



# KATONAI MŰSZAKI TUDOMÁNYOK ONLINE

XI. Évfolyam 1. szám 2016. március

NKE  
BUDAPEST

**A szerkesztőbizottság elnöke:**

Prof. Em. Dr. Halász László ny. ezredes, DSc

**A szerkesztőbizottság elnökhelyettese:**

Prof. Dr. Munk Sándor ny. ezredes, DSc

**A szerkesztőbizottság tagjai és egyben rovatvezetők:**

Dr. Berek Tamás alezredes, PhD (Biztonságtechnika)

Dr. Eleki Zoltán alezredes, PhD (Fizikai felkészítés)

Prof. Dr. Haig Zsolt ezredes, PhD (Védelmi elektronika, informatika és kommunikáció)

Dr. habil. Horváth László ny. alezredes, PhD (Védelmi igazgatás)

Dr. Jászay Béla ny. ezredes, PhD (Védelemgazdaság)

Prof. Dr. Lukács László ny. alezredes, CSc (Katonai műszaki infrastruktúra)

Dr. habil. Horváth Attila alezredes, CSc (Katonai logisztika és közlekedés)

Prof. Dr. Turcsányi Károly ny. ezredes, DSc (Haditechnika)

Dr. Földi László alezredes, PhD (Környezetbiztonság, ABV-és katasztrófavédelem)

**Főszerkesztő:** Dr. Farkas Tibor százados, PhD

**Szerkesztő:** Serege Gábor százados

Petkovics Tamás

**A szerkesztőség elérhetősége:**

Nemzeti Közszolgálati Egyetem,

1101. Budapest, Hungária krt. 9-11. A. épület 9. emelet, 901. iroda

*Postacím:* 1581. Budapest Pf.:15.

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

*e-mail:* [hadmernok@uni-nke.hu](mailto:hadmernok@uni-nke.hu) *web:* <http://hadmernok.hu>

**Kiadó:** Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar  
**ISSN 1788-1919**

## **Jelen számban megjelent írások szerzői:**

**Ambrusz József** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KVI tanársegéd

**Dr. Békési Bertold** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi docens

**Dr. habil. Endrődi István** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KVI egyetemi docens

**Dr. Fejes Zsolt** – MH Egészségügyi Központ

**Dr. Gáspár Szabolcs** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz

**Dr. habil. Grósz Zoltán** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KVI egyetemi docens

**Hegedűs Hajnalka** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KVI egyetemi docens

**Dr. Hoffmann Imre** – Belügyminisztérium

**Horváth Hermina** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz

**Kátai-Urbán Irina** – Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság

**Dr. Kelemen Andrea** – MH Egészségügyi Központ

**Dr. habil. Kóródi Gyula** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KVI egyetemi docens

**Dr. Kovács Zoltán** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi docens

**Dr. Kozma Zsolt** – Pécsi Tudomány Egyetem, ÁOK, Igazságügyi Orvostani Intézet

**Dr. Kuti Rajmund** – Széchenyi István Egyetem, MÉK, adjunktus

**Lakatos József** – Óbudai Egyetem, BDI doktorandusz

**Dr. Makkay Imre** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK, óraadó egyetemi tanár

**Dr. habil. Molnár András** – Óbudai Egyetem, NIK, egyetemi docens

**Nagy Dániel** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz

**Nagy Zsolt** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz

**Papp István** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK tanársegéd

**Dr. Pellérdi Rezső** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KVI

**Perge János** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz

**Rusz Dániel** – Óbudai Egyetem, BDI doktorandusz

**Solymosi János** – Óbudai Egyetem, BDI doktorandusz

**Dr. Stojcsics Dániel** – Óbudai Egyetem, NIK, adjunktus

**Szabó András** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK tanársegéd

**Szabó Anna Barbara** – Óbudai Egyetem, BDI doktorandusz

**Szabó József**

**Szegedi Péter** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK egyetemi docens

**Szem Géza** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HDI doktorandusz

**Dr. Szilvay Attila** – LUCID Pharma kft.

**Szőkrény Zoltán** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK tanársegéd

**Dr. Szternák György** – Óbudai Egyetem, BDI egyetemi tanár

**Tóth József** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, HHK főiskolai docens

**Dr. Vass Gyula** – BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

**Véghvári Zsolt** – Nemzeti Közszolgálati Egyetem, KMDI doktorandusz



RUSZ Dániel  
[rusz.daniel@hm.gov.hu](mailto:rusz.daniel@hm.gov.hu)

## A MEGKÜLÖNBÖZTETŐ JELZÉST HASZNÁLÓ JÁRMŰVEK ÉS A FORGALOMIRÁNYÍTÓ BERENDEZÉSEK EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGE

### *Absztrakt*

*A rendvédelmi és mentési szervek járműveiken megkülönböztető fény- és hangjelzést alkalmaznak a beavatkozás helyszínének gyors megközelítése érdekében. Nagyvárosi körülmények között azonban az autósoknak sokszor nem is olyan egyszerű kezelni egy ilyen hirtelen kialakuló forgalmi szituációt. A legveszélyesebb helyzetek sok esetben forgalmas útkereszteződésekben alakulnak ki. A veszélyes helyzetek csökkentéséhez, avagy a kereszteződéshez érkező megkülönböztető jelzést használó jármű gyors és biztonságos áthaladásához az intelligens forgalomirányító berendezések jelenthetik a megoldást. A forgalmas csomópontokban üzemelő forgalomirányító jelzőlámpák jeladók és szenzorok segítségével alkalmassá válhatnak a megkülönböztető jelzést használó jármű észlelésére, majd az észlelést követően a forgalomirányító berendezés programciklusának – rövid idejű – megváltoztatására. A programciklus módosításával biztosítottá válna a szabad áthaladás (zöld jelzés) a csomóponthoz megkülönböztető jelzéssel közeledő jármű részére, ehhez azonban a megkülönböztető jelzés és a forgalomirányító berendezés együttműködése szükséges.*

*Vehicles of law enforcement and rescue organisations use sirens and lights (warning systems) to reach critical locations fast. In crowded situations, it difficult for drivers to grant that free passage. Most dangerous situations occur in busy crossroads. To reduce the number of dangerous situations and to grant safe and fast passage of the emergency vehicles, intelligent traffic control systems could be a solution. The traffic control systems with sensors would be able to detect the emergency vehicle, and change the program of traffic lights. By changing the lights, the emergency vehicle would be insured to pass free. To achieve this, the communication of emergency vehicles and traffic control systems is needed.*

**Kulcsszavak:** *megkülönböztető jelzés, forgalomirányító jelzőlámpa, intelligens forgalomirányító berendezés, közlekedés ~ emergency vehicle signals, traffic light, intelligent traffic-control system, traffic*

## BEVEZETÉS

„Sajnos előfordulhat, hogy nem várt esemény, kár következik be az ember életében, mely az egészségét, az életét vagy a vagyoni biztonságát fenyegeti, veszélyezteti. Ezen esetek megelőzésére, elhárítására szolgálnak a különböző mentési és rendvédelmi szervek, melyek riasztás esetén, járműveiken megkülönböztető fény- és hangjelzést használva – a többi közlekedésben résztvevővel szemben elsőbbséget élvezve – vonulnak a helyszínre, hogy a lehető legrövidebb időn belül megkezdhessék a vészhelyzet elhárítását.”[1]

A megkülönböztető jelzést használó járművek a vonulásuk során fokozott veszélynek vannak kitéve, ugyanis a Közúti Rendelkezések Egységes Szabályozása (KRESZ 42. §-a) több közlekedési szabály alól is (pl.: sebességkorlátozás, elsőbbségadás, stb.) mentességet biztosít a megkülönböztető jelzéseit működtető gépkocsi részére, amennyiben bizonyos feltételek teljesülnek. Az alapfeltétel, hogy a szabályokat csak abban az esetben hagyhatja figyelmen kívül a megkülönböztető jelzést használó jármű vezetője, ha meggyőződött arról, hogy a közlekedés többi résztvevője lehetővé teszi részére az akadálytalan továbbhaladást. A megkülönböztető jelzést használó járművezető viszont okkal bízhat abban, hogy a többi közlekedő szabad utat biztosít számára. Egyszerűnek és logikusnak tűnik a szabályozás, azonban az emberi tévedés lehetőségét nem lehet kizárni. Egy pillanatnyi figyelmetlenség vagy egy meggondolatlan manőver is elég ahhoz, hogy bekövetkezzen egy baleset. Ezek a balesetek sokszor forgalomirányító berendezéssel (jelzőlámpával) biztosított útkereszteződésekben következnek be.

A tanulmány célja, megvizsgálni annak elvi lehetőségeit, hogy milyen módokon lehetséges a forgalomirányító berendezések/rendszerek és a megkülönböztető jelzést használó gépkocsik közötti kommunikáció, melynek segítségével növelni lehetne egyrészt a megkülönböztető jelzéssel közlekedő járművek biztonságát, másrészt a jelzőlámpás útkereszteződések forgalomirányítási képességének a hatékonyságát, csökkentve ezáltal a balesetek számát.

## A MEGKÜLÖNBÖZTETŐ JELZÉS

Az első – elektromossággal működő – megkülönböztető jelzések Magyarországon az 1940-es években jelentek meg. A kezdetekben egyszerű – kék vagy vörös fénnel világító, később villogó – lámpákat és a légáramlás elvén működő „visító” szirénákat alkalmaztak. A korszakváltás akkor következett be, amikor megjelentek a forgótükrös és villanócsöves, 360 fokos láthatóságot biztosító villogók, valamint a hangot elektronikusan előállító hangsugárzók, melyeket szirénaerősítő berendezés segítségével működtettek.

A megkülönböztető jelzések, vagyis a villogók és a szirénák, elektromos, esetenként pneumatikus (pl.: légkürt) elven működő, kék, vagy kék-vörös fényt kibocsátó fényjelzések és váltakozó hangot előállító hangjelző berendezések.

Jogszályi definícióját a 12/2007. (III. 13.) IRM rendelet 1. § a) pontja tartalmazza: „*megkülönböztető fényjelzést és hangjelzést adó készülék (a továbbiakban: megkülönböztető jelzést adó készülék): a gépjárműre szerelt rögzített vagy mozgatható üzemmódú (mobil), villogó kék vagy kék-vörös fényjelzést adó berendezés, és a sziréna, vagy a váltakozó hangmagasságú hangjelzést adó berendezés*”.[2]



1. ábra. CODE3 LP6000 típusú megkülönböztető jelzés (fényhíd)[3]

## A FORGALOMIRÁNYÍTÓ BERENDEZÉS

A gépes közlekedés fejlődésével és az utakon közlekedő járművek számának növekedésével elkerülhetlenné vált a forgalom szabályozása, irányítása. Jól tudjuk, minden kereszteződésbe nem lehet rendőrt állítani, ezért egy olyan műszaki berendezés alkalmazására volt szükség, amely biztosítani tudta az útkeresztezésekben a biztonságos áthaladást.

Az első ilyen forgalomirányító eszközt 1868-ban Londonban alkalmazták, a szemaforra inkább hasonlító jelzőlámpa piros és zöld színű tárcsák segítségével kontrollálta a forgalmat, az esti óráktól pedig egy gázláng világította meg a jelzőfelületet. Az elektromos elven működő jelzőlámpa viszont már amerikai találmány, a ma is használt, háromszínű jelzőlámpát az 1920-as években szabadalmaztatták.[4]

A mai forgalomirányító berendezések, azonban már csak külső jegyeikben és működési elvükben egyeznek meg az első generációs jelzőlámpákkal. A modern lámpákban izzók helyett már LED modulok világítanak és a vezérlésük IT technológiával történik.

Ezek a lámpák már intelligens forgalomirányító berendezések, azaz képesek a kommunikációra és/vagy a beavatkozásra, hazai viszonylatban vizsgálva a közúti jelzőlámpás rendszereket az alábbi képességekkel rendelkeznek:

- összehangolt működés az adott útszakaszra telepített jelzőlámpákkal (zöldhullám);
- kommunikáció az aszfaltba épített indukciós hurokkal, mely képes az útkereszteződéshez érkező járművek érzékelésére és a forgalomfüggő jelzesciklus működéséhez szükséges jelek továbbítására (pl.: kanyarodó sáv zöld jelzése);
- kommunikáció a látássérült gyalogosok által használt rádiós jeladóval, azaz távirányítóval (alkalmazása azon keresztezésekben történik, melyekben hangos tájékoztató segíti a zebrán történő átkelést, a hangosbeszélő csak akkor kapcsol be, ha szükséges);
- együttműködés egyes tömegközlekedési járművekbe (pl.: autóbuszokba) szerelt kommunikációs modullal, amely segítségével meghosszabbítható a zöld jelzés időtartama a tömegközlekedési eszköz útvonalán (fővárosban, kb. 30 kereszteződés esetében);
- kommunikáció a városüzemeltetés felügyeleti rendszerével (fővárosi viszonylatban, szinte az összes forgalomirányító berendezés működési állapotát valós időben látja a forgalomirányító központ).



2. ábra. Közúti jelzőlámpa [4]



3. ábra. BKK Közúti Forgalomirányító Központ [5]

## A PROBLÉMA

Ahhoz, hogy a forgalomirányító berendezéssel biztosított útkereszteződésben is gyors és biztonságos legyen a megkülönböztető jelzést használó járművek áthaladása, két feltételnek mindenképp teljesülnie kell:

- a párhuzamosan közlekedő vagy épp (dugóban) álló járművek nem akadályozhatják a megkülönböztető jelzést használó járművet, illetve
- a keresztirányból érkező járművek (és gyalogosok) sem akadályozhatják (veszélyeztethetik) a megkülönböztető jelzéssel közeledő járművet.

Jelenleg az ilyen veszélyes helyzetek kezelése és megoldása a megkülönböztető jelzést használó jármű vezetőjének és a közlekedés többi résztvevőjének hozzáállásán, helyzetfelismerő képességén, rutinján, esetenként a lélekjelenlétén múlik, a technikai-műszaki háttértámogatás azonban kimerül a megkülönböztető fény- és hangjelzésben.

A modernizálás pedig nagyon is időszerű lenne. Napjainkban, mikor roham léptékű fejlődés tapasztalható az elektronikai, híradástechnikai, számítástechnikai iparban, érthetetlen, hogy a közlekedésfejlesztés ezen területén miért nem érzékelhetőek az új megoldások és technológiák alkalmazása.

Új megoldások alkalmazásánál azonban célszerű több perspektívából és komplexen vizsgálni a megkülönböztető jelzést használó jármű vonulását akadályozó tényezők kiküszöbölésére és a balesetveszélyes helyzetek elkerülésére irányuló fejlesztési lehetőségeket.

## A KOMMUNIKÁCIÓ

Az előző sorokból következően a fejlesztés célja nem más, mint az idő csökkentése és a biztonság növelése, olyan technikai eszközökkel, melyek kommunikáció útján biztosítják a megkülönböztető jelzést használó jármű haladását.

Az elmélet szerint a kommunikációhoz azonban legalább négy dolog szükséges:

1. adó,
2. közlemény (információ),
3. közvetítő csatorna,
4. vevő.

A gyakorlatban az adót (az információt küldő, továbbító) és a vevőt (az információt fogadó) sokszor nehéz szétválasztani, hiszen a kommunikáció lényege az információ cseréje. A megkülönböztető jelzést használó jármű vagy a vonulását irányító/támogató/segítő fél egyaránt lehet adó és vevő is. Az alábbi felsorolásban látható, hogy mely területek lehetnek érintettek az információcserében:

- a megkülönböztető jelzést használó jármű,
- a megkülönböztető jelzést használó jármű koordinálását végző szervezet(ek),
- a közúti közlekedésben használt elektronikus szabályozó és információs rendszerek,
- a közúti közlekedésben használt elektronikus szabályozó és információs rendszerek felügyeletét és üzemeltetését végző központok.

Amennyiben nem szigorúan a megkülönböztető jelzésekre és a forgalomirányító berendezésekre szűkítjük a fejlesztési lehetőségek vizsgálatát, abban az esetben érdemes megemlíteni még egy területet, mely érintett lehet a megkülönböztető jelzés és a forgalomirányító rendszer kommunikációjában, mégpedig az olyan típusú gépjárműveket, melyekben már megtalálhatóak azok a

- komplex fedélzeti kommunikációs és multimédiás rendszerek,

melyek képesek lehetnek a járművezető részére plusz – a megkülönböztető jelzéssel közlekedő jármű pozíciójára, haladási irányára vonatkozó – információkat megjeleníteni. Talán ez az a felület, ahol nem kell, hogy megvalósuljon az információ cseréjének biztosítása, hiszen ezen a platformon elegendő az információ fogadása, vétele.

A fejlesztések alapja tehát a kommunikációs eszközök, csatornák fejlesztése és automatizálási lehetőségeinek vizsgálata, melynek kulcsfontosságú paraméterei:

- gyorsaság,
- széleskörű rendelkezésre állás,
- kompatibilitás,
- rövid, pontos, egyértelmű információ (utasítás) továbbítás.

Összefoglalva, látható, hogy nincs másról szó, mint egy információs hálózat kialakításáról, a kérdés csak az, hogy ez milyen módokon valósítható meg és milyen szerepet töltenek be ebben az érintettek, valamint a technikai eszközök.

## ÖTLETEK

Ötleteket meríthetünk a jelenleg használatban lévő közlekedéstechnikai eszközök és rendszerek működéséből is, hiszen – mint már volt is róla szó – rész megoldások ma is léteznek, azonban a felhasználási mód és a felhasználók köre eltér a tanulmány tárgyától.

Az alábbiakban látható, hogy hol és milyen módokon lehetséges a manuális vagy az automatikus beavatkozás a forgalomirányítás területén:

- jelzőlámpás gyalogátkelőnél:
  - a jelzőlámpa a gyalogos részére kiépített nyomógomb használatát követően biztosít szabad utat a zebrán átkelni szándékozók részére;
  - a látássérültek speciális rádiós távirányító segítségével működtethetik a hangosbeszélővel ellátott gyalogátkelőhelyen az átkelést segítő hangos tájékoztató berendezést;
- mentési szervek előtti jelzőlámpával biztosított útszakaszon
  - egyes mentési szervek garázsépületei (pl.: tűzoltólaktanyák) előtti útszakaszon forgalomirányító berendezés biztosítja a gyors és biztonságos kihajtást a szerv garázsából (a jelzőlámpa az épületből vezérelhető, riasztás esetén működtetik, ennek segítségével blokkolják a keresztirányú forgalmat).
- forgalomlassító pontokon:
  - kisebb települések bevezető útszakaszain a „lakott terület” jelzést követően egy sebességérzékelővel kombinált jelzőlámpa kontrollálja az érkező járművek sebességét és, amennyiben a jármű sebessége meghaladja a beállított értéket (pl.: 50 km/h) a jelzőlámpa piros jelzésre vált (pár másodpercre), így kényszerítve a gyorshajtott járműve lassítására vagy rövid megállásra.
- forgalmas útkereszteződésekben:
  - alsóbb rendű, kisforgalmú keresztutcák esetében indukciós hurok alkalmazása, mely az útburkolat alatt kerül kialakításra (a hurok érzékeli, ha egy jármű a keresztutcában várakozik és jelet küld a rendszernek, ami zöld jelzést biztosít a keresztforgalomnak);

- tömegközlekedési járművekbe épített jeladó képes a jelzőlámpa jelzesciklusainak a megváltoztatására, ezáltal csökkentve a jármű menetidejét;
  - számos jelzőlámpás útkereszteződésben forgalomfigyelő kamerákat alkalmaznak, a kamerák segítségével a forgalomirányító központban nyomon követhető a forgalmi helyzet és szükség esetén a diszpécsernek lehetősége van a jelzőlámpák ciklusidejének a módosítására.
  - kiegészítő jelzőlámpákkal plusz információk megjelenítése (pl.: visszaszámláló alkalmazása a
- autópályákon, autóutakon:
- információs táblák segítik a közlekedést, tájékoztatást adnak a járművezetőnek az aktuális forgalmi helyzetről, balesetekről, időjárási viszonyokról, esetenként utasítják az autóst különböző protokollok végrehajtására (pályazár, terelés, kontroll, stb.).

Ezeket az alkalmazási területeket vizsgálva, látható, hogy több felhasználói réteg számára is rendelkezésre állnak már olyan megoldások, melyekkel lehetőség nyílik az automatizált forgalomirányítási rendszerekbe történő (opcionális) beavatkozásra, tehát a korszerűbb forgalomtechnikai berendezések alapvetően alkalmasak a lokálisan történő vezérlés fogadására, vagyis képesek az adott útkereszteződésben az aktuális forgalmi helyzethez való alkalmazkodásra.

## **MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEK**

Talán mindennek az alfája a járműben található megkülönböztető jelzés és maga a jelzést használó járművezető. Kiindulva abból, hogy városi körülmények között a gyors és biztonságos vonulásban nagy segítséget jelenthetne a forgalomirányító berendezések, azaz a jelzőlámpák (esetenként az információs táblák) általi szabad út biztosítása, a célszerűnek tűnik ebből az irányból megközelíteni a problémát és megoldásokat keresni – a már rendelkezésre álló ismeretek alapján – a megkülönböztető jelzést használó jármű és a forgalomirányító berendezés együttműködési lehetőségeire.

A megkülönböztető jelzést használó jármű vezetőjének lehetőségei:

- kommunikációs képesség azon diszpécser- vagy irányítási központtal, amely képes a forgalomirányító berendezések vezérlésébe történő beavatkozásra;
- forgalomirányító berendezés vezérlésébe történő beavatkozásra képesség (pl.: rádiófrekvenciás távirányító segítségével).

A járműbe épített megkülönböztető jelzés és navigációs eszköz modulbővítési lehetőségei:

- forgalomirányító berendezés vezérlésébe történő beavatkozásra képesség (pl.: a megkülönböztető jelzés – bekapcsolt állapotban – automatikusan rádiófrekvenciás jeleket küld a jel vételére alkalmas forgalomirányító berendezéseknek);
- a navigációs eszköz kommunikációs képessége, amely a megkülönböztető jelzés működtetése esetén – az útvonalterv alapján információt küld a – forgalomirányító berendezések vezérlésére képes – diszpécser- vagy irányítási központnak;
- a navigációs eszköz kommunikációs képessége, amely – a megkülönböztető jelzés működtetése esetén – az útvonalterv alapján információt küld azon „fórum” részére, amely képes a megkülönböztető jelzést használó jármű környezetében (sugarában) tartózkodó autósokat tájékoztatni – a járművükben található multimédiás berendezés segítségével – a megkülönböztető jelzést használó jármű közeledéséről.

A forgalomirányító berendezés észlelési, beavatkozási lehetőségei:

- kommunikációs képesség azon diszpécser- vagy irányítási központtal, amely képes a forgalomirányító berendezés irányítására;
- rádiófrekvenciás jel vételére való alkalmasság, melynek segítségével lehetősége van a megkülönböztető jelzést használó járműnek irányítani a forgalomirányító berendezést;
- hangfrekvenciás jel vételére való alkalmasság, melynek segítségével a forgalomirányító berendezés képes érzékelni a megkülönböztető hangjelzést;
- kiegészítő információs tábla (fényjelzés) kiépítése, mely tájékoztathatja a járművezetőket a megkülönböztető jelzést használó jármű közeledéséről;
- kommunikációs képesség az útkereszteződéstől távolabb elhelyezett jeladókkal, melyek jelzést adnak a megkülönböztető jelzést használó jármű közeledéséről.

Az útkereszteződés közelében elhelyezhető jeladók általi tájékoztatás lehetősége:

- speciális jeladók alkalmazásával lehetőség lenne a forgalomirányító berendezések tájékoztatására a megkülönböztető jelzést használó jármű közeledéséről (egyfajta kapuként is értelmezhető, a kereszteződéstől (forgalomtól függően) kisebb-nagyobb távolságra helyezhetik el (pl.: oszlopokon).

A diszpécser- vagy irányítási központ lehetőségei:

- kommunikációs képesség a megkülönböztető jelzést használó járművel;
- helymeghatározási képesség a megkülönböztető jelzést használó járműről;
- kommunikációs képesség a forgalomirányító berendezésekkel;
- automatizálás lehetősége a forgalomirányító berendezések üzemeltetését biztosító központi vezérlő és felügyeleti szoftvereken.

A gépjárművezetők lehetősége:

- fedélzeti multimédiás eszköz használata, melyek alkalmas információt közölni a megkülönböztető jelzést használó jármű közeledéséről.

Végül arról sem szabad megfeledkezni, hogy a fejlesztési, tervezési és kivitelezési fázisok során nem várt akadályok is felmerülhetnek, továbbá a különböző szabály- és szabványrendszerek változásával is számolni kell, ezért mindenképp szükséges a hatósági felügyelet megléte.

Hatósági felügyelet, feladatok:

- egységes és kompatibilis rendszerek gyártására, kiépítésére törekvés;
- gazdaságos rendszer gyártására, kiépítésére törekvés;
- hazai cégek alkalmazására törekvés a fejlesztések, a gyártás és a kivitelezések során;
- a fejlesztésekkel összefüggő szabályozók készítése, bővítése;
- tapasztalatok gyűjtése, összegzése, ezekre intézkedések megtétele.

Látható tehát, hogy mennyi lehetőség kínálkozik a forgalomirányítás és a megkülönböztető jelzést használó járművek közötti kommunikációs területen, érdekes, hogy hazánkban (de külföldön sem jellemző) még nem kerültek alkalmazásra (legalább teszt jelleggel) ezek az ötletek.

## ÖSSZEGZÉS

Összegezve megállapítható, hogy elvi síkon a lehetőségek adottak, sőt a gyakorlati példák is azt mutatják, hogy egyes elemei már működnek is a felvázolt ötleteknek. Egy biztos, mindenképp van helye és szerepe a forgalomirányító berendezések „testre szabhatóságának”.

A megvalósíthatóságot tekintve ezer kérdést, problémát és gondolatot hoznak magukkal ezek az ötletek, de látni kell, foglalkozni kell a témával, hiszen a folyamatosan növekvő forgalom egyre nagyobb kihívások elé állít mindenkit, legyen az a megkülönböztető jelzést használó jármű vezetője, a dugóban veszteglő autós vagy épp a közlekedéstudományi területen dolgozó szakember.

Véleményem szerint a megkülönböztető jelzést használó járművek „szomjaznak” erre a lehetőségre, hiszen igencsak megkönnyítené ezen járművek vezetőjének a dolgát, ha nem kellene hosszú-hosszú másodperceket időzni egy-egy nagy forgalmú útkereszteződésben. Mindig arra kell gondolni, ezek a járművek életet mentenek, tehát minden egyes másodperc számít.

Végül azt sem szabad elfelejteni, hogy ezen (vagy ennél jobb) ötletek megvalósulása minden egyes ember számára segítséget jelentene a jövőben, hiszen közvetve vagy közvetlen, de mindenkit érint a közlekedés és sajnos a baj sem kerül el senkit.

### Felhasznált irodalom

- [1] Rusz Dániel – Közúti biztonság és a megkülönböztető fényjelzések In.: Hadmérnök 2015 10. 3. szám [Felhasználás időpontja: 2015. október 01.]
- [2] 12/2007. (III. 13.) IRM rendelet Net jogtár - [http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=a0700012.irm](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=a0700012.irm) [Felhasználás időpontja: 2015. október 01.]
- [3] A leggyorsabb rendőrautó: Vezess.hu <http://galeria.vezess.hu/2/show/10412/83112/#kep-83117> [Felhasználás időpontja: 2015. október 01.]
- [4] Közlekedési lámpa :Wikipedia [https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6zleked%C3%A9si\\_l%C3%A1mpa](https://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6zleked%C3%A9si_l%C3%A1mpa) [Felhasználás időpontja: 2015. október 01.]
- [5] Hacker nem válthatja zöldre a pesti jelzőlámpát: Origo.hu <http://www.origo.hu/techbazis/20140825-hacker-nem-valthatja-zoldre-a-pesti-jelzolampakat.html> [Felhasználás időpontja: 2015. október 01.]



SZABÓ Anna Barbara

## OKMÁNYVÉDELEM ÉS AZ ELEKTRONIKUS SZEMÉLYAZONOSÍTÓ IGAZOLVÁNY

### *Absztrakt*

*2016. januárjától a Kormány tervei szerint Magyarországon is elérhető lesz az e-személyi igazolvány. A megvalósításával kapcsolatos törvénymódosításokat az Országgyűlés a 2015. július 6-ai ülésnapján fogadta el. A részletek kidolgozását a Belügyminisztérium feladatai közé sorolta. A tervek szerint az új személyazonosító okmány felmenő rendszerben kerül bevezetésre, de lehet igényelni is az okmányirodákban és a kormányablakokban.*

*From Januar 2016, eID will be available in Hungary, according to the plans of the local Government. The needed legislation acts were carried out by the parliament on 06.July 2015. Detailed regulations were devised by Ministry of Interior. The new ID will be introduced in phasing-out manner, but it can be demanded at National Single Windows and at the Offices of Government Issued Documents.*

***Kulcsszavak:*** *biztonsági okmány, elektronikus személyazonosító igazolvány, Európai Unió okmányvédelem, személyazonosító igazolvány ~ e-ID, European Unio, ID, passport, protection of Government Issued Documents*

## ELEKTRONIKUS SZEMÉLYAZONOSÍTÓ BEVEZETÉSE

Az Európai Unió cselekvési tervekből jól látszik, hogy az EU törekszik a közigazgatásban felgyülemlett adatok sokaságát egy egységes architektúrával bíró digitális rendszeren kezelni, azzal a céllal, hogy közigazgatás hatékonyságát növelje a lehető legtöbb területen. A jogalkotó eddig is tett lépéseket a bürokrácia enyhítésre, pl.: a hatályos jogszabályok alapján a polgár a személyazonosságát a személyazonosító igazolvány hiányában érvényes útlevelel vagy kártyaformátumú vezetői engedéllyel is igazolhatta. Az elektronikus személyazonosító fokozatosan venné át a személyazonosító igazolvány, a lakcímkártya, az adókártya, a tb-kártya és az útlevelel funkcióját. Az is megfigyelhető, hogy EU CLBPS-ben már szerepelt ezen területek elektronikus közigazgatásba helyezése.

A kártya létrehozásának fő céljai a személyazonosító okmány biztonságának növelése és egységes európai uniós igazgatási rendszernek megfelelő eszköz megteremtése. Az Európai Unióban nem ismeretlen az e-ID card.

Az e-ID card elvi lehetőséget ad ePASS, eID és az eSIGN kártyafunkciók összekapcsolására.

Az ePASS az államközi egyezményekben, elsődlegesen a Schengeni Egyezményben foglalt határátlépést biztosítja.

Az e-ID európai uniós szinten fogja biztosítani az állampolgárnak az elektronikus kormányzati és e-közigazgatási szolgáltatások igénybevételét.

Az eSIGN a minősített elektronikus aláírás funkciót biztosítja, amivel teljes bizonyító erejű magánokirat készíthető. [1]

A fenti három az egyben funkciók miatt fontos, hogy az okmány megfelelő védelmi garanciákkal bírjon többek között a hamisítással szemben is.

Magyarországon „az egységes elektronikus-kártyakibocsátási keretrendszerről” szóló 2014. évi LXXXIII. törvény szabályozza az elektronikus-kártyakibocsátást. Hatásköre kiterjed az egyes költségvetési szervek, közfeladatot ellátó más szervek, valamint gazdálkodó és civil szervezetek által kibocsátásra kerülő kártyákra. A törvény hatálya alá tartozó kártyák jogosultságot vagy tényét igazolnak, valamint szolgáltatások igénybevételére hatalmazzák fel a kártya tulajdonosát. Mindezeket egységes előállítására, kibocsátására, felhasználására és nyilvántartására és az egységes keretfeltételeinek biztosítására a Kormány az egységes elektronikus-kártya-kibocsátási keretrendszert alkalmazza.

Ezen törvény alapján elsődleges kártyának minősül az adat elektronikus hordozására képes eszközzel ellátott hordozó. Másodlagos kártyának tekintendő az elsődleges kártya által hordozott adathoz kizárólag elektronikusán hozzárendelt kártyafunkció.

Az elsődleges kártya alapesetben megjelenített módon tartalmazza a kártyafelhasználó arcképmását, családi és utónevét, az egységes elektronikus-kártya-kibocsátási keretrendszerre utaló jelölést és a kártya egyedi sorszámát. Amennyiben ágazati törvény előírja a kártyafelhasználó születési helyét és idejét, lakó- vagy tartózkodási helyének településnevét és a 14. életévét betöltött felhasználó aláírását, valamint egyéb személyes adatokat és kibocsátási célra vonatkozó jogosultsági, vagy tényadatokat is fel kell tüntetni. A felsoroltakon túl elektronikusán - amennyiben ágazati törvény előírja megjelenített formában is - hordozza a kártya elektronikus egyedi azonosítóját és a kártyakibocsátó egyedi azonosítóját. Amennyiben ágazati törvény előírja a személyes adatokat is tartalmazhatja elektronikusán.

A kártyakibocsátó döntése alapján a kártyán megjelenített formában szerepelhet a kártyakibocsátó megnevezése, kiállítás dátuma és az érvényességére vonatkozó információk, egyéb felhasználóra vonatkozó nem személyes adatok, valamint a felhasználó hozzájárulása esetén személyes adatok is.

Az állandó elektronikus személyazonosító igazolvány alkalmas az ügyfél elektronikus úton történő közhiteles azonosítására és minősített elektronikus aláírás létrehozására is, ezért kiemelten fontos az okmányvédelem. [2], [3]

## OKMÁNYVÉDELEM

A személyazonosító igazolvány a biztonsági okmányok közé tartozik. Azáltal, hogy az állandó elektronikus személyazonosító igazolvány alkalmas lesz az ügyfél elektronikus úton történő közhiteles azonosítására és minősített elektronikus aláírás létrehozására is, különösen fontos, hogy nehezen lehessen hamisítani. A közhivatal munkatársa egyértelműen képes legyen az okmány eredetiségét ellenőrizni. Okmányvédelem terén szempont az egységes integrált, hatékony technikai koncepciók alkalmazása, a hamisítással szembeni fellépés, valamint az egységes védelmi ellenőrzési terv kidolgozása. Támogatva a biztonságot, az állampolgárok szabad mozgását és a hatékony gyors ellenőrzést. A biztonsági okmányok hamisítás-elleni védelmének alapvetően három általános elvét határozza meg a szakirodalom.

A biztonsági okmányok hamisítás-elleni védelmének általános elvei:

- lehető legmagasabb technológiai, okmányvédelmi szint alkalmazása a kockázati és felderítési tényezők figyelembevételével,
- az okmány előállítására, védelmére használt anyagok és módszerek védelme az esetleges visszaélések megelőzése érdekében,
- eltérő védelmi szintek kialakítása valamint az egyes szintekhez tartozó okmányvédelmi megoldások, az eredetiséget alátámasztó jellegzetességek egységes, gyors ellenőrzési feltételei.

Általános követelmény a biztonsági okmányokkal szemben, hogy rendelkezzenek olyan ellenőrizhető kémiai, technológiai és adminisztratív védelemmel, ami megakadályozza, vagy legalább megnehezíti a hamisítást és biztosítja a hamisítványok kiszűrését. [4], [5]

Az okmányok rendkívül komplex védelmi rendszert igényelnek. Adattartalmuk, biztonsági elemeik, kémiai és technológiai ismérvek és a gépi eszközök együttes alkalmazása biztosítja a biztonság javítását és az ellenőrzés hatékonyságát, valamint gyorsaságát.

A kockázati és felderítési szint összhangjában alapvetően három védelmi szintet lehet megkülönböztetni az okmányellenőrzés során.

Okmánytervezéskor a külön védelmi szinteknek megfelelő jegyekről kell gondoskodni:

- szint: vizuális ellenőrzés. Az átlagember számára szabad szemmel jól látható alapszintű biztonsági azonosítók ellenőrzése. Felismerésük könnyen elsajátítható.
- szint: összetett azonosítók vizsgálata. A vizuális ellenőrzésen túl alkalmaznak gépi azonosítást (pl.: OCR, vagy bar kód leolvasás), valamint egyszerű eszközökkel való vizsgálatot (pl.: UV fényel történő megvilágítást, nagyítást a speciális technikájú grafikákhoz) is.
- speciális ismérvek és vizsgálati módszerek: az okmányvizsgálatot szakértők végzik, a vizsgált azonosítási jellegzetességek minősített információnak minősülnek. Ilyen pl.: a grafikába rejtett mikro betű, a speciális grafika. [4], [5]

A tervek szerint az elektronikus személyazonosító igazolvány biztonságát az okmányeredetiség ellenőrzése mellett PIN kód is fogja erősíteni. Három féle PIN kód típust különböztet meg a tervezett kormányrendelet:

- Aktiváló PIN kód: aktiváló adat, mely az elektronikus tároló elemmel lesz összerendelve és aktiválása az állandó elektronikus személyazonosító igazolványt működésbe hozza. Átala az állandó személyazonosító igazolványhoz tartozó PIN kód és az elektronikus aláíráshoz tartozó PIN kód létrehozása is elérhetővé válik a felhasználó számára.
- Állandó személyazonosító igazolványhoz tartozó PIN kód: állandó személyazonosító igazolvány elektronikus használatához szükséges adat, mely célja az igazolvány birtokosának hozzáférési jogosultságát ellenőrizni. Szintén az elektronikus tároló eleméhez lesz rendelve.

- elektronikus aláíráshoz tartozó PIN kód: a minősített elektronikus aláírás létrehozásához szükséges, az aláíró hozzáférési jogosultságát ellenőrző adat, mely össze van rendelve az elektronikus tároló elemmel. [6]

Mivel Magyarországon még nincs elérhető minta a tervezett elektronikus személyazonosító igazolványra, ezért Litvániában használt személyazonosítók felhasználásával szemlélteti az 1. számú ábra az elektronikus személyazonosító igazolvány védelmi jegyeit.

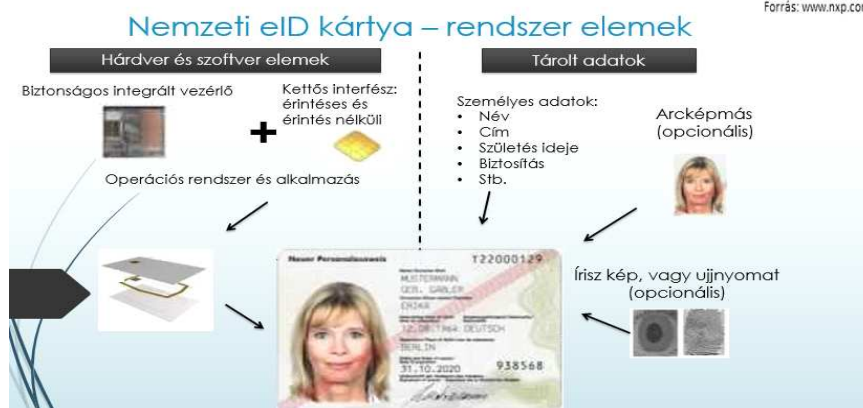


1. ábra: Litván e-ID [7]

A tároló elem az állandó személyazonosító igazolvány esetében kártyás igazolványon látható elemeken túl (név, születési hely, születési idő, állampolgárság, anyja neve, neme, arcképmás, 12. életév felett aláírás, érvényességi idő, okmányazonosító, kiállítás ideje, kiállító hatóság nevét) tartalmazza még a személyazonosító igazolvány elektronikus egyedi azonosítóját, alapesetben az ujjnyomot. Az ujjnyom megadása opcionális, valamint 12. életév alatti polgártól nem vehető le a minta, illetve fizikális alkalmatlanság miatt se kötelezhető a polgár egyéb biometrikus azonosító megadására. Az elektronikus személyazonosító tartalmazza az elektronikus aláíráshoz szükséges adatokat - és amennyiben rendelkezik velük - a társadalombiztosítási jelét és adóazonosító jelét is. A lakcímkártya az első körben jogszabályi okok miatt nem kerül automatikus kivonásra az elektronikus személyazonosító kiállításával egy időben, viszont folyamatban vannak hozzá a szükséges törvénymódosítások.

Ezeket technikailag úgy kell kialakítani, hogy megismerése csak arra törvényben felhatalmazott személyek számára legyen lehetséges, a személyes adatok illetéktelenektől való védelmét az elérhető legmagasabb szinten kell biztosítani.

A központi szerv főszabály szerint az ujjnyomot az állandó személyazonosító igazolvány kiállításáig, vagy nemlegesség esetén az igazolvány a kiadását megtagadó határozat vagy az eljárást megszüntető végzés jogerőre emelkedéséig jogosult kezelni, azt követően haladéktalanul köteles törölni az adatot. Az ujjnyom csak törvényi felhatalmazás esetében lehet adatszolgáltatás, átadás és továbbítás része. A központi szerv a személyi igazolvány kiállítását követően nem őrizheti meg a társadalombiztosítási és adóazonosító jeleket sem. A 2. számú ábra a eID kártya rendszer elemeit szemlélteti észt mintával. [5]



2. ábra: Nemzeti eID kártya - rendszer elemek,

## ÖSSZEZEGÉS

Az elektronikus személyazonosító igazolvány része az európai uniós tagállamok közigazgatás hatékonyságát fejlesztő és egyúttal a versenyképesség fenntartását célzó akció terveinek. Jelenleg már több tagállamban működik az elektronikus személyazonosító igazolvány, ezért az egységes keretrendszer is már részben adott. Tekintve, hogy az elektronikus személyazonosító igazolvány közhitelesen igazolást nyújt és a minősített elektronikus aláírás létrehozására is alkalmas lesz, Magyarországon ezért rendkívül fontos az elektronikus személyazonosító kártya okmányvédelme. Az okmányvédelem kialakításánál fontos, hogy a védelmi szintek meghatározása indokolatlanul ne lassítsa az ügyintézési folyamatokat, valamint az ügyintéző csak annyi adathoz férjen hozzá, amennyire szüksége van a munkájához.

A cikkben ismertettem az okmányvédelem alapjait a személyazonosító igazolványra vonatkozóan, valamint az elektronikus személyazonosító igazolvány felépítését.

### Felhasznált irodalom

- [1] e-estonia.com: The Digital Society, <https://e-estonia.com/component/electronic-id-card/> (letöltés ideje: 2015.11.30.)
- [2] 2013. évi L. törvény az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról 1. § (1) bek., [http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=160206.296212](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=160206.296212) (letöltés ideje: 2015.09.10.)
- [3] 2015. évi CXXX. törvény az e-kártya megvalósításához szükséges egyes törvények, valamint az állami és önkormányzati szervek elektronikus információbiztonságáról szóló 2013. évi L. törvény módosításáról 2. §, [http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=176693.296337](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=176693.296337) (letöltés ideje: 2015.10.21.)  
Hazai Lászlóné dr: Okmányhamisítás? Okmányvédelem! (Belügyi Szemle, 50. évf. 11-12. sz., 2002.)
- [4] 86/1996. (VI. 14.) Korm. rendelet a biztonsági okmányok védelmének rendjéről 1. §, [http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=27124.313366](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=27124.313366) (letöltés ideje: 2015.12.02.)
- [5] 1996. évi XX. törvény a személyazonosító jel helyébe lépő azonosítási módokról és az azonosító kódok használatáról 10/A. § (6) bek., [http://njt.hu/cgi\\_bin/njt\\_doc.cgi?docid=26379.295821](http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=26379.295821) (letöltés ideje: 2015.09.10.)
- [6] .../.... (... ...) Korm. rendelet a személyazonosító igazolvány kiadása és az egységes arcképmás - és aláírás - felvételezés szabályairól (előterjesztés), <http://www.kormany.hu/download/1/1c/80000/tervezet.pdf#!DocumentBrowse> (letöltés ideje: 2015.11.26.)
- [7] Litván e-ID: <http://www.fairvote.org/research-and-analysis/blog/internet-voting-if-ever-made-secure-would-it-improve-election-turnout/>, (letöltés ideje: 2015.11.18.)

PAPP István  
[pappi@uni-nke.hu](mailto:pappi@uni-nke.hu)

## AZ IRÁNYÍTHATÓ RAKÉTA MOZGÁSEGYENLETEINEK DIFFERENCIÁL MEGOLDÁSA, A KÜLÖNBÖZŐ ELFOGÁSI ELJÁRÁSOKRA

### *Absztrakt*

*Ahhoz, hogy egy irányítható rakéta sikeresen elfogja a célt és megsemmisítse azt, olyan információval kell rendelkezni a cél pillanatnyi helyzetéről, ami elősegíti a folyamat sikeres végrehajtását. Ez az információ már az indítás előtt rendelkezésre kell, hogy álljon, amihez a hordozó repülőeszköz felderíti a célt, meghatározza annak paramétereit, kiszámítja az előretartási pont helyzetét, melyet a rakéta fedélzetére továbbít. A kapott adatok alapján a rakéta, az előre meghatározott irányítás szerint megközelíti a célt, miközben folyamatosan méri az előretartási szöveget és annak változását.*

*In order to the missile guide itself to a successful target intercept, must obtain information about the target current position, which facilitates the successful implementation of the process. This information has to be available before the prelaunch phase, which detects by the carrier aircraft and explore the target, define its parameters. Furthermore, it calculates the line of sight, which information was transmitted the control compartment of the missile. Based on the data, the missile approaches the target, according the pre-defined pursuit, while constantly measuring the line of sight and keeping ahead of the changes.*

**Kulcsszavak:** *irányítható rakéta, követés, mozgásegyenlet ~ guided missile, pursuit, equation of motion*

## BEVEZETÉS

A rakéta nem napjaink új találmánya, már Kínában a IX. században, a feketelőpor feltalálása után alkalmazták azt, először csak tűzijátékként. Az első repülőfedélzeti alkalmazása a II. világháború idején volt. A Vörös Hadseregben rendszeresített Polikarpov I-16 (1939) [2] majd az A-7 típusjelzésű autogirofegyverezték fel RSz-82 típusú nemirányítható rakétákkal [1]. A találati pontossága és lőtávolsága jelentősen elmaradt a jelenleg alkalmazott típusokétól. A kezdetekben tűzijátékként alkalmazott kezdetleges eszközökből az évszázadok során, számos kísérlet eredményeként hatásos fegyver fejlődött ki [1].

A rakéták hasonlóan repülőgépekhez háromdimenziós térben mozognak. Konstruktív kialakításuk szerint két szempont szerint lehet csoportosítani azokat. Az első csoportosítási szempont az aerodinamikai kialakítás (csupaszárny, fordított, hagyományos és forgatható szárnyas) [3].

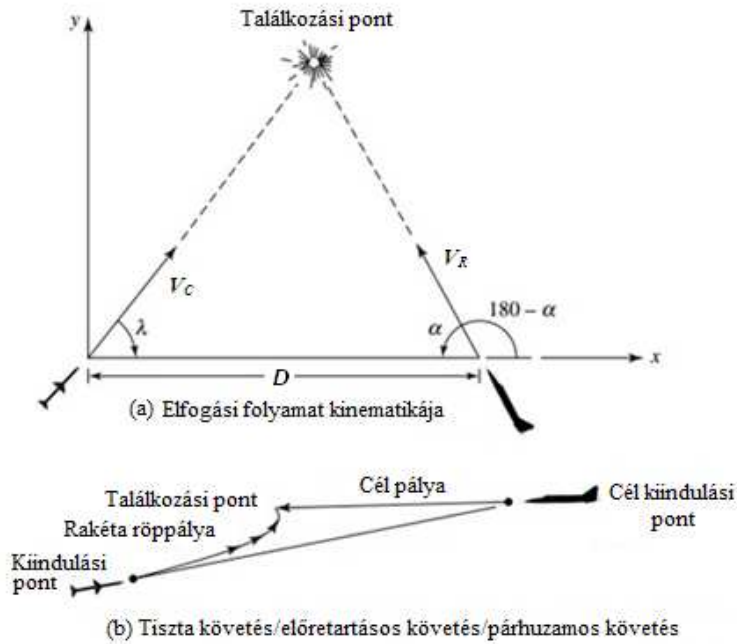
A másik az irányítás rendszer [5], mely meghatározza a rakéta konstrukciós kialakítást, a célkoordinátor, a parancskidolgozó blokk, a robotpilóta stb. működését. A rakétát egy komplex szabályozási rendszernek tekintve, az átviteli függvény és a súlyfüggvény csak akkor adja meg teljesen és helyesen a rendszer viselkedését, ha a rendszer irányítható [6]. A háromdimenziós mozgás szimulálásakor, tervezésekor a repülésmechanikai modelleket felhasználva a repülésszabályozó rendszerek előzetes tervezését végzik el. A szabályozótervezés szükséges és elégséges feltétele, hogy a rakéta repülésmechanikai modellje teljes mértékben megfigyelhető, irányítható legyen és ismerni kell a szabályozott szakasz állapotváltozóit [7][8].

A rakéta célkoordinátora a célról nyert adatok alapján, a robotpilótával együttműködve úgy korrigálja a rakéta térbeli mozgását, hogy megvalósuljon a cél megsemmisítése. A technika korszerűsége ellenére elfordulhatnak olyan esetek, mikor bekövetkezik a céltévesztés és a rakéta elveszíti a célt, ez általában valamilyen véges távolságban következik be. A rávezetés során a rendszer a beépített algoritmus (program) alapján arra törekszik, hogy a cél megközelítése minél jobban megvalósuljon, akár a kontakt találat is bekövetkezzen. Az esetek kb. 70–80%-ban a megsemmisítést a közelségi gyújtó segítségével történik, vagyis nincsen közvetlen becsapódás. Ebből következik, hogy a rávezetés során a rakétát olyan mértékben szükséges a cél körzetébe irányítani, hogy az a harcirész megsemmisítési zónáján belül legyen. Ez a feladatot a célkoordinátortól kapott információk alapján a robotpilóta hajtja végre, úgy hogy kidolgozza a megfelelő parancsjeleket a kormányok (kormánygépek) felé [9][10].

A rakéta irányítási és szabályozási köreinek tervezése során több ismert módszert alkalmaznak, annak érdekében [7][11][12][13][14], hogy a rakéta megsemmisíthesse a célt. A felderített és elfogott cél, mér és feltételezett repülési útvonalának adatait a robotpilóta rávezetési algoritmus tartalmazza. A tanulmányom következő részeiben megvizsgálom a robotpilóta elfogási algoritmusai közül a tisztát, az előretartásos valamint a párhuzamos követést. Mindhárom rávezetési eljárásra felírom a megfelelő differenciálegyenletet. Az algoritmusok által kidolgozott rávezetési röppálya az alkalmazott irányítási módszertől fog függeni. Az 1. ábra alapján fogom az egyenleteket felírni és deriválni. A következő kiindulási adatok ismerete szükséges:

- az elfogó (vagy rakéta) sebesség  $V_R$ ;
- a cél sebessége  $V_C$ ;
- az elfogó előretartási szöge  $\lambda$ ;
- a cél állásszöge  $\alpha$ ;
- a rakéta a céltartományban  $D$ .





