, ha a térben változatlan, de időben fluktuáló jelenségek egyszerre hatnak a radarra. Ezek pl. meteorológiai képződmények, ”angyal” jelenségek, amelyek a Doppler-frekvencia fázis-, és amplitúdó változásain keresztül csökkentik a céltárgy detekció valószínűségét. A radarok adaptív szűrői tartalmaznak a működési környezet változását érzékelő, kiegészítő rendszereket, melyek detektálják a környezeti változásokat. Ezáltal a zavarvédő eszközök jelentősen csökkentik a céltárgy detektálást rontó tényezők hatását, de indokolatlan használatuk a jel-zaj+zavar viszony romlásához vezet.

Működésükkel szemben alapvető követelmény az elméletileg megvalósítható legnagyobb hasznos jel-zaj+zavar viszont biztosítása.

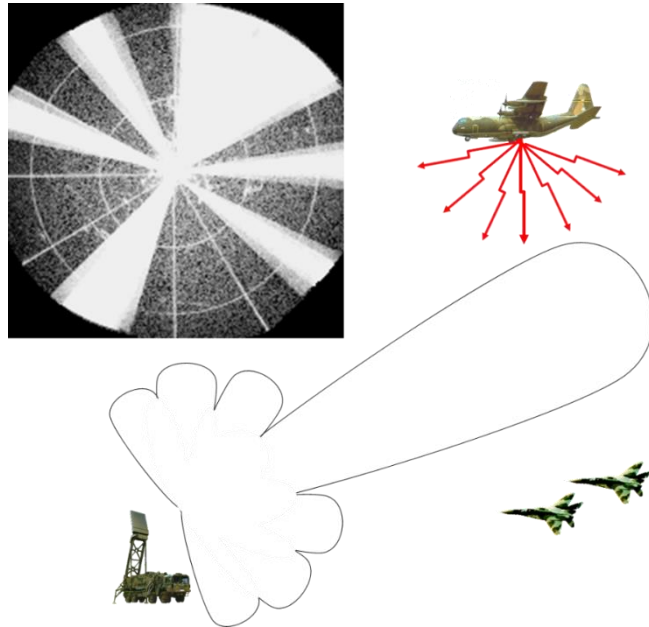
A céltárgy detektálás során előforduló zavarási módszerek és azok hatása a radarra, a következő csoportokra bonthatók:

---

<sup>1</sup> EPM - Electronic Protection Measures

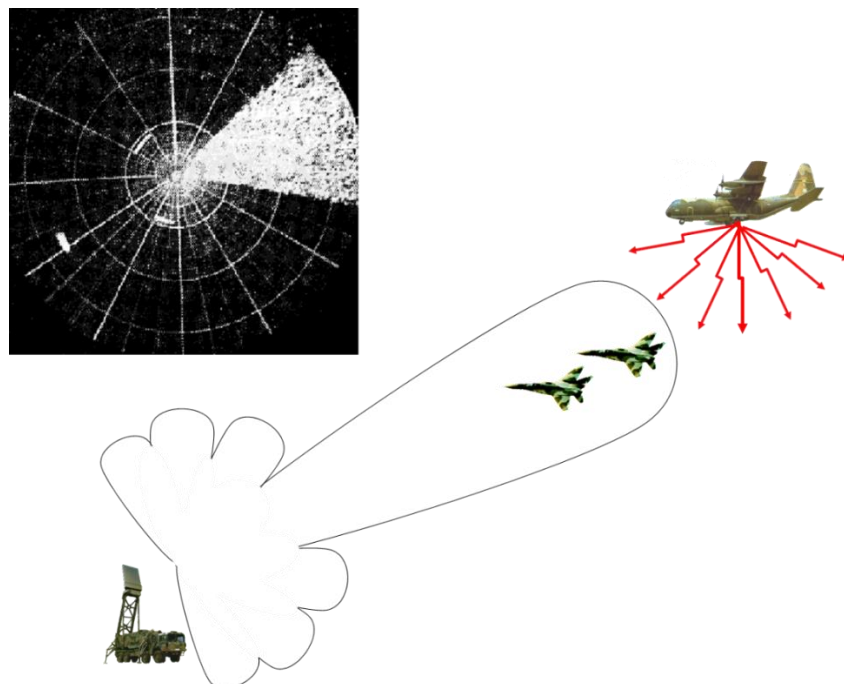
<sup>2</sup> ECCM - Electronic Counter-Counter Measures

- Oldalnyalábon keresztül történő zavarás esetén a radar antenna főnyalábja nem közvetlen a zavaradó felé, hanem attól eltérő irányba néz. A zavaradó teljesítménye és a radar vevőrendszerének érzékenysége miatt - a melléknyalábok szintjének és szélességének függvényében – a főnyaláb mellett a melléknyalábok irányában lévő szektorokon is céltárgy detektálási problémák lépnek fel. 1. ábra.



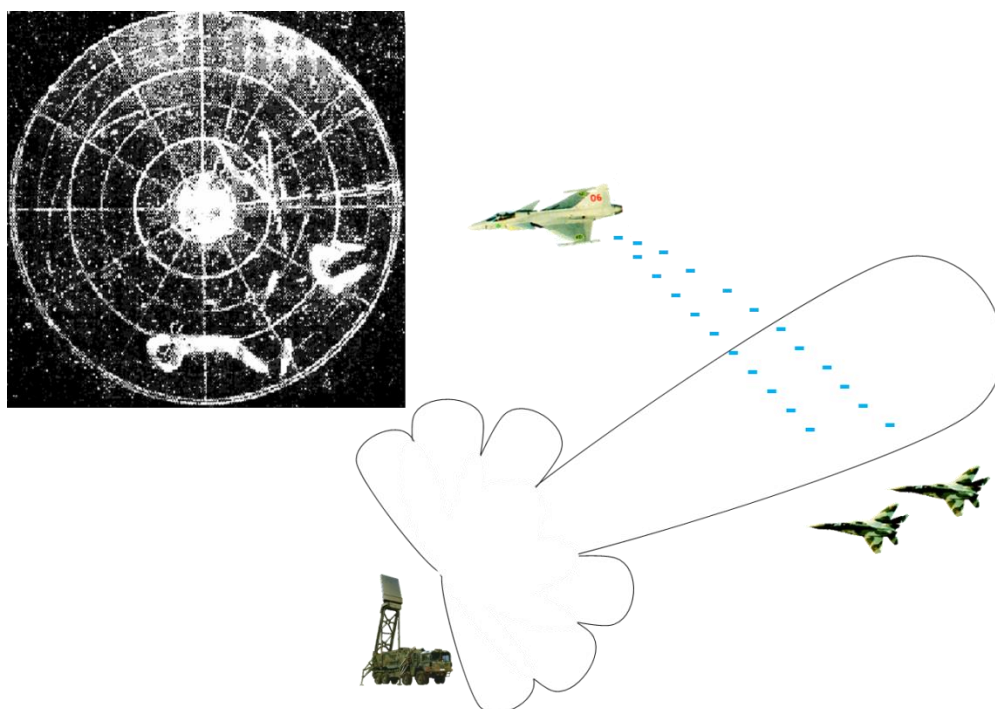
**1. ábra** Az oldalnyalábon megvalósított zavarás és annak hatása a céltárgy detektálásra (a szerző szerkesztése)

- A főnyalábon keresztül megvalósított zavarás esetén a zavaró adó irányába néz a radar antenna iránykarakterisztika. Kis zavaró adó teljesítménnyel is hatásos zavarás érhető el. 2. ábra.



**2. ábra** A főnyalábon megvalósított zavarás és annak hatása a céltárgy detektálásra (a szerző szerkesztése)

- Passzív zavarás esetén egy erre a célra felkészített légi járműből korábban bálákban elhelyezett dipól szalagokat – ún. chaff-okat - vagy szögvisszaverőket szórtak ki. Ma már vagy előre elkészített és kapszulákba elhelyezett (4. ábra) vagy a radar frekvenciáját mérő és az alapján a dipólokat méretre vágó berendezéseket alkalmaznak. A kiszórt dipólok az időjárási körülmények - a szél iránya, erőssége - valamint a kiszórás magasság függvényében „kihullanak”. Ez a kihullás - mivel a dipólok valamilyen könnyű fémgőzölt üvegszálból vagy műanyagból készülnek - több óráig eltart. Az eszköz által létrehozott felhő a lokátorok által kisugárzott energiát visszaveri és szétszórja a légtérben. A radar kezelői, valamint a plot extraktorok így a dipólfelhőnek megfelelő, gyakran a céltárgyakhhoz hasonló paraméterekkel rendelkező visszaverődéseket észlelnek. A chaff paraméterei, azok mennyisége, sűrűsége határozzák meg, hogy milyen mértékben csökken a valós céltárgyak detektálhatósága. A nagyon nagy céltárgy hatásos visszaverő felület miatt így álcázható, elfedhető például egy támadó kötelék. (3. ábra)



3. ábra Passzív módon megvalósított zavarás és annak hatása a céltárgy detektálásra (a szerző szerkesztése)



4. ábra RR-129 and RR-144 típusú dipól kapszulák (<http://www.radartutorial.eu/16.eccm/ja09.en.html>)

A cikk kiemelt célja összefoglalni és megvizsgálni a radar antennával megvalósítható zavarvédelmi eljárásokat, különös tekintettel az oldalnyalábokon történő zavarás esetére.

## **AKTÍV ÉS PASSZÍV ZAVARELNYOMÁSI MÓDSZEREK**

Elvek az aktív zavarok elnyomására: [3]

- Térbeli szelektivitás,
  - Irányszelektivitás,
  - Távolsági szelektivitás.
- A radar saját adóimpulzusára vonatkozóan
  - Polarizációs szelektivitás,
  - Spektrális szelektivitás,
  - Amplitúdó szelektivitás,
  - Időtartománybeli szelektivitás,
  - Modulációs jel szelektivitás.

Technikák az aktív zavarok elnyomására:

- Antennával megvalósítható:
  - keskeny főnyaláb,
  - alacsony melléknyaláb szintek
  - SLB<sup>3</sup>,
  - SLC<sup>4</sup> (adott irányokban nagy melléknyaláb elnyomás).
- Adóberendezéssel megvalósítható:
  - frekvencia diverzitás,
  - PRF<sup>5</sup> váltás (vobuláció),
  - adójel komplex belső modulációja,
  - nagy átlagteljesítmény.
- Vevőberendezéssel megvalósítható:
  - Dicke-fix,
  - nagy dinamika (csökkenti a rendszer telítésbe viteli lehetőséget).
- Jelfeldolgozással megvalósítható:
  - koherens jelfeldolgozás (fix vagy adaptív MTI),
  - impulzus szélesség diszkriminátor,
  - PRF diszkriminátor,
  - CFAR,
  - Clutter map (Zavar térkép).

### **Térbeli szelektivitás**

#### ***Irányszelektivitás***

Az irányszelektivitás az antenna, mint térbeli szűrő segítségével valósul meg, Az antenna főirányon kívüli irányokból - az antenna melléknyalábjainak szintjén – is vesz jeleket. Ez csökkenti a céltárgy detektálás minőségi paramétereit ( $P_d$ ,  $P_{fa}$ ), a vevőrendszer dinamikáját, ugyanakkor lehetőséget ad a lokátor zavarására. Az ideális iránykarakterisztikájú antenna -

---

<sup>3</sup> SideLobe Blanking - oldalnyaláb kioltás

<sup>4</sup> SideLobe Canceler - oldalnyaláb elnyomás

<sup>5</sup> Pulse Repetition Frequency – Impulzus ismétlődési frekvencia

melynek a főnyaláiban konstans, azon kívül mindenhol máshol nulla az erősítése – elvileg sem valósítható meg véges geometriai méretű antennával.

### **Távolsági szelektivitás**

A távolsági szelektivitás lehetőségei az adójel, vételi rendszer és a jelfeldolgozás minőségének függvénye.

### **Polarizációs szelektivitás**

Az elektromágneses hullámok polarizációját az elektromos mező iránya határozza meg. Az antennák kialakításukból adódóan előre meghatározott polarizált hullámok előállítására és vételére alkalmasak. Az erre merőleges polarizációra csökkent érzékenységűek. Légtérelőzési célokra leggyakrabban lineárisan polarizált antennarendszereket alkalmazunk. Az elliptikus vagy cirkuláris polarizációjú antennák aktív zavarvédelem vagy meteorológiai radarok esetén szükségesek és hatékonyak.

A Yagi vagy log-periodikus antennával rendelkező VHF radarok az általában vízszintesen elhelyezett sugárzóikkal vízszintesen polarizált hullámokat használnak adásra és vételre - mivel a céltárgyak vízszintes mérete többszöröse a függőleges méretüknek - így a céltárgy hatásos visszaverő felülete ebben a polarizációban nagyobb.

Ugyanakkora 3 dB többlet nyereséggel a földhatást kihasználó hírközlési adótorony gyakran függőleges polarizációval adnak és a függőlegesen elhelyezett omnidirekcionális botantenna a függőleges polarizációjú jeleket veszi.

A polarizációs szelektivitás a főnyaláb védelmére szolgáló nagyon fontos elv, mely a hasznos jel és a zavaró jel polarizációja közötti eltérést használja ki. A korszerű radarok képesek akár indításonként eltérő polarizációjú jelek adására és vételére. Az alkalmazott adaptív jelfeldolgozás módszerei és eszközei megegyeznek az oldalnyaláb elnyomásnál később ismertetettekkel.

### **Spektrális szelektivitás**

Frekvenciastabilitás megmutatja, hogy egy oszcillátor frekvenciája adott idő alatt, előre meghatározott körülmények közt - adott hőmérsékletváltozások között vagy a tápfeszültség adott ingadozása mellett - milyen mértékben tér el a névleges frekvenciától. Értéke Hz-ben vagy relatív egységben (pl. %-ban) is megadható. A helyi oszcillátor rövid idejű (periódusról periódusra változó) stabilitását a fáziszaja határozza meg. A fáziszaj tulajdonképpen egy véletlenszerű fázismoduláció, amely következtében az oszcillátor frekvenciaspektrumában az előállított frekvencia spektrumvonalán kívül két „zajoldalsáv” is megjelenik.

A radarberendezés vevőjének feladata, hogy pontosan az adója által előállított jelet erősítse. A vett jelhez a környezetben található - a radartól független vagy hasonló frekvencián üzemelő lokátor berendezés - más jelforrások közeli frekvenciái is hozzáadódhatnak. Ilyen források lehetnek a nagyobb hatótávolságú Wifi eszközök által használt (2,4 és 5 GHz), valamint a 4G / LTE<sup>6</sup> technológia (egy csomagkapcsolt adatátvitelt megvalósító, szélessávú, nagy sebességű mobil távközlési rendszer) által használt magasabb (2,1 és 2,6 GHz) frekvenciasávok. Ezek kölcsönösen zavarhatják egymást, nehezítve a jelfeldolgozást.

A mai korszerű radarok az adójel előállítása előtt analizálják a környező légtérben jelenlévő RF jeleket, majd meghatározzák azt a frekvenciát, amely adott pillanatban nagyon kis

---

<sup>6</sup> Long-Term Evolution – tükörfordításban hosszútávú fejlődés, ami egy negyedik generációs vezeték nélküli adatátviteli szabvány

összetevővel rendelkező interferenciával képviselteti magát az elektromágneses spektrumban. Ezt a módszert a legkevésbé zavart frekvencia kiválasztási módszerének hívják.

### **Amplitúdó szelektivitás**

A korai radarokban a detekciót csak a vett jelek amplitúdó alapján hajtották végre. A visszavert jelek amplitúdója széles határok közt mozog és ez a jelfeldolgozásban kis amplitúdó esetén, célkihagyást okozott, vagy nagy szintű jelek esetén telítésbe vitte a vevőt.

Ennek kiküszöbölésére a vevőben különféle jelerősítés szabályzó áramköröket hoztak létre. A leggyakrabban alkalmazott megoldások:

- az idő szerinti automatikus erősítés szabályzó (STC<sup>7</sup> vagy BAPY<sup>8</sup>),
- az automatikus erősítés szabályzó (AGC<sup>9</sup> vagy APY<sup>10</sup> [4]) áramkörök.

A korszerű radarokban már az erősítés szabályozása kiegészül a fázisolással, mely megvalósítható pl. a PACA<sup>11</sup> áramkör segítségével. Ez a korábban optimalizált erősítés után programozható a környező clutter-eknek megfelelő csillapítókat iktatnak be a vevő KF traktusába.

### **Időtartománybeli szelektivitás**

Impulzus üzemű radarokban csak a meghatározott időintervallumban érkező jelek kerülnek feldolgozásra. Ezt idővonalnak, vagy időszelekciónak nevezik. Alkalmazása esetén a vevőberendezések csak a hasznos jel megjelenésének időszakában működnek.

### **Modulációs jel szelektivitás**

A szándékos zavarok elleni védelem növelésének módszere az adójelben alkalmazott kombinált belső modulációk. E módszer hatékonyságát az impulzus kompresszió aránya és a környezeti lehetőségekhez való gyors alkalmazkodási képessége határozzák meg.

Adatátviteli csatornák esetén azokat a modulációkat - pl. fáziskód - tartjuk zavar védetteknek a vevőcsatornában, melyeknél az üzem során a kódokat rejtjel kombinációval fedjük, és ha célszerű illetve szükséges, akkor ki is javítjuk a sérült hiba bitszekvenciát. Különböző hibajelző és hibajavító kódok terjedtek el, például:

- „Hamming „- redundancián alapuló hibajelző javító,
- „Ciklus „- állandó arányú ellenőrzés (például 7=3+4),
- „Paritásos „- páros vagy páratlan jelszámúra kiegészítő-ellenőrző (egyedi),
- „Fire „- vertikális és longitudinális bitösszeg blokk (csoport) ellenőrző.

A felsorolt szándékos zavarok elleni védelmet segítő módszerek csak a zavarok egy bizonyos csoportjára hatásosak. Ugyanakkor az elektronikai eszközök zavarvédeltségét növelő technikai módszerek egyetlen ismert eszköze sem biztosítja az elektronikai zavarás elleni teljes védeltséget. A zavarvédeltséget a szervezési és technikai módszerek komplex alkalmazásával lehet megoldani.

---

<sup>7</sup> Sensitivity Time Control – idő szerinti automatikus erősítés szabályzó

<sup>8</sup> временная автоматическая регулировка усиления - idő szerinti automatikus erősítés szabályzó

<sup>9</sup> Automatic Gain Control - automatikus erősítés szabályzó

<sup>10</sup> автоматическая регулировка усиления - automatikus erősítés szabályzó

<sup>11</sup> PACA - Programmed Adaptive Clutter Attenuator

## AZ AKTÍV ZAVAROK ELNYOMÁSÁNAK MŰSZAKI LEHETŐSÉGEI

### Keskeny főnyaláb

Az iránykarakterisztika (5. ábra) az adott síkban egyenlő térerősségű pontokat összekötő görbe. Az antenna iránykarakterisztika meghatározza azt, hogy az antenna adott irányban mekkora intenzitással sugároz illetve mennyire érzékeny. Az iránykarakterisztikát két egymásra merőleges síkban adják meg. Az irányított antennák a fő sugárzási irányukba koncentrálnak a kisugárzott teljesítményt, ezért ebbe az irányba nagyságrendekkel nagyobb térerő keletkezik, mint ha minden irányban egyformán sugárzó izotrop antennát használnánk. Az antenna nyeresége alatt azt a dB-ben kifejezett teljesítményviszonyt értjük, ami kifejezi, hogy az antenna a fő sugárzási irányba létrehozott teljesítménysűrűsége mennyivel nagyobb, mint egy ugyanakkora teljesítménnyel táplált izotrop antennáé. Az antennanyereség feltüntetésekor néha nem az izotrop antennához, hanem a félhullámú dipólt használjuk, viszonyítási alapnak. A nyereség megadásakor fontos a viszonyítási alap, e miatt lehet dB, dBi illetve dBd a mértékegység. Az antenna sugárzási szöge, vagy irányélességi szöge az az érték, amelynél az antenna nyeresége a maximális nyereséghez képest 3 dB-t (fél teljesítményt) csökken. Alapelve, hogy egy antenna nyeresége annál nagyobb, minél keskenyebb nyalábba koncentrálnak a sugárzást.

### Nagy melléknyaláb elnyomású antennák

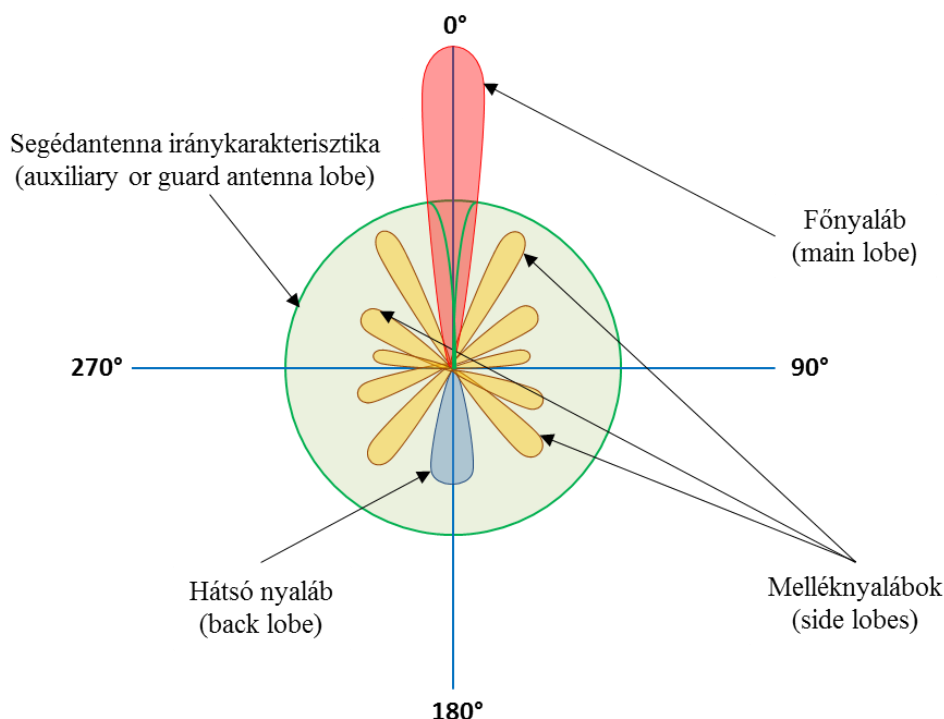
A nem főirányból érkező zavarok kiszűrésének módszere a melléknyaláb szint csökkentése. Másként kifejezve; a nyers erő módszerét alkalmazva ez esetben a melléknyaláb csillapítás növelése. Az apertúra típusú antennákat a melléknyaláb szint szerint a következő kategóriákba sorolják:

- Átlagos: 13-30dB,
- Nagy melléknyaláb elnyomású: 30-40dB,
- Extra nagy melléknyaláb elnyomású antenna:> 40dB.

A kis melléknyaláb szintet az apertúra megvilágítási függvényének megfelelő ablakozással érik el. A jelfeldolgozásból már jól ismert ablakfüggvényeket alkalmazzák, mert az antenna iránykarakterisztika mint térbeli szűrő és a megvilágítási függvénye Fourier transzformációs kapcsolatban vannak. Szokványosnak tekinthető primer sugárzókkal igen korlátozott mértékben lehet egy adott ablakfüggvényt realizálni. A gyakorlatban az apertúra antennák megvilágítási függvényét az apertúra szélei felé csökkentik, így a melléknyaláb szint csökkenthető. Réssugárzó sor alkalmas pontosabban hangolható megvilágítási függvény kialakítására. A réssugárzó sorral, vagy más fázisrács típusú antennarendszerrel megvalósított extra nagy melléknyaláb elnyomású antennák esetében két lényeges szempont kell számításba venni: a sugárzó elemek egymásra hatását és a gyártási pontosságot. Az egymásra hatás figyelembe vétele bonyolult térelméleti modelleket és számításokat igényel. A gyártási pontosság technológiai kérdés.

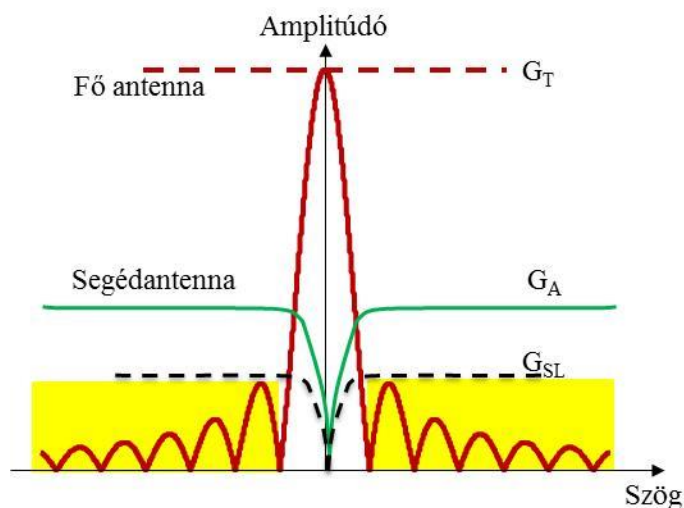
### Az oldalnyaláb kioltó (SideLobe Blanking - SLB)

Az oldalnyalábon keresztül vett impulzus kioltó alrendszer célja az antenna melléknyalábjain beérkező impulzus jellegű interferenciák detekciójának a megelőzése. Ez egy elméletileg hengerszimmetrikus iránykarakterisztikával rendelkező segédantenna alkalmazásával valósítható meg. A fő- és segédantenna iránykarakterisztikáinak egymáshoz viszonyított alakját vízszintes síkban az 5. ábra mutatja.



5. ábra A fő- és segédantenna iránykarakterisztikái polárkoordináta-rendszerben (a szerző szerkesztése)

A fő antenna nagy nyereségű, erősen irányított karakterisztikával rendelkezik, nagy főnyaláb ( $G_T$ ) és alacsony melléknyaláb nyereséggel ( $G_{SL}$ ). A segédantenna kis nyereségű, de feltétel, hogy nyeresége ( $G_A$ ) nagyobb legyen, mint a fő antenna melléknyaláb nyereségének értéke, amint az a 6. ábra szemléltet. Az antennák iránykarakterisztikáiban jelentkező különbség a vett hamis- és valós céljelek jelszintjeinek antennanyereség szerinti különbségét határozzák meg. A segédantennák megfelelő kialakítása a polarizációjuk miatt is fontos, hiszen a két antenna polarizációs karakterisztikája közötti különbség csökkenti annak lehetőségét, hogy a zavaró adó keresztpolarizációt használva tudjon hamis célt a rendszerbe bevinni.



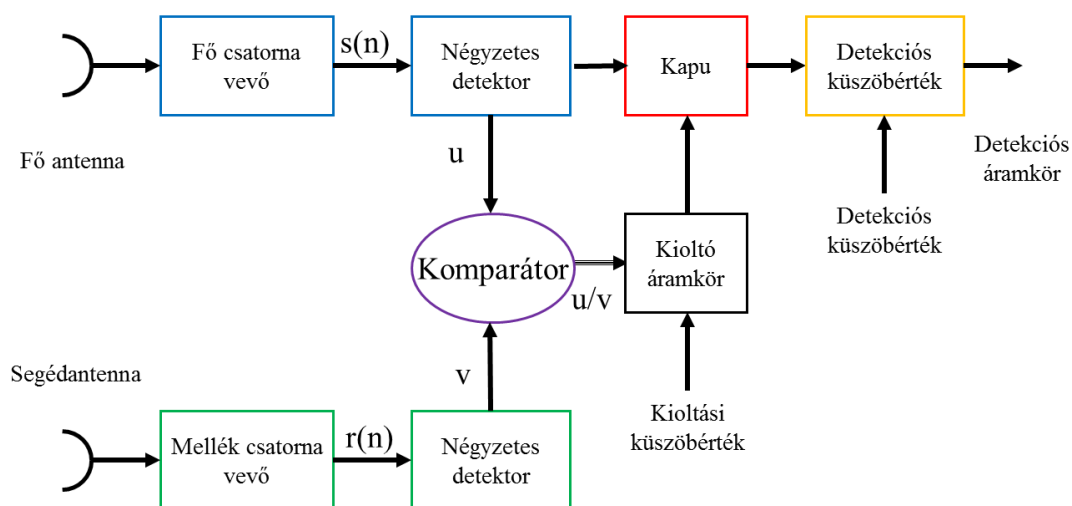
6. ábra A fő- és segédantenna iránykarakterisztikái Decartes-féle koordináta-rendszerben (a szerző szerkesztése)

Mindkét antennához külön, de teljesen azonos kivitelű vevőcsatorna tartozik. Így egyetlen visszavert jelről két különböző (fő- és segéd) csatornában, oldalszögben és helyszögben,



nyerünk információt. Ezáltal biztosítva a vett jelek szabályozott összehasonlítását. Az oldalnyaláb kioltást megvalósító egység egy lehetséges funkcionális blokkvázlata a 7. ábrán látható.

A két csatorna beérkező jeleit egy u/v komparátor hasonlítja össze. Ha a segédantennán vett jel szintje nagyobb a fő antennán vett jelnél, akkor a vett jel nem főirányból érkezett. Az áramkör biztosítja, hogy az oldalnyaláb kioltás lekapcsolja a vett jelet a radar további egységeiről adott oldalszögön és távolságban.



7. ábra Az oldalnyaláb kioltás blokkvázlata (a szerző szerkesztése)

Szemléltetésképpen tételezzük fel, hogy a zavarjel egyszerre érkezik a fő és a mellék,- vagy segédcsatorna antennáira. A fő,- és mellékcsatornán (amit guard, azaz őrző csatornának is neveznek) haladó jelminták sorozata  $s(n)$  és  $r(n)$ , a négyzetes detektorba jutnak, amely kimenetén a teljesítménnyel arányos  $u$  és  $v$  feszültség jelenik meg. A demodulált jelek ezután magára a komparátorra (összehasonlítóra) jutnak. Ha a kimenő  $u/v$  jel szintje eléri az előre meghatározott kioltási küszöbértéket akkor a kioltó áramkör nyitja a kaput, ami így megszakítja a fő csatornán érkező jelsorozat útját, ezzel megelőzve azt, hogy hamis céljelek jussanak a detekciós folyamatba adott oldalszög és távolsági cellákban.

Az SLB áramkör hatékony kivitelezéséhez kompromisszumokat kell kötni. Körültekintően kell megválasztani illetve kialakítani az antenna paramétereit ( $\beta$ ,  $G_A$ ) valamint a kioltási és a detekciós küszöbértéket. Az antenna melléknyaláb szintje valamint a JNR és az SNR szintje is ezektől függ. Az oldalnyaláb kioltás kialakítása során elsődleges szempont a  $P_D$  értékének maximalizálása, és a  $P_{FA}$ ,  $P_{FT}$ ,  $P_{TB}$  valamint a veszteségek minimalizálása.

A segédantenna megfelelő elhelyezése jelentősen befolyásolja az oldalnyalábban vett jel kioltási hatékonyságát. A több utas terjedés hatásának csökkentése érdekében ajánlott azt a fő antenna fázisközéppontjával megegyező magasságba elhelyezni.

Az oldalnyaláb kioltás nem alkalmas nagy kitöltési tényezőjű pl. CW jellegű zavarok kiszűrésére, mert ez esetben folyamatosan lekapcsolná a vételt (kivéve a zavar irányát). Viszont kiválóan alkalmas az oldalnyalábokon a rendszerbe került hamis célimpulzusokat (célimitálást) generáló zavarforrás kiszűrésére.