1. ábra: Irányítási módok<sup>1</sup>

Az alapvető differenciálegyenletek, a rávezetés típusát figyelembe véve, viszonylag egyszerűen deriválhatók. Az 1. ábrára alapján, a hatótávolság változása a következő formában írható fel:

$$\frac{dD}{dt} = V_R \cos \lambda + V_C \cos(180 - \alpha) = V_R \cos \lambda - V_C \cos \alpha \quad (1)$$

A sebesség komponens merőleges a  $D$ -re, amely két részből áll: (1) átviteli (transzlációs) összetevő, és (2) tangenciális (vagy forgási) komponens. A tangenciális komponens referencia pontként történő kiválasztásánál figyelembe kell venni, azt, hogy  $d\lambda/dt$  pozitív irányba mutasson, ugyanúgy, mint  $\lambda$  (azaz, növekvő  $\lambda$  esetén, növekszik a  $d\lambda/dt$  hányados is), így az egyenlet a következőképp írható fel:

$$D \left( \frac{d\lambda}{dt} \right) = V_R \sin \lambda + V_C \sin(180 - \alpha) = V_R \sin \lambda - V_C \sin \alpha . \quad (2)$$

A különböző rakéta elfogási eljárásokat, valamint azok differenciál egyenleteit a könnyebb érthetőség érdekében felépítettem MATLAB<sup>®2</sup> Simulink környezetben [15].

A MATLAB<sup>®</sup> egy interaktív műszaki számításokat segítő számítógépes programrendszer. Felhasználóbarát környezetben egyesíti a numerikus analízist, a mátrixszámítást, a jelfeldolgozást és a grafikát. A program alapeleme a mátrix és támogatja a matematikai modellek alapján történő vizsgálatokat. A szabályozási rendszerek tervezésekor felmerülő időigényes számításokhoz, a rendszerszemléletű és a fizikai valóságot is figyelembe vevő vizsgálatokhoz nyújt segítséget. Az alapprogramot sokféle segédprogrammal egészíthetjük ki. Ez lehetővé teszi, hogy saját programjaink megírásával problémamegoldó függvényeinket ugyanúgy használjuk, mint a MATLAB<sup>®</sup> sajátfüggvényeit, eszköztárait. Az eszköztárak

<sup>1</sup> Készítette: a szerző. A következő forrás alapján: [http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism\\_and\\_pyrotechnics/rocketry/Missiles\\_and\\_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf](http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism_and_pyrotechnics/rocketry/Missiles_and_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf) (183. oldalon)

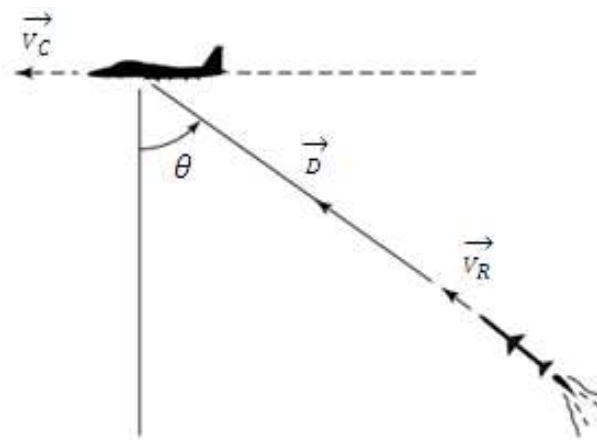
<sup>2</sup> MATLAB – MATrix LABoratories



(toolbox-ok) egy-egy tématerület kezeléséhez kialakított eljárások gyűjteménye. Ezek a beépített segédfüggvények a MATLAB<sup>®</sup> utasításokat tartalmazó „m” kiterjesztésű fájlok (m-fájlok). Ezek a fájlok ASCII<sup>3</sup> karakterekből állnak és bármilyen szövegszerkesztővel könnyen szerkeszthetők. A MATLAB SIMULINK<sup>®</sup> a beágyazott, biztonságkritikus rendszerek fejlesztésében széles körben elterjedt modellezési és szimulációs eszköz. A SIMULINK<sup>®</sup> segítségével lehetőség van komplex rendszerek hierarchikus megvalósítására és a rendszer komponenseinek szimulációjára [19][20].

## TISZTA KÖVETÉS

A tiszta elfogás üldözési pályáján, a rakéta a cél felé repül. Így a rakéta hossz tengelye minden időpillanatban a cél felé mutat, így a sebességvektor is. Ebben az esetben az elfogás előretartási szöge nulla (2. ábra) [16][18].



2. ábra: Tiszta követéses irányítás

Az ábra alapján felírhatók a következő egyenletek:

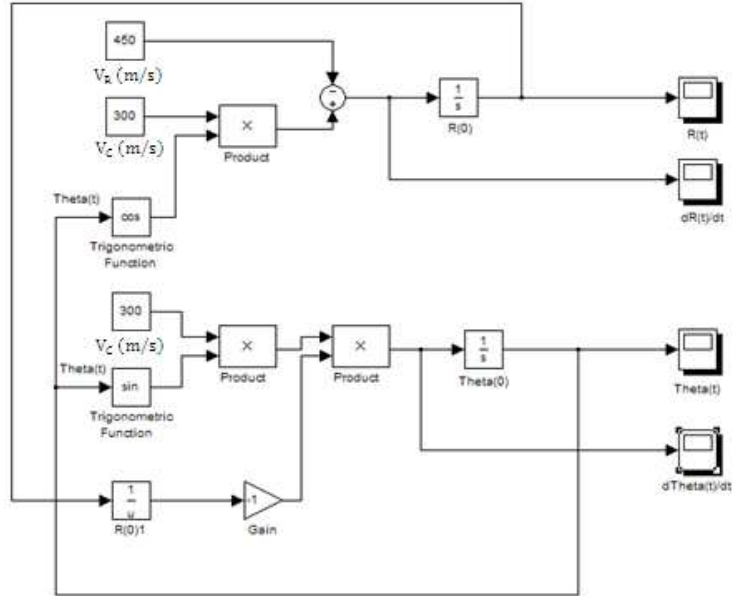
$$\frac{dD}{dt} = V_R - V_C \cos \theta, \quad (3a)$$

$$D \left( \frac{d\theta}{dt} \right) = -V_C \sin \theta. \quad (3b)$$

Ahol  $D$  a pillanatnyi távolság nagyságát,  $\theta$  az előretartási irányt,  $V_R$  a rakéta sebesség összetevőjét,  $V_C$  pedig a cél sebességét jelölik.

A 3. ábrán szemléltetem (az előzőekben felírt differenciálegyenletek alapján elkészített), a tiszta követés, MATLAB<sup>®</sup> Simulink környezetben felépített modelljét.

<sup>3</sup> ASCII – American Standard Code for Information Interchange – szabványos amerikai kód információcsere



3. ábra: Tiszta követés modellje MATLAB® Simulink környezetben<sup>4</sup>

Speciális, de nem triviális esetek, álló célok esetén ( $\theta = \pm 90^\circ$ )

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right) / D = \{(\cos \theta) \left(\frac{V_R}{V_C}\right) + \tan \theta\} \left(\frac{d\theta}{dt}\right) = \left\{\left(\frac{\kappa}{\cos \theta}\right) + \tan \theta\right\} \left(\frac{d\theta}{dt}\right), \quad (4)$$

Ahol  $\kappa = V_R/V_C$ . Az állandó sebesség aránya,  $\kappa$ , a következő kifejezést eredményezi:

$$\int \left(\frac{dD}{D}\right) = \int \tan \theta d\theta + \kappa \int \left(\frac{d\theta}{\cos \theta}\right). \quad (5)$$

Legyen a  $C$  az integrációs állandó, az előző egyenlet általános megoldása, a következő alakot feltételezi:

$$\ln(D/C) = -\ln \cos \theta + (\kappa/2) \ln[(1 + \sin \theta)/(1 - \sin \theta)]. \quad (6a)$$

Következtetésképp:

$$D/C = (1/\cos \theta)[(1 + \sin \theta)/(1 - \sin \theta)]^{\kappa/2} \quad (6b)$$

Az azonosságból:

$$1/\cos \theta = 1/(1 + \sin \theta)^{1/2}(1 - \sin \theta)^{1/2} \quad (6c)$$

Így:

$$D/C = \rho = [(1 + \sin \theta)^{(\kappa-1)/2}]/[(1 - \sin \theta)^{(\kappa+1)/2}]. \quad (6d)$$

A  $C$  integrációs állandó alapján meghatározhatók a kezdeti feltételek  $D_0$  és  $\theta_0 = \pm 90^\circ$ . Így az előző egyenletből azt kapjuk, hogy:

$$\lim_{\theta \rightarrow 90^\circ} D = \infty,$$

<sup>4</sup> Készítette: a szerző. MATLAB®, MS Paint

$$\theta = 0, \rho = 1, D = C, \quad (7a)$$

$$\lim_{0 \rightarrow 90^\circ} D = \begin{cases} 0, & \text{amikor } \kappa > 1, \\ \frac{D}{2}, & \text{amikor } \kappa = 1, \\ \infty, & \text{amikor } \kappa < 1. \end{cases} \quad (7b)$$

A fenti elemzésből látható, hogy a megsemmisítés akkor valósul meg, ha a rakéta sebessége meghaladja a cél sebességét. A (6d) egyenletből,  $\rho$  ( $\theta$ ) ábrázolni lehet a paraméterek különböző értékeit (azaz,  $\kappa = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0$ ) [15][16][17][18][21].

## ELŐRETARTÁSOS KÖVETÉS

Ezen követés esetén, a rakéta hossz tengelye és a cél által bezárt szög állandó (lásd 4. ábra). Mivel a rakéta előretartási szöge állandó, tehát,  $\lambda = \lambda_0$ , ezért az (1) és (2) összefüggésekből a következő differenciálegyenleteket kapjuk:

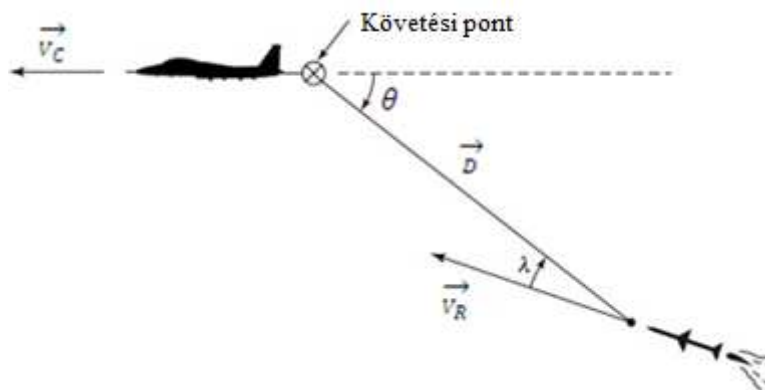
$$\frac{dD}{dt} = V_R \cos \lambda_0 - V_C \cos \alpha, \quad (8a)$$

$$D \left( \frac{d\lambda}{dt} \right) = V_R \cos \lambda_0 - V_C \cos \alpha. \quad (8b)$$

Az előretartásos követés algebrai egyenleteinek felírása érdekében, a 4. ábrát alapján, ha  $\lambda = \text{const}$ .

$$\frac{dD}{dt} = -V_R \cos \lambda + V_C \cos \theta, \quad (9a)$$

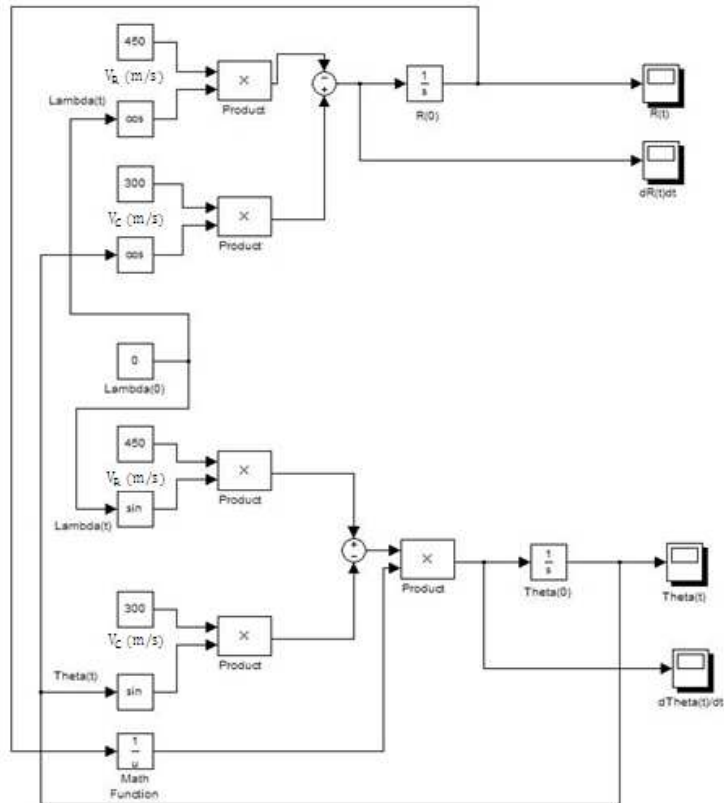
$$D \left( \frac{d\theta}{dt} \right) = V_R \sin \lambda - V_C \sin \theta. \quad (9b)$$



4. ábra: Előretartásos követés geometriája<sup>5</sup>

Az előretartásos követés MATLAB® Simulink modelljét, a felírt egyenletek alapján az 5. ábra szemlélteti.

<sup>5</sup> Készítette: a szerző. A következő forrás alapján: [http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism\\_and\\_pyrotechnics/rocketry/Missiles\\_and\\_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf](http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism_and_pyrotechnics/rocketry/Missiles_and_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf) (186. oldalon)



5. ábra: Az előretartásos követés modellje MATLAB® Simulink környezetben<sup>6</sup>

A differenciálegyenletek megoldásához ( $D$  és  $\theta$ ) a következő paraméterek szükségesek:  $V_R$  és  $V_C$ , valamint a  $D$  és  $\theta$  kezdeti értékei. A normál gyorsulásra, ebben az esetben, a következőt kapjuk:

$$a_n = -V_R \theta / g = (V_R / g D) [V_C \sin \theta - V_R]. \quad (10)$$

Az irányzó szög, ahol  $\theta$  maximális, a következő kifejezést nyerjük:

$$\theta (\max g) = \cos^{-1} [V_R / 2V_C], \quad (11)$$

Ahol  $V_R > 2V_C$ . Figyelembe véve, hogy a  $\theta$  szög maximális értéke nem fordul elő vizsgált szakaszon [15][16][18].

A szükséges idő, amely alatt a rakéta elfogja a célt, a következő kifejezéssel írható fel:

$$t = (1/V_C) \int D d\theta / [(V_R/V_C) \sin \lambda - \sin \theta] \quad (12)$$

## PÁRHUZAMOS KÖVETÉS

A párhuzamos követés során a rakéta egyenes vonalon repül, annak érdekében, hogy elfogja a célt. A 4. ábrára alapján, a differenciálegyenlet a következő formában írható fel:

$$\frac{dD}{dt} = -V_R \cos \lambda + V_C \cos \theta, \quad (13a)$$

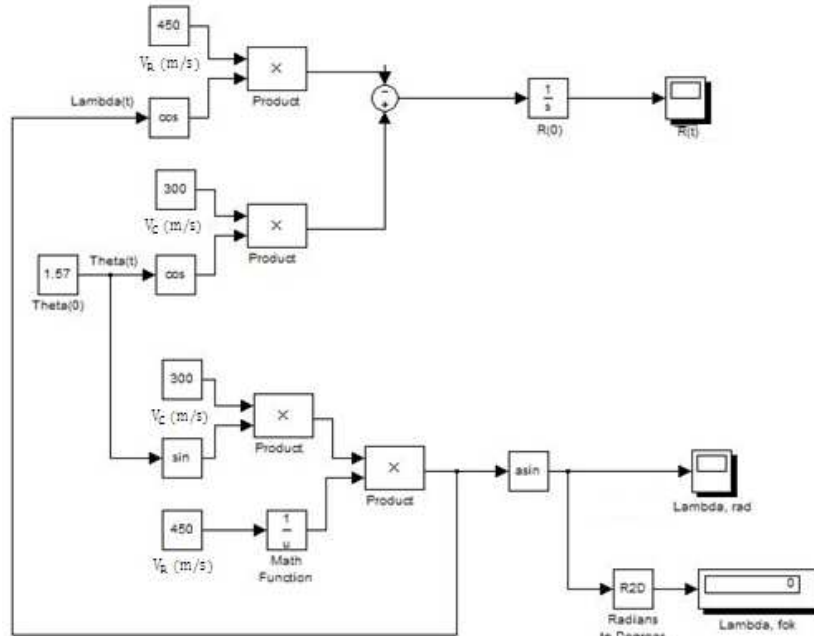
<sup>6</sup> Készítette: a szerző. MATLAB®, MS Paint

$$\theta = \text{konstans}$$

$$\lambda = \sin^{-1}(V_C \sin \theta / V_R), \quad (13b)$$

$$D = D_0 + \left(\frac{dD}{dt}\right) t. \quad (13c)$$

A párhuzamos követés MATLAB® Simulink modelljét, a felírt egyenletek alapján a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: A párhuzamos követés modellje MATLAB® Simulink környezetben<sup>7</sup>

A fentebb tárgyalt három irányítási típus közül a leggyakrabban alkalmazott irányítási módszer az előretartásos követés, mely során a rakéta egyenes vonalon repül egészen addig, míg el nem éri a célt. Az előretartásos követés során, a repülési idő állandó. A kezdeti feltételek között a  $V_R$ ,  $V_o$ ,  $V_C$ ,  $t_f$ ,  $\theta_0$  paramétereket szükséges megadni. A differenciálegyenletek az előretartásos követés esetében (a 4. ábra alapján).

$$\frac{dD}{dt} = -V_R \cos \lambda + V_C \cos \theta, \quad (14a)$$

$$D \left(\frac{d\theta}{dt}\right) = V_R \sin \lambda - V_C \sin \theta. \quad (14b)$$

Ahol:

$$\lambda = \sin^{-1} \left\{ -D \left(\frac{d\theta}{dt}\right) t_g / V_0 t_f \right\}, \quad (14c)$$

$$t_g = (-D + V_0 t_f \cos \lambda) / \left(\frac{dD}{dt}\right), \quad t_f = \text{konstans}. \quad (14d)$$

Az irányítási módszerek közül gyakran alkalmazzák a tiszta és az arányos követést. A két irányítás közül az utóbbinak nagyobb a számításgénye, míg a tiszta követés nagyobb aerodinamikai terhelést okoz a rakéta szerkezetére. A rakéta tervezése során valamelyik irányítási módszert kiválasztva, úgy tervezik meg az eszközt, hogy a legnagyobb valószínűséggel megsemmisítse a célt – nem lépve át a maximális túlterhelést –, vagyis a harcírész működési sugáran belülre navigálja az megsemmisítő eszközt.

<sup>7</sup> Készítette: a szerző. MATLAB®, MS Paint

Kis magasságban, a rakéta sárkányszerkezete a túlterhelések tekintetében nem korlátozó tényező, mert a pillanatnyi gyorsítások meghaladják a robotpilótába beprogramozott maximálisan elérhető, amely kisebb érték, mint amit a rakéta szerkezete elvisel. Nagyobb magasságokban is általában a túlterhelési paraméterek azok, amely meghatározzák az indítási határt [15][16][21].

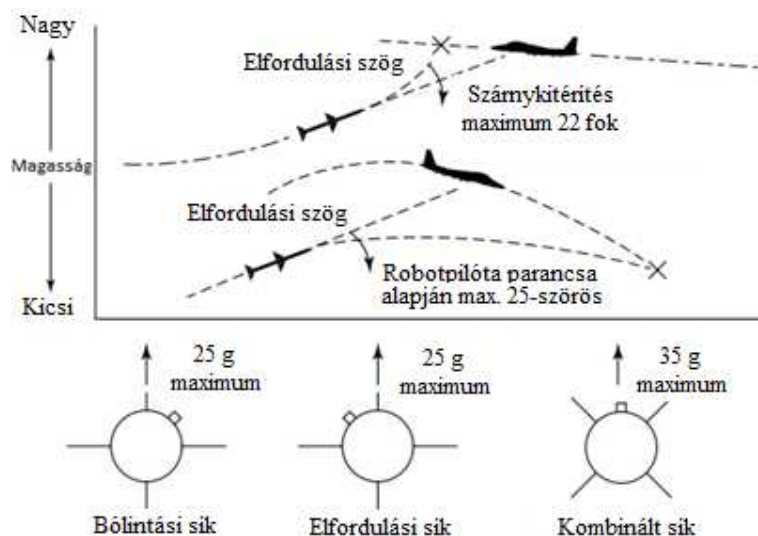
A légi harc rakétának gyorsan kell irányt változtatnia ahhoz, hogy a rövid repülési idő alatt megsemmisítse a célt. A maximális fordulási szöget (arányt) két tényező korlátozza:

- robotpilóta korlátozás;
- a maximális szárny kitérítés [12].

A bólintási vagy elfordulási síkban, a robotpilóta akkor korlátoz, ha a megfelelő oldalirányú gyorsulás meghaladja a 25-szörös túlterhelést. Alacsony magasságban, ahol a rakéta manőverek aerodinamikailag nem korlátozottak, ez a gyakori. Nagy magasságban szükséges, hogy növekedjen a szárny kitérítés, amelynek a maximális értéke lesz a korlátozó paraméter. Ha bármelyik említett típus előfordul, a céltávolság nagyon gyorsan növekszik.

Egy másik tényező, amely befolyásolja a maximális fordulási szöget, a rakéta orsózó irány meghatározása, a manőverező síkban. Ha a fordulási irány merőleges akár a bólintási, vagy az elfordulási síkra, akkor a forduló kizárólag arra a síkra korlátozódik, és a maximális gyorsulást a robotpilóta korlátozza (25-szörös). Ha viszont az elfordulás iránya a két sík között helyezkedik el félúton, akkor mindkét irányítási csatornára hatással van, és a megengedhető elfordulási gyorsulás  $25\sqrt{2}$ -re növekszik, azaz körülbelül 35-szörösére. A rakéta ezen manőverező képességeit a 7. ábrán szemléltetem.

Az az idő, amely alatt a rakéta befogja a célt, változhat: körülbelül 0,6–1,0 másodperc között van. A megnövekedett befogási idő is jelentős befolyásoló tényező, a gyorsan változó geometria miatt, és ez általában növeli a rakéta repülési idejét. Mivel a befogási idő egy ellenőrizhetetlen tényező a minimális hatótávolság bevezetése nagyfokú bizonytalanságot eredményezhet [15][16].



7. ábra: Maximális manőverező képesség<sup>8</sup>

A 8. ábrán egy egyszerű elfogás modell dinamikáját dolgoztam ki és mutatom be, feltételezve hogy a cél és a rakéta mozgások ugyanabban a vízszintes síkban alakulnak. Az elfogást két változó jellemzi, a cél hatótávolsága és az előretartási szög. A kinematikai egyenletek kifejezhetőek az alábbi kapcsolatokból:

<sup>8</sup> Készítette: a szerző. A következő forrás alapján: [http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism\\_and\\_pyrotechnics/rocketry/Missiles\\_and\\_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf](http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism_and_pyrotechnics/rocketry/Missiles_and_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf) (190. oldalon)

$$\frac{dD}{dt} = V_C \cos(\lambda - \gamma_C) - u \cos(\lambda - \theta) - \omega \sin(\lambda - \theta), \quad (15)$$

$$\frac{d\lambda}{dt} = -[V_C \sin(\lambda - \gamma_C) + u \sin(\lambda - \theta) - \omega \cos(\lambda - \theta)]/D, \quad (16)$$

Ahol:

$D$  = rakéta-cél hatótávolság;

$\alpha$  = állásszög;

$\lambda$  = előretartási szög;

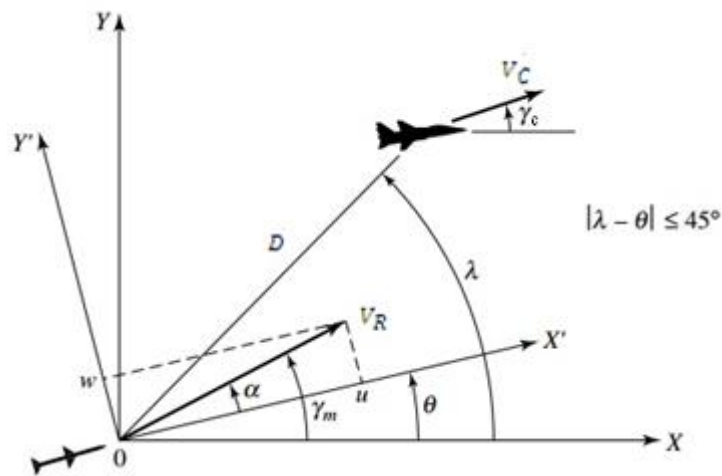
$\theta$  = rakéta tengelyszög;

$u$  = a rakéta hosszirányú sebesség összetevője;

$w$  = a rakéta normál sebesség összetevője;

$V_R$  = a rakéta sebessége;

$V_C$  = a cél sebessége [15][16][17][18][21].



8. ábra: Elfogási folyamat<sup>9</sup>

Az előretartási szög változását ( $d\lambda/dt$ ), a célkoordinátor méri, valamint a célkövetési hibát is (amely elhanyagolható). Más szavakkal: a célkoordinátor tengelyéről azt feltételezzük, hogy mindig az előretartási szög hosszitengelye mentén helyezkedik el. A célkoordinátor látómezeje egy kúp, 45°-os fél nyílásszöggel. Ez meghatározza a telítettségi korlátot  $|\lambda - \theta| \leq 45^\circ$ .

## ÖSSZEGZÉS

A cikkben megvizsgáltam az irányítható légi harc rakéták különböző elfogási eljárásait, ábrákkal szemléltettem a tiszta-, az előretartásos-, és a párhuzamos követést, valamint ezek alapján felírtam mindegyikre a differenciálegyenleteiket. A vizsgálatok során rakéta-cél esetet vettem alapul.

Az irányítási eljárásokra kapott differenciálegyenleteket MATLAB<sup>®</sup> Simulink környezetben felépíttem. Jelen cikkben (a téma terjedelmét figyelembe véve), a szimulációs rendszer bemenő és kimenő adatait valamint azok elemzését nem végeztem el.

<sup>9</sup> Készítette: a szerző. A következő forrás alapján:  
[http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism\\_and\\_pyrotechnics/rocketry/Missiles\\_and\\_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf](http://cdn.preterhuman.net/texts/terrorism_and_pyrotechnics/rocketry/Missiles_and_Warheads/Missile%20Guidance%20&%20Control%20Systems.pdf) (190. oldalon)

## Felhasznált irodalom

- [1] Szilvássy László A harci helikopterek fegyverrendszerének modernizációs lehetőségei a Magyar Honvédségben, Doktori (PhD) értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2008, url: [http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2008/szilvassy\\_laszlo.pdf](http://uni-nke.hu/downloads/konyvtar/digitgy/phd/2008/szilvassy_laszlo.pdf)
- [2] Wikipedia The Free Encyclopedia: RS-82 (rocket family) (e-doc), url: [https://en.wikipedia.org/wiki/RS-82\\_\(rocket\\_family\)](https://en.wikipedia.org/wiki/RS-82_(rocket_family)) (2016.02.25)
- [3] KAKULA János Rakéták szerkezetana, Magyar Néphadsereg Kilián György Repülőműszaki Főiskola, Szolnok, 1989, 23-30. oldal
- [4] Szegedi Péter, Szabó László: A repülőrakéták kialakulása, Repüléstudományi Közlemények XVIII. (38/1) pp. 127-137. (2006)
- [5] Szegedi Péter, Szabó László: A rakéták konstrukciós kialakításának törvényszerűségei, főbb szerkezeti egységei kialakításának sajátosságai, Repüléstudományi Közlemények XIX., pp. 1-7. (2007)
- [6] Szegedi Péter: A pilótanélküli repülőgépek irányíthatóságának és megfigyelhetőségének vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények 15:(35/1) pp. 129-150. (2003)
- [7] Szegedi Péter – Repülésszabályozó rendszerek szabályozóinak számítógépes analízise és szintézise. PhD értekezés, Szolnok, 2005
- [8] Békési Bertold, Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülőgép oldalirányú mozgásának állapotváltozóit stabilizáló zárt szabályozási rendszer szabályozójának előzetes tervezése, Debreceni Műszaki Közlemények VII: pp. 5-19. (2008)
- [9] Szilvássy László, Békési Bertold: Rakéta hajtóművek, Repüléstudományi Közlemények XI:(26/1) pp. 263-271. (1999)
- [10] Békési Bertold, Szilvássy László: A Katonai repülőgép fedélzeti rakéták hajtóművei, 12th Hungarian Days of Aeronautical Sciences Conference: The Challenge of Next Millenium on Hungarian Aeronautical Sciences. Nyíregyháza, Magyarország, 1999. pp. 124-131. (ISBN:963 03 7803 5)
- [11] Békési Bertold, Szegedi Péter: Preliminary Design of Controller of Longitudinal Motion of the Unmanned Aerial Vehicle Using LQR Design Method, Proceedings of the 10th International Conference Transport Means 2006. Kaunas, Litvánia, 2006.10.19-2006.10.20. pp. 324-327.
- [12] Szabolcsi Róbert, Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülőgép számítógépes analízise Szolnoki Tudományos Közlemények VI: p. CD. (2002)
- [13] Szabolcsi Róbert, Szegedi Péter: Robustness Stability and Robust Performance of the Automatic Flight Control Systems Academic And Applied Research In Military Science 1:(2) pp. 253-269. (2002)
- [14] Szegedi Péter: Pilóta nélküli repülőgép nemirányított oldalirányú mozgásának vizsgálata, Repüléstudományi Közlemények XX., pp. 1-7. (2008)
- [15] Chih-Min Lin, Chun-Fei Hsu, Shing-Kuo Chang and Rong-Jong Wai - Guidance Law Evaluation For Missile Guidance Systems. Asian Journal of Control, Vol. 2, No. 4, pp. 243-250, December 2000.
- [16] George M. Siouris - Missile Guidance and Control Systems, ISBN 978-1-4419-1835-2 Springer, USA



- [17] Szilvássy László – Harci helikopterek fegyverei II.: Irányítható rakétafejezet., Repüléstudományi Közlemények XXII/1., p. online, 9 p., url: [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2010\\_1/2010\\_1\\_Szilvassy\\_Laszlo.html](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2010_1/2010_1_Szilvassy_Laszlo.html)
- [18] Robert E. Ball - The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design, R.E. Ball, AIAA Education Series, copyright© 1985.
- [19] MATLAB® Control System Toolbox, User's Guide, Simulink, The MathWorks. Inc., 1998. License No. 124485
- [20] MATLAB®-The Language of Technical Computing. User's Guide, The MathWorks, Inc., 1998. License No. 124485
- [21] Papp István, Szilvássy László, Óvári Gyula: Derivation of the Fundamental Missile Guidance Equations, Academic And Applied Research In Public Management Science 14:(4) pp. 341-348. (2015)

**SZTERNÁK György**  
[szternak.gyorgy@uni-nke.hu](mailto:szternak.gyorgy@uni-nke.hu)

## AZ EURÓPAI RAKÉTAVÉDELEM KATONA-TECHNIKAI HÁTTERE

### *Absztrakt*

*Az orosz interkontinentális ballisztikus rakéták és a távolfelderítő lokátorok legújabb fejlesztési eredményei, az orosz szakirodalom alapján. Az Egyesült Államok elgondolása a Gyors Globális Csapás gyakorlati megvalósításáról. Az európai rakétavédelmi rendszer kiépítésének eredményei, és a rakétavédelmi rendszerrel kapcsolatos orosz álláspont. A rakétavédelmi rendszer kiépítése a fegyverkezési versenyt indítja el ismét az Oroszországi Föderáció és az Egyesült Államok között.*

*The most-recent results of development of Russian intercontinental ballistic missiles and reconnaissance locators away (Active Electronically Scanned Array), according to Russian literature. In the United States the idea of rapid global strike practical implementation. The results of the deployment of the European missile defense system and Russia's position on the missile defense system. The establishment of the missile defense system to start the arms race between the Russian Federation and the United States again.*

**Kulcsszavak:** *interkontinentális ballisztikus rakéta, felderítő lokátor, rakétavédelem, európai rakétavédelmi rendszer, légi-kozmosz térség ~ intercontinental ballistic missile, reconnaissance radar, missile defense, European missile defense system, air-cosmic field*

## BEVEZETÉS

Az interkontinentális ballisztikus rakéták rendszerbe állítása és a rakéták elleni védelem rendszereinek kiépítése már az 1950-es – 1960-as években elkezdődött mind az Egyesült Államokban, mind a Szovjetunióban. Mindkét állam jelentős költségráfordítással rakétarendszereket épített ki országa egyes területei, körzetei védelmére a másik fél interkontinentális ballisztikus rakétái ellen. A fejlesztések eredményeként az 1970-es évek elejére, közel azonos méretben, hatékonynak látszó védelmi rendszerek épültek ki mindkét államban. [1] Ugyanakkor erre az időre a tudományos elemzéseknek köszönhetően kiderült, hogy tökéletes rakétavédelem nincsen. Ugyanis egy nagy jelentős ipari körzet, főváros, katonai bázis megbízható védelméhez – abban az időben – közel 100 elfogó rakéta indítóállásra és 15-20 korai előrejelző- és rakéta-rávevő lokátorra volt szükség. Mindkét országban a legfontosabbnak ítélt, a társadalom működését és védelmét biztosító objektumok oltalmazásához – a szakemberek számításai szerint – közel 30-50 rakétavédelmi rendszert kellett volna kiépíteni, ami már abban az időben is a jelentős nagyságú katonai kiadásokat még jobban megemelte volna.

További problémát jelentett, hogy a rakétavédelmi rendszerek rakétáit is atomrobbanófejjel tervezték felszerelni, amelyek célravezetéséhez nagy pontosságra van szükség. A támadó- és ellenrakéták sebessége, röppályájuk jellemzői, a folyamatos korszerűsítés, a több robbanófejes változatok megjelenése és a környezetszennyezés veszélye tovább nehezítette a kutatók és szakemberek munkáját a korszerű rakétavédelem fejlesztése kérdésében. [2]

Az akkori számítások szerint a rakétavédelmi rendszer 85-90 százalékos hatékonysággal lett volna képes a támadó rakétákat megsemmisíteni. A hadászati rakéták folyamatos korszerűsítésével: több robbanófej, pontosság és a különböző álcázó bevonatok alkalmazása és tömeges csapás esetén tovább csökkent volna a rakétavédelmi rendszerek hatékonysága. Másképpen, az interkontinentális ballisztikus rakéták nagy mennyisége, korszerűbb változatai napjainkra szinte megoldhatatlan feladat elé állította a célfelderítő és tűzvezető lokátorokat. Amikor a korszerű rakétavédelem lehetőségét, katona-technikai hátterét vizsgáljuk, akkor ezekkel az eredményekkel mindenképpen számolnunk kell a jövőben.

Valószínűleg több hazai és külföldi szakember meglepődne, ha tudná, hogy amikor a rakétaelhárító rendszerekről, az európai rakétavédelmi rendszerről és az ehhez kapcsolható amerikai és orosz álláspontokról mond véleményt, akkor tulajdonképpen Mc Namara, volt amerikai védelmi miniszter gondolataira hivatkozik. [3]

Mc Namara, felhasználva beosztottai- és a Rand Corporation elemzéseit, több alkalommal nyilatkozott a nukleáris visszatartásról. [4] Elgondolásának lényege abban összegezhető, hogy az akkori világ biztonsági helyzetét a két nagyhatalom közötti hadászati egyensúly határozta meg. A rakétavédelmi rendszerek kiépítéséről szóló szerződés (Strategic Arms Limitation Talks - 1972) azt az illúziót kelti a felekben, hogy képesek a válaszcsoport veszteségeit csökkenteni. Ezzel együtt az is pontosan megjósolható volt, hogy a kiépített rakétavédelmi rendszer mindkét felet a hadászati támadóképesség növelésére, újabb katona-technikai eredmények elérésére ösztönzi. Másképpen, a szembenálló fél rakétavédelmi rendszere fegyverkezési versenyt fog elindítani, éppen a rendszer megbízható leküzdése érdekében. *Ez a jelenség hadászati aszimmetriához vezet* – figyelmeztetett a volt amerikai védelmi miniszter.

Mc Namara 1967. szeptember 18.-án, San Franciskóban elmondott beszédében kiemelte továbbá: *„bármilyen legyen az ő (Szovjetunió) szándékuk, vagy a mi szándékunk, a tetteink és a lehetséges tetteink – mindkét oldalon – a nukleáris erők fejlesztése terén, megkerülhetetlen kihívás a másik fél részére.”* [5]

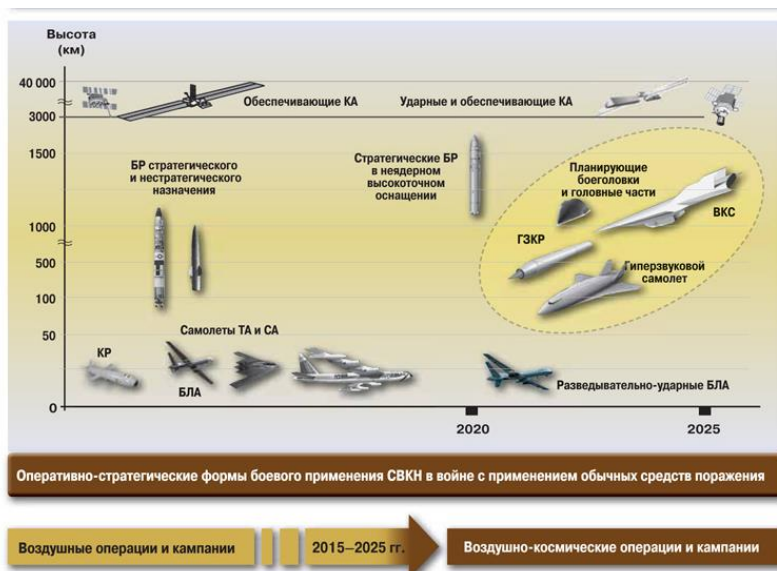
Most elkészült tanulmányunkban az orosz interkontinentális ballisztikus rakéták fejlesztésével kapcsolatos katona-technikai eredményeket, és a rakétavédelmi rendszer kiépítésének kérdéseit vizsgáljuk, a „Gyors Globális Csapás” amerikai elgondolás tükrében.

Munkánk során elsősorban az orosz nyelvű szakirodalomban megjelent véleményeket dolgoztuk fel saját kutatási eredményeink bemutatása mellett.

## AZ INTERKONTINENTÁLIS BALLISZTIKUS RAKÉTÁK ÉS A RAKÉTAVÉDELMI RENDSZER

„Készek vagyunk folytatni a tárgyalásokat a rakétavédelmi rendszerről az Egyesült Államokkal és az Észak-atlanti Szerződés Szervezetével. Azonban, ha partnereink továbbra is figyelmen kívül hagyják az érdekeinket, kénytelenek leszünk más módon biztosítani a biztonságunkat. Megtorló katonai intézkedésekre lehet szükség.”<sup>1</sup> A rakétavédelmi rendszerrel kapcsolatos probléma nem új keletű az Egyesült Államok és az Oroszországi Föderáció között. A felek – az Egyesült Államok, a NATO és az Oroszországi Föderáció – mégsem jutottak közelebb az álláspontokat illetően. Ennek egyik oka, hogy az Oroszországi Föderáció jogi erővel bíró garanciákat követel arra vonatkozólag, hogy az Európában és a világ más térségeiben telepítendő rakétavédelmi rendszer, továbbá annak egyes elemei, nem irányulnak az orosz hadászati csapásmérő rendszerek ellen. Az Egyesült Államok nem akart és a jövőben sem kíván ilyen garanciákat adni. [6]

Az Oroszországi Föderáció, a 2014 decemberében elfogadott katonai stratégiában foglaltaknak megfelelően, az elmúlt évben felgyorsította az interkontinentális ballisztikus rakéták korszerűsítését és cseréjét. Ezzel együtt számos kísérleti célú rakétaindítás került végrehajtásra, amelynek során ellenőrizték a rakéták fejrészének képességét, a lehetséges rakétavédelmi rendszer áttörésének- és a pontosság adatainak tükrében. A Kapustin Jar-i lőtéren vizsgálták a rakéták korábbi repülési pályái megváltoztatásának lehetőségét is, a már kiépített védelmi rendszerek képességei figyelembe vételével. Méréseket végeztek a rakétavédelem leküzdése szempontjából, a röppályák különböző irányai és magassága és a rakéta fejrészének manőverezése esetében, szárazföldi és tengeri indításkor.



1. ábra. A lehetséges fenyegetések formái és módjai az Oroszországi Föderáció légi-kozmosz térségében<sup>2</sup> [7]

<sup>1</sup> Dmitrij Medvegyev volt orosz elnök az Oroszországi Föderáció parlamentjének két házához intézett éves üzenetében megismételte az európai rakétavédelmi rendszerrel kapcsolatos álláspontját: „az ülésen egy olyan európai rakétavédelmi rendszer létrehozását javasoltam, ahol összekapcsolnák Oroszország és a NATO rendszereit.” [http://ria.ru/defense\\_safety/20111121/494300754.html](http://ria.ru/defense_safety/20111121/494300754.html) 2015. 12. 02.

<sup>2</sup> A 2015-2025-ös évekhez közeledve, a meglévő légi-kozmosz támadó eszközök mellett új működési elveket felhasználó repülőeszközök (csapásmérő műholdak, katonai rendeltetésű műholdak, hipersebességű repülőgépek)

A szakemberek az állami vezetők és a sajtó képviselői előtt bejelentették, hogy valamennyi rakétaindítás, az említett szempontok alapján, sikeres volt. A tájékoztatón Viktor Vasilenko tábornok, az orosz rakéta és tüzér akadémia tagja, többek között a következőket mondta: megkezdődött az új, folyékony hajtóanyagú interkontinentális ballisztikus rakéták gyártása a korábban rendszeresített eszközök lecserélése, és a hadászati egyensúly fenntartása céljából. Ezek az új rakéták képesek optimális energetikai célpályán repülni, bármely oldalszögön. Ez a képesség a szemben álló felet arra kényszeríti, hogy globális rakétavédelmet építsen ki, amely rendkívül költséges és hatékonysága – több rakéta egyidejű indítása esetén – kétséges. [8]

Az Egyesült Államok és szövetségesei védelme érdekében folytatja a „Gyors Globális Csapás” elméletének gyakorlati megvalósítását. Amerikai szakemberek véleménye szerint a gyors globális csapás végrehajtásához kifejlesztett hagyományos harci fejek csökkentik a nukleáris fegyverek szerepét. Ezekkel a modern eszközökkel az amerikai katonai képesség nem kérdőjelezhető meg – állítják a szakemberek. Az Egyesült Államok a globális rakétavédelmi rendszer eszközeivel képes lesz szinte valamennyi katonai feladat sikeres végrehajtására, politikai és katonai célkitűzései megvalósítása érdekében. A gyors globális csapás képessége az egész világra irányul, ezzel hatást gyakorol a geopolitikára és a geostratégiára is. [9]

A gyors globális csapás technikai háttere elsősorban a hipersebességű rakéták fejlesztésére és hadrendbeállítására támaszkodik, valamint a nem nukleáris eszközök korszerűsítésére.

A fejlesztés fázisában lévő hipersebességű rakéták képesek lesznek a világ bármely pontján, 35 percen belül csapás végrehajtására – állítják a szakemberek. Szolgálatba állításuk 2017-ben várható és jól kiegészítik az európai rakétavédelmi rendszer addigra kifejlesztett képességeit is. [10]

A témával kapcsolatban elemző cikket olvashatunk a „Légi-koszmikus Védelem – Воздушно-космическая Оборона” című orosz folyóiratban. A cikk segíti azoknak a kutatóknak a munkáját, akik a jövő katonai műveletek elméleti és gyakorlati, valamint katonatechnikai kérdését kutatják.<sup>3</sup>

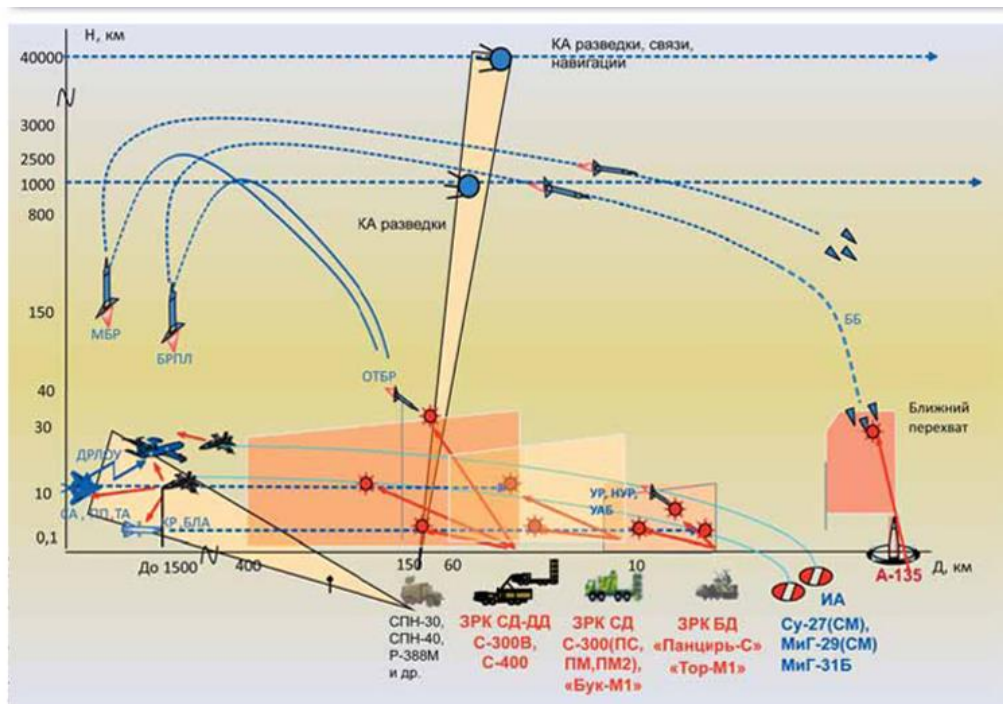
---

létrehozása is megvalósulhat. Ez a tény a légi-koszmikus tér átalakításához, a fegyveres küzdelem terének kiterjedéséhez vezethet.

Az alapvető változások miatt, a hadászati-hadműveleti hadviselésben, a hagyományos légi műveletektől a légi-koszmikus hadműveletek és hadjáratok irányába történhet.

A légi-koszmikus térség veszélyeztetésének a semlegesítésére (a fenyegetések elhárítására) hasonló minőségű (adekvát) válaszlépés várható, a légi-koszmikus védelem korszerű rendszereiben, eszközeiben.

<sup>3</sup> Угрожающая перспектива. В обозримом будущем вполне реально создание авиационно-космических сил США, которые объединят воздушное и космическое пространство в единую оперативную среду <http://www.vko.ru/koncepcii/ugrozhayushchaya-perspektiva> 2016. 01. 26.



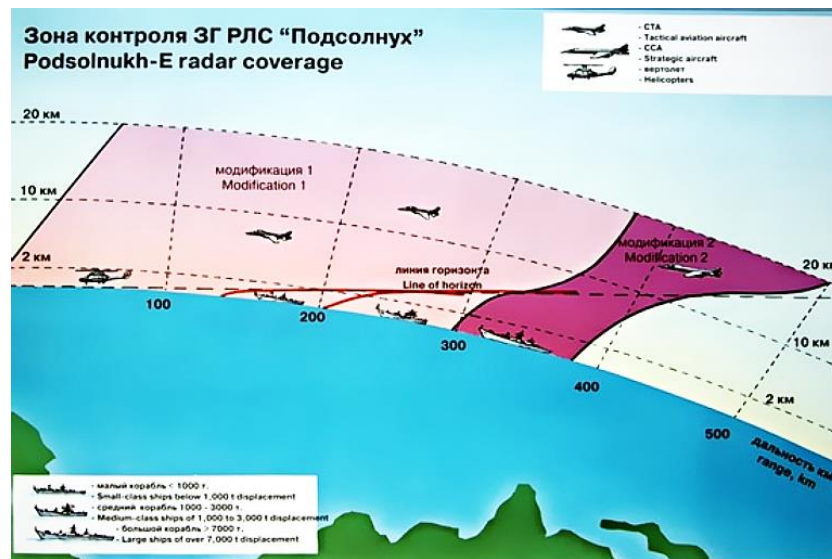
2. ábra. A légi-koszmikus támadó erők és eszközök pusztítására alkalmas rendszerek az Oroszországi Föderációban [11]

Az amerikai tervek szerint a gyors globális csapás katona-technikai és szervezeti feltételei 2024-ben teljes egészében rendelkezésre állnak. Az így végrehajtott csapások lényeges költségmegtakarítással, kevesebb környezeti kárral járnak majd, mivel az eszközök hagyományos pusztító képességgel rendelkeznek. A program koordinálása és terv szerinti végrehajtása érdekében 2009. december 1-től létrehozták az Egyesült Államok Légierője Globális Csapások Parancsnokságát, aki felelős a terv teljes megvalósításáért, a szervezeti keretek kialakításáért.

Az Oroszországi Föderáció szakembereinek a „Gyors Globális Csapás” elméletével és gyakorlatával kapcsolatban teljesen eltérő a véleményük. *Először*, teljesen megvalósíthatatlan az az állítás, hogy az amerikai interkontinentális ballisztikus rakéták nem nukleáris harci fejrészrel – a gyors globális csapás gyakorlatában – képesek lesznek az orosz hadászati csapásmérő erők 80-90 százalékát elpusztítani. Az amerikai interkontinentális ballisztikus rakéták elindítása ugyanis az azonnali válaszcsapás lehetőségét – a nukleáris háború kezdetét – veti fel. *Másodszor*, a nem nukleáris fejrészrel felszerelt interkontinentális ballisztikus rakéták kifejlesztése igen drága program. Ezért, arról beszélni, hogy ilyen fegyverrendszer már megjelent, vagy a közeljövőben rendszeresítésre kerül – a valóságot nélkülöző, helytelen állítás. *Harmadszor*, a hiperszonikus sebességgel repülő eszközöknek csak kísérleti példányai léteznek, és csak korlátozott számban; ilyen fegyver még szolgálatban nincs egy országban sem. Nagyon sok a technológiai, technikai probléma vár még megoldásra egy ilyen fegyverrendszer létrehozása során. A jövő évtized kezdetéig ilyen fegyverek megjelenése nem valószínű. A fegyverrendszerek elterjedése pedig messze további távlatokra tehető. *Negyedszer*, a hipersebességű rakétákkal/pusztító eszközökkel való kísérletek során nagyon komoly, megoldatlan technikai problémák jelentkeznek, amiket megoldani jelenleg nem tudunk, illetve lehet, hogy soha sem oldódnak meg. A legkomolyabb probléma a következő, a hipersebességű –  $V > 5$  Mach – tartományban repülő eszközökön óriási plazmaburok képződik, ami a híradás és a kommunikáció lehetőségét korlátozza. A nagy pontosságú csapás kiváltása feltételezi a végfázisban való irányítást, külső korrekciók alkalmazásával vagy az önrá vezetés végrehajtásával. Ez a követelmény a plazmaképződés megszüntetése nélkül lehetetlen. A kommunikációhoz a célra történő irányítás érdekében, a fejrész megközelítési sebességét le kell



csökkenteni a szuperszonikus tartományba – a  $V = 1,5-2.5$  Mach sebességre, – mert különben a pontos rávezetés nem valósulhat meg. A szuperszonikus sebességtartományban a harci részek vagy a robbanófejek megsemmisítése a jelenlegi légvédelmi és rakétavédelmi rendszerekkel már hatékonyan megvalósítható.