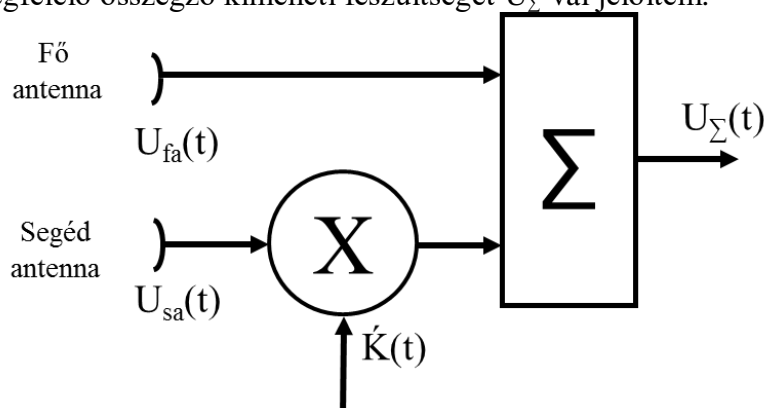
### Az oldalnyaláb elnyomó (SideLobe Canceler - SLC)

Az oldalnyaláb szint csökkentő (elnyomó) célja az antenna melléknyalábjain (a keresztpolarizációs oldalnyaláb elnyomó esetén, a főnyalábban is) beérkező nagy kitöltési tényezőjű vagy CW jellegű zavarok detekciójának megelőzése illetve csökkentése.

A nagy kitöltési tényezőjű zavarok a légtérelenőrző radar helyes működését az alábbi módokon befolyásolhatják:

- a radarvevő telítésbe vitele,
- a hatótávolság drasztikus csökkentése (a vevőrendszer zajszintjének növelésével),
- a hamis célok számának intenzív növelése. [6]

A zaj komponens elnyomása a bemeneti jelek korrelációs elemzése alapján, automatikus szabályzással rendelkező SLC eszközök felhasználásával történik. Ezek lehetnek egy vagy többcsatornás eszközök. Az egycsatornás oldalnyaláb elnyomó 10-25 dB-es - egy forrásból származó - zajelnyomást biztosít. A többcsatornás oldalnyaláb elnyomó zajvédelem lehetőségei (a kompenzációs csatornák interferenciájának statisztikai viszonya miatt) alacsonyabb, ami hátrány. A következőkben egy egycsatornás korrelációs oldalnyaláb elnyomó rendszer strukturális szintézisét végzem el. E célból a fő antennáról a fő csatorna bemenetére jutó feszültséget  $U_{fa}$ -val, míg - a kiegészítő vagy kompenzációs antennáról - a kiegészítő csatornára jutó feszültséget  $U_{ka}$ -val, valamint „ $t$ ”-vel a jelek időbeni változását jelölöm. A 8. ábrán látható összeállításnak megfelelő összegző kimeneti feszültségét  $U_{\Sigma}$ -val jelöltem.



8. ábra Az oldalnyaláb elnyomó általános blokkvázlata ([5] alapján a szerző szerkesztése)

Ekkor [5]:

$$U_{\Sigma}(t) = U_{fa}(t) + \dot{K}U_{ka}(t) \quad (1.1)$$

Ahol:

- $\dot{K}$  – a zaj komplex átviteli együtthatója a fő csatornában (biztosítva a kiegyenlítést a fő és mellékcsatornában, amplitúdóban és fázisban).

A zaj négyzetes középértéke a kimeneten:

$$\overline{U_{\Sigma}^2}(t) = \overline{U_{fa}^2}(t) + \overline{2\dot{K}U_{fa}(t)U_{ka}^*(t)} + \overline{U_{ka}^2}(t) \quad (1.2)$$

A kifejezés a szélsőértéke megadja, hogy milyen  $\dot{K}$  érték mellett lesz minimális a  $\overline{U_{\Sigma}^2}(t)$ . Ezért kiszámolva  $d\overline{U_{\Sigma}^2}(t)/d\dot{K} = 0$  megkapjuk:

$$d\overline{U_{\Sigma}^2}(t)/d\dot{K} = \overline{2U_{fa}(t)U_{ka}^*(t)} + 2\dot{K}\overline{U_{fa}^2}(t) = 0 \quad (1.3)$$

Ezért az optimális komplex átviteli tényező a kiegészítő csatornában:

$$\dot{K}_{opt} = \frac{\overline{2U_{fa}(t)U_{ka}^*(t)}}{\overline{U_{ka}^2}(t)} = \frac{\rho_{01}\sigma_0}{\sigma_K} \quad (1.4)$$

Ahol:

- $\rho_{01} \leq 1$  - a fő,- és mellékcsatorna zaj+zavar jeleinek keresztkorrelációs együtthatója,

- $\sigma_o = \sqrt{\overline{|U_{fa}|^2}}$  – a főcsatorna zaj+zavar jeleinek négyzetes középértéke,
- $\sigma_K = \sqrt{\overline{|U_{sa}|^2}}$  – a kiegészítő csatorna zaj+zavar jeleinek négyzetes középértéke,
- \* – a komplex konjugáció jele.

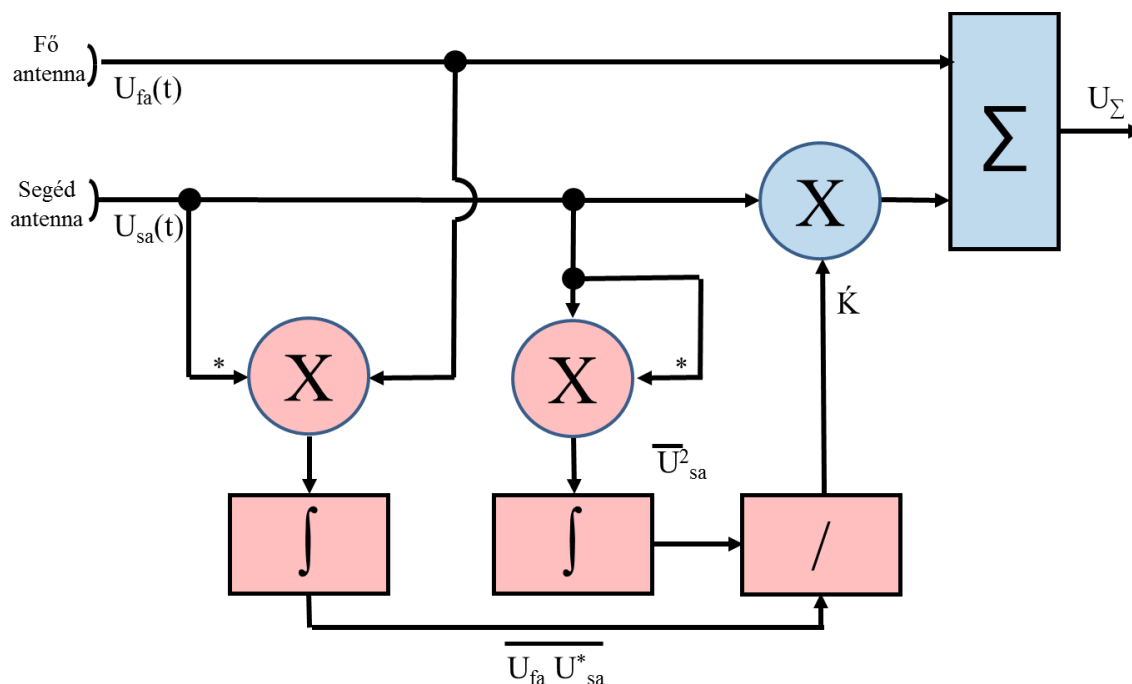
Az (1.1) és (1.4) eljárásokat részletesebben leíró rendszert ábrázol a 9. ábrán látható maximális elnyomási arányt biztosító oldalnyaláb elnyomó. A fő- és mellékcsatorna jeleinek szorzata, keverőkkel valósul meg, majd egy sávszűrő integrálja a jeleket. Ez az alapsávú jel vezérli a segédcsatorna erősítését. Lásd részleteiben a 15. ábrán.

Az oldalnyaláb elnyomó jóságát a zavarelnyomási tényező (CR - Cancellation Ratio) határozza meg, amelynek értéke a kimeneti zajteljesítmény oldalnyaláb elnyomó nélkül osztva a kimeneti zajteljesítmény oldalnyaláb elnyomóval.

$$K_{mea} = \frac{P_{be}}{P_{ki}}$$

Ahol:

- $K_{mea}$  – maximális elnyomási arányt biztosító komplex zajelnyomási tényező.



9. ábra Az optimális oldalnyaláb elnyomó blokkvázlata ([4] alapján a szerző szerkesztése)

Figyelembe véve, hogy  $P_{be} = \overline{U_{fa}^2} = \sigma_o^2$ . A zaj+zavar jel feszültség csökkenés meghatározható:

$$\begin{aligned}
 P_{ki} &= \overline{U_{\Sigma}^2} = \overline{U_{\Sigma} U_{\Sigma}^*} = \sigma_{\Sigma}^2 = \overline{\left( U_{fa} - \rho_{01} \frac{\sigma_o}{\sigma_K} U_{sa} \right) \left( U_{fa} + \rho_{01} \frac{\sigma_o}{\sigma_K} U_{sa} \right)} = \\
 &= \overline{U_{fa}^2} - \rho_{01} \frac{\sigma_o}{\sigma_K} \overline{U_{sa} U_{fa}^*} + \rho_{01} \frac{\sigma_o}{\sigma_K} \overline{U_{fa} U_{sa}^*} - \rho_{01}^2 \frac{\sigma_o^2}{\sigma_K^2} \overline{U_{sa}^2} = \sigma_o^2 (1 - \rho_{01}^2) \quad (1.5)
 \end{aligned}$$

Itt az  $U_{\Sigma}(t)$  feszültség az (1.1) egyenlet alapján határozható meg. Ebben az esetben a  $K_{mea}$  kifejezés a következő egyszerű alakot veszi fel:

$$K_{mea} = \frac{1}{(1-\rho_{01}^2)} \quad (1.6)$$

Az összefüggésekből következik, hogy minél nagyobb a keresztkorreláció az oldalnyaláb elnyomó fő ( $U_{fa}$ ) és kiegészítő ( $U_{ka}$ ) csatornában annál nagyobb lehet a zaj-zavar elnyomási tényező.

A korai ilyen oldalnyaláb elnyomó berendezések fő hátrányát a működés közbeni instabilitások jelentették. Ezt a hiányosságot oldja meg a széles körben elterjedt digitális jelfeldolgozás. A rádiólokátorokban a leggyakrabban a negatív visszacsatolású korrelációs oldalnyaláb elnyomókat használjuk, mert ezekben a  $\sigma_{\Sigma}^2$  minimalizálásával kiküszöbölhető az analóg elemek instabilitásából adódó zaj elnyomási tényező változás.

Az ilyen oldalnyaláb elnyomóra a következő kifejezést kapjuk, ha az áramkör komplex átviteli együtthatója:

$$\dot{K} = -\gamma \overline{U_{vez}} \quad (1.7)$$

Ahol:

- $U_{vez}$  - vezérlőfeszültség szabályozza az átviteli együttható nagyságát és jeleit,
- $\gamma$  - a szabályzó áramkör meredeksége (a negatív visszacsatolás erősítési tényezője),
- „-” - a negatív visszacsatolást szimbolizálja.

Az  $U_{vez}$  feszültség hatására a  $\dot{K}$  tényező argumentuma egészen addig változik, amíg az  $U_{\Sigma}$  összegfeszültségből nem zárható ki a kiegészítő csatorna feszültségével korrelált összetevők. A  $\gamma \gg 1$  esetében a rendszer megegyezik az eredeti (1.1) és (1.4) egyenletek interferencia elnyomási együtthatójával.

Ténylegesen:

$$U_{vez} = \overline{U_{\Sigma}(t)U_{ka}^*(t)} = \overline{[U_{fa}(t) + \dot{K}U_{sa}(t)]U_{ka}^*(t)} \quad (1.8)$$

Így:

$$\dot{K} = -\gamma \overline{[U_{fa}(t) + \dot{K}U_{sa}(t)]U_{ka}^*(t)} = -\gamma \overline{U_{fa}(t)U_{ka}^*(t)} - \gamma \dot{K} \overline{U_{sa}^2(t)} \quad (1.9)$$

Eredményként:

$$\dot{K} = -\gamma \frac{\overline{U_{fa}(t)U_{ka}^*(t)}}{(1+\gamma \overline{U_{sa}^2(t)})} = -\gamma \frac{\rho_{01}\sigma_0}{(1-\gamma\sigma_K)} \quad (1.10)$$

Az (1.10) egyenletben a  $\gamma \gg 1$  esetében a nevező elhanyagolható és ilyenkor a korrelációs visszacsatolású oldalnyaláb elnyomó átviteli tényezője megegyezik az optimális átviteli tényezővel. Az ilyen összeállítás dinamikus időállandója  $\tau_d$  a következő összefüggés alapján kerül meghatározásra:

$$\tau_d = \frac{T_i}{1+\gamma\sigma_K^2} \quad (1.11)$$

Ahol:

- $T_i$  - az integrátor időállandója nyitott visszacsatoló áramkörrel.

Fontos, hogy a vizsgált rendszerben a zavar nagysága a további csatornában  $\overline{U_{sa}^2} = \sigma_K^2$  és  $\tau_d$  széles határok közt változhat az SLC stabilitását is veszélyeztetve. Az oldalnyaláb elnyomó öngerjesztési feltételeinek megszüntetése érdekében olyan vezérlő feszültség szabályozó áramköröket alkalmaznak, amely pl. az STC elvén működik. Ebben az esetben a dinamikus állandó, mely meghatározza az oldalnyaláb elnyomó rendszer zavarhoz való adaptivitás sebességét.

Ez a  $\tau_d \geq (2-5)\tau_i$  érték.

Ahol:

- $\tau_i$  - a hasznos jel impulzushossza.

Az eddigi oldalnyaláb elnyomó áramkörök hatékonyan kompenzálják az interferenciát, ha a fáziskülönbség a fő és a kiegészítő csatornák között  $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta K$ , röviden  $n\pi$ , ahol  $n=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ . Ha a fáziskülönbség nem a  $\pi$  többszöröse, akkor szükség van egy kvadratura áramkörre, vagy csatornavezérlésre, egy helyi oszcillátor feszültségének beiktatásával. Lásd 10. ábra.

Figyelembe véve a helyi oszcillátorral megvalósított oldalnyaláb elnyomó sajátosságait, a fő és kiegészítő csatornák feszültsége, - lásd a 10. ábra vektordiagramját - a következő összefüggésekkel írhatók le:

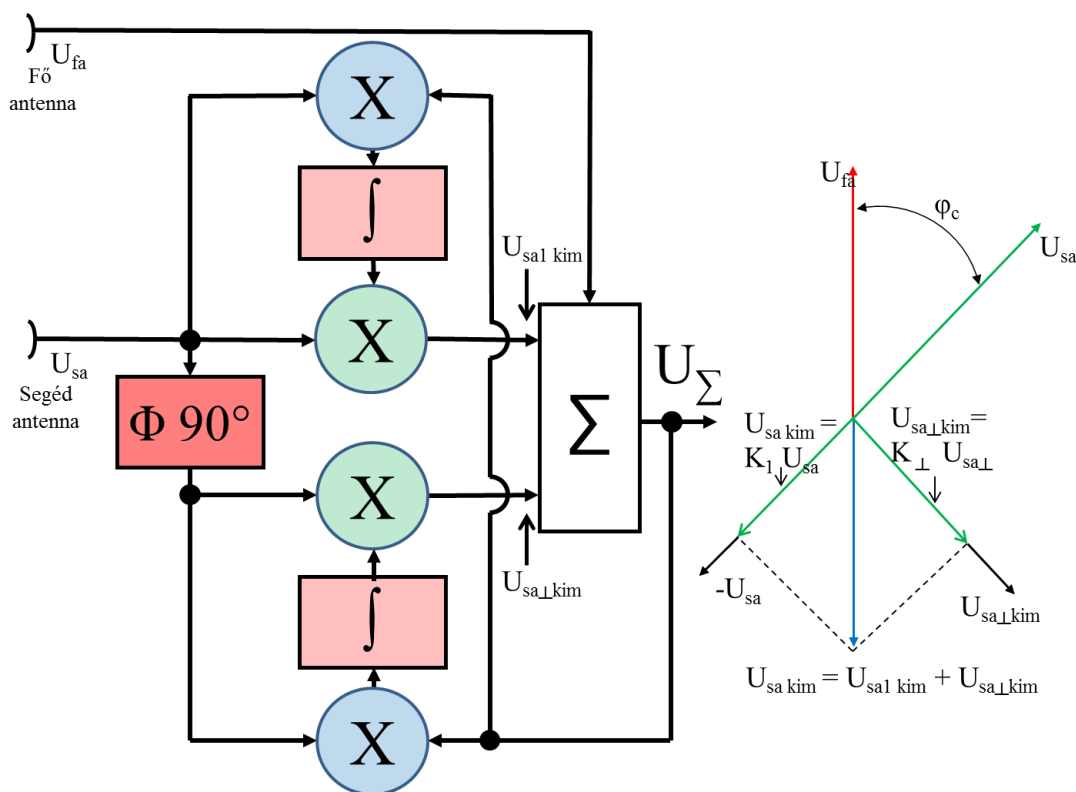
$$U_{fa}(t) = U_{fa} e^{-j\omega_0 t - j\psi_0(t)} \text{ és } U_{sa}(t) = U_{sa} e^{-j\omega_0 t - j\Delta\phi - j\psi_1(t)} \quad (1.12)$$

Ahol:

- $\Delta\phi$  – a zajfeszültség fáziseltérése a kiegészítő csatorna zaj+zavar jeléhez viszonyítva, amely a fő,- és mellékcsatornában megtett útvonal hosszának különbsége miatt alakul ki,
- $\Psi_0(t)$  és  $\Psi_1(t)$  – a fázis moduláció a fő és kiegészítő csatornának megfelelően.

Legyen:

- $\psi_0(t) \cong \psi_1(t)$ ,
- $\varphi_c$  – a főantenna iránykarakterisztika maximuma és a zavaradó oldal és helyszögben jelentkező szögekülönbség.



10. ábra Az egycsatornás kvadratura oldalnyaláb elnyomó blokkvázlata és vektordiagramja ([5] alapján a szerző szerkesztése)

A helyi oszcillátor feszültségének segítségével  $U_{HO}(t) = e^{-j\omega_{HO}t - \varphi_{HO}}$  ( $\omega_{HO}$  és  $\varphi_{HO}$  – a helyi oszcillátor frekvenciája és kezdő fázisa, valamint  $\omega_{HO} \leq \omega_0$ ), a fő csatorna jele a frekvencia tartományban  $\omega_0 + \varphi_{HO}$ ;  $U_{fa}(t) = U_{fa} e^{-j(\omega_0 + \varphi_{HO})t - j\varphi_{HO} - j\psi_0(t)}$

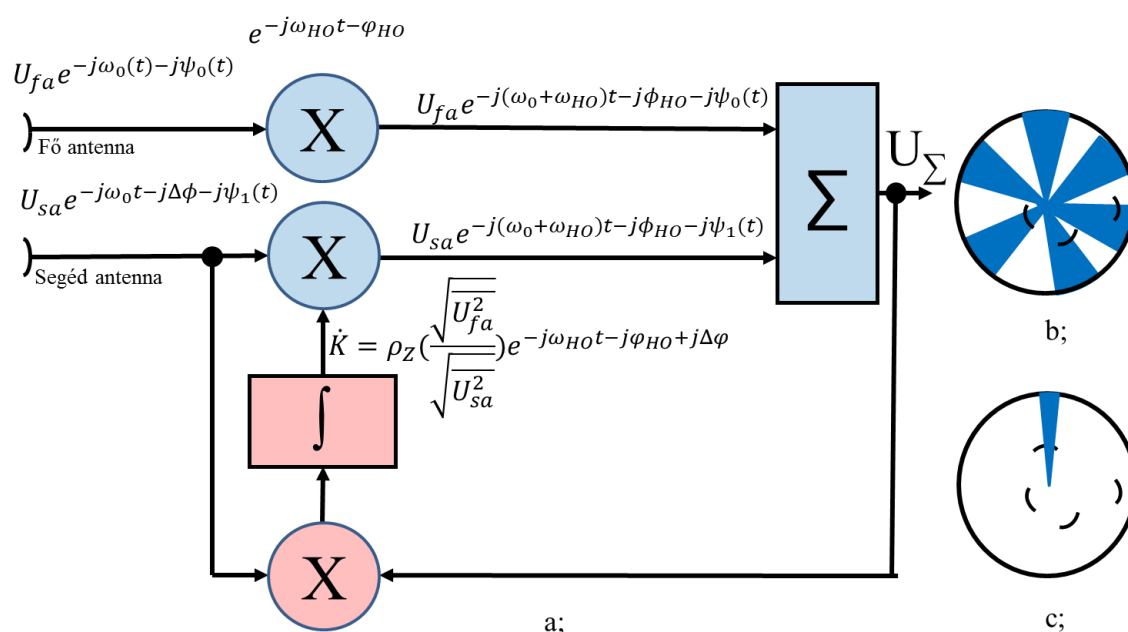
Az  $U_{sa}(t)$ -t és az  $U_{fa}(t)$ -t az (1.4) egyenletben lévő optimális komplex átviteli tényezőbe behelyettesítve és figyelembe véve az  $U_{ka}(t)$  jel komplex konjugáltját, megkapjuk:

$$\dot{K} = \rho_Z \left( \frac{\sqrt{U_{fa}^2}}{\sqrt{U_{sa}^2}} \right) e^{-j\omega_{HO}t - j\phi_{HO} - j\psi_0(t) + j\Delta\phi + j\psi_1(t)} \quad (1.13)$$

A  $\psi_0(t) \cong \psi_1(t)$  feltétel teljesülése esetén a kifejezés felírható:

$$\dot{K} = \rho_Z \left( \frac{\sqrt{U_{fa}^2}}{\sqrt{U_{sa}^2}} \right) e^{-j\omega_{HO}t - j\phi_{HO} + j\Delta\phi} \quad (1.14)$$

Az  $U_{sa}(t)$  feszültség és a  $\dot{K}$  súlyozó együttható szorzása után annak amplitúdója és a fázisa egyenlővé válik az  $U_{fa}(t)$  feszültségével, hogy biztosítsa azok koherens kompenzációját, ahogy az a 11. ábrán látszik.



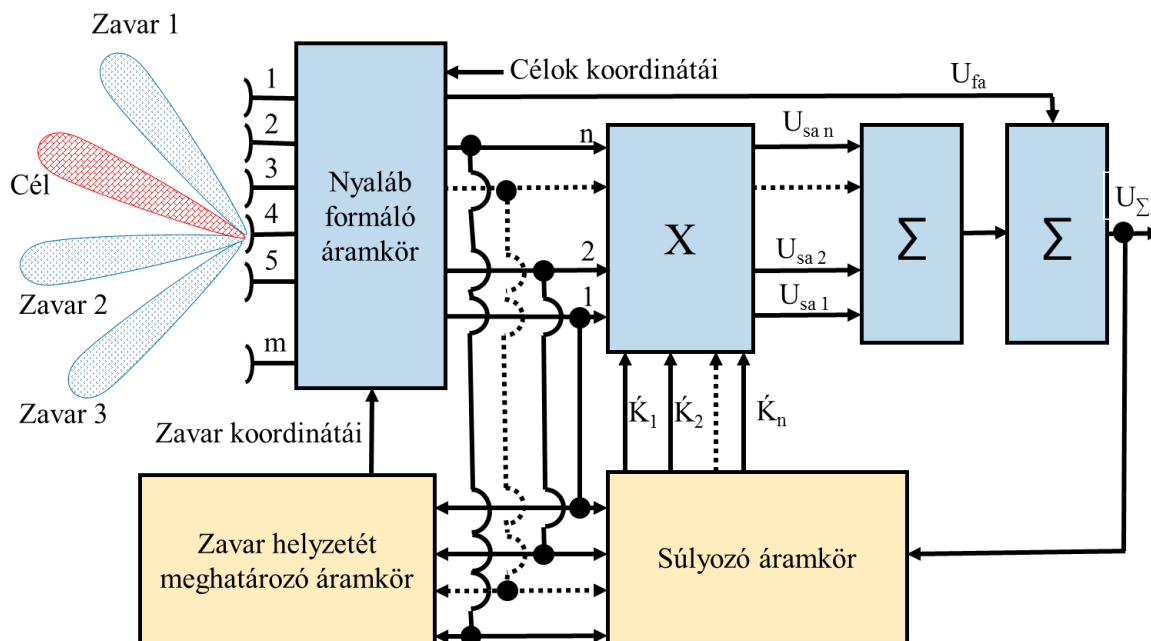
11. ábra Az egycsatornás helyi oszcillátoros oldalnyaláb elnyomó a – blokkvázlata és hatása a megjelenítésre b – kikapcsolt és c – bekapcsolt állapotban ([5] alapján a szerző szerkesztése)

Ezek alapján bizonyított, hogy a „fehér zaj” jellegű zavarforrás irányának meghatározásán alapuló koherens kompenzációs módszerek az antenna iránykarakteristika nulla helyeinek kialakítása az impulzus zavar forrásának irányába két lépésben megy végbe [7]:

- Az első szakaszban meghatározásra kerül a zavarforrás szögértékének és intenzitásának becslése, valamint adaptív jelfeldolgozással a jel iránya. A kapott információk alapján módosítják a kompenzáló iránykarakterisztikákat (mindegyiket a megállapított zavarforrásra irányítva). 12. ábra.
- A második szakaszban megtörténik a zavarok koherens kivonása a hasznos céljel és a zavarjelek közül. Az eredmény egy olyan többnyalábos adaptív fázisvezérelt antenna rács, amelyben a céljelhez tartozó nyaláb maximuma a céltárgyra irányul, míg a zajvarral terhelt irányba a vétel minimális és az adaptív iránykarakteristika nulla értékei egybeesnek a zavarforrás irányával.

A megoldás a fázisvezérelt antenna rács esetén kiterjesztett mérési szabadságfokkal képes az aktív zavarjelek térbeli szűrésére. A zavar előzetes térbeli elkülönítésekor - ilyen védelmi eszközök használata esetén - jelentősen nőhet az SLC adaptációs sebessége, mely a fenti

egyenletek és eszközök bemeneti jeleinek képzési mintáin alapul. A zavarelnyomás gyorsasága (adaptációs sebesség) a zavaró környezet komplexitásától függően 10-15-ször nagyobb lehet. E módszerek hátránya a technikai megvalósítás összetettsége, mivel magának az irányválasztás feladatának az analóg rendszer kivitelezése minden egyes csatornában jelentős mennyiségű vektor-mátrixszámítási műveletet igényel. Ezt a feladatmennyiséget összevonva egy közös algoritmussal kezeli a 12. ábrán bemutatott adaptív digitális antenna nyaláb kialakítását használó megoldás.



12. ábra Aktív zaj zavar koherens kompenzációs eszköz blokkdiagramja az impulzus zavar irányát meghatározó előre meghatározó ([5] alapján a szerző szerkesztése)

Részleteiben a melléknyalábokon keresztül zavaró jelek kerülnek a légtérelenőrző radar vevőrendszerébe, mivel ennek antennája nem ideális. A segédantennák és az adaptív jelfeldolgozó használatával olyan iránykarakterisztikát alakít ki, amelynek a nulla helyei a beérkező zavarok irányában vannak, így azok a radar performanciáját nem csökkentik. A zavaró jelnek a lokátor adóimpulzusánál hosszabb ezzel lehetővé válik, hogy a radar megkülönböztesse a zavart és a hasznos jelet egymástól. Ezt a zavarszűrő rendszer adaptációs idejének nevezzük. Az adaptációs idő növelésével egyre több információhoz juthatunk a zavarról, így egyre nagyobb az elvi lehetőség annak kiszűrésére. Megfelelően hosszú feldolgozási idő esetén a céltárgyak jelei torzítás nélkül jutnak át a zavarszűrő egységen. Az időben állandónak tekinthető zavart az adaptív rendszer elnyomja.

A vevő antenna sugárzóinak helyzete egybeesik a radar kutatójel sugárzójának polarizációjával, ezért az antenna az érintett oldalnyaláb elnyomó fő antennája.

Az aktív zaj jellegű zavarok koherens kompenzálására a fő nyalábban hatékonyan kihasználható azok polarizációs tökéletlensége. Leggyakrabban egyenletes elliptikus (kör) vagy a vízszintestől 45 fokos lineáris polarizációt alkalmaznak. Ilyen zavarok a radarok bármilyen polarizációjú kisugárzott adójelére hatással lehetnek. Az ilyen típusú zavar polarizációjának tökéletlensége gyakran abban áll, hogy a polarizációs vektor vízszintes és függőleges összetevői egymással korrelálnak, azaz erős kapcsolat van az amplitúdó és a fázis között. Ezért lehet a zavaró jeleket kölcsönösen kompenzálni (szűrni) a polarizációs oldalnyaláb elnyomó segítségével, ha a radar biztosítja a különálló vételüket. A segéd antennának a fő antennával azonos sugárzóik vannak, de ortogonálisan elhelyezve, ahogy a 13. ábrán látszik.

A biortogonális antennához az antenna síkjára merőleges irányból érkező jel egy teljesen polarizált, keskeny sávú pontszerű zaj jellegű zavarforrástól származik. Ebben az esetben a hasznos jel nem, vagy csak kis mértékben, befolyásolja a korrelációs negatív visszacsatoló áramkör működését, azaz a következő feltétel teljesül  $\tau_d \geq \tau_i$  / (2-5). Így a zaj feszültsége a fő és segédantenna bemenetén felírható:

$$U_{fa}(t) = U_{fa} \cos \omega_0 t, U_{sa}(t) = U_{sa} \cos(\omega_0 t + \Delta\varphi_\pi) = a_\pi U_{fa}(\omega_0 t + \Delta\varphi_\pi) \quad (1.15)$$

Ahol:

- $a_\pi = U_{sa}/U_{fa}$ ,
- $\Delta\varphi_\pi$  – a két csatorna közti fáziskülönbség.

Másképpen kifejezve a hasznos jel feszültsége a zajfeszültséggel együtt az SLC fő és segédcsatornájának bemenetein:

$$S_{fa}(t) = S_{fa} \cos \omega_0 t, S_{sa}(t) = U_{sa} \cos(\omega_0 t + \Delta\varphi_j) = a_j S_{fa}(\omega_0 t + \Delta\varphi_j) \quad (1.16)$$

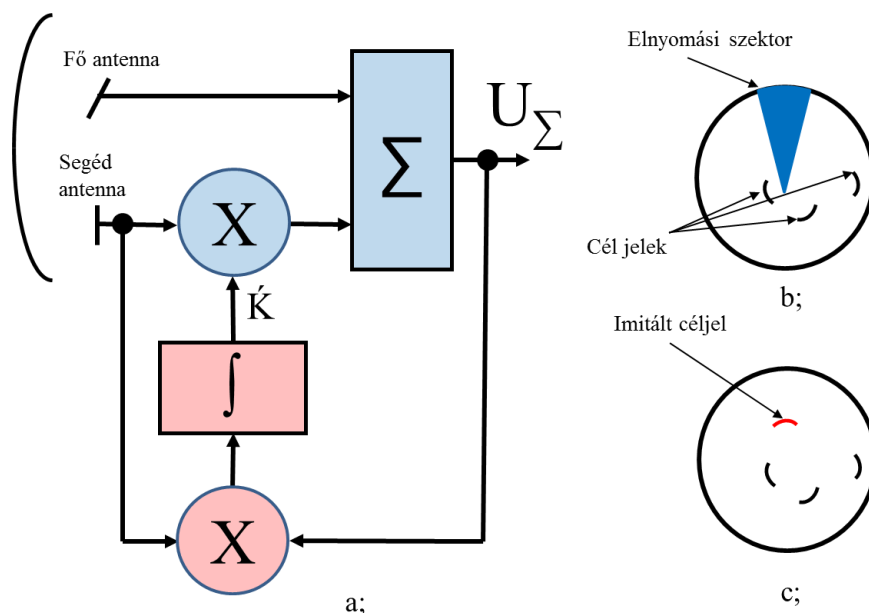
Ahol:

- $a_j = S_{sa}/S_{fa}$ ,
- $\Delta\varphi_j$  – a két csatorna jeleinek fáziskülönbsége.