3. ábra. Podsolnukh-E radar<sup>4</sup> [12]

Jurij Szolomonov, az orosz interkontinentális ballisztikus rakéták tervezőmérnöke pedig azt állítja, hogy a „Gyors Globális Csapás” elmélete „butaság”, mert nem veszi figyelembe az időtényezőt és a jelenlegi katona-technikai lehetőségeket. Az Oroszországi Föderáció korai előrejelző és felderítő rendszerei 5-10 perc idő után pontosan jelzik az ellenséges repülőeszközöket és ez elegendő idő a megsemmisítésükre. [13]

A „Légi-koszmikus Védelem – Воздушно-космическая Оборона” című orosz folyóiratban említett cikkben a szerzők részletesen kifejtik azt is, hogy a gyors globális csapás amerikai elmélet és a gyakorlati megvalósítás tükrében, az orosz interkontinentális ballisztikus rakéták fejrészei sebezhetetlenek. Más szóval, a fejrészek képesek áttörni az ellenség rakétavédelmi rendszerét.



4. ábra. Hebo-M (55Ж6МЕ) többfunkciós felderítő radar<sup>5</sup> [14]

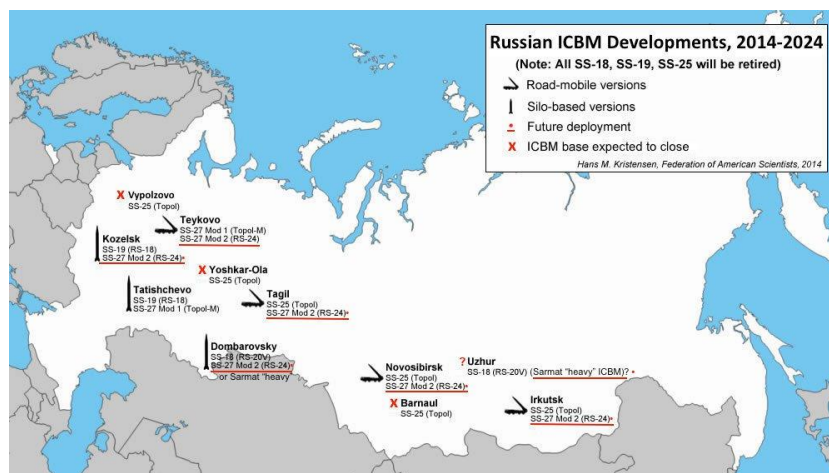
<sup>4</sup> Podsolnukh-E” horizontontúli radar a légi- és haditengerészeti/tengeri célok felderítésére és követésére szolgál; hatótávolsága: max.500 km.

<sup>5</sup> A mobil, többcélú, AESA (Active Electronically Scanned Array) technológián alapuló fázisvezérelt antennájú Hebo-M (55Ж6МЕ) radar komplexum képes kisméretű, kis visszaverő felületű, hangsebesség feletti és lopakodó

Mind a szárazföldi, mind a tengeri indítású interkontinentális ballisztikus rakéták legújabban rendszeresített vagy fejlesztés alatt álló változatai hatástalanná teszik a rakétavédelmi rendszereket az atmoszférán kívül és az atmoszférában történő repüléskor. A fejrészekből a szemben álló fél rakétavédelmének felderítési és elfogási zónájában – a zavarás érdekében – nagy mennyiségű valós és imitált (színlelt, utánzott, nem valós) cél jelenik meg. Természetesen ezeknek a céloknak a többsége nem valós és megtévesztő kialakítással repülnek. A rakétavédelem a megjelenő célokat nem vagy csak hosszabb idő után képes egyértelműen azonosítani, mert a célhalmaz közel 7 km/ másodperc sebességgel repül. Ennek sorrendje a következő, a mostani katona-technikai képességek figyelembevételével:

A rakétavédelem *először*, a célpályák előrejelzésével és a célterület megjelölésével az érkező fejrészeket szétválogatja. *Másodszor*, a valós fejrészek megsemmisítéséhez meghatározza a találkozási pontot (pontokat). *Harmadszor*, a találkozási pont ismeretében, meghatározza a légvédelmi rakéták indításának idejét, feltételezve a pusztítás valószínűségét. Ez a feladatsor lecsökkenti a rakétavédelmi rendszer hatékonyságát, a valós célok pusztításának valószínűségét.

Az orosz interkontinentális ballisztikus rakéták további fejlesztésének iránya, a röppálya teljes hosszán manőverezni képes fejrészek rendszerbe állítása. Így lehetőség nyílik, hogy a fejrészek nem vagy csak rövid ideig tartózkodnak az elfogási zónában. Más szóval, csökkenthető a fejrészek repülési pályájának kiszámítási- és a légvédelmi rakéták indításának lehetősége.



5. ábra. Az orosz szárazföldi interkontinentális ballisztikus rakéták fejlesztése 2024-ig [15]

Ezeknek a fejlesztéseknek az összessége lehetővé teszi, hogy az orosz interkontinentális ballisztikus rakéták hatékonyan leküzdjék a szemben álló fél rakétavédelmi rendszerét – állítják a szerzők.[16]

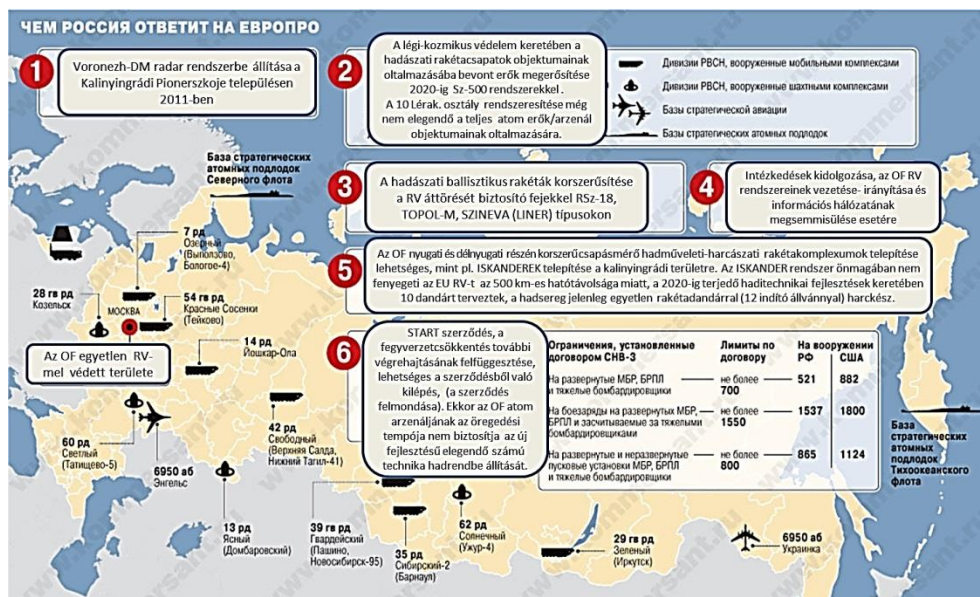
technológiával rendelkező repülő eszközök felderítésére, követésére és ezen információk légvédelmi rakétacsapatok számára történő továbbítására, akár bonyolult zavarviszonyok között is.

*A digitális He60-M (55Ж6МЕ) teljesen automatizált légvédelmi felderítő radar:* a komplexum felderíti a repülő eszközt, önállóan meghatározza, hogy repülőgép, lopakodó repülőgép, ballisztikus rakéta vagy akár a pilóta nélküli repülőeszköz közeledik, és ezt követően továbbítja az információt a légvédelmi rakétacsapatok (SZ-300-as, SZ-400-as vagy más típus) és a haditengerészeti erők számára.

A több elemből álló komplexum körkörös felderítő üzemmódban 200 légi cél automatikus távolság- és magasság paramétereinek felderítésére és követésére képes akár 600 kilométer távolságig. Szektoros kutató üzemmódban a He60-M (55Ж6МЕ) 20 különböző, 1800 kilométer távolságon és 1200 kilométeres magasságon repülő ballisztikus rakéta felderítését és követését is végezheti. Az új He60-M (55Ж6МЕ) 3D-s radar komplexum egy központi adatfeldolgozó és vezetési pontból és három különböző, – 4 tengelyes, 24 tonnás, terepjáró alvárra épített – radarból áll. A mobil rendszer telepítési ideje, harckészé tétele 15 perc. A rendelkezésre álló információk alapján a három radar nagysebességű, keskenysávú mikrohullámú belső adat kommunikációt alkalmaz a felderítési adatok vezetési pontra történő továbbítására.



Az európai rakétavédelmi rendszer kiépítéséről, valamint az ezzel kapcsolatos orosz álláspontokról figyelemreméltó és szakszerű tanulmányt írt Tömösvári Zsigmond. A tanulmány alapján mi csupán néhány amerikai véleményt ismertettünk. [17]



6. ábra. Az Oroszországi Föderáció lehetséges válaszlépései az európai rakétavédelmi rendszer kiépítésére [18]

Az Egyesült Államok kormánya a 2015-ös költségvetés keretében mintegy 300 millió dollár jóváhagyását kérte a kongresszustól a Raytheon cég rakétavédelmi eszközeinek fejlesztésére, a gyártási folyamatok és a kísérletek áttervezésére, egy új nagy hatótávolságú felderítő és előrejelző radarra valamint további olyan intézkedésekre, amelyek segítségével pontosabban tudják azonosítani, követni és megsemmisíteni az ellenséges rakétákat – közölte James Syring ellentengernagy, a Rakétavédelmi Hivatal (Missile Defense Agency U.S. Department of Defense) igazgatója.<sup>6</sup>

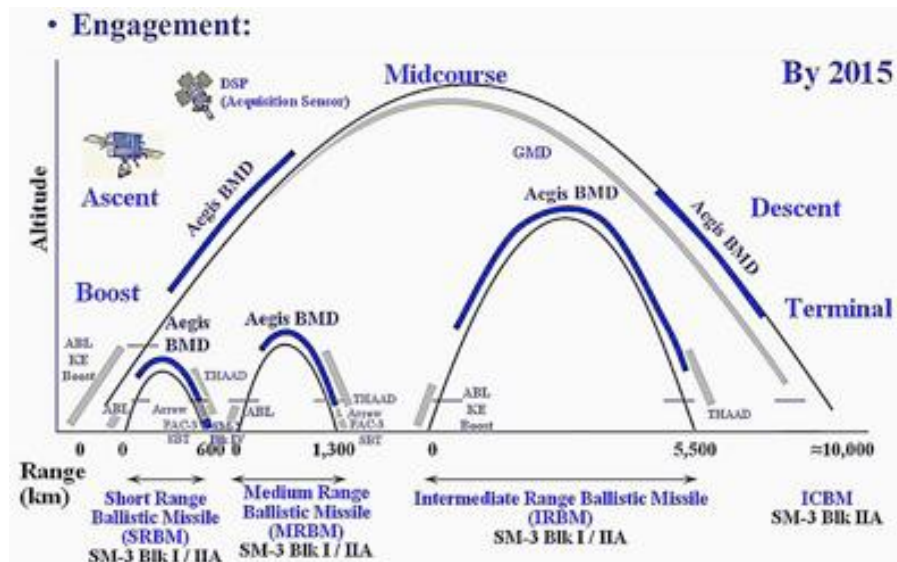
A védelmi minisztérium összesen 8,5 milliárd dollárt kér jövőre rakétavédelem céljára, és ebből körülbelül 7,5 milliárdot a rakétavédelmi hivatal számára. A rakétavédelemre költendő pénz már régóta az egyik legnagyobb tétel a minisztérium éves költségvetésében, mégis a Republikánus Párt hibának tartja, hogy Barack Obama elnök kormánya az utóbbi években fokozatosan csökkentette az erre elkülönített összeget. A jelentések szerint az Egyesült Államokat és Európát az iráni rakétáktól – illetve bármely latorállam rakétáitól – megvédeni hivatott rendszerrel több technikai probléma van az elfogórakéták gyártása körül, nem megfelelő a radarok energiaellátása, az érzékelők pedig nem tudják megkülönböztetni a robbanófejeket az egyéb hamis céloktól. [19]

Az európai rakétavédelmi rendszer újabb pillére lép működésbe, jelentette be Chuck Hagel amerikai védelmi miniszter a müncheni biztonságpolitikai fórumon. Az Egyesült Államokból útnak indult Spanyolország felé a USS Donald Cook romboló, amely a Földközi-tenger

<sup>6</sup> A NATO egész európai területét lefedő amerikai rakétavédelmi rendszer több fázisban épül ki. Az első, 2012-re lezárult szakaszban az Egyesült Államok a Földközi-tengerre irányította az USS Monterrey cirkálót, fedélzetén Aegis rakétavédelmi rendszerrel. Törökország befogadott egy szárazföldi telepítésű, korai előrejelző és felderítő radart. A németországi Ramsteinben megkezdte munkáját a NATO egységes rakétavédelmi parancsnoksága. A 2015-re lezáruló második szakaszban rövid hatótávolságú, szárazföldi mobil telepítésű, SM-3 Block IB elfogó rakéták érkeznek Romániába. A harmadik szakaszban, 2018-ig SM-3 Block IIA elfogó rakétákat telepítenének Lengyelországba, majd 2020-ig SM-3 Block IIB ballisztikus elfogó rakétákat állítottak volna rendszerbe. Ezt a negyedik szakaszt tavaly az amerikai kormányzat törölte. A Pentagon akkor azt jelentette be, a jövőben nagyobb hangsúlyt helyeznek az amerikai nemzeti rakétavédelem fejlesztésére.

Missile Defense Agency (MDA) Fiscal Year 2015 Budget Overview  
[http://www.mda.mil/global/documents/pdf/Budget\\_Overview.pdf](http://www.mda.mil/global/documents/pdf/Budget_Overview.pdf) 2014. 06. 02.

térségében járőrözik majd. A Donald Cook-ot a következő két évben még három másik romboló követi: az USS Ross, Carney és Porter. Az Aegis-rendszerrel felszerelt hadihajók részét képezik az európai rakétavédelmi rendszernek, Gibraltár közelében, a rotai haditengerészeti bázison állomásoznak. Chuck Hagel védelmi miniszter jelezte, az Egyesült Államok továbbra is elkötelezett az európai rakétavédelmi rendszer kiépítése mellett.<sup>7</sup>



6. ábra. Az AEGIS rakétavédelmi rendszer várható képességei [20]

*Összefoglalva:* figyelembe véve a témához kapcsolódó szakirodalomban megjelent kutatási eredményeket, csaknem minden publikációban fellelhető, hogy az ellenség interkontinentális ballisztikus rakétáinak és tölteteinek megsemmisítését a lehető legkorábban kell megkezdeni, a röppálya függvényében. Más szóval, az interkontinentális ballisztikus rakéták döntő hányadát pályára állás előtt, a működő hajtóművel való repülés szakaszán célszerű megsemmisíteni a már meglévő és később kifejlesztésre kerülő pusztító eszközökkel. Távlatokban pedig, a műholdakon elhelyezett lézer- és részecske fegyverekkel a katonai műveletek megkezdését követően.

A tanulmányok szerzői felhívják a figyelmet arra, hogy a pusztító eszközök fejlesztésével összhangban, fontos a felderítő-, célkövető-, irányító- és kommunikáció-, valamint ezek védettségét biztosító rendszerek fejlesztése is. Kutatási eredmények igazolják, hogy az említett eszközök fejlesztésében még számos megoldatlan probléma van, de azok megvalósíthatók a nem is túl távoli jövőben. Véleményünk szerint az is figyelmet érdemel, hogy légi-kozmosz műveletek végrehajtásához új szállítóeszközöket kell fejleszteni, ahol a hasznos terhelhetőség, a költséghatékonyság és a többszöri felhasználhatóság kiemelt követelmény lesz. [21]

<sup>7</sup> Az amerikai haditengerészet számításai szerint a négy rombolóval együtt több mint 1200 fős személyzetet telepítenek a spanyolországi bázisra, ami azt jelenti, hogy Rotába és környékére, családtagokkal együtt, további háromezer amerikai költözik, várhatóan fellendítve a korábbi tengeralattjáró bázis és a 29 ezer lakosú város életét. A telepítés költségeit a Pentagon 92 millió dollárra becsüli, további százmillió dolláros kiadást jelent a hadihajók spanyolországi szervizelése, az állomány időszakos pihentetése, felkészítése.

Az európai rakétavédelmi rendszer kiépítésének koncepcióját, amely lényegében a globális amerikai rakétavédelmi rendszer harmadik eleme lehet, a NATO állam és kormányfőinek lisszaboni csúcsertekezlete (2010. november 19-20.) fogadta el. Ennek értelmében az európai rakétavédelmi rendszer elemeit Lengyelországban (Redzikowo, SM-3 rakéták), Romániában (Deveselu, SM-3 rakéták) és Spanyolországban (ahol a Cadiz melletti Rota haditengerészeti bázison négy, SM-3-as rakétával és Aegis rendszerrel felszerelt amerikai romboló állomásozik majd) telepítik. A kiegészítő radarrendszert Törökországban (Kürecik) mellett helyezték el, és esetleg Grúziában terveznek hasonló képességekkel rendelkező radart elhelyezni.

Missile Defense Agency (MDA) Fiscal Year 2015 Budget Overview  
[http://www.mda.mil/global/documents/pdf/Budget\\_Overview.pdf](http://www.mda.mil/global/documents/pdf/Budget_Overview.pdf) 2014. 06. 02.

## BEFEJEZÉS

Az interkontinentális ballisztikus rakéták és a rakétavédelem biztonságpolitikai és katonatechnikai háttérében még mindig sok kérdés vár tisztázásra mind a politikusok, mind a szakemberek részéről. A végleges megállapodást tovább bonyolíthatja az is, hogy a tárgyaló felek milyen engedményeket tesznek saját rendszereik átláthatósága területén, milyen követelményeket fogalmaznak meg saját globális biztonságuk érdekében. Az egységes álláspont kialakításakor nem lehet figyelmen kívül hagyni az Oroszországi Föderáció lehetséges helyét, szerepét a hadászati egyensúly fenntartása és a rakétavédelmi rendszer hatékony működésekor.

Beigazolódni látszik a szakértőknek az a korábbi megállapítása, hogy a jövő katonai műveletei a légi-kozmosz térben fognak kezdődni és nagy valószínűséggel a művelet további kimenetele is ott dől el.

További megjegyzésünk, hogy az érvényben lévő hadászati fegyverek korlátozásáról szóló szerződések a hagyományos eszközök fejlesztését nem tiltják. Ez a körülmény lehetőséget ad a meglévő rendszerek felülvizsgálatára, korszerűsítésére és új, hiperszonikus repülőeszközök kifejlesztésére. Más szóval a fegyverkezési verseny új szintéren, a légi-kozmosz térben való folytatására. Megjegyezzük, ezzel egy időben, az információs térben is folyik a verseny az államok között.

A szakirodalomban fellelhető, légi-kozmosz eszközökről készült írásokat elemezve a tudomány és a katonatechnika mai fejlettségi szintjén, a várható továbbfejlődés függvényében úgy tűnik, minden terv megvalósítható. Ugyanakkor, ha a rakétavédelmi rendszerek meglévő hibáit a szakemberek külön-külön ki is javítják, akkor sem biztosított, hogy a rendszer teljes hatékonysággal fog működni. Az összműködés ugyanis csak valós körülmények között próbálható ki. Minden más esetben az ellentévesítés, amely a rakétavédelmi rendszer működésének zavarására irányul, jelenleg csak modellezhető. Reményeink szerint valós körülmények közötti alkalmazásra pedig sohasem kerül sor.<sup>8</sup>

### Felhasznált irodalom

- [1] Demeter György: Űrhadviselés, Zrínyi Katonai Kiadó Budapest, 1984.
- [2] Tolnay – Szentesi – Pirityi: Fenyegetés a jövőből, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest 1986. 146-166. oldalak, The Independent Working Group on Missile Defense, the Space Relationship, and the Twenty-First Century, <http://missilethreat.com/iwgreport/pageID.163/default.asp> (2016. 02. 12.)
- [3] Koós Gábor – Szternák György: Az európai rakétavédelmi rendszer kiépítésével kapcsolatos orosz lépések és azok háttére, Szakmai Szemle, 2012. évi 2. szám. 5-30. oldal.
- [4] An Analytical Comparison of U.S.-Soviet Assessments During the Cold War, [http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb285/doc02\\_I\\_ch3.pdf](http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb285/doc02_I_ch3.pdf) (2016. 01. 24.)
- [5] Defence Secretary McNamara announced on 18th September 1967 plans for the Sentinel ABM defence system, <http://www.nuclearabms.info/HSentinel.html> (2016. 01. 24.)
- [6] NATO Regrets Russia's Stance on European Missile Shield, <http://sputniknews.com/world/20120521/173592801.html> 2015. 12. 05.

---

<sup>8</sup> A szerző köszönetet mond Koós Gábornak a tanulmány és az ábrák elkészítéséhez nyújtott segítségéért.

- [7] Милитаризация космоса неизбежна Формула стратегического развития отрасли должна быть такова – от ПВО-ПРО-ВКО через глобальную информационную интеграцию к боевой космонавтике, <http://www.vko.ru/voennoe-stroitelstvo/militarizaciya-kosmosa-neizbezhna> (2014. 06. 04.)
- [8] Олег Владыкин: «Тополя» и «Ярсы» вышли на позиции, [http://www.ng.ru/armies/2015-02-06/2\\_rockets.html](http://www.ng.ru/armies/2015-02-06/2_rockets.html) (2015. 12. 09.)
- [9] Теодор А. Постол (Theodore A. Postol) - Джордж Льюис (George N. Lewis): Предлагаемая США система ПРО в Европе: Технические и политические вопросы Американская ассоциация содействия развитию науки Вашингтон, округ Колумбия 28 августа 2007 г, [http://russianforces.org/files/BriefOnEastEuropeMissileDefenseProposal\\_August24,2007\\_FinalRussian.pdf](http://russianforces.org/files/BriefOnEastEuropeMissileDefenseProposal_August24,2007_FinalRussian.pdf) (2015. 12. 09.)
- [10] Bagi József – Koós Gábor – Szternák György: Az európai rakétavédelem, Felderítő Szemle 2012. évi 2. szám 9-24. oldal
- [11] Милитаризация космоса неизбежна Формула стратегического развития отрасли должна быть такова – от ПВО-ПРО-ВКО через глобальную информационную интеграцию к боевой космонавтике, <http://www.vko.ru/voennoe-stroitelstvo/militarizaciya-kosmosa-neizbezhna> (2014. 06. 14.)
- [12] <http://bastion-opk.ru/podsolnuh/> 2015. 12. 08.
- [13] Создатель "Булавы" назвал жульничеством концепцию "глобального удара", <http://rg.ru/2015/12/02/udar-site-anons.html> 2015. 12. 09.
- [14] <http://bastion-karpenko.ru/55zh6%D0%BC%D0%B5/> (2016. 01. 21.)
- [15] [http://en.ria.ru/military\\_news/20131023/184312350/Russian-Missile-Forces-to-Field-All-New-Arsenal-by-2021-.html](http://en.ria.ru/military_news/20131023/184312350/Russian-Missile-Forces-to-Field-All-New-Arsenal-by-2021-.html) (2015. 10. 14.)
- [16] Угрожающая перспектива. В обозримом будущем вполне реально создание авиационно-космических сил США, которые объединят воздушное и космическое пространство в единую оперативную среду, <http://www.vko.ru/koncepcii/ugrozhayushchaya-perspektiva> (2016. 01. 26.)
- [17] Tömösvári Zsigmond: Az európai rakétavédelmi rendszer – két nézőpontból, [http://www.mhht.eu/hadtudomany/2012/2012\\_elektronikus/2012](http://www.mhht.eu/hadtudomany/2012/2012_elektronikus/2012) (2015. 12. 05.)
- [18] [http://en.ria.ru/military\\_news/20131023/184312350/Russian-Missile-Forces-to-Field-All-New-Arsenal-by-2021-.html](http://en.ria.ru/military_news/20131023/184312350/Russian-Missile-Forces-to-Field-All-New-Arsenal-by-2021-.html) (2015. 10. 24.)
- [19] Office of Small Business Programs, [http://www.mda.mil/business/bus\\_subcontracting.html](http://www.mda.mil/business/bus_subcontracting.html) (2014. 06. 02.)
- [20] Upsetting the Reset: The Technical Basis of Russian Concern Over NATO Missile Defense, <http://www.fas.org/pubs/docs/2011%20Missile%20Defense%20Report%20-%20lowres.pdf> (2015. 12. 05.)
- [21] A NATO és a rakétavédelem kérdése: merre tovább?, Konferencia a Nemzeti Közzszolgálati Egyetemen 2015. április 20-21.



VÉGVÁRI Zsolt

[vegvari.zsolt@hm.gov.hu](mailto:vegvari.zsolt@hm.gov.hu)

## A MEGÚJULÓ VILLAMOS-ENERGIAFORRÁSOK FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI HARCTÉRI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

### *Absztrakt*

*Napjainkban a megújuló energiaforrások használata a civil szférában már nem számít újdonságnak. Bár arányuk a hagyományos fosszilis energiahordozókhoz képest jelenleg még nem számottevő, várhatóan rövid- és hosszútávon is nőni fog a hasznosítás mértéke. Gazdasági érdekektől vezérelve, és részben a társadalmi elvárásoknak való megfelelési kényszer miatt a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák fokozatosan megjelennek a védelmi szférában is, de a tényleges műveleti területen történő alkalmazásukra még kevés példa van. Annak érdekében, hogy a fegyveres erők a béke elhelyezési körleteiktől távolabb is ki tudják használni ezeket a tiszta és lényegében kimeríthetetlen forrásokat, részletesen meg kell vizsgálni őket. Mely fajták kellően mobilisak a műveleti területen történő felhasználáshoz, milyen előnyöket kínálnak, és mik az alkalmazásuk korlátai.*

*Nowadays using renewable energy sources in the civilian sector is no longer a novelty. Although their proportion compared to traditional fossil fuels are not significant, usage will increase expectably in the short and also in the long term. Guided by economic targets, and because of the compulsion to conform to the social expectations renewable energy technologies will gradually appear in the defence sector too, but there is only a few examples for their application in operational areas. To ensure whether armed forces were able to use these clean and essentially unexhaustible resources far from their peace-time barracks, it's necessary to consider them in detail. Which kinds are mobile enough to use them in operational areas, what benefits do they offer and what are the limitations of their usage.*

**Kulcsszavak:** *megújuló-energiaforrások, műveleti terület, napenergia-rendszerek, szélgenerátor ~ renewable energy sources, operational area, solar system, wind generator*

## BEVEZETÉS

A közelmúlt háborús eseményei is bizonyították, hogy bár a levegőből hatékonyan lehet pusztítani az ellenséges haderőt, továbbra is szükség van a lövészkatonákra. A lövész fegyvernem fejlesztése ezért minden modern hadsereg egyik fő célja. A tapasztalat ugyanakkor azt mutatja, hogy a jelenleg használt technológiák számos esetben már nem rendelkeznek jelentős fejlesztési potenciállal. Erre kézenfekvő példa a kézi lőfegyver. Hatalmas költségek árán is csak minimális mértékben lehetett növelni a pontosságukat vagy csökkenteni a tömegüket a második világháborús eszközökhöz képest.

A hagyományos fejlesztési lehetőségek szűkülése okán általános tendenciának tekinthető, hogy a hadseregek új képességek biztosításával igyekeznek a lövész alegységek hatékonyságát növelni. Az új képességek szinte minden esetben valamilyen új eszköz rendszeresítését jelentik, így az utolsó kb. két évtizedben jelentősen bővült a katonák személyi felszerelése. Mára alapvető eszköz a harcászati rádió, amit legalább alegységszinten kiegészít egy alternatív (pl. műholdas) kommunikációs eszköz. Alapfelszerelés a GPS, az éjjellátó készülék vagy éjszakai irányzék, az improvizált robbanóeszközök ellen védelmet nyújtó zavaró-berendezés, és a lézeres célmegjelölő is. Ezen eszközök egyik fontos közös jellemzője, hogy működtetésükhöz villamos áram szükséges. Sajátos módon a közeli és a távolabbi jövő haditechnikai eszközei is szinte mind villamos energiát használnak. Egyes hadseregek kísérleti szinten már alkalmaznak taktikai drónokat és harctéri roboteszközöket, továbbá léteznek már működő exo-skeletonok, [1] illetve energiafegyverek [2] is (railgun). A belső égésű motorokat is szinte minden paraméterében felülmúlja a villanymotor, tömeges elterjedését jelenleg már csak az akkumulátor-technológia korlátozza.

Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy a villamos energia biztosítása már most is kulcskérdés a lövész alegységek számára, és a terület jelentősége a belátható jövőben valószínűleg még tovább fog nőni. A megfelelő mennyiségű villamos energia biztosítása érdekében minden lehetséges megoldást számba kell venni. E tekintetben megkerülhetetlen a megújuló energiaforrások beható vizsgálata is, hiszen szinte mindenütt jelen vannak valamilyen formában, ingyen vannak (bár ez természetesen nem igaz a hozzáférést biztosító technológiákra) és még a környezetet sem terhelik.

## A VILLAMOS ENERGIA SZEREPE A FEJLESZTÉSEKBEN

Katonai felhasználásnál rendkívül fontos az eszközök mobilitása, ezért a szükséges villamos energiát minden esetben akkumulátorok biztosítják. Jellemző adat a jelenlegi energiaigényre, hogy a Magyar Honvédegnél nemrégiben korszerűsített harcjárműveknél külön akkumulátorokat kellett beépíteni az új fedélzeti elektronikus rendszerek részére. Ugyanis álló helyzetben működtetve azokat, akár félóra alatt annyira lemeríthették a harcjármű saját akkumulátorát, hogy azt nem lehetett beindítani. [3] A gyalogos katonáknál az elvárt háromnapos autonóm ténykedéshez a felszerelés tömege hadseregektől, évszaktól és feladattól függően 30–50 kg között mozog, [4] és ebből akár 5–10 kg is lehet az akkumulátor.

Jelenleg a civil életben is minden hálózattól független (mobil) elektronikus eszköz működési idejét is erősen korlátozza a rendelkezésre álló akkumulátor-technológia. Azt, hogy mennyi energiát vagyunk képesek magunkkal vinni, az energiasűrűség határozza meg. A jelenlegi legkorszerűbb, valamilyen lítiumos technikát használó akkumulátorok energiasűrűsége meghaladja a 300 Wh/kg-ot, vagyis egy 1 kg-os akkuban 300 Wh energia tárolható. [5] Ez tízszerese a hagyományos savas ólomakkumulátorok hasonló értékének, de még mindig jelentősen elmarad a szénhidrogénektől (a benziné például minőségtől függően akár 12 kWh/kg is lehet). A legjobb megoldás vitathatatlanul az lenne, ha az akkumulátorok energiasűrűségét

számottevően növelhetnénk, de e tekintetben nem várható jelentős áttörés, csak folyamatos, de viszonylag lassú fejlődés. Bár csekély mozgásteret enged, rövidebb távon hasznos lehet az akkumulátorok szabványosítása, csereszabattossá tétele is, de belátható időn belül nincs más mód a szükséges energia biztosítására, minthogy meg kell oldani az akkumulátorok töltését harctéri körülmények között is.

Gépkocsik, harcjárművek esetén bármilyen kisebb villamos eszköz töltését biztosítani lehet a jármű fedélzeti elektromos rendszeréről, azonban mivel a generátort a motor hajtja, ez többlet tüzelőanyag-fogyasztással jár, így korlátozza a jármű hatótávját, illetve az üzemidejét. Települt alegységek esetében szinte kizárólag aggregátorokat használnak villamos áram termelésére. Vannak próbálkozások, hogy létrehozzanak gyalogos katonák által is szállítható vagy hordható, [6] kisméretű áramfejlesztőket, de ezek rendszeresítéséről nincs információ, vélhetőleg a nagy zaj, hőterhelés, illetve a rossz hatásfok miatt nem vezettek eddig eredményre ezek a kutatások.

A villamos energia aggregátoros előállításával kapcsolatban problémaként jelentkeznek az ellátás logisztikai nehézségei, a tüzelőanyag ára, és a környezeti terhelés. Katonai műveletek tervezése során nem elsődleges szempont sem az ár, sem a környezetvédelem, bár a fenntartható védelem szempontjából nem is elhanyagolhatóak, de a megújuló energiaforrások olyan képességet is biztosíthatnak a harcoló katonák számára, ami valós taktikai előnyt is jelent. Minden katonai művelet achilles-ina az utánpótlás. Az Egyesült Államok 2008-ban az Iraki és afganisztáni műveletei során közel 4 milliárd liter üzemanyagot [7] égetett el, ennek jelentős részét villamos energia termelésére használva, amelyet szállító konvojok vittek a rendeltetési helyére. Az ilyen konvojok kísérete a hasonló műveletek egyik legveszélyesebb feladata. Az USA az iraki és afganisztáni összes veszteségeinek 40%-át konvojkíséret során szenvedte el, [7] ami mintegy 1500 halottat és ugyanennyi súlyos sérültet jelent. Ha tehát az energiahordozót nem kellene hosszú és veszélyes úton eljuttatni a táborokba, mert az már ott van, vagy ott előállítható, az emberéletekben is mérhető új képességet jelentene a harcoló alakulatoknak.

*A megújuló energiaforrások katonai műveleti területen történő felhasználásának sajnos szinte egyáltalán nincs irodalma, mivel jobbra még csak kísérleti rendszerek léteznek.* Természetesen a megújuló energiaforrások jelen vannak a védelmi szférában is, de csak a civil technológiák által. Ezek a megoldások a meglévő vezetékes villamos hálózatra ráépülve nagy biztonsággal alkalmazható kereskedelmi technológiák, amelyek alkalmazásának elsődleges célja az energiaköltségek mérséklése illetve a környezeti terhelés csökkentése. Ebben a kontextusban „civil” felhasználásnak számít a védelmi szférához tartozó béke rendeltetésű épületgépészet is, de azt mindenképp érdemes megemlíteni, hogy a béke időszakbeli felhasználás növekvő tendenciája [8] kedvező alapot szolgáltat a harctéri technológiák megjelenéséhez és későbbi esetleges elterjedéséhez.

A megújuló energiaforrások műveleti területen történő felhasználási lehetőségeinek vizsgálatakor tehát a releváns irodalom hiánya miatt rendhagyó módon el kell tekinteni azok átfogó vizsgálatától. A valós lehetőségek számbavételéhez részben a civil technológiákat bemutató forrásokra kell hagyatkozni, és az ottani információk és technológiák adaptációját kell megpróbálni a speciális katonai környezetre, illetve a már meglévő kísérleti rendszerek (többnyire még nem publikált) üzemeltetési tapasztalatait szükséges elemezni. (Itt fontos megjegyezni, hogy e cikk szerzőjeként munkakörömből adódóan lehetőségem volt számos kísérleti rendszer üzemeltetési dokumentációjába betekinteni, illetve néhányat működés közben testközelből is megismerhettem).

## A MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK KATONAI MŰVELETI TERÜLETEN

Mielőtt számba vennék a lehetőségeket, fontos meghatározni, hogy a katonai műveleti területen történő alkalmazás milyen újszerű követelményeket támaszt a technológiával szemben. Továbbra is hangsúlyozni szükséges, hogy ott ahol harc folyik és a katonák élete veszélyben forog, nem élvez prioritást sem a gazdaságosság, sem a környezetvédelem. Fontos viszont, hogy ellenséges területen is legyen megoldható az ellátás logisztikája, az alkalmazott technológia legyen robosztus és megbízható, a kezelés pedig egyszerű. A választott megoldással szemben támasztott lényeges elvárás, hogy kellően mobilis legyen. A személyi felszerelést képező eszköz nyilvánvalóan nem lehet nagy és nehéz, mivel a katonák felszerelésének mozgatása már jelenleg is komoly kihívás a személyi állománynak. A gépjármű-fedélzeti berendezéseknek is határt szab a fizika, azok beépítése nem ronthatja jelentős módon a hordozó eszköz mozgékonyágát és hatótávját. A tábori ellátó eszközöknél is követelmény, hogy a rendszer legyen mozgatható szabványos katonai terepjáró tehergépjárművekkkel, és sem az üzembe helyezés, sem a bontás nem vehet igénybe 1–2 óránál több időt. Végezetül fontos általános elvárás, hogy az alkalmazott technika semmilyen módon nem ronthatja a lövész alegységek egyéb katonai képességeit, így többek között nem befolyásolhatja negatívan a felderíthetőséget.

Egy nem túl szabatos, de igen találó definíció szerint megújuló az az energiaforrás, amiből nem lesz kevesebb, ha használjuk. Ezek a földi bioszférában a következők; a biomassza, a vízenergia, a geotermikus energia, a szélenergia és a napenergia. Egyes szakirodalmak külön említik az ár-apály, illetve a hullám-energiát, de ennek tárgyalásától már csak geopolitikai okokból is eltekintek, így jelentőségét veszti a kérdés, hogy ezeket kell-e külön kezelni a „hagyományos” vízenergiától.

### A biomassza

A biomassza tulajdonképpen egy gyűjtőfogalom, ide tartozik minden szerves hulladék vagy akár tervszerűen létrehozott (termesztett) szerves anyag tömeg, amelyekből vegyi folyamatok által (pl. természetese erjedés vagy ipari észterezés) folyékony vagy gáz halmazállapotú üzemanyagot állíthatunk elő. Ezek a civil életben is elsősorban gazdasági vagy környezetvédelmi megfontolásból vannak jelen, mivel villamos áramot csak úgy nyerhetünk belőlük, hogy a fosszilis üzemanyagokhoz hasonlóan hőerőgépekben elégetve generátorokat hajtunk meg velük. Ilyen értelemben nem jelentenek a harctereken valós alternatívát a fosszilis tüzelőanyagoknak. Esetleges alkalmazásuk logisztikai szempontból még hátrányos is, hiszen legalább részben új ellátórendszert kellene hozzájuk kiépíteni. Ez ellentétes a NATO azon törekvésével, hogy egyszerűsíteni igyekszik az üzemanyag-ellátást és a szárazföldi műveletek során, és a továbbiakban csupán egyetlen üzemanyagfajtát, a kerozint szándékozik használni. [9] Ennek fényében a bio-üzemanyagok felhasználása csak abban az esetben képezhetné megfontolás tárgyát, ha a jelenlegi fosszilis energia hordozóknál nagyobb határfokkal lehetne őket elégetni, de erről nincs szó, még a legnagyobb energiasűrűséggel rendelkező primer energianövényekből, mint a repce is csak a hagyományos dízel kb. 85%-ának megfelelő fűtőértékű [10] üzemanyag állítható elő.

Az olasz haditengerészetnél folyik egy program, amely alapján néhány hajót (a legismertebb az 1500 tonnás *Commandante* osztályú *ITS Foscarini* korvett) már átalakítottak, hogy dízel helyett növényi származék üzemanyaggal működjenek. A tervszerűen termesztett növényi alapanyagból előállított bio-üzemanyag (az olaszok kategorikusan visszautasítják a „biodízel” kifejezést) teljes mértékben képes kiváltani a hagyományos F76 szabványú NATO haditengerészeti üzemanyagot, de tény, hogy a bio-üzemanyag drágább annál. Ennek ellenére Olaszországban további hajók átalakítását is tervezik, mert az eljárás csökkenti a haditengerészet kőolaj-függőségét, továbbá mivel a növények termesztése és feldolgozása



jelentős mennyiségű kézi munkaerőt igényel, az ország gazdaságilag elmaradottabb déli részén számottevő munkahely jött és jöhet még létre a projekt nyomán.

### **Geotermikus energia**

Katonai alkalmazás szempontjából nyilvánvalóan a geotermikus energia sem jelent használható alternatívát. Ez elég sajnálatos, mert Magyarország nemcsak fosszilis energiahordozókban szegény, hanem például szélenergiában is. Lényegesen jobban állunk a Föld köpenyéből nyerhető energiával. A geotermikus gradiens, ami azt mutatja meg, hogy 100 méterenként lefelé haladva hány °C-al emelkedik a hőmérséklet. Ennek magyarországi átlaga 5–8 °C között mozog, míg a bolygó átlaga csak 3 °C. [11] Sajnálatos módon ez a hőenergia (amennyiben eltekintünk az igen ritka termálvizektől) csak helyhez kötött fúrásokkal, és viszonylag jelentős infrastruktúra hozzáadásával (hőszivattyú) nyerhető ki a földből, ami nyilvánvalóan nem elég mobilis megoldás a művelési területen történő felhasználáshoz. Ennél azonban még nagyobb probléma, hogy jelenleg jobbra csak tisztán hőenergia formájában, fűtési céllal használható fel, villamos energia előállítása csak az igen magas potenciálú helyeken erőművi módszerekkel képzelhető el. [11] Elvileg megvan a lehetőség a hőenergia közvetlen villamos energiává történő alakítására is az ún. Peltier-elemek segítségével, de ezek csupán 1,5–2%-os hatásfokkal működnek, ezért jelen állás szerint a geotermia villamos energetikai felhasználása a katonai művelési területeken minden formában kizárt.

### **Vízenergia**

A víz energiája a legrégebb óta felhasznált megújuló forrása az emberiségnek. A legkorábbi bizonyító erejű leletek kb. 2000 évesek, de a története valószínűleg még messzebbre nyúlik vissza. Jelen tanulmányban csupán a rend kedvéért említem, mivel könnyű belátni, hogy a gyakorlatilag zérus mobilitásával nem felel meg a harctéren elvárt gyors telepíthetőség kritériumának. A villamos energiát ebben az esetben is generátorok állítják elő, csak azokat nem egy belső égésű motor, hanem a lezúduló víz mozgási energiája forgatja. A vízenergia hasznosításának csak statikus, erőművi implementációja ismert, [12] és még a legkisebb változatai (hazai terminológiában törpe, nemzetközi terminológiában mikro vízerőmű) is legalább néhányszor 10kW teljesítményűek. [13]

Magyarország a területéhez képest viszonylag jelentős, kb. 1 GW-nyi elméletben hasznosítható vízenergia-potenciállal rendelkezik, de ennek csaknem háromnegyedét a Duna jelenti. [12] A világ más részein elég gyakori, hogy egy jelentős területű országban (lásd Afganisztán vagy Irak) lényegében csak egy-két elvben használható méretű állandó folyóvíz áll rendelkezésre. Ezeknek megfelelően önmagában az a tény, hogy nagy mennyiségű folyóvíz nem biztos, hogy mindig van, elérhető közelségben biztosan kizárta tenné a víz energiájának művelési területen történő alkalmazását, még abban az esetben is, ha technikailag megvalósítható lenne egy gazdaságosan üzemelő mobil vízerőmű.

### **Szélenergia**

A szél minden bizonnyal a második legrégebbi megújuló energiaforrása az emberiségnek. Egyes források szerint már az időszámításunk utáni 5. században [14] is léteztek szélmalomok a Közel-Keleten, de Európában bizonyítottan a 9. században jelentek meg tömegesen. A szél erejének kihasználása napjainkban a reneszánszát éli. Az iparosodás után a gőzgépek, majd a belső égésű motorok terjedésével szinte teljesen eltűntek a szélmalomok, aztán a múlt század második felében a környezetkímélő villamos-energia előállítással kapcsolatos igények következtében kerültek ismét előtérbe a szél forgatta kerekek. A tipikus modernkori implementációban egy légcavarszerű lapátokkal felszerelt generátort egy viszonylag magas árbocon, egy gondolában helyeznek el. A kisebb típusok többnyire képesek az árbocon tengelye

mentén a teljes gondolával körbeforogni, „irányba állni”, míg a nagyobb, erőművi megoldásokat az uralkodó szélirány figyelembe vételével fixen telepítik. [15]

2014-ben kb. 400 GW volt a világ összes szélerőművének teljesítménye, ami ugyan még 2%-a sincs a világ teljes villamos erőművi kapacitásának, de tendencia, hogy a 80-as évektől kezdődően átlagosan 3–4 évente megduplázódik az így előállított villamos energia mennyisége, így annak részaránya folyamatosan növekszik. [16] Nagy előnye a vízenergiával szemben, hogy ha nem is állandóan, de nagy rendszerességgel azért még a világ szinte bármely pontján elérhető. További előnyös tulajdonsága az ilyen berendezéseknek, hogy teljesítményük elég jól skálázható, bár itt is igaz, hogy a nagyobb berendezések hatásfoka jobb. [15] A világ legnagyobb szélturbinája jelenleg a 80 méteres lapátokkal rendelkező és 8 MW-os *Vestas V164*, [17] míg a legnagyobb teljesítményű szélerőműtelep a 6 GW-os névleges összteljesítményű kínai *Gansu* szélfarm.[18] A másik végletet a házilag is telepíthető 500-1000 W teljesítményű, kis turbinák („szélkerekek”) jelentik. Ilyenek már Magyarországon is kaphatóak, bár elterjedésüknek gátat szab, hogy a teljesítményükhöz mérten viszonylag drágák, így a megtérülési idejük igen nagy. Ehhez az is hozzájárul, hogy Magyarországon alig néhány terület van, ahol a földfelszíntől számított 10–20 méteren van annyi levegőmozgás egy évben, hogy igazán megérje a hasznosításán gondolkodni. Ha a szélturbinákat 100 méter magas árbocokra szerelnénk, már az ország területének közel fele szóba jöhetne, mint lehetséges telepítési hely, azonban ez jelentősen megnövelné egy ilyen beruházás költségeit is. [19]

### ***A szélerőmű katonai felhasználása***

Katonai alkalmazásukra csak maroknyi példa létezik. Ezek minden esetben kísérleti jellegű, és fix tábori berendezések. Mivel a hatékony alkalmazásnak feltétele a minél magasabb árboc, [15] a telepítés minden esetben viszonylag hosszadalmas, vagyis igazán mobil, tehát gépjárművel, vagy emberi erővel mozgatható implementációja nem is lehetséges, de a települt katonai erők villamos ellátásában kiegészítő jelleggel bizonyos körülmények között már alkalmazható.

Számos civil szervezet mellett, mind a NATO<sup>1</sup>, mind az EDA<sup>2</sup> végez villamos-energetikai kutatásokat. Mindkét szervezet létrehozott már egy-egy olyan minta katonai tábort, ahol tesztelik a villamos-energia alternatív előállítás módjait a zord katonai körülmények között. Mindkét táborban egy komplex, a napenergia és dízelaggregátor kettősére épülő rendszer szolgáltatja a villamos energiát, de mindkettő ellátható kiegészítő szélturbinákkal is. Az egyik említett rendszer 2015 nyarán két hétig üzemelt egy Magyarországon megrendezett nemzetközi gyakorlaton<sup>3</sup>, így lehetőségessé vált, hogy azt testközelből tanulmányozzam. A 15 méteres árboc a stabilitás érdekében egy szabvány 20 lábás konténerhez lett erősítve. A rotor átmérője 4 m, a maximális forgási sebesség 300/min, ekkor a generátor névleges villamos teljesítménye 5 kW. Alkalmazásának célszerűségéről a fejlesztő *Pfisterer* cég sem volt egyértelműen meggyőződve, mint ahogy az sem lehetett véletlen, hogy a többi cég hibrid rendszere egyetlen más esetben

---

<sup>1</sup> A NATO-n belül a NATO brüsszeli Európai Főhadiszállásán az ESCD (Emerging Security Challenges Division – Újszerű Biztonsági Kihívások Osztálya), illetve a vilniusi székhelyű NATO ENSEC COE (Energy Security Center of Excellence – Energiabiztonsági Kiválósági Központ) folytat ilyen jellegű kutatásokat.

<sup>2</sup> Az EDA (European Defence Agency – Európai Védelmi Ügynökség) több kapcsolódó projektet is folytat. Ezek összefogására 2014 szeptembere óta önálló Energy & Environment munkacsoportot hozott létre, amelyben Magyarországot a szerző képviseli. Az EDA kísérleti tábori hibrid áramellátó berendezését a brit BAE szállította és már közel egy éve üzemel Maliban.

<sup>3</sup> 2015. június 1-28 között a várpalotai lőtérre került végrehajtásra a Capable Logistician 2015 (CL15) nemzetközi logisztikai interoperabilitási és szabványosítási gyakorlat, ahol a NATO ESCD és NATO ENSEC COE szervezésében egy önálló SE (Smart Energy - „Okos energia”) logisztikai egység is működött. Az egységben több cég is felvonultatta kísérleti hibrid berendezését, amelyek a gyakorlat ideje alatt probléma nélkül szolgálták ki a hozzájuk csatlakozó más logisztikai egységek villamos energia igényét. A gyakorlaton a szerző az SE logisztikai egység műszaki szakértőjeként vett részt.

sem tartalmazott szélgenerátort. A szél által szolgáltatott teljesítményt napi 24 órában folyamatosan monitoroztuk, és annak ellenére, hogy Várpalota környéke Magyarország egyik legszelesebb vidéke, elég gyakran álltak a lapátok és az olykor felélénkülő szél is csak ritkán termelt 1 kW-ot meghaladó energiát.



1. kép: A Pfisterer cég szélturbinája a CL15 logisztikai gyakorlaton.

Az látható, hogy ha a gyalogos katona felszerelésének részeként nem is, de katonai táborok villamos ellátásában alkalmazható a szélenergia, bár szerepe valószínűleg továbbra is marginális marad. A gazdaságossági számítások előtt azonban még figyelembe kell venni néhány további katonai tényezőt is. A magas árbocokon forgó lapátok már messziről láthatóak és egy a tábor elleni támadás során szinte kínálják célként magukat. A forgó lapátok radarkeresztmetszete nagy és mivel messze kiemelkednek a környező sátrak és konténerek közül, könnyen lokalizálhatóvá teszik a katonai tábort a rádiófelderítés számára. Rendkívül zajosak is, és minél több energiát termelnek annál hangosabbak. [15] Ez már nemcsak felderíthetőségi szempontból aggályos, de adott esetben a katonák pihenését is zavarhatja. Biztonsági okokból értelemszerűen nem lehet őket a lakóegységektől távol (a táboron kívülre) telepíteni, viszont egy közepes méretű 4–6 méteres rotorátmérőjű szélgenerátor a maximális teljesítménye közelében üzemelve hangosabb, mint egy dízelmotor.

## Napenergia

A nap emberi léptékkel soha ki nem merülő energiaforrás. Magyarországon egy évben minden egyes négyzetméternyi vízszintes felületet átlagosan 1200–1300 kWh energia ér napsugárzás formájában. [20] Ha ezt mind hasznosíthatnánk, azzal egész Európa energiaigényét fedezni tudnánk. A napenergia szempontjából legkedvezőbb Ráktérítő és Baktérítői területeken a napsugárzás energiája akár évi 5–7 MWh is lehet négyzetméterenként.

Nemrégiben még minden magyar hobbikert kötelező kelléke volt az állványra helyezett, feketére festett hordó. A napenergia hasznosításának ezt a legősibb módját valamivel szisztematikusabban megvalósító eszközök a napkollektorok. Nem állítanak elő villamos áramot, de mivel pl. a Bundeswehr már rendszeresített egy olyan tábori zuhanykonténert, ami alaphelyzetben szintén napkollektorokkal fűti a vizet, érdemes rájuk szólni pár szót. A tetőn elhelyezett jó hőelnyelő tulajdonságú csövekben manapság valamilyen fagyálló folyadékot, az esetek többségében glikolt melegít fel a nap. Ha ennek hőfoka átlépi a használati melegvíz-tartályban lévő víz hőmérsékletét néhány fokkal, egy szivattyú keringetni kezdi a fagyállót egy hőcserélőben, ami a tartály vizét melegíti, majd ha a két hőmérséklet kiegyenlítődt, a szivattyú leáll. Derült, meleg nyári napokon a rendszer hatásfoka akár 80% is lehet, de erős fagyban hiába a szikrázó napsütés, alig fog bekapcsolni a szivattyú. [21] Mindezzel együtt egy jól kivitelezett hozzávetőlegesen 10 négyzetméteres kollektor (tartósan rossz idő esetére egy villamos

fűtőszállal megtámogatva) képes egy átlagos családi ház használati melegvíz-igényét kielégíteni.

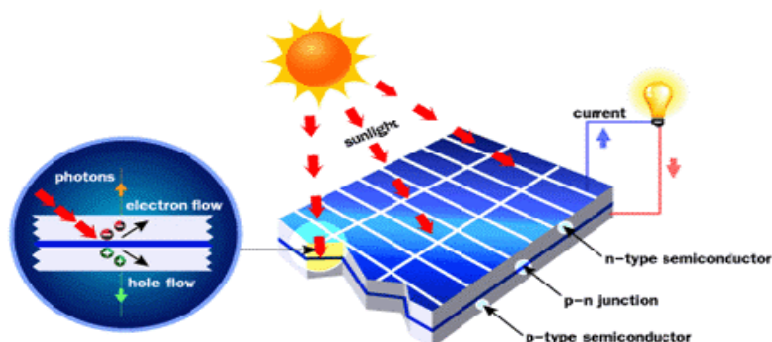
A nap energiáját először a múlt század második felétől épített tükrös rendszerű telepeken használták áramtermelésre. Ezeknél az akár több ezer darabból álló tükrrendszer egyetlen pontba fókuszálja a nap fényét, amely akár több ezer fokra is hevülhet. Az ide keringetett víz egy pillanat alatt gőzzé válik, amivel a hagyományos hőerőművekben megszokottak szerint turbinákon keresztül hajtják meg a generátorokat. A legnagyobb ilyen telepet, az *Ivanpah*-t, a Mojave-sivatagban építették meg. A 1425 hektáron telepített 300 ezer tükrő, 3 vízforralón keresztül 392 MW teljesítményre képes. [22] Természetesen az ehhez hasonló rendszerek tábori alkalmazása sincs napirenden. Hatalmas méreteik és a külön mozgatott számtalan tükrő bonyolultsága miatt ezek a rendszerek valóban csak a másképp nem hasznosítható lakatlan sivatagi területekre valók és nem a harcterekre.

### A fotovillamos hatás

Szerencsére létezik egy olyan eszköz is, amelyik közvetlenül képes a nap energiáját villamos árammá alakítani. A napelemek olyan szilárdtest eszközök, amelyekben a fény fizikai és részben kémiai elvek mentén direkt módon létre elektromos áramot. Ez az ún. fotovillamos vagy fotovoltaiikus hatás. Az angol terminológiában a „solar cell”-en kívül igen gyakori a „PV-cell” megnevezés (PV – photovoltaic) is. Általában két egymásra helyezett félvezető – az esetek többségében szilícium – rétegből épülnek fel. A felső, többnyire bórral, galliummal vagy indiummal adalékolt, ún. „P” rétegen a napfény fotonjai viszonylag könnyen áthatolnak, majd az alsó, többnyire foszforral, nitrogénnel esetleg arzénnel adalékolt „N” rétegbe csapódnak. A becsapódó fotonok energiája elektronokat szakít ki az „N” réteg kristályrácsából, amelyek a kialakításnak köszönhetően a felső rétegbe kerülnek és ott negatív töltést hoznak létre, míg alul az elektronhiány miatt pozitív lesz a töltés, így alakul ki a két réteg közötti potenciálkülönbség, és létrejön a villamos áram. [23]

Azt a tényt, hogy bizonyos anyagokban feszültség jön létre, ha megvilágítjuk, már 1839-ben felfedezte a francia Alexander Bequerel. Később az idők során többen is előállítottak ilyen anyagokat, de a rendkívül gyenge hatásfok (< 1%) és egyéb problémák miatt ezek megmaradtak a laboratóriumokban. Végül az első már valóban stabil és értékelhető mennyiségű áramot előállítani képes napelemet a Bell Laboratories mutatta be 1954-ben. [23] A még mindig csupán 1–2 % hatásfokú eszköz olyan drága volt, hogy sokáig csak a műholdakon alkalmazták, ahol viszont remekül beváltak, hiszen a korábban bemutatott két megoldással szemben a működésüknél a külső hőmérséklet nem játszik jelentős szerepet.

A gyártástechnológia fejlődésével, illetve az egyre fokozódó igények nyomán kialakuló tömegtermelés miatt a napelemek ára a 70-es évektől napjainkig nominálértéken is az ezredrészére esett és ma már szinte mindenütt megtalálhatóak. Az idők folyamán sokat javult a hatásfokuk is. Kezdetben még csak csekély fogyasztású eszközök, számológépek, órák működtetésére voltak képesek. Nem kézi eszközre integrálva, hanem általános célú és nagyobb volumenű villamos energia előállítására a 90-es évektől kezdődően alkalmazzák őket.



1. ábra: A fotovillamos hatás. [24]

Az ilyen eszközök nagy előnye, hogy működésük mozgó alkatrészt, kiegészítő elemeket nem igényel, a villamos áram mindenféle elmozdulás és hanghatások nélkül, minimális hő képződése mellett jön létre. Fontos részlet, hogy a napelemek egyenfeszültséget hoznak létre, szemben a generátorok váltakozó feszültségével. Ez azt jelenti, hogy ha a megtermelt áramot nem használjuk fel közvetlenül egy egyenáramú fogyasztóban, illetve nem tároljuk el akkumulátorokban, akkor többnyire váltakozó feszültségű árammá kell alakítani, hogy ilyen típusú fogyasztókban használjuk fel, vagy a hálózatba visszatápláljuk. Erre szolgál az ún. inverter, amely elektronikus úton a generátorok szinuszos feszültségéhez hasonló feszültséget hoz létre, és eközben többnyire elvégzi a szükséges feszültség-transzformációt is (pl. 12-24 V-ból 240 V-ra). Az egyszerűbb felépítésű inverterek kimenő feszültsége még jó szándékkal is csak kvázi-szinuszos, ami nem jelent problémát egy villanymotornak, de az érzékenyebb hírközlő vagy informatikai eszközökhöz jobb minőségű, a szinuszt jobban közelítő kimenő feszültségalakot produkáló eszközök kellenek. Az inverterek alkalmazása nagyságrendileg 10% veszteséget hoz létre a rendszerben.

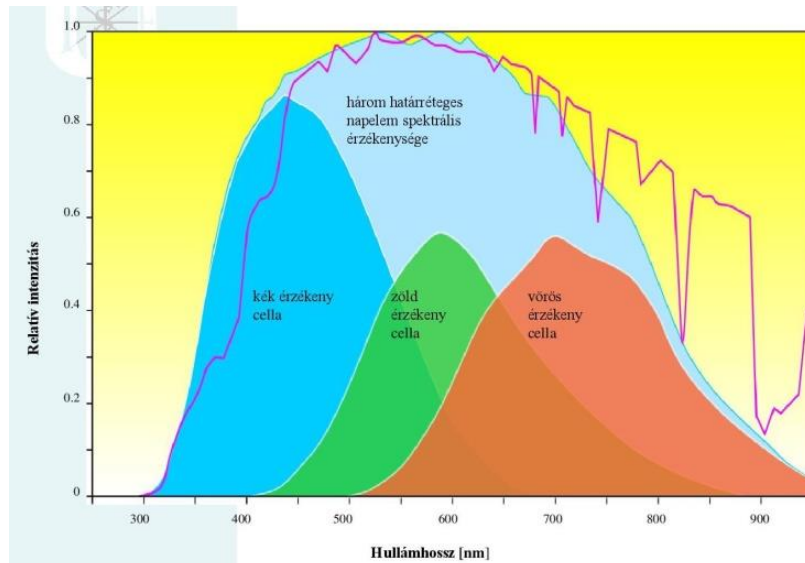
### *A napelemek típusai*

A napelemeknek mára több változata is ismert, de a legrégebbi amorf szilícium paneleket szinte már sehol nem használják. A legelterjedtebb a kristályos szilícium cellák alkalmazása, [19] ahol a két félvezető réteget egy üveglap és egy műanyag hátlap közé laminálják. Könnyű előállíthatósága, olcsósága és viszonylag jó, 15–20% körüli hatásfoka miatt a napjainkban alkalmazott napelemek kb. 80%-a ebbe a csoportba tartozik. [23] A gyártástechnológia szerint megkülönböztetünk monokristályos és poli-, vagy multikristályos típust. A részletes magyarázatot mellőzve is elmondható, hogy igazán lényegi eltérés nincs a kettő között. A monokristályos cellák hatásfoka általában egy kicsit nagyobb, de forró éghajlaton már a polikristályos celláké az előny. Ez Magyarország éghajlati viszonyai között azt jelenti, hogy a két típust éves statisztikus vizsgálat alá vetve sem mutatható ki szignifikáns előny egyik technika tekintetében sem. Mint minden eszköz, a napelem is veszít a működésének hatékonyságából az évek során. A kristályos szilícium elemeknél ez az ún. „öregedés” nagyságrendileg évi 1%. Sajnos elmondható, hogy azonos gyártási eljárás mellett is fokozható a napelemek hatásfoka, de ez drasztikusan rontja azok élettartamát. A jelenlegi technológiai szinten a szilíciumkristályos kereskedelemben kapható napelemek hatásfoka napjainkban 15% körüli, a tervezett élettartamuk kb. 20 év.

Lényegesen újabb az ún. vékonyfilm (thin-film) technológia [23]. A működési elv ugyanaz, de a félvezető rétegeket nem egy tömbökből vágják ki, hanem filmszerűen viszik fel a hordozó anyagra. Ez a fajta gyártástechnológia olcsóbb, és nagy előnye, hogy a napelem nem lesz üvegtáblaszerűen merev, hanem a hordozóanyagtól függően egy viszonylag rugalmas, hajlítható eszközt kapunk, ami lényegesen vékonyabb és könnyebb is a kristályos modelleknél, ugyanakkor a hatásfokuk alig 8-10% körüli. Némileg gyorsabban is öregednek a kristályos szilíciumhoz képest, de alkalmazásuk részaránya a viszonylagos olcsóság miatt mégis nő a szolártechnológián belül. Az alkalmazott anyagok szerint számos változata ismert (amorf szilícium-mikrofilm szilícium, kadmium-tellurid, réz-indium-diszelenid, illetve az űrtechnológiában az indium-ezüst-gallium). [23]

Már a XXI. század fejlesztése a többátmenetes (multi-junction) napelem. A működés elméleti hátterében ez sem hoz újdonságot, csupán annyi történt, hogy több különféle félvezető réteget helyeztek el egymáson. Ezek spektrális érzékenysége eltérő, így a beeső napfénynek lényegesen nagyobb részét tudják elektromossággá alakítani. A fotovillamos rétegek által létrehozott áram összegződik, számottevően javítva ezzel a hatásfokot. A gyártástechnológia alapvetően a vékonyfilm eljárára épül, de egyelőre még nagyon drágák ezek az elemek, így az elterjedtségük is nagyon szerény, de azt jól mutatják, hogy még jelentős fejlesztési tartalékok rejlenek a napelemek gyártásában.

Szakemberek jelentős áttörést várnak az úgynevezett CIGS (réz-indium-gallium-diszelenid) napelemektől. Jelenleg is egy ilyen négyátmenetes eszköz tartja a napelemek hatékonysági rekordját. A Fraunhofer Intézetnél laboratóriumi körülmények között már teszteltek olyan napelemet, ami 46%-os értéket ért el, [25] de ennél sokkal fontosabb, hogy állítólag sikerült a tömeggyártásra is gazdaságos eljárást találni. Talán hamarosan kaphatóak lesznek elérhető áron olyan eszközök, amelyek 20% körüli hatásfokkal üzemelnek. Mivel ez a kristályos panelekével nagyjából megegyező érték, de várhatóan azoknál olcsóbban lesz gyártható, az iparágban egy kisebbfajta áttörésre számítanak. Katonai szempontból külön jelentősége van annak, hogy ezek a CIGS-eszközök megőrizték a vékonyfilm-technika kedvező méret, és tömegjellemzőit továbbá a rugalmasságot is.



2. ábra: egy háromátmenetes (trijunction) cella spektrális érzékenysége. [26]

### *A napelemek katonai alkalmazása*

A napelemek sok szempontból ideálisak a harctéri alkalmazás szempontjából. Ilyen jellegű alkalmazásuk lehetőségével kapcsolatban már az ezredforduló környéki Magyarországon is folytak kutatások, [27] bár az akkor elérhető amorf szilícium napelemek gyenge teljesítménye még nem igazolta a technológia felhasználásának szükségszerűségét. A napelemek egyszerűek, a működtetésükhöz semmilyen szakértelem nem szükséges és teljesen zajtalanok. Laikusok számára sokszor meglepően hangzik, de mint azt az űrtechnika is igazolja, a mozgó alkatrész hiányában a legdermesztőbb hidegben is működőképesek. Teljesítmény terén minden más megoldást felülmúlóan jól skálázhatóak, a karórától az erőműig. Igazából csupán két dolog szól alkalmazásuk ellen. A világűrrel ellentétben a Földön gyakorta, borult időben és éjszaka, egyáltalán nem éri fény a cellákat, márpedig villamos energiára folyamatosan szükség van. A másik fő probléma, hogy miután alapvetően könnyű és „kétdimenziós” eszközökről van szó a telepítésük gyors, viszont elég helyigényesek. Optimális esetben, vagyis a napelemet merőlegesen érő, erős direkt napsütés esetén 1 m<sup>2</sup> panel 20%-os hatásfokot feltételezve kb. 200 W teljesítményt képes leadni. Ez azt jelenti, hogy komolyabb teljesítményigény esetén már igen nagy területeket vagy felületeket kell panelekkel fedni. Ez a napelem csillogása miatt már megkönnyítheti az eszközök vizuális felderítését. Mivel a napelemek hatékony működése direkt fényt igényel, nem is igazán álcázhatóak, és pl. az erdők vagy épületek jelentette takarás sem használható ki.

A fentieket figyelembe véve megállapítható, hogy a napelemek önállóan nem, vagy csak nagyon ritkán alkalmazhatóak, de az általuk nyújtott előnyöket nem kihasználni is vétek lenne. Gyalogos katonák esetében az akkumulátorok töltésére jelenleg nincs életképes technikai



megoldás, amit azok képesek lennének magukkal vinni a harctérre, ezért a napelemek által nyújtott képesség unikális még akkor is, ha az nem működik minden időben. Összehajtható flexibilis napelemek már jelenleg is vannak rendszeresítve a fejlettebb haderőknél, és a villamosság iránti igény növekedésével és az új jobb hatásfokú cellák megjelenésével párhuzamosan várhatóan nőni fog a számuk.



2. kép: Hordozható flexibilis napelem. [28]

A harcjárművek felülete nem kínál sok lehetőséget a napelemek elhelyezésére, így a fedélzeti villamos rendszerek számára érdemleges mennyiségű energia így nem állítható elő. Több cég is kísérletezik viszont olyan napelemeket hordozó utánfutóval, amelyek kisebb települt alegységek villamos energia-igényét már ki tudják elégíteni. Jó példa erre az ún. „solar-trailerre”, a *Multicon-Solar* cég kísérleti berendezése, amelynek működését módomb volt megismerni a CL15 nemzetközi katonai logisztikai gyakorlat alkalmával<sup>4</sup>. Az utánfutó szélessége vontatási állapotban 2,15 m, hossza 5,95 m, a tömege 2600 kg, így mozgatásához már mindenképpen egy kisebb teherautó szükséges. A napelem függőlegesen nem dönthető, de egy oldalra nyitható mechanikus rendszer segítségével, kézi erővel alig 10 perc alatt üzemi pozícióba állítható, ilyenkor az utánfutó szélessége 6,20 m-re nő. A fotovillamos elemek teljes felülete 29 m<sup>2</sup>, maximális teljesítményük 6 kW, de az utánfutó tartalmaz egy 15 kWh-ás, tovább is bővíthető akkumulátortelepet illetve invertert is, amely képes az akkumulátorok egyenfeszültségét 230 V-os hálózati váltakozó feszültséggé konvertálni, és akár tartósan energiát szolgáltatni akkor is, ha a napelemek fény hiányában nem működnek.

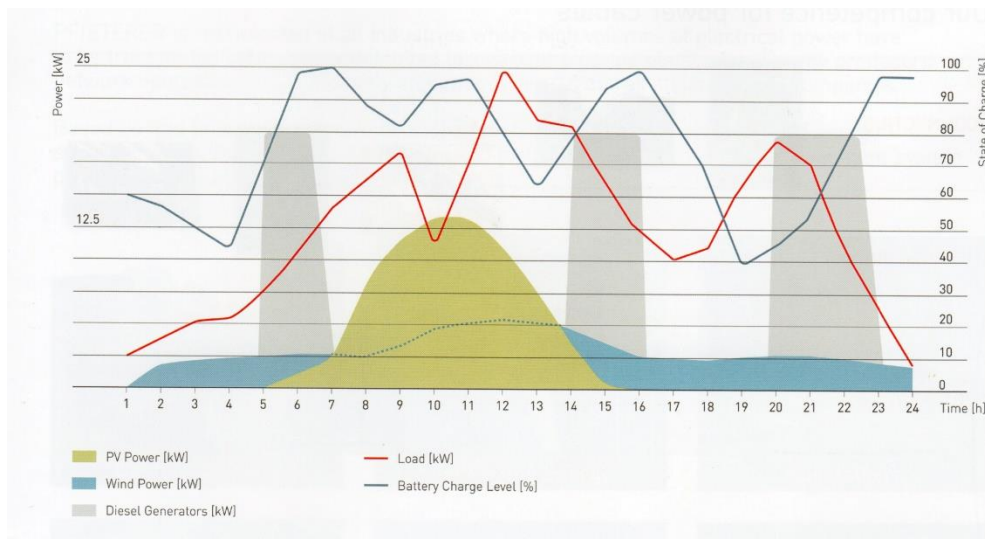


3. kép: Szolár-utánfutó telepítése a CL15 gyakorlaton.

<sup>4</sup> A gyakorlaton több cég is működtetett olyan kísérleti hibrid üzemű rendszert, mint a korábban említett *Pfisterer*, és számos vontatható mobil szolár eszköz is megjelent. Ezek közül kiemelkedett a *Multicon-Solar* utánfutója, amely a sok kiegészítő berendezésének köszönhetően igen rugalmasnak bizonyult, így a gyakorlaton számos előre megrendezett szituációs gyakorlaton jutott főszerephez.

Még nagyobb jövő jósolható a napelemeknek a fix telepítésű, tábori villamos ellátásért felelős hibrid rendszerekben. A belátható jövőben az aggregátorok nyújtotta azonnali és minden időben megbízható villamos-energiáról nem tudunk lemondani, ugyanakkor, ha azokat napelemekkel (esetleg szélgenerátorokkal) és nagy kapacitású akkumulátorteleppel kombináljuk, számos előny érhető el. Ezekben az ún. off-gridekben vagy mikrogridekben (vagyis a villamos távvezeték-hálózattól független rendszerekben) az energiát egy inverteren keresztül minden esetben az akkumulátorok biztosítják. Megfelelő időben a napelemek töltik az akkumulátorokat, és ha azok töltöttsége egy kritikus szint alá esik, automatikusan beindulnak az aggregátorok is. Az inverter által okozott veszteség ellenére pusztán a napelemek alkalmazása is számottevően csökkenti a tüzelőanyag-fogyasztást, amit az aggregátorok sajátos üzemelési módja még tovább képes redukálni. Ennek oka, hogy a belső égésű motorok hatásfoka csak egy viszonylag szűk fordulatszám-tartományban tekinthető optimálisnak, de egy hagyományos aggregátor a legritkább esetben üzemel ebben a tartományban, hiszen a motor fordulatszáma függ a villamos hálózat terhelésétől. Ezt a terhelést az akkumulátorok kisimítják, így a motor mindig a legkedvezőbb fordulatszámon és terhelésen működhet, ami a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás csökkenése mellett jótékonyan hat annak élettartamára és meghibásodási valószínűségére is.

Saját megfigyeléseim szerint az ilyen hibrid rendszerek akár 40–60%-al képesek visszafogni a tüzelőanyag-fogyasztást, ami talán nem túl sok a berendezések viszonylag magas bekerülési árához képest, de figyelembe kell venni, hogy még csupán prototípusokról van szó, ráadásul a tüzelőanyag megtakarítás egy olyan képesség, amit nem lehet csak pénzben mérni. Számolva azzal, hogy mind a napelemek, mind az akkumulátorok olyan fejlesztési potenciállal rendelkeznek, amellyel a villamos energetikában semmilyen más technológia nem bír, biztosan állítható, hogy az ilyen rendszerek hamarosan nagyobb számban is megjelennek a fejlett hadseregek eszköztárában.



3. ábra: Egy létező kísérleti off-grid működési sémája. [29]

## KÖVETKEZTETÉSEK

A civil villamos energetikában is egyre nő a megújuló energiaforrások felhasználása, és elkerülhetetlen azok katonai alkalmazása is. Ugyanakkor a rendelkezésünkre álló technológia még nem teszi lehetővé, hogy ezek többségét a katonai műveleti területeken, a harctereken is felhasználjuk. Egyedül a fotovillamos elemek által elektromossággá alakított napfény az,



amelynek alkalmazása nem csupán célszerű, de szükségszerű is. Ezt alátámasztja az is, hogy bár még csak kísérleti jelleggel, de az ilyen elven működő hibrid rendszerek már bizonyítottak missziós környezetben. A belátható jövőben nem várható, hogy bármelyik másik megújuló forrás kiaknázására olyan új technológia születne, ami megoldást jelent azok mobilitási és gazdaságossági hiányosságaira. A jelenleg még általánosan alkalmazott aggregátoros tábori áramellátásban szintén rendkívül csekély a fejlesztési potenciál, azonban a napelemek és a hozzájuk kapcsolódó akkumulátorok prognosztizált fejlődési üteme alapján a hibrid villamos rendszerek hamarosan teret nyerhetnek a katonai műveleti területeken is. Ez részben pusztán gazdaságossági kérdés, de energiabiztonsági [30] és környezetvédelmi [31] tekintetben is jelentős elvárások fogalmazódnak meg napjainkban a korszerű fegyveres erőkkel szemben a társadalom részéről. Az ilyen jellegű kérdésekre jelenleg a technikának a hibrid villamos off-grideken kívül nincs más válasza.

Kissé eltérő a helyzet a gyalogos katonák villamos energiaellátása kapcsán. Az akkumulátoraik táboron kívüli töltésére a napelemen kívül jelenleg sincs más eszközük, és nem is várható ilyenek a megjelenése. Viszont a katonák felszerelésének tömegét csak minimális mértékben növelhetjük, és ez ésszerű határokon belül mindössze egy kb. 1–2 m<sup>2</sup>-es önálló flexibilis napelem rendszeresítését teszi elképzelhetővé. Ez erős direkt napsugárzás esetén is csak egy vagy kettő kisebb eszköz töltését képes megoldani, a teljes és növekvő energiaigény maradéktalan fedezésére nem alkalmas. Ez a méretbeli korlát akkor sem lenne alkalmas a várható energiaigény maradéktalan kielégítésére, ha a napelemek közel 100%-os hatásfokkal üzemelnének, ezért a napelemes technológia fejlődése sem fog érdemben változtatni ezen a helyzeten. Ennek megfelelően a napelemek gyalogos katonák általi alkalmazása várhatóan továbbra sem lesz mindennapos. Várható ugyanakkor, hogy továbbra is folyik majd az ilyen eszközök fejlesztése, rendszeresítése és szükség szerinti használata is, de a belátható időn belül az alkalmazásuk nem lesz általános, és a küldetések villamos energetikai korlátja továbbra is az akkumulátorok kapacitása lesz.

### Felhasznált irodalom

- [1] P. Tucker: The Very Real Future of Iron Man Suits for the Navy. *Defense One*, January 12, 2015. [www.defenseone.com/technology/2015/01/very-real-future-iron-man-suits-navy/102630/](http://www.defenseone.com/technology/2015/01/very-real-future-iron-man-suits-navy/102630/) (a letöltés ideje: 2015. 11. 24)
- [2] S. LaGrone: NAVSEA Details At Sea 2016 Railgun Test on JHSV Trenton. *USNI News*, April 14, 2015. <http://news.usni.org/2015/04/14/navsea-details-at-sea-2016-railgun-test-on-jhsv-trenton> (a letöltés ideje: 2015. 11. 24)
- [3] *A PK-4 pc. kódú készlet beépítési és rendszertechnikai terve, 54/938/GYEK*. HM ArmCom, 2007.
- [4] Márkus F.: A gyalogos lövészkatona egyéni harcászati felszerelésének modernizálási lehetőségei a Magyar Honvédségben. *Seregszemle*, 2–3 (2013), 7–21.
- [5] *Battery Cell Comparison*. EPEC, sine dato. [www.epectec.com/batteries/cell-comparison.html](http://www.epectec.com/batteries/cell-comparison.html) (a letöltés ideje: 2015.11.01)
- [6] D. Godkin: A New Kind of Military Charge. *Design Engineering*, May 22, 2013. <http://www.design-engineering.com/features/a-new-kind-of-military-charge-design-eng/> (a letöltés ideje: 2015. 11. 23)
- [7] C. Helman: For U.S. Military, More Oil Means More Death, *Forbes*, November 12, 2009. <http://www.forbes.com/2009/11/12/fuel-military-afghanistan-iraq-business-energy-military.html> (a letöltés ideje: 2015. 11. 23)

- [8] M. Callahan, K. Anderson, S. Booth, J. Katz, T. Tetreault: Lessons Learned from Net Zero Energy Assessments and Renewable Energy Projects at Military Installations, *NREL*, July, 2012. <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51946.pdf> (a letöltés ideje: 2015. 11. 22)
- [9] *Chapter 15: Fuels, Oils, Lubricants and Petroleum Handling Equipment – Military Fuels and the Single Fuel Conception*, *NATO Logistic Handbook*, 1997. <http://www.nato.int/docu/logi-en/1997/lo-1511.htm> (a letöltés ideje: 2015. 11. 27)
- [10] Varga Z. B.: *A megújuló energiaforrások hasznosíthatóságának gazdasági vizsgálata Magyarországon, különös tekintettel a biomassza és a napsugárzás energiájának kiaknázására*. Kaposvári Egyetem, 2007. (PhD értekezés)
- [11] Fischer A., Hlatki M., Mezősi A., Pató Zs.: *Geotermikus villamosenergia-termelés lehetőségei Magyarországon*. Budapesti Corvinus Egyetem, 2009. [http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/124/1/wp2009\\_2.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/124/1/wp2009_2.pdf) (a letöltés ideje: 2015. 11. 23)
- [12] Mayer I.: *Vízenergia hasznosítás Magyarországon*. MTA, sine dato. [http://mta.hu/data/cikk/12/90/28/cikk\\_129028/89MayerViz.pdf](http://mta.hu/data/cikk/12/90/28/cikk_129028/89MayerViz.pdf) (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [13] Szeredi I.: *Kis- és törpe vízerőművek*. Budapesti Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, 2006. <http://www.vpk.bme.hu/vizepkor/docs/vizparty/torpevizeromu.pdf> (a letöltés ideje: 2015. 11. 01.)
- [14] A. Y. Hassan, D. Routledge Hill: *Islamic Technology: An illustrated history*. Cambridge University Press, 1986
- [15] M. Stiebler: *Wind Energy Systems for Electric Power Generation*. Springer, 2008.
- [16] *Global Statistics*. Global Wind Energy Council, sine dato. [www.gwec.net/global-figures/graphs/](http://www.gwec.net/global-figures/graphs/) (a letöltés ideje: 2015. 11. 22)
- [17] *V164-8.0 MW® Breaks World Record for Wind Energy Production*. MHI Vestas Offshore Wind, sine dato. <http://www.mhivestasoffshore.com/v164-8-0-mw-breaks-world-record-for-wind-energy-production/> (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [18] *The Gansu Wind Farm in China is the Largest Wind Farm in the Entire World*. OMG Facts, sine dato. <http://www.omgfacts.com/the-world/15232/The-Gansu-Wind-farm-in-China-is-the-largest-wind-farm-in-the-entire-world> (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [19] Kasza A.: A napenergia és szélenergia alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata hazánkban. *Hadmérnök*, 2 (2009), 29-40.
- [20] Pálffy M.: *A napenergia fotovillamos hasznosításának potenciálja Magyarországon*. Solart System, sine dato. <http://www.solart-system.hu/PVpotencialMo0604.pdf> (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [21] Kovács Cs.: *Napkollektorok működése és alkalmazása*. Óbudai Egyetem – Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Megújuló Energiaforrás Kutató Hely, 2008. <http://ekh.kvk.uni-obuda.hu/napkollektorok/6-napkollektorok-mukodese-es-alkalmazasa.html> (a letöltés ideje: 2015. 11. 23)
- [22] *IVANPAH*. Brightsource Limitless, sine dato. <http://www.brightsourceenergy.com/ivanpah-solar-project#.VjaALfkvdsc>, (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [23] C. J. Chen: *Physics of Solar Energy*. John Wiley & Sons Inc., 2011.

- [24] *Resources*. Solarpath, sine dato. <http://www.solarpath.com.au/resources> (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [25] A. Colthorpe: Soitec-Fraunhofer ISE multi-junction CPV cell hits world record 46% conversion efficiency. *PVTECH*, December 02, 2014. [http://www.pv-tech.org/news/soitec\\_fraunhofer\\_ise\\_multi\\_junction\\_cpv\\_cell\\_hits\\_world\\_record\\_46\\_conversion](http://www.pv-tech.org/news/soitec_fraunhofer_ise_multi_junction_cpv_cell_hits_world_record_46_conversion) (a letöltés ideje: 2015. 11. 23)
- [26] Farkas I.: *A napenergia hasznosításának hazai lehetőségei*. MTA, 2011. [http://mta.hu/data/cikk/12/71/67/cikk\\_127167/A\\_napenergia\\_hasznositasanak\\_hazai\\_lehetUsegei.pdf](http://mta.hu/data/cikk/12/71/67/cikk_127167/A_napenergia_hasznositasanak_hazai_lehetUsegei.pdf), (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [27] Turmezei P.: *Napelemes energiaellátó rendszerek katonai célú alkalmazásának kérdései*. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2003. (PhD értekezés)
- [28] K. Drummond: DARPA Push: Solar Cells tough enough to Handle a War, *WIRED*, June 25, 2010. <http://www.wired.com/2010/06/darpa-push-solar-cells-tough-enough-to-handle-a-war/> (a letöltés ideje: 2015. 11. 01)
- [29] *A Pfisterer cég nyomtatott kiállítási brosrúája*.
- [30] Bakosné Diószegi M.: Hazai energiabiztonság növelésének lehetőségei. *Hadmérnök*, 2 (2009), 5–18.
- [31] Hankó M.: *Az éghajlatváltozás hatásaira adott lehetséges válaszok, különös tekintettel a Magyar Honvédség speciális igényeire*. Nemzeti Közsolgálati Egyetem, 2013. (PhD értekezés)

**KOVÁCS Zoltán**

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

## EXPLOSION OF IMPROVISED EXPLOSIVE DEVICE EFFECTS ON STRUCTURES

### *Abstract*

*This article deals with the matter of the protection from terrorist blasting, which has a high importance, since these kinds of activities occur almost on daily basis. It summarizes the main features of an explosion and the characteristics of one of the most common weapons of asymmetric warfare: the homemade or improvised explosive devices.*

*Az improvizált robbanószerkezetek elleni védekezés témakörének aktualitása napjainkban megkérdőjelezhetetlen, hiszen a robbantásos (terror) cselekmények szinte mindennapossá váltak a világban. Írásomban az aszimmetrikus hadviselés egyik leggyakoribb eszközei, a „házilagos készítésű” vagy improvizált robbanószerkezetek típusait és a robbanásának főbb jellemzőit összegzem.*

**Keywords:** *Improvised Explosive Device, IED, explosion features, detonation, structures, terrorism ~ Improvizált robbanószerkezet, IED, robbanás jellemzői, detonáció, építmények, terrorizmus*

## INTRODUCTION

According to NATO STANAG 3680 the Improvised Explosive Device (IED) is “a device placed or fabricated in an improvised manner incorporating destructive, lethal, noxious, pyrotechnic or incendiary chemicals and designed to destroy, incapacitate, harass or distract.” [1]

IED is an unconventional explosive weapon that can take any form and be activated in a variety of ways. It may be constructed out of any available material and may range in size from a box of matches to a large vehicle. The only limitations are the availability of resources, personal ingenuity, and the degree or extent of “know how” required for construction. They are usually fabricated from common materials, military or nonmilitary components. The IED may be static in a fix location and detonated as an observed device when the moving target (e.g. a military convoy) is in the ideal position and distance from the device; or it may be a mobile bomb delivered near to a static, fix target (building, military base).

## PARTS AND FEATURES OF THE IED

The essential parts of an IED are the explosive charge, the detonator that initiates main charge and the triggering mechanism. Additional elements may be the power source, timer, fragments that increase lethal effect and a casing that also helps to camouflage the IED. [2]

The most common explosives used are military munitions, usually mortar, tank, or artillery rounds. Other IEDs have used military explosives, such as C4 and Semtex plastic explosives, trinitrotoluene (TNT) or commercial explosives, such as ammonium nitrate (fertilizer), and fuel oil (ANFO), Emulgit, Dynamite, etc. However, some IEDs may contain homemade explosives (HME) made of different chemical agents' mixture. [3], [4]

All types of military and commercial blasting caps (electric, blasting, NONEL) can be used as initiator as well as detonators recovered from different military ordnance or landmines.



**Figure 1.** IED conceptual set-up [5]




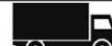

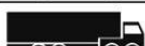
Power source of the electrically operated IED ranges from a simple battery cell to an accumulator, but in some cases even a solar cell may produce the necessary electric current.

Common hardware, such as ball bearings, bolts, nuts, or nails, can be used to enhance the fragmentation and cause more lethal or serious injuries in crowded places.

Propane tanks, fuel cans, and battery acid can also added to the device to propagate the blast and thermal effects of the IED.

It is always very important to hide the device for the successful attack; therefore terrorists pay high attention to camouflaging. Depends on dimensions of the IED, it may be covered in a harmless object such as a small tin, paper bag while a bigger device mainly used against buildings can be hidden in the boot of a car or truck (Figure 2).

### BATF Explosive Standards

<b>ATF</b>	Vehicle Description	Maximum Explosives Capacity	Lethal Air Blast Range	Minimum Evacuation Distance	Falling Glass Hazard
	Compact Sedan	500 pounds 227 Kilos (In Trunk)	100 Feet 30 Meters	1,500 Feet 457 Meters	1,250 Feet 381 Meters
	Full Size Sedan	1,000 Pounds 455 Kilos (In Trunk)	125 Feet 38 Meters	1,750 Feet 534 Meters	1,750 Feet 534 Meters
	Passenger Van or Cargo Van	4,000 Pounds 1,818 Kilos	200 Feet 61 Meters	2,750 Feet 838 Meters	2,750 Feet 838 Meters
	Small Box Van (14 Ft. box)	10,000 Pounds 4,545 Kilos	300 Feet 91 Meters	3,750 Feet 1,143 Meters	3,750 Feet 1,143 Meters
	Box Van or Water/Fuel Truck	30,000 Pounds 13,636 Kilos	450 Feet 137 Meters	6,500 Feet 1,982 Meters	6,500 Feet 1,982 Meters
	Semi-Trailer	60,000 Pounds 27,273 Kilos	600 Feet 183 Meters	7,000 Feet 2,134 Meters	7,000 Feet 2,134 Meters

**Figure 2.** IEDs can hidden in vehicles [6]

The triggering mechanism of the IED may be victim operated, command operated or time delayed. Generally, the most common version is the mechanical trigger when the target gets into direct physical contact with it, push, pull, remove or release something that ignites the detonator. Time delayed constructions (clockwork, electric or chemical timers) independently operate the device after the pre-set time without any impact of the target. The command operated IEDs respond to a signal received via a hard wire or a radio frequency (wireless doorbells, car alarms, radio controlled toys, cellphones may be used).

A special version of command operated devices is the suicide born explosive device (SBIED), when the assailant sacrifices himself during the explosion. Smaller devices can be hidden in a vest or belt wrapped around the torso, the bigger ones those may be used against different structures in a car or truck (suicide vehicle born IED – SVBIED).

### FEATURES OF THE IED EXPLOSION [7], [8]

The explosion of an IED is a very rapid release of stored energy. During this rapid exothermic chemical reaction the explosive material is transformed into very hot, dense and high-pressure gas which expands rapidly into the surrounding area forming a blast wave.

As a rough approximation, 1 kg of explosive produces about 1m<sup>3</sup> of gas. As this gas expands its act on the air surrounding the exploded IED and causes it to move and increase in pressure. The damage caused on structures by an IED explosion is produced by the passage of this compressed air in the blast wave which expands at high speed and reflected when meets objects. The difference between the blast wave pressure and the ambient air pressure is called the overpressure of the blast wave.

Because the blast wave expands outwards so rapidly, behind the blast wave is an area of low air pressure. This low-pressure area “sucks” the air along with it, causing a wind that initially follows the blast wave, thus creating a suction effect. As the blast wave continues outward, the relative pressure in front of, and behind the blast wave changes such that the direction of the wind can reverse direction, and for a short time it can blow in towards the point of the IED explosion (Figure 3).





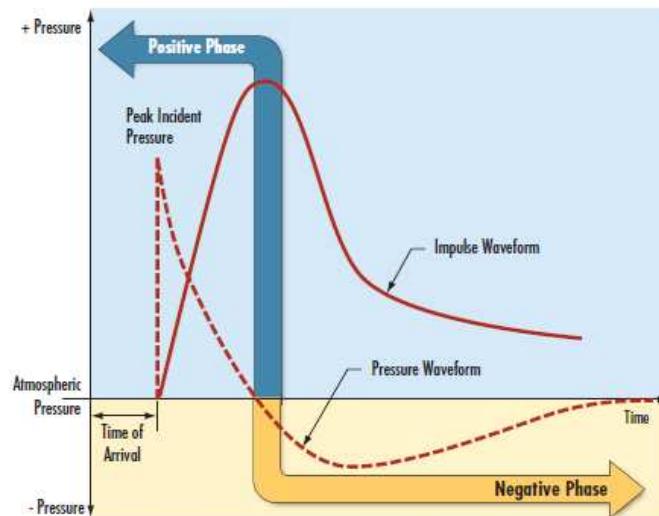
**Figure 3.** Blast wave mechanism [9]

After detonation the atmospheric pressure almost instantaneously rises to a peak pressure that may be several orders of magnitude higher than ambient atmospheric pressure (Figure 4).

As the blast wave continues to expand away from the exploded IED its intensity diminishes and its expected effect on the objects is also reduced. The pressure decays back to ambient pressure, then a negative pressure phase occurs. However, the negative phase is usually longer in duration than the positive phase, but its intensity is lower and causes less damage than the positive one.

The potential damage of a blast wave depends on both the shock front pressure rise and the impulse. Impulse is calculated as the area under a plot of blast pressure versus time (pressure-time relation plot), and it characterizes the duration of the dynamic loading. Instead of decaying exponentially with time as blast waves do, the decay may be approximated as linear. The duration of the linearly decaying positive phase pressure pulse may be calculated as twice the impulse divided by the magnitude of the peak pressure.

Whereas the magnitude of the shock wave's peak pressure is analogous to the punch, the magnitude of the shock wave's impulse may be analogous to a push.



**Figure 4.** Pressure-time relation and blast impulse waveform [7]

Therefore, the magnitude of the peak pressure alone is inadequate to describe the intensity of the blast loading: both the pressure and impulse (or duration time) are required to define it.

## EFFECTS OF THE EXPLOSION

The energy output of explosives can be related by TNT equivalency. This equivalency is usually considered to be the relative pressure achieved by the explosive compared to what TNT can achieve. A constructed object will suffer damage when the impulse and the pressure both exceed damage threshold values. A version of damage threshold pressures and impulses corresponding to various categories of structural damage are listed below (Figure 5).

Structure/object	Pressure (psig)	Impulse (psi-msec)
<i>Plate Glass Windows:</i>		
20 ft <sup>2</sup> pane, 3/16" thick	0.3–0.6	–
10 ft <sup>2</sup> pane, 3/16" thick	0.6–1.0	–
10 ft <sup>2</sup> pane, 1/4" thick	1.1–1.6	–
Wood Roof Joist, 13 ft Span	0.5	–
Brick Wall – Minor Damage	0.7	16
Brick Wall – Major Damage	2.0	43
Wood Stud Wall, 7.5 ft high	1.0	1
Sheet Metal Panel Buckling	1.1–1.8	–
Wood Siding Failure	1.1–1.8	–
Cinder Block Wall Failure	1.8–2.9	–
Wood Frame Building Collapse	3.0–4.5	36
Oil Storage Tank Rupture	3.0–4.5	–
Structural Steel Building	4.5–7.3	–
Reinforced Concrete Wall	6.0–9.0	–
Total Destruction of Most Bldgs	10–12	–
Overturning of 10 ft high truck	0.3	110

**Figure 5.** Blast damage pressures and impulses [10]

According to results of blasting tests it can be declared that approximations of incident overpressures may cause different damages in buildings as follows (measured in psi):

- glass window breakage 0,15–0,22
- minor damage to building 0,5–1,1
- panel of sheet metal buckled 1,1,–1,8
- failure of concrete block wall 1,8–2,9
- serious damage to steel framed building 4–7
- severe damage to reinforced concrete structure 6–9
- probable total destruction of most building 10–12

Blast loads vary in time and space over the exposed surface of the building (Figure 6), depending on the distance and location of the IED detonation in relation to the building's shape.



**Figure 6.** Blast loads on a building frontage [11]

When the incident pressure wave strikes an immovable surface (a structure) that is not parallel to the direction of the wave's travel, it is reflected and reinforced. Therefore at the same distance from the explosion the reflected pressure is always greater than the incident pressure, and varies with the incident angle. This reflected pressure actually causes the damage to the building. A very high reflected pressure may punch a hole in a wall or cause a column to fail, while a low reflected pressure will try to push over the whole building. The worst case is when the direction of travel for the blast wave is perpendicular to the surface of the structure and the incident pressure is very-very high (Figure 7).

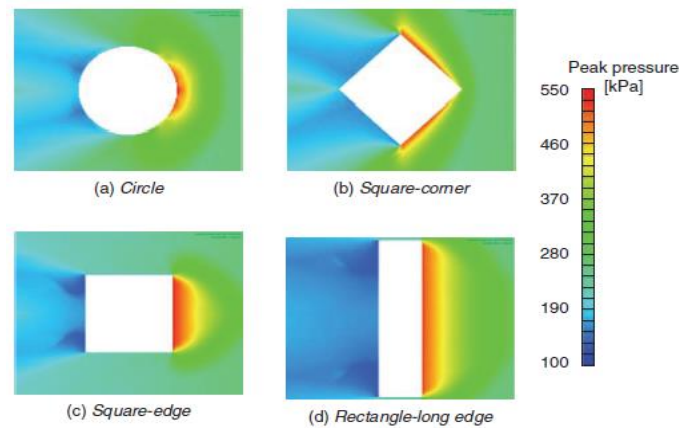
The extent and severity of damage and injuries that result from an IED detonation may vary widely depending on specific details of construction and materials. Although some of the specific details are not known, the overall level of damage that may be expected in response to an explosion can be calculated. Based on experiences, the brittle materials (like glass) respond



to peak incident pressure and are less affected by impulse; that is why a high explosive with high incident pressure easily damages glass. On the other hand, the ductile materials (like most building structures) respond more to impulse (the total push) rather than peak incident pressure (the maximum hit); that is why a low explosive with a large impulse that pushes for a longer time causes more damage to buildings.

As it was mentioned above, the reflected pressure causes the main damage. The air blast strikes the front wall and the weakest component will fail first: it is usually the window. Sometimes unreinforced masonry walls can be weaker than windows, especially if they are non-load bearing. If the IED is close enough, these walls can breach and one or more columns can fail in addition to the windows.

After the blast wave enters inside, it is trapped while more and more air enters the building, further increasing the pressure. Any building component that traps the blast wave can expect damage, based upon how it is constructed and attached.



**Figure 7.** Cross sections peak pressures [8]

Structural components like flooring and shear walls will move in directions for which they were not designed. Based upon the reflection angle, one can expect the lower floors to receive the greatest damage. Big concrete chunks rain down or the whole floor gives way. After the blast wave engulfed and passed the building, the building's far side (opposite side to the IED explosion) receives increased pressure as a slight vacuum forms and the ambient air rushes back in to achieve equilibrium. Reflections of the blast wave off other structures behind this one can also increase the pressure impinging the far side of the building.

The computer-assisted evaluations above are all based on the quality and quantity of the explosive, the size of the explosion, the distance from the IED, the shape and other assumptions about the construction of the building. In addition to the factors above, there is a truth to accept: stand-off distance is your best friend. The larger the distance between IED and the structure, the smaller the damage the building suffered.

## SUMMARY

One of the most popular weapons of the asymmetric warfare is the homemade or improvised explosive device. It is very easy and cheap to construct these devices, manuals are available in Internet, and the components can be purchased in a hardware shop. IED's tactical effect emerges in the large number of victims, the possible grandest damage on structures but due to the media, public interest and deterrence, they might have strategic effects.

These pages only shortly highlighted the main features of an IED and the general characteristics of an IED explosion, primarily focused on the effects on constructed infrastructure, not on persons (fragmentation, heat, etc.).

Compared to other hazards an IED explosion has a few distinguishing features: its intensity of the pressures acting on a building or construction can be several orders of magnitude greater than the intensities associated with other hazards. Most construction materials will sustain major damage or failure at the very high peak pressure level. Damages on the side of a building facing an IED may be significantly more severe than on the opposite side. (In a densely built area, reflections off surrounding buildings can affect these damage patterns.)

The duration of the blast event is significantly shorter compared with the duration of other dynamic loads (e.g. wind pressure), therefore the reaction of structures also differ. Generally, buildings cannot resist the extremely short and high pressure load.

There are several documents, manuals and articles dealing with criteria and standards of permanent or temporary (military) constructions. [12], [13], [14], [15], [16]

These documents define the design threat, protection level and residual risk of structures and give a detailed planning guide for designing, developing and testing them. Effective protection or even more the prevention of IED events are the all of us interest.