Így felírható:

$$S_\Sigma = S_{fa} \sqrt{1 + \frac{a_j^2}{a_\pi^2} - 2 \frac{a_j}{a_\pi} \cos(\Delta\varphi_j - \Delta\varphi_\pi)} \quad (1.17)$$

A hasznos jel feszültségének amplitúdója az oldalnyaláb elnyomó kimenetén a jel polarizációs paraméterei és a zavar közötti összefüggés függvénye: ( $a_j$  és  $a_\pi$ ) ortogonális összetevőik amplitúdói és ( $\Delta\varphi_j$  és  $\Delta\varphi_\pi$ ) fázis eltolódási különbségeik az összetevők között. Az  $a_j = a_\pi$  és  $\Delta\varphi_j = \Delta\varphi_\pi$  feltételek esetén az interferencia kompenzálásával egyidejűleg a hasznos jel kompenzációja is megtörténik.



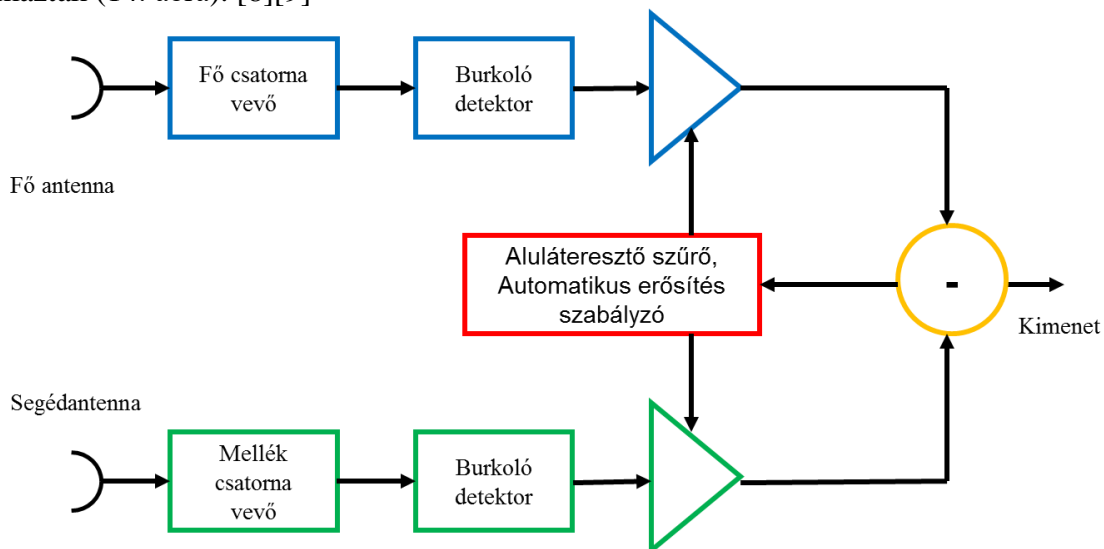
13. ábra A polarizációs oldalnyaláb elnyomó a – blokkvázlata és hatása a megjelenítésre b – kikapcsolt és c – bekapcsolt állapotban ([5] alapján a szerző szerkesztése)

A segédantennák szerepe a külső zavaró jel vétele és több segédcsatornán keresztül a zavarűző (elnyomó) egységbe juttatása. Ha segédantennák elég közel vannak a fő antennához, akkor azok jelei korreláltak, ami mint látjuk, a hatékony zavarelnyomás feltétele. Annyi segédantennára van szükség, ahány zavaró jelet el kívánunk nyomni.



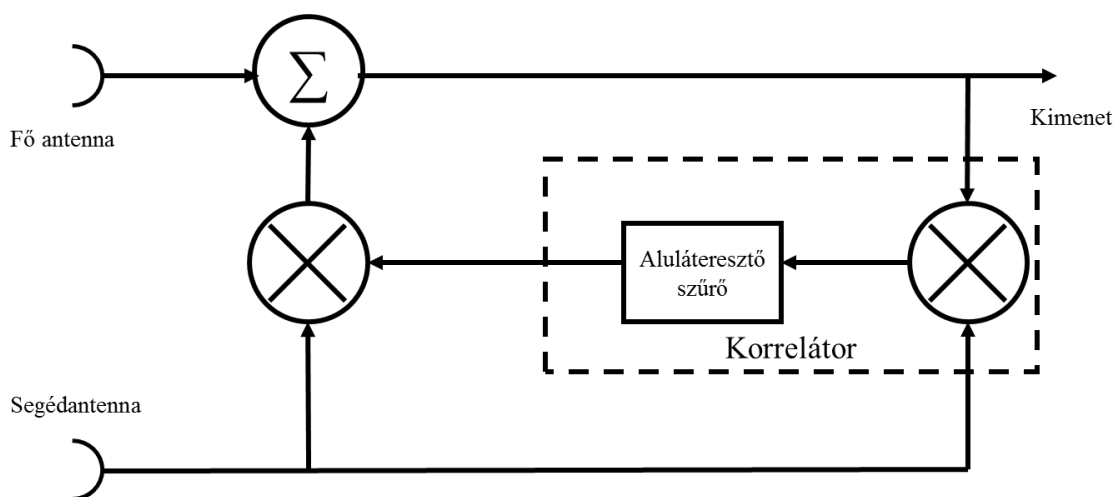
## REALIZÁLÁSI ELVÁRÁSOK

Az analóg légtérelenőrző radarok fő antennája általában valamilyen nagy irányítottságú paraboloid reflektor, a segédantennák pedig rendszerint kis irányítottságú dipólok, kollineáris vagy omnidirekcionális antennák. Az alacsony melléknyaláb szint eléréséhez az antennák közti elektromágneses csatolást minimalizálni kell, így célszerű a segédantennák közül egyet a fő antenna apertúra felületén belül helyezni, a többi segédantennát pedig a fő antenna szélére. Az analóg berendezésekben video (alapsávú) jeleket feldolgozó oldalnyaláb elnyomó áramköröket alkalmaztak (14. ábra). [8][9]



14. ábra Az alapsávú video oldalnyaláb elnyomó blokkvázlata (a szerző szerkesztése)

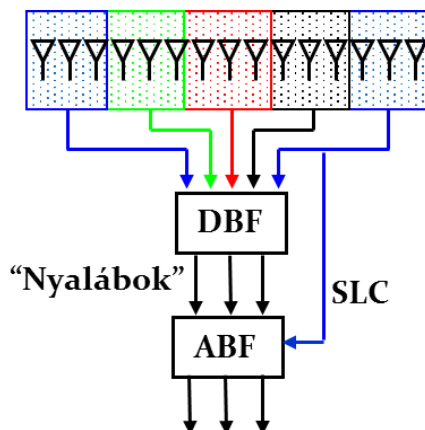
A zárt hurkos oldalnyaláb elnyomót P. Howells és S. Applebaum együtt dolgozta ki és szabadalmaztatta azt 1965-ben. Valószínűleg tőle függetlenül és ezzel egy időben Dr. Sirman is szabadalmaztatta a Szovjetunióban. Egy ilyen áramkör látható az 15. ábrán. [10]



15. ábra Az RF/IF oldalnyaláb elnyomó blokkvázlata (a szerző szerkesztése)

A legmodernebb fázisvezérelt antennarácsok esetében a segédantennáknak a fő csatornához való kapcsolásának lehetőségeit szemléltetik a 16, 17, 18. ábrák. [11]

Leggyakrabban a segédantennák külön, „szokásos” elhelyezésűek, vagy egy fázisvezérelt antennarács elkülönített csoportjai.



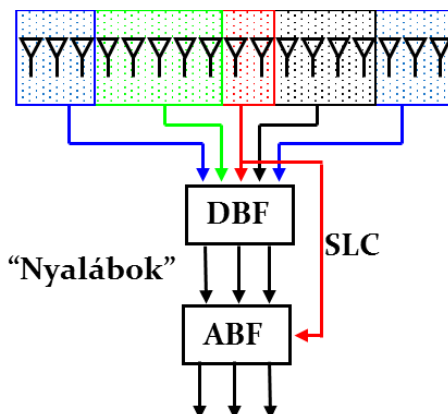
16. ábra Fázisvezérelt antennarácscsal megvalósított „szokásos” oldalnyaláb elnyomó blokkvázlata ([11] alapján a szerző szerkesztése)

A rendszer előnyei:

- Az analóg nyalábformáló egyszerűen kivitelezhető,
- A főantennával azonos méretű antennarács alrendszer,
- Jó dinamik tartomány a rögzített számú csatornában.

A rendszer hátrányai:

- Nagyon keskeny oldalnyaláb csúcsok,
- „Grating” nyalábok kialakulása.



17. ábra Fázisvezérelt antennarácscsal megvalósított „rendhagyó” oldalnyaláb elnyomó blokkvázlata ([11] alapján a szerző szerkesztése)

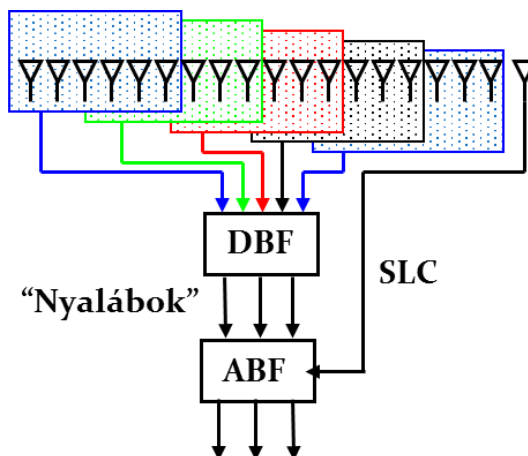
A rendszer előnyei:

- Alacsonyabb melléknyaláb szint, mint a „szokásos” oldalnyaláb elnyomónál.

A rendszer hátrányai:

- Megnövelt RMS<sup>12</sup> melléknyaláb szintek,
- Változó méretű antennarács alrendszer,
- Mérsékelt összetett analóg nyalábformálás,
- „Grating” nyalábok kialakulása.

<sup>12</sup> RMS- Root Mean Square – négyzetes középérték



18. ábra Fázisvezérelt antennarácscsal megvalósított „átlapolt” oldalnyaláb elnyomó blokkvázlata ([11] alapján a szerző szerkesztése)

A rendszer előnyei:

- Alacsonyabb melléknyalábszint,
- Elnyomja a szélessávú „grating” nyalábokat,
- Az elméletileg elérhető legkevesebb antennarács darab szükséges a melléknyaláb paraméterek beállításához.

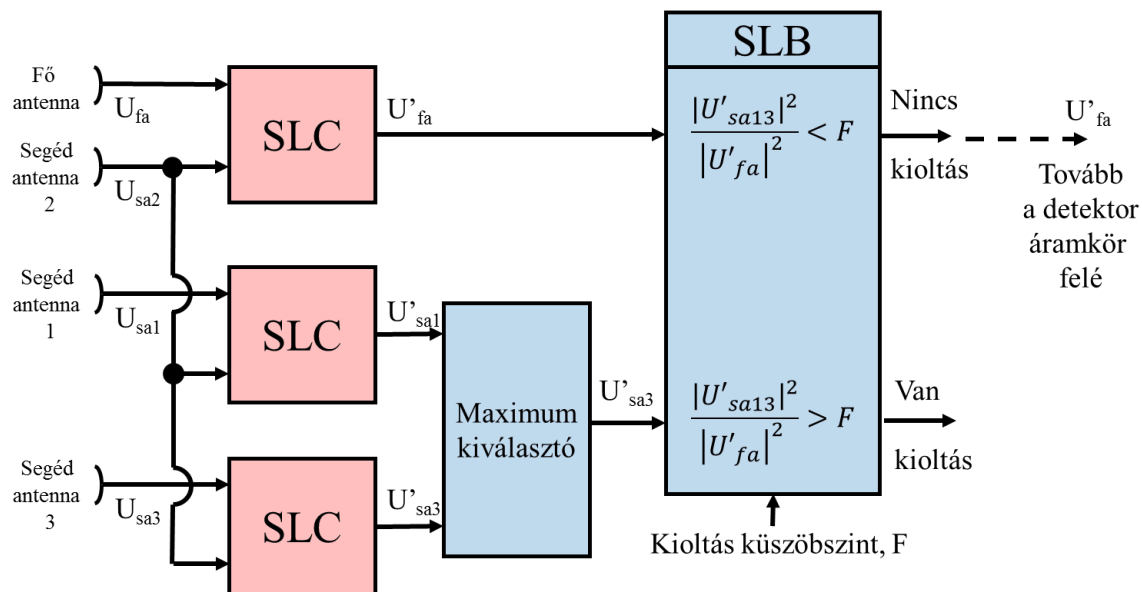
A rendszer hátrányai:

- A megnövekedett antennarács letapogatási veszteség következtében összességében nagyobb antennarács szükséges,
- Komplex analóg nyalábformáló,
- Különálló sugárzó kell az SLC antenna iránykarakterisztika kialakítására,
- Csökkent dinamika tartomány a „szokásos” oldalnyaláb elnyomóhoz képest (átfedési arány függő).

Összefoglalva az eddigieket megállapítható, hogy az oldalnyaláb elnyomó egység a segéd antennák jeleit komplex súlyozással összegzi, majd ezt az összeget kivonja a fő antennán vett jelből. Az oldalnyaláb elnyomó működésének kritikus pontja a megfelelő súlyozó tényezők meghatározása. Mivel a zavaró jelek sztochasztikus folyamatok lineáris kombinációiként modellezhetők, így a lineáris becslés elmélete alkalmazható a különböző típusú oldalnyaláb elnyomó megoldásokban.

Válaszimpulzusokkal terhelt nagy kitöltési tényezőjű zaj jellegű zavarok ellen összekapcsolt oldalnyaláb elnyomó (SLC) és oldalnyaláb kioltó (SLB) rendszert alkalmaznak. Ennek lényege, hogy egy erre kijelölt oldalnyaláb elnyomó (SLC) segédantennát használnak oldalnyaláb kioltás célokra. [12]

Ebben az esetben a radar fő antennáját több segédantenna veszik körül. Ezek többsége az oldalnyaláb elnyomó részét képezik, egy közülük az oldalnyaláb kioltó csatornába juttatja a vett jelet. Mindegyik antenna rendelkezik egy illesztett vevővel. A fő különbség az összekapcsolt rendszer két ága között a feldolgozó egységekben van. Az oldalnyaláb elnyomó koherensen dolgozik a távolsági cellákban, míg az oldalnyaláb kioltó a jel amplitúdókat analizálja egy cellában. Az oldalnyaláb elnyomóból származó burkoló jelek illetve az oldalnyaláb kioltó csatorna jele összehasonlításra kerül, azért meghatározható legyen az oldalnyalábokon történt-e impulzus jellegű zavar vétele. A 19. ábra mutatja a rendszer felépítését és működését, jellemzőit. Megfigyelhető, hogy az SLB kapu áramköre meggátolja a fő csatorna jelének – mely most zavaró jel - a továbbítását a detektor felé.



19. ábra A kombinált oldalnyaláb elnyomó és oldalnyaláb kioltó blokkvázlata ([12] alapján a szerző szerkesztése)

A zavarvédő rendszerek hatékony alkalmazásához biztosítani kell a csatornák közti elektromágneses kompatibilitást. Körültekintő tervezést igényel az elektromágneses interferencia az oldalnyaláb elnyomó és az oldalnyaláb kioltó antennák között, ha a segédantennák egy elkülönített részei a fő antennarácsnak. Rosszul tervezett rendszer esetén az interferencia jelentősen csökkentheti az összekapcsolt rendszer hatékonyságát.

## A ZAVARELNYOMÁS HATÉKONYSÁGÁT MEGHATÁROZÓ TÉNYEZŐK

A korreláció értékét rontó legfontosabb összetevők [13][14]:

### A fő és segédcsatornák jelei közti késleltetés hatása

$$\delta_{\tau} \leq \frac{1}{2B_v \sqrt{K_{mea}}} \quad (1.18)$$

Ahol:

- $B_v$  – a vevő sávszélessége,
- $K_{mea}$  – maximális elnyomási arányt biztosító komplex zajelnyomási tényező.

A vevőcsatornák adaptív szabályozása magával vonja a zaj jellegű zavarok kölcsönhatási tényezőjének csökkenését az oldalnyaláb elnyomó bemenetein, melynek következtében a zajelnyomási tényező csökken.

### A segédcsatorna érzékenysége hatása

A fő, és segéd csatornák bemenetén mért zavarteljesítmények és saját zajteljesítmények a korreláció értékét csökkentő tényezők. A fő,- és segéd csatorna jelút hosszának, kábelezésének és részegységeinek (szűrők, erősítők, átalakítók) azonosnak kell lenniük. Figyelembe kell venni, hogy a vevőcsatornák saját zajainak kölcsönös korrelációs tényezője nulla legyen. Követelmény, hogy a segéd csatornák érzékenysége legalább akkora legyen, mint a fő csatorna érzékenysége.

## A segédantenna nyereségével kapcsolatos követelmények

A lokátor fő antennájának oldalnyaláb szintjeinél nagyobb szintet és magasabb keresztkorrelációs értéket kell biztosítani, melyet a zaj,- zavarteljesítmény egységnyi antennaerősítéséhez viszonyított értéke behatárol. A fő antenna nyereségének növelése viszonylag kis hatással van a komplex zajelnyomási tényezőre. Ideális esetben a kiegészítő antenna nyereségének értéke megegyezik a fő nyalábéval, de fázisban vagy amplitúdóban eltolt.

## A segédantennák iránykarakterisztikájára vonatkozó követelmények

A segédantenna iránykarakterisztikájának amplitúdó és/vagy fázisközéppontja különböznie kell a fő antenna iránykarakterisztikájától. Ez hasonló a monopulzusos iránymérés elvárásaihoz, de ebben az esetben a segédantenna fázisközéppontjának elmozdítása a jelkésleltetésre vonatkozó követelményt (1.18 egyenlet) rontja:

$$\delta_{\tau \text{ fázisközép}} = \frac{d \cos \Phi}{c} = \frac{\Delta r}{c} \quad (1.19)$$

Ahol:

- d - a két antenna fázisközéppontja közötti távolság,
- $\Phi$  - a két antenna közti fázis,
- c - a fénysebesség.

## Az adaptivitás sebességére vonatkozó követelmény

A berendezés a kisugárzott saját adójelre érzéketlen, viszont a „fehérzaj” jellegű zavar változásait adaptívan követnie kell. A megvalósításhoz általában a szűrők sáv szélességét az impulzuskompresszió kimenetén megjelenő jel sáv szélességének felére, harmadára csökkentik, azzal az elvárással, hogy az jelentősen nagyobb legyen a zavaró jel sáv szélességénél.

Az (1.6) egyenlet szerint az adaptív szűrés hatékonysága csökken az interferenciajelek korrelációjának csökkenésével. Gyakori, hogy a „fehérzaj” szerű nagy kitöltési tényezőjű zavarójelek változó teljesítményű impulzusokkal keverednek. Az ilyen jellegű zavarjelek elleni védelmet az összekapcsolt oldalnyaláb elnyomó és oldalnyaláb kioltó alkalmazásával biztosítható. Néhány mai, korszerű lokátorban már ilyen használnak.

## JÖVŐBENI KILÁTÁSOK

Természetesen figyelembe kell venni, mint lehetőséget a hazai radar és-vagy alrendszer fejlesztésében rejlő lehetőségeket. Célszerű lenne a korábbi tapasztalatokból okulva a megfelelő és korszerű ECCM berendezések kifejlesztése és beépítése. Magyarország hadiipara ugyan csaknem teljesen leépült, de a 2017-ben elkezdett Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program hatására új életre kelhet. Az ország rendelkezik olyan magasan képzett mérnöki állománnyal, akik a tervezés, a fejlesztés során karöltve az IT szektorban található programozókkal már bizonyították rátermettségüket és a jövőben sikerrel kihasználhatnák a megnyíló lehetőségeket például az alrendszerek fejlesztése terén.

A nagy erőforrásokat igénylő hardveres fejlesztésekkel szemben a szoftverradar koncepció választása esetén a költségek könnyebben kézben tarthatók. Az egyedi programozással teljes mértékben az adott szoftverradar igényeire lehetne szabni és úgy kialakítani, hogy az annak optimális működését szolgálja. Az előzőekben ismertetett zavarvédelmi módszerek számítástechnikai eljárásokkal, megfelelő programozással rendkívül jól realizálhatók.

A berendezések és a programok moduláris felépítésének legnagyobb előnye, hogy meghibásodás vagy továbbfejlesztés esetén csak a meghibásodott modult kell cserélni és/vagy javítani. A moduláris felépítés további előnye a bővíthetőség. Ez a felépítés lehetőséget ad az egyedi konfigurációk összeállítására az anyagi lehetőségeinkhez mérten bizonyos - a légierőnek fontos - jellemzőkben jobb, más - számunkra kevésbé lényeges - paraméterekben gyengébb

performanciával rendelkező berendezések feljavítására. A moduláris felépítési elv alkalmazásának első lépése egy saját szabványosított elemekből álló radar fejlesztési lehetőségeinek felmérése lehetne. A továbblépést az alapelemeknek a konstrukciós alapelvek szerinti kombinálása jelenthetné. Az elsődleges cél az igényeket legjobban kielégítő kombinációk kidolgozása, mely ideális esetben teljes egészében a meglévő moduláris elemekkel megvalósítható. Tapasztalatok ezzel szemben azt mutatják, hogy bármilyen egyedi igénynek csak egy bizonyos része fedhető le a moduláris alapelem készlettel, a fennmaradó részt az aktuális speciális igények szerinti egyedi konstrukcióval kell megoldani.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az antennával megvalósítható elektronikai védelmi eljárások elemzéséből látható, hogy hatékony védekezési módszerek alkalmazhatóak a mai modern radarrendszerekben. Ismertetésük során bemutattam, hogy viszonylag kis anyagi ráfordítással hatékony védelmet lehet megvalósítani. Az oldalnyaláb kioltót, oldalnyaláb elnyomót illetve ezek összekapcsolt változatát alkalmazva csökkenthető annak a valószínűsége, hogy a szembenálló felek (vagy akár diverzáns vagy terrorista csoportok) telítésbe vigyék a radarvevőinket, illetve hamis célt injektáljanak a rendszerbe.

Megállapítottam, hogy az aktív zavarok rendkívül megnehezítik a radarrendszer fő feladatának - az azonosított légihelyzet-kép előállításának – a végrehajtását. Ugyanakkor a felhasználókban tudatosulnia kell, hogy minden zavaroszűrő áramkör vagy egység bekapcsolása csökkenti a radarok céltárgy detekciós valószínűségét, mivel járulékos veszteségnövekedést okoznak.

A korábbi szinte valamennyi szovjet gyártású lokátorokban megtalálhatóak voltak ezek az elektronikai védelmi megoldások (elnevezésük autokompenzátor vagy korrelációs autokompenzátor volt), de működésükben teljesen megegyeztek az itt ismertetett oldalnyaláb elnyomó rendszerekkel. Ezen berendezések a radarok modernizációja során átalakításra kerültek. Az oldalnyaláb kioltó és oldalnyaláb elnyomó részeket szoftveres megoldással pótolták.

A Magyar Honvédség legújabb hadrendbe állított RAT-31 DL radarjaiban az oldalnyaláb kioltó megoldás digitális algoritmusokkal történik. E radarok helyes működése érdekében az oldalnyaláb kioltó rendszerük műszaki paramétereit rendszeres időközönként létfontosságú ellenőrizni illetve a részegységet karban kell tartani.

A fentiek alapján megállapítható, hogy zavaroszűrő rendszerek fejlesztési lehetőségeit figyelemmel kell kísérni, és költséghatékony megvalósításukat, még utólagos beépítésekkel is támogatni szükséges.

A Magyar Honvédség aktuális új radar beszerzése előtt a feladatok és elvárások kidolgozása során célszerű figyelembe venni azokat a szempontokat, amelyek meghatározzák, illetve behatárolják a radarberendezés zavarvédelmét. A korábbi tapasztalatokból tanulva a pályázatás során olyan berendezéseket célszerű előnyben részesíteni, amelyek már bizonyítottak, működő lokátorok, (nem tervezőasztalon lévő, fejlesztés alatt álló modellek) és feltétlenül rendelkeznek a korábban leírt zavarvédelmi képességekkel.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SZÖKRÉNY, Z.: Radarok elektronikai védelme I. (Elméleti megközelítés), Hadmérnök, XII. évfolyam 4. szám - 2017. december
- [2] SELLER R.: *Radarelmélet órai jegyzet*
- [3] FARINA, A.: *Antenna-based Signal Processing Techniques for Radar Systems*; Artech House 1992. ISBN:978-0-8900-6396-5

- [4] ОРЛОВА И. Я. : *Защита информационных радиосистем от помех* Нижегородского госуниверситета, 2006. ISBN 5-85746-924-4
- [5] БОТОВ М. И, ВЯХИРЕВ В. А.: *Основы теории радиолокационных систем и комплексов* Сибирский федеральный университет, 2013. SBN 978-5-7638-2933-4
- [6] МАКСИМОВ М. В.: *Защита от радиопомех* Советское радио 1976
- [7] БЕРДЫШЕВА В. П. : *Радиолокационные системы* Сибирский федеральный университет 2012. ISBN 978-5-7638-2545-9
- [8] DRABOWITCH, S., PAPIERNIK, A., GRIFFITHS, H., ENCINAS, J., SMITH, B.L.: *Modern Antennas*; Second Edition Springer 2005. ISBN:978-1-4020-3216-5
- [9] BARTON, D. K.: *Radar Technology Encyclopedia*; Artech House 1997. ISBN: 978-0-8900-6893-9
- [10] SKOLNIK, M.: *Radar Handbook*; Third Edition McGraw-Hill Education, 2008 ISBN:978-0-0714-8547-0
- [11] BALAJTI, I.: *Antennarendszer performanciák előadás jegyzet*
- [12] FARINA, A., TIMMONERIA, L., TOSINIB, R.: *Cascading SLB and SLC devices*; Signal Process., vol. 45, (1995) 261–266. pp.
- [13] БОНДАРЕНКО, Б. Ф.: *Основы построения РЛС* Киев КВИРТУ ПВО 1987. 154-156. pp.
- [14] BALAJTI, I.: *Iker drónok zavarvédelme*, Hadmérnök, IX. évfolyam 1. szám - 2014. március 144-145. pp.

## A MAGYAR KÜLÖNLEGES ERŐK – 2035 (1. RÉSZ) GEOPOLITIKAI, TÁRSADALOMPOLITIKAI ÉS JÖVŐFORGATÓKÖNYV ANALÍZIS

### HUNGARIAN SPECIAL OPERATION FORCES – 2035 (PART 1.) GEOPOLITICAL, SOCIALPOLITICAL AND FUTURESCEANRIO ANALYSIS

BODORÓCZKI János;

(ORCID: 0000-0002-1026-1656);

[bodoroczki.janos@uni-nke.hu](mailto:bodoroczki.janos@uni-nke.hu); <https://bodoroczkijanos.webnode.hu/>

#### **Absztrakt**

A kétrészes cikksorozat első felében a szerző geopolitikai-, társadalompolitikai kutatásokat, és jövőforgatókönyveket vizsgál.

A következő publikációban a biztonságpolitikai-, hadseregszervezeti és technológiai kutatások eredményeit elemzi. A vizsgálatok eredményei szolgáltatnak alapot a magyar különleges műveleti jövőkép kidolgozására.

**Kulcsszavak:** Különleges Műveleti Erő, Jövő, 2035.

#### **Abstract**

In the first part of the series author examines geopolitical and sociopolitical researches and future scenarios.

The next publication analyzes security policies, military organization and technology researches. Based on results, author describes a possible HUN SOF future.

**Keywords:** Special Operation Forces, SOF, Future, 2035.

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.11.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.10.



## BEVEZETÉS

Ma már nyilvánvaló, és egyre inkább elfogadott, hogy a jövővel tudományos megközelítésben is foglalkozni kell – a távoli jövővel éppúgy, mint a közelivel. Tudnunk kell, hogy milyen jelenségek felerősítésére kell törekednünk, és melyek azok a folyamatok, amiknek gyengítésére kell felkészülni. Hazánk nem rendelkezik olyan eszközökkel, amelyekkel a globális trendeket át tudná alakítani, ezt tehát nem tűzhetjük ki célul. [1; 19-20. o.] Arra viszont képesek vagyunk, hogy a változások irányait idejében felismerjük, felkészüljünk rájuk, és regionálisan Magyarország érdekeinknek megfelelően befolyásoljuk.

Az állam, illetve a társadalmi tevékenységek majd minden területére<sup>1</sup> hatással van a fegyveres küzdelem. A magyar hadtudomány kutatóinak legfontosabb feladata a fegyveres küzdelem elméletének és gyakorlatának a kutatása. Ez nem lehetséges úgy, hogy csupán hadtudományhoz szorosan kötődő kérdéseket vizsgáljuk. Elengedhetetlen a politikai-, társadalomtudományi-, technikai-, gazdasági elemzések ismerete. A várható tendenciák megjóslása lehetetlen a haderők szervezetének-, eljárásainak-, fejlődési irányának ismerete nélkül. Ezek mellé a geopolitikai-, és a geostratégiai elemzések ismeretére is szükség van, mert egy állam haderőjének fejlődését mindig az adott ország törekvései határozzák meg. A tapasztalatok szerint a hazai és nemzetközi szakértők a jövő katonai műveleti környezetének, hadműveleti- és harcászati jellemzőinek vizsgálatát hangsúlyozottan kezelik. Ezen belül az egyik kiemelkedő kérdés a kisalegységek kialakításának-, felkészítésének-, alkalmazásának és vezetésének, továbbá a műveletek lefolyásának vizsgálata. [2]

A megszokott szabályok megváltoztak a nemzetközi politikában, a gazdasági kapcsolatokban, a nemzetállamok belpolitikai tevékenységében ugyanúgy, mint a hétköznapi emberek mindennapjaiban. A korábbi bipoláris világrend felbomlását követően, az 1990-es évektől felgyorsult a társadalmi rendszerek átalakulása. A globalizáció további terjedése, az info-kommunikáció rohamos térnyerése, valamint ezzel összefüggésben az információs társadalom kialakulása alapjaiban formálta át az addig fennálló társadalmi, politikai, gazdasági, kulturális, és biztonsági kereteket. [3; 1-2. o.]

Hazánk globális problémákba való beágyazottsága, az alkalmazkodás új formáira irányítják a figyelmet: megváltozott alkalmazkodási készségeket, képességeket kell kialakítani. A hazai jövő formálásának ezért kettős terepe nyílik meg: egyrészt fel kell készülni arra, hogy alkalmazkodunk a világméretű kihívásokhoz és tendenciákhoz, másrészt meg kell keresni azokat a területeket, ahol változtatás kezdeményezhető. [1; 24. o.] A szerző határozott meggyőződése, hogy a választott téma egy ilyen terület, amellyel hozzájárul Magyarország érdekérvényesítő képességének növeléséhez.