## References

- [1] STANAG 3680 NATO Glossary of Terms and Definitions (AAP-6), NATO Standardization Agency (17 November 2015)
- [2] Kovács Zoltán: Az improvizált robbanóeszközök főbb típusai. Műszaki Katonai Közlöny 2 (2012) 37-52.
- [3] Kovács Zoltán: Military Use of Explosives. Hadmérnök Különszám (2006) <http://www.hadmernok.hu/kulonszamok/newchallenges/kovacs.html>
- [4] Kovács Zoltán: Robbanóanyagok a katonai gyakorlatban. Robbantástechnika 30 (2008) 43-47.
- [5] Internet: <http://www.creativecrash.com/marketplace/3d-models/weapons-armor/c/explosive-device-ied> (11 January 2016)
- [6] Internet: <http://www.primalunleashed.com/intel/VBIED.htm> (11 January 2016)
- [7] FEMA-426/BIPS-06 Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings: Buildings and Infrastructure Protection Series, Edition 2 (October 2011)
- [8] Gebbeken, Norbert – Döge, Torsten: Explosion Protection – Architectural Design, Urban Planning and Landscape Planning. International Journal of Protective Structures, Vol. 1 No. 1, Multi-Science Publishing (2010)
- [9] Internet: <http://tracefireandsafety.com/VFRE-99/Theory/Effects/Effects.htm> (11 Jan 2016)
- [10] Zalosh, Robert G.: Industrial Fire Protection Engineering., <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118903117.app3/pdf> (15 January 2016)
- [11] Internet: <http://www.bakerrisk.com/services/hazard-identificaton/anti-terrorism-protection/> (11 January 2016)
- [12] Unified Facilities Criteria (UFC 3-340-02) Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions, US Department of Defense (5 December 2008)
- [13] Unified Facilities Criteria (UFC 4-010-01) Minimum Antiterrorism Standards for Buildings, Change 1, US Department of Defense (1 October 2013)

- [14] STANAG 2280 MC MILENG (Edition 1) Design Threat Levels and Handover Procedures for Temporary Protective Structures, NATO Standardization Agency (18 Dec 2008)
- [15] Kovács Tibor: A katonai táborok biztonsági rendszereinek kialakítása, különös tekintettel a robbantásos merényletek megelőzésére, azok hatásai csökkentésére. Műszaki Katonai Közlöny 3 (2012) 70-83.
- [16] Berek Tamás – Pellérdi Rezső: ABV (CBRN) kihívásokra adott válaszlépések az EU-ban Bolyai Szemle 2 (2011)  
[http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2011/2/Berek\\_Pellerdi.pdf](http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2011/2/Berek_Pellerdi.pdf)

**AMBRUSZ József - ENDRÓDI István - PELLÉRDI Rezső**

[ambrusz.jozsef@uni-nke.hu](mailto:ambrusz.jozsef@uni-nke.hu) – [endrodi.istvan@uni-nke.hu](mailto:endrodi.istvan@uni-nke.hu) – [pellerdi.rezso@uni-nke.hu](mailto:pellerdi.rezso@uni-nke.hu)

## **A KATASZTRÓFÁK KÖVETKEZMÉNYEI FELSZÁMOLÁSÁNAK VEZETÉS-IRÁNYÍTÁSI RENDSZERE**

### *Absztrakt*

*Az elmúlt évtized rendkívüli időjárása következtében kialakult intenzív szélviharok, felhőszakadások, ár- és belvizek, jégverések Magyarország csaknem teljes területén pusztítottak. Különböző jellegű és mértékű károk keletkeztek az ország szinte valamennyi megyéjében. Olyan méreteket öltöttek, amelyek helyreállítását sem az önkormányzatok, sem a károsultak saját anyagi forrásaikból nem voltak képesek finanszírozni. Magyarország Kormányai a leghevesebb, legkiterjedtebb természeti csapásokat követően esetenként önkéntes támogatást nyújtottak az önkormányzatoknak, a kárt szenvedett helyi lakosok megsegítése érdekében, illetve vállalták fel annak központi irányítási feladatait. A káreseményeket követően speciális vezetési-irányítási modellként több esetben vált indokolttá helyreállítási, újjáépítési tárcaközi bizottság kialakítása.*

*Intense gales, torrential rainfalls, floods, inland waters and hailstorms, developed due to the extreme weather of the past decade, devastated in almost the entire territory of Hungary. Damages of different types and magnitude occurred in almost all the counties. They were of such severity that their rehabilitation could not be financed by the municipalities or the victims from their own resources. The governments of Hungary granted, sometimes voluntary, support and assistance to the municipalities and the local victims following the most violent and extensive natural disasters, and undertook the responsibility of centrally controlling their management. Following incidents, in many cases it has been necessary to form an interministerial committee on recovery and reconstruction as a special command and control model.*

**Kulcsszavak:** *kárenyhítés, következmények felszámolása, katasztrófavédelem ~ mitigation, elimination of consequences, disaster management*

## BEVEZETÉS

Hazánk földrajzi elhelyezkedése, jellemzői következtében az éghajlatváltozás a magyar társadalomra nézve is a nemzetgazdaságot fokozottan fenyegető, cselekvésre kényszerítő kockázat. Sokoldalú elemzések alapján az elkövetkező évtizedekben várhatóan jelentős mértékben megváltozó hőmérséklet- és csapadékviszonyok, az évszakok lehetséges eltolódása, egyes szélsőséges időjárási jelenségek erősödése és gyakoriságuk növekedése veszélyezteti természeti értékeinket, vizeinket, az élővilágot, erdőinket, a mezőgazdasági terméshozamokat, építményeinket, lakókörnyezetünket, a lakosság egészségét és életminőségét egyaránt.

A tudomány véleménye ma még megoszlik arról, hogy napjaink szélsőséges időjárási jelenségei még az átlagos ingadozások körébe tartoznak, avagy már érzékelhető jelei a Föld globális klímaváltozásának. Ettől függetlenül, amint arra a Magyar Tudományos Akadémia égisze alatt szervezett nagyszabású VAHAVA projekt tanulmányai is felhívják a figyelmet, a természeti csapások, veszélyhelyzetek megelőzésében, elhárításában felelősséggel bíró szervezeteknek időben fel kell készülniük a ma még rendkívülinek nevezhető időjárási körülmények kialakulására.[1]

A válaszokat tekintve természetszerűleg adódik, hogy a felkészülésnek ki kell terjednie a természeti csapások következményeinek felszámolására, az életfeltételek normalizálására, a helyreállítással kapcsolatos, hosszú távon is követhető egységes szabályozásra, a szabályozás következetes betartására. A terület- és településfejlesztés, a terület- és településtervezés, a településüzemeltetés és az épített környezet alakítása terén is egyre nagyobb szerepet kell, hogy kapjon a biztonság.

Csupán az elmúlt, mintegy másfél évtizedre visszatekintve, folyamatosan ismétlődő természeti csapások – elsősorban ár- és belvizek, szélviharok, heves esőzések – következtében Magyarországon több tízezer család otthona semmisült meg, vagy károsodott. A lakhatás elemi feltételeinek megteremtése – visszaállítása – gyakran meghaladta az érintettek lehetőségeit. A Kormány a leghevesebb, legkiterjedtebb természeti csapásokat követően gyakran nyújtott eseti, önkéntes támogatást az önkormányzatoknak, a kárt szenvedett helyi lakosok megsegítése érdekében. A kárenyhítés módját, a támogatás rendszerét korábban egyedi kormányhatározatok, később egyedi kormányrendeletek szabályozták.

A történelem folyamán fokozatosan, koronként és társadalmanként eltérő módon alakult ki a katasztrófák elleni védekezés állam által tudatosan szervezett és szabályozott rendszere, irányítási rendje. A katasztrófák és következményeinek megelőzése, felszámolása, a helyreállítási időszak feladatainak hármas tagoltsága mára már egységesen jelenik meg a katasztrófák elleni védekezés és a következmények felszámolása irányításának és vezetésének rendjében, különös tekintettel a normál időszakra, a katasztrófaveszély és a veszélyhelyzet állapotának feladataira.

## VISSZATEKINTÉS

### **Néhány hazai eset a közelmúltból**

#### *1999-ben a Medárd napot követő esőzés.*

1998. őszén megáradtak a folyók és 170 települést öntöttek el. A tél szokatlanul kemény és csapadékos volt, különösen az Észak-magyarországi térségben. Közel 400 településen okozott a rendkívüli időjárás hókárokat. 1999. év tavaszán ismét megáradtak a folyók, több mint 450 települést elöntve. A téli, tavaszi időjárás által okozott károk felmérését követően, az önkormányzatok 300 károsult önkormányzati ingatlan és közel 12 ezer lakóépület helyreállításához, újjáépítéséhez igényeltek támogatást. A kormány 1042/1999. (IV. 29.) határozatával a személyi tulajdonban lévő lakások kárenyhítését szolgáló támogatási formákra 1500 M Ft-ot biztosított.

1999. június közepétől július végéig újabb hatalmas esőzések zúdultak az országra. Folyók, patakok léptek ki medrükből, az átázott talaj nem bírta elnyelni a csapadékot, belvizek alakultak ki országszerte. Augusztus végén egy újabb vihar sújtotta az ország északi térségét. Az önkormányzatok 1500 önkormányzati ingatlan és közel 18 ezer lakóingatlan károsodását mérték fel és jelentették be. A költségvetés ismét a károsultak mellé állt. Ezúttal az 1999. júniusi és júliusi rendkívüli esőzés és vihar miatti védekezési költségekről és kárenyhítésről, továbbá a szükséges jogszabályok módosításáról szóló 1091/1999. (VIII. 13.) a személyi tulajdonba tartozó lakásokban keletkezett - biztosításból és egyéb módon meg nem térülő - károk enyhítését szolgáló szociális és lakáscélú támogatási formákra legfeljebb 4000 M Ft összeget biztosított. (Az összeg később a vályogfalú épületek kiszáradása miatt keletkezett másodlagos károk következtében kevésnek bizonyult.)

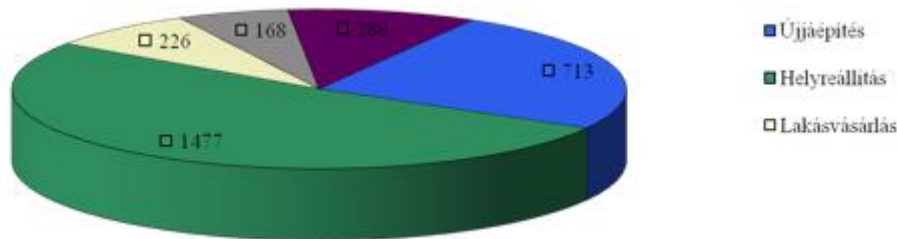
Mivel a nyári nagy esőzések idejére a tavaszi károk felszámolása alig kezdődött meg, a károk enyhítése az 1999. évi Medárd napi rendkívüli időjárást követően szervezettebb formában történt. A Helyreállítási és Újjáépítési Tárcaközi Bizottság és megyei bizottságok létrehozásáról szóló 1092/1999. (VIII. 13.) kormányhatározattal a Miniszterelnöki Hivatal, a Belügyminisztérium, a Honvédelmi Minisztérium, a Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium, a Pénzügyminisztérium, valamint a Szociális és Családügyi Minisztérium állásfoglalásra jogosult képviselőinek részvételével Helyreállítási és Újjáépítési Tárcaközi Bizottság jött létre. Bár ebben az időszakban az 1017/1970. (V. 30.) kormányhatározat – legalábbis formálisan – még hatályban volt, a kormány nem a vízügyekért felelős tárca vezetőjét, hanem a belügyminisztert hatalmazta fel a Bizottság tevékenységének felügyeletére, (de a közlekedési és vízügyi károk helyreállításának kérdéseiben a belügyminiszter jogkörét a közlekedési, hírközlési és vízügyi miniszter gyakorolta). A Bizottság feladatait az 1092/1999. (VIII. 13.) kormányhatározat részletezte. A Bizottság elnökének 1999. december 10-ei zárójelentése megállapította, hogy az előző egy év során bekövetkezett károk helyreállítása befejeződött. A tanév kezdetére valamennyi iskola, óvoda megkezdhette működését, a szociális és egészségügyi létesítmények helyreállítása a fűtési szezon kezdete előtt befejeződött, a tél előtt megoldódott valamennyi fedél nélkül maradt károsult lakhatása. A károsult állampolgárok lakhatása 100 %-ban megoldódott, többségük visszaköltözött a helyreállított otthonába, új lakást épített vagy önkormányzati bérlakásba költözhetett. Mindössze azok elhelyezése nem volt végleges, akik önként vállalták, hogy csak a következő évben fognak nagyobb építkezésbe, vagy költöznek a számukra megfelelő önkormányzati bérlakásba.

### ***Beregi helyreállítás***

2001. március 6-án Tarpánál átszakadt a megáradt Felső-Tisza gátja. A felgyülemlett víz elvezetése érdekében a 41-es számú főutat két helyen át kellett vágni. Mintegy 140 millió m<sup>3</sup> víz zúdult a beregi öblözetre. Jelentős károk keletkeztek az agráriumban, az önkormányzati és állami tulajdonba tartozó utakban, hidakban, árvízvédelmi műtárgyakban is. Az előzetes kárfelmérés közel háromezer épületre terjedt ki és 2.714 ingatlan károsodását regisztrálta: 181 épület az árvíz alatt semmisült meg, 870 ingatlan károsodott súlyosan, 1.663 épületről lehetett feltételezni, hogy helyreállítható.

A 2001. év elején kialakult árvízi katasztrófahelyzet kezelésével kapcsolatos egyes feladatokról szóló 1019/2001. (III.09.) Korm. határozattal a Kormány döntött a Helyreállítási és Újjáépítési Tárcaközi Bizottság (HÚTB) létrehozásáról. A HÚTB 2001. évben 36 alkalommal ülésezett és alkalmanként átlagosan nyolc napirendi pontot tárgyal meg. Az értekezletek állandó napirendi pontjaként szerepeltek a tárcaközi bizottság munkájával összefüggő aktuális helyzetéről; a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei HUB tevékenységéről; a megyei Közigazgatási Hivatal helyreállítással és újjáépítéssel összefüggő munkájáról; a helyreállítás és újjáépítés végrehajtásának helyzetéről szóló jelentések.

**Kimutatás**  
a 2001. évi tiszai árvíz során károsodott személyi tulajdonú lakóépületek tulajdonosainak kárenyhítési forma szerinti megoszlásáról



**1. ábra.** Kimutatás a 2001. évi tiszai árvíz során károsodott személyi tulajdonú lakóépületek tulajdonosainak kárenyhítési forma szerinti megoszlásáról

Forrás: saját szerkesztés az OKF/Szalai Erika munkája alapján

2001. március 11-én megkezdődött előbb a térség keleti régiójában, majd az árvíz vonulásával párhuzamosan a többi településen is a fertőtlenítés, az omlásveszélyes épületekből a megmaradt ingóságok kimentése, azok biztonságos tárolásának megoldása, az elhullott állatok összegyűjtése és elszállítása. A fertőzésveszély elhárítása után megkezdődött a közmű szolgáltatás visszaállítása, az összeomlott-, életveszélyes épületek elbontása, a lakosság visszatelepítése.[2]

A BM OKF főigazgatója rendelkezett a HÚTB működésével kapcsolatos feladatok végrehajtására, melynek során munkabizottságokat hozott létre meghatározott feladatokkal, az alábbiak szerint:

- Veszélyhelyzeti (Munkabizottság) Központ (VK);
- Újjáépítési Koordinációs Munkabizottság (UKM);
- Felügyeleti Munkabizottság (FMB);
- Pénzügyi Munkabizottság (PMB);
- Lakosság Elhelyezési Munkabizottság (LEMB);
- Egyházi és Műemléki Bizottság (EMB).

A kiadott intézkedés általánosságban, részleteiben, munkabizottságonkénti felbontásban tartalmazza a végrehajtandó feladatokat, a munkabizottságok tagjait. A végrehajtandó feladataik közül koncentráltan a HÚTB működéséhez szükséges döntés-előkészítési-, végrehajtási, valamint a felügyeleti-, ellenőrzési tevékenység elveit rögzíti.

A helyreállítás és újjáépítés megszervezésében és végrehajtásában elsőbbséget kapott a fedél nélkül maradt otthonhoz juttatása, a károsult lakóépületek helyreállítása. A nehézségek ellenére a 2001. évi tél beállta előtt lényegében megoldódott valamennyi fedél nélkül maradt károsult lakhatása.

### **2006. évi ár- és belvízi károk következményei**

2005. év végén, 2006. év tavaszán a csapadékos időjárás következtében mintegy kétszázötvenezer hektár területen alakult ki belvízi elöntés. Közel négyszáz fő kényszerült elhagyni életveszélyessé vált otthonát. Március végétől a legnagyobb hazai folyókon kialakult árhullám következtében, szinte példátlan módon, lényegében egyidejűleg kellett megszervezni a védekezést a Duna és a Tisza mentén. Az árvíz újabb állami, önkormányzati és magán tulajdonba, gazdálkodó szervezetek tulajdonába tartozó építményeket veszélyeztetett, károsított.

A Kormány Cselekvési Programot fogadott el a kialakult helyzet kezelésére, kormány megbízottat nevezett ki, Újjáépítési Tárcaközi Bizottságot hozott létre az újjáépítési feladatok előkészítésére, koordinálására. Kezdeményezésére az érintett megyékben megyei Újjáépítési Bizottságok alakultak. A hosszas előkészítést követően megalkotott 155/2006. (VII.



26.) Korm. rendelet, a Magyarország folyóin 2006 tavaszán kialakult rendkívüli árvíz, valamint az ország egyes területein ezen év első hónapjaiban bekövetkezett jelentős belvíz miatt keletkezett károk enyhítéséről differenciált módon rendelkezett a magántulajdonban, illetve az önkormányzati tulajdonban lévő lakóingatlanok helyreállításának elősegítéséről. Magántulajdonú ingatlanok esetében a támogatás lehetővé tette mind a károsodott lakóingatlanok helyreállítását, mind pedig a használt lakóingatlan vásárlását vagy új lakóingatlan építését. A támogatás célja volt az ár-, illetve belvíz miatt károsodott és felmért lakóingatlanokban, a káresemény időpontjában életvitelszerűen lakó, arra rászoruló károsult tulajdonos vagy haszonélvező lakhatási feltételeinek biztosítása. A támogatás figyelembe vette az ingatlan érvényes biztosítását, illetve a Wesselényi Miklós Ár- és Belvízvédelmi Kártalanítási Alappal kötött érvényes szerződést, továbbá a rendelet kötelezte a károsultat a biztosítótól származó igazolás benyújtására az önkormányzat felé.

A támogatás kiterjedhetett azokra a nem lakás céljára szolgáló lakóingatlanokra (üdülőre, nyaralóépületekre) is, amelyek építési engedéllyel épültek vagy fennmaradási engedéllyel rendelkeztek, illetve vélelmezhető volt, hogy építésük és használatbavételük megfelelt az akkor hatályos jogszabályoknak, továbbá az ingatlan tulajdonosa (haszonélvezője) az ingatlant a káreseményt megelőzően is kizárólagos jelleggel - igazoltan - életvitelszerűen lakta, lakhatása más módon nem volt megoldható, bejelentett lakcíme a nem lakás céljára szolgáló ingatlan volt. A támogatás – a biztosítási hajlam elősegítése érdekében – differenciát támogatási mértéket határozott meg a biztosított, illetve nem biztosított lakóingatlanok esetében.

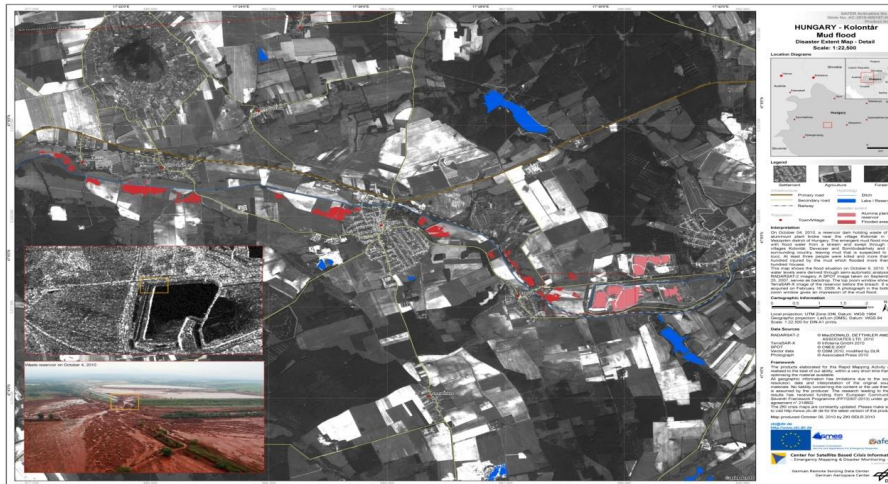
A támogatás a károsodott lakóingatlanok ár- és belvizet megelőző műszaki tartalom és komfortfokozat szerinti helyreállítását szolgálta. Használt lakóingatlan vásárlására vagy új lakóingatlan építésére kizárólag abban az esetben adott lehetőséget, ha a károsodott ingatlant igazoltan - statikai okból vagy árvízvédelmi érdek miatt - nem lehetett helyreállítani, illetve az ingatlan helyreállítása költségesebb lett volna, mint egy hasonló tulajdonságú lakóingatlan helyi forgalmi értéke.

Tekintettel arra, hogy az ár- és belvíz következtében jelentős számban károsodtak olyan lakóingatlanok is, amelyek helyreállításához a korábbi évek természeti csapásait követően az állam már nyújtott támogatást, a rendelet előírta a helyreállított (vásárolt, újjáépített) lakóingatlanra a határozatlan időtartamú lakásbiztosítási szerződés megkötését (amennyiben az korábban nem volt biztosítva).

A káronszerzés megelőzése, megakadályozása érdekében a rendelet a helyreállított, újjáépített, vásárolt ingatlanra az állam javára, - 10 évre - a támogatási összeg erejéig jelzálogjog, illetve elidegenítési- és terhelési tilalom bejegyzését írta elő. Az önkormányzatok, magánszemélyek és gazdálkodó szervezetek kedvezményes hitelt vehettek igénybe a hitelintézetektől.

### ***Vörösiszap katasztrófa***

Magyarország eddigi legnagyobb ipari katasztrófája történt, ami ökológiai katasztrófát okozott 2010. október 04-én 12.30-kor. A magántulajdonban lévő MAL Zrt. területén, a X. számú vörösiszap zagyatározó kazetta nyugati gátja kiszakadt. A gátszakadás következtében 1,7 millió köbméter vörösiszap és lúgos víz elegye elöntötte Kolontár, Devecser és Somlóvásárhely mélyebben fekvő részeit, felbecsülhetetlen gazdasági-természeti károkat és 10 ember halálát okozta. A katasztrófa következményeinek felszámolására Magyarország Kormánya határozott, szolidáris intézkedéseket hozott.[3]



**2. ábra:** Aktuális helyzet 2010. október 08.  
 Forrás: BM NK Sajtótájékoztató, 2010. október 08

A helyszíni operatív törzs mellett 2010. október 12-től a lakosságvédelem, az ingatlankárok felmérése, az újjáépítés tervezése érdekében a kinevezett kormánybiztos által megbízott lakosságvédelmi és helyreállítási-újjáépítési felügyelő is közreműködött egy munkacsoporttal, mely feladatkör november 5-től beépült a devecseri helyszínen létrehozott Újjáépítési Kormányzati Koordinációs Központ /továbbiakban: ÚKKK/ munkájába.[4]

Az ÚKKK a feladatok térségi összehangolása, a helyszíni irányítás és koordináció érdekében műveletirányító, jogi, újjáépítési és logisztikai munkacsoportot működtetett a veszélyhelyzet kihirdetésének végéig, 2011. június 30-ig. Azt követően a BM OKF főigazgatója hasonló összetételű, de kisebb létszámú Újjáépítési Katasztrófavédelmi Törzset /továbbiakban: ÚKT/ jelölt ki 2011. október 14-ig, majd azt követően a Veszprém Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság kihelyezett törzse fejezte be a helyszíni munkákat, azok elszámolását, irattározását 2011. december 31-ig.

Az új lakóház építését választó károsultak számára 13 típustervet ajánlottak fel. Akik használt ingatlant kívántak kárenyhítésként vásárolni, az ország bármely pontján választhattak eladó ingatlant. Azon károsultak, akik lakhatásukat más módon, pl. rokonoknál kívánták a továbbiakban biztosítani, kérhették a káruk készpénzben történő enyhítését. Az új épületek építése mellett, az ÚKKK irányításával a kivitelezők folyamatosan végezték a sérült lakóingatlanok bontását, melyre a hatóságokkal, az önkormányzattal, a generálkivitelezővel, a főellenőrrel az ÚKKK részletes eljárási rendet dolgozott ki. 2011. október 11-ig az elhúzódó egyedi bonyolult jogi procedúrák (hitel, adóssághfedezet, zálogjogok, a világ távoli részein, vagy ismeretlen helyen élő örökösök) ellenére is, valamennyi bontandónak minősített lakóépület elbontásra került.[5]

2010. december 8-án Kolontáron, február 10-én Devecseren kezdődtek meg az építési munkálatok a lakóparkokban. A megkötött kárenyhítési támogatások alapján összesen 112 újjépítésű ingatlan, 121 használt ingatlan vásárlására került sor és 66 készpénzes megváltást választottak a károsultak.

### **Hazai helyreállítások néhány tapasztalata**

A mintegy emberöltővel ezelőtt bekövetkezett hatalmas ár- és belvizek – amelyek közül legemlékezetesebb az 1970. évi tiszai nagy árvíz – időszakában számos jogszabály, kormányhatározat született az árvíz- és belvízkárok felméréséről, a károk rendezéséről, a lakóépületek helyreállításáról, újjáépítéséről, a szervezeti rendről.

Az árvíz- és belvízkárok felméréséről, a kártalanítás és a helyreállítás egyes kérdéseiről szóló 1017/1970. (V. 30.) kormányhatározat az árvíz és a belvíz által okozott károk felmérésével, a kártalanítással és a helyreállítási munkákkal összefüggő gazdasági és államigazgatási kérdések

megvizsgálásával, az ezekre vonatkozó állásfoglalások kialakításával, valamint a több minisztériumot, országos hatáskörű szervezet és a tanácsokat érintő feladatok összehangolásával kapcsolatos központi feladatokat a vízügyekért felelős tárcára épült Országos Vízgazdálkodási Bizottság Országos Helyreállítási Albizottsága hatáskörébe utalta.

A kormányhatározat rendelkezett arról, hogy az árvízkarok felmérésének megszervezésével, a kártalanítással és a helyreállítással kapcsolatos intézkedések kezdeményezésével és összehangolásával, illetőleg megtételével felmerülő területi feladatok ellátására az árvíz- és belvív-védekezési terület bizottság keretén belül kárfelmérési és kármegállapítási, valamint helyreállítási albizottságot kell létrehozni. A normatíva – kisebb korrekciókkal – 2001. június 30-ig volt hatályban.

Az ugyancsak hosszú ideig – 1995. végéig – hatályosult, az árvíz és a belvív által megrongált, személyi tulajdonban álló épületek helyreállításáról, illetőleg újjáépítéséről szóló 7/1969. (III. 22.) ÉVM-PM együttes rendelet, amely definiálta az árvíz, illetve a belvív által okozott épületkárokat, az ár- és belvív tényének igazolási rendjét, szabályozta az építőanyagok beszerzését, a költségek elszámolását, a nyilvántartás feladatait, meghatározta a támogatás igénybevitelével újjáépíthető lakóingatlan méretének felső határát.

A rendelet az épületkárok felmérésével, továbbá azok tényének és mértékének megállapításával, valamint a kárt szenvedett épületek állagvédelmével, helyreállításával, illetőleg újjáépítésével kapcsolatos szervezési és hatósági feladatokat az első, illetőleg másodfokú építésügyi hatósághoz telepítette. Rendelkezett a helyreállítási, újjáépítési munkák engedélyezési, műszaki tervezési, kivitelezési rendjéről, az ár- és belvívveszélyes területeken történő újjáépítés tilalmáról.

A jogszabály a tulajdonost (bérlőt, használót) kötelezte arra, hogy a helyszíni szemle megállapításai alapján haladéktalanul gondoskodjon a további épületkárok megakadályozásáról, a műszakilag szükséges állagvédelmi (aládúcolási, megtámasztási stb.), illetőleg bontási munkák elvégzéséről. Ha az épület tulajdonosa a kötelezettségét nem teljesítette, az első fokú építésügyi hatóság hatósági úton gondoskodott a szükséges állagvédelmi, illetőleg bontási munkák elvégzéséről, de ennek költségeit a tulajdonos köteles volt megtéríteni.

A szükséges műszaki tervek és költségvetés elkészítéséről, valamint a kivitelezésről elsősorban magának a károsultnak kellett gondoskodnia, az újjáépítés általában títustervek alapján történhetett. A kárt szenvedett épületek tulajdonosa visszatérítendő építési kölcsön támogatást kaphatott az Országos Takarékpénztártól a helyreállítás, újjáépítés elvégzéséhez. A kölcsön csak egy adott összeghatárig volt kamatmentes. Az adós szociális körülményei - egyedi elbírálás alapján – csak a kölcsön törlesztésének (részben, vagy egészben történő) felfüggesztésére adtak lehetőséget.

Az együttes rendelet – eltekintve a megváltozott társadalmi, gazdasági viszonyok miatt idejétmúlt, megszűnt intézményektől, normatíváktól – ma is példamutató lehet a kárfelmérés megszervezése, a rendezetlen tulajdonviszonyok figyelembe vétele, a tervezési, engedélyezési, hatósági eljárások meghatározása terén.

Az egykori kormányhatározatok, kormányrendeletek, illetve a Belügyminisztérium részéről szervezett ilyen tevékenységek alapján, a helyreállítás és újjáépítés fogalomköre természeti csapások és súlyos balesetek következményeinek felszámolását jelenti.

A helyreállítás intervalluma az elhárítás periódusával párhuzamosan kezdődő, majd az azt követő, végrehajtásra kerülő olyan intézkedések és tevékenységek időszaka, amely magában foglalja a katasztrófa vagy a rendkívüli esemény bekövetkezése előtti eredeti állapot elérését, annak megközelítését, esetleg a magasabb szintű, új beruházások érdekében végrehajtandó feladatokat.

A helyreállítás vezetés-irányítási aspektusai elsődlegesen a Kormány, valamint a belügyminiszter vezetői funkcióin keresztül jelennek meg, a döntés-előkészítés a hivatásos

katasztrófavédelmi, valamint a közigazgatás arra rendelt szereplőin keresztül valósul meg. Amikor a közigazgatási feladathoz képest a funkciókról beszélünk, akkor tulajdonképpen a feladatok nagy halmazai között meghúzódó közvetlen igazgatáspolitikai célokra és a feladatfajta jogszabály általi nevesítését, létrehozását indokoló általános állami érdekekre kérdezzük vagy mutatunk rá.[6] A vezetési funkciókon belül a döntés előkészítés, a döntési változatok kialakítása rendkívül összetett és bonyolult tevékenység.[7]

A természeti csapások, súlyos balesetek következtében fedél nélkül maradt vagy súlyosan károsodott lakóépületekben élők lakhatásának megoldását – személyi tulajdonba tartozó lakóépületek helyreállítását, új épület építését, lakás vásárlását, önkormányzati bérlakás kiutalását, idősek otthonában történő elhelyezést, stb. – a 2001. évi tiszai (beregi) árvíz, majd a 2010. évi vörösiszap tragédia kárai felszámolásának kivételével - a helyi önkormányzatok szervezték. Ennek keretében döntöttek az egyes károsultak támogatásának módjáról és mértékéről. A Kormány ehhez az önkormányzati tevékenységhez nyújtott vissza nem térítendő költségvetési támogatást. A vonatkozó kormányhatározatok alapvetően a támogatás tényét, célját, mértékét és összegét jelenítették meg, de sem feladatot, sem felkérést nem fogalmaznak meg az önkormányzatok számára, csak köszönetet a védekezési helytállásért, esetleg felkérést arra, hogy saját forrásaikkal is támogassák a károsultakat.

Kiemelten jelentősnek nevezhető a helyreállítás és újjáépítés általános jogszabályi keretének néhány évvel ezelőtt történt kialakítása. A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény (továbbiakban: Kattv.) végrehajtásáról szóló 234/2011. kormányrendelet XI. fejezetében foglalt helyreállításra és újjáépítésre vonatkozó szabályok döntéshez kötött eljárási rendet, szabályozott irányítási rendet alakítottak ki. Mindez lehetővé teszi a közpénzek felelős, költségtakarékos, valamint jogszerű felhasználását, a természeti csapások következtében a lakóingatlanokban bekövetkező károk mértékének csökkentését, a bekövetkezett károk enyhítését, az öngondoskodás különböző formájának (biztosítotttság, az épületek és a lakóköznyezetének folyamatos karbantartása) elősegítését.

A szabályozás lényegi eleme, hogy nemcsak természeti, hanem civilizációs katasztrófa következtében károsodott ingatlanok tulajdonosaira is vonatkozik. A vonatkozó rendelet ugyanakkor nem szabályozza a támogatás összegét és a jelzálogjog, ill. az elidegenítési és terhelési tilalom időtartamát. Ennek oka, hogy az állami kárenyhítés nem tartozik a polgári jog hatálya alá, így annak mértéke a Kormány eseti döntésének és a költségvetés teherbíró képességének a függvénye. Ebből következően a támogatás mértékére vonatkozó kógens szabályokat a rendeletben nem is lett volna célszerű meghatározni. Az állam által nyújtott kárenyhítési támogatás összegének meghatározásával egyidejűleg indokolt az értékarányos jelzálogjog, illetve az elidegenítési és terhelési tilalom meghatározása is. Nem támogathatóak továbbra sem a nem lakás céljára szolgáló építmények, a lakáscélú, de egyéb tulajdonban lévő építmények, bérlakásként hasznosított ingatlanok, lakhatáshoz nem szükséges helyiségek helyreállítása, magántulajdonban lévő, de nem életvitelszerűen lakott ingatlan.

Az egyik legnagyobb nehézséget jelenti az alkalmazásában az, hogy a biztosítótársaságok adatvédelmi és üzleti titoktartásra hivatkozva nem minden esetben szolgáltathatnak adatot a károsodott ingatlan után kifizetett összegekre vonatkozóan, így a károsult büntetőjogi felelősségét figyelembe vevő önbevallásán alapul a lakásbiztosításból származó összeg rögzítése. A felhasznált helyreállítás támogatás összegei között így az egyes károsultak esetében eltérések mutatkozhatnak. Nehezítheti az alkalmazást a helyreállítás kivitelezésének építési sajátosságai, a rendezetlen tulajdoni viszonyok, az ingatlan-nyilvántartásba bejegyzett és a valós állapotok közötti esetleges eltérések.

Ahhoz, hogy a Kormány a lakóingatlanokban keletkezett károk enyhítésének céljából a szükséges pénzösszeget elkülönítse, szükség van a helyreállítás várható költségeinek egzakt felmérésére. A döntés-előkészítési folyamat egyik elengedhetetlen része a kárfelmérés, amely

az egyes károsult adataitól a települési, majd a megyei összesített adatokig határozza meg a kárenyhítési eljárás további szakaszait. Az előző évek tapasztalatai is mutatták, hogy ehhez a folyamatlemhez szükség van az építészmérnökök, statikusok bevonására. A Magyar Mérnöki Kamara, valamint a megyei kamarák mérnökei szaktudásukkal támogatták a felmérés helyreállítási költségeinek meghatározását, a károk felmérését. Az épület állapotának meghatározásán túl az egyik kiemelt feladat az épületek vonatkozásában a jelenleg hatályos építési szabványok alkalmazhatóságának figyelembevétele. Ugyanakkor a kárfelmérési folyamat a hivatásos katasztrófavédelmi szervekre is többletfeladatot ró, hiszen az adatok regisztrálása, továbbítása, véglegesítése rövid határidővel kerül kialakításra és alapozza meg az döntés-előkészítés előzetes jelentésének adattartalmát. A központi szervezésű helyreállítások esetében kiemelt feladatként jelentkezhet a közbeszerzések lefolytatása, a beruházással kapcsolatos építésszervezési feladatok, a károsultak által benyújtott panaszok, beadványok kezelése a panasz eljárás lefolytatása, a karitatív szervek helyreállításhoz kapcsolat tevékenységeik koordinálása.

Az elmúlt évek gyakorlati tapasztalatait figyelembe véve az egyes helyreállítások esetében az építésigazgatási feladatokkal összefüggésben a gyorsított eljárási határidők meghatározására a kihirdetett veszélyhelyzet megállapítása ad maradéktalan lehetőséget. Az építési tevékenység megkezdéséhez és folytatásához szükséges hatósági eljárások, az építési, fennmaradási engedélyezési, használatbavételi engedélyezési, bontási eljárások lefolytatása a katasztrófa következményeinek felszámolása, a lakhatás feltételeinek kialakítása csak gyorsított eljárásokkal, rövidebb határidőkkel érhető el.

Átfogó megoldást jelent az, hogy a helyreállítások, káresemények tapasztalatait egyrészt a hatósági szabályozások érvényre juttatásában, másrészt a gyakorlati anomáliák feloldásában, a fejlesztések és beruházások valamint a vis maior támogatások harmonikus egységében szükséges érvényesíteni, így hosszabb távon a vis maior állapotok következményei tompíthatóak.

## **A KATASZTRÓFÁK ELLENI VÉDEKEZÉS IRÁNYÍTÁSÁNAK RENDJE**

A Kormány tagjainak feladat- és hatásköréről szóló 152/2014. (VI. 6.) Korm. rendelet III. fejezet 21 §10. pontjában a Kormány felelős tagjaként egyértelműen a belügyminiszter szakpolitikai feladat- és hatáskörébe utalja a katasztrófák elleni védekezést. A miniszter a katasztrófák elleni védekezésért való felelőssége keretében előkészíti a katasztrófavédelemre, a katasztrófák elleni védekezés irányítási rendszerére, a polgári védelem feladataira, szervezetére, működésére, az állampolgárok és szervezetek polgári védelmi kötelezettségére, a tűz elleni védekezéssel kapcsolatos feladatokra, az ipari balesetek megelőzésére és elhárítására, valamint az országhatáron túli hatással járó ipari balesetek nemzetközi értesítési és kölcsönös segítségnyújtási rendszerére, a honvédelmi szempontból létfontosságú rendszerelemek kivételével - a létfontosságú rendszerelemekkel kapcsolatos feladatokra vonatkozó jogszabályokat. [8] [9] [10]

A miniszter a katasztrófák elleni védekezésért való felelőssége keretében ellátja a hazai és a nemzetközi polgári válságkezelésből, katasztrófavédelmi feladatokból fakadó kormányzati és koordinációs feladatokat, biztosítja a RODOS valós idejű nukleáris baleset-elhárítási döntéstámogató rendszer, valamint a Nemzetközi Radiológiai Adatcsere Központ működési feltételeit, ellátja a NATO Felsőszintű Polgári Veszélyhelyzet Tervezési Bizottságának szerveivel való kapcsolattartást, irányítja a védelmi igazgatás - feladat- és hatáskörébe tartozó - egyes feladatainak ellátásában részt vevő szervek értesítésével összefüggő tevékenységeket, valamint gondoskodik a földtani veszélyhelyzet megelőzésével és elhárításával kapcsolatos feladatok ellátásáról. [11]

A Kormány, a katasztrófavédelem megszervezése és irányítása körében meghatározza a Kormány tagjainak és a védekezésben érintett állami szervezeteknek a katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladatait, megköti a katasztrófákkal kapcsolatos kölcsönös tájékoztatásra és segítségnyújtásra, valamint a megelőzés területén történő együttműködésre irányuló nemzetközi egyezményeket, összehangolja a katasztrófavédelemmel összefüggő oktatási, képzési, tudományos kutatási és műszaki fejlesztési tevékenységet. Létrehozza az országos katasztrófavédelmi információs rendszert, kihirdetésre előkészíti a veszélyhelyzet idején bevezetésre kerülő rendeletek tervezeteit és megküldi azokat a végrehajtásért felelős személyeknek és szervezeteknek, valamint az éves költségvetésben tervezi a hazai és a nemzetközi segítségnyújtásra fordítható előirányzat mértékét. Gondoskodik a központi költségvetési tervezés keretében a katasztrófavédelem működésének és fejlesztésének pénzügyi feltételeiről, meghatározza a nemzeti kockázatelemzési, értékelési és feltérképezési követelményeket.

A katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszternek - a honvédelemért felelős miniszter véleményének kikérését követően - kialakított javaslatára meghatározza a polgári védelmi szervezetek összlétszámát. A katasztrófák elleni védekezésért felelős miniszter útján irányítja a megyei védelmi bizottságok katasztrófavédelmi feladatainak végrehajtását. A Kormány a katasztrófavédelem irányítása során dönt a védekezéshez szükséges külföldi (nemzetközi) segítség igénybeviteléről és a külföldi állam részére történő segítségnyújtásról.

A Kormány megszervezi a katasztrófák elleni védekezés irányítását és a végrehajtás összehangolását, a tervezés kormány szintű feladatainak végrehajtását, a katasztrófák következményeinek felszámolására való felkészülés, a megelőzés, a végrehajtás és a helyreállítás feladatainak tárcák közötti koordinációját. A katasztrófavédelem irányítása a szakirányítást végző kormányzati szervek közreműködésével valósul meg.[12]

### **Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság (KKB)**

A kormány javaslattevő, véleményező, tanácsadói tevékenységet végző szervként hozza létre. Alapvetően döntés-előkészítő munkát folytat a kormány számára, illetve a vezetője útján kezdeményezi a katasztrófaveszély elhárításához szükséges nemzetközi segítségkérést, ezen felül összehangolja a hazai és külföldi szervek munkáját a védekezés idején. A Bizottság feladatairól a Katasztrófavédelmi Koordinációs Tárcaközi Bizottság létrehozásáról, valamint szervezeti és működési rendjének meghatározásáról szóló 1150/2012. (V. 15.) Korm. határozat rendelkezik.

A KKB elnöke a belügyminiszter, a KKB elnök-helyettese az elnök által kijelölt tag. A KKB tagjai a honvédelmi miniszter, a közigazgatási és igazságügyi miniszter, a külügyminiszter, a nemzetgazdasági miniszter, a nemzeti erőforrás miniszter, a nemzeti fejlesztési miniszter és a vidékfejlesztési miniszter által kijelölt állami vezető.

A KKB ülésén állandó jelleggel, tanácskozási joggal részt vesz a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság főigazgatója, az országos rendőrfőkapitány, a Honvéd Vezérkar főnöke, a KKB Tudományos Tanácsának elnöke, a KKB Nemzeti Veszélyhelyzet-kezelési Központjának (a továbbiakban: KKB NVK) vezetője, valamint a KKB adminisztratív feladatait ellátó szervezeti egység vezetője.

A KKB ülésén a KKB elnökének döntése és meghívása alapján tanácskozási joggal részt vesz a Bevándorlási és Állampolgársági Hivatal főigazgatója, a büntetés-végrehajtás országos parancsnoka, a polgári nemzetbiztonsági szolgálatok főigazgatói, a KKB NVK-vezető szakmai helyettese, a Nemzeti Közlekedési Hatóság elnöke, az Országos Atomenergia Hivatal (a továbbiakban: OAH) főigazgatója, az országos főállatorvos, az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke, az Országos Mentőszolgálat főigazgatója, az országos tisztifőorvos, a Nemzeti Adó- és Vámhivatal elnöke, a Nemzeti Környezetügyi Intézet főigazgatója, az Országos Vízügyi Főigazgatóság főigazgatója, az Országos Környezetvédelmi,



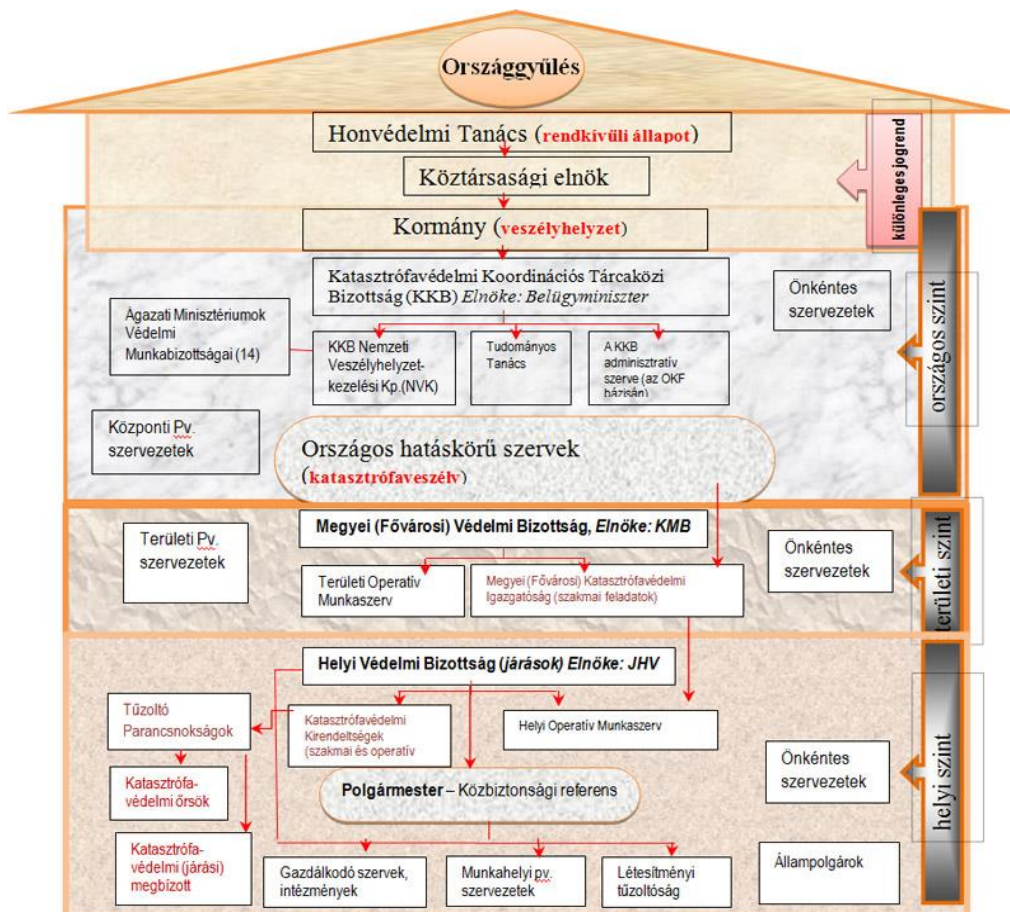
Természetvédelmi és Vízügyi Főfelügyelőség főigazgatója, valamint azon megyei, fővárosi védelmi bizottság elnöke, akit a KKB napirendjén szereplő kérdés érint. Természetesen a KKB elnöke a KKB ülésére más személyt is meghívhat. A KKB tagját akadályoztatása esetén a képviselt tárca szervezeti és működési szabályzatában kijelölt helyettese helyettesíti. A tanácskozási joggal rendelkező személyeket szervezetszerű helyettesük képviseli.

### **A központi államigazgatási szerv vezetőjének feladatai**

A központi államigazgatási szerv vezetője felelős az ágazati feladatkörébe tartozó terület katasztrófavédelmével kapcsolatos tervező, szervező, irányító tevékenységéért. Megállapítja az ágazati tevékenységgel összefüggő adatközlési, bejelentési, hatósági engedélyezési kötelezettségeket, és végzi az érvényesítésükhöz szükséges szabályozási és jogalkalmazói feladatokat, irányítja a megelőző védelmi feladatok ágazati végrehajtását. Az állami költségvetési tervezés rendszerében az államháztartásért felelős miniszter egyetértésével meghatározza az ágazati katasztrófavédelmi rendszer és szervek működéséhez szükséges pénzügyi feltételeket. A közigazgatási informatika infrastrukturális megvalósíthatóságának biztosításáért felelős miniszterrel egyeztetve végrehajtja a katasztrófavédelmi célú távközlési, informatikai, valamint ágazati mérő- és ellenőrző rendszerek egységes irányítási rendszerbe illeszkedő kialakítását és működtetését. Kijelöli az ágazat katasztrófavédelemben részt vevő szerveit és a katasztrófavédelemben bevonható gazdálkodó, valamint az önkéntesen jelentkező civil szervezetek közül az állandó együttműködésre alkalmas és a helyi részvételnél átfogóbb tevékenységre is képes szervezeteket, meghatározza a katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladataikat, jogszabály alapján intézkedik felkészítésükre és a működési feltételeik megteremtésére.

### **A megyei, fővárosi és helyi védelmi bizottság feladatai**

A megyei, a fővárosi, illetve a helyi (járások szintjén) a védelmi bizottság az illetékességi területén összehangolja a katasztrófák elleni védekezésben közreműködő szervek katasztrófavédelemmel kapcsolatos feladatainak ellátását és az arra való felkészülést. A megyei, fővárosi védelmi bizottság az illetékességi területén irányítja és összehangolja a helyi védelmi bizottságok, a főpolgármester, a megyei közgyűlési elnök, a polgármesterek katasztrófavédelmi feladatait. A megyei-, fővárosi védelmi bizottság a felkészülés érdekében összehangolja a katasztrófavédelemben érintett szervek jogszabályokban és szakmai irányelvekben meghatározott felkészülési feladatait, irányítja a polgármester védelmi felkészülési tevékenységét, irányítja a hatáskörébe tartozó katasztrófavédelmi tervező tevékenységet. Szervezi a települések (a kerületek) közötti kölcsönös segítségnyújtást, értesítést, riasztást és tájékoztatást, gondoskodik más megyékkel és a fővárossal történő együttműködés, kölcsönös segélynyújtás feltételeinek biztosításáról. Szervezi a közigazgatási szervek, a Magyar Honvédség, a rendvédelmi szervek, a Nemzeti Adó- és Vámhivatal és a civil szervezetekkel való területi szintű együttműködését, szervezi a lakosság és a védekezésben érintett szervezetek riasztásának és tájékoztatásának előkészítését és végrehajtását. Felelős a polgári védelmi kötelezettségen alapuló területi polgári védelmi szervezetek létrehozásáért és felelős a védekezéshez szükséges vezetési rendszer fenntartásáért, működőképességének biztosításáért. A megyei, fővárosi, helyi védelmi bizottságok elnökeinek, a polgármestereknek további feladatokat a kat.tv határoz meg részleteiben.



3. ábra: a katasztrófavédelem szervezeti és irányítási rendszere  
 Forrás: Dr. Muhoray Árpád

### KÁRENYHÍTÉS SZERVEZETIRÁNYÍTÁSÁNAK TÍPUSAI, SZINTJEI

A kárenyhítések irányítási szintjeit egyrészt központi szervezésben, másrészt az önkormányzatok támogatásában, harmadrészt az önkormányzatok útján megvalósuló támogatások típusai szerint lehet megkülönböztetni. Az irányítás típusának megválasztása alapvetően függ az élet- és vagyónbiztonságban keletkezett kártól és annak mértékétől, függhet a bekövetkezett káresemény típusától, intenzitásától, a károsodott terület nagyságától, az érintett károsultak számától, a rendelkezésre álló és igénybe vehető erők és eszközök arányától, illetve attól, hogy a következmények elhárítása (helyreállítás) érdekében kormányzati intézkedés vált-e szükségessé.

#### Kormánybiztos, kormány megbízott kinevezése, miniszteri biztos, tárcaközi bizottság létrehozása

A kormány – határozatával - egy minisztérium, illetve kormányhivatal feladatkörébe sem tartozó, vagy kiemelt fontosságú feladat ellátására kormánybiztost nevezhet ki. A kormánybiztos személyére a kormányzati tevékenység összehangolásáért felelős miniszter tesz javaslatot. A kinevezett miniszteri rangú személy, az adott problémakör összehangolására, esetleg konkrét kormányzati feladat megoldásának, kezelésének az irányítására jogosult. A kormány megbízottat a kormányprogram végrehajtása érdekében a miniszterelnök nevezi ki. A miniszter a feladatkörébe tartozó feladat ellátására miniszteri biztost nevezhet ki. A jogszabály-előkészítés, valamint a hatékony tárcaközi koordináció érdekében a káresemény jellemzői szerint, több esetben vált indokolttá helyreállítási, újjáépítési bizottság(ok) kialakítása.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A klímaváltozás miatt egyre gyakoribbá váló szélsőséges természeti viszonyok miatt, egyre súlyosabb károk bekövetkezésével és ennek okán egyre gyakoribb helyreállításokkal kell számolni. A helyreállítási feladatokra fel lehet és fel is kell készülni. Hazánkban a helyreállításra vonatkozó irányelvek bár elkülönült jogszabályi forrásban, de fellelhetők. Jelentősnek nevezhető előrelépés a helyreállítás és újjáépítés általános jogszabályi keretének kialakítása volt.

A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény végrehajtásáról szóló 234/2011. kormányrendelet XI. fejezetében foglalt magántulajdonra vonatkozó helyreállításra és újjáépítésre vonatkozó szabályok döntéshez kötött eljárási rendet, szabályozott irányítási rendet alakítottak ki, amely nem zárta ki az egyének felelősségét és az öngondoskodás (biztosítás, saját és egyéb források) szükségességét. A vis maior támogatás felhasználásának részletes szabályairól szóló 9/2011 (II. 15.) Korm. rendelet pedig az önkormányzati tulajdonban lévő építmények helyreállítását támogató alapként állhat rendelkezésre a folyamatos intézményi működés elősegítésére. A Kat.tv. új alapokra helyezése lehetőséget biztosított a megelőzési hatósági feladatok, valamint az ellenőrzési és felügyeleti jogkör gyakorlására, a szabályozás irányelveinek betartására, betarttatására.

A cikkben megfogalmazott természeti csapásokra a - külső, emberi beavatkozás nélkül kialakuló és lezajló, - természettudományok által vizsgált természeti jelenségek energiaváltozásainak emberre és épített környezetére gyakorolt, károkat okozó intenzitását vonatkoztattuk, amelyek nem nélkülözhetők a társadalmi hatások relációját. Az elemi csapások, a természeti katasztrófák következményeinek felszámolásai sok esetben óriási erőfeszítésekkel és anyagi ráfordításokkal is együtt járnak. A katasztrófák elleni védekezés sikere és hatékonysága alapvetően függ a logisztikai, az anyagi-, technikai biztosítás, valamint a kapcsolódó gazdasági feltételek időben és térben történő egyidejű megvalósulásától, a benne résztvevő szervezetek együttműködésétől. Az erőforrások megléte, rendelkezésre állása kulcskérdése a hatékony feladatellátásnak. A sikeres, gyors védekezés nem valósítható meg tehát megfelelő és teljes körű logisztikai támogatás nélkül, amely a helyreállítási feladatokat is tompíthatja.

A történelem valamennyi korszakában a veszélyeztető tényezők és katasztrófák előre jelezhetőségének és kiszámíthatóságának, az erre vonatkozó minél gyorsabb és pontosabb adatok továbbításának igénye megtalálható. Az előrejelzésére szolgáló technikai eszközök és azok rendszerei, az adatok elemzése, az információ tartalmának meghatározása a természeti jelenségek vonatkozásában a mai katasztrófavédelem integrált szervezetében és rendszerében sem nélkülözhetők, társadalmi szükségessége vitán felül áll, hiszen minden állampolgárnak, illetve személynek joga van arra, hogy megismerje a környezetében lévő katasztrófaveszélyt, elsajátítsa az irányadó védekezési szabályokat, továbbá joga és kötelessége, hogy közreműködjön a katasztrófavédelemben. Fontos azonban kiemelni, hogy a vis maior állapot előreláthatóságának szempontjából azonban ez teljesen irreleváns. Ennek magyarázata, hogy a természeti jelenségek vis maior állapotot hozhatnak létre, - a tudomány mai álláspontja, hogy nem maradék nélküli ennek a bekövetkezésnek a törvényszerűsége, - tehát okkal lehet rá következtetni. Ez a tézis alapozza meg a katasztrófaveszély állapot bevezetésének legfontosabb indokát. Az előre jelezhetőség, a jelenségek esetében a bekövetkezendő állapotra okszerűen utalhat, de annak bekövetkezése nem egyenes következménye az előrejelzésnek, így kizárható az a vis maior feltételei közül. Tehát az események előreláthatóságát annak következményei szempontjából érdemes vizsgálni.

## Kutatási eredmények

A feldolgozott témakörrel kapcsolatosan, a mai napig meglévő hatályos jogszabályi háttérrel áttanulmányozva, szükségesnek tartottam a katasztrófák következményeinek felszámolását illetően a hazai helyreállítás rendszerének vezetés-irányítási rendjét bemutatni.

Főbb megállapítások:

1. Jelenleg kialakult egy teljesen új és részletes szabályozás, új feladatmegosztás az állami és az önkormányzati szereplők között – a közigazgatás reformjában kialakított új szereplőkkel, a Kormányhivatalokkal, – azonban fontos leszögezni, hogy még nem volt olyan természeti csapás, amely alkalmat adott volna az új jogi és hatásköri helyzet kipróbálására.
2. Továbbra is számolhatunk természeti csapásokkal, azok egyre jelentősebb hatásaival, így az elkövetkezendő időben is keletkezhetnek olyan tömeges károk, amelyek megkövetelik, indokolttá teszik az állami szerepvállalást a tömegesen fedél nélkülivé válók elemi lakhatási feltételeinek megteremtéséhez.
3. A Kattv. és különösen az annak végrehajtására kiadott 234/2011. Korm. rendelet a korábbiaknál egyértelműbb, átláthatóbb alapot biztosít a károk enyhítésére, viszont a korrektebb szabályozás mellett ösztönözni kell az öngondoskodást, a lakosság fokozottabb felelősségvállalását is.
4. A katasztrófavédelem tevékenységi rendszerében, a katasztrófák következményeinek felszámolása során működtetett, elsődlegesen a kormányhoz és a belügyminiszterhez kötött vezetés-irányítási modellek [13] mindenre kiterjedően elégitik ki a vezetéssel szemben támasztott követelményeket.

## További kutatást igénylő területek

A tanulmány azokat a hazai irányelveket vette figyelembe, amelyek alapján kialakultak a helyreállításokra vonatkozó, jogszabály által is rögzített irányelvek, eljárások. Fontos előrelépést jelenthet a további kutatásokra vonatkozóan a legjobb nemzetközi gyakorlatok feltérképezése, főképpen az Európai Unió egyes tagországait tekintve.

## Felhasznált irodalom

- [1] Kozári László – Simon Ildikó: A globális klímaváltozással összefüggő katasztrófavédelmi szabályozási, vezetésirányítási, szervezési kérdések vizsgálata <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/170-a-globalis-klimavaltozassal-osszefuggo-katasztrofavedelmi-szabalyozasi-vezetesiranyitasi-szervezesi-kerdesek-vizsgalata.pdf>
- [2] Endrődi István: A magyar önkéntes polgári védelmi szervezetek szerepe az új katasztrófavédelmi törvény alapján, VÉDELEM ONLINE: TŰZ- ÉS KATASZTRÓFAVÉDELMI SZAKKÖNYVTÁR XIX: (5) pp. 11-14.
- [3] Muhoray Árpád: Az Újjáépítési Kormányzati Koordinációs Központ tevékenysége a vörösiszap-tragédia után. ÉPTÉSÜGYI SZEMLE 53:(KInsz) pp.8-10.(2011)
- [4] Muhoray Árpád-Papp Antal: A vörösiszap-katasztrófa elleni védekezés, a helyreállítás, újjáépítés tapasztalatai I. BELÜGYI SZEMLE (2013 2.) ISSN 1218-8956
- [5] Muhoray Árpád-Papp Antal: A vörösiszap-katasztrófa elleni védekezés, a helyreállítás, újjáépítés tapasztalatai II. BELÜGYI SZEMLE (2013 3.) ISSN 1218-8956
- [6] Patyi András: Közigazgatás – Alkotmány – Bírászkodás- Universitas-Győr 2011 ISBN 978-963-9819-60-3
- [7] Kovács Gábor: Pályakezdő Tisztek Kézikönyve, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, NKE Nonprofit Kft. ISBN: 978615 5305 15 3 Budapest, 2013. II. fejezet 4.5. 47-49.o

- [8] Kátai-Urbán Lajos: Establishment and Operation of the System for Industrial Safety within the Hungarian Disaster Management, ECOTERRA: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PROTECTION 11: (2) pp. 27-45.
- [9] Janos Bleszity, Lajos Katai-Urban, Zoltan Grosz: Disaster Management in Higher Education in Hungary, ADMINISTRATIVA UN KRIMINALA JUSTICIJA - LATVIJAS POLICIJAS AKADEMIJAS TEORETISKI PRAKTISKS ZURNALS 67: (2) pp. 66-70.
- [10] Restás Ágoston: A tűzoltásvezető döntéshozatali mechanizmusa, *Védelem*, VIII. Évfolyam 2. szám, Budapest, 2001, ISSN: 1218-2958 pp.22-27.
- [11] Schweichardt Gotthilf (szerk): A katasztrófavédelem vezetési módszertani kézikönyve NKE Szolgáltató Kft. ISBN: 9786155305795 Budapest, 2014
- [12] Endródi István: A katasztrófavédelem feladat-, és szervezet rendszere, Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem Vezető- és Továbbképzési Intézet, 91 p.
- [13] Czuprák Ottó – Kovács Gábor: Vezetés-és szervezéselmélet, Nemzeti Közszerológati és Tankönyv Kiadó Zrt., ISBN: 9786155344367 Budapest, 2013

**HEGEDŰS Hajnalka**  
[hegedus.hajnalka@uni-nke.hu](mailto:hegedus.hajnalka@uni-nke.hu)

## **A HADERŐ ÉS A HÁBORÚS KONFLIKTUSOK VÍZKÉSZLETEKET, VÍZMINŐSÉGET BEFOLYÁSOLÓ SZEREPE**

### *Absztrakt*

*Az emberiség sokféle módon avatkozik bele a környezetébe, tevékenységeivel komoly ökológiai változásokat okozva. Manapság az egyértelmű környezetszennyezésen és rongáláson, az ipari baleseteken kívül egyre több figyelmet szentelnek az egyes háborús konfliktusok környezetromboló hatásainak. A katonai műveletek, legyenek azok békebeli előkészületi mozzanatok, vagy akár konkrét fegyveres konfliktusok, környezeti katasztrófákhoz vezethetnek, még akkor is, ha nem közvetlenül ökológiai irányú hadviselést folytatnak az érintett felek. Ezek esetében a környezetvédelmi szempontokat tartják a lehető legritkábban szem előtt, főleg, ha a hadműveletek sikeréhez csak erőteljes környezetrombolással lehet eljutni. A konfliktusok esetében a cél szentesíti az eszközt, és sokkal fontosabb a siker elérése, mint az oda vezető út, illetve mindaz, ami utánuk marad. Jelen cikk célja, hogy rövid betekintést nyújtson ennek az új interdiszciplináris tudományterületnek egy szegmensére, és konkrét történelmi példákon keresztül bemutassa a haderő fenntartásának, a háborús konfliktusoknak a környezetre, és azon belül is a vízbázisokra gyakorolt hatását, külön kiemelve néhány XX. századi, hazánkat is érintő eseményt.*

*Mankind interferes with nature in various ways and our activities trigger serious ecological changes. Nowadays, in addition to the obvious environmental pollution, damage and industrial accidents, more and more attention is paid to the environmentally destructive effects of certain armed conflicts. Whether peacetime preparedness missions or actual military operations, military activities may lead to serious environmental disasters even if the parties do not conduct ecological warfare directly. Environmental factors are most often ignored, especially if the only way to success is through environmental damage. In conflicts, the end justifies the means and achieving success is more important than the way leading there and the consequences. The goal of this paper is to give a brief overview of one segment of this new interdisciplinary field of study and to illustrate the impacts of the military and armed conflicts with actual historical examples on the environment, more specifically on water reserves, with particular emphasis on some 20<sup>th</sup> century events affecting our country as well.*

**Kulcsszavak:** háborús konfliktusok, ökológiai hadviselés, környezetvédelem ~ armed conflicts, ecological warfare, environmental protection



## BEVEZETÉS

Az ember környezetformáló tevékenységei közé tartoznak a háborús konfliktusok is. A XX. századi háborúkban az egyes fegyvernemek egyre komolyabb fejlődésen mentek keresztül, és a század második felében a fegyveres küzdelmek alatt bevetésre kerültek olyan, egyébként növényzetpusztítására szolgáló vegyi anyagok is, mint például az Agent Orange vagy Blue, illetve egyéb gyomirtó szerek is, amelyek az ökológiai hadviselés alapjául szolgáltak. Ezen anyagok bevetésével szinte párhuzamosan azonban felismerték annak tényét is, hogy a háborúk nem csak emberéletekben és anyagi javakban okozhatnak kárt, hanem súlyos környezeti katasztrófákhoz vezethetnek, amelyek alapvető kihatással vannak a társadalom minden szegmensére. Az emberek egyre növekvő környezettudatossága felvet jó néhány olyan kérdést is, amelyek korábban nem számítottak, vagy éppen sajátos mivoltuk miatt az átlagemberek nem szembesültek vele. Azonban a változó politikai környezet, az új szemléletmód megköveteli, hogy nyilvánosságra kerüljenek olyan korábban eltitkolt tények, amelyek addig hozzáférhetetlenek voltak nemzetbiztonsági érdekek miatt, és amelyek a katonai létesítmények vagy az egyes háborús konfliktusok környezet- és egészségromboló hatásairól árulkodnak. Ráadásul a modern hadviselés nem csak a felhasznált anyagokkal terheli mind jobban a környezetet, hanem a konfliktusok méretével is, mert mind földön, mind vízen és a légtérben elképesztő méretű területekre van szükségük.

A hadviselő felekben is tudatosult az, hogy mennyire fontos integrálni az egyes ökológiai szempontokat a katonai rendszerekbe, még akkor is, ha az egyes hadműveleteknél nem a környezetvédelmi szempontok érvényesülése az elsődleges. Hiszen tevékenységükkel sokszor annak a területnek a környezetét teszik tönkre, amit meg kell védeniük. A hadviselés ökológiája új tudományterület, amely a hadviselés és a bioszférában végbemenő változások ok-okozati összefüggéseit vizsgálja, a háborúk előkészítési fázisától a háborúk és a fegyveres küzdelem időszakáig, illetve a háború utáni helyreállítás és a békébe való átmenet időszakában.

A XX. század egyik legnagyobb és leghosszabb konfliktusának, a Hidegháborúnak a megszűnésével, a leszereléssel, az egyes egyezmények aláírásával a haderőknek csökkenteniük kellett igényeiket, ugyanakkor a fegyverek technikai fejlesztése és tesztelése békeidőszakban sem állt le, sőt növekedett. 2005-ös adatok szerint az Amerikai Egyesült Államokban például 1980-90 között a Pentagon alá tartozó támaszpontok több veszélyes hulladékot termeltek, mint az USA öt legnagyobb vegyi gyára együttesen. Majd 100 támaszpont annyira szennyezett már, hogy felkerült az EPA (az USA Környezetvédelmi Ügynöksége) elsőbbségi listájára. [1]

## A HÁBORÚS KONFLIKTUSOK HATÁSAI

A XX. század végére kiderült, hogy az egyes országok hadseregei a legnagyobb környezetszennyezőknek számítanak a világon. Az elmúlt évtizedek háborús konfliktusai bebizonyították, mekkora környezetrombolással jár a modernkori hadviselés. Elmondható ugyanakkor az is, hogy azon nemzetek, akik ugyan nem vívnak háborút, de fenntartanak egy állandó hadsereget, már békeidőszakban, az általános kiképzési és felkészülési időszakban is környezetszennyező tevékenységet folytatnak. A terep- és lögyakorlatok, a fejlesztési folyamatok során a fegyvertesztek, de akár a katonai létesítmények, a hozzájuk tartozó infrastruktúra kiépítése is negatív hatással van a környezetre, a természetes élőhelyekre. Nem csak a háborús konfliktus ideje alatt, de már az előkészületei során is óriási mennyiségű mérgező anyag, veszélyes vagy radioaktív hulladék terheli a környezetet, a talajt, a vizet, a levegőt és az ott élőket. Amikor ráadásul egy háborúban vegyi vagy biológiai hadviselésre kerül sor, senki nem tartja szem előtt, hogy a „kezelt” célterület a termőföldekkel, a hozzájuk tartozó talajjal és vízbázisokkal milyen mértékben szennyeződik vagy fertőződik, hanem a hangsúlyt

arra fektetik, hogy az ellenséggel ily módon tudnak a legkönnyebben leszámolni. Így az ottani területek eszköznek számítanak csak. [2]

## A LEGFONTOSABB KÖRNYEZETKÁROSÍTÓ HATÁSOK

A *fehér foszfor* hevesen és gyorsan ég, ezáltal könnyen lángra lobbanthatja a ruházatot, üzemanyagot, lőszeret és egyéb éghető anyagokat. Már a vietnámi háborúban is bevetették, onnan ered a Willie Pete elnevezés; a katonai szakzsargon ezt a szót használta a white phosphorus rövidítése (WP) alapján. Ha közvetlenül érintkezik az élő szervezettel súlyos égési sérüléseket és halált is okozhat. A fehér foszfor direkt pusztító hatása mellett az érintett területek vízi élővilágát is pusztítja, és a vizeket megmérgezi. Amellett, hogy a foszfor nagyobb dózisban halálos az élőlényekre, kis mennyiségben, különféle vegyületek formájában pedig az élővizekben található kék és zöld algák elszaporodását okozza, amely a felszíni vizek *eutrofizációjához* vezet, és indirekt módon halpusztulást okoz.

A felrobbant és fel nem robbant lőszeres többek között a talaj és a talajvíz *nehézfém-szennyezését* okozhatják. A volt lőterek, gyakorlóterek feltérképezésekor a felrobbant töltetek fémmaradványai mellett többnyire higany-, ólom-, réz-, valamint szegényített uránmaradványokat (depleted uranium) és egyéb anyagokat találtak. A fegyverekkel kapcsolatos mérgezőanyagokat többnyire ki tudják mutatni a talajvízből, és sokszor a közelben található vízi élővilág egyedeiből is. A nehézfémekkel szennyezett ivóvíz roncsolja a sejtek fehérjéit, gátolja az anyagcserét. Amellett, hogy a direkt szennyeződött ivóvízzel bekerülhet a szervezetbe, a táplálékláncon keresztül, élelmiszer formájában is eljuthat az emberhez.

A környezetre negatív hatással nem csak a kijuttatott vegyi anyagok lehetnek, hanem az emberi tevékenység, például a taposás, vagy a nagy tömegű harcjárművekkel végzett vezetési gyakorlatok károsító hatásai is. Ezek nem egyszer *talajerózióhoz* vagy éppen *talajtömörödéshez* vezetnek. Az erodált területeken a talajképződési folyamatok során kialakult termőtalaj elvékonyodik, vagy teljesen el is tűnik, ami által a talaj szűrő- és védőfunkciója megszűnik, a vízbázisok könnyebben szennyeződnek. [5] A tömörödött talajba a víz nehezebben jut be, elfolyás léphet fel, a talajvíz, illetve egyéb vízbázisok felszíni utánpótlódása nem biztosított, a talaj levegőzöttségében is zavar keletkezhet.

A *nukleáris fegyverek* tesztelése, használata komoly környezetkárosítást okoz, és ezek nem csak lokálisan szennyeznek, hanem több száz, ezer kilométernyi távolságban kimutathatóak a növényekben, a fák évgyűrűiben, az állatokban, óceáni üledékben, sőt, a sarkkörüi jégben is (igaz, ezek háborús konfliktusoktól függetlenül is ugyanezen hatást fejtik ki). S míg a legtöbb egyéb szennyezés hatásai viszonylag behatárolható időn belül semlegesíthetőek, addig egyes radioaktív anyagok több ezer évig feleződnek. Egy kobaltbomba például a robbanás helyszínét tartósan lakhatatlanná tehetné, ahogy a tórium bomlási sorának izotópjai is hosszú korokon keresztül megmaradhatnak mértékadó szennyezőként a környezetben. Az atomfegyverek mellett a radioaktív hulladékok jelentenek még komoly problémát. E helyen kell megemlíteni a szegényített urán alkalmazását is. A szegényített urán nagy mennyiségben, relatíve olcsón áll rendelkezésre, és megnöveli a lövedékek áthatoló erejét, és a legmodernebb kompozit acél-kevlár páncélon is képes áthatolni. [6] A szegényített urán sugárhatása minimális, a természetes háttérsugárzás töredéke. Használatának veszélyes mivolta abban gyökeredzik, hogy a szétszóródott urán a becsapódás során oxidálódik, azaz a fémuránból valamilyen urán-oxidá –  $UO_2$ ,  $UO_3$ ,  $U_3O_8$  – alakul. A részecskeméret miatt könnyen belélegezhetőek, illetve mert ezek az oxidok vízben nem oldódnak, növényekben és állatokban kiülepedve, azok elfogyasztásával bekerülnek az emberi szervezetbe. S bár ezek nagyobb része a vizelettel eltávozik, 10-15 %-uk a vesében és a májban lerakódik, és olyan elváltozásokat okozhatnak az emberi testben, mint a

többi nehézfém. Az Öböl-háborúban és a balkáni konfliktusban előszeretettel használták ezeket a lövedékeket.

A vietnámi háború során bevetett Agent Orange és egyéb *herbicidek* a faállomány jelentős részét kipusztították. A növényi vegetáció olyan károkat szenvedett, hogy sok helyütt mára sem tudott az erdők nagy része rehabilitálódni. A vietnámi háború majd 10 éve alatt az amerikaiak kb. 2,5 millió hektár esőerdő lombkoronáját semmisítették meg a vietkongok álcáinak felfedésére. Az Agent Orange és az Agent White a kétszikű növények, míg az Agent Blue az egyszikűek ellen volt hatásos. A vegyületeket ráadásul gázolajjal vagy kerozinnal hígították. Ezáltal az erdők 10%-át, a mocsárerdők mintegy 36%-át teljesen elpusztították. Amellett, hogy ezek a szerek az erdők lombzatát elpusztították, egyéb hatással is rendelkeztek, még ha azok csak jóval később jelentkeztek is. A keverékekben karcinogén, mutagén és teratogén hatású *dioxin* is található. Azon felül, hogy a dioxinfélék komoly fejlődési rendellenességeket okoztak, a talajba és a vízbe is beszívódtak, megmérgezve ezzel a természetett növényeket és állatokat, az ivóvízbázisokat, maradandó egészségkárosodást okozva ezzel. A dioxinok zsírban oldódó vegyületek, amelyeknek a víz tökéletes transzportközege, és a táplálkozással, különösen hal, hús- és tejtermékekkel jutnak a szervezetbe, ahol viszont a zsírszövetekben felhalmozódnak, onnan nem ürülnek. Szakemberek véleménye szerint a természet rehabilitálódásához, a talaj és a vízbázisok mentesítéséhez legalább egy évszázadnak kell eltelnie. [7]

Az első Öböl-háború idején számos *olajkutat* borítottak lángba, szintén komoly környezetkárosítást okozva. A levegő szennyezése mellett majd 40 km<sup>2</sup> talajt fedett olaj, amely a homokkal és a korommal keveredve aszfaltszerű anyagot képezett a földfelszínen. Ez az érintett területeket olyan mértékben károsította, hogy az ország azon része lakhatatlanná vált. Az olaj nem csak a szárazföldet érintette, hanem tengerbe is befolyt, károsítva azzal a vízi élőhelyeket. [8] Az olaj vízben nem oldódik, összefüggő réteget alkot a víz felszínén. Ezzel meggátolja a napsugarak behatolását, a vízfelszín levegőzését. Mivel fény és oxigén hiányában a víz alatt igen gyors pusztulás következik be, romlik a víz minősége. Másodlagos vonzata, hogy az olajos szárnyú madarak nem tudnak elrepülni, élelmet szerezni, és a tetemek szintén szennyező hatással vannak. Emellett az olajtüzeknél jelentős mennyiségű policiklusos aromás szénhidrogén került a környezetbe. Ezek a szénhidrogének az angol „Polycyclic Aromatic Hydrocarbons” szóból eredően a „PAH” elnevezést kapták. Ebbe a csoportba legalább 100 különböző vegyület tartozik. Legtöbbjük már önmagában is karcinogén hatású, de összességében elmondható róluk, hogy mérgezőek a vízi szervezetekre, a vízi környezetben hosszan tartó károsodást okozhatnak (ld.: R mondatuk: R50/53.). [9]

A délszláv háborúban a NATO szerbiai légitámadásainak célja az ellenséges csapatok mozgásának megbénítása érdekében az üzemanyagraktárak megsemmisítése volt. A felrobbant raktárakból, vegyi üzemekből, erőművekből hatalmas mennyiségű szénhidrogén került a talajba és a vizekbe, nem csak helyi szintű problémákat okozva, hanem közvetve érintve több délkelet-európai országot. A Pancevo mellett található olajfinomító bombázásakor az üzem, hogy megelőzzön egy esetleges robbanást, közvetlen a Dunába engedett hatalmas mennyiségű mérgező oldatot, többek között 800 tonna 33%-os sósavoldatot, 1.000 tonna nátrium-hidroxidot, 3.000 tonna egyéb lúgot, emellett higanyt tartalmazó vegyületet is. Ugyanezen konfliktus hatására megközelítőleg 200 tonna ammónia oldatot is a Dunába eresztettek egyéb üzemekből. [10]

## MAGYARORSZÁGI TAPASZTALATOK

A már korábban is említett nemzetbiztonsági és politikai érdekek, valamint a kevésbé környezettudatos szemléletmód miatt nem volt lehetőség arra, hogy betekintést nyerjünk például a hazánkban a '80-as évek végéig állomásozó szovjet hadsereg által okozott károkból, környezetszennyezésekbe (nem feledve, hogy a Magyar Néphadsereg fenntartása, üzemeltetése a szövetséges rendszeren belül szintén rendelkezett a maga környezetkárosító hatásaival). A rendszerváltozást követő barnamezős beruházások következtében sok ilyen szennyezés azonban nyilvánosságra került. Barnamezősnek nevezzük azt a területet, amelyet korábban ipari, bizonyos kereskedelmi vagy éppen katonai célokra használtak, és amelyet akár veszélyes hulladékkal vagy más egyéb szennyezéssel terheltek. [11] A területek újra-hasznosítása a terület megtisztítása, vegyi mentesítése után lehetséges. A barnamezős területek egy speciális szegmensét jelentik a volt szovjet laktanyák, repterek, lőterek és egyéb bázisok is.

A rendszerváltozást megelőző utolsó években Magyarországon kb. 50.000 szovjet katonai állomásozott [12]. A szovjetek itt tartózkodásuk során nem csak épületeket, hanem erdőket és legelőket, kaszálókat, szántókat is igénybe vettek gyakorló- és lőterek céljára. [13] A kivonáskori információk alapján csak laktanya funkcióban 9.500 hektárnyi területről beszélhetünk 19 laktanya esetében. Funkcióikat tekintve elég sokrétű felhasználási típusú ingatlanokkal találkozhatunk. A raktárbázisoktól (élelmiszer-, lőszer-, üzemanyagraktár) a technikai épületeken keresztül a mindennapos életet kiszolgáló intézményrendszeren (óvoda, iskola, könyvtár, kórház, sportpálya, sertéshizlalda, etc.) át a laktanyáig, rádióállomásokig minden típusú ingatlan megtalálható a volt szovjet laktanyák területein.

Jóllehet a kivonásoknál az átadás-átvételt felügyelő magyar fél összeírta a környezetben okozott károkat, és ragaszkodtak azok felszámolásához (akkori értéken a tájrombolás, az épített és természetes környezetben okozott szennyezések értékét 60 milliárd forintra becsülték [14]), a két oldal egymással szemben támasztott követeléseivel kapcsolatos egyeztetések nyomán végül a szovjetek semmit nem fizettek ebből az összegből. A magyar kormány 340 helységben 171 helyőrséget, 6.000 épületet és 46.000 hektárnyi területet ítélt szennyezettnek. [15]

Az állapotfelmérések kimutatták, hogy a volt szovjet katonai objektumokban a biztonsági és technológiai előírásokat csak minimálisan tartották be, illetve nem egy esetben totálisan mellőzték. A háztartási és egyéb hulladékokat szakszerűtlenül helyezték le, sokszor egyszerűen elrejtették. Az egyes üzemekben a szakszerűtlen üzemanyagfejtésre visszavezethető veszteségek, a talajba süllyesztett, karban nem tartott tartályok meghibásodása, kilyukadása miatt, valamint egyéb vegyi anyagok – pl. akkumulátorsav, etc. környezetbe kerülése miatt súlyos környezetszennyezés történt. Emellett a lögyakorlatok jelentős tájrombolást, illetve talajerodálást okoztak a bombagödrökkel, valamint a letaposással.

A volt szovjet katonai létesítmények területén az alábbi szennyezéseket találták [16]:

- szénhidrogén szennyezés, mindenképp kerozin, gázolaj és fűtőolaj által. Ezek egyaránt szennyezték a talajt és a talajvizet;
- szintén talaj- és talajvízszennyezést okozott a szennyvíz és a szennyvíziszap nem megfelelő kezelése, illetve kezeletlenül való elszikkasztása;
- lőtereken, valamint a javítóműhelyek környezetében nehézfém szennyezés;
- építési, kommunális és egyéb veszélyes hulladékok.

A laktanyáknál és egyéb épített környezetű felhasználási módoknál megemlítendő az igen magas arányú betonozott felület, amely komoly hőreflexiót okoz, de miattuk a csapadékvíz is nehezen tud a talajba jutni, és mindezek következtében úgynevezett „városi sivatagok” alakultak ki. A jelenség azonban az építetlen területekre is jellemző, ahol a talajhasználat miatt a termőtalaj eltűnik, és az elsivatagodás következtében a talajvízszint 3-5 métert is csökkenhet, a felszíni vízbázisok eltűnnek.

Ezek a területeken található talajszennyezettségre jellemző, hogy lokális keletkezések, de mert a csapadékkal a befogókön és a felső talajrétegen keresztül a talajvízbe, illetve a felszíni vizekbe kerülnek, viszonylag könnyen elszennyezhetik a környező területeket is. Külön megemlítendőek például azon katonai bázisok, amelyek a Balaton-felvidéken, Veszprém megyében találhatóak. Veszprém vízbázisai, valamint azok utánpótlódási területei nagyrészt fedetlen, nyílt karsztos területeken vannak, ahol könnyen elszennyeződhetnek, hiszen kevés a talajréteg, ami szűrő funkciót töltene be, a karsztos anyakőzet pedig alig rendelkezik adszorpciós tulajdonságokkal, így a szennyeződések szinte közvetlenül a karsztvízbázisba jutnak, jutottak. Vízművelési szempontból fontos a Balaton közelsége is.

Már az objektumok átvételekor, de később a felderítési és kármentesítési vizsgálatok során nem egyszer találtak olyan területeket, ahol szeméthalmokat földdel leterítve próbálták az okozott károkat elfedni. A tűzszerész felderítések után bekövetkezett vegyvédelmi felderítést sok esetben segítették azok a bejelentések is, amelyek alapján a felderítő alakulatok az egyes objektumok környezetét átvizsgálva mérgező, azonosíthatatlan vegyi anyagokra, kórházi fiolákra, laborfelszerelésekre és egyéb veszélyes hulladékokra bukkantak az objektumokon kívül eső területeken. A Környezetvédelmi Minisztérium megbízásából tevékenykedő cégek szinte kivétel nélkül arra a megállapításra jutottak, hogy súlyos környezetkárosodás lépett fel a lőtereken és azok környékén. Ezek nem csak a robbantásokra, a szétszóródott robbanótestekre, lőszerre és maradványokra vezethetők vissza, hanem például a lögyakorlatok miatt fellépő erdőtüzekre is, amelyek elpusztították a vegetációt, azáltal szintén a növényzet és a felszín szűrő funkciójának elvesztéséhez vezettek. Komoly fejtörést okozott az a tény is, hogy bár sokhelyütt nem találtak sem szennyvíziszapot, sem veszélyes hulladékot, ugyanakkor semmiféle feljegyzés nincs arról, hogy azokat a szovjetek hova szállították, hol helyezték el. *A szennyvíziszap tekintetében a szovjet fél nem létező szerződésekre hivatkozott, ezért feltehető, hogy az iszapot egyszerűen kiengedték a környező földekre, kutakba.* [16]

A sármelléki reptér környékén szintén a talajba helyezett tartályok okoztak problémát. Mivel a kerozin már a település kútjait is elérte és azok vizét beszennyezte, valószínűsíthető, hogy a szivárgó tartályok mellett kifejezetten nagy mennyiség került a talajba kiöntéssel. Ilyen jelenség volt tapasztalható Tököl<sup>1</sup> és Kunmadaras reptereinek környékén is. Tököl elsődlegesen vadászgépek használták, mind éjszaka, mind nappal, de néha szállítórepülő és helikopterek is növelték a forgalmat. A település a Csepel szigeten található, Budapest agglomerációjához tartozik, a Ráckevei kistérségben terül el, közvetlen a Duna mellett. A talajba került kerozin itt is elérte a környező települések ivóvízkútjait, és valószínűleg a Dunát - ezáltal a délebbi, parti szűrésű vízbázisokat is.

## POZITÍVUMOK

Az egyes háborús konfliktusoknak meglehetnek a maguk pozitív hozadékai is. Az egyik ilyen, hazánkat is érintő pozitívum az úgynevezett Zöld Öv (Green Belt/Grünes Band). A Zöld Öv Európa hidegháborús osztottságának következményeként jött létre. A Jeges-tengertől egészen a Fekete-tengerig húzódó, majd 8500 km hosszú volt Vasfüggöny határsávjáról beszélünk, amely a keleti és nyugati blokkhoz tartozó országokat egymástól elválasztotta.

---

<sup>1</sup> Tökölön a vízkivételi művek közelsége miatt a 2000-es évek első felében átfogó talajremediációt hajtottak végre a vízbázisok védelme érdekében.



**1.ábra:** Az európai Zöld Öv

Forrás: <http://www.europeangreenbelt.org/>, letöltve: 2015. január 15.

Ez a falakkal, szögesdróttal és őrtornyokkal körülhatárolt terület a maga hol 50 m, hol 200 m széles vonalával az osztottság időszakában szinte 40 évig érintetlen maradt, és megközelítőleg 1200 állat- és növényfajnak jelentett menetsvázat. Az egész Európát érintő politikai változásokat követően a szögesdrótrendszerek, vasbeton falak lebontása után relatív rövid időn belül tapasztalták a határsáv flórájának, faunájának különleges mivoltát, és viszonylag gyorsan kiépült a védelem rendszere, még azelőtt, hogy az érintett országok idejekorán és túlzott mértékben „beavatkozhattak” volna a természet rendjébe. Hiszen természetes, hogy a korábban egymástól elválasztott települések ismét kiépítik egymás között az útrendszereiket, közlekedési kapcsolataikat, az erdőirtással nem állnak meg a határsávnál, művelésbe veszik az ottani területeket, stb., ami durva beavatkozással jár az elmúlt 40 évben érintetlen területek rendjébe. A Zöld Öv felügyeletét a Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) koordinálja, és a könnyebb koordinálhatóság érdekében ezt a majd 10.000 km<sup>2</sup>-nyi területet három szakaszra tagolták. A fennoskandináv részhez tartoznak: Norvégia, Finnország, Oroszország, Észtország, Lettország, Litvánia, a közép-európai szakaszba tartoznak: Németország, Csehország, Szlovákia, Ausztria, Magyarország, Szlovénia, Olaszország, Horvátország, Lengyelország, és a balkáni régiót Szerbia, Montenegró, Macedónia, Románia, Bulgária, Albánia, Koszovó, Görögország, Törökország alkotja.

A fennoskandináv szakasz jelentőségét az adja, hogy az utolsó eredeti formában fennmaradt eurázsiai-boreális erdők találhatóak a területén olyan vizes élőhelyeket alkotva, ahol kifejezetten magas a biodiverzitás, amelyet a tengerparti szakaszok tovább gazdagítanak. A közép-európai szakasz lényegében egy intenzív talajhasznosítású kultúrtájat szel ketté, amely elsődlegesen vörös listás<sup>2</sup> állat- és növényfajok menedékének számít. A balkáni szakasz különböző tájfeléket integrál magába a legkülönbözőbb tengerszint feletti magasságokkal, de szintén igen fajgazdag vizes élőhelyeket kapcsol össze, amelyek közül az egyik legfontosabb a Duna deltája és annak környezete.

A Zöld Övön belül több védelmi projekt kerül megvalósításra. Az egyik ilyen a természetes vizeket és vizes élőhelyeket érinti. Mivel az országok között sok esetben folyók, patakok (illetve azok középvonala) jelentették a határt, így a Vasfüggöny is ezek mentén futott végig.

<sup>2</sup> A Vörös lista a kihalással fenyegetett fajok listája (Red List of Threatened Species), amelyet a Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) hozott létre 1948-ban, és ez az élőlények legátfogóbb leltára.



Bár a nagyobb folyamatok már szabályozottak voltak korábban is, a majd 40 éves érintetlenség többek között egyes partszakaszok renaturációját vonta maga után.

A Zöld Övön belül található vizes területek a természetet megközelítő állapotban vannak, nagyon jó vízminőség jellemzi őket, tipikus faj- és életközösségekkel. Jelentőségüket már az osztottság időszakában is felfedezték, hiszen nem egy ilyen terület és környéke már a '80-as évekre természetvédelmi területté lett kijelölve. Ilyen például a Fertő-tó vidéke, amely már '70-es években mind a magyar, mind az osztrák oldalon tájvédelmi besorolást nyert, 1979-től pedig az UNESCO MAB<sup>3</sup> programja keretében Bioszféra Rezervátummá nyilvánították. 1989-től a Ramsari egyezmény<sup>4</sup> alapján bekerült a nemzetközi jelentőségű vízi élőhelyei közé, majd 2001-ben „kultúrtáj” kategóriában a VILÁGÖRÖKSÉG része lett. [17] A folyóvizek alakja is az eredetit közelíti meg, a víz dinamikája szintén természetes közeli. Amellett, hogy a folyók partszakasza szintén a természetet megközelítő állapotban vannak, a környék használt területei és a folyóvíz között olyan széles szűrősávval is rendelkeznek, mint fás-bokros területek, nedves-bozótosok, valamint különféle fás csoportosulások. Egyes folyók holtágai is jellemzően megtalálhatóak itt és különös védelmet élveznek. Kisebb-nagyobb tavak is találhatóak a Zöld Övön belül. Az itt található állóvizekre is a természetes állapothoz hasonló úszó-, alj- és parti növényzet (nádas, ártéri erdő) jellemző. A nedves zöldterületek 3 % felett találhatóak a Zöld Övben, sásas, mocsaras területek is 2 % felett vannak. [18]

## KONKLÚZIÓ

Mivel ez a kutatási terület viszonylag újnak számít, sok még a feltáratlan fehér folt, és igen nehéz az ökológia és a hadviselés kapcsolatát jellemezni. Szakirodalma csekély, nemzetközi adatbázis szintén kevés van ezzel kapcsolatban. Az adatbázisok létrehozását gátolja és nehezíti, hogy az egyes érintett felek, akár csak fejlesztenek, fegyverkeznek, vagy konkrétan hadat viselnek másokkal, kevésbé érdekeltek a környezetvédelemben, főleg akkor, ha a hadműveletek sikerességéhez éppen a környezet rombolásával juthatnak el. Ugyanakkor egyes konkrét háborús konfliktusok óta eltelt idő tapasztalatai alapján felismerték már az ökológiai hadviselés jelentőségét. Hiszen a vietnámi háború óta is eltelt lassan egy fél évszázad, és még mindig érezhető az akkor bevetett gyomirtó szerek hatása, mind a környezeten, mind az embereken. Ugyanez vonatkozik hazánkra is. Az elmúlt 25 év alatt sem sikerült mindenhol rehabilitálni a Hidegháborús károk következményeit. Jóllehet hazánk, illetve a korábbi keleti blokk államainak esetében a számos negatívum mellett még pozitívumokról is beszélhetünk.

Viszont az ökológiai hadviselés jelentőségét viszonylag hamar felismerték, hiszen 1992-ben, a számos állam által is elfogadott Riói Nyilatkozat 24. elve kimondja: *"A hadviselés eredendően pusztító hatással van a környezetre. Ezért az államok a fegyveres összetűzések idején tiszteletben fogják tartani a környezet védelméről rendelkező nemzetközi jogot és szükség szerint együtt fognak működni e jog továbbfejlesztésében."*

Jelen cikk az összegyűjtött példákön, az itt bemutatott eseményeken keresztül egyértelműen rámutat arra, hogy amennyiben a jövő nemzedékeinek számára élhető és fenntartható világot akarunk örökül hagyni, az esetleges fegyveres konfliktusokban, de a békeidejű fegyverfelkészülés idején is jobban kell figyelni a környezet védelmére, illetve több pénzt kell fektetni a leszerelésre, a békés megoldásokra, valamint a háborús konfliktusokat követő helyreállítási programokra. A bemutatott esetleírások tükrében egyértelműen számolhatunk azzal is, hogy a már több évtizede lezajlott, és régóta le is zárult konfliktusok mind a mai napig

<sup>3</sup> Az UNESCO Man and Biosphere / Ember és bioszféra / programja, a bioszféra rezervátumok létrehozására.

<sup>4</sup> „Egyezmény a nemzetközi jelentőségű vizes területekről, különösen, mint a vízmadarak tartózkodási helyéről”, egy 1971. február 2-án az iráni Ramsar városában megkötött nemzetközi szerződés a nemzetközi jelentőségű vizes élőhelyekkel kapcsolatban. Az egyezmény 1975-től hatályos, és azóta 123 ország csatlakozott hozzá.

hatással lehetnek – és vannak is – vizeink, vízbázisaink minőségére. Minden környezetünket érő szennyezés idővel eléri a vízbázisokat és a termőterületeket, hiszen a felszín alatti vizek áramlása az eredeti szennyezés helyétől akár több száz km-nyi távolságra is elterelheti azokat, a jövőben új helyen, újszerű szennyeződések okozva ezzel. A bemutatott esetek akár alapot is nyújthatnak az egyes konfliktusokban bevethető anyagok palettájának szűkítésére, a jövőbeli szabályozások átgondolására. A béke és szabadság megőrzése nem mehet környezetünk kárára.

## Felhasznált Irodalom

- [1] Hadseregek és a környezet, Föld Napja Alapítvány, forrás: [http://www.fna.hu/sites/default/files/Hadseregek\\_es\\_a\\_kornyezet.pdf](http://www.fna.hu/sites/default/files/Hadseregek_es_a_kornyezet.pdf), letöltve: 2015. január 15.
- [2] Padányi József, Földi László: Environmental responsibilities of the military, soldiers have to be „Greener Berets”. Economics and Management, Published by the University of Defence in Brno, VIII. évf. 2. Szám, pp. 48-56. ISSN 1802-3975, Online: [http://www.unob.cz/eam/Documents/Archiv/EaM\\_2\\_2014/Padynyi\\_Foldi.pdf](http://www.unob.cz/eam/Documents/Archiv/EaM_2_2014/Padynyi_Foldi.pdf), letöltve: 2016. január 30.
- [3] Paul Reynolds: White Phosphorus: weapon on the edge. BBC News, 2005. Online: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/4442988.stm>, letöltve: 2015. február 6.
- [4] Phosphorus, United States Environmental Agency, EPA, Online: <http://www.epa.gov/airtoxics/hlthef/whitepho.html>, letöltve: 2015. szeptember 15.
- [5] Prof. Tamás János, Agrárium és környezetgazdálkodás, Mezőgazda kiadó (2008) p.83.
- [6] Dr. Aszódi Attila: A szegényített urán lövedékek működése és hatása Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technikai Intézet, Budapest, 2001. forrás: <http://www.jm.bme.hu/archiv/aktual/uranhatasai.html>, letöltve: 2015. január 27.
- [7] Gönczy Gergely: A vietnámi háború folyamán elszennyezett kártételek ökológiai eredetű vonatkozásai, *Economica – a Szolnoki Főiskola Tudományos Közleményei*, VIII. Új Évfolyam 3. szám, ISSN 1585-6216, pp.115-121
- [8] Jeffrey Pollack: Oil Spill: After the Deluge, Duke Magazine, 2003. Online: <http://www.dukemagazine.duke.edu/dukemag/issues/030403/oil1.html>, letöltve: 2015. január 16.
- [9] Policiklusos aromás szénhidrogének, Kockázatos.hu, forrás: <http://kockazatos.hu/anyag/policiklusos-arom%C3%A1s-sz%C3%A9nhidrog%C3%A9nek>, letöltve: 2015. január 16.
- [10] Háborúk csendes áldozatai, Origo, forrás: <http://www.origo.hu/tudomany/20091228-haboruk-csendes-aldozatai-koszovo-obilaboru-esoerdok-dzsungel-orvvadaszat.html>, letöltve: 2015. január 15.
- [11] Barnamezős terület, Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer, forrás: <http://www.terport.hu/fogalomtar/barnamezos-terulet>, letöltve: 2015. január 18.
- [12] Vajda Péter: 195 000... Kivonulás Európából. Magyar Honvéd (1990) 1. évf. 1. szám.
- [13] Pataki István: Egyezmények a szovjet csapatok magyarországi tartózkodásáról. Múltunk – Politikatörténeti folyóirat (1995) XL. Évf. 1995/3. szám, Budapest. p.130
- [14] Kollega Tarsoly István (szerk.): *Magyarország a XX. században. „Népesség és társadalom. Környezetvédelmi feladatok”*. Babits Kiadó, Szekszárd (1997).

- [15] Kádár Kriszta: A szovjet katonai objektumok kialakítása, elhagyása és újrahasznosítása hazánkban, Sereg szemle (2011) IX. évfolyam, 2. szám, 133-148.
- [16] VITUKI Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet Kht: Az Országos Környezeti Kármentesítési Program Alprogramjai. „Tájékoztató összefoglalás az 1997 és 2004. közt elvégzett feladatokról”, forrás: <http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/alprogram/alprogramok.pdf>, letöltve: 2015. január 20.
- [17] Fertő-Hanság Nemzeti Park honlapja, forrás: [http://www.fertopart.hu/ferto\\_hansag\\_nemzeti\\_park.html](http://www.fertopart.hu/ferto_hansag_nemzeti_park.html), letöltve: 2015. január 20.
- [18] European Green Belt, forrás: [www.greenbelteurope.eu](http://www.greenbelteurope.eu), letöltve: 2015. január 20.

XI. Évfolyam 1. szám - 2016. március

HOFFMANN Imre - KÁTAI-URBÁN Irina - VASS Gyula

[imre.hoffmann@bm.gov.hu](mailto:imre.hoffmann@bm.gov.hu) – [irina.katai-urban@katved.gov.hu](mailto:irina.katai-urban@katved.gov.hu) – [gyula.vass@katved.gov.hu](mailto:gyula.vass@katved.gov.hu)

## VEGYI- ÉS SUGÁRFELDERÍTÉS KATASZTRÓFAVÉDELMI TECHNIKAI ESZKÖZRENDSZERÉNEK VIZSGÁLATA I. RÉSZ TELEPÍTETT RENDSZEREK

### *Absztrakt*

*Jelen cikksorozatban a szerzők a katasztrófavédelem mobil és telepített vegyi- és sugárfelderítő képességeit, rendszereit és eszközeit mutatják be és értékelik. Meghatározzák továbbá a szükséges fejlesztési lehetőségeket. A cikksorozat első részében a magyar katasztrófavédelem telepített vegyi- és sugárfelderítő képességeivel, rendszereivel és eszközeivel foglalkozunk.*

*In this article the authors introduce and analyse the stable and mobile chemical and radiological reconnaissance capabilities, systems and tools of the Hungarian Disaster Management. Furthermore determine the necessary development possibilities. In the first part of the series of articles we are dealing with the installed capabilities, systems and tools of the Hungarian Disaster Management.*

**Kulcsszavak:** *iparbiztonság, súlyos ipari balesetek, közlekedési balesetek, veszélyes üzemek, vegyi- és sugárfelderítés ~ industrial safety, major industrial accidents, transport accidents, dangerous establishments, chemical and radiological reconnaissance*

## BEVEZETÉS

Veszélyes üzemek országunk minden részén található. A közelmúltban a vegyiparban felhasznált, gyártott, tárolt veszélyes anyagok és a keletkezett veszélyes hulladékok jelenléte folyamatosan nőtt. A lakosság és a környezet magas szintű védelmének biztosítása érdekében a településeken és környezetükben működő veszélyes ipari tevékenységek, vagy a területre veszélyt jelentő szállítási útvonalak ismeretében a védelmi képességek kialakítása társadalmi igényné vált. A lakosságvédelem és az iparbiztonság e területen közös erőfeszítéseket tesz a civilizációs katasztrófák következményeinek csökkentésében és a káros hatások elhárításában.

A veszélyes és sugárzó anyagok jelenlétében bekövetkező balesetek káros következményeinek és hatásainak csökkentése és elhárítása alapvetően a beavatkozási időtartamtól, illetve a kikerült anyagok mennyiségétől és anyagi minőségétől függ. A katasztrófavédelem mentési- és lakosságvédelmi tevékenységét meghatározza a kibocsájtott anyagok időben történő észlelése, valamint a káros következmények és hatások folyamatos monitoringozása.

E szükségletek kielégítését szolgálják a katasztrófavédelem mobil és telepített vegyi- és sugárfelderítő rendszerei, eszközei és berendezései.

Jelen cikk célja, hogy aktuális helyzetképet adjon a katasztrófavédelem telepített vegyi- és sugárfelderítésre rendelkezésre álló technikai eszközeiről.

## TELEPÍTETT VEGYI FELDERÍTŐ RENDSZEREK

A veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről szóló 2012/18/EU Európai Parlamenti és Tanácsi (Seveso III.) Irányelv célja biztosítani a veszélyes ipari üzemek környezetében az emberek és a környezet magas szintű védelmét.

Az esetlegesen kiszabaduló veszélyes anyagok időbeni jelzése, a terjedési adatok megállapítása, a veszélyes ipari üzem környezetében élő lakosság azonnali riasztása és elzárkóztatása (kimenekítése), a védekezésben résztvevő szervezetek értesítése és megfelelő alkalmazása a döntéshozóktól azonnali, késedelmet nem tűrő intézkedések megtételét igénylik.

A veszélyes anyag monitoring rendszerek lakossági tájékoztatási, figyelmeztetési, riasztási és védelmi rendszerként szolgálnak. Megkülönböztetünk stabil és mobil rendszereket. A stabil rendszer az esetek többségében egy országos vagy regionális hálózatra kötötten működik. Ismerünk állami, önkormányzati (levegőszennyezés megelőzése érdekében), magán vagy üzemi (kárelhárítás céljából telepített) rendszereket. A mobil rendszerek levegőszennyezés, talajszennyezés, illetve környezetbe kerülő vegyi anyagok kiszűrése érdekében kerültek telepítésre.

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) 2006-2014. közötti időszakban a lakosság súlyos ipari balesetek elleni magas fokú védelme és EU kötelezettségeinek végrehajtása érdekében egyes veszélyes ipari üzemek környezetében monitoring és lakossági riasztó rendszert (MoLaRi) telepített, [1] amely biztosítja az esetlegesen bekövetkező súlyos ipari baleset során a kiszabaduló veszélyes anyagok időbeni jelzését, a terjedési adatok megállapítását, az adatok döntéshozók részére való megjelenítését, valamint a lakosság korai riasztását és a külső védelmi terv aktivizálását.