A jövő megjóslása csaknem lehetetlen feladat, de a kutatóknak mégis meg kell ezt kísérelniük. Az említettek miatt nem elegendő egy terület elemzése, számos kérést vizsgálni kell.<sup>2</sup> A téma sajátosságaiból adódik, a szűk katonai értelemben vett témakörön kívül a nemzetközi- és hazai jövőforgatókönyveket, valamint geopolitikai- és biztonságpolitikai kérdéseket is érinteni kell annak érdekében, hogy minél jobban meg lehessen közelíteni a haderőt-, és ezen belül a különleges műveleti erőket érintő témákat. A szerző célja egyetlen,

---

<sup>1</sup> Például a politikára-, a gazdaságra-, a közigazgatásra-, az egészségügyre.

<sup>2</sup> Horváth Attila szerint, aki arra vállalkozik, hogy elemzi egy háború-, vagy hosszabb időszak jellemzőit, annak számos területtel kapcsolatban kell átfogó ismeretekkel rendelkeznie. Nem elégséges kizárólag az eseménytörténetre összpontosítani. Tisztában kell lenni a politikatörténet-, a társadalmi viszonyok-, a haditechnikatörténet-, a korabeli gazdasági viszonyok-, a hadipar, a hadsereg szervezet és eljárások alapvető kérdéseivel is. [13; 22. o.] A szerző határozott meggyőződése, hogy ez a megállapítás a jövőkutatás terén is megállja a helyét.

optimista jövőkép lehetőségének felvázolása: a Magyar Honvédség (a továbbiakban: MH) különleges műveleti erői előtt álló jövő lehetőségének feltérképezése, és egy különleges műveleti jövőalternatíva kidolgozása. A két részes cikksorozat első felében a szerző geopolitikai- valamint társadalom-politikai kutatásokat, illetve jövőforgatókönyveket vizsgál. Ezzel alapozza meg a következő publikációban a biztonságpolitikai-, hadseregszervezeti és technológiai kutatások eredményeinek elemzését. A vizsgálatok eredményei és a levont következtetések szolgáltatnak alapot a különleges műveleti jövőkép kidolgozására.

## NEMZETKÖZI GEOPOLITIKAI KUTATÁSOK – KITEKINTÉS

Hazánk globális problémákba való beágyazottsága miatt nem kerülhető el a geopolitikai kitekintés. A jelentős nemzetközi geopolitikai kutatások lényege, a Klemensits Péter – Eszterhai Viktor szerzőpáros egy kiváló elemzésén keresztül könnyen összefoglalható.

A Post-Crisis World Institute 63 ország 303 gazdasággal-, és politikával foglalkozó szakértőjével készített közvéleménykutatást. A válaszadók közel kétharmada gondolja úgy, hogy 2050-re a nagyhatalmak teljesen újra rajzolják befolyási övezeteiket. Elsősorban a fejlődő országok, mindenekelőtt Kína és a többi BRICS-tagállam<sup>3</sup> érdekeltségi területének a kiterjesztésére számítanak, a nyugati hatalmak rovására. A Föld gazdasági újrafelosztása a geopolitikai válságok növekedését fogja eredményezni. Technológiai fölénye miatt az Egyesült Államok megőrzi fölényét. A szakértők jelentős átalakulást jósolnak a katonai biztonság területén is. A geopolitikai hangsúly Ázsiába tolódása miatt a NATO európai jelentősége csökken. A keletkező biztonsági hiányt az európai államok a regionális katonai-, és gazdasági szövetségekkel, illetve a közös külpolitikával igyekeznek pótolni. Kína és India néhány nemzetközi szervezetben megnöveli a befolyását, amivel elérik, hogy a világ lakosságának többségét tudják képviselni. Ezzel szemben az Egyesült Államok is nehezen képez ellensúlyt. [4]

A Kanadai Királyi Haditengerészet 2050-es víziója, az ország lehetséges szerepét és tengerészeti stratégiáját határozza meg. A kiadvány úgy véli, hogy a tengeri kereskedelem a duplájára fog nőni a következő 15 évben.<sup>4</sup> A nagyhatalmak esetében a gazdasági fellendülés alapja továbbra is a zavartalan tengeri kereskedelem biztosítása, és a világtengerek uralma marad. Geopolitikai értelemben az Indiai-óceán és a Csendes-óceán jelentősége tovább nő. A tanulmány arra figyelmeztet, hogy Kína globális ambíciói súlyos instabilitást okozhatnak a térségben, megnövelve az egyes államok közötti konfliktusok kialakulásának veszélyét is. Figyelembe véve a sarkkörüi jég olvadását, valószínűsíthető hogy Oroszország és Brazília gazdasági-, és geostratégiai helyzete tovább erősödik. Az Afrikai Unió szintén a kontinenst övező tengerek és óceánok fokozódó jelentőségével számol, amelyek jelentős gazdasági és biztonsági problémák forrásai lehetnek a jövőben. [4]

Håvard Hegre norvég professzor „A fegyveres konfliktusok előrejelzése 2010-2050” című esszéjében arra a következtetésre jutott, hogy a század derekára a kormányok és politikai szervezetek közötti katonai konfrontációk száma jelentősen csökkenni fog. Úgy véli, hogy 2050-ben a világ országainak „csak” kb. 7%-a lesz részese valamilyen fegyveres összeütközésnek. Ennek fő oka az oktatás elterjedése, és a gazdasági fejlődés lesz. Ez együttesen azt eredményezi, hogy a háború egyre kevésbé lesz elfogadható és anyagilag kifizetődő. A norvég kutató csoport szerint a szíriaihoz hasonló konfliktusok bekövetkezésére évtizedek múlva már kevés lesz az esély, ezzel együtt úgy látja, hogy 40 éven belül India,

<sup>3</sup> Brazília, Oroszország, India, Kína és a Dél-afrikai Köztársaság. BRICS: *Brasil, Russia, India, China, Republic of South Africa*.

<sup>4</sup> A globális kereskedelem több mint 90%-a ma is a tengeren bonyolódik.

Nigéria, Etiópia, Tanzánia és Szudán esetében biztosan kitör valamilyen fegyveres összecsapás. [4]

Stephen M. Walt, a Harvard Egyetem professzora a Foreign Policy hasábjain megjelent cikkében annak a véleményének adott hangot, hogy bár a NATO több évtizedes történelme során végig bizonyította létjogosultságát, korántsem bizonyos, hogy 2050-ben is jelentős szerepe lesz az átfogó biztonság fenntartásában.<sup>5</sup> Walt szerint, ha az Egyesült Államok növekvő figyelmet szentel Ázsiának, azt nehéz elképzelni, hogy Kína ellensúlyozásában a NATO bármilyen tevékeny szerephez jutna. Emellett az is elképzelhető, hogy Peking gazdasági erejét kihasználva néhány nyugati országgal is szövetségre lép. A Közel-Keleten is elképzelhető jelentős hatalmi eltolódás, főleg ha azzal számolunk, hogy Irán kilépve a nemzetközi elszigeteltségből valóban domináns hatalmi tényezővé válik a régióban. [4]

Az értékelések összehasonlítása után megállapítható, hogy gyakorlatilag teljes az egyetértés abban, hogy a geopolitika fő kérdései Ázsiába helyeződnek át. A geostratégiai elemzések úgy összegezhetők, hogy a húszas éveket az Egyesült Államok és Kína, Irán, Oroszország közötti fokozódó összeütközés fogja jellemezni. Ez annak lesz köszönhető, hogy a meghatározó nagyhatalmak érdekei jelentősen eltérnek. Várhatóan a terrorfenyegetettség tovább terjed, a gyenge államokban állandósul az instabilitás, egyre több lesz a megosztott, és széteső társadalom. Ehhez a széteséshez hozzájárul az is, hogy a szélsőséges időjárás következtében sok helyen lesznek talaj- és vízproblémák, és az ebből eredő élelmiszertermelési gondok. Mindeközben a migráció, és a gyenge higiénia miatt egyre nehezebb lesz kezelni a járványokat. Ennek következtében feltehetően növekedni fog a polgárháborúk és a nemzetek közötti háborúk kockázata. 2028-ra várják például az indiai-pakisztáni konfliktus fellángolását, ami nukleáris támadásokkal is fenyeget. Ennek végén egy új erőegyensúly alakul majd ki, hasonlóan a II. világháború utáni helyzethez. [5]

## MAGYAR FORRÁSÚ GEOPOLITIKAI ELEMZÉS

A Geopolitikai Kutatóintézet a „Világ 2035-ben: geopolitikai előrejelzés” címmel készített jövőtanulmányt. A közlemény azokat a főbb politikai, gazdasági és társadalmi irányvonalakat összegezi, amelyek valószínűleg formálják majd a nemzetközi fejleményeket az elkövetkező két évtized során. Az előrejelzés szerint, az államok maradnak a nemzetközi színtér domináns szereplői, de a nemzetállamok rendszerének lassú leépülése folytatódik. A vesztfáliai rendszer<sup>6</sup> gyengülésével párhuzamosan a nem állami szereplők – vállalatok, vallási csoportok, nemzetközi szervezetek, félkatonai erők, – befolyása megnő. A digitalizáció, az információ-technológiai innovációk, és a közösségi média szintén hatással lesz a politikára és a civil társadalomra. Például előtérbe kerül a politikusokkal folytatott kommunikáció, valamint az online népszavazás. [6]

Az előrejelzések meglehetősen borúlátók a geopolitikai egyensúllyal kapcsolatban. Valószínűleg olyan többpólusú világrend alakul ki, amelyben nagyobb mozgásteret kapnak a regionális hatalmak.<sup>7</sup> Ez nagyobb versenyhez és több államközi összeütközéshez vezethet. A

---

<sup>5</sup> Itt meg kell jegyezni, hogy a cikk szerzője nem teljesen osztja a globális biztonság szavatolásával kapcsolatos véleményt. A NATO a Varsói Szerződés megszűnése után már túlélt egy identitás válságot. Ekkor sikerült megtalálni azokat a területeket, ahol a szövetség „hasznos tud lenni”.

<sup>6</sup> A nemzetállamokra, és a nemzeti érdekérvényesítésre alapuló békerendszer. Az 1648-as vesztfáliai béke volt az első olyan békerendszer Európában, melyben már nem a dinasztikus érdekek, hanem az államérdek dominált. Ebben az államrendszerben a legmeghatározóbb az úgynevezett nagyhatalmi koncert volt, ami azt jelentette, hogy amennyiben egy állam megpróbálta megszerelni az Európa feletti dominanciát, úgy az összes többi állam összefogott ellene. Ennek eredménye képpen különböző összetételű szövetségek útján erőegyensúly alakult ki.

<sup>7</sup> Oroszország, Brazília, India.

nemzetközi biztonsági helyzet továbbra is mélyreható átalakuláson megy keresztül. Egy ellentétektől terhes világrendben a katonai és védelmi kiadások növekedni fognak. Már most felbukkannak új biztonsági kihívások, például az energiabiztonság, az éghajlatváltozás biztonságához kapcsolódó mozzanatai, a migráció, a kiberbiztonság, vagy az informatikai hadviselés. A kutatásban értékelt publikációk többsége úgy véli, hogy az Egyesült Államok szuperhatalom marad, habár érdekérvényesítő képessége némileg csökken. Kína valószínűleg folytatja felemelkedését. A geopolitikát középtávon az USA és Kína közötti viszony határozza meg. Az elemzők többsége pesszimista Európa szerepét illetően, és számos területen a földrész további gyengülésére számít. A fokozódó ellentéteknek már látható jeleik vannak, például az eurozóna válsága, vagy a „Brexit”. A belső kérdések leginkább a tömeges migráció kezelésében tapasztalhatók. Úgy tűnik, Európa meglehetősen töredezett érték- és érdekszövetséggé válik. Az egyedüli összetartó erő a gazdasági egymásra utaltság lesz, ami az elkövetkezendő években fokozódik. [6]

A szakirodalomban sok vita övezi Oroszország jövőbeli szerepét. Összességében a legtöbb előrejelzés Oroszországot regionális szereplőnek látja, és döntően az Ázsiai régióhoz sorolja. Dél- és Kelet-Ázsia lényeges politikai és gazdasági sikerre számíthat. Eközben a Közép-Keletet, és a szubszaharai Afrikát valószínűleg továbbra is összeütközések sújtják majd, párhuzamosan a demográfiai növekedéssel és a környezetre nehezedő növekvő nyomással. Latin-Amerika feltehetőleg továbbra is megszenvedi majd, hogy nagyban függ a nyersanyagok világpiaci árának ingadozásától. [6]

A kutatások a nemzetközi intézmények meggyengülését jelzik elő. Sok szó esik a többpólusú világ újra rendeződéséről, és a II. világháborút követően létrehozott globális intézmények legitimitációs válságáról. Az Egyesült Nemzetek Szervezete (a továbbiakban: ENSZ) várhatóan szűkebb felhatalmazással bír majd az elkövetkezendő évtizedekben. Olyan témákra fog összpontosítani, amelyek kevésbé érintik a napi politikai kérdéseket. Ilyen lehet például az emberbaráti segítségnyújtás a konfliktusövezetekben, vagy a fenntartható fejlődés. A jövőben is folytatódik a heves vita az ENSZ Biztonsági Tanácsának összetételéről és szerepéről. A központi téma továbbra is az marad, hogy más hatalmakat<sup>8</sup> is vonjanak be a vétójoggal rendelkező állandó döntéshozók körébe. [6]

A 2035-ös előrejelzésben foglalt főbb globális geopolitikai trendeket úgy összegezzük, hogy a prognózis politikailag pesszimista, de gazdasági szempontból bizakodó. Optimizmus övezi a feltörekvő országokban tapasztalható globális gazdasági és demográfiai növekedést. Azonban a politikai kilátások már sokkal komorabbak: a szakértők nézeteltérésekkel terhes, többpólusú világrendre figyelmeztetnek, amelyben a nemzetközi intézményeknek korlátozott szerep jut. [6]

Az előző bekezdésekben olyan jelentősebb geopolitikai dinamikákat olvashattunk, amelyekkel kapcsolatban általános az egyetértés a vizsgált szakirodalomban. Az előrejelzésekben visszatérő nézeteltéréseket is találunk. Az első sokat vitatott előrejelzés a populista politika nyugati kilátásaira vonatkozik: hosszúéletű lesz-e ez az irányvonal, vagy idővel eltűnik? Az átlagember érdekeit szem előtt tartó politika feltehetően többször, különbözőképpen is felerősödik az adott időszak és az adott helyszín legsürgetőbb gazdasági és kulturális kérdéseitől függően. A szakirodalomban emellett rendkívül sok vita övezi Oroszország jövőbeli szerepét is. Ezekkel kapcsolatban a fő kérdés az, hogy Oroszország elfogadja-e a globális „status quo”-t és betartja-e a nemzetközi normákat. [6]

Az említett vitákhoz a kötet szerzője is csatlakozik. Tévednek azok az előrejelzések, amelyek Oroszországot csupán regionális szereplőnek látják. A szerző határozott

---

<sup>8</sup> Japánt, Németországot, Brazíliát, Indiát.

meggyőződése, hogy ezzel súlyosan alábecsülnek egy olyan, újra öntudatára ébredt egykori szuperhatalmat, amely továbbra is meghatározó globális képességekkel rendelkezik. Azok a kutatók, akik regionális hatalmként határozzák meg Oroszországot, feltehetően nem vették komolyan az átalakuló geopolitikai erőviszonyokat, és a globális felmelegedés Északi-sarkra gyakorolt hatását. Utóbbi olyan lényeges változásként értékelhető, ami alapjaiban forgatja fel a geopolitika térképét. Nem beszélve az orosz haderőreform folyamatairól-, és eredményeiről, mint például az önálló fegyvernemként megalakult Lég-, és Űrvédelmi Csapatokat. [7] A szerző meggyőződését megerősíti Putyin elnök éves üzenete, is amiben új hadászati fegyverrendszerek fejlesztését jelenti be. [8] Ezek alapján jogos az a feltételezés, hogy Oroszország jóval többre képes, mint amit a nyílt forrásokban közölnek.<sup>9</sup> Több tanulmány is hangsúlyozza Európa sérülékenységét, amelyet leginkább a CIA egyik jelentése<sup>10</sup> húz alá. Feltételezhető, ha a CIA törekeny, és instabil Európát jósol, akkor ezért előreláthatólag ténykedni is fog. Teszi ezt annak érdekében, hogy Európa ne kaphasson szerepet a Föld gazdasági újrafelosztásában, amiben az Egyesült Államok, és a felemelkedő Ázsiai hatalmak érdekeltek.

### Regionális együttműködések-geopolitikai hatás

A regionális hatalmi kezdeményezések szerepe egyre növekedik. Az együttműködő országokat tekintve számos területen átfedés mutatkozik: sok ország több térségi együttműködésben is tevékenyen részt vesz. Ennek feltehetően az az oka, hogy Európa a gyengülés jeleit mutatja, ezért a keletkező gazdasági-, és/vagy katonai biztonsági hiányt az egyes országok igyekeznek pótolni. A közismert regionális összefogásokra a szerző nem tér ki.<sup>11</sup> Az alfejezetben egy fiatal – és kevésbé közismert – térségi együttműködésre, a Három Tenger Kezdeményezésre irányítja rá a figyelmet.

A „szövetség” egy lengyel geopolitikai felfogásra épül, amely a közép-kelet-európai térség államainak összefogásán alapul. Az elgondolás az I. világháború után született. Gyökereit egyesek egészen a Jagelló-kori Lengyelország közép-európai hatalmi törekvéséig-, mások a 19. századi lengyel emigráns gondolkodókig vezetik vissza. A Lengyel–Litván Köztársaság szellemi örökségéből táplálkozó program alapeszméjének szellemi atyja a két világháború közti Lengyelország vezetője, Józef Piłsudski tábornagy volt.<sup>12</sup> Lech Kaczyński lengyel államelnök újította fel, és külpolitikája egyik vezérelvévé tette az évszázados gondolatot. A kezdeményezés okmányai hangsúlyozzák, hogy nem az Európai Unióval versengő, hanem azt kiegészítő kezdeményezésről van szó. A megvalósulás esélyeit illetően kötelező megemlíteni, hogy Oroszország rendkívül kritikusan viszonyul a kezdeményezéshez. Ennek az az oka, hogy a program alapvető gazdasági és geopolitikai érdekeit fenyegeti. A megvalósulás esélyeit csökkenti a történelmi korokon átívelő bizalmatlanság is. A gyanakvást feltehetően a lehetséges gazdasági előnyök azonban felül fogják írni. Érdemes azt is megjegyezni, hogy a lelkes nyilatkozatok ellenére kevés érdemi lépés történt. [9]

A cikk szerzője Magyarország jövőjét tekintve bizakodó. Ebben feltételezi, hogy valamennyi politikai erő Magyarország fejlődését tartja szem előtt, még akkor is, ha az ehhez szükséges nemzeti minimum megegyezés hiányzik. Pártállástól független, és a fejlődést alapvetően meghatározza, hogy megfelelő választ tudunk-e adni korunk regionális és globális kihívásaira. Számos publikáció Európa gyengülését, és a biztonsági környezet romlását jósolja. Ezt megerősíti a „Global Trends to 2035” című közlemény, hiszen valamennyi hivatkozott

<sup>9</sup> Ez nem lenne példa nélküli Oroszországgal kapcsolatban.

<sup>10</sup> Erről a cikkben még lesz szó.

<sup>11</sup> Ilyen például a V4 együttműködés.

<sup>12</sup> A gondolat rokonságot mutat Kossuth Lajos „Dunai Szövetség” nevű tervével.

jövőalternatívában a migráció fokozódása-, de legalább jelenlegi szinten állandósulása szerepel. A közeljövőre vonatkozó feltételezések alapvetően egy jól meghatározható törésvonal mentén sorolhatók fel: az egyik a nyílt társadalmon alapuló berendezkedés, a másik a nemzetállamok önrendelkezésén alapuló elgondolások. A mérsékelt előrejelzések az euró megszűnése mellett a közös külpolitikát, az egységes piacot vizionálják. A törésvonal mélyülni és állandósulni látszik. Egységesnek mondható az a hozzáállás, hogy a geopolitika hangsúlya Ázsiába helyeződik át. Ennek egyenes következménye, hogy a NATO európai jelentősége csökken. Olyan többpólusú világrend alakul ki, amelyben nagyobb mozgásteret kapnak a regionális hatalmak. Ennek az lesz a következménye, hogy a geopolitikai szempontból kis államoknak tekinthető európai országok regionális szövetségekbe vetett hite, és a közös külpolitika igénye erősödni fog. Ez nagyobb versenyhez és több államközi összeütközéshez vezet. Ennek az lesz a következménye, hogy a regionális politikai összefogások katonai kezdeményezésekkel egészülnek ki. Ez rendkívül felerősíti az olyan katonai partnerség iránti igényt, mint amilyen például a különleges műveleti komponens parancsnokság. [10] Ezen a területen számos fejlesztés kezdeményezhető. Magyarország jövőjét tehát a gyengülő Európa, a javuló gazdasági-, és regionális együttműködési, illetve a romló katonai biztonsági környezet fogja meghatározni.

## **JÖVŐFORGATÓKÖNYVEK EURÓPÁBAN**

A Föld minden államának sorsát alapvetően meghatározzák a globális jelenségek. A geostratégiai elemzések segítségünkre vannak abban, hogy következtetéseket tudjunk levonni a világ várható eseményeiről. A lehetséges tendenciák ismerete tehát minden állam számára létkérdés, ezért a világon számos akadémiai központban foglalkoznak a tudósok a jövő megismerésével.<sup>13</sup>

Az Európai Parlament megbízásából készült kiadvány elemzése előtt a CIA értékelését ajánlja a szerző az olvasó figyelmébe. Ez a két jelentés annyiban megegyezik, hogy döntően aggasztó képet fest a nem túl távoli jövőről. A CIA publikáció szerint az előttünk álló évtizedekben állandósulni fognak az etnikai háborúk, a polgárháborúk, sőt még nukleáris csapásokra is sor kerülhet. A nemzetközi politikai helyzet hidegháborússá fajul, csak több szereplővel: az Egyesült Államok és Oroszország mellett állandó résztvevő lesz Kína és Irán is. A politikai élet alapmotívuma, hogy az emberek nem bíznak az államban. Ennek az lesz a következménye, hogy egyre nehezebben lehet majd kormányozni. A központi hatalommal szemben az emberek a helyi politikai erőkben bíznak. Annak ellenére, hogy a külügy és a hadügy a kormány kezében marad, az oktatás, a gazdaság és az egészségügy egyre inkább regionális irányítású lesz. A jelentés szerint egy olyan „arab tavaszra” is nagy esély van, ahol a szélsőséges iszlám intézményei ellen láznak fel a fiatalok. Forrongások törhetnek ki Kínában és Oroszországban is, de ezek – az előrejelzések szerint – nem vezetnek sikerre. A jelentés egyik fontos eleme, hogy úgy tűnik, a hatvan-hetvenéves európai béke csupán egy zárójel lesz a történelemben. Európa jövője ugyanis rendkívül törékeny. [5]

A CIA értékelése után a „Global Trends to 2035” című tanulmánykötetet ajánlja a cikk szerzője az olvasó figyelmébe, ami négy jövőlehetőséget vázol fel. Az alapmotívum, az európai biztonság, és a világ egymáshoz viszonyított helyzete. A kiadvány az egyes opciókra, a világot 2035-ben alakító globális jelenségek alapján következtet. A cikk szerzője ezek közül csak azokat említi, amelyeket a választott téma szempontjából fontosnak ítél meg. Ennek

---

<sup>13</sup> A legismertebb jövőkutató intézetek közé a World Futures Studies, a World Futures Studies, Association of Professional Futurist tartozik. Magyar jövőkutató szervezet a Budapesti Corvinus Egyetem Jövőkutató Tanszéke, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Jövőobszervatóriuma.

megfelelően kiemelt figyelmet szentel a technológiai forradalmat-, és a hatalmi viszonyokat érintő témakörökre. Vizsgálja azt is, hogy az elemzések eredményei hogyan befolyásolják a nemzetközi rendszer alapvető viszonyait.

### **Első jövőváltozat: bizonytalan Európa egy biztos világban.**

Ebben a forgatókönyvben Európa nem alkalmazkodik a gazdasági kihívásokhoz. Az Egyesült Államok és más országok lesznek az erősödő Kína és India meghatározó partnerei. 2018 és 2035 között Európában viszonylag alacsony lesz a gazdasági növekedés. A fejlődés ráadásul egyenetlen, és nagyon ingadozó. Az európai vállalatok egyre inkább az Egyesült Államokban és Kínában tervezett technológiáktól függenek. Az automatizálással-, a „gépi tanulással”-, és a mesterséges intelligenciával kapcsolatos kutatás-fejlesztés a földrésről gyakorlatilag eltűnik. Annak ellenére, hogy Európa 2035-ben a világ egyik leggazdagabb régiója, cégei egyre kevésbé versenyképesek. Ennek az az oka, hogy a vállalatok nem tudják kihasználni a nagy belső piacokat. Az Egyesült Államok terjeszkedése Ázsiában nyíltan érezhető. Válaszul Kína, Kelet-Ázsiában regionális katonai nagyhatalomként határozza meg magát, és ennek megfelelően viselkedik. Európában a katonai biztonságot továbbra is a NATO és az Egyesült Államok szavatolja. A szövetség helyzete kritikus, mert elmaradt az elrettentésre alkalmas katonai erő fejlesztése. A hagyományos haderő erősítése helyett, az európai nemzetek széles körű információs hadviselési képességet alakítottak ki. Erre azért volt szükség, mert általánossá vált az informatikai rendszerek támadása, és a választások befolyásolása. A politikai élet jelentős átalakulásának lehetünk tanúi. A szélsőséges-, nacionalista-, vagy populista pártok megerősödnek, de kormányzati helyzetben az ígéreteiket nem tudják betartani. A politikai rendszerek változatossága, és azok változtatása általános jelenség. [11; 88-90. o.]

### **Második jövőváltozat: biztos Európa egy biztos világban.**

Ebben a forgatókönyvben Európa gyorsan alkalmazkodik a kor kihívásaihoz. Az Egyesült Államok, Kína és Európa együttműködik annak érdekében, hogy a fejlődő hatalmi szerkezet ne vezessen összeütközésekhez. Azok a változások, amelyeket az információs forradalom kényszerített ki, a 2010-es évek végére – a 2020-as évek elejére átformálják Európát. A „Brexit” hatásai pusztítóknak mondhatók az Egyesült Királyságban és sok európai országban. Ennek a következményei jelentős hatást gyakorolnak az európai bankrendszerre is. A szerkezet-, és a működés körülményei zavarosak, ez katasztrófával fenyeget. Az európai vezetők javasolják egy új európai fiskális unió létrehozását. Ezt megerősítendő, a földrészen átnyúló szociális biztonsági hálózatot, és az ezt támogató politikai rendszert építenek ki. Ez minimalizálja a pénzügyi kockázatokat, és ösztönzi a polgárokat arra, hogy a gazdasági növekedés területére költözzenek. Az új politika eredményei várhatóan 2035 végére jelentkeznek. Európa megfelelő választ ad az állandósult kibertámadásokra: megszületik a kiberhadviselési egyezmény. A gazdasági növekedés miatt a földrészt súlytó bevándorlás erősödik. Az idősödő népesség ösztönözni fogja bizonyos menekültek és bevándorlók elfogadását. A növekvő jólét csökkenti a migránsok iránti ellenszenvet. Ennek ellenére az európai vezetők nyomást gyakorolnak az Európai Unióra, hogy a határőrizet nemzeti jogkör maradjon. Mindazonáltal a Frontex megerősödik. A globalizáció visszaszorul, a pénzügyi válságokat az izlandi minta szerint kezelik.<sup>14</sup> [11; 91-93. o.]

---

<sup>14</sup> A nagyobb bankokat hagyták csődbe menni, a vezetőket elszámoltatták, lakáshitel-elengedési programot hirdettek, vagy éppen egy 40%-os adósságelengedést értek el. A módszer nem volt mindennapi, az eredmények viszont őket igazolják.

Ez a forgatókönyv a legpozitívabbnak tűnik, azonban konzerválja az ellentéteket. Emellett a szükséges változtatások is elmaradnak. Ezzel a világban jelenleg is fennálló „status quo”-val nem minden hatalom elégedett.

### **Harmadik jövőváltozat: bizonytalan Európa egy bizonytalan világban.**

Ebben a forgatókönyvben az európai országok nem tudnak alkalmazkodni az új gazdasági kihívásokhoz. Az automatizálás hatására óriási a munkanélküliség, ami a földrészt válságba taszítja. Kevés európai vállalat képes versenyezni az Egyesült Államok és Ázsia cégeivel. Kína és az Egyesült Államok szembekerül a nemzetközi szervezetek egyes intézményeivel, és azok szellemiségével. A fejlődés stagnál, de legalábbis „kétébesség.” A politikusok Brüsszelt kiáltják ki bűnbaknak. Az EU bővítése leáll annak ellenére, hogy a gondok döntő többsége nemzeteken átívelő megoldásokat követel. A bevándorlás kezelése a mediterrán-, és a befogadó országokra hárul. A tagországok látva a „Brexit” katasztrófáját, elállnak attól a szándékuktól, hogy elhagyják az Európai Uniót. Emellett a tagállamok erőfeszítéseket tesznek arra, hogy egyes brüsszeli hatásköröket ismét nemzeti jogkörbe vonjanak. Az Egyesült Államok elszigetelt külpolitikába kezd, amelynek következtében a NATO, mint szövetségi rendszer haszna megkérdőjeleződik. Ennek ellenére az Egyesült Államok továbbra is biztosítja a NATO tagállamok területi oszthatatlanságát. A vezető szerepet a térség legnagyobb katonai hatalma veszi át. A gyenge európai gazdaság nem képes hozzájárulni a közös védelmi kiadásokhoz. A bizonytalan európai politikai rendszerek a nemzetközi környezetben hiteltelenné válnak. Nincs megállapodás a számítógépes hadviselésről, így az V. cikk eszmeisége<sup>15</sup> erre nem terjed ki. A NATO képességeket alig alkalmazzák. Ez oda vezet, hogy a kibertámadások mindennaposak. A választások befolyásolása is általánosnak tekinthető. Az adócsalás sorozatos jelenség, az „adóparadicsomok” virágoznak. Ez a legjelentősebb oka az állami bevételek kiesésének, és a védelmi kiadások elmaradásának. [11; 94-95. o.]