*„A Siemens cég által fejlesztett és üzemeltetett MoLaRi rendszer, amely nyilvános interneten keresztül kialakított zárt magánhálózaton futó eszköz és programrendszer, melynek célja a veszélyes üzemek és veszélyes anyagok baleseteinek megelőzése és korai felismerése, továbbá a lakosság riasztási és tájékoztatási lehetőségének biztosítása.” [2]*

A MoLaRi rendszer kiépítése 20 veszélyes ipari üzem környezetében valósult meg. [3] Budapesten három veszélyes üzem – a CHINOIN Gyógyszer- és Vegyészeti Termékek Gyára

Zrt., a Richter Gedeon Nyrt., az EGIS Gyógyszergyár Zrt. – környezetében összesen 52 monitoring és 317 riasztó-tájékoztató végpont telepítése történt meg. [4] A rendszer elemei csaknem kétszázezer embert riasztását képesek megvalósítani a főváros területén. [4] Összesen 576 lakossági riasztó-tájékoztató és 321 monitoring végpont működik az országban, mely körülbelül fél millió polgár biztonságát szolgálja. [5]



**1. ábra:** MoLaRi lakossági riasztó-tájékoztató végpont  
(Fotó: Majtényi Mihály, budapest.hu) [6]

A MoLaRi rendszer fő funkciója az, hogy a veszélyes üzemek környezetében kiépített végpontok (szondák) – az üzemek esetleges meghibásodása vagy ipari balesete esetén – mérik a levegőbe jutott veszélyes vegyi anyagok koncentrációját és az adatokat további elemzésre továbbítják a katasztrófavédelmi ügyelet felé. Szükség esetén az elemzéseket követően a rendszer riasztja a lakosságot, illetve a megfelelő magatartási szabályokról tájékoztatást ad az érintettek részére. [7]

A MoLaRi rendszer három fő elemből épül fel:

- meteorológiai és vegyi monitoring rendszer;
- lakossági riasztó és tájékoztató rendszer;
- kommunikációs és informatikai adatátviteli rendszer.

A MoLaRi rendszer meghatározó eleme a vegyi monitoring alrendszer, amely a veszélyes üzemek közvetlen környezetében és a lakóterületen méri az esetlegesen bekövetkező baleset során a szabadba kerülő gázok koncentrációját és a keletkezett gázfelhő terjedését befolyásoló időjárási tényezőket. A vegyi érzékelők feladata a kiválasztott veszélyes anyagok környezetbe kerülésének észlelése, más néven monitorozása.

A veszélyes anyagok koncentrációjának mérésére a Gamma Műszaki Zrt. által kifejlesztett GTI intelligens gáztávadók kerültek rendszeresítésre, amelyek egyszerre négy gáz mérését teszik lehetővé, de az egyéni igényeknek megfelelően meg is többszörözhetőek.



**2. ábra:** GTI 4 intelligens gázérezkelő [8]



Az elektrokémiai gázérzékelők széles választékban állnak rendelkezésre. Az állomáshoz csatlakoztatható – az ugyancsak a GAMMA Műszaki Rt. által kifejlesztett – BNS-98 típusú dózisteljesítmény távadó, amellyel megoldható az aktuális háttérsugárzás folyamatos ellenőrzése.

A meteorológiai érzékelők számos helyen a vegyi érzékelőkkel együtt kerülnek elhelyezésre, feladatuk a lokális szél és hőmérsékleti mutatók meghatározása. Az alrendszer meteorológiai és vegyi monitoring mérőállomása az ún. TVS-3 állomás. A TVS-3 intelligens vegyi és nukleáris monitoring állomást az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával és a Honvédelmi Minisztérium Technológiai Hivatalának együttműködésével a GAMMA Műszaki Rt. fejlesztette ki 1999-ben.



**3. ábra:** TVS-3 környezetvédelmi ellenőrző állomás [9]

A TVS-3 monitoring állomás alkalmas egy adott terület, objektum vegyi és nukleáris jellemzőinek folyamatos és önálló ellenőrzésére, az esetleges vészhelyzet korai felderítésére és értékelésére, illetve a környeztkárosító anyagok terjedésének meghatározására a meteorológiai jellemzők ismeretében. A referencia-érzékelőket az érintett település üzem felőli szélén helyezik el, feladatuk a településre érkező veszélyes anyag kimutatása.

A vegyi monitoring rendszer vonatkozásában veszélyes ipari üzemként átlagosan 4 meteorológiai állomással és gázérzékelőkkel is felszerelt, valamint 14 kizárólag gázérzékelőkkel ellátott mérési pont kerül telepítésre. A monitoring rendszer vegyi monitoring és meteorológiai érzékelőkkel felszerelt mérőszondái által mért adatokat – kommunikációs és informatikai adatátviteli alrendszer segítségével – a veszélyes ipari üzemen elhelyezett gyűjtőközpontokban (helyi központ) folyamatosan gyűjtik, melyek az országos központban kerülnek feldolgozásra, ahonnan az információk az érintett megyei (fővárosi) katasztrófavédelmi igazgatóság ügyeletére kerülnek továbbításra. A veszélyes koncentráció elérése után – a veszélyes ipari üzemmel és a polgármesterrel történt egyeztetést követően – valósul meg a lakosság riasztása.

A védelmi intézkedések hatékony megvalósításának érdekében a településeken is kiépül egy jelzőrendszer, mely a lakosság tájékoztatását, illetve riasztását szolgálja. Ennek alapja az akusztikai terv, alapegysége a sziréna. Az akusztikus egység (elektronikus sziréna hangsugárzók) feladata a lakosság tájékoztatása estleges katasztrófavészhelyzetben, távvezérelt, és helyi üzemen egyaránt, élő és tárolt beszéd lesugárzása, továbbá a megrendelő által előre definiált jelzések lesugárzása. A tartalék áramforrás révén egy esetleges áramkimaradás esetén a sziréna legalább 30 napon keresztül üzemképes. A lakossági riasztó-tájékoztató alrendszer működőképességének ellenőrzése minden hónapban megtörténik ún. csökkentett üzemű „morgatópróba” végzésével.



4. ábra: Lakossági riasztó végpont szirénája [10]

## TELEPÍTETT SUGÁRZÁSMÉRŐ ÉS ELEMZŐ RENDSZEREK

A radioaktív szennyezőanyagok légköri kibocsátása során nukleáris események, veszélyhelyzetek esetén fontos szakmai szempont az, hogy a légköri terjedés-számítási eredmények további feldolgozhatósága és beépíthetősége a döntéshozatalt segítő alkalmazásokba megvalósuljon.

E feladat végrehajtása érdekében – az Európai Unió által EU Phare program keretében – a BM OKF-en telepítésre került a RODOS (Real-time, On-line, DecisionSupport System) elnevezésű nukleárisbaleset-elhárítási döntéstámogató rendszer, amely alkalmas arra, hogy egy esetleges nukleáris veszélyhelyzetben a radioaktív felhő terjedését előre jelezze a valós meteorológiai paraméterek figyelembe vételével, illetve óvintézkedési javaslatokat adjon a döntéstámogatáshoz.

Az ország területén működő nukleáris monitoring rendszerek az alábbi részelemekből állnak:

- Országos Sugárfigyelő, Jelző és Ellenőrző Rendszer (OSJER);
- Országos Környezeti Sugárzásfigyelő és Ellenőrző Rendszer (OKSER) /amely tartalmazza az egészségügyi radiológiai mérő- és adatgyűjtő hálózat (ERMAH), a hatósági környezeti sugárfigyelő és ellenőrző rendszer (HAKSER) és a Vidékfejlesztési Minisztérium mérőhálózatának és laboratóriumainak mérési adatait/;
- MTA Energiatudományi Kutatóközpont környezeti radiológiai mérőrendszere.

Nukleáris veszélyhelyzetben gyors intézkedésekre, illetve az információk központi kezelésére van szükség, amely szükségessé teszi a különböző intézmények, laboratóriumok, mérőállomások adatainak folyamatos központi összegyűjtését, feldolgozását és értékelését, valamint a felkészülési időszakánál operatívabb, hierarchikus irányítást. Ez indokolta egy országos hatáskörű, centrális irányítású veszélyhelyzeti szervezet – a fentiekben is említett – OSJER létrehozását. Az OSJER jelenleg az Országos Nukleárisbaleset-elhárítási Rendszerről szóló, 167/2010. (V.11.) Korm. rendelet alapján működik és vezető szerve a BM OKF Nukleáris Baleseti Információs és Értékelő Központja (NBIÉK). [12]

Az OSJER-t több alrendszer alkotja, amelyek a következők:

- A Radiológiai Távmérő Hálózat telepített, a katasztrófavédelem mellett további 5 ágazat által üzemeltetett automata távmérőállomásokból áll, amelyek az ország nukleárisbaleset-elhárítási korai riasztási rendszereként működnek, folyamatosan ellenőrzik az ország környezeti sugárzási dózisteljesítményét és a fontosabb lokális meteorológiai paramétereket.

- A mobil radiológiai laboratóriumok hálózata a sugárszennyezés felderítését, elemzését végzi veszélyhelyzetek esetén. A katasztrófavédelem által működtetett Veszélyhelyzeti Felderítő Csoportokat és a Veszélyhelyzeti Felderítő Szolgálatot 2012. január elsejétől korszerűbb formában a Katasztrófavédelmi Mobil Laborok (KML) váltották fel. A KML-ek biztosítják a veszélyhelyzet értékelését szolgáló kiinduló adatok gyűjtéséhez, rendszerezéséhez és feldolgozásához, valamint a mérgező vagy sugárzó anyagok helyszíni és laboratóriumi meghatározásához szükséges feltételeket, és szükség esetén közreműködnek a mentesítési feladatok koordinációjában. Jelenleg az országban 20 KML áll készenlétben. Közülük egy a fővárosban 2 perces riasztási idővel 24/48 órás szolgálatot lát el, a további 19 KML munkaidőben 20, munkaidőn túl 60 percen belül vonul.
- A Helyhez Kötött Laboratóriumok Hálózata a beszállított minták (élelmiszer, tej, talaj, víz, stb.) radioaktivitásának mérését végzi. Ezek a mérések teremtik meg a hosszú távú óvintézkedések (legeltetési tilalom, élelmiszer és vízfogyasztás korlátozása, stb.) bevezetésének alapját. Az OSJER-ben jelenleg 7 db helyhez kötött radiológiai laboratóriumi mérő és ellenőrző hálózat található, melyekkel a BM OKF NBIÉK, mint az OSJER vezető szerve szoros együttműködést ápol.



5. ábra: Az OSJER TMH mérőállomásai. [13]

Nukleáris létesítményeknél a súlyos balesetet követő sugárzó anyag kibocsátás elsődleges útvonala a légkör. A balesetelhárítási intézkedések alapját is a légkörbe kibocsátott radioaktivitás által okozott levegőszennyezettség és az ebből számolt dózisértékek adják meg.

Ezért kiemelt jelentősége van a légköri terjedési vizsgálatoknak, melyek segítségével meghatározható a radioaktív csóva szennyezettsége, iránya és mozgása. A terjedési számításokhoz több nemzetközi és hazai szoftver is rendelkezésre áll, melyek közel hasonló terjedési és dózisszámítási modellek alkalmazásával határozzák meg a kibocsátási ponttól, a felhasználó által megadott távolságokban elhelyezett receptor pontokra számított dózis vagy dózisteljesítmény értékeket. Jelenleg hazánkban több nemzetközi terjedésszámító szoftvert is alkalmaznak, ilyen, TREX (MVM Paksi Atomerőmű Zrt.), a már említett RODOS, illetve az Országos Atomenergia Hivatal által fejlesztett SINAC (Simulator of Interactive modeling of environmental consequences of Nuclear ACCidents) is. [14]

## KÖVETKEZTETÉSEK - ÖSSZEGZÉS

Jelen cikkben célul tűztük ki áttekinteni a katasztrófavédelem telepített vegyi- és sugárfelderítésre rendelkezésre álló technikai eszközeit és rendszereit.

A katasztrófa-kárterületen összetett kárelhárítási- és kárfelszámolási tevékenység folyik, melynek első momentuma a felderítés. Veszélyes anyagok kiszabadulása vagy jelenléte esetén bizonyos információk birtokában lehet hatékony a beavatkozás. Ezt az információt a szakfelderítés során speciális eszközökkel, műszerekkel, módszerekkel lehet beszerezni. A vegyi- és sugárfelderítés során felderítő eszközökkel és járművekkel gyűjtenek adatot a kárterület nagyságáról, vegyi- vagy sugárszennyezettségéről, a szükségessé váló mentő és mentesítő eszközökről, a lakosság, a természet és az anyagi javak érintettségéről, amelynek jelentőseszköz és technológiai igénye van.

A veszélyes anyagok jelenléte a mai társadalom életének nélkülözhetetlen, szerves részét képezi és egyben állandó veszélyt jelent, sőt a veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek száma növekvő tendenciát mutat, ezért fontos a biztonságos életkörülményekhez szükséges védekező mechanizmus folyamatos kutatása, vizsgálata. A vegyi és más veszélyes anyagok gyártása, tárolása és főleg a szállításuk igen komoly kihívást jelent a katasztrófavédelmi szakembereknek, mivel növeli a súlyos ipari balesetek kialakulásának kockázatát. A veszélyes üzemek környezetében telepített stabil rendszerekkel, illetve a sugárvédelmi célú telepített monitoring rendszerekkel kapcsolatosan megállapítható, hogy a lakosság megfelelő riasztása, veszélyhelyzeti tájékoztatása azok folyamatos működtetésével biztosítható.

Megállapítható, hogy az ipari katasztrófák és balesetek vegyi- és sugárszennyezéssel járó eseményei megelőzés szempontjából alapvetően függenek az esemény bekövetkezésének okaitól és körülményeitől. A következmények alapvetően üzem és technológia specifikus jellemzők jelzése és prognosztizálása alapján állapíthatók meg.

Az események káros hatásainak csökkentését és azok elhárítását célzó felkészülési intézkedések (védelmi tervezés és alkalmazás, lakossági tájékoztatás, stb.) bevezetése alapvetően a már kialakult ún. csúcsemény (például mérgező anyag kibocsátása) szempontjából esemény (következmény) specifikusnak minősíthető.

A lakosságvédelem szempontjából az esemény-centrikus minta eseménysorok alapján történik a lehetséges veszélyeztetett területek (hatásterületek) megállapítása. A tervezési (felkészülési) munka keretében számítógépes szoftverekkel lehet meghatározni a veszélyes anyagok kibocsátási és terjedési adatait, valamint az emberre és környezetre gyakorolt hatásait. A baleset-elhárítás idején azonban már a telepített és a mobil felderítő (monitoring) rendszerek és eszközök segítségével tudunk valós idejű információhoz jutni.

A sugárszennyezéssel járó események okainak vizsgálata nem a katasztrófavédelem hatáskörébe tartozó feladat, azonban a sugárszennyezés kiterjedésének és mértékének megállapítása már a szervezet szakfeladatát jelenti.

A felderítésnek két területe van, amelyek közül az egyik a balesetet bekövetkezését követő veszélyeztetett terület meghatározása, a másik pedig a közbiztonság érdekében – a nemzetközi és hazai jog alapján is üldözött – bűncselekmények (sugárzó anyaggal történő visszaélés) felderítése.

A mérgező és tűzveszélyes gázok (gőzök) kibocsátásával és terjedésével járó baleseti eseménysorok veszélyeztethetik leginkább a lakosságot. Ezen veszélyes anyagokra jellemző, hogy egyidejűleg jelentős mennyiségben lehetnek jelen és gáz formájában terjedhetnek.

A beavatkozási, a mentésirányítási és a lakosságvédelmi feladatok hatékony teljesítésének alapfeltétele a megfelelő szintű műveletirányítási tevékenység, amely a katasztrófavédelmi műveletirányítási szolgálatok feladata. A lakosságvédelmi intézkedések (helyi, távolsági és egyéni védelem) sikeres bevezetése a mérgező és levegővel gyúlékony keveréket képző anyagok esetében a beavatkozásra és a döntéshozatalra rendelkezésre álló időtől függ. Ugyanez



igaz a nukleáris létesítményben bekövetkező veszélyhelyzetre is. A telepített veszélyes üzemeknél és nukleáris létesítményeknél ennek megfelelően telepített üzemi és katasztrófavédelmi célú veszélyes anyag monitoring rendszereket kell üzemeltetni. A beleset bekövetkeztét követően a mobil felderítő eszközök szolgálhatnak kiegészítő képességként.

A közlekedési eseményeknél, valamint a már kialakult veszélyes és sugárzó anyag kibocsátásával járó eseményeknél a mobil eszközöknek és felderítő képességeknek kiemelt szerepe van.

Mind a mobil, mind pedig a telepített felderítő eszközökhöz szükség van valós idejű meteorológiai és vegyi monitoring eszközökre. A lakosságvédelmi intézkedések bevezetéséhez pedig szükséges az adatok számítógépes terjedési modelljeinek alkalmazása. Telepített rendszereknél az üzem technológiai sajátosságai alapján már rendelkezésre állnak a kibocsátási és a hatás paraméterek, amelyekhez valós idejű terjedési adatokat szükséges biztosítani.

A katasztrófavédelem mobil és telepített eszközei megfelelnek a kor kihívásainak, azonban a folyamatosan változó igényekhez és körülményekhez igazítani kell eszközeit és képességeit.

A cikkben meghatározott katasztrófavédelmi feladatok ellátásához elengedhetetlen a katasztrófavédelmi és azon belül az iparbiztonsági felsőfokú képzés fejlesztése és továbbfejlesztése. Ezen képzés Magyarországon a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen folyik [15, 16, 17].

## Felhasznált irodalom

- [1] Mi a MOLARI rendszer és hol épül?  
[http://www.vedelem.hu/index.php?pageid=hirek\\_reszletek&hirazon=700](http://www.vedelem.hu/index.php?pageid=hirek_reszletek&hirazon=700)  
(Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [2] Halász László – Nagy Rudolf: Monitoring és lakosság riasztó rendszer és a kritikus infrastruktúra-védelem összefüggései, In: Hadmérnök 2008. III. évfolyam 2. szám 67-77. oldal ISSN 1788-1919. [http://www.zmne.hu/hadmernok/2008\\_2\\_nagy.pdf](http://www.zmne.hu/hadmernok/2008_2_nagy.pdf)  
(Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [3] A Seveso II. EU Irányelv 2009. évi végrehajtása  
[http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/seveso/Seveso\\_2009\\_tajekoztato.pdf](http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/seveso/Seveso_2009_tajekoztato.pdf)  
(Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [4] Lakossági riasztó-tájékoztató végpont /MoLaRi/ állt rendszerbe szeptembertől Budapest nyolc kerületében 2014. szeptember.  
<http://www.fovaros.katasztrofavedelem.hu/hirek/3543-lakossagi-riaszt-tajekoztato-vegpont--molari--all-rendszerbe-szeptembertol-budapest-nyolc-keruleteben>  
(Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [5] Majdnem négyszáz lakossági riasztó-tájékoztató végpont áll rendszerbe szeptembertől. 2014. augusztus.  
[http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet\\_hirek&hirid=3016](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet_hirek&hirid=3016)  
(Letöltés: 2015.09.14.)
- [6] Budapesten is elindul a MoLaRi vegyvédelmi riasztórendszer.  
<http://budapest.hu/Lapok/Budapesten-is-elindul-a-MoLaRi-monitoring-%C3%A9s-lakoss%C3%A1gi-riaszt%C3%B3-rendszer.aspx> (Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [7] Lakossági tájékoztató a kerületünkbe telepített Monitoring Lakossági Riasztó rendszer működéséről 2014. augusztus.  
<http://www.bpxv.hu/index.php?page=felhivasok&id=6381> (Letöltés: 2015. 09. 14.)

- [8] GTI -4 intelligens gázérzékelő.  
<http://www.gammatech.hu/dl.php?lang=hun&file=gti.pdf&cat=datasheets>  
 (Letöltés: 2015.09.14.)
- [9] Lajos Kátai-Urbán: System of intervention and response to industrial accidents involving dangerous substances in Hungary, Directora General de Protección Civil y Emergencias - „Seminar On Development and Implantation of The External Emergency Plans (Seveso II)”, Madrid, Spanyolország, 2010.05.25, Paper 9.
- [10] Lakossági riasztó rendszert építenek ki a veszélyes ipari üzemek környezetében. 2011. január. <http://www.kobanya.info/index.php/aktualis/item/2836-lakoss%C3%A1gi-riaszt%C3%B3-rendszert-%C3%A9p%C3%ADtenek-ki-a-vesz%C3%A9lyes-ipari-%C3%BCzemek-k%C3%B6rnyezet%C3%A9ben> (Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [11] Mecsei Judit: A Katasztrófavédelem információs rendszerei. Diplomamunka, Nemzeti Közszerológati Egyetem, Budapest. 1014. pp. 32-33.
- [12] Kátai-Urbán Lajos, Kiss Béla: Nukleáris erőművek, mint veszélyes technológia és az országos nukleáris balesetelhárítási rendszer. HADMÉRNÖK (ISSN: 1788-1919) IX: (3) pp. 80-97. (2014)
- [13] Bognár Balázs, Kátai-Urbán Lajos, Kossa György, Kozma Sándor, Szakál Béla, Vass Gyula Szerk.: Kátai-Urbán Lajos: Iparbiztonságtan I, Budapest: Nemzeti Közszerológati és Tankönyv Kiadó Zrt., 564 p.
- [14] Prantner Anikó: Döntéstámogató rendszerek a katasztrófa elhárításban. Óbudai Egyetem. Budapest, 2013. október. p. 3. <http://users.nik.uni-obuda.hu/santane.edit/letoltesek/Hallgat%C3%B3i%20essz%C3%A9k%202013/Katasztr%C3%B3fav%C3%A9delem%20a%20RODOS%20rendszerrel.pdf>  
 (Letöltés: 2015. 09.13.)
- [15] Janos Bleszity, Lajos Kátai-Urbán, Zoltan Grosz: Disaster Management in Higher Education in Hungary, ADMINISTRATIVA UN KRIMINALA JUSTICIJA - LATVIJAS POLICIJAS AKADEMIJAS TEORETISKI PRAKTISKS ZURNALS 67: (2) pp. 66-70.
- [16] Bleszity János, Kátai-Urbán Lajos: Подготовка специалистов в области промышленной безопасности в Венгрии, POZHARY I CHREZVYCHAJNYE SITUACII: PREDOTVRASHENIE LIKVIDACIA 11: (2) pp. 53-58.
- [17] Kátai-Urbán Lajos: Establishment and Operation of the System for Industrial Safety within the Hungarian Disaster Management, ECOTERRA: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PROTECTION 11: (2) pp. 27-45.



XI. Évfolyam 1. szám - 2016. március

HOFFMANN Imre - KÁTAI-URBÁN Irina - VASS Gyula

[imre.hoffmann@bm.gov.hu](mailto:imre.hoffmann@bm.gov.hu) – [irina.katai-urban@katved.gov.hu](mailto:irina.katai-urban@katved.gov.hu) – [gyula.vass@katved.gov.hu](mailto:gyula.vass@katved.gov.hu)

## VEGYI- ÉS SUGÁRFELDERÍTÉS KATASZTRÓFAVÉDELMI TECHNIKAI ESZKÖZRENDSZERÉNEK VIZSGÁLATA II. RÉSZ MOBIL ESZKÖZÖK ALKALMAZÁSA

### *Absztrakt*

*Jelen cikksorozatban a szerzők a katasztrófavédelem mobil és telepített vegyi- és sugárfelderítő képességeit, rendszereit és eszközeit mutatják be és értékelik. Meghatározzák továbbá a szükséges fejlesztési lehetőségeket. A cikksorozat második részében a magyar katasztrófavédelem mobil vegyi- és sugárfelderítő képességeivel, rendszereivel és eszközeivel foglalkozunk.*

*In this article the authors introduce and analyse the stable and mobile chemical and radiological reconnaissance capabilities, systems and tools of the Hungarian Disaster Management. Furthermore the necessary development possibilities are determined. In the second part of the series of articles the installed capabilities, systems and tools of the Hungarian Disaster Management are introduced.*

**Kulcsszavak:** *iparbiztonság, súlyos ipari balesetek, közlekedési balesetek, veszélyes üzemek, vegyi- és sugárfelderítés ~ industrial safety, major industrial accidents, transport accidents, dangerous establishments, chemical and radiological reconnaissance*

## BEVEZETÉS

A közelmúltban a vegyiparban felhasznált, gyártott, tárolt veszélyes anyagok és a keletkezett veszélyes hulladékok jelenléte folyamatosan nőtt. Veszélyes üzemek országunk minden részén található. A településeken és környezetükben működő veszélyes ipari tevékenységek, vagy a területre veszélyt jelentő szállítási útvonalak ismeretében a védelmi képességek kialakítása, a feltételek megteremtése a lakosság és a környezet magas szintű védelmének biztosítása érdekében társadalmi igénnyé vált. A lakosságvédelem és az iparbiztonság e területen közös erőfeszítéseket tesz a civilizációs katasztrófák következményeinek csökkentésében és a káros hatások elhárításában.

A veszélyes és sugárzó anyagok jelenlétében bekövetkező balesetek káros következményeinek és hatásainak csökkentése és elhárítása alapvetően a beavatkozási időtartamtól függ. A katasztrófavédelem mentési- és lakosságvédelmi tevékenységét meghatározza a kibocsátott anyagok időben történő észlelése, valamint a káros következmények és hatások folyamatos monitoringozása.

E szükségletek kielégítését szolgálják a katasztrófavédelem mobil és telepített vegyi- és sugárfelderítő rendszerei, eszközei és berendezései.

A cikksorozat első részében a telepített vegyi- és sugárfelderítő rendszereket vizsgáltuk meg. Jelen cikkben célul tűztük ki helyzetképet adni a katasztrófavédelem mobil vegyi- és sugárfelderítésre rendelkezésre álló technikai eszközeiről. A cikk tartalmazza továbbá a vegyi- és sugárfelderítéshez kapcsolódó műszaki eszközök alkalmazásához szükséges fejlesztési lehetőségek számbavételét is.

## KATASZTRÓFAVÉDELMI MOBIL VEGYI- ÉS SUGÁRFELDERÍTŐ ESZKÖZÖK ÉRTÉKELÉSE

Kiemelten fontos, hogy a veszélyes anyagok jelenlétében bekövetkező eseményeknél alkalmazott kárelhárítási és kárfelszámolási technikai eszközök rendelkezésre álljanak mind a vegyi és radiológiai helyzet felmérése, a terjedés megakadályozása, a személyi állomány védelme, továbbá a vegyi szennyezés megszüntetése esetében.

A kárhelyszínen a veszélyes anyagok meghatározása több szempontból is fontos. Kimutatásuk célja a veszélyes anyag típusának és koncentrációjának a meghatározása. Ezen információk segítségével lehet a katasztrófavédelmi szervek beavatkozását részleteiben megtervezni.

A veszélyes anyagok kimutatásra alkalmasak a katasztrófavédelem mobil járművei, azaz a Katasztrófavédelmi Mobil Laborok (KML) és a Katasztrófavédelmi Sugárfelderítő Egységek (KSE). A korszerű gépjárművek a korábban alkalmazott Veszélyhelyzeti Felderítő Csoportot (VFCS), illetve Veszélyhelyzeti Felderítő Szolgálatot (VFSZ) váltotta fel a 2012. évben.

A polgári védelemről szóló 1996. évi XXXVII. törvény 1. §-ában meghatározta *...”hogyan elősegítse a fegyveres összeütközés, a katasztrófa, valamint más veszélyhelyzet életet és a létfenntartáshoz szükséges anyagi javakat fenyegető hatásai elleni védekezést ....”*

A törvény 4. §-ában a célok megvalósítása érdekében feladatokat határozott meg, ezek között szerepel a kárterület felderítése. A települések polgári védelmi besorolásának szabályairól és a védelmi követelményekről szóló 114/1995. (IX.27.) Korm. rendelet előírta a védelmi követelmények között, hogy *„biztosítani kell a veszélyeztetettség jellegének és mértékének megfelelően a veszélyhelyzet értékelését szolgáló kiinduló adatok gyűjtéséhez, rendszerezéséhez és feldolgozásához, valamint a mérgező vagy sugárzó anyagok helyszíni és laboratóriumi meghatározásához szükséges feltételeket.”*

A BM a PVOPk a 77/1996. számú Intézkedésében határozta meg elsőként a VFCS-k országos rendszerben történő üzemeltetését. A VFCS alaprendeltetése volt a veszélyes (vegyi-, tűz- és robbanásveszélyes, valamint radioaktív) anyagok jelenlétében bekövetkezett balesetek, természeti és civilizációs katasztrófák esetén a károk felmérésében, kiterjedésében, közvetlen életveszély esetén a mentésben, mentésben (fertőtlenítésben) és az elsősegélynyújtásban – vegyész szakértőként – való közreműködés.

A VFCS-k országos szinten történő működtetése megteremtette annak a lehetőségét, hogy a balesetek és a katasztrófák körülményeinek felderítése, a döntéshez szükséges információk gyors, helyszíni beszerzése, illetve az illetékesekhez történő továbbítása szakmai alapot teremtsen a döntéshozási és beavatkozási tevékenységhez.

A 2012. január elsejével megújuló hivatásos katasztrófavédelmi szervezet nemcsak struktúrájában, hanem a beavatkozásokhoz szükséges eszközök, felszerelések tekintetében is fejlődött. Ennek egyik eredménye, hogy 2012. április 1-től a VFSZ, illetve VFCS-k új néven működnek, mégpedig Katasztrófavédelmi Mobil Laborokként (KML). Alaprendeltetésüket tekintve nem történt változtatás, viszont eszközei korszerűsödtek és számos gyors, helyszíni vegyi-, biológiai- és sugárfelderítő eszközt rendszeresítettek a gépjárműveken. [1]

A veszélyes anyagok jelenlétében bekövetkező események esetén a mobil laborok feladata az elsőbeavatkozó állomány (tűzoltók, mentők, rendőrök) biztonságos munkafeltételeinek megteremtése, a veszélyes anyagok felderítése és kimutatása. A laborok biztosítják a veszélyhelyzet értékelését szolgáló kiinduló adatok gyűjtéséhez, rendszerezéséhez és feldolgozásához, valamint a mérgező vagy sugárzó anyagok helyszíni és laboratóriumi meghatározásához szükséges feltételeket, és szükség esetén közreműködnek a mentesítési feladatok koordinációjában. [1]



1. ábra. Katasztrófavédelmi Mobil Labor régen és ma [2]

A Katasztrófavédelmi Művelési Szolgálat, a Katasztrófavédelmi Mobil Labor, valamint a Katasztrófavédelmi Sugárfelderítő Egység tevékenységének szabályozásáról szóló 26/2015. sz. BM OKF főigazgatói intézkedés szerint a hivatásos katasztrófavédelmi szervezeteknek területi illetékességgel, hatáskörrel rendelkező készenléti jellegű szolgáltatást kell működtetniük, amely a megyei (fővárosi) katasztrófavédelmi igazgatóság szervezeti egysége.

## KATASZTRÓFAVÉDELMI MOBIL LABOROK RENDELTETÉSE ÉS FELADATAI

A KML állománya a területi katasztrófavédelmi szerv iparbiztonsági főfelügyelőjének irányításával végzi szolgálati feladatait. A KML-ek tevékenységének koordinálásáért (szolgálatszervezés, kiképzés, eszközállomány meglátéknak, állapotának figyelemmel kísérése, hatósági tevékenység, stb.) az iparbiztonsági főfelügyelő a felelős. A KML a kárterületen a tűzoltás- vagy mentésvezető irányításának megfelelően végzi feladatát a katasztrófavédelemtől és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXVIII. törvény, a tűz

elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény, valamint a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet szerint. [3]

Jelenleg 20 KML szolgálat látja el az ország védelmét, ebből 19 Land Rover Defender típusú KML-ADR jármű a megyei igazgatóságokon, illetve 1 Mercedes Sprinter nagyfelépítményes KML a Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóságon működik.

A KML feladatai a következők lehetnek: [4]

- a veszélyeztetett terület nagyságának és kiterjedésének felderítése;
- a beavatkozási állomány, a lakosság, valamint az anyagi javak veszélyeztetettségének figyelemmel kísérése, a veszélyeztetésről szóló adatok és információ gyűjtése és továbbítása;
- a kárhely-parancsnok döntéseinek előkészítéséhez szükséges javaslatok kidolgozása a beavatkozás biztonságának, hatékonyságának elősegítése érdekében;
- a lakosság gyors helyszíni riasztásának elősegítése és szükség esetén közreműködés annak végrehajtásában;
- a mentesítési (fertőtlenítési) feladatok végrehajtásának tervezése, szervezése és közreműködés annak végrehajtásában;
- veszélyes anyagok kiszabadulásával, környezetbe kerülésével járó balesetek, katasztrófák esetén, valamint vegyi-, sugár- és biológiai anyagokkal szennyezett területen történő munkavégzés során együttműködés a tűzoltóságokkal és az egyéb beavatkozó szervekkel a felhasznált eszközök és védőeszközök részleges mentesítése érdekében;
- szakmai segítség nyújtása a társ- és együttműködő szervezetek részére;
- közreműködés a veszélyeztetettség felmérésében és adatszolgáltatásban a polgármesterek és a védelmi bizottságok számára.



2. ábra. A BM OKF Katasztrófavédelmi Mobil Laboratóriumai [5]

A KML szolgálat napi minimum létszáma 3 fő, melyből 1 fő parancsnok (tiszt), 1 fő technikus tiszt, 1 fő (gépjárművezető) technikus (zászlós). A megyei KML-ek riasztási ideje a riasztást követően hivatali munkaidőben legfeljebb 20 perc, hivatali munkaidőn túl legfeljebb 60 perc. A fővárosi KML állománya – amennyiben állomáshelyükön tartózkodnak – a riasztást követő két percen belül köteles a vonulást megkezdeni a káreset helyszínére.

A KML egységek rendelkeznek mind az ipari veszélyes anyagok, mind a katonai mérgező harcanyagok kimutatására alkalmas eszközökkel (kimutató csövek, elektronikus gázérzékelők).

A gépjárműveken málházott körszerű felszerelések az alábbiak:

- Egyéni bőr- és légzésvédelmi védőeszközök, melyek lehetővé teszik az ismeretlen veszélyes anyagok jelenlétében végzett, hosszabb ideig tartó munkát. Málháztak továbbá egyszerű, kimenekítésre alkalmas védőfelszereléseket is (menekülőkámzsa) a járművekre.
- Vegyi felderítő kézi eszközök, melyek alkalmasak elsődleges, tájékoztató jellegű adatszolgáltatásra. A hordozható műszerek lehetővé teszik a különböző halmazállapotú veszélyes anyagok teljes körű minőségi analizisét.
- Különböző sugárszámoló készülékek, melyekkel meghatározható a környezet sugárszintje, sugárszennyezettsége, a sugáradag mérése, a járművek, személyek sugárellenőrzése.
- Biológiai felderítő eszközök, amelyek a leggyakoribb ágensek (pestis, anthrax, ricin, botulinum toxin, SEB) kimutatására alkalmasak.
- Környezetvédelmi ellenőrző állomás, amely képes meteorológiai paraméterek mérésére, a mérgező anyagok meghatározott körének kimutatására és dózisteljesítmény mérésére, valamint a mért adatok továbbítására. Az állomás egyszerűen telepíthető, vezeték nélküli kommunikációra is alkalmas, járműre szerelve menet közben is használható. A gépjárműveken málháztak kézi meteorológiai eszközt is.
- Mentésítő anyagok és felszerelések, amelyek lehetővé teszik általánosságban a szennyezett eszközök és a felderítésben résztvevő személyek mentesítését, a KML esetében pedig a beavatkozásban résztvevők és szükség esetén a polgári lakosság kisebb csoportjának (30 fő) személyi mentesítését is.
- A KML járműveken rendszeresítettek továbbá a láthatóságot fokozó kiegészítő tárgyak (fénykúpok, kézi lámpák stb.), műszaki utász és segédeszközök, járőr és videofunkciós kamerák, adatbázisok, laptopok a hozzá való nyomtatóval, szoftverekkel, mobil internet hozzáféréssel, térképek, szakkönyvek, tartalék ruházati anyagok, fertőtlenítő, elsősegélynyújtó és tisztálkodó anyagok, hőkamera. [6]

Sugárszint és -szennyezettség mérő eszközök:

IH-95 és az IH-295: Feladatuk, a talaj, az épületek illetve a gépjárművek szennyezettségének mérése. Alkalmasak gamma dózisteljesítmény azonnali mérésére még szélsőséges körülmények között is, illetve alfa- és béta-sugárzás által kialakult felületi szennyezettség mérésére. Az IH-95 típusú műszer egyesíti a dozimetriai- és szennyezettség mérő műszerek funkcióit. A sugárszint- és szennyezettség- mérő műszer konstrukciós kialakításánál a hordtáska – hagyományos funkcióin túl – a méréstechnikának is szerves részévé válik: tartalmazza a gamma dózisteljesítmény méréshez szükséges dozimetriai szűrőket, így a műszer hordtáskájával együtt képez komplett egységet. A műszer nyakba akasztható hordtáskájában gamma dózis- és dózisteljesítmény mérésére alkalmas. Hordtáskájából kivéve – a táskába épített mágneses kapcsolat megszűnésének érzékelése folytán – felületi szennyezettség mérővé válik. Az IH-295 két detektorral van ellátva, amelynek köszönhetően képes egyszerre gamma dózisteljesítményt és a béta-felületi szennyezettséget is mérni. A kivehető memóriakártya és beépített GPS segítségével lehetőség nyílik a szennyezett zóna pontos meghatározására. A mérési idő és a riasztási szint a káresethez mérten optimalizálható.

Személyi doziméter [7]: Az ionizáló sugárzás élő testben elnyelt energiamennyiségének folyamatos méréséért felel. A dozimétereket működési elvük alapján több csoportba lehet osztani. Megkülönböztetünk film-, termolumineszcens-, gyűrű-, és elektronikus-dozimétereket. A KML beosztott állománya elektronikus dozimétert használ. Előnye, hogy gyorsabb, megbízhatóbb adatokat szolgáltat, és képes több adatot is tárolni, melyek ezáltal könnyen



kielemezhetőek. Amennyiben egy előre beállított dózist vagy dózisteljesítményt ért el a sugárzás, a doziméter automatikus riasztást ad.

BNS-94 FM mobil sugárkapu: A sugárkaput a KML elsősorban személyek, gépjárművek felületi szennyeződésének kereséséhez használják, azonban határátkelőknél, repülőtereken a csempészet ellen is védelmet nyújthat. Működése során a detektor előtt elhaladó személyek, gépjárművek radioaktív sugárzását méri, az eredmény kimutatása körülbelül fél másodperc alatt történik.

A KML-ADR gépjárművek RBV felderítő képességein felül a főváros védelmét szolgáló nagyfelépítményes KML gépjármű kibővített műszerezettséggel és mentesítési kapacitással rendelkezik. A vegyi felderítés támogatására TruDefender (kézi infravörös spektrométer) és Hapsite GC-MS (gázkromatográf-tömegspektrométer) került kiegészítésül málházásra. Az emelt szintű mentesítési képességeket a Beavatkozó Mentесítő Készlet (személyi mentesítő sátor) és a SwingFog (benzinüzemű aeroszol generátor) belső tér mentesítő készlet biztosítja. A fővárosi KML rendelkezik a továbbá XOM/T adatleolvasó készülékkel is, amely a SOR/T doziméterek által érzékelt gamma, valamint neutron sugárdózis adatok leolvasására, értékelésére és kezelésére alkalmas.

### KATASZTRÓFAVÉDELMI SUGÁRFELDERÍTŐ EGYSÉG BEMUTATÁSA

A hazánkon átmenő főbb tranzit útvonalakon a radioaktív és nukleáris anyagok szállítási tevékenységének ellenőrzését, valamint a megyei és fővárosi KML-ek radiológiai és nukleáris anyagokkal kapcsolatos munkájának támogatását segíti a Katasztrófavédelmi Sugárfelderítő Egység (KSE), mely mobil vezetési pontként (MVP) is működhet.



3. ábra. Katasztrófavédelmi Sugárfelderítő Egység (KSE) [3]  
(Készítette: Jóri András, BM OKF)

A katasztrófavédelmi igazgatóságok közvetlen alárendeltségében működő KSE-k feladatai:

- végzik a radioaktív és nukleáris anyag felderítését, a tranzitútvonalak monitorozását;
- sugárfelderítő tevékenységükkel szükség esetén támogatják az ADR, RID, ADN és ICAO telephelyi ellenőrzéseket, valamint az iparbiztonsági és supervisorri ellenőrzéseket;
- szükség esetén MVP-ként működnek, gyűjtik és továbbítják a káreseménnyel kapcsolatos adatokat, információkat a szakmai vezetés számára;
- a kialakult helyzet és a mérési eredmények alapján javaslatot tesznek lakosságvédelmi intézkedésekre, amellyel biztosítják a lakosság gyors helyszíni riasztását, illetve szükség esetén közreműködnek a feladat végrehajtásában;
- közreműködnek a veszélyeztetettség felmérésében és adatszolgáltatásban a polgármesterek és a védelmi bizottságok számára;

- végzik a gépjárművek és egyéb szállító eszközök, illetve azok utasainak radiológiai átvizsgálását;
- támogatják a veszélyes áru szállítások ellenőrzését radiológiai ellenőrzés céljából;
- végzik a tranzitútvonalak, illetve határátkelők rendszeres radiológiai monitorozását;
- támogatják a radioaktív és nukleáris anyagok szállításával kapcsolatos események kivizsgálását;
- támogatják a radioaktív és nukleáris anyagokkal foglalkozó létesítményekben bekövetkezett események kivizsgálását;
- támogatják a szakhatósági állásfoglalás kiadásához szükséges helyszíni szemléket.

A KSE-k sugárfelderítési célú alkalmazásához szükséges létszám 3 fő, amiből 1 fő parancsnok, 1 fő technikus, 1 fő gépjárművezető. Az KSE mobil vezetési pontként való alkalmazásához szükséges minimum létszám 2 fő, amiből 1 fő parancsnok, 1 fő gépjárművezető/ügyintéző. A KSE-k MVP-ként történő alkalmazása a kárhelyszíni szakmai információs és irányítási tevékenységet segíti elő, valamint támogatást nyújt a vezetői döntések előkészítéséhez. A KSE MVP célja a lakosságvédelmi tevékenységet érintő rendkívüli helyzetek esetén naprakész információ szolgáltatása a veszélyeztetés lehetséges és valószínű mértékéről, annak elhárításával kapcsolatos előre meghatározott teendőkről, valamint a területi és más szervezetektől kapott információk összegzése és elemzése.

Amennyiben a felderítés során a KSE sugárzó anyag jelenlétét mutatja ki, akkor lokalizálja annak helyét és intézkedik a talált sugárzó anyag környezetében a biztonsági zóna kijelöléséről, illetve az illetékes együttműködő szervek riasztásáról.

A szakfeladat végrehajtása alatt a felderítés eredményéről és a kialakult helyzetről folyamatosan jelentést tesz a tevékenység végrehajtása szerint illetékes igazgatóság főügyeletére, illetve szükség esetén az illetékes iparbiztonsági főfelügyelő részére.

## **A TECHNIKAI ESZKÖZRENDSZER FEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI**

A katasztrófa-kárterületen összetett kárelhárítási- és kárfelszámolási tevékenység folyik, melynek első momentuma a felderítés. Veszélyes anyagok kiszabadulása vagy jelenléte esetén egyedi szakmai információ birtokában lehet hatékony a beavatkozás. Ezt az információt a szakfelderítés során speciális eszközökkel, műszerekkel, módszerekkel lehet beszerezni. A vegyi- és sugárfelderítés során felderítő eszközökkel és járművekkel gyűjtnek adatot a kárterület nagyságáról, vegyi- vagy sugár-szennyezettségéről, a szükségessé váló mentőmentesítő eszközökről, a lakosság-, a természet- és az anyagi javak érintettségéről.

A veszélyes anyagok jelenlétében bekövetkező események hatásukat tekintve lehetnek mérgezés, robbanás túlnyomási hatása, a hősugárzás és a környezeti elemek szennyezése. Az esemény kialakulási okát vizsgálva a baleset bekövetkezhet veszélyes üzem normál üzemi körülményei között emberi hiba, műszaki meghibásodás, vagy külső esemény hatására. [8] [9] A közlekedési alágazati események bekövetkezésének okai különböznek ugyan az üzemi környezetben bekövetkező eseményekétől, azonban hatásaiban azonosaknak mondhatóak. Ugyanez mondható el a külső (terrortámadás, szabotázs, természeti katasztrófa) baleseti kezdeti eseményekkel kapcsolatban is. Az eseményre jellemző közös tényező tehát a balesetek hatásai, amelynek számszerűsítésére és értékelésére szintén egyedi eszközrendszer (terjedési szoftverek) alkalmazása szükséges [10].

A szakfeladat magas szintű végrehajtásának viszont eszköz és technológiai igényei vannak.

A katasztrófavédelem vegyi- és sugárfelderítő képességeinek fejlesztése terén a következő lehetőségek és feladatok azonosíthatók:



- a felderítő gépjárműveknél igényként jelentkezik a kollektív védelmi képesség kialakítása;
- a felderítő kapacitás mellett létre kell hozni a tömeges mentesítésre alkalmas szakfelszereléseket például utánfutó formájában, amelyeket regionálisan a műszaki mentőbázisok területén célszerű elhelyezni;
- a terrorizmus elleni harc megkívánja a páncélozott felderítő járművek alkalmazását, esetlegesen a Magyar Honvédség képességeinek igénybevételével;
- a tűzoltó gépjárműveken szolgálatot teljesítő személyzet felszerelése személyi doziméterekkel, amelyek kizárólag jelzésre szolgálnak;
- a felderítési képesség növelhető az ADN ellenőrzést végző hajók sugárfelderítő eszközökkel történő felszerelésével;
- kiterjedt és súlyos (esetenként katasztrófális) következményekkel járó balesetknél esetlegesen a HM helikopterek, dron eszközök, önkéntes kisrepülőgépek alkalmazása is lehetséges;
- távfelderítő képesség fejlesztése;
- mobil élelmiszer vizsgáló képesség fejlesztése az élelmiszerbiztonság fokozása érdekében;
- nagy érzékenyséű lángfotocellás működési elvű detektorok alkalmazása.

## **BEFEJZÉS – ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK**

Jelen cikkben célul tűztük ki áttekinteni a katasztrófavédelem a mobil vegyi- és sugárfelderítésre rendelkezésre álló technikai eszközeit. A cikk tartalmazza továbbá a vegyi- és sugárfelderítéshez kapcsolódó műszaki eszközök alkalmazásához szükséges lehetséges fejlesztések számbavételét.

A felderítésnek két területe van, amelyek közül az egyik a balesetet bekövetkezését követő veszélyeztetett terület meghatározása, a másik pedig a közbiztonság érdekében - a nemzetközi és hazai jog alapján is üldözött - bűncselekmények (sugárzó anyaggal történő visszaélés) felderítése.

Mind a mobil, mind pedig a telepített felderítő eszközökhöz szükség van valós idejű meteorológiai és vegyi monitoring eszközökre. A lakosságvédelmi intézkedések bevezetéséhez pedig szükséges az adatok számítógépes terjedési modelljeinek alkalmazására. Telepített rendszereknél az üzem technológiai sajátosságai alapján már rendelkezésre állnak a kibocsájtási és a hatás paraméterek, amelyekhez valós idejű terjedési adatokat szükséges biztosítani.

Véleményem szerint a katasztrófavédelem mobil és telepített eszközei megfelelnek a kor kihívásainak, azonban a folyamatosan változó igényekhez és körülményekhez igazítani kell eszközeit és képességeit.

A cikkben meghatározott katasztrófavédelmi feladatok ellátásához elengedhetetlen a katasztrófavédelmi és azon belül az iparbiztonsági felsőfokú képzés fejlesztése és továbbfejlesztése. Ezen képzés Magyarországon a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen folyik. [11] [12] [13]

Összefoglalva a katasztrófavédelem mobil és telepített eszközei megfelelnek a kor kihívásainak, azonban a folyamatosan változó igényekhez és körülményekhez kell igazítani eszközeit és képességeit.

## Felhasznált irodalom

- [1] Katasztrófavédelmi mobil laborok (KML)  
[http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=nuklearis\\_kml](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=nuklearis_kml)  
(Letöltés: 2015.09.14.)
- [2] KML adatlap.  
<http://www.gammatech.hu/?module=downloads&lang=hun&category=datasheets#kml.pdf> (Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [3] Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság SZMSZ-e. p. 46.  
[http://fovaros.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/document\\_264.pdf](http://fovaros.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/document_264.pdf)  
(Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [4] A parancsnoki/vezetői feladatok a műveletirányítási és az ügyeleti munka kapcsán előadás az alparancsnoki képzésen részt vevők számára  
[http://kok.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/document\\_142.pdf](http://kok.katasztrofavedelem.hu/letoltes/document/document_142.pdf) 3.o.  
(Letöltés: 2015.09.14.)
- [5] Kátai-Urbán Lajos, Kiss Béla: Nukleáris erőművek, mint veszélyes technológia és az országos nukleáris balesetelhárítási rendszer. HADMÉRNÖK (ISSN: 1788-1919) IX: (3) pp. 80-97. (2014)
- [6] Katasztrófavédelmi mobil laborok (KML)  
[http://www.szentflorian.hu/?pageid=katved\\_kml&menuid=katved](http://www.szentflorian.hu/?pageid=katved_kml&menuid=katved)  
(Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [7] Varga József: Orvosi - biológiai izotóplaboratóriumok sugárvédelme. 2011.  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019\\_1A\\_Orvosi-biologiai\\_izotoplaboratoriumok\\_sugarvedelme/ch08s04.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0019_1A_Orvosi-biologiai_izotoplaboratoriumok_sugarvedelme/ch08s04.html) (Letöltés: 2015. 09. 14.)
- [8] Horváth Hermina, Kátai-Urbán Lajos: Veszélyelhárítási-tervezés a vasúti rendezőpályaudvarokon. VÉDELEM - KATASZTRÓFA- TŰZ- ÉS POLGÁRI VÉDELMI SZEMLE XX:(2) pp. 16-18. (2013)
- [9] Horváth Hermina, Kátai-Urbán Lajos : Assessment of the Implementation Practice of Emergency Planning Regulations Dedicated to the Rail Transportation of Dangerous Goods, ACADEMIC AND APPLIED RESEARCH IN MILITARY SCIENCE 12: (1) pp. 73-82.
- [10] Kátai-Urbán Lajos, Révai Róbert: Possible Effects of Disasters Involving Dangerous Substances Harmful to the Environment, Human Life and Health, BOLYAI SZEMLE 22: (2) pp. 151-158.
- [11] Janos Bleszity, Lajos Kátai-Urbán, Zoltan Grosz: Disaster Management in Higher Education in Hungary, ADMINISTRATIVA UN KRIMINALA JUSTICIJA - LATVIJAS POLICIJAS AKADEMIJAS TEORETISKI PRAKTISKS ZURNALS 67: (2) pp. 66-70.
- [12] Bleszity János, Kátai-Urbán Lajos: Подготовка специалистов в области промышленной безопасности в Венгрии, POZHARY I CHREZVYCHAJNYE SITUACII: PREDOTVRASHENIE LIKVIDACIA 11: (2) pp. 53-58.
- [13] Kátai-Urbán Lajos: Establishment and Operation of the System for Industrial Safety within the Hungarian Disaster Management, ECOTERRA: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PROTECTION 11: (2) pp. 27-45.