### **Negyedik jövőváltozat: biztos Európa egy bizonytalan világban.**

Ebben a forgatókönyvben Európa új technológiákat alkalmaz a gazdaság minden területén. Kína támadóan terjeszkedik. A nemzetközi szinten gyakran kerül összeütközésbe szomszédjaival és Washingtonnal. Ismét előtérbe kerülnek a rendezetlen területi viták. India, Brazília, Nigéria és Oroszország egyre határozottabban szorgalmazza a nyugati elsődlegesség megszüntetését. Bejelentik igényüket a nagyobb régiók irányítására. A dinamikus európai gazdasági fejlődésnek köszönhetően óriási lesz a munkaerőhiány. Ez leginkább az összeszerelő munka-, és a mezőgazdaság területén lesz jelentős. A politikai környezet még érzékeny a 2015-ös migránsválság miatt, ezért a munkaerőhiány megoldása nehézkes. Európa szomszédságában a politikai zavargások rendszeresek. A bajok megoldására egy földrészekén átívelő bevándorlási rendszert fogadnak el, ami nagyon hasonlít az ausztrál mintához.<sup>16</sup> Nem fogadnak be migránsokat, a határ menti államokkal kötnek megállapodásokat gazdasági segítségért cserébe. A migráns elosztás módszere a leggyorsabban öregedő országokra korlátozódik. A külső válságok felerősödnek. Kína zárlatot hirdet a ritka-földfém ásványokra. Szaúd-Arábia a tartósan alacsony kőolaj árak miatt recesszióba süllyed. Oroszországban megkezdődik a harc Putyin utódlásáért, ami az ország instabilitásához vezet. A gazdasági válság miatt az Egyesült Királyság megkezdi az „Unbrexit” tárgyalásokat. Az

---

<sup>15</sup> Az V. cikk értelmében, ha egy NATO tagországot megtámadnak, akkor az a teljes szövetség megtámadásaként értelmezendő.

<sup>16</sup> A „Stop the boat” politikája azt az üzenetet hordozta magában a menekültek felé, hogy meg se próbálják megközelíteni Ausztrália partjait. Akik mégis eljutnak Ausztráliába, azokat gyakorlatilag fogva tartják.



Egyesült Államok továbbra is katonai nagyhatalom, de a gyakori regionális ellenállásokat nehezen kezeli. Az EU katonai téren is hiteles erőt képes felmutatni, melyet minden jelentős hatalom elismer. A külpolitika egységes. [11; 96-97. o.]

### **A jövőforgatókönyvek értékelése**

A tanulmány hangsúlyozza, hogy nem előrejelzéseket vagy irányelveket állít elő, hanem számba veszi a legfontosabb lehetőségeket és kihívásokat, amelyekkel Európa szembe néz 2035-re. Ennek ellenére számos olyan következtetés vonható le, amelyeket nem lehet figyelmen kívül hagyni:

- A „Brexitet” szinte biztosan megsínyli az Egyesült Királyság gazdasága;
- Az Egyesült Királyság pénzügyi cégei az euróövezetbe költöznek;
- A várható negatív hatások miatt nem kell számolni további államok kiválására az Európai Unióból;
- Ha a globalizáció megfordul vagy stagnál, akkor az egységes piac vonzereje növekedni fog;
- A kiberháború és a hackertámadások az európai biztonság legfontosabb veszélyeztető tényezői. Tehát a földrész alapvető érdeke ennek a hadviselési módnak a nemzetközi szabályozása;
- A válságokra adott hatékony válaszoknak alapfeltétele az egységek külpolitika. [11; 98. o.]

Az európai – így a Magyarországi – jövőt alapvetően az fogja befolyásolni, hogy a földrész hogyan képes alkalmazkodni az információs-, és a gazdasági forradalom változásaihoz. A számítógépes hadviselésre döntő hatású lesz, hogy sikerül-e annak szabályozása. Amennyiben a jelenlegi helyzet fennmarad, az melegágya lesz az általánosan elfogadott-, és állami szintre emelt kibertámadásoknak. Ezt a hadviselési módot a nacionalista kormányok feltehetően előszeretettel fogják alkalmazni, hiszen a hagyományos haderőhöz képest nagyon olcsó, gyorsan fejleszthető, és ami a leglényegesebb: az alkalmazás nem esik majd az V. cikk hatálya alá.

### **JÖVŐFORGATÓKÖNYVEK MAGYARORSZÁG SZÁMÁRA**

A jövőkutató szakértők döntően negatív hazai következményekkel járó átfogó kérdéseket észlelnek. Ezek közül kiemelkedő a klímaváltozás, az élelmiszerek vegyszer-szennyezettsége, a kiszolgáltatottság a multinacionális vállalatoknak, illetve a fokozódó modern népvándorlás. A lehangoló jövőképet erősíti, hogy alig látnak esélyt a bajok mérséklődésére. Ugyanakkor új világméretű nehézségek megjelenésével is számolnak: a negatív éghajlati változások következményei megnyilvánulhatnak a természeti erőforrásokért folyó növekvő küzdelemben, és az erőszakra való hajlam megerősödésében. Nagytérsgyi gondot okozhatnak az Európai Unió belső ellentétei is. Számos hazai jövőkutató úgy véli, hogy a globális problémákon csak világméretű összefogás és társadalmi közmegegyezés segíthet. [1; 23. o.]

A Magyar Tudományos Akadémia, három lehetséges jövőt vázol fel Magyarország számára 2025-ig a „Magyarország 2025” című tanulmánykötetében. A megvalósulási feltételek szerint vizsgálva ezek egy optimista, egy pesszimista, és egy legvalószínűbb változatot tárnak fel.

#### **Optimista változat**

Az optimista változat előrejelzése szerint, Magyarország gazdasága 2025-ig felzárkózik az Európai Unió legfejlettebb 15 országának átlagához. A népesedési mutatóink megfordulnak,

tehát tartósan biztosítva van a népességszám lassú, egyenletes, ám állandó növekedése.<sup>17</sup> A társadalom mentális állapotában kedvező változások állnak be: politikai stabilitás, jó hangulat, elégedettség, társadalmi béke és nyugalom várható. Sikerül a társadalomban kiépíteni a szociális és környezeti érzékenységet. [12; 323. o.]

Az optimista forgatókönyv megvalósulásának számos feltétele van. Ezek között a legfontosabb a társadalom-politikai megegyezés, ami gyakorlatilag a nemzeti minimum megtalálását jelenti. A szerzők hangsúlyozzák, hogy ennek eléréséhez elengedhetetlen egy optimista jövőkép felvázolása. Ebben kiemelt szerepet kap a humán tényező minden irányú fejlődésének, és az innovációnak a biztosítása. Emellett csökkenteni kell a közszféra kiadásait, és gazdasági szerkezetváltása is szükség van. „Pozitív jövőkép nélkül nincs társadalmi tőke, nincs hajtóerő, a társadalom és a gazdaság is csupán sodródik, hanykolódik a globalizáció háborgó tengerén”. [12; 328-335. o.]

### **Pesszimista változat**

A pesszimista változat szerint hazánk gazdasági téren az Európai Unió legelmaradottabb három országa közé csúszik. Rögzül az elavult importnyersanyag-, energia-, és alkatrészfüggő szerkezet. Fennmarad az a jelenség, hogy gyarmati jellegű munkamegosztással kapcsolódunk be a világgazdaságba.<sup>18</sup> Tartós a külkereskedelmi és a fizetési mérlegdeficit, folytatódik az eladósodás, magas az infláció és a munkanélküliség. 2025-ben 8-9 millió az ország lakossága, tehát demográfiai téren továbbra is romló a tendencia. Az évről évre fogyó magyarországi népesség mellett, az „Ezeréves Határ” peremterületeiről a magyar kisebbség gyakorlatilag eltűnik. A politikai helyzet instabil. A társadalom többsége elégedetlen, ellenségeskedő, csoportokra-, rétegekre szakadt, jövőkép nélküli, és elkeseredett. A szociális-, és a környezeti tudatosság visszaszorult. [12; 323. o.]

Ahhoz, hogy 2025-re a pesszimista forgatókönyv valósuljon meg, az alábbi feltételeknek kellene teljesülniük: Folytatódik a ciklikus gazdaságpolitika, a pénzstabilitás elmarad. Továbbra is alacsony bérekkel és adókedvezménnyel „csalogatjuk be” a külföldi tőkét, vagyis a harmadik világnak is az elmaradottabb részével fogunk versenybe szállni. Az ismétlődő egyensúlyi zavarokat megszorításos csomagokkal „kezeljük”. Folytatódik eladósodásunk, kiszolgáltatottságunk a nemzetközi tőkével szemben. 2025-ig tovább folytatódik a társadalom erőteljes kettéosztódása. Az esélyegyenlőtlenségek tovább fokozódnak. A társadalmi elégedetlenség időnként kisebb-nagyobb robbanásba megy át (lásd 2006. szeptember 17. és október 23.). Ezt gerjesztik a szélsőséges erők is, amelyeknek gyarapodik a mozgásterük. Növekszik a bizonytalanság, fokozódik a társadalmi instabilitás. Veszélybe kerülnek a demokrácia és a szabadság részelemei, bár „tiszta” diktatúra visszatérésétől nem kell tartanunk. 2025-ben gyorsuló ütemben folytatódik nemzetünk fogyása, valamint társadalmunk elöregedése. Mindez kiszélesedik a határon túli magyarság még gyorsabb ütemű fogyásával. Magyarország lakossága 2025-ig 9,5 millió alá csökken. [12; 335-336. o.]

### **A legvalószínűbb változat**

A legvalószínűbb változat azt jósolja, hogy az optimista változatot 2025-ig nem vagyunk képesek megvalósítani, de 2025-re kialakulnak a felzárkózás legszükségesebb feltételei. Az egy főre jutó GDP terén megközelítjük az Európai Unió legfejlettebb 15 országának átlagát. Gazdaságunk nem teljesen modern, de átalakuló-javuló makro szerkezetben termel. Ez azt

---

<sup>17</sup> Kiegészítve azzal, hogy mindez az egész Kárpát-medence magyarságára érvényes.

<sup>18</sup> Csak a termelés-, az összeszerelés-, és az ezzel kapcsolatos tevékenységek folynak az országban. A kutatás-fejlesztés, az innováció nem itt folyik. Az eladásból származó bevétel döntő többsége külföldön marad.

jelenti, hogy tartósan külkereskedelmi és fizetési egyensúlyt mutat fel. Az adósságállomány a jelenleginél már jóval kevesebb, és tovább csökken. Demográfiai téren megáll a lakosság fogyása, a népességszám 10 millió körül állandósul. Megáll a kárpát-medencei magyarság fogyása. A társadalom politikailag nem instabil, de még nem is konszenzusos. A többségnek már rajzolódik valamilyen pozitív jövőképe. [12; 324. o.]

A scenárió legfontosabb jellemzője a „vontatott kilábalás”. Erőteljes fordulatok várhatók a politikában. 2025-ben így elérkezünk az Európai Unió második vagy harmadik vonalába, de már nem leszünk Európa „cseledszobája”. A gazdasághoz hasonlóan vontatott, lassú, de érzékelhető javulás következik be a társadalom mentális állapotában. 2025-ben már érzékelhetők lesznek a javulás, a felzárkózás, a sikeres gazdasági-társadalmi modernizáció egyértelmű jelei. [12; 336-337. o.] A polgári ellenőrzés minden területen felépül. Felerősödnek a mikroközösségek, jelentősen felértékelődik például a család szerepe és tekintélye. Mindennek a folyamatnak része az idősekről való gondoskodás. Ennek eszköze nem az „eltartás”, hanem a hasznos-, cselekvő élettartam meghosszabbítása. Már van olyan pozitív jövőkép, amire érdemes büszkének lenni. Érzékelhető, hogy a kitartó, szívós munka, a kreativitás meghozza gyümölcsét. [12; 337-340. o.]

A legjobb és a legvalószínűbb forgatókönyv alapján arra lehet következtetni, hogy a civil ellenőrzés erősödése a haderőre is hatással lesz. Ezekkel a szervezetekkel tehát elengedhetetlen lesz a kapcsolatok szorosabbra fűzése. Ez a haderő szempontjából – így a különleges műveleti erők szemszögéből is – azt jelenti, hogy időben el kell kezdeni ennek a képességnek a továbbfejlesztését. Mivel a civil szervezetek gyakorlatilag minden területen jelen lesznek, minden egységnek szüksége lesz arra, hogy a civil-katonai kapcsolatok ápolására rendszeresített szervezeti elemmel rendelkezzen. A mikroközösségek és a család megerősödése miatt nagy igény lesz a családtámogatási rendszerekre. Ez magával fogja vonni a hosszútávú gondoskodás igényét az egyén-, és a család vonatkozásában is. Ennek kereteiben – az állomány megtartásának elsődlegessége mellett – arra lesz igény, hogy az MH ne hagyja magára a katonát akkor sem, ha a szolgálati idejét letöltötte.<sup>19</sup> A kialakuló pozitív jövőképre, és „a van mire büszkének lenni” gondolatra alapozva fokozni lehet a haderő elismertségét.<sup>20</sup>

Összegezve tehát kijelenthető, hogy 2025-2035-ben készen kell állni arra, hogy akár kistérségi szinten kell együttműködni az önkormányzatokkal és olyan civil szervezetekkel, amelyeknek rendkívül erősek lesznek az érdekérvényesítő képességeik. A jelzett időpontban szolgálatot teljesítő állománynak már nagy igénye lesz a hosszútávú gondoskodásra.

## TÁRSADALMI, IDEOLÓGIAI VISZONYOK

A szerzőt érheti az a vád, hogy a cikk témáját tekintve indokolatlanul sokat időzik társadalmpolitikai kérdésekkel. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a hadikultúra és a társadalom szorosan összefüggő rendszert alkotnak. A hadikultúra megmutatja, hogy az adott társadalom miként viszonyul országához hadügyéhez. Ebből következtethetünk arra, hogy a fegyveres erő állománya miként viszonyul a háborúhoz, tehát a társadalmi viszonyok vizsgálata elengedhetetlen. [2; 585. o.]

A hazánkban várható társadalmi viszonyokat a „Magyarország 2025” című kutatás vetíti elé, ami a korábban már említettek szerint a Magyar Tudományos Akadémia gondozásában jelent meg. A közlemény alternatív jövőforgatókönyveit bevezetve megállapítja, hogy 2025-

<sup>19</sup> A program a hiányszakmák képzésére is alkalmas lehet, és nem is példa nélküli a haderőkben. [14]

<sup>20</sup> Ezen a téren példaértékű, a Francia Idegenlégió. Számos katonai siker lát napvilágot a világsajtóban, nem is beszélve a közszájon forgó légió-legendákról, és a szépirodalmi művekről. (Talán ennek köszönhető, hogy ez az egyetlen katonai szervezet a világon, ami gyakorlatilag nem végez toborzást.)

ig Magyarországon is meghatározó helyzetbe kerül a „millenniumi nemzedék”. Ez egy olyan korosztály, amelynek tagjai az információs forradalom állandóan változó korszakában nőttek fel. Gondolkodásukat és tetteiket alapvetően két kategória befolyásolja. Egyfelől azok a hatások, amelyeket a nemzetközi gazdasági-, politikai-, társadalmi-, és ökológiai környezet közvetít feléjük, másfelől családjuk-, embertársaik-, nemzetük elvárásai, félelmei-, reményei-, várankozásai. Döntéseiket tehát olyan körülmények között hozzák, amelyben az emberiség nagy közösségei is a változással vívódnak. Az ezredévi nemzedék tagjai a hidegháborús, majd egyezkedő-, lineárisan értelmezhető világtrend felbomlásával egy széttöredezt, mozaikos térben keresik helyüket és szerepüket. A kutatás különböző csoportokat alkotó egyénekből, a gondolkodásukból és a tervezett cselekedeteikből jut el különböző lehetséges alternatív forgatókönyvekhez és az ezekhez kapcsolódó komplex jövőalternatívák megfogalmazásához. [1; 66-67. o.]

### **Egyén a közösség hálójában**

Az első forgatókönyv azt a jövőbeni helyzetet írja le, amelyben a közösségi munka, a közösségekben élés és tevékenykedés társadalmi fejlődést idéz elő. A forgatókönyv lényegi eleme a közösségi lét, ami a mai fiatalok számára a hagyományos értelmezésnél tágabb formában jelenik meg. A család, a szomszédság és a barátok mellett megjelenik a virtuális közösség formálódása is. A forgatókönyvben az egyén és a közösség harmóniában van. Ebben a társadalomban mindenki minden tőle telhetőt megtesz azért, hogy a közösséget segítse. Megnö az egyének felelőssége, mivel a hálózatban egyre kevesebb lesz a biztos pont, amelyek jelenleg az állami rendszerek útján adóttak. Előtérbe kerül az öngondoskodás. Ez egyrészt intenzív részvételt jelent az állami feladatokban, másrészt egyfajta tudatosságot idéz elő a közös feladatok iránt. Ez a forgatókönyv a kisközösségek önszabályozására épül, amelyben a tagok felelősségteljesen jelölik ki a prioritásokat, és ők tesznek a megvalósításért is. A közösségi élet színtere a civil mozgalom és a közösségi tér. A polgári mozgalmak kibontakoznak, és a politikai életbe is bekapcsolódnak. Egy ilyen társadalomban az individualisták felismerik, hogy az egyéni érvényesülés a közösségbe illeszkedésen keresztül valósítható meg. A céltalanok és a kallódók is támogatnák ezt a forgatókönyvet, mert a céltalanok elfogadnák a nem túl szigorú normákat, a kallódókat pedig, az ilyen társadalom jól tudná terelni. Más etnikumok és nemzetiségek is megtalálhatják életterületüket az országban. A tolerancia és a szolidaritás, vagyis a gyengék megértése és segítése, valamint a társadalomellenesekkel szembeni határozott fellépés jól összeillő értékei ennek a forgatókönyvnek. [1; 70-72. o.]

### **Individualisták társadalma**

Az individualisták társadalma olyan társadalom, amelyben az egyének és az egységek munkája sikeresen betagozódik a népesség egészébe. Ez előnyös feltételeket teremt a gazdaság növekedéséhez és a nemzet fejlődéséhez. Ebben a közösségekben a tudatos, egyénien gondolkodó emberek kerülnek előtérbe, akik hangsúlyozzák önállóságukat. Fontos számukra a siker. Tisztában vannak saját képességeikkel: tudják, hogy mit akarnak az élettől. Terveznek, és terveiket a gyakorlatban meg is valósítják. Előnyben részesítik a fogyasztói vagy az élménytársadalomban élést. A közösségi lét csak addig fontos számukra, amíg azt előnyösnek ítélik meg. Életüket önállóan, egyedül élik le, egyszemélyes csoportot alkotnak. A jelenleg elterjedőben levő „szingli életmód” gyakori. Az individualista társadalomban nem törődnek a hagyományokkal, a nemzeti identitással. A forgatókönyv megvalósulása esetén sokan elköltöznének más országokba. Az idősök kirekesztése valószínűleg általánossá válna. [1; 72-73. o.]

## **Magunkra hagytak – magunkra maradtunk**

A harmadik forgatókönyv olyan társadalmat ír le, amelyben a jövőtől rettegő és kallódó emberek vannak domináns helyzetben. Ők egyéni félelmeik középpontba állításával nem szolgálják az előrehaladást. A fejlődés szinten tartása, de inkább a hanyatlás jellemző. A meghatározó jelenség, hogy félnek az emberek a jövőtől. A mindentől való félelem általánossá válása egészségi kockázatot is jelent. A politikai rendszer látszatdemokrácia: mindkét csoportot a vezetők igénye szerint befolyásolják. Ha a kisszámú vezető egyesíti erőit, akkor szigorú diktatúra várható. Amennyiben az ellentétes végletek váltakozóan irányítanak, akkor anarchia fenyeget. A tömeg nem vesz részt a politikában, mert frusztráltan áll a jövőhöz. A változatlanságot preferáló, jövő nélküli társadalom képe rajzolódik ki. [1; 73-74. o.]

## **Együtt sodródunk és dagonyázunk**

Ez a forgatókönyv a közösséget kedvelő, de abban céltalanul élő és viselkedő emberek társadalmát vázolja fel. A céltalanok társadalmát nem mutat fel felelősséget, tetteket, vagy kreativitást. A forgatókönyvhöz stagnáló vagy hanyatló gazdaság társul. Nincs igény a technológiai fejlődésre. Ebben a társadalomban az emberek elhúzódnak a világtól és a családba menekülnek. A felelősség elkerülés tudatos törekvés, és a társadalom alapjellemezője. Az individualisták és a kallódók ebben a helyzetben élére állnának azoknak, akik feláldoznak magukat a rend megdöntéséért, és igyekeznének diktatórikus rendet kialakítani. [1; 74-75. o.]

Az akadémia kiadványa egyaránt lehetségesnek tartja a leírt négy forgatókönyv bármelyikének megvalósulását. A legkedvezőbb az 1. számú, amely kifejezi, hogy lehet a jelenlegi jellemzőktől eltérően elképzelni és alakítani jövőnket. Van lehetőség arra, hogy társadalmi és egyéni szinten egyaránt pozitív jövőt biztosítsunk. A legvalószínűbb, 2. forgatókönyv 2025-ig sikeres lehetne, csak később válna aggasztóvá a helyzet az elszakadó individualista réteg gyermektelensége miatt, illetve azért, mert az elhanyagolt és sértett kallódók irányításával olyan forradalmi hangulatú tömeg alakulna ki, amely romboló forradalmat valósítana meg, az individualisták pedig nem lennének képesek visszatartani őket. A legrosszabb a 3. és a 4. forgatókönyv. A 3. forgatókönyv veszélyes. A rettegést felválthatja a teljesen szabályozatlan bomlasztó agresszivitás. A 4. forgatókönyv bekövetkezését el kellene kerülni, ugyanis annak hosszú távú következményei beláthatatlanok. [1; 77-78. o.]

A társadalompolitikai jövőkép elgondolkodtató. Az elemzés eredményei alapján arra lehet következtetni, hogy a haderő tagjai számára is ösztönözni kell az öngondoskodást, de ez nem helyettesítheti a szervezeti gondoskodást. Figyelembe kell venni azt is, hogy a szervezeti gondoskodásra jelenleg nagyon nagy igény van.<sup>21</sup> A jelenleg katonai szolgálatot teljesítő személyek ilyen szemlélete feltehetően nagy hatást gyakorol a „millenniumi generációra”. Ez azért van így, mert a speciális feladatrendszer speciális magánéleti problémákat is indukál. Fel kell készülni arra, hogy ezeket a kihívásokat a civil szféra nem tudja kezelni, tehát gondoskodni kell arról, hogy a szóban forgó nemzedék felkészülten álljon ez elé a kihívás elé. A katonai szervezetet erősíti az a folyamat, ha az individualisták felismerik, hogy a közösségbe beilleszkedés szükséges az egyéni érvényesülésükhöz. A karrier-, és az élmény keresése is előnyös. Ezeket a motívumokat fel lehet használni. A közösségi élet átmeneti jellege sem hat negatívan, ha figyelembe vesszük, hogy egy különleges műveleti katona 30-35 éves korára „kiöregedik” a specialista beosztásokból. Fel kell tehát készülni a létszámingadozás erősödésére, és az alternatív pályafutás lehetőség biztosítására, lehetőleg a haderőn belül. Ezt fel lehet fogni a gondoskodás egyik formájának is. A mobilitási hajlandóság a külföldi

---

<sup>21</sup> Ezt a kijelentést a szerző személyes tapasztalataira alapozza.

szolgáltatelljesítés alapfeltétele, tehát ez is pozitív jelenség. Gátló tényező a hagyományok-, a felelősségvállalás-, és a nemzeti identitás várható hanyatlása. Ennek ellensúlyozását tudatosan erősíteni kell. Sajnálatos, hogy a haderőre vonatkozó utalásokat a tanulmány nem tartalmaz. Nem ismerhetjük meg, hogy a társadalom miként fog viszonyulni a fegyveres összeütközésekhez a jelzett időpontra. Amit azonban nem hagyhatunk figyelmen kívül, az az individualizmus erősödése. Meg kell találni tehát annak a módját, hogy a fegyveres erő vitán felül álló alapértékei – hazaszeretet, bajtársiasság, önfeláldozás – hogyan illeszthetők egy olyan társadalmi rendbe, ahol az egyén áll a középpontban.

## ÖSSZEGZÉS

A magyar hadtudomány kutatóinak legfontosabb feladata a fegyveres küzdelem elméletének és gyakorlatának a kutatása. Ez nem lehetséges úgy, hogy csupán a hadtudományhoz szorosan kötődő kérdéseket vizsgáljuk. A széles látókörű elemzés elkerülhetetlen, ugyanis minden haderő fejlődését döntően meghatározza a kérdéses ország geopolitikai és geostratégiai beágyazottsága, a biztonságfelfogása, és hogy mit gondol az adott társadalom a hadviselésről. Emellett kijelenthető, hogy a fegyveres összeütközések várható irányzatainak megjósolása lehetetlen a szövetséges- és a szemben álló haderők technológiáinak-, szervezetének-, eljárásainak-, fejlődési irányának ismerete nélkül. Ha ez a tudás rendelkezésre áll, fel tudjuk készíteni hazánkat – és benne a haderőt – a világméretű folyamatokra, és alkalmazkodni tudunk a tendenciákhoz. Emellett a jövő formálásának lehetősége is megnyílik: az egyes folyamatok felismerésével lehetőség adódik arra, hogy a regionális jelenségeket Magyarország érdekeinknek megfelelően befolyásoljuk.

A 2035-ös előrejelzésben foglalt főbb átfogó geopolitikai irányvonalakat úgy összegezhetjük, hogy az előrejelzés politikailag pesszimista, de gazdasági szempontból bizakodó. A kutatások a nemzetközi intézmények meggyengülését jelzik elő. Sok szó esik a többpólusú világ újra rendeződéséről, és a II. világháborút követően létrehozott globális intézmények legitimációs válságáról. Az értékelések gyakorlatilag egyetértenek abban, hogy a geopolitika fő kérdései Ázsiába helyeződnek át. Az előrejelzések meglehetősen borúlátók az egyensúllyal kapcsolatban, de szinte biztosra vehető, hogy azt az Egyesült Államok-Kína-Oroszország viszony határozza majd meg. Valószínűleg olyan többpólusú világrend alakul ki, amelyben nagyobb mozgásteret kapnak a regionális hatalmak, mint például Oroszország, Brazília, Kína vagy India. Ez nagyobb versenyhez és több államközi összeütközéshez vezethet. Egy ellentétektől terhes világrendben a katonai kiadások növekedni fognak. Ezek alapján a szerző arra következtet, hogy a NATO jelentősége világviszonylatban nem csökken, de a geopolitikai hangsúlyt követve a fő erőkifejtés Ázsiába helyeződik át. A „hangsúlyeltolódás” miatti esetleges legitimációs válságot a szövetség feltehetően a feltörekvő ázsiai hatalmak katonai ellensúlyozásában találja meg. Ez előrevetíti a NATO ázsiai bővítését.<sup>22</sup> A geopolitikai-, geostratégiai változások miatt az Észak-atlanti Szövetség európai jelentősége csökkenni fog, ami az európai „kis államok” katonai biztonság-értelmezésére biztosan jelentős hatást gyakorol. Ezek az országok a keletkező védelmi deficitet a regionális gazdasági szövetségek katonai kibővítésével fogják pótolni.

Az elemzők többsége pesszimista Európával kapcsolatban, és számos területen a földrész további gyengülésére számít. Az európai – így a Magyarországi – jövőt alapvetően az fogja befolyásolni, hogy a földrész hogyan képes alkalmazkodni a modern kor változásaihoz. A migráció fokozódása-, de legalább jelenlegi szinten állandósulása biztosra vehető. A jelenség

<sup>22</sup> Ezt hangsúlyozza a NATO és Japán együttműködésének szorosabbra fűzése. 2018-tól a Japán NATO küldöttséget a külügyminiszter vezeti Belgiumban. [15]

megítélésével kapcsolatos szembenállás az EU politikájában rövid-, és középtávon meghatározó téma lesz. Az előrejelzés szerint a posztmodern népvándorlás kezelésével kapcsolatos véleménykülönbség állandósul, és mélyül. Ez a jelenség önbizalmat ad az európai regionális kezdeményezéseknek. Az Európai Unión belül a törésvonal két oldalára felsorakozott államok közös kül-, és gazdaságpolitikájának erősödése várható. Mindennek ellenére a gazdasági összefonódások miatt nem valószínű, hogy további államok hagyják el az Európai Uniót. A szerző ezek alapján arra következtet, hogy a regionális gazdasági együttműködések sikere a tagországok katonai együttműködést is fokozni fogja. Védelmi szempontból a legfontosabb jövőt meghatározó feladat a kiberhadviselés szabályozása. Magyarország jövőjét tehát a gyengülő Európa, a javuló gazdasági-, és regionális együttműködési, illetve a romló katonai biztonsági környezet fogja meghatározni.

Hazánkban 2025-re a szakértők lassú, de érzékelhető javulást várnak a gazdaság helyzetében és a társadalom mentális állapotában. Az uralkodó folyamatok alapján arra lehet következtetni, hogy a civil ellenőrzés erősödése a haderőre is hatással lesz. 2025-ben készen kell állni arra, hogy akár kistérségi szinten kell együttműködni az önkormányzatokkal és a civil szervezetekkel. A társadalompolitikai elemzés arra enged következtetni, hogy a millenniumi generáció napjainkban is folyamatosan változik. Tudományos körökben nincs megegyezés a várható végkifejletről. Az MTA elemzés eredményei alapján annyi biztosan kijelenthető, hogy az individualista értékek tovább erősödnek, és jelentősen nőni fog a gondoskodás iránti igény. Ezeket a jelenségeket tehát nem lehet figyelmen kívül hagyni a haderő fejlesztése során. Arra lehet következtetni, hogy a jelzett időtartamra a fiatalokat az élmény keresése, és az önmegvalósítás fogja motiválni. A közösségekhez – így az MH-hoz is – csak akkor csatlakoznak, ha biztosítottak látják az aktív-, eseménydús-, fordultatos katonai pályát. Feltehetően csak addig maradnak, amíg ezeknek a „követelményeknek” a szervezet meg tud felelni. A honvédséget már akkor el fogják hagyni, ha a keresett „érzést” rövidtávon nem találják.

A cikk szerzője Magyarország jövőjét tekintve bizakodó. Ebben feltételezi, hogy valamennyi politikai erő Magyarország fejlődését tartja szem előtt, még akkor is, ha az ehhez szükséges nemzeti minimum megegyezés hiányzik. Pártállástól független, és a fejlődést alapvetően meghatározza, hogy megfelelő választ tudunk-e adni a globális és a regionális kihívásokra. A szerző a következő publikációban erre a feltételezésre építi a biztonságpolitikai-, hadseregszervezeti és technológiai kutatások eredményeinek elemzését, és a különleges műveleti erő jövőképét.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] NOVÁKI, Erzsébet (2010.). Magyarország 2025 – Lehet másként is?! In: NOVÁKI, Erzsébet. Magyarország 2025 (1.kötet) Tanulmánykötet a Magyarország 2025 című akadémiai kutatás alapján, Corvinus, Budapest. pp 19-80. Elérhetőség: [http://unipub.lib.uni-orvinus.hu/1766/1/Mo\\_2025\\_1.pdf](http://unipub.lib.uni-orvinus.hu/1766/1/Mo_2025_1.pdf). (Letöltve: 2018.10.10.).
- [2] SZENDY, István; SZTERNÁK, György (2017.) Hadtudományi Szemle. Gondolatok az új Nemzeti Katonai Stratégia elkészítéséhez. Vol X. No. 3, pp. 580–591. Elérhetőség: [http://epa.oszk.hu/02400/02463/00036/pdf/EPA02463\\_hadtudomanyi\\_szemle\\_2017\\_3\\_580-591.pdf](http://epa.oszk.hu/02400/02463/00036/pdf/EPA02463_hadtudomanyi_szemle_2017_3_580-591.pdf). (Letöltve: 2018.10.06.).
- [3] KASZNÁR, Attila (2016.) Terror & Elhárítás. A biztonságtudatosság nemzeti programban történő megjelenítésének fontossága. Vol 5. No. 2, pp. 1–21. Elérhetőség: [http://epa.oszk.hu/02900/02932/00008/pdf/EPA02932\\_terror\\_elharitas\\_2015\\_2\\_03.pdf](http://epa.oszk.hu/02900/02932/00008/pdf/EPA02932_terror_elharitas_2015_2_03.pdf). (Letöltve: 2018.10.05.).

- [4] KLEMENSITS, Péter; ESZTERHAI, Viktor (2017.). Biztonságpolitikai kihívások és trendek a 21. század közepén [on line]. PAGEO Geopolitikai Kutató Intézet, Budapest. Elérhetőség: <http://www.geopolitika.hu/hu/2017/06/01/biztonsagpolitikai-kihivasok-es-trendek-a-21-szazad-kozepen/>. (Letöltve: 2018.10.05.).
- [5] LUKÁCS. András (2017.) Hetek. A világ 2035-ben - Így látja a CIA [on line]. Vol XXI. No. 6. Elérhetőség: [http://www.hetek.hu/kulfold/201702/a\\_vilag\\_2035\\_ben\\_igy\\_latja\\_a\\_cia](http://www.hetek.hu/kulfold/201702/a_vilag_2035_ben_igy_latja_a_cia). (Letöltve: 2018.10.11.).
- [6] SZŐKE, Diána (2018.). A világ 2035-ben: geopolitikai előrejelzés [on line]. PAGEO Geopolitikai Kutató Intézet, n.p. Elérhetőség: <http://www.geopolitika.hu/hu/2018/06/06/a-vilag-2035-ben-geopolitikai-elorejelzes/>. (Letöltve: 2018.10.11.).
- [7] MOKLECSOV, Alexandr (2011.). A lég-, és űrvédelem bevetésre kész - Войска Воздушно-космической обороны заступают на боевое дежурство [on line]. Россия сегодня - Oroszország Ma, Moszkva. Elérhetőség: [https://ria.ru/defense\\_safety/20111201/503030677.html](https://ria.ru/defense_safety/20111201/503030677.html). (Letöltve: 2018.10.17.).
- [8] ELNÖKI HIVATAL OROSZORSZÁG (2018.). Elnöki üzenet a szövetségi gyűlésnek - Послание Президента Федеральному Собранию [on line]. Oroszország Elnöki Hivatala, Moszkva. Elérhetőség: <http://kremlin.ru/events/president/news/56957>. (Letöltve: 2018.10.17.).
- [9] TÖLGYESI, Beatrix (2017.). A Három tenger kezdeményezés és az Intermarium koncepció háttere és kilátásai, Külügyi és Külgazdasági Intézet, Budapest. Elérhetőség: [http://kki.hu/assets/upload/30\\_KKI-elemzes\\_POL\\_Tolgyesi\\_20171121.pdf](http://kki.hu/assets/upload/30_KKI-elemzes_POL_Tolgyesi_20171121.pdf). (Letöltve: 2018.10.05.).
- [10] nato.int (2018.). Three Allies establish Special Forces Command. NATO, n.p. Elérhetőség: [https://www.nato.int/cps/en/natohq/news\\_155347.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_155347.htm). (Letöltve: 2019.01.22.).
- [11] European Parliament (2017.). [Global Trends to 2035 Geo-Politics and international power, European Parliamentary Research Service Global Trends Unit, Brussels](http://www.oxan.com/media/1969/global-trends-to-2035-geopolitics-and-power.pdf). Elérhetőség: <http://www.oxan.com/media/1969/global-trends-to-2035-geopolitics-and-power.pdf>. (Letöltve: 2018.10.08.).
- [12] GAZDAG, László (2010.). A gazdaság, a települések, és a természeti környezet jövője. Lehetséges forgatókönyvek Magyarország számára 2025-ig. In: NOVÁKI, Erzsébet. Magyarország 2025 (2.kötet) Tanulmánykötet a Magyarország 2025 című akadémiai kutatás alapján, Corvinus, Budapest. pp 322-340. Elérhetőség: [http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/1766/1/Mo\\_2025\\_1.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/1766/1/Mo_2025_1.pdf). (Letöltve: 2018.10.10.).
- [13] HORVÁTH, Attila (2017.). Ajánlások a katona logisztika történetének tanulmányozásához. In: HORVÁTH, Attila. 52 év a katonai logisztika szolgálatában, Dialóg Campus, Budapest. pp 9-25.
- [14] Insitute for Veterans and Military Families (2018.). Boots to Business [on line]. Syracuse University, Syracuse, New York. Elérhetőség: <https://ivmf.syracuse.edu/veteran-and-family-resources/starting-growing-a-business/boots-to-business/>. (Letöltve: 2018.10.14.).
- [15] nato.int (2018.). Allies agree Japan's Mission to NATO [on line]. s. n., n.p. Elérhetőség: [https://www.nato.int/cps/en/natohq/news\\_154886.htm](https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_154886.htm). (Letöltve: 2018.10.27.).



## A PILÓTANÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰ RENDSZEREK ALKALMAZÁSÁNAK DOKTRINÁLIS MEGKÖZELÍTÉSE A NATO-BAN

### DOCTRINAL APPROACHES OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS OF THE NATO

KRAJNC Zoltán

(ORCID: 0000-0002-5873-3552)

[krajnc.zoltan@uni-nke.hu](mailto:krajnc.zoltan@uni-nke.hu)

#### Absztrakt

A pilótanélküli légijárművek katonai alkalmazása már több évtizedes múltra tekint vissza, a Szövetségben a felhasználásuk jelentősége a 90-es években növekedett meg igazán. A tanulmány összegzi a pilótanélküli légijárművek alkalmazásnak doktrinális hátterét, stratégiai koncepcióját. A pilóta nélküli légi jármű rendszerek, ugyanolyan platformnak, tekinthetők, mint a pilóta által vezetett fegyverrendszerek a műveleti alkalmazási formákat illetően. Az UAS-ok gyakorlatilag, mint az adott szerepkörre létrehozott komplex légi támadó kötelékek alkotó elemeiként a képességeiknek megfelelő feladattal integrálódhatnak. A pilóta nélküli légi jármű rendszerek széleskörűen alkalmazhatók a védelmi-, és támadó légi szembenállás, légi csapásmérés eszközeként, valamint felderítő-megfigyelő feladatkörökben egyaránt.

**Kulcsszavak:** pilótanélküli légi jármű rendszerek, drónok műveleti alkalmazása, NATO műveletek, szabványosítás, interoperabilitás

#### Abstract

*The military use of unmanned aerial vehicles (drones) has some decade-long history. The importance of their use in the Alliance in the 1990s has increased. This study summarizes the doctrinal background and strategic concept of the employment of unmanned aerial vehicles.*

*Unmanned Aircraft Systems can be considered the almost same platform as pilot-driven weapon systems for operational applications.*

*UAS's can effectively integrate as a constituent element of Composite Air Operations created for a given role with a task appropriate to their abilities.*

*Unmanned Aircraft Systems can be widely used as Defensive and Offensive Counter Air, as well as in Reconnaissance and Surveillance missions.*

**Keywords:** operational employment of Unmanned Air Systems and drones, NATO operations, standardization, interoperability

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.07.16.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.08.23.

## BEVEZETÉS<sup>1</sup>

A pilótánélküli légi járművek katonai alkalmazása már több évtizedes múltra tekint vissza, nem téma a cikknek a történeti áttekintés, az eziránt érdeklődők nagyon részletes ismertetést találhatnak a rendszerek, eszközök evolúciójáról például Szabolcsi R. [1] könyvében. Köztudott, hogy a Szövetségben a felhasználásuk jelentősége a 90-es években növekedett meg igazán, amikor az amerikai haderőben az MQ-1 Predatorokat és az RQ-4 Global Hawkokat integrálták a légi hadjárataikba.



1. sz. ábra: A Pilótánélküli Légi Jármű Rendszer struktúrája  
(forrás: Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO, 2010)

A tanulmány nem kíván foglalkozni a téma kiterjedt terminológiai és kategorizálási kérdéseivel, az eszközök osztályozása (kategóriákba sorolása) és megnevezése (UAV, UAS, UCAS, UCAV, RPA/RPV, RPAS, stb.)<sup>2</sup> kérdéseivel, a definíciók mögött lévő fogalmak magyarázata, differenciálása több tudományos és szolgálati közleményben is részletesen megtalálható. [2], [3], [4]

<sup>1</sup> „A mű a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében működtetett Bay Zoltán Ludovika Kiemelt Kutatóműhely keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére készült.”

„The work was created in commission of the National University of Public Service under the priority project KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 titled „Public Service Development Establishing Good Governance” in the Zoltan Bay Ludovika Workshop Program.”

<sup>2</sup> UAV – Unmanned Aircraft/Vehicle (Drone);

UAS – Unmanned Aircraft System;

UCAV – Unmanned Combat Aircraft System;

UCAS – Unmanned Combat Aircraft System;

RPA/RPV – Remotely Piloted Aircraft

RPAS – Remotely Piloted Aircraft System.

Ebben a cikkben alapvetően a katonai terminológiában releváns pilóta nélküli légi jármű-rendszerek (UAS) kategóriát és rövidítést alkalmazom, amennyiben egyéb aspektusok megkívánják az ettől való eltérést, akkor azt külön jelzem.

### Pilótánélküli légi járművek osztályozása

Osztály	Kategória	Alkalmazási cél (szint)	Alkalmazási magasság	Normál hatósugár	Támogatott parancsnok	Jellemző platform
I. osztály ≤ 150 kg	kisméretű ≥ 20 kg	harcászati egység	földfelszín felett 5000 láb (1,5 km)	50 km	ezred, zászlóalj, dandár	Luna, Hermes 90
	mini 2-20 kg	kis alegység	földfelszín felett 3000 láb (0,9 km)	25 km	század	Scan Eagle, Skylark, Raven, Aladin, DH3, Strix
	mikró ≤ 2 kg	kis alegység	földfelszín felett 200 láb (60 m)	5 km	szakasz, raj, kezelőszemélyzet	Black Widow
II. osztály 150 kg – 600 kg	harcászati	harcászati információk	földfelszín felett 10.000 láb (3 km)	200 km	dandár	Sperwer, Iview 250, Hermes 450, Aerostar, Ranger
III. osztály ≥ 600 kg	csapásmérés		földfelszín felett 65.000 láb (20 km)	nem limitált	hadszintéri	
	HALE – nagymagasságú eszközök		földfelszín felett 65.000 láb (20 km)	nem limitált	hadszintéri	Global Hawk
	MALE – közepes magasságú eszközök		földfelszín felett 45.000 láb (14 km)	nem limitált	összhaderőnemi	Predator A, B, Heron, Heron TP, Hermes 900

1. táblázat NATO UAS osztályozási ajánlás (forrás: Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO; January 2010, NATO, Joint Air Power Competence Centre, 6. oldal)

A pilóta nélküli légi jármű-rendszerekre, „*nomen est omen*” rendszerként kell tekintenünk, melyek a légi jármű mellett, a küldetéshez szükséges összes elemet (eszközök, hálózatok, személyzet, hasznos teher, az 1. sz. ábra szerint) is magukban foglalják. A pilóta nélküli légi jármű-rendszerek kritikus jelentőségűek összhaderőnemi és koalíciós szinten is. Az egyre növekvő alkalmazási igény miatt egyre fontosabb a bevetési és rendszerintegrációs kihívások kezelése. A pilóta nélküli és a pilóták vezette eszközök alkalmazását zökkenőmentesen kell összehangolni a haderőnemek között, a pilóta nélküli légi jármű-rendszerekkel beszerezhető jelenlegi és jövőbeli C4ISR-adatokat (vezetés, irányítás, kommunikáció és számítástechnika, hírszerzés, megfigyelés és felderítés) be kell illeszteni az információfeldolgozási ciklusba.

## NATO ÖSSZHADERŐNEMI LÉGIERŐ TUDÁSKÖZPONT STRATÉGIAI KONCEPCIÓJA

A NATO Összhaderőnemi Légierő Tudásközpont (Joint Air Power Competence Centre, Kalkar, Németország) küldetése, hogy a Szövetség döntéshozóit támogassa a légierőt, a légi hadviselést illető transzformációs, fejlesztési kérdésekben. A NATO Szövetséges Transzformációs Parancsnokság (NATO – Allied Command Transformation, Norfolk, Egyesült Államok) keretében működő többnemzeti szervezet természetesen az egyre nagyobb jelentőséggel bíró pilótánélküli légi jármű rendszerek alkalmazásának, fejlesztésének főkérdéseivel is foglalkozik, folyamatosan kutatja a témát, publikálja a kutatási eredményeket és integrálja azokat a Szövetség doktrinális rendszerébe.



1. kép: Hermes 90 pilótánélküli légi jármű rendszer  
(forrás: <https://www.airforce-technology.com/projects/hermes-90-tactical-unmanned-aircraft-system-uas/>)

A szervezet 2010-ben kiadott pilóta nélküli légi jármű-rendszerek alkalmazásának stratégiai koncepciója (Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO; January 2010, NATO, Joint Air Power Competence Centre, von-Seydlitz Kaserne, Kalkar, Germany) komplex módon összegezi az UAS-ok műveleti bevetéseinek alapelveit és releváns eljárásait. [5]

A dokumentumban bemutatásra kerül a mai és a jövőbeli pilóta nélküli légi jármű rendszerek képességeinek alkalmazása az összhaderőnemi erők műveleti tervezői számára, kifejezetten az összhaderőnemi műveleti forgatókönyvek esetére. Ehhez a NATO stratégiai összefüggéseit és jövőbeli környezetét a „Sokréttű Jövő Projekt” (Multiple Future Project - MFP) és a „Védelmi Követelmények Áttekintése” (Defence Requirements Review - DRR) projektekből vették. A pilóta nélküli légi jármű rendszerek alkalmazási elveinek jövőbeli következményei több területet is érintenek, bevetésüket a katonai műveletek teljes keresztmetszetébe integrálni szükséges. A pilóta nélküli légi jármű rendszerekre tekintettel kell lenni az egységesítési egyezmények (STANAG-ek), a doktrínák, a harcászati technikai eljárások kialakításakor és módosításakor is. Be kell őket illeszteni a NATO oktatási, kiképzési, gyakorlati és kiértékelési rendszereibe egyaránt. Ezek az elvek segítik a technológiai fejlesztéseket, a beszerzésekhez szükséges hadműveleti követelmények kialakítását és támogatják a parancsnokokat a pilóta nélküli légi jármű rendszerek képességeinek integrált és hatékony kihasználásában.

A pilóta nélküli légijármű rendszerek és a pilóták vezette légi járművek sok tekintetben hasonlítanak egymásra: repülnek, fegyelmezett, profi üzemeltetőik vannak, hasonló légi kiszolgáló és logisztikai támogató személyzetük van. Azonban alapvető különbségként említhetjük, hogy a pilóta nélküli gépek emberi élet (pilóta) veszélyeztetése nélkül képesek működni a veszélyes környezetekben. Ugyanekkor ez azt is jelenti, hogy a pilóták hiánya szükségessé teszi az irányításhoz és ellenőrzéshez fejlett, és megbízható adatkapcsolatok meglétét. A pilóta nélküli légijármű rendszerek használatával a parancsnokok minimalizálhatják a bevetési kockázatot a személyzet és a haditechnikai eszközök számára, és mivel emberélet nincs közvetlen veszélyben, fokozódhat a parancsnok hajlandósága is az eszközök kockázatosabb bevetésére. A bevetések megítélésének politikai kockázata is csökken. A pilóta nélküli légi jármű vegyi, biológiai, radiológiai és nukleáris érzékelőket is vihet magával olyan területekre, melyek a pilóták vezette gépek személyzetére komoly kockázatokkal járna. A pilóta nélküli gépek olyan körülmények között is bevethetőek (pl. kedvezőtlen időjárás, műszaki problémák, kevés üzemanyag), ahol pilóta vezette gépeket a parancsnokok már nem biztos, hogy kockáztatnának. A repülőgép vezetői kabin szükségtelen volta miatt a pilóta nélküli légijármű rendszereket igény szerint bármilyen méretben elkészíthetővé tette, ezáltal a méretei és vele a hatásos radarkeresztmetszete is kisebb lehet,

A pilóta nélküli légijármű rendszerek feladatai a pilóták vezette gépekénél sokkal könnyebben megváltoztathatóak a bevetés közben is. A pilóta nélküli gépek küldetéstől és felszereléstől függően sokszor hamarabb indíthatóak és tovább maradhatnak a levegőben, mint pilóta vezette vetélytársaik. A távollévő ember persze kihívást is jelent a légtér integrációban, többek között a nem szegregált légtérben való alkalmazás esetén. A kezelő látótere, helyzetfelismerése is korlátozottabb, így erre az a megoldás mutatkozik leginkább, hogy a pilóta nélküli és a pilóta vezette eszközök szegregált légtérben kerüljenek alkalmazásra. Azonban kijelenthetjük, hogy hosszabb idő perspektívában a végső cél a teljes légtér -, és feladatintegráció.

### **Alkalmazási és vezetési-irányítási szempontok**

Alapvetően a megfontolandó kérdések a pilóta nélküli légijármű rendszerek esetében is ugyanazok, vagy hasonlóak, mint a pilóta vezette légi járműveknél, azonban vannak jelentős különbségek is az alkalmazhatóságuknál.

Az egyik ilyen eltérésnek tekinthető kérdés az erőforrások feletti vezetési-irányítási jogkör kérdése. Mivel a potenciális hadszíntereken, a közelmúlt légi hadviselési tapasztalatai alapján kijelenthetjük, egyre nagyobb igény merül fel az ISTAR-erőkbe integrált pilóta nélküli légijármű rendszerek alkalmazására. A jelenkor gyakorlata szerint a hadszíntéri stratégiai-hadművelési szintű célokra is bevethető pilóta nélküli légijármű rendszerekkel kapcsolatos döntések (feladat-meghatározás, célpont-kiválasztás, stb.) az összhaderőnemi parancsnok kompetenciájában maradnak.

A komponens parancsnokságok (funkcionális egységek) parancsnokai addig tarthatják meg a vezetési-irányítási jogosultságaikat, amíg az összhaderőnemi parancsnok a hadművelési, vagy harcászati vezetési-irányítási jogköröket delegálja számukra.

Az összhaderőnemi műveleteknél kritikus az erőforrások és feladatok allokációja is. A hadszíntereken is bevethető pilóta nélküli légijármű rendszerek iránt nagy az igény, alaposan meg kell gondolni, hogy milyen feladatra és hová osztják be azokat. A hadszíntereken jellemzően három eltérő célú alkalmazási mód fordul elő: felderítési-megfigyelési és célpont-meghatározó-; harcászati vezetési-irányítási-; és összhaderőnemi tűztámogatási műveletek.

A felderítési-megfigyelési és célpont-meghatározó bevetéseknél minél több célpontot akarnak felderíteni egy bevetés alatt, a harcászati vezetési-irányítási bevetéseknél például valós időben, hosszú ideig követnek egy célpontot (pl. egy járművet), az összhaderőnemi

tűztámogatásnál pedig célkezelési adatokat gyűjtenek és akár lézeres tűzmegjelölést, vagy tényleges fegyverbevetést végeznek.

Tervezéskor és bevetéskor az elérni kívánt célt és hatást kell meghatározni, nem a konkrét légi járművet, mert a jól definiált céltól függően több légi jármű is alkalmas lehet a feladatok végrehajtására. A pilóta nélküli légi jármű rendszerek jövőbeli összhaderőnemi alkalmazásakor valószínűleg a hálózatos felépítés lesz a meghatározó. A hálózatos adatkapcsolatok több felhasználó számára is elérhetővé teszik a pilóta nélküli légi jármű rendszerek hasznos terheit és telemetrikus adatait. A hálózati átjárókkal a sáv szélesség is jobban elosztható lesz, egy irányító állomásról több eszközt irányíthatnak, a növekvő számítási és tárolókapacitás magasabb szintű előre programozott működést tesz majd lehetővé, az egyre több és jobban hozzáférhető adatmennyiség feldolgozásához pedig új eszközök is kellenek majd.

Kategóriánként (1. sz. táblázat szerint) vizsgálva az alkalmazhatóságot a következőket állapíthatjuk meg: az 1. osztály méretéből adódóan általában hordozható, kézből indítható, egy kezelő által irányított eszköz, 50 km-nél kisebb hatósugárral, 2 óránál rövidebb ideig üzemel és gyorsan bevethető. A 2. osztály méretéből adódóan korlátozott hatótávú, jellemzően hadszíntéri bevetésű és előzetesen felderített területet igényel a fel- és leszálláshoz, szintén gyorsan bevethető. A 3. osztály járművei kifutópályát igényelnek, a bevetés több fázisra osztott. Ezek az eszközök a legösszetettebbek és a legjobb képességekkel rendelkeznek. A légtér tekintetében több mindent meg kell fontolni, mint az előző két osztály eszközei tervezésénél.

Hadműveleti tervezésnél a pilóta által vezetett járművekre érvényes doktrínák módosításokkal a pilóta nélküli légi jármű rendszerek esetében is alkalmazhatóak. Mérettől, küldetéstől, helyszíntől függetlenül minden pilóta nélküli repülést meg kell tervezni. A küldetés céljainak, feladatainak résztvevők általi teljes megértése biztosítja a sikert. A 2. és 3. osztályba tartozó járművek egyre többet repülnek a hadszínterek légtérén kívül, ezért fontos a repülési útvonalak és engedélyek tisztázása, nemzetközi légtérben a nemzetközi törvények, szabályozások és szokások betartása. A hadszínterek légtérében jellemzően az Légierő Komponens Parancsnokság (Joint Force Air Component Command - JFACC) a felelős a légtér menedzseléséért, ezért őket kell tájékoztatni az összes UAS-integrációs problémáról. Polgári légtérben a polgári légi irányítás a felelős. Ha ez nem létezik, vagy rosszul működik, akkor a katonai légtér felügyelet nyújthat támogatást a kereskedelmi légtérhasználóknak is.

A vészhelyzeti tervezés komplikált lehet, az információkat az adatkapcsolaton keresztül kapjuk meg. Nincs közvetlen tapasztalat, csak monitoron látjuk az adatokat, a kapcsolat meg is szakadhat. Minden pilóta nélküli jármű rendelkezik előre programozott kapcsolatvesztés esetére speciális üzemmóddal, melyeknek meg kell felelniük a légibiztonsági irányelveknek. Vészhelyzetekre terveznünk kell a jármű vészhelyzeti bázisra való átirányításával is.

A pilóta által vezetett rendszerek kihasználhatják a pilóta nélküli rendszerek képességeit és viszont. Már vannak próbálkozások annak megoldására, hogy a pilóta vezette járművek egy vagy több UAS-t irányíthassanak. Az együttműködéssel megnövelhető a helyzetfelismerés képessége és a szenzorokkal lefedett területek mérete. Az ember vezette és az ember nélküli járművek integrációja szárazföldi és tengeri járművek esetén is hasznos lehet.

Az interoperabilitás célja szabványosítani az adatátvitelt az irányító központok, a pilóta nélküli járművek vezetési-irányítási rendszereik között.

A pilóta nélküli légi jármű rendszereknek képesnek kell lenniük a harci információk, felderítési és tűztámogatási adatok gyors átadására. Ez a képesség a felderítési ciklus lépésein alapszik. Az első lépés a felderítési célok és az információs igények kijelölése, megtervezése. Második lépés az adatgyűjtés. Harmadikként következik a begyűjtött adatok feldolgozása, elemzése, és végül a negyedik lépés a tájékoztatás, az információk megfelelő időben történő átadása a megfelelő szervezeteknek.

A légtérgazdálkodáshoz hasonlóan a távközlési frekvenciák kezelése is korlátozhatja az UAS-ok bevetését. Az előtervezéskor fel kell mérni a frekvenciákat, meg kell vizsgálni az

adatbázisokat, hogy tervezni lehessen a használható frekvenciákat. Ismerni kell a zavaró interferenciákat, a rendelkezésre álló kapacitásokat, katonai és polgári műholdak elérhetőségét, tudatában kell lenni az ellenséges vagy éppen nem szándékos, baráti elektromágneses impulzusok érzékeny kommunikációs eszközeinkre gyakorolt hatásának.

További alkalmazási megfontolást igényel a bázisok optimális elhelyezése (pl. közelebb telepített bázisok rövidebb kijuttatási és visszatérési időt jelentenek), illetve maguknak az UAS-oknak a sebezhetősége az ellenséges UAS elhárító módszerek által (pl. célzott zavarás, irányítás átvétele).

## **UAS-műveletek összhaderőnemi-, és koalíciós összefüggésben**

A pilóta nélküli légi jármű rendszereket az egyes országok ugyan önállóan, maguk is beszerezhetik, mivel az nemzeti kompetencia, de ezeknek képeseknek kell lenniük integrálódni a közös NATO hadműveletekbe. A teljes interoperabilitás csak szabványosítással érhető el.

Összhaderőnemi környezetben általában a következő küldetések hajthatóak végre: felderítési-megfigyelési és célpont-meghatározó műveletek jelentik még mindig az UAS-ok legfontosabb, legjellemzőbb, fő küldetés formáját, majdnem valós idejű képet adva a döntéshozóknak, lehetővé téve a bevetések azonnali kiértékelését, valamint a természeti katasztrófák elhárításában is segítséget nyújtanak. Csapásmérő küldetésekben a fegyvertelen pilóta nélküli járművek lézeres céljelölést végeznek harmadik fél számára, a felfegyverzettek pedig maguk mérnek csapást. Továbbá a járművek működhetnek kommunikációs reléként (jeltovábbítás), hasznos terüket felhasználhatják elektronikus hadviselésre, részt vehetnek kereső és mentőakciókban, tömegpusztító fegyverek detektálásában, logisztikai támogatást nyújthatnak nehezen megközelíthető terepeken, megfelelő szenzorokkal pedig rögtönzött robbanóeszközöket is felderíthetnek szárazföldön és tengeren egyaránt.

A tengerészeti műveletek különböznek a szárazföldi bevetésektől és olyan kihívásokat támasztanak, mint a hullámzás, a sós víz okozta korrózió, a kevés kiindulási bázis, a tengeri platformok helyszűke, tehát a légi járműveket ennek megfelelően kell felkészíteni. Képesnek kell lenniük a gyors felemelkedésre és süllyedésre a kedvezőtlen időjárási viszonyok elkerüléséhez, módosított indító berendezések és szenzorrendszerek kellenek. Jellemző küldetések: vízalatti hadviselés tengeralattjárók és aknák ellen, vízfelszíni hadviselés vízi járművek és kalózkodók ellen, csapásmérés vízi járművekről szárazföldi célpontokra.

A szárazföldi műveletek nagyrészt megfelelnek az összhaderőnemi műveleteknél bemutatottakkal, de a városi bevetések egyedi kihívásokat jelentenek: rádiós összeköttetést kell biztosítani a szárazföldi csapatokkal, be kell tartani a hadviselés szabályait a civil lakosok közelségére figyelemmel is (pl. nem lehet rakétát lőni a forgalmas út mellett parkoló célpontra, ha a járókelők is bekerülhetnek a robbanás hatósugarába a járulékos veszteségek minimalizálása érdekében). Mozgó járműveket kell követni nem ellenőrzött területeken, vagy kitérő manővereket kell végrehajtani, gyorsan kialakuló eseményeket kell kiértékelni, a légi járműnek halkan kell közlekednie, különösen éjszaka, és ügyelni kell a más haderőnemek, ügynökségek által egyidejűleg működtetett hasonló pilóta nélküli eszközökre is.

## **DOKTRINÁLIS SZEMPONTOK**

A NATO koalíciós erőinek sikeres bevetéséhez létfontosságú hatékony és pontos doktrínával felvértezni a harcoló katonákat. Ezek jelentik a vezérfonalat a csapatok alkalmazásában, amelyeket megfelelő kiadványrendszerben terjesztenek. A doktrína szabványosítja a terminológiát, a kapcsolatokat, a felelőségeket és a folyamatokat a koalíciós erők között, hogy a parancsnokok és törzseik a stratégiai, hadműveleti és harcászati problémák megoldására koncentrálhassanak.



2. kép: MQ-9 Reaper pilótánélküli légi jármű  
(forrás: [http://www.military-today.com/aircraft/mq9\\_reaper.htm/](http://www.military-today.com/aircraft/mq9_reaper.htm/))

### **Az alapvető légierő szerepkörök és légi műveletek<sup>3</sup>**

A hatályos releváns NATO légi hadviselési doktrína alapvetően szerepkörként értelmezi a tradicionális légi műveleteket, úgy mind légi szembenállás, támadó (csapásmérési) tevékenységek, légi mozgékonyság, felderítési-megfigyelési műveletekkel való hozzájárulás az összhaderőnemi erőfeszítésekhez.

Általános megközelítés szerint a pilóta nélküli légi jármű rendszerek, ugyanolyan platformnak, tekinthetők, mint a pilóta által vezetett fegyverrendszerek a műveleti alkalmazási formákat illetően. A UAS-ok gyakorlatilag, mint az adott szerepkörre létrehozott komplex légi támadó kötelékek (Composite Air Operations – COMAO) részeként a képességeiknek megfelelő feladattal integrálódnak.

#### **Légi szembenállás**

A légi szembenállási szerepkör (műveletek) (Counter Air Operations – COA) elsődleges célja, a légierő tradicionálisan értelmezett feladata, hogy a légtérelenőrzés megfelelő fokozatát, rendszerint a légi fölényt biztosítsa (megtartsa, kivívja) a meghatározott hadszíntéren, vagy annak megfelelő szegmensében és időintervallumában.

Ezzel a légierő biztosíthatja, hogy a NATO csapatok úgy tudjanak tevékenykedni, hogy az ellenséges légierő jelentősen ne tudja akadályozni a meghatározott célok elérését.

Definíciószerűen: „a légi szembenállás, mint gyűjtőfogalom magába foglalja azokat a rendszabályokat, eljárásokat és eszközöket, melyek végrehajtása illetve hatása az ellenség merev- és forgószárnyú repülőeszközei, valamint pilóta nélküli légi járművei által végrehajtott felderítő, támadó és védelmi tevékenysége hatékonyságának csökkentésére illetve megszüntetésére irányulnak.” [6, 41. oldal]

<sup>3</sup> AJP 3.3 B Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations. p.I - 8 – I -16.



A légi szembenállási műveletek eszközszerkezete elsősorban a vadász- és vadászbombázó harcászati repülőgépek, a légvédelmi rakéta- és tüzer-fegyverrendszerek, valamint az elektronikai hadviselési bevetéseit integrálják. E szerepkörrel kedvező feltételek teremthetők a baráti erők számára a további hadműveletek sikeres végrehajtásához.

A légi szembenállás további két alkategóriára osztható: támadó- és védelmi légi szembenállásra. (Offensive -, and Defensive Counter Air Operations – OCA, DCA)

Az offenzív-, és defenzív légi szembenállási aktivitások rendszerint azonos erőkkel, azonos légtérben történnek, így differenciálásuk rendszerint praktikusán nem elképzelhető.

A pilóta nélküli légijármű rendszerek széleskörűen alkalmazhatóak a védelmi-, és támadó légi szembenállás eszközeként, felderítő-, elektronikai hadviselési-, csapásmérési-, és figyelemelterelési-megtévesztő feladatkörökben egyaránt.

## **A (légi) támadó szerepkör**

A (légi) támadó szerepkör a légierő lényegi, centrális eleme, amely képességgel meghatározó változásokat képes kiharcolni a hadszíntéren az ellenség releváns elemének pusztításával, illetve rombolásával. A légi csapások eredményei harcászati, hadművelleti és hadászati jelentőségűek is lehetnek, a támadott célok jelentőségének függvényében. A (légi) támadó szerepkör további alkategóriái: a stratégiai légi támadások, a felszíni (földi, tengeri) erők elleni műveletek és információs tevékenységek.

A stratégiai jelentőségű célpontok elleni légi csapásokra, légi támadásokra való igény már a katonai repülés hajnalán jelentkezett, közvetlenül a légi felderítési feladatok sikereinek és jelentőségének a felismerése után. A stratégiai légi támadás alapvető célja, hogy a szembenálló fél stratégiai súlypontjait gyengítve, a háború megkezdéséhez, vagy folytatásához szükséges képességeket gyengítse, ezáltal a saját erők stratégiai céljainak a megvalósítását támogassa. Így az ellenség elveszti az akciószabadságát, a hadászati kezdeményezés fontos képességét, ami a katonai vereség előjelét hordozza magában.

Az ún. „*célkezelési-paradigmának*” (targeting-metódus) megfelelően a légi támadások célkeresztjében a leggyakrabban szembenálló fél politikai rezsim vezetése, hadereje és lakossága, stratégiai erőforrásai és csapásmérő erői, valamint vezetési-irányítási struktúrái állhatnak.

A felszíni erők elleni műveletek (Counter-Surface Force Operations – CFO) közül, hazánk geostratégiai diszlokációját tekintve, a potenciálisan számításba vehető művelleti alkalmazási formákat fejtem csak ki. Kiindulási feltételként kijelenthetjük, hogy a légi szembenállási szerepkörben megvalósított légtérellenőrzési fokozat (légi fölény/légi uralom) eredményessége alapvetően meghatározza a felszíni erők elleni műveletek sikerét, vagy sikertelenségét. Más megfogalmazásban a légierő a légi szembenállási műveletekkel megteremti a feltételeit a szárazföldi-haditengerészeti erők műveleteihez, biztosítja a csapatok manőverszabadságát ezzel teremtve meg a sikeres műveletek légi feltételét.

A felszíni erők elleni műveletek közül számunkra a tengeri-légi műveletek nem relevánsak. Azonban a légi lefogás (Air Interdiction – AI) és a közvetlen légi támogatás (Close Air Support – CAS) a nemzeti légierőnk számára is alapvető feladatrendszerként jelentkezik.

A légi lefogási műveletek az ellenség harci potenciálja kihasználásának korlátozása, vagy késleltetése érdekében végrehajtott összhaderőnemi műveletek elemeként értelmezhetőek.

A légi lefogási műveletek alapvetően a szárazföldi erők tüzeszközeinek hatótávolságán kívüli célpontok elleni légi csapások halmazaként fogható fel. A műveletek alapvető célja az szembenálló fél tartalékai előrevonásának, szétbontakozásának, a számára előnyös harcrend kialakításának a megakadályozása, valamint az ellenség manőver- és utánpótlási lehetőségeinek korlátozása. Miután a műveletek a saját csapatok első lépcsőjétől távolabbi térrészben valósul meg, így a légierő erőforrásainak és a szárazföldi erők tüzeinek és manővereinek részletes koordinációjára nincs szükség.

A potenciális légi műveleteket az 2. sz. táblázatban összegeztem:

Légi szembenállás	(Légi) Támadás	Légi mozgékonyság	Felderítési- megfigyelési műveletekkel való hozzájárulás az összhaderőnemi erőfeszítésekhez
<p><b>Támadó légi szembenállás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– légvédelem elnyomása;</li> <li>– kísérés;</li> <li>– repülőterek támadása;</li> <li>– légtér megtisztítás</li> </ul>	<p><b>Stratégiai légi támadás</b></p>	<p><b>Légi szállítás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– stratégiai légi szállítás;</li> <li>– harcászati légi szállítás: légi logisztikai szállítás, légi mozgékonyságú műveletek, légi egészségügyi kiürítés, nem harci légi evakuálás,</li> </ul>	<p><b>ISR-műveletek:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– felderítés;</li> <li>– megfigyelés;</li> <li>– hírszerzés.</li> </ul>
<p><b>Védelmi légi szembenállás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– aktív légvédelem;</li> <li>– passzív légvédelem.</li> </ul>	<p><b>Felszíni erők elleni műveletek:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– a légierő hozzájárulása a szárazföldi erők műveleteihez;</li> <li>– légi lefogás;</li> <li>– közvetlen légi támogatás;</li> <li>– a légierő hozzájárulása a haditengerészeti erők műveleteihez.</li> </ul>	<p><b>Légi utántöltés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– légi hidak támogatása;</li> <li>– légijárművek áttelepülésének támogatása</li> <li>– készüeltségi repülőgépek (Air Policing) támogatása</li> <li>– globális csapásmérés támogatása;</li> <li>– különleges műveletek támogatása</li> <li>– légi hadjárat (folyó műveletek) támogatása.</li> </ul>	<p><b>Űrtámogatás</b></p>

2. sz. táblázat: A légi műveletek összegzése  
(forrás: saját szerkesztés)

A közvetlen légi támogatás szoros és folyamatos koordinációt igényel, mivel a CAS-bevetések a saját szárazföldi csapatok közvetlen közelében, tüzérségi fegyverrendszereinek hatótávolságán belül kerülnek végrehajtásra. A közvetlen légi támogatás alapvető célja a közvetlen harcérintkezésben lévő csapataink manővereinek tüzellel való támogatása, a közvetlen közelségben elhelyezkedő felszíni célok pusztítása, manővereinek korlátozása.

A műveletek végrehajtó elemeiként elsősorban a pilóták által vezetett légijárművek (harcászati repülőgépek, forgószárnyas rendszerek) a jellemzőek, de a feladatok komplex jellegéből fakadóan egyre több feladatot lehet allokálni a pilótánélküli légijármű rendszerekre, akár a tűzcsapás kiváltása, vagy ahhoz való információs támogatás végrehajtása is eredményesen végrehajtható ezen eszközökkel.

A közvetlen légi támogatás jellegéből fakadóan a baráti tűz általi fenyegetés magasfokú, ami a pilótánélküli eszközök alkalmazásával jelentősen csökkenthető.

### Légi mozgékonyság, légi szállítás

A légi szállítás megteremti a személyi állomány és az anyagi-technikai eszközök légi úton történő mozgatásának lehetőségét az adott hadszíntéren belül és a hadszínterek (továbbá távoli hadszíntér és hátsószög) között egyaránt.

A pilótánélküli légi járművek légi szállításban való alkalmazásáról való gondolkozás még kezdeti stádiumban van jelenleg. Vannak projektek (pl. Unmanned Cargo Aircraft – UCA), amelyek erre irányulnak, de még doktrinális szinten, a mindennapi gyakorlat szintjén nem relevánsak.

### **Légi utántöltés**

A légi utántöltés területén folynak kísérletek és fejlesztések az UAV-rendszerek légi utántölthetőségére, valamint hogy pilótánélküli légi járműveket lássanak el légi utántöltő (tanker) képességekkel (pl. MQ-25 Boeing-fejlesztés).

Ezen képességek, azonban, hasonlóan a légi szállítás részben megfogalmazottakhoz, doktrinális szinten, a mindennapi gyakorlat szintjén nem relevánsak.

### **Felderítési-megfigyelési műveletekkel való hozzájárulás az összhaderőnemi erőfeszítésekhez**

A felderítési-megfigyelési műveletek kiemelt célja a hatékony vezetői döntések meghozatalához és a kurrens műveletek végrehajtásához szükséges (közel) valós idejű információk biztosítása, az ellenség tevékenységeiről, erőforrásairól, és a harcmezőről a saját csapatok részére.

A felderítési-megfigyelési műveletek jelentős szegmensét már pilótánélküli légi jármű rendszerekkel tudjuk csak Szövetséges szinten elképzelni. Ez a műveleti képesség volt az első az UAV-k katonai szerepében és manapság is ez a legjelentősebb része a feladatportfóliójuknak. A pilótánélküli rendszerek által végrehajtott ISR-műveletek, az információk felhasználásának céljától illetve szintjétől függően – stratégiai, hadműveleti és harcászati szintű lehet.

## **KÖVETKEZTETÉSEK**

A pilóta nélküli légi jármű-rendszerek egyre nagyobb jelentőségűek a Szövetséges (koalíciós) és (nemzeti) összhaderőnemi szinten egyaránt. A NATO kiemelt figyelmet fordít a UAV-rendszerek alkalmazása doktrinális feltételeinek a biztosítására, a megszerzett műveleti tapasztalatok megosztására. A sajátos műveleti szabványosítási eszközrendszerével növelni kívánja a pilótánélküli légi jármű rendszerek alkalmazásának a hatékonyságát a potenciális műveletekben.

Ebben a folyamatban jelentős szerepet játszik a NATO Összhaderőnemi Légierő Tudásközpont (Joint Air Power Competence Centre, Kalkar, Németország) is, amelynek egyik fő kutatási területe a pilótánélküli légi jármű rendszerek alkalmazásának komplex kérdésköre. Folyamatosan kutatja a témát, publikálja a kutatási eredményeket és integrálja azokat a Szövetség doktrinális rendszerébe. A 2010-ben kiadott pilóta nélküli légi jármű-rendszerek alkalmazásának stratégiai koncepciója részletesen elemzi a mai és a jövőbeli pilóta nélküli légi jármű rendszerek képességeinek alkalmazásának feltételrendszerét és koncepcióját kifejezetten az összhaderőnemi műveleti forgatókönyvek esetére. A pilóta nélküli légi jármű rendszerek alkalmazási elveinek jövőbeli következményei több területet is érintenek, bevetésüket a katonai műveletek teljes keresztmetszetébe integrálni szükséges, be kell őket illeszteni a NATO oktatási, kiképzési, gyakorlati és kiértékelési rendszereibe egyaránt. Ezek az elvek segítik a technológiai fejlesztéseket, a beszerzésekhez szükséges hadműveleti követelmények kialakítását és támogatják a parancsnokokat a pilóta nélküli légi jármű rendszerek képességeinek integrált és hatékony kihasználásában.

Szükséges lenne még a pilóta nélküli légi jármű rendszerek bevetéseinek szabványosított szabályozása, ami ma még hiányzik a NATO-ban. A STANAG 4670 a pilóta nélküli légi jármű rendszerek kezelőinek a képzési a minimumát határozza meg. Szintén korlátokat jelentenek az

adatkapcsolatok. Ezek megszakadása akár az eszköz elvesztéséhez is vezethetnek. Sebezhetőségüket titkosítással, szűkösségüket redundáns csomópontokkal és az elérhető műholdas sáv szélesség növelésével lehetne orvosolni.

Az egyre növekvő alkalmazási igény miatt egyre fontosabb a bevetési és rendszerintegrációs kihívások kezelése. A pilóta nélküli és a pilóták vezette eszközök alkalmazását zökkenőmentesen kell összehangolni a haderőnemek között, a pilóta nélküli légi jármű-rendszerekkel beszerezhető jelenlegi és jövőbeli C4ISR-adatokat (vezetés, irányítás, kommunikáció és számítástechnika, hírszerzés, megfigyelés és felderítés) be kell illeszteni az információfeldolgozási ciklusba. Figyelembe kell venni, hogy ugyan a vezetési-irányítási folyamatok a pilóta nélküli légi jármű rendszerek esetében nagyon hasonlóak a pilótával vezetett járművekéhez, de vannak komoly kihívások is emiatt. Például a fizikai távolság miatti robusztus adatkapcsolat igény merül fel, vagy a folyamatos (kézi) és az előre programozott irányítás kettőssége, illetve a pilóta nélküli légi jármű rendszerek irányítását repülés közben átadhatják más kezelőknek is.

Megítélésem szerint a pilóta nélküli légi jármű rendszerek, ugyanolyan platformnak, tekinthetők, mint a pilóta által vezetett fegyverrendszerek a műveleti alkalmazási formákat illetően, az UAS-ok gyakorlatilag, mint az adott szerepkörre létrehozott komplex légi támadó kötelékek (Composit Air Operations – COMAO) alkotó elemeiként a képességeiknek megfelelő feladattal integrálódhatnak.

A pilóta nélküli légi jármű rendszerek széleskörűen alkalmazhatóak a védelmi-, és támadó légi szembenállás eszközeként, felderítő-, elektronikai hadviselési-, csapásmérési-, és figyelemelterelési-megtévesztő feladatkörökben egyaránt. A szárazföldi csapatok tűzzel való támogatási feladatainak komplex jellegéből fakadóan egyre több feladatot lehet allokálni a pilótánélküli légi jármű rendszerekre, akár a tűzcsapás kiváltása, vagy ahhoz való információs támogatás végrehajtása is eredményesen végrehajtható ezen eszközökkel.

A légi utántöltés és légi szállítás területén folynak kísérletek és fejlesztések az UAV-rendszerekkel való feladat-végrehajtásra. A légi utántölthetőségére, valamint hogy pilótánélküli légi járműveket lássanak el légi utántöltő- (tanker) valamint légi szállítási képességekkel (pl. MQ-25 Boeing-fejlesztés, Unmanned Cargo Aircraft – UCA projekt)

Ezen képességek, azonban doktrinális szinten, a mindennapi gyakorlat szintjén még nem relevánsak. A felderítési-megfigyelési műveletek jelentős szegmensét már pilótánélküli légi jármű rendszerekkel tudjuk csak Szövetséges szinten elképzelni. Ez a műveleti képesség volt az első az UAV-k katonai szerepében és manapság is ez a legjelentősebb része a feladat-portfóliójuknak. A pilótánélküli rendszerek által végrehajtott ISR-műveletek, az információk felhasználásának céljától illetve szintjétől függően – stratégiai, hadműveleti és harcászati szintű lehet.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SZABOLCSI R.: Légi robotok automatikus repülésszabályozása, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész És Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, 2016, ISBN 978-6 15-5460-23-4;
- [2] JDN 3/10 - Unmanned Aircraft Systems: Terminology, Definitions and Classification, The Development, Concepts and Doctrine Centre Ministry of Defence, 2010, [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/432646/20150427-DCDC\\_JDN\\_3\\_10\\_Archived.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/432646/20150427-DCDC_JDN_3_10_Archived.pdf) (letöltve: 2018. augusztus 17.)
- [3] PALIK M.: A pilóta nélküli légi járművek katonai alkalmazása, In: Békési Bertold, Bottyán Zsolt, Dunai Pál, Halászné dr Tóth Alexandra, Makkay Imre, Palik Mátyás, Restás Ágoston, Wühl Tibor, Palik Mátyás (szerk.) Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek. 320 p. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. pp. 281-297. (ISBN:9789630869232)
- [4] SZABÓ M.: A pilóta nélküli repülő eszközök katonai alkalmazásának lehetőségei és sajátosságai, Repüléstudományi Közlemények 2018/2. pp. 1-16. [http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013\\_cikkek/2013-2-61-Szabo\\_Miklos.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2013_cikkek/2013-2-61-Szabo_Miklos.pdf) (letöltve: 2018. augusztus 20.)
- [5] Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO; January 2010, NATO, Joint Air Power Competence Centre, von-Seydlitz Kaserne, Kalkar, Germany, <https://www.japcc.org/portfolio/strategic-concept-of-employment-for-unmanned-aircraft-systems-in-nato/>, (letöltve: 2018. augusztus 20.)
- [6] Magyar Honvédség Légierő Doktrínája (MH DSZOFT kód: 13013) Nyt. szám: 563/614/2004./LEP
- [7] KRAJNC Z., CSENGERI J.: A légierő képességei a hibrid fenyegetésekkel szemben, Hadtudományi Szemle 2017/4 pp. 112-125.
- [8] KOMJÁTHY I. J., CSENGERI J. A távirányított és pilóta nélküli repülőrendszerek alkalmazási lehetőségei a felkelők elleni műveletek során, Honvédségi Szemle, (2017/6.) Pp. 81-92. (2017)
- [9] KOMJÁTHY L. J.: A műveleti környezet és körülményei változásainak hatása napjaink katonai tevékenységére, Hadtudományi Szemle X.:(3) pp. 63-77. (2017)
- [10] KRAJNC Z. CSENGERI J.: Hybrid warfare from military air perspective In:8. medzinárodná vedecká konferencia: "National And International Security 2017". 614 p. Liptovsky Mikulas: Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika, 2017. pp. 254-262. (ISBN:978-80-8040-551-9)
- [11] KRAJNC Z.; CSENGERI J.: Early concepts and theories of employment of air power In: 12. medzinárodná vedecko-odborná konferencia: Management - Theory, Education and Practise 2016. 346 p. Liptovsky Mikulas: Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika, 2016. pp. 164-171. (ISBN:978-80-8040-536-6)
- [12] CSENGERI J.: „Operation Allied Force” A NATO légi háborúja a dél-szláv válság megoldása érdekében 1., Repüléstudományi Közlemények, XXV:(1) pp. 114-125. (2013)
- [13] J. CSENGERI Material management and transportation procedures in air force logistic operations, In: Manažment - teória, výučba a prax 2014: zborník príspevkov z medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie. 380 p. 2014. pp. 222-233. (ISBN:978-80-8040-496-3)

- [14] NÉMETH A.: UAV-k alkalmazása a közfeladatok ellátása során I., Hadmérnök, XIII. évfolyam 2 szám - 2018. június
- [15] P. TUCKER In Ukraine, Tomorrow's Drone War Is Alive Today, <https://www.defenseone.com/technology/2015/03/ukraine-tomorrows-drone-war-alive-today/107085/> (letöltve: 2018. augusztus 13.)
- [16] KOVÁCS L., VÁNYA L.: Pilóta nélküli repülőgépek a terrorizmus elleni harcban, Repüléstudományi Közlemények (1997-TŐL) 19: (Különszám) pp. 1-16.
- [17] PALIK M.: Need for Unmanned Aircraft System, Hadmérnök II:(2) pp. 145-148. (2007), [http://hadmernok.hu/archivum/2007/2/2007\\_2\\_palik.html](http://hadmernok.hu/archivum/2007/2/2007_2_palik.html) (letöltve: 2018. augusztus 14.)

## CRISIS MANAGEMENT

### VÁLSÁGKEZELÉS

ZÓLYOMI Zsolt

(ORCID: 0000-0002-2800-1430)

[zszolyomi1@gmail.com](mailto:zszolyomi1@gmail.com)

#### Abstract

*The security professionals are always talking about Emergency Plan, Emergency Preparedness, Emergency Response, Crisis Management, Crisis Management Plan, Business Continuity Management, Business Continuity Plan. etc. That is a question which comes to my mind do we know exactly what these phrases meanings are? My experiences show, usually we have different interpretations on the above mentioned expressions. Briefly we need to have an Emergency Plan to provide our Emergency Preparedness and to be able to take our Emergency Responses in case of a real Emergency situation. If we were able to eliminate the Emergency situation the problem has been solved. If we had no success the Emergency can be develop a crisis situation which we need to manage by the Crisis Management Plan. As we are over the crisis we need to adopt our Business Continuity Plan to be able to manage our continuous operation or production. The aim of this study to provide a useful tool or set up for security leaders on Crisis Management which is a clear security task and not as like Emergency Preparedness which is related to safety organization as Business Continuity is connected to each business functions.*

**Key words:** security, emergency, plan, crisis, business continuity,

#### Absztrakt

*Biztonsági szakemberek gyakran használják a következő kifejezéseket, hogy vészhelyzeti terv, vészhelyzeti készenlét, vészhelyzeti válaszlépések, krízis menedzsment, üzlet folytonossági terv, stb. Egy kérdés fogalmazódott meg bennem, vajon biztosan tudjuk, hogy mit takarnak ezek a fogalmak? Tapasztalataim azt mutatják, hogy általában különböző értelmezéseket társítunk ezen meghatározásokhoz. Röviden, szükségünk van egy vészhelyzeti tervre, hogy biztosítani tudjuk a vészhelyzeti készenlétünket és megfelelő válaszlépéseket tudjunk tenni egy valós vészhelyzet esetében. Amennyiben képesek voltunk megszüntetni a vészhelyzetet, akkor megoldottuk a problémát, ha nem értünk el sikert, akkor a vészhelyzet krízishelyzetté válhat, amit a krízismenedzsment tervünk segítségével kell megszüntetnünk. Ahogy sikerült a krízist felszámolnunk, akkor lesz szükségünk az üzletfolytonossági tervben foglaltakra, hogy minél előbb vissza tudjunk állni a normális operációra, termelésre. A tanulmány célja, hogy biztosítson egy használható eljárást, illetve folyamatot a biztonsági vezetők részére, amely segítségükre lehet a krízis menedzsment feladatainál, minthogy ez tisztán biztonsági feladat, ellenben, az inkább a munkavédelemhez tartozó vészhelyzeti feladatokkal és az üzlet minden szegmensét érintő üzletfolytonossági tervvel. .*

**Kulcsszavak:** biztonság, vészhelyzet, terv, krízis, üzletfolytonosság.

A kézirat benyújtásának dátuma (Date of the submission): 2019.02.05.

A kézirat elfogadásának dátuma (Date of the acceptance): 2019.03.10.

## INTRODUCTION

The security professionals are always talking about Emergency Plan, Emergency Preparedness, Emergency Response, Crisis Management, Crisis Management Plan, Business Continuity Management, Business Continuity Plan. etc. That is a question which comes to my mind do we know exactly what these phrases meanings are? My experiences show, usually we have different interpretations on the above mentioned expressions. Briefly we need to have an Emergency Plan to provide our Emergency Preparedness and to be able to take our Emergency Responses in case of a real Emergency situation. If we were able to eliminate the Emergency situation the problem has been solved. If we had no success the Emergency can be develop a crisis situation which we need to manage by the Crisis Management Plan. As we are over the crisis we need to adopt our Business Continuity Plan to be able to manage our continuous operation or production. The aim of this study to provide a useful tool or set up for security leaders on Crisis Management which is a clear security task and not as like Emergency Preparedness which is related to safety organization as Business Continuity is connected to each business functions.

We can take an example according to my view. We suppose there is a burning trash can in an office area. It is an Emergency situation. If everything goes well somebody take a fire extinguisher and estinguish that small fire. It was a clear Emergency situation and it is over. If the things are not going well that burning trash can does not noticed in time, that fire can be bigger and can block Emergency exits, so people can get into life threatening situations. The impact of that Crisis situation can be huge. People, assets, environment and reputation can be damaged heavily. It is one of the most important process what each company, business organization, etc. must to cover.

When the Crisis is over have to begin with Business Continuity process to go back to normal operation as soon as possible.

Need to establish complete Emergency, Crisis and Business Continuity Management with Plans, Procedures and Management. If those complete procedures implemented, the Company Management educated and procedures are tested and excercised, they can be sure they Emergency and Crisis Preparedness are on adequate level.

If they get an Emergency or Crisis event the damages will be much less because they are well prepared.

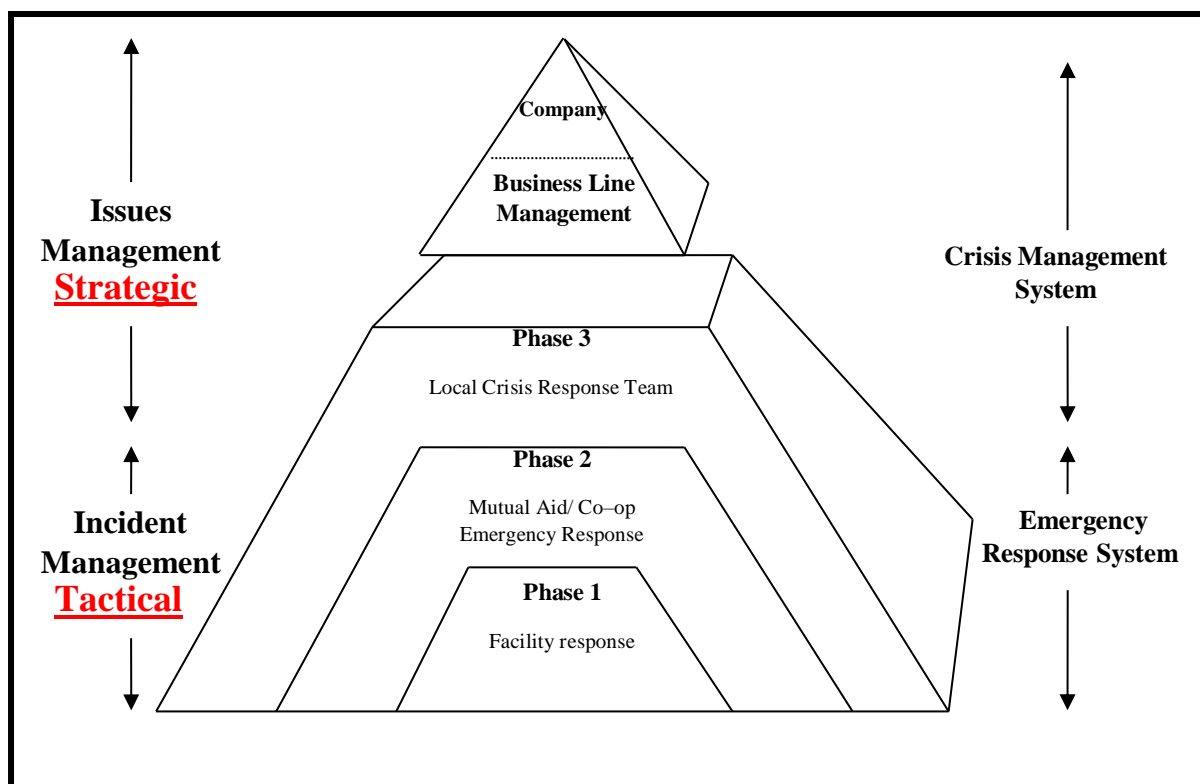
## GENERAL RULES

The Company Crisis Management System is designated to mitigate the impact of a crisis involving Company operations or the safety and welfare of the people and on the environment. The system establishes a crisis preparedness and response model and outlines strategies and procedures for dealing with a crisis. [1, p.34-35.] [2, p.47-52.] The Company Crisis Management System:

- Describes Company Crisis Preparedness & Response Model
- Provides guidelines for Crisis management plans within Company
- Establishes roles and responsibilities of Company senior management and supporting staff in responding to a crisis.

The Crisis Management System is very much linked to Emergency Response System. The Emergency Response System is focused on immediate tactical response to a certain emergency situation where the Crisis Management System deals with strategic issues & responses. [3, p.18.]





1. **Illustration** Illustration of Crisis Management System (made by the author)

## EMERGENCY/ CRISIS RESPONSE MODEL

The Company Emergency/ Crisis Response Model provides Business Units, country managers, and site managers with guidelines for mounting an appropriate field and issues management response. These guidelines are based on levels of incident severity. [4, p.60-68.] [5, p.70-78.]

The levels are:

- Phase 1 – Incident is small and under control and may involve a response from Company managed resources – Emergency Response System
- Phase 2 – Incident is large but under control and involves mutual aid cooperative response, possibly national media coverage – Emergency Response System/ Crisis Management
- Phase 3 – Incident is large and is not under control and requires Emergency Response System/ Crisis Management

Three levels of severity define response modalities. Mitigating factors and critical issues affect the response level. The levels rating system is based upon the severity of emergencies. Level of response needed for an emergency.

Phase 1 response is from a local facility, etc., and has the following characteristics:

- Emergency is small and under control
- Emergency occurs on Company or customer property
- Facility has capability of managing the emergency
- Local equipment (owned by Company or contractor) is sufficient to manage the emergency
- Local media and or public attention is focused on the emergency

- Response is by site Local Emergency Response Team

Example: A site accident such as small gas release or contaminating spill quickly contained and controlled.

Phase 2 response involves mutual aid or cooperative response and has the following characteristics:

- Emergency is large but under control
- Emergency occurs on non-Company or customer property
- Facility has the capability of managing emergency
- Mutual aid co-operatives are activated
- Contractor equipment is needed to aid in managing the emergency
- National media attention focused on emergency
- Response is by site, Local, or Crisis Management Team

Example: A gas release or spill resulting in contamination and injuries.

Phase 3 response requires a Local Crisis Management Team and has the following characteristics:

- Emergency is large and is not under control
- Significant government presence is focused on emergency
- Environment is impacted by emergency
- Human welfare is impacted by emergency
- Local, national, or international commerce is disrupted
- Partial or full Local Crisis Management Team is activated
- International media attention is focused on emergency

Example: A gas release, fire or spill with long term impact.

### **Crisis preparedness & response strategy**

Company Crisis Management System establish a structured and systematic process for responding to events or situations that pose a threat to the safety and welfare of the people and the environment which arise from Company operations. Company Crisis Management System addresses the issues management and communications components of a three-part strategy required for an effective response. It does not attempt to provide guidance relative to the incident management or field aspects of a response. Company three-part crisis preparedness and response strategy should include:

- Incident Management or tactical response implemented by the field unit/ emergency response team supported by Local Crisis Management Team.
- Issues Management or the strategic response implemented at the appropriate country level supported by Company Headquarters (HQ) Crisis Management Team. Issues management can be categorized to include the following:
  - People
  - Protect human welfare
  - Environment
  - Protect the environment
  - Assets
  - Communicate with financial community
  - Assess impact on current and future business
  - Commit funds as appropriate

- Meeting needs of customers and business partners
- Reputation
- Acknowledging responsibility as appropriate
- Anticipate and address public perception
- Mobilize senior executives
- Communicates with employees, governments, media and shareholders

Communicating a clear and consistent message that underscores Company's concern and commitment is vital to a successful response. The message is not just intended for media but also applies to external communication between Company's employees and customers, partners, vendors, contractors, governmental authorities, and non-governmental organizations. This message has four key elements:

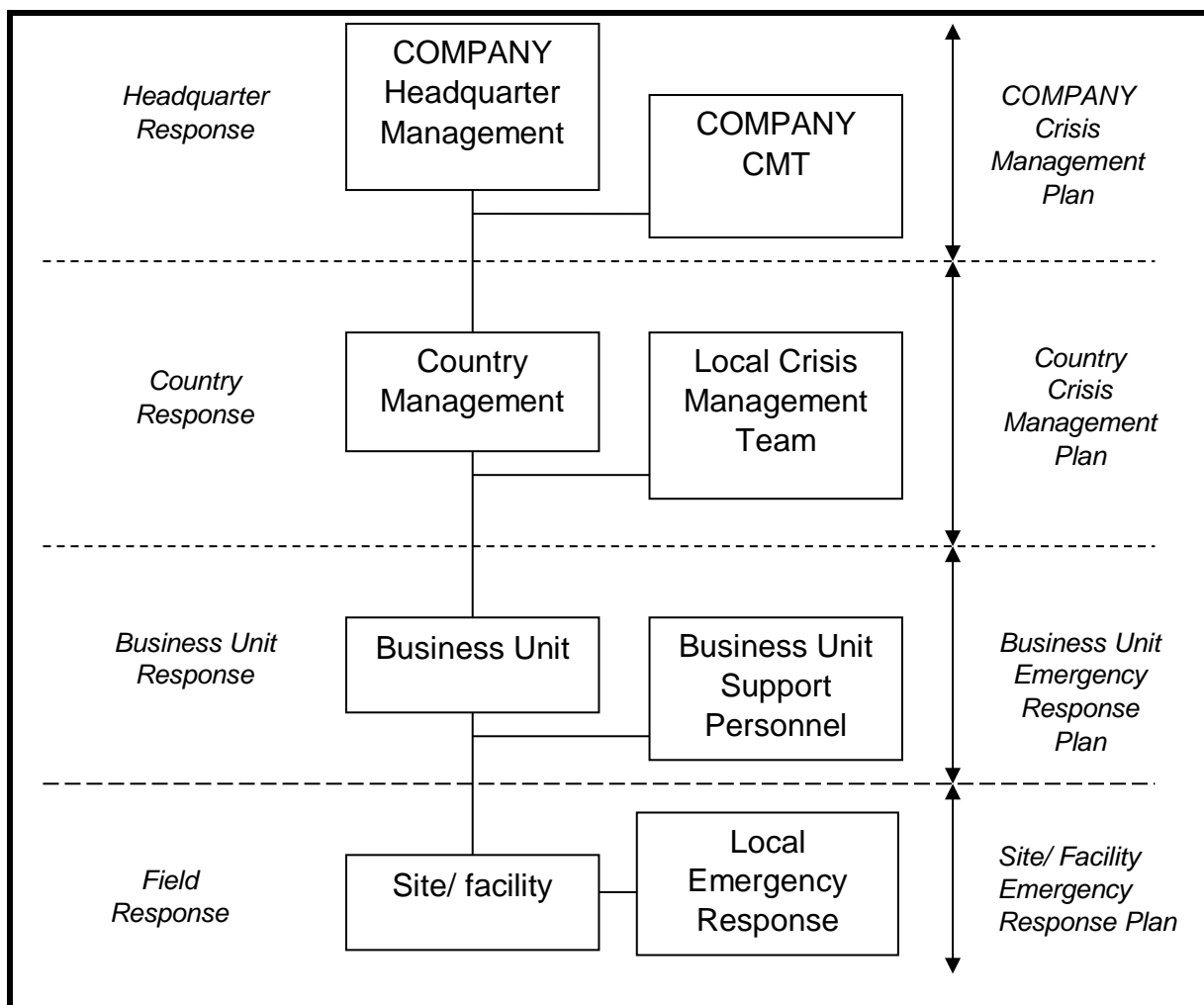
- Concern
- Working together with government
- Taking action
- Preparedness

### **Philosophy, purpose and relationship between plans**

The Company business unit affected by the incident has the primary responsibility to implement a response unless explicitly determined otherwise by Company HQ level Management. The incident response management is at the lowest appropriate level. The Company HQ Crisis Management Team (Company HQ CMT) provides the structure and process for response activities to identify and address strategic issues, as well as, to support the field response. The process is flexible, allowing the headquarter team to be staffed appropriately to meet the requirements of the situation. [6, p.11-12.] The purpose of the Company HQ CMT is to:

- Establish communications with the field
- Support the field/ business unit needs
- Identify strategic issues
- Assess potential impact of the incident
- Communicate with senior management
- Manage the issues at the lowest appropriate level

The following basic structure shows the relationship between plans for incident response, consistent with Crisis Preparedness & Response Model.



**2. Illustration** Crisis preparedness and response model (made by the author)

The Country process addresses issues raised by government, regulators, media which operate within a country and have expectations of a senior group response from within that country. The Local Crisis Management Team handles strategies and allows the Emergency Response Team (ERT) the space and opportunity to deal with the tactical emergency response. When to notify? [7, p.28-31.]

Emergencies or incidents that require screening and communication include most Health, Safety and Environment emergencies where the Company's products or premises are involved. This includes emergencies related to production, construction, transport, marketing, etc.

Emergencies may include:

- Major process failures: explosions, fires, material spills, and releases
- Criminal or terror attacks
- Utility supply disruptions that have a significant operational impact
- Product contamination, liability
- Natural disasters (floods, earthquakes etc.) or manmade catastrophes

### Soft activating criteria

Critical Issues:

- Managers and personnel need to be aware of how to answer to the following questions can affect incident outcome.
- Is Company responsible for this incident?

- Has Company successfully assessed potential exposure from the incident?
- Have appropriate notifications been made?
- Does Company understand the needs and pressures of governing regulatory agencies?
- Can the field organization or a third party manage the response?
- Are documentation procedures in place to protect Company?
- Should a senior executive visit the incident site?

Communication issues: [8, p.98-107.]

- Managers and personnel also need to consider the following:
- What are Company's communication strategies?
- Is Company managing potential long term effects of the incident?
- Is Company monitoring public perception of the incident?
- Is Company monitoring stakeholders of the incident?
- What public officials will have an interest in the incident?
- Has Company taken steps to ensure rapid communication of facts?

### **Severity assessment guidelines**

The incident severity assessment establishes notification requirements and quickly communicates the relative significance of an incident to Company HQ Management. An emergency can change rapidly, and accurately assessing the incident is important. Making an assessment requires consideration of subjective as well as objective facts regarding the nature of the incident. The quality of the incident severity assessment generally improves, as more information about the incident becomes known. Early information may be misleading or incorrect, and it is important to not underestimate the incident severity. The assessment process requires current, factual knowledge about incident. Consistent and accurate assessments are necessary for emergency response plan to function properly.

Company established the method for assessing incident severity that considers four primary exposure factors for the incident. These are:

- People (public health/ injury)
- Environment
- Liabilities (financial, assets)
- Reputation

A severity level of 1,2,3,4 or 5 should be assigned to each of these primary exposure factors where 1 is the least severe and 5 is the most severe exposure. The overall incident severity is the determined as the highest level assigned to any one of the four primary exposure factors.

Assessing the severity is a judgment process based on available facts. The following guidelines are provided for assessing incident severity:

- The severity assessment should be based on known factual information. Since many smaller incidents have potential to become larger, it is important to maintain discipline in assessing severity. The only area in which potential occurrence is considered is in the area of reputation. The reason potential is considered in this area are that news media reacts quickly to reports of visible incidents of involved response organization.
- The severity level of an incident may change during the course of the event as new information becomes known or the situation changes. Thus, periodic reviews of the severity level should be made during the course of the incident and revisions made as appropriate.

- The purpose of the severity assessment is to forecast the potential impact of the incident on Company.

### **Notification and reporting**

Timely communication within Company organizations and, where appropriate, to external authorities or groups, is critical for effective incident management. Communications cover numerous informational needs during an emergency, including the: [9, p.70.]

- Technical aspects of the emergency
- Information needed for Company HQ management
- Interfaces with external audiences, regulatory agencies, government authorities, non-governmental organizations, and the public

The flow of such information is structured in a tiered system. The greater the incident severity and Company HQ response, the higher the level of Company HQ management involved in the process.

#### **When to notify**

Emergencies or incidents that require screening/ communicating as specified by regulation include most security, safety, health, and environmental incidents where any of Company's product is involved. This includes emergencies that occur in production, manufacturing, distribution, and retail use of our products. Emergencies also include incidents where safety, health and environment may be exposed to external elements such as:

- Hostage, terrorist acts, vandalism, sabotage
- Utility supply disruptions
- Product contamination, liability
- Floods or other natural disasters, manmade catastrophes
- Major process failures: explosions, fires, material spills and releases
- Bomb threats

#### **Who to notify**

Multi channels path for Company country level to notify Company HQ level:

- For the purpose of emergency communications, the country level business line manager notifies the Company HQ level Business line executive. Company country level management should maintain up-to-date telephone list to allow emergency communication with appropriate contact executive on a 7 day/week, 24 hour/day basis.
- For the purpose of emergency communications, Company country level corporate communication should notify Company HQ level Corporate Communication contact.
- For the purpose of emergency communications, Company country level Health Safety Environment coordinator should notify Company HQ HSE manager.
- For the purpose of emergency communications, Company country level security manager should notify Company HQ security manager.

### **RULES OF ENGAGEMENT FOR ALL CRISIS RESPONSE INCIDENTS**

In order to minimize impact of an emergency involving Company, the organization will be prepared to act as follows:

- If Company is responsible for incident, Company will respond rapidly and effectively to mitigate the event.

- If the responsibility for the incident is unclear, Company crisis preparedness and response resources will be prepared to act.
- If Company is not responsible for the incident, Company may provide technical or advisory assistance to the response effort (with appropriate legal safeguards).

Company crisis preparedness and response resources may be mobilized when the following circumstances arise to ensure rapid response to an emergency. The country management authorizes the emergency response:

- To protect the viability and safety of any Company facility
- At the order of government, or under legal duty
- At the request of a government when adequate cost recovery and liability protection exist
- As a member of an industry mutual aid/ cooperative when adequate cost recovery and liability protection exist

Company HQ must be consulted for approval before responding to the following circumstances:

- At the request of a government when adequate cost recovery and liability protection exist
- As a member of an industry mutual aid/ cooperative when adequate cost recovery and liability protection exist
- As a voluntary response to a local community emergency

Note: response to any life threatening situations should not be delayed in situations where the guidelines require informing or consultation with headquarter management. If an operating unit is contracted to third party any emergency related to such operation is the primary responsibility of the involved third party.

## **ROLES AND RESPONSIBILITIES**

### **Overview**

At the time of an emergency, the site affected by the incident has primary responsibility to initiate the response. This includes immediate, site operations undertaken in response to the incident, external interactions necessary to manage the incident's business impacts, and overall communication activities associated with the response. This continues to be the case unless Company HQ, in consultation with the affected site, explicitly determines otherwise.

### **Convening the Local Crisis Management Team**

After determining that the event has the potential to become an emergency, affected business line manager may choose to convene the Local CMT. The affected business line manager or other designated will chair the Local CMT. Other members will be drawn in to support emergency.

The Local CMT, when convened, would normally:

- Notify appropriate HQ business line management. Note: security, communication and HSE also required to notify HQ.
- Maintain communications with HQ business line management by keeping them informed on the status of the emergency and response plans.
- Evaluate the emergency, overall response actions, and potential impact on business unit operations.

- Review and confirm the adequacy of the resources and management organization in place to deal with the situation.
- Cooperate with both country and HQ controllers to assess and facilitate changes to guidelines and budget or other authority in light of necessary response actions.
- Make decisions regarding senior executive presence on-scene.
- Facilitate inter-functional coordination and cooperative efforts.
- Determine potential business unit response needs including meetings with senior government officials.
- Review and concur on external communications with significant legal or business implications to business unit.
- Establish how and to what degree other business unit personnel are to be updated on the emergency and response activities.

## **Membership**

If the Local CMT is activated to provide support for emergency related activities, the key positions will come from affected business unit. The Local CMT typically would comprise of representatives of communications, human resources, security, law, finance and HSE. In addition, resource personnel of individual(s) who possesses specific operational expertise (potentially from the impacted business unit) may be included in the Local CMT to enhance the group's effectiveness.

### **Crisis Management Team Objectives:**

- Determine principal impact, as well as, potential impact of an emergency on Company as a whole with regard to:
  - Human welfare and the environment
  - Position and responsibility
  - Reputation and Company image
  - Operability and business continuity
  - Liability and loss potential
- Gather and analyze available information and determine strategies for managing the emergency including both internal and external implication
- Ensure information associated with the incident is promptly considered and communicated, and those decisions regarding escalation and de-escalation are addressed
- Support site response organization
- Prepare briefing material for CMT review and potential use by the Company
- Facilitate other business unit or functional support and assistance
- Ensure that lessons learned from incidents are properly documented and shared and that opportunities for improvement are appropriately captured

## **CRISIS MANAGEMENT TEAM ROLES**

### **CMT leader**

- Represents Business group most impacted by emergency
- Activates CMT and assumes leadership position
- Determines priority of issues facing the business and formulates a strategy for managing them
- Responsible for briefing CMT and updating as appropriate
- Accountable for overall activity of the CMT



- Identifies other business potentially impacted and calls for Impacted Business Advisor.

### **Deputy CMT leader**

- Assists in decisions regarding staffing of Emergency Management Centre
- Manages the day-to-day operations of the Emergency Management Centre
- Assumes CMT leadership role in absence of the CMT Leader
- Collaborates with CMT leader and CMT process facilitator in:
  - Identifying issues and action items to send to senior management
  - Providing field response support
  - Developing briefings for senior management

### **Impacted business advisors**

- Advise leader of impacts and sensitivities of other businesses within Company
- Provide input to CMT and assist in developing strategies

### **Crisis management process facilitator**

- Activates and ensures adequate support staffing of Crisis Management Centre upon direction from CMT leader
- Accountable for ensuring operational Crisis Management Centre
- Provides focus to the overall decision making process and guidance in the deliberation process to identify and process critical strategic issues.
- Coordinates Crisis Management Team agendas/ briefings
- Assist CMT in development of emerging issues, scenario planning, development of senior management briefings, etc.

### **Site liaison**

- Advises CMT on:
  - The repercussions of an incident on the business and subsequent effect on the unit and/ or impacted business
  - Coordinates implementation of any strategic decisions affecting the site experiencing the incident
  - Establishes contact with affected site key personnel to ensure that appropriate and factual information is being received by the CMT (e.g., periodic situation reports from the incident site).

Note: Business experience and familiarity with the affected business unit operations and organization is essential for this position.

### **Country Manager**

- Coordinates external relation (media, government, communities, general public)
- Advises on national statutory obligations
- Communicates the status and the effects of the crisis to employees within the Company
- Consult with the CMT leader and communication on media, government and public relations activities and strategies
- Consult with law and elsewhere as necessary on Company statutory obligations in terms of the incident

- Ensures that the Company employees are effectively kept up-to-date with the crisis status and effects
- Facilitates cross-business resource utilization to optimize the response.

### **Communication**

- Advise on:  
The current or likely effects of the emergency on Company image and reputation with regard to the public, government and its stakeholders
- Effective external communications with all affected parties
- Consistency of internal communication being promulgated across Company group companies
- In the event of a major incident communication will activate their emergency response plan and become the member of CMT.
- Propose overall communication plan
- Collect/ consolidate outside inquiries
- Prepare/ coordinate responses/ statements
- Coordinate response approval process
- Disseminate approved responses
- Monitor public reaction

### **Legal**

- Advise CMT Leader of legal implications or alternative response strategies and actions
- Consult with and advise site/ country legal personnel
- Obtain essential facts relating to legal aspects of the incident
- Review legal aspects of reports/releases
- Flag potential key legal issues to CMT Leader
- Maintain personal log
- Develop legal response strategy
- Review sensitive communications and advise, and after-action report drafts

### **Security**

- Maintain liaison with appropriate national law enforcement and security officials
- Provide advice and recommendations on employee security and welfare, security of assets, and investigative matters
- Determine security action plan
- Recommend need for additional security support
- Clarify and verify information regarding the incident
- Maintain CAS (Controlled Access System)
- Consolidate information from outside security services
- Develop proposed investigative/protective strategies
- Coordinate investigative/ protective strategies with law representatives

### **Human Resources**

- Provide advice on policy issues and coordinate with appropriate management to secure approval for exceptions if needed
- Work with emergency response group personnel to consider specialized HR issues (i.e., labour relations, benefits, legal compliance, policies)
- Coordinate with communication on employee/ contractor communications issues

- Maintain personnel records

### **Finance**

- Establish, coordinate and supervise claims investigation and claims handling services as required
- Establish claims office and guidelines for consideration of claims
- Oversee claim payments, as appropriate
- Advise CMT Leader of applicable insurance coverage/ terms and claims status
- Provide necessary notification to insurers and other parties/ entities as warranted
- Provide contracting advice relative to insurance

### **Technical support**

- Technical Support needs are unique to each incident. The CMT Leader/ CM Facilitator is responsible for calling out technical resources as needed, which could include, but not limited to the following groups:
- Engineering & Research
- Information Technology
- Procurement
- Technical experts from affected Business Line

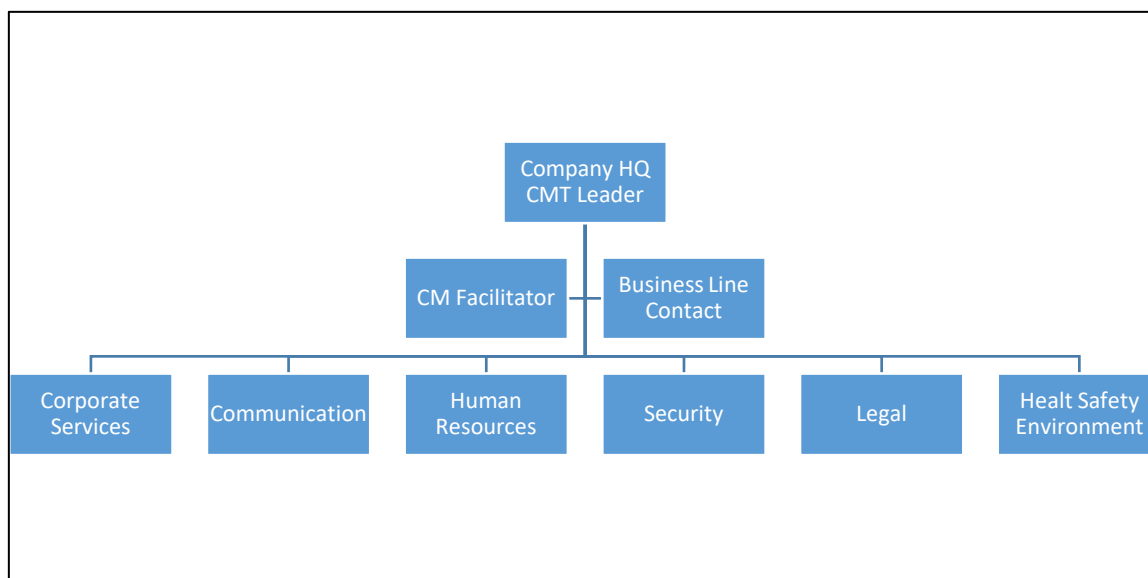
### **Health safety & environment**

- HSE support needs are unique to each incident. The CMT Leader/ CM Facilitator is responsible for calling out HSE support as needed, which could include but not limited to the following:
- Safety Expert
- Medical Expert
- Industrial Hygiene Expert

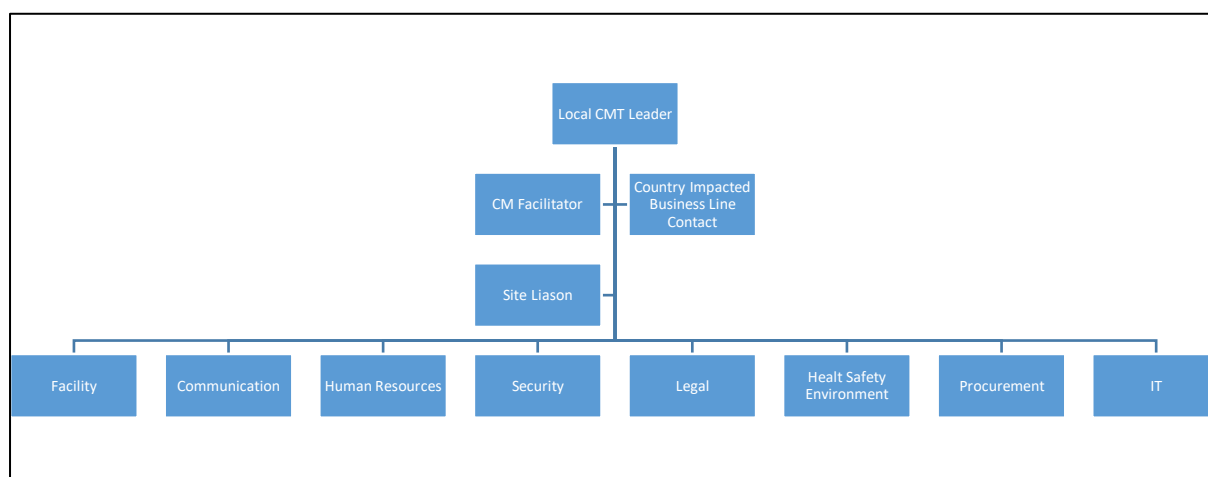
### **Functional representation**

- Generally required where the impact of the emergency is across business units or where there are limited personnel from particular function in country
- Provide advice on issues relating to their business unit (separate to site liaison)
- Assist the CMT in understanding the impacts and sensitivities of the function
- Advise CMT on the repercussions of an incident on the business
- Coordinate implementation of any strategic decisions affecting the impacted function.

## CRISIS MANAGEMENT STRUCTURE



**3. Illustration** Structure of Company HQ level Crisis Management (made by the author)



**4. Illustration** Structure of Local Crisis Management (made by the author)

## CRISIS MANAGEMENT PROCESS

The following is the process for the Crisis Management Team meeting. These activities are designated to provide a structure for meeting the objectives of the CM Team meetings.

### Initial team meeting activities

Accomplish these activities during the initial CM Team meeting:

- Provide update of incident status
- Identify incident owner
- Identify Crisis Management Team and Team Leader
- Review crisis response management process
- Assure clarity of roles for team members
- Identify team objectives
- Document high-level team concerns

### Initial team meeting process

Complete the following steps for the initial team meeting:

Task	Action
1	Assemble team in Crisis Management Centre
2	Crisis Management Leader briefs team
3	Set 3 to 4 objectives
4	Team members brainstorm issues
5	Discuss issues relevant to objectives
6	Prioritize issues and develop action items
7	Gather and process information and work action items
8	Define worst case scenario
9	Formulate and refresh strategy each day

1. Table Initial team meeting process (made by the editor)

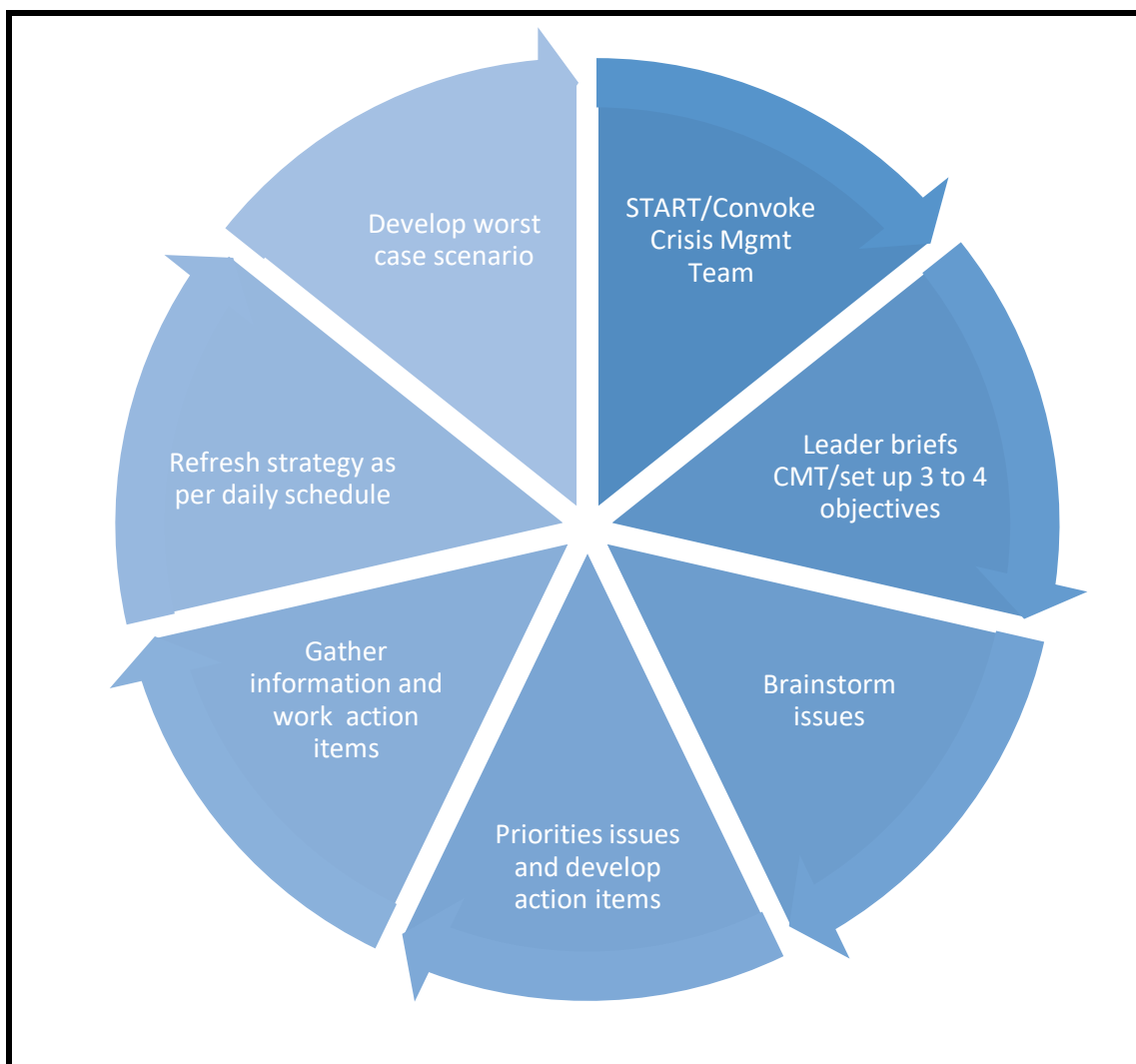
### Guidelines for brainstorming issues

Use these guidelines when brainstorming during CMT meetings

- Keep discussions high-level
- Brainstorm key issues
- Consolidate and prioritize issues
- Employ the Issue management process
- Work critical priority issues
- Segregate issues from Action Plan
- Park issues not related to objectives

### Work process when convened

When the CMT is convened, the work process below is used.



5. Illustration Structure of Local Crisis Management (made by the author)

## CRISIS MANAGEMENT CENTRE

Communication between Local CM team and Company HQ must be vital to an effective crisis response. Designated facilities are therefore required for the personnel to effectively fill the roles that have been defined in this plan. Company has established a Crisis Management Centre and Media Centre. Responsibility for maintaining Crisis Management Centre lies with Security and Corporate Communications has responsibility to maintain Media Centre. A fully functional facility has to be established in each country and at the Company HQ. The centre is used for duration of crisis response activities related to an incident.

## TRAINING REQUIREMENTS

### General

Employees require training to ensure safe and environmentally sound operations, to protect their own health of themselves, and to comply with laws and regulations. Effective training of employees involved in the crisis response process ensures our crisis preparedness. This is true for those who respond to the incident scene and those who fill the roles established in all Company Crisis/ Emergency preparedness and response plans.

The training should at minimum include:

CORE TRAINING PROGRAM	AUDIENCE
Process or system training	Emergency responders and those filling roles established in the plans (CMT members)
General regulatory compliance awareness	Same as above
CMT drill participation. This requirement may be satisfied by active involvement in response to an actual incident	Same as above

**2.Table** Training programs (made by the auditor)

Initial training requirements may lead to same level of refresher training to ensure crisis preparedness. The frequency of refresher training should be established by owning organization's crisis response system and should be based upon the risks associated with its operations.

### Training responsibilities

Each individual involved in the CMT and their line management is responsible for ensuring that training is completed for the identified crisis response roles.

## CRISIS RESPONSE DRILLS REQUIREMENTS [10, p.51-56.]

### Type of drills

- Table top exercises  
In these exercises Crisis Management process is reviewed with CMT and there are facilitated discussions on how Company would respond on a scenario. Generally, the outside resources do not participate. These exercises are coordinated by security leaders.
- Simulation exercises (with or without equipment deployment)  
These exercises mobilize staff or resources and activate the Crisis Management Centre and the CMT. Outside resources might participate in the simulations. These exercises are planned and coordinated by owning organization. The scope of such exercises can include simulation in multiple locations. The scope could also include deployment of Emergency Response Teams and equipment to test and practice their procedures and also to practice the interface with Company HQ level CMT.

### Drill planning [11, p.18-20.]

Each exercise will be planned. The plan will identify the members of the planning team, the purpose of the exercise, the scale of exercise, the management involvement, the duration of exercise, the outside resources involvement, and the plan for review of results. The purpose of drill includes one or more of the following: validate Crisis preparedness and response plans, test readiness, train participants, and identify areas for improvement in plans and procedures. The plan for drill will be included in the exercise's assessment documentation.

## **Drill assessment**

All drills will be assessed to determine whether drill objectives have been met and to document the areas for improvement in the Crisis/ Emergency response system. The results of the assessment will be documented and reviewed by appropriate management.

## **Drill schedules**

During the fourth quarter of each year, each business line will issue a schedule for drills for following year and will submit these to Security.

# **COMMUNICATIONS**

## **Internal communication guidelines**

When an incident occurs with Company implications, communications should ensure that employees receive appropriate information regarding the crisis. Just as with external communications, internal communications should convey care and concern for the situation and provide factual information.

## **Implementation**

Company public statements regarding a crisis situation will be provided by country communications to the Company HQ Communications simultaneously with public release. The Company HQ communications should determine what further distribution to business operation and site employees is needed.

## **External communication guidelines**

An integral part of Company's crisis response is the timely development of appropriate and effective external communications which convey care and concern for the situation and provide relevant factual information. The incident description and Company response must be conveyed as appropriate, not only to those directly affected, but also to all relevant government authorities and to the general public, via the media, whose perception of the event will be shaped by media events.

## **Implementation**

When a crisis activates the Country Emergency Preparedness & Response Plan, the in- country communications is convened in support of the CMT. The communication has the role and responsibility that ensure effective management of crisis communications in the following functions, it is expected that the country communications is organized to ensure coverage of these functions as required by the nature and severity of the crisis.

- Employee communications
- Media communications
- Customer/ suppliers communications
- General public/ community relations
- Government relations
- Trade associations (as appropriate)
- Shareholder communications (as appropriate)

In case of a significant emergency (level 4,5) for which the Company HQ p CMT is activated to provide the focal point for crisis related activities, it may be decided that Company HQ



communications will assume overall responsibility for managing internal and external communications. The decision to activate the Company HQ CMT and assume overall responsibility for communications is made by Company HQ Executive Director. This decision will be communicated immediately to the respective Company HQ. Country communications will retain management responsibility for the duration of the incident.

For (level 4,5) emergencies for which Company HQ communications assumes responsibility for overall management of internal and external communications, Company HQ communications will prepare a Company HQ Communications Plan. This plan will include the Corporation's crisis communications objectives and strategies as related to key Company's audiences.

## SUMMARY

'Many organizations think they have good crisis plans in place when, in fact, their enterprise preparedness programs are fragmented into different silos<sup>(x)</sup> [*isolate (one system, process, department, etc.) from others*] with poor coordination, communication and collaboration.' [12, p. 76.] Each crisis plan is useful as the process is behind that. Need to have a plan, need to have educated team members and need to be exercised at least annually. The crisis preparedness is the key of the successful crisis management in any kind of crisis situations.

## REFERENCES

- [1] GOODCHILD, Joan: At the Ready – Emergency Response. CSO, ISSN 1540-90X 2009/11. p.34-35.
- [2] SPADANUTA, Laura: Planning for Disaster. Security Management, ISSN 0145-9406, 2012/03. p.47-52
- [3] GOODCHILD, Joan: New Cybersecurity Standards for N. American Power System. CSO, 2009/06. p.18.
- [4] BARHAM, John: After the Flood. Security Management, 2008/11. p.60-68.
- [5] MURPHY, Jack. J: Rising to the Challenge. Security Management, 2008/11. p.70-78,
- [6] BRENNER, Bill: A Wake-up call for Emergency Planners. CSO, 2009/06. p.11-12.
- [7] How Security Should Handle Pickets & Strikes, MANLEY, Anthony's book: CSO, 2010/08. p.28-31. Excerpted by permission from Security Manager's Guide to Disasters to CSO, CRC Press, 2009. [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)
- [8] POGAR, Joel A.: Keep Communications in a Crisis. Security Management, 2007/06. p.98-107.
- [9] LOKEY, William M: Don't let Plan Be the Disaster. Security Management, 2009/06. p.70.
- [10] ELLIOTT, Robert: State of Readiness. Security Management, 2006/12. p.51-56.
- [11] SPADANUTA, Laura: How to prepare for Drill. *Security Management*, 2010/09. p.18-20.
- [12] LITTLEJOHN, Robert F.: Don't Silo Crisis Solutions, *Security Management*, 2009/06, p. 76.