**HORVÁTH Hermina**  
[horvath.hermina@uni-nke.hu](mailto:horvath.hermina@uni-nke.hu)

## **A VASÚTI VESZÉLYESÁRU SZÁLLÍTÁSI BALESETEK FELSZÁMOLÁSÁNAK TAPASZTALATAI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A VASÚTI VEGYI ELHÁRÍTÓ SZOLGÁLAT MŰKÖDÉSÉRE**

### *Absztrakt*

*Súlyos vasúti baleseteknél több beavatkozó egységnek, akár több kárhelyszínen kell összehangoltan és együttműködésben dolgozni. Ehhez elengedhetetlen, hogy a kárelhárításban résztvevő egységek ismerjék egymás szakfelszereléseit és mentésnél használt eszközeit. Publikációm megírása során a vasúti veszélyesáru szállítással kapcsolatos balesetek felszámolásában résztvevő erők, kimondottan a vasúti baleset és segítségnyújtó egységek feladatait, valamint a Vasúti Vegyi Elhárító Szolgálat rendeltetését vizsgáltam.*

*At major railway accidents more units have to coordinate their work and cooperate, sometimes at more scenes simultaneously. For this purpose, it is imperative that response units learn about each other's special and rescue equipment, because technical rescue equipment and special vehicles of both the fire service and the rail incident response team might be needed. This paper investigates the tasks of response teams at railway accidents involving dangerous goods, in particular the railway accident response and assistance teams as well as the Railway Chemical Response Unit.*

**Kulcsszavak:** *vasút, vegyi elhárítás, káreset, beavatkozás, kárfelszámolás ~ railway, chemical response, incident, intervention, response*

## BEVEZETÉS

Egy hazánkban bekövetkező vasúti veszélyesáru szállítási baleset kapcsán több szervezet is érintett a felszámolásban és a kárelhárításban. A közlekedési baleset típusától függően a következő szervezetek végeznek feladatokat a káreset helyszínén:

- tűzoltást és műszaki mentést végző szervezet;
- lakosságvédelmi tevékenységet ellátó szervezet;
- vegyi felderítés és mentesítést végzők,
- vasúti balesetelhárító szervezet;
- egészségügyi szolgáltatást ellátó szervezet;
- környezetvédelmi feladatokat ellátó szervezet;
- helyreállítást végző szervezet. [1]

Az előbbieken felsorolt feladatok között átfedések tapasztalhatók, viszont az egyértelműen megállapítható, hogy e szervek közös célja az életmentés, illetve a baleset által bekövetkezett károk enyhítése és felszámolása. A feladatok ellátásához azonban nélkülözhetetlen a beavatkozó erők közötti, az egymás akadályozása nélküli összhang kialakítása, mely közös szimulációs gyakorlatokkal még hatékonyabbá tehető. Ilyen közös, országos katasztrófa-felszámolási és együttműködési gyakorlatra került sor 2014 októberében, melyet a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (a továbbiakban: BM OKF), a Nógrád Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság és a Magyar Államvasutak Zrt. (továbbiakban: MÁV Zrt.) állománnyának kijelölt tagjai hajtottak végre. [2]

Az eddigi tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a katasztrófavédelem együttműködő társszervekkel kialakított kapcsolata jónak mondható, valamint, hogy a beavatkozó erők összhangban tudják ellátni feladataikat és segíteni egymás munkáját. Egy vasúti baleset felszámolásánál viszont az előbb felsorolt szerveken kívül egyéb beavatkozó erők is megjelennek a helyszínen, akik olyan speciális eszközökkel rendelkeznek, amelyekkel a beavatkozó állomány nem gyakran találkozik. Publikációm további részében e speciális egységek feladatainak és fontosabb eszközeinek bemutatása a cél.

## A VASÚTI BALESETI SEGÍTSÉGNYÚJTÓ EGYSÉGEK FELADATA ÉS RENDELTETÉSE

1985-ben a MÁV Zrt. szükségesnek látta műszaki és vegyi mentőegységek felállítását, melyek, a vasúti áruszállítás során balesetet szenvedett járművek, hibák helyreállítására hivatottak. A segélynyújtás hierarchikus rendszerben történik, melynek három fő szintjét különböztetik meg:

- Központi irányítás;
- Területi irányítás;
- Végrehajtó szolgálat.

A téma kutatása során a végrehajtó szint a legfontosabb számunkra, hiszen a központi és területi szint a MÁV Zrt.-n belül folytatja tevékenységét és nem áll közvetlen kapcsolatban a katasztrófavédelemmel, illetve a mentésben segítséget nyújtó más társszervekkel. [3]

A műszaki egységek eszközei és felszerelése, bármilyen típusú vasúti baleset esetén alkalmasak a beavatkozás és kárfelszámolás végrehajtására, így akár egy egyszerű kisiklott tengelyű mozdony helyretételétől a 100 tonnás terhek daruzásáig. A fellépő problémák megoldására egy külső szerv megbízása anyagilag sokkal megterhelőbb lenne a társaságnak, és komplikáltabb lenne a mentés folyamata, saját csoport létrehozásával viszont megfelelő ismeretekkel képezhető az állomány, bármikor bevethető, szemben egy külső céggel, amely

nem minden esetben fogadná el a megbízást. A segélynyújtó egységek érdemi munkájának végrehajtásakor a katasztrófavédelem gyakran már nincs jelen vagy csak kis létszámban, kevés műszaki eszközzel felügyeli a mentést. Előfordulhat, hogy a roncsba vagy a roncs alatt, közvetlen életveszélyben lévő sérültek szorultak, akiknek életmentése speciális eszközökkel – vasúti daruval – valósulhat csak meg. A MÁV Zrt. és a BM OKF 2011-ben aláírt együttműködési megállapodásának értelmében, a két fél kölcsönösen és térítésmentesen biztosítja egymás számára az élet- és vagyonmentéshez, valamint a kárelhárításhoz a szaktanácsadók, valamint a speciális eszközök, tűzoltószerek, műszaki berendezések, védőruhák, anyagok igénybevételét. A MÁV Zrt. az együttműködési megállapodással egyebek mellett azt is vállalta, hogy a vasúti társaság területén kívül történt rendkívüli eseményekhez - a BM OKF Főügyeletének kérésére - riasztja a Vasúti Vegyi Elhárító Szolgálatát, illetve a műszaki-mentő és segélynyújtó egységét. [4] [5]

A továbbiakban a műszaki mentő és segítségnyújtó egység tevékenységét és feladatrendszerét fogom bemutatni. Az egységek személyzete a katasztrófavédelem beavatkozó állományaéhoz hasonlóan 24/48-órás szolgálatot, a magasabb szintű vezetői pedig ügyeletet látnak el. Egy közúti segélynyújtó gépjárművön minimum hat fős személyzet vonulhat, melyből egy gépjárművezető, egy ügyeletes parancsnok és négy további, legtöbbször lakatos végzettségű személy tartozik. Elsődleges feladatuk a vasúti pályán történt rendkívüli eset utáni pályafelszabadítás, illetve a szükséges műszaki mentés végrehajtása. A baleset bekövetkezése után az egység fő rendeltetése a pálya visszaállítása, annak közlekedésre alkalmas állapotba állítása, illetve a pályáról letért járművek visszahelyezése a vasúti sínre.

E feladatok ellátásához nélkülözhetetlen az extrém teherbírású műszaki mentőeszközök készenlétben tartása, valamint a kezelésükhöz szükséges, magas szintű ismeretekkel és gyakorlattal rendelkező személyzet megléte. A speciális technikai és műszaki felszereltség vonatkozásában a mentőegységek számát az eddig bekövetkezett balesetek számához igazították, majd ezen egységeket országszerte elhelyezték. Ennek megfelelően ezek az egységek az ország nagyvárosaiban, a vasúti pályaudvarok közelében kerültek elhelyezésre. Az 1. táblázat szemlélteti az ország területén Balesti segítségnyújtó egységekkel rendelkező városokat, melyek közül Budapest, Székesfehérvár, Szolnok, Miskolc, Dombóvár, Szeged, Debrecen városok rendelkeznek legalább vasúti daru vagy közúti segélynyújtó gépjárművel.

Sorszám	Telepítési hely	Baleseti segélynyújtó egységek felsorolása	Kivonulási létszám meghatározása
1.	Ferencváros	- közúti-vasúti segélynyújtó UNIMOG gépjármű (KVSU-01) - vasúti segélynyújtó szerelvény - MD-603 psz. vasúti segélynyújtó daruszerelvény (nagyjavítás után MD 605 psz.)	6 fő + 1 fő
2.	Székesfehérvár	- RÁBA közúti segélynyújtó gépkocsi - MD1252 psz. vasúti segélynyújtó daruszerelvény (nagyjavítás után MD 1253 psz.)	6 fő + 1 fő
3.	Szolnok	- vasúti segélynyújtó szerelvény - KRC 1220 sor. vasúti segélynyújtó daruszerelvény	6 fő + 2 fő
4.	Miskolc	- vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
5.	Debrecen	- RÁBA közúti-vasúti segélynyújtó gépjármű	6 fő
6.	Szeged	- TÁTRA közúti segélynyújtó gépjármű - vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
7.	Dombóvár	- vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
8.	Szombathely	- TÁTRA közúti segélynyújtó gépjármű - vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
9.	Záhony	- vasúti segélynyújtó szerelvény (normál nyomtávú) - vasúti segélynyújtó szerelvény (széles nyomtávú)	6 fő

1. táblázat: MÁV Zrt. vasúti-közúti műszaki mentési és segélynyújtási egységek telepítési helyei és 24 órás rendelkezésre állás létszám adatai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Forrás: Együttműködési megállapodás a B.-A.-Z. Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóságoság és a MÁV Zrt.

Az 1. képen látható közúti segélykocsi a legkülönlegesebb közúti egység - amely vasút pályán is képes közlekedni - Budapest-Ferencváros vasúti rendező-pályaudvaron található meg.



1. kép: MÁV Zrt. közúti segélykocsi [6]

A gépjármű nagy teljesítményű hidraulikus eszközökkel van felszerelve, ezek tömlővezetékeivel, a használatánál szükséges fa és alumínium gerendákkal, láncfűrészsel, motoros roncsvágóval és hegesztő berendezéssel van ellátva. Hidraulikus eszközei működtethetőek benzinmotoros tápegységről vagy a jármű közelében az elülső részen található gépjármű motorja által hajtott hidraulika-szivattyúról. A szivattyú alatt egy alumínium gerendát is láthatunk, mely legtöbb esetben a vasúti járművek kisiklása esetén használatos. Egy egyszerű kisiklás esetén a vasúti kocsi felfelé emelésére emelőhengerek hivatottak, oldalirányba pedig az alumínium gerendába rögzített vízszintes működésű hengerek szolgálnak. Az eszköz két fokozatban képes emelni, az első részben 630 kN emelőerőt képes kifejteni, ebben az esetben a belsejében található külső rész végzi a munkát, az első rész maximális magasságának elérésekor a második rész automatikusan működésbe lép, és további 250 kN erő kifejtésére képes. Az adatok értelmezése után láthatjuk, hogy a henger három tonna híján egymaga képes lenne egy M41<sup>2</sup>-es mozdony megemelésére. A gyakorlatban azonban erre soha nincs szükség, mert az emelést több hengerrel végzik, és egyszerre csak az emelendő teher egyik felénél alkalmazzák. A mozdonyok, vagonok földfelszínről levegőbe emelését kizárólag daruval tudják biztonságosan végrehajtani.

Vasúti emelőeszközzel beszélve fontosnak tartom megemlíteni, hogy rendkívül drága és bonyolult működtetésű eszközzel van szó, éppen ezért nincs is sok készletben az ország területén. A típust tekintve nem alkalmaznak sok fajtát, bevált és idősebb típusok dominálnak, melyek időszakosan felújításra kerülnek.

Az alkalmazott segélynyújtó daruszerelvények típusait tekintve a következő eszközöket különböztetjük meg:

- MD- 603 (Budapest-Ferencváros), MD-604 (Dombóvár), MD 605 (Miskolc);
- KRC-1200, KRC- 1220 (Szolnok, Székesfehérvár). [7]

Az egységekre közösen jellemző, hogy nem csak a baleset elhárítása miatt kerülnek bevetésre, hanem helyreállítási feladatokat is elláthatnak. A vasúti daruk bevetéséhez riasztásuk után szükség van egy vontató járműre is, amely végrehajtja a kezelőszemélyzet szállítását, valamint a darut és a hozzá tartozó eszközöket a helyszínre vonatja. Az ország vasúthálózata terheltnak mondható, így az egységek mielőbbi kárhelyszínre juttatásához szervezési, logisztikai feladatok ellátására is szükség van. [8]

---

Biztonsági Igazgatóság területi Vasútbiztonság Miskolc között, Iktatószám: 2175-1/2011., 13. oldal, 4. számú melléklet a megállapodáshoz

<sup>2</sup> A MÁV M41 sorozat a MÁV és a GYSEV részére szállított, nem villamosított pályákra szánt, közepes terhelhetőségű, B'B ' tengelyelrendezésű dízel-hidraulikus mozdony-sorozat.



Egy kárelhárításnál a vasúti daru szállítókosiját az emelendő teher közelébe kell juttatni, hogy a működési tartományba kerüljenek a szükséges segédeszközök, ellensúlyok és kötelzet. A daru segélyszerelvényén egy kialakított műhely is található, amely a különböző szerelési munkálatok elvégzésére ad lehetőséget. A baleset felszámolása előtt első lépésként a felsővezetékeket áramtalanítják, földelő villával föld potenciálra hozzák, majd el is távolítják azt. A daru működéshez továbbá elengedhetetlen a megfelelő talpalás, ehhez a pálya közvetlen közelébe talpalási helyeket kell kiépíteni, melyek alkalmasak megtartani a fellépő terhelés súlyát. [9]

Az eddigiekben bemutatott vasúti baleseti segítségnyújtó egységek rendeltetésén kívül a vasúti társaságok másik fontos beavatkozó egysége a Vasúti Vegyi Elhárító Szolgálat (a továbbiakban: VVESZ), melynek tevékenységét a következő részben ismertetem.

## **A VASÚTI VEGYI ELHÁRÍTÓ SZOLGÁLAT FELADATA ÉS RENDELTETÉSE**

Nagy mennyiségű áru szállítása vasúton költséghatékonyabban valósulhat meg, mint közúton, éppen ezért sokféle anyag, különböző eszközök és veszélyes áruk is áthaladnak a vasúti pályán, amelyek veszélyt jelenthetnek a lakosság és a környezeti javak vonatkozásában. Éppen ezért a MÁV Zrt. saját vonalain, veszélyesnek tekinthető anyagok szállítása közben, valamint meghibásodás következményeként bekövetkezett balesetek elhárítására Vasúti Vegyi Elhárító Szolgálatot működtet. Feladatuk a vasúton haladó és vasúti üzemi létesítmények területén tárolt Veszélyes Áruk Vasúti Fuvarozására Vonatkozó Nemzetközi Szabályzat (továbbiakban: RID) hatálya alá tartozó veszélyesnek minősülő anyagokkal kapcsolatos károk és események elhárítása. Tevékenységük köre kiterjed a pályán, tárolás közben bármilyen szivárgás, folyás megakadályozására, továbbá rakott vasúti kocsik karbantartására, emelés során jelentkező szakmai tevékenységek ellátására.

A szolgálat Budapest-Ferencváros vasúti pályaudvaron lát el folyamatos 24 órás szolgálatot négy fővel, innen történik a kivonulás a rendkívüli vegyi esemény helyszínére, az ország egész területét lefedve. Az egység tagjai között egy fő ügyeletes vezető, egy fő gépkocsivezető, és két fő vegyvédelmi lakatos található. A jelzés beérkezését követően az egységnek 20 perc áll rendelkezésére a kárhelyszínen található körülményekre történő felkészülésre, valamint a vonulás megkezdésére. A jelzést a területi fő menetirányítótól kapják, mely tartalmazza az érintett veszélyes anyag típusát, a káreset pontos helyszínét, illetve annak körülményeit. [10]

Az ügyeletes vezetőnek ezután lehetősége van felmérni a kapott információk alapján a helyzet súlyosságát és a VVESZ használatában lévő gépjármű felszereltségének alkalmasságát a káreset elhárítására. Az egység vezetője természetesen nem rendelkezhet az egész ország teljes pályájának ismeretével, ezért további információkat kérhet a területileg illetékes munkatársaktól. [11]

A készenlétben lévő jármű nem csupán vasúti, de közúti közlekedésre is alkalmas, így a beérkező információk alapján az egység vezetője dönt a kárhelyszín megközelítésének módjáról. Amennyiben a kárhelyszín nem közelíthető meg közúton, úgy a szolgálatnak lehetősége van vasúti kocsira helyezni a gépjárművet, és így eljutni a káreset helyszínére. A vonulás közben a káreset helyszínén tartózkodó személyeknek célszerű felkészülni az egység helyszínre érkezésre és a beavatkozásuk közbeni teljes vasúti forgalom korlátozására, teljes lezárására is. Mivel kötött pályás közlekedésről beszélünk, így mindenképpen segítséget jelenthet a beavatkozó egységeknek, hogy a nagy sebességgel elhaladó szerelvények nem veszélyeztetik és nem zavarják őket a beavatkozás közben.

Hasonlóan a tűzoltó egységekhez, a kiérkezést követően a szolgálat felderítést végez, ahol felméri a baleset elhárításának lehetőségeit, majd megkezd a káreset felszámolását. A szolgálat



vezetője elrendeli az egység részére a szükséges védőeszközök használatát, majd a kárelhárítás ideje alatt ellenőrzi azok folyamatos használatát. [11]



2. kép: VVESZ STEYR 13S23/P46 típusú vegyi elhárító gépjármű (készítette a szerző)

Gyakorlati tapasztalat, hogy nagyobb prioritású esemény bekövetkezése esetén a VVESZ helyszínre érkezésekor a helyszínen tartózkodik már a területileg illetékes hivatásos katasztrófavédelmi szerv beavatkozó állománya, a lehetőségekhez mérten vegyi- és műszakimentő konténer is, amely alkalmas a vegyi balesetek biztosítására. [12]

A katasztrófavédelmi beavatkozó állomány a rendelkezésükre bocsátott eszközök tekintetében a vegyi káreset elhárítását megkezdheti - a veszélyes anyag felfogását, ártalmatlanítását, környezetbe jutásának megakadályozását - amíg ki nem ér a vasúti egység. Az eddigi bekövetkezett események arra engednek következtetni, hogy balesetek nem ütközés következtében, hanem a tároló tartály meghibásodása miatt jöttek létre. Ütközés során a sérült tartály tartalma hamar elfolyik, szilárd anyag esetén az ütközéskor szétszóródik, ezért ekkor a veszélyeztetett terület kiürítése az elsődleges szempont, majd a környezetbe került anyag ártalmatlanítása a cél. [13]

A Szolgálat több mint két évtizedes elhárítási, szakmai tapasztalatai alapján készen áll a közlekedési ágazatokban bekövetkezendő vegyi áruszállítási balesetek elhárítására, a környezeti károk csökkentésére, valamint a szükséges helyreállítási munkálatok meghatározására, kivitelezésére, illetve műszaki felügyeletére, mint például:

- a sérült csomagolóeszközök provizórikus tömítése, ragasztása, mentesítése, szükség esetén átfejtés hordós, valamint tartálykocsiban szállított áruk esetén,
- a veszélyes anyag szóródása, ömlése esetén kármentőbe, onnan biztonságos edénybe történő átfejtése,
- a szennyezett közlekedési eszköz mentesítése,
- a szaktanácsadás a helyszínen vagy telefonon, veszélyes anyagokkal kapcsolatos szakértés, a helyszíni műszaki és/vagy műszeres felügyelet ellátása,
- a kereskedelmi (nem baleseti) jellegű átfejtések,
- a védőruhák vegyi mentesítése, tömörségvizsgálat, környezetvédelmi szaktanácsadás,
- a 7. (radioaktív) osztály anyagainak esetében a szolgálat csak ellenőrző méréseket tud végezni.

Valamennyi felsorolt tevékenységet az aktuális helyzetnek megfelelő védőfelszerelésben, a megfelelő személy- és vagyonbiztonság, illetve a környezetvédelmi szempontok figyelembevételével végzik. [14][15]

## ÖSSZEGRZÉS

A vasúton történő szállítás mértékének növekedésével és fejlődésével a mentő technika nem volt képes lépést tartani. Az utaslétszám és a tárgyak szállításának igénye folyamatosan növekszik, ezért az ország területén a pályával ellátott területeken bárhol és bármikor számolni kell ilyen balesetek bekövetkezésével. A mentést végző egységek nem engedhetik meg maguknak, hogy egy ilyen esetenél tétlenül álljanak, miközben emberéletek forognak kockán.

A bevethető eszközöket figyelembe véve, hogy a katasztrófavédelem által használt, tűzoltó gépjárművekkel kijutatott eszközök korlátoltan képesek vasúti baleseteknél helyt állni, hiszen ezek az eszközök elsősorban közúti járművek műszaki mentésére lettek kialakítva. Éppen ezért a VVESZ által biztosított eszközök és járművek megléte elengedhetetlen a vasúton bekövetkezett balesetek felszámolásában, valamint véleményem szerint hasonló paraméterekkel rendelkező, új eszközök beszerzése is indokolt lehet a közeljövőben.

Kutatásiam azt igazolják, hogy a BM OKF és MÁV Zrt. között létrejött együttműködési megállapodás megfelelő keretet biztosít a lehetséges kockázatok elfogadható minimumra csökkentése érdekében, illetve, a már bekövetkezett balesetek, gyors és eredményes felszámolásának végrehajtására, a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek megelőzésére, a környezetre, illetve az egészségre ártalmas következmények csökkentésére, valamint az ember és a környezet magas fokú védelmének biztosítása érdekében.

A cikkben meghatározott katasztrófavédelmi feladatok ellátásához elengedhetetlen a katasztrófavédelmi és azon belül az iparbiztonsági felsőfokú képzés fejlesztése és továbbfejlesztése. Ezen képzés Magyarországon a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen folyik. [16, 17, 18]

### Felhasznált irodalom

- [1] Endrődi István: A közlekedési ágazat kritikus infrastruktúra elemei, kapcsolatuk a katasztrófavédelemmel, figyelemmel az Európai Unió Kritikus Infrastruktúrák Azonosításáról és Kijelöléséről szóló 2008. évi 2008/114/EK Tanácsi Irányelvében megfogalmazottakra In: Horváth Attila (szerk.) Fejezetek a kritikus infrastruktúra védelemből: kiemelten a közlekedési alrendszer. 319 p. Budapest: Magyar Hadtudományi Társaság, 2013. pp. 238-267.
- [2] Vonat és busz ütközött, sósav került a levegőbe Salgótarjánban. URL.: [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet\\_hirek&hirid=3110](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet_hirek&hirid=3110) (Letöltés dátuma: 2015. április 15.)
- [3] Magyar Államvasutak Zrt. F.2. Forgalmi Utasítás, URL.: <http://rs1.sze.hu/KO/download/f1f2/f2.pdf> (Letöltés dátuma: 2015. 04.16.)
- [4] Kátai-Urbán Lajos: Establishment and Operation of the System for Industrial Safety within the Hungarian Disaster Management, ECOTERRA: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PROTECTION 11: (2) pp. 27-45.
- [5] A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és a MÁV Zrt. közötti Együttműködési Megállapodás, Budapest, 2011.
- [6] Mercedes Unimog U400 MÁV segélykocsi. URL.: [http://tuzoltoautok.hu/szertar/spec/mercedes\\_unimog\\_u\\_400\\_mav\\_segelykocsi/](http://tuzoltoautok.hu/szertar/spec/mercedes_unimog_u_400_mav_segelykocsi/) (Letöltés dátuma: 2015. 03. 11.)
- [7] 1/2005. (MÁV Ért. 11. III. 18.) G. Főig. sz. utasítás a baleseti segélynyújtó egységek működéséről, körzethatáiról

- [8] Magyar Államvasutak Zrt. Utasítás a vontatójármű személyzet részére  
<http://users.atw.hu/nagyfero/vasut/e1.pdf> (Letöltés dátuma: 2015. április 16.)
- [9] Botlik- Rupnik- Tilly- Wagner: Baleseti segélynyújtás, Közlekedési Dokumentációs Vállalat, Budapest 1984
- [10] Magyar Államvasutak Zrt. F.3. sz. Utasítás az üzemirányítói szolgálat ellátására  
<http://users.atw.hu/kalauzkulcs/doc/pdf/f3.pdf> (Letöltés dátuma: 2015. április 16.)
- [11] MÁV Zrt. Műszaki Mentési és Segélynyújtási Utasítás  
<http://users.atw.hu/kalauzkulcs/doc/pdf/msu.pdf> (Letöltés dátuma: 2015. április 16.)
- [12] 31/2006. (VIII. 25. MÁV Ért. 34.) VIGH sz. általános vezérigazgató-helyettesi utasítás a MÁV Zrt. közbiztonsági terve a nagy közbiztonsági kockázattal járó veszélyes árukkal történő visszaélések fuvarozása közbeni megakadályozására
- [13] Utasítás a Vasúti Vegyi Elhárító Szolgálat ellátására, Budapest, MÁV Rt. Gépészeti Szakigazgatóság, 2000.
- [14] Kátai-Urbán Lajos, Révai Róbert: Possible Effects of Disasters Involving Dangerous Substances Harmful to the Environment, Human Life and Health, BOLYAI SZEMLE 22: (2) pp. 151-158.
- [15] Cseh Gábor, Deák György, Kátai-Urbán Lajos (szerk), Kozma Sándor, Popelyák Pál, Sándor Annamária, Szakál Béla, Vass Gyula. Ipari biztonsági kézikönyv a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezés szabályozás alkalmazásához. Budapest: KJK-KERSZÖV Jogi és Üzleti Kiadó Kft., 2003. (ISBN:963 224 716 7)
- [16] Janos Bleszity, Lajos Katali-Urban, Zoltan Grosz: Disaster Management in Higher Education in Hungary, ADMINISTRATIVA UN KRIMINALA JUSTICIJA - LATVIJAS POLICIJAS AKADEMIJAS TEORETISKI PRAKTISKS ZURNALS 67: (2) pp. 66-70.
- [17] Bleszity János, Kátai-Urbán Lajos: Подготовка специалистов в области промышленной безопасности в Венгрии, POZHARY I CHREZVYCHAJNYE SITUACII: PREDOTVRASHENIE LIKVIDACIA 11: (2) pp. 53-58.
- [18] Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula: Development of Hungarian System for Protection against Industrial Accidents. In: Ladislav ŠIMÁK Jozef Ristvej (szerk.) 18. medzinárodná vedecká konferencia Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí. Zilina, Szlovákia, 2013.06.05-2013.06.06. University of Zilina, 2013. pp. 229-239. (ISBN:978-80-554-0699-2)

**HORVÁTH Hermina**  
[horvath.hermina@uni-nke.hu](mailto:horvath.hermina@uni-nke.hu)

## **A MÁV ZRT. MŰSZAKI MENTÉSI ÉS SEGÉLYNYÚJTÁSI UTASÍTÁSA ÉS A MŰSZAKI MENTÉSEKNÉL HASZNÁLT ESZKÖZÖK ÉS SZAKFELSZERELÉSEK ÁTTEKINTŐ ÉRTÉKELÉSE**

### *Absztrakt*

*A vasúti balesetek felszámolásának elengedhetetlen feltétele a megfelelő jogi szabályozók megléte és a beavatkozásban résztvevő személyek folyamatos képzése. A kárfelszámoláshoz szükséges erők és eszközök a vasúti árutovábbítással foglalkozó vasúti társaságok, valamint katasztrófavédelem beavatkozó állománya részére is rendelkezésre állnak. Fontos feladatként jelentkezik továbbá, hogy ezen speciális eszközök és felszerelések használatát készségi szinten elsajátítsa a beavatkozó állomány, melynek érdekében speciális begyakorló gyakorlatokra megtartására van szükség.*

*An essential condition for the response to rail incidents is the existence of the right legal regulations and the steady training of the intervention units. The means and personnel needed in the response are available for both the railway undertakings involved in rail freight transit and the intervention units of disaster management. Furthermore, it emerges as an important task to increase the skill levels of the intervention units to use these special tools and equipment by holding special drills.*

**Kulcsszavak:** *vasúti baleset, műszaki mentés, kárfelszámolás, beavatkozás, szakfelszerelések ~ rail incident, technical rescue, response, intervention, special equipment*

## BEVEZETÉS

A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgató (a továbbiakban: BM OKF) 124/2011. számú Műszaki Mentési Műveleti Szakutasításáról szóló intézkedése szabályozza a kötöttpályás járművek baleseteinél történő tűzoltói beavatkozásokat. A Szakutasítás fejezeteinek előírásait a katasztrófavédelem tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól szóló 39/2011. (XI.15.) BM rendeletben, valamint a BM OKF Tűzoltás-taktikai Szakutasításában meghatározottak figyelembevételével, azok kiegészítéseként, illetve azokkal együtt kell értelmezni.

A vonulás megkezdése előtt, vagy közben - amennyiben vasúton történt a káreset -, illetve, ha a baleset jellege szükségessé teszi, intézkedni kell a vasúti balesetelhárító egységek helyszínre történő riasztásáról is. A vonulás során a helyszín megközelítésével kapcsolatban további információkat kell kérni (torlódás, útlezárás), szükség szerint a vonuló egységek parancsnoka határozza meg másik vonulási útvonalat. A beavatkozás előkészítése során intézkedni kell a főmenetirányító értesítésére és meg kell határozni számára a kért segítséget (feszültségmentesítés, szakember helyszínre rendelése, baleset-elhárító egység, vegyi beavatkozó egység, vasúti daru, stb.). További intézkedéseket kell tenni a mentési terület biztosítására, illetve szükség esetén a helyszínt zárt területté kell nyilvánítani.

A katasztrófavédelem kárelhárítási tevékenységet végezheti önállóan, saját készenléti állományával és technikai eszközeivel, de együttműködve más szervekkel, szervezetekkel is. Jelen cikk a BM OKF és a Magyar Államvasutak Zrt. (a továbbiakban: MÁV Zrt.) között létrejött együttműködési megállapodásának értelmében, a vasúti műszaki mentési és segítségnyújtási egységeinek eszközrendszerét vizsgálja, amely személyek élet- és vagyónbiztonságának - és a környezetet veszélyeztető természeti csapás, baleset, tüzeset, veszélyes anyag ellenőrizetlen szabadba jutásának megelőzésére, illetve a bekövetkezett esemény gyors és hatékony elhárítására jött létre.

## A MÁV ZRT. MŰSZAKI MENTÉSI ÉS SEGÍTSÉGNYÚJTÁSI UTASÍTÁSÁNAK TARTALMI ELEMEI

A Magyar Államvasutak Zrt. Műszaki mentési és Segélynyújtási Utasításának célja a segélynyújtást és helyreállítást igénylő rendkívüli események (balesetek, tüzesetek, veszélyes áru ellenőrizetlen szabadba jutása) bekövetkezése esetén a műszaki mentési, segélynyújtási, a következmények felszámolási feladatainak szabályozása, a hatóságokkal, illetve a MÁV Zrt.-n kívüli szervezetekkel kapcsolatos együttműködés biztosítása, és a feladatok koordinált végrehajtásának elősegítése. [1]

A MÁV Zrt. általános vezérigazgató-helyettesének K-971/2006. számú MÁV Zrt. Műszaki mentési és Segélynyújtási Utasítása (továbbiakban: utasítás) szerint „a mentés és segélynyújtás: azoknak az elsődleges intézkedéseknek összessége, melyek a megsérült személyek ellátása, a dologi javakban a további károkövetkezmények megelőzése érdekében szükségesek” Ugyancsak az utasítása alapján „a következmények felszámolása (elhárítása): azoknak a műszaki és forgalmi intézkedéseknek összessége, melyek a mentési és segélynyújtási valamint a további veszély megelőzési feladatok elvégzése után a pálya felszabadításáig, illetve a rendkívüli esemény előtti állapot helyreállításáig szükségesek.” [1]

Az Utasítás területi hatálya a MÁV Zrt. kezelésébe tartozó normál, széles és keskeny nyomtávolságú közforgalmú vasútvonalakon, üzemi vágányokon, valamint az azokhoz csatlakozó MÁV Zrt. kezelésében nem lévő vágányokon, továbbá a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és a MÁV Zrt. Vezérigazgatósága közötti Együttműködési

Megállapodás alapján a MÁV Zrt.-n kívüli területeken bekövetkezett rendkívüli események következményeinek elhárítására terjed ki. [2, 3]

Rendkívüli káresemények bekövetkezésénél, balesetnél az elsődleges és legfontosabb feladat a személyek mentése, majd a további veszélyek és károk megelőzése, elhárítása.

A segélynyújtásnál és helyreállításnál a legfontosabb feladatok:

- személyek mentése;
- tűz oltása;
- veszélyes áru szabadba jutásának megszüntetése;
- a vasúti pálya felszabadítása (műszaki mentés, segélynyújtás);
- a pálya és pályavasúti berendezések helyreállítása;
- a vonatforgalom megindítása;
- a környezeti károk felszámolása.

A katasztrófavédelmi egységek feladatai:

- a veszélyeztetett személyek mentése;
- tűz terjedésének megakadályozása, tűz eloltása;
- az anyagi javak védelme;
- biztonsági intézkedések megtétele.

A MÁV Zrt. feladata:

- a baleseti helyszín határolása, biztosítása, előkészítése a műszaki mentési és segélynyújtási feladatokhoz;
- a katasztrófavédelem mentési, segélynyújtási feladataiban közreműködés, a vasúti intézkedések megtétele;
- veszélyes áru ellenőrizetlen szabadba jutása esetén a vegyi elhárítás végrehajtása, biztonsági intézkedések megtétele;
- a vasúti forgalom fenntartása;
- a vizsgálatokban a rendőrséggel, illetve más illetékes hatóságokkal, szervezetekkel való együttműködés;
- a kisiklott járművek beemelése, más járműre emelése;
- a rongálódott pályavasúti eszközök (pálya, felsővezeték, biztosítóberendezés) helyreállítása;
- a forgalom megindítása;
- a környezeti károk felszámolása.[1]

Rendkívüli esemény bekövetkezésekor az együttműködésben résztvevő szervezetek egységeit saját illetékes vezetőjük irányítja. A résztvevő szervezetek között a munkák irányítását a helyszíni mentési munkák jellege határozza meg.

Az egészségügyi kárhelyparancsnok végzi és irányítja a sérültek ellátásával kapcsolatos feladatokat, utasítást ad a résztvevő más szervezetek parancsnokainak. Az utasítás alapján az *„egészségügyi kárhelyparancsnok: a rendkívüli esemény helyszínén általában a mentők vezetője, aki a sérültek ellátását, a roncsok közé szorultak kiszabadítását egészségügyi szempontból irányítja”*. [1]

Tűz esetén, illetve műszaki mentést igénylő esetekben (jogsabályokban meghatározottak szerint) a katasztrófavédelmi egység vezetője ad utasítást a többi parancsnoknak. Az utasítás alapján a *„katasztrófavédelmi egység vezetője: a rendkívüli esemény helyszínén jogsabályban meghatározott esetekben, illetve az Együttműködési megállapodás alapján a mentési munkák kárhelyparancsnoka.”* [1]

Veszélyes áru ellenőrizetlen szabadba jutása esetén (a katasztrófavédelmi egység vezetőjével egyeztetve) a MÁV Vasúti Vegyi Elhárító Szolgálat ügyeletes vezetője irányítja a mentési munkákat, illetve a veszélyek megelőzését.



A rendőri erők vezetője a helyszín biztosítása és a nyomozás lefolytatásában adhat utasítást.

A katasztrófavédelmi egység közreműködő, segítséget nyújtó tevékenysége csak addig kötelező, amíg az élet- és vagyonbiztonsági intézkedésekkel a személyi sérülés vagy a kárnövekedés veszélyét el nem hártották. Ezután az irányítási feladatokat a MÁV Zrt. kárhelyparancsnoka veszi át. [4]

## A MÁV ZRT. VASÚTI- KÖZÚTI MŰSZAKI MENTÉSI ÉS SEGÉLYNYÚJTÁSI EGYSÉGEI ÉS TELEPÍTÉSI HELYEI

A vasút egy speciális, veszélyes üzemnek tekinthető létesítmény. Jellegéből adódóan a MÁV Zrt. saját baleset-elhárító és helyreállító egységekkel rendelkezik, a kárfelszámoláshoz szükséges eszközökkel, szakfelszerelésekkel vannak ellátva, riasztásukat pedig a MÁV Zrt. végzi. Ezek a közúti, illetve vasúti műszaki mentési és segélynyújtási egységek az ország nagy vasúti csomópontjain állomásoznak, melyet az 1. táblázat szemléltet. A vasúti balesetelhárító egységek irányítását a területileg illetékes MÁV igazgatóság vezetője, vagy megbízottja végzi.

Sorszám	Telepítési hely	Baleseti segélynyújtó egységek felsorolása	Kivonulási létszám meghatározása
1.	Ferencváros	- közúti-vasúti segélynyújtó UNIMOG gépjármű (KVSU-01) - vasúti segélynyújtó szerelvény - MD-603 psz. vasúti segélynyújtó daruszerelvény (nagyjavítás után MD 605 psz.)	6 fő + 1 fő
2.	Székesfehérvár	- RÁBA közúti segélynyújtó gépkocsi - MD1252 psz. vasúti segélynyújtó daruszerelvény (nagyjavítás után MD 1253 psz.)	6 fő + 1 fő
3.	Szolnok	- vasúti segélynyújtó szerelvény - KRC 1220 sor. vasúti segélynyújtó daruszerelvény	6 fő + 2 fő
4.	Miskolc	- vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
5.	Debrecen	- RÁBA közúti- vasúti segélynyújtó gépjármű	6 fő
6.	Szeged	- TÁTRA közúti segélynyújtó gépjármű - vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
7.	Dombóvár	- vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
8.	Szombathely	- TÁTRA közúti segélynyújtó gépjármű - vasúti segélynyújtó szerelvény	6 fő
9.	Záhony	- vasúti segélynyújtó szerelvény (normál nyomtávú) - vasúti segélynyújtó szerelvény (széles nyomtávú)	6 fő

**1. táblázat:** MÁV – Gépészet Zrt. vasúti-közúti műszaki mentési és segélynyújtási egységek telepítési helyei és 24 órás rendelkezésre állás létszám adatai [5]

A vonatok kisiklása, vagy más járművel történő ütközése során a sínek különböző mértékben károsodhatnak. Viharok tehetik veszélyessé a pályaszakaszt (kövek, fadarabok kerülhetnek a sínekre), a teher- és tartálykocsik kiborult, kifolyt rakománya pedig további akadályt képezhet a vasúti közlekedésben.

A balesetelhárító szerek felszerelése leginkább az ilyen jellegű műszaki mentésre alkalmas:

- sínre dőlt fák eltávolítása,
- leszakadt felsővezetékek kijávítása,
- kidőlt táblák, oszlopok helyreállítása,
- sérült sínek, talpfák gyors javítása vagy cseréje,
- vegyi anyagok azonosítása és felitatása,
- üzemképtelenné vált mozdonyok javítása,
- kisiklott, felborult könnyű vasúti kocsik visszaemelése.[1]



A Ferencvárosi telephelyen állomásozik az a balesetelhárító jármű, amely közúton és vasúton egyaránt tud közlekedni. Ez a KVSU-01 jelű Mercedes Unimog típusú balesetelhárító járműve, amelyet az 1. kép szemléltet.



1. kép. A MÁV KVSU-01 jelű Mercedes Unimog típusú közúti-vasúti balesetelhárító járműve [6]

A vasúti balesetknél zajló műszaki mentések eltérnek a közúti műszaki mentésektől. Ha egy vasúti szerelvény elhagyja a sín pályát, azt a nagy tömeg vagy helyszín megközelíthetősége miatt, speciális vasúti daruval lehet csak vágányra állítani. A balesetet szenvedett vasúti kocsit, a mozdony súlya vagy állapota teszi szükségessé ezeknek a nagy teherbírású vasúti daruknak a kárhelyszínre történő riasztását. Ezek a daruk, ahogy azt az 1. számú táblázatban is említettem az ország főbb vasúti csomópontjaiban állomásoznak. Az országban jelenleg 3 ilyen nagy teherbírású daru áll szolgálatban. Ferencvárosban állomásozik egy MD 605-ös pályaszámú daru, ami 60 tonna teherbírású, Székesfehérváron egy MD 1253 psz. daru, ami 120 tonna teherbírású, Szolnokon pedig egy KRC 1220 típusú Kirow daru, ami 150 tonna teherbírású. A 2. képen műszaki mentés közben láthatjuk a szolnoki KRC 1220 típusú monstrumot, ahol egy mozdony emelésén fáradoznak a MÁV Zrt. szakemberei.



2. kép. Műszaki mentés, KRC 1220 Kirow daru [7]

## A MISKOLC MÁV ZRT. VASÚTI SEGÉLSZERELVÉNY SZAKFELSZERELÉSEI

A vasúti balesetknél, helyreállításoknál szükséges műszaki mentési eszközök bemutatásához elengedhetetlen, hogy személyesen is megismerjük ezeket a berendezéseket. A következőkben a MÁV Zrt. miskolci telephelyén állomásozó balesetelhárító segélyszerelvényének felszereléseit, képességeit mutatom be. A 3. képen látható, Miskolcon állomásozó vasúti segélyszerelvény két kocsiból áll, amiből az első műhelykocsiként, a második pedig raktárkocsiként funkcionál. A segélyszerelvény felszerelése között minden megtalálható, ami egy esetleges helyreállításhoz, vagy műszaki mentéshez elengedhetetlen.

A segélyszerelvényben elhelyezett felszerelési tárgyak, eszközök:

- autógén hegesztő (2 db dissous és 4 db oxigénpalack),
- 2 db 220/380 V. hegesztő trafó,
- 2 db benzines láncfűrész,

- 3 db benzines gyorsvágó (1 db Husqvarna 272K, 2 db STIHL TS 360 AVS),
- 2 db gyorsvágó 220 V. kézi,
- 4 db áramfejlesztő aggregátor benzines,
- 1 db garnitúra LUKAS hidraulikus emelő (elektromos meghajtású),
- 1 db garnitúra LUKAS hidraulikus emelő (benzinmotoros meghajtású),
- 13 db fogasléces emelő (HÉVÉR),
- üzemeltetéshez szükséges szerszámkészletek,
- üzemanyag,
- tartalék eszközök.

### ***Forgótárcsás gyorsdaraboló***

A gyorsdaraboló, vagy más néven motoros roncsvágó a vasúti segélyszerelvény felszerelése között is megtalálható, csakúgy, mint a beavatkozó katasztrófavédelmi állomány felszerelése között is. A vágókorong típusától függően különböző feladatoknál lehet alkalmazni, de legtöbbször a súlyos vasúti balesetknél jut nagyobb szerephez, ugyanis a vagonok szerkezeti elemeit jobban lehet vágni az ilyen nagy teljesítményű eszközökkel. A katasztrófavédelemnél rendszeresített roncsvágókhoz hasonlóan, itt is Stihl vagy Husqvarna gyártású, belsőégésű kétütemű benzinmotoros eszközök vannak használatban. A Miskolci MÁV Zrt. vasúti segélyszerelvényén 3 db forgótárcsás gyorsdaraboló található, 2 db STIHL TS 360 AVS, és 1 db Husqvarna 272K típusú, melyeket a 4. kép szemléltet.



**3. kép.** Husqvarna 272K, és STIHL TS 360 AVS gyorsvágó [8]

A felszerelések között található még 2 db kézi 220 V-os gyorsvágó is, ami kisebb vágások, darabolások elvégzésére alkalmas.

### ***Lukas hidraulikus emelő készletek***

A katasztrófavédelemnél rendszeresített műszaki mentőeszközök (emelőpárna készletek) nem a vasúti szerelvények emeléséhez lettek méretezve, viszont a MÁV Zrt. baleset-elhárító egységei is rendelkeznek olyan eszközökkel, szakfelszerelésekkel, amik a vasúti járművek kisiklásánál, borulásánál megfelelően alkalmazhatók. A miskolci vasúti segélyszerelvényen két Lukas hidraulikus emelő garnitúra van használatban, egy elektromos és egy benzines meghajtású. Az elektromos meghajtású emelőket általában az alagutakban célszerű használni, mivel a benzinesnél az égéstermékek elvezetéséről gondoskodni kellene.

A Lukas hidraulikus emelő készlet fő egységei:

- tápegység (aggregátor), elektromos, benzinmotoros,
- tömlők,
- kezelő asztal,
- emelő, illetve toló hengerek,
- toló asztal (összekötő az asztalhoz),
- sínre helyezhető áthidaló gerendák,
- feszítő-vágó készlet.



4. kép: Lukas hidraulikus teleszkópelő készlet és elektromos aggregátor [8]

Lukas hidraulikus teleszkópelő készlet (elektromos meghajtású):

- 1 db 1000 kN (100 t) emelőképeség, összetolt állapotban 180 mm,
- 2 db 1000 kN (100 t) emelőképeség, összetolt állapotban 360 mm,
- 2 db 1600 kN (160 t) emelőképeség, összetolt állapotban 420 mm,
- 1 db 630 kN (63 t) emelőképeség, összetolt állapotban 380 mm.

Lukas hidraulikus teleszkópelő készlet (benzinmotoros meghajtású):

- 2 db 600 kN (60 t) emelőképeség, összetolt állapotban 480 mm,
- 4 db 200 kN (20 t) emelőképeség, összetolt állapotban 420 mm,
- 2 db 200 kN (20 t) emelőképeség, összetolt állapotban 220 mm.

Áthidaló gerendák:

- 2 db 3 m-es, 2 db 2 m-es, 1 db 1 m-es.

Egy kisiklott vasúti jármű Lukas hidraulikus teleszkópelővel történő egy pontos emelését, és vízszintes mozgását a 6. kép mutatja be.



5. kép: Vasúti jármű emelése egy ponton [8]

Egy kisiklott vasúti jármű Lukas hidraulikus teleszkópelővel történő két pontos emelését, és vízszintes mozgását a 7. kép mutatja be.





6. kép: Vasúti jármű emelése két ponton [8]

### Fogasléces emelők

A fogasléces emelőket, vagy más néven hévéreket [9] a könnyű szerkezetű vasúti kocsik, szerelvények sínről való leesése, kisiklása után a sínre való visszahelyezéséhez is használják, illetve különböző alkatrészek (pl. ütköző) szereléskor való alátámasztására szolgál. A fogasléces emelők emelőképessége 3-20 tonna közé tehető.



7. kép: Fogasléces emelők (HÉVÉR) [7]

A vasúti segélyszerelvényben az említett speciális műszaki mentő eszközökön kívül még számtalan a műszaki mentéseknél használatos felszerelés és egyéb kiegészítő tárgy található. Szerszámkészletek, kötelek, drótkötelek, létrák, alátétfák, lámpák, kárhelyszínen használt rádiók és minden olyan eszköz a rendelkezésre áll, amire egy helyreállításnál, javításnál, vagy műszaki mentésnél szükség lehet.

Egy időben csak egy segélynyújtó csapat áll rendelkezésre. Riasztásnál 1+6 fő vonul a kárhelyszínre. (1 fő Parancsnok, 3 fő segélyszerelvényre beosztott készenlétes, 1 fő a dízelmozdony javítóműhelyből, 1 fő a villanymozdony javítóműhelyből, és 1 fő a segélyszerelvény kezelő) Riasztási idejük 20 perc.

## ÖSSZEKÖZÉS

Publikáciomban a teljesség igényére törekedve igyekeztem bemutatni a műszaki mentéseknél használt szakfelszereléseket a MÁV Zrt. baleset-elhárítás szemszögéből. Célom volt egy átfogó képet adni a mentéseknél, baleseteknél alkalmazható felszerelésekről, eszközökről, valamint lényeges és legfontosabb szabályairól.

Kutatásaim azt igazolják, hogy ahhoz, hogy a katasztrófavédelem egy rendkívüli vasúti eseménynél, balesetnél történő beavatkozása minél hatékonyabb és szakszerűbb legyen, szükség van a különleges vasúti ismereteket elsajátítására, az elméleti és gyakorlati képzésekre is. Szükségesnek tartanám továbbá, hogy a katasztrófavédelem beavatkozó állománya minél több közös mentési, elhárítási szituációs gyakorlatok szervezésében vegyen részt a MÁV Zrt. munkatársaival, hiszen élesben egy komplex mentés végrehajtásához összehangoltan, együttműködve kell dolgozni.

Nagy hangsúlyt kell fektetni az oktatásokra, képzésekre, hiszen ezek adják meg a beavatkozó állomány tudásának és gyakorlatának alapjait, amely a jövőben akár újabb kutatási témaként is megjelenhet.

A cikkben meghatározott katasztrófavédelmi feladatok ellátásához elengedhetetlen a katasztrófavédelmi és azon belül az iparbiztonsági felsőfokú képzés fejlesztése és továbbfejlesztése. Ezen képzés Magyarországon a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen folyik. [10, 11, 12]

### Felhasznált irodalom

- [1] MÁV Zrt. Műszaki Mentési és Segélynyújtási Utasítás. URL.: <http://users.atw.hu/kalauzku/cs/doc/pdf/msu.pdf> (Letöltés: 2015. április 16.)
- [2] Kátai-Urbán Lajos: Establishment and Operation of the System for Industrial Safety within the Hungarian Disaster Management, ECOTERRA: JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PROTECTION 11: (2) pp. 27-45.
- [3] Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula: Development of Hungarian System for Protection against Industrial Accidents. In: Ladislav ŠIMÁK Jozef Ristvej (szerk.) 18. medzinárodná vedecká konferencia Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí. Zilina, Szlovákia, 2013.06.05-2013.06.06. University of Zilina, 2013. pp. 229-239. (ISBN:978-80-554-0699-2)
- [4] A BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság és a MÁV Zrt. közötti Együttműködési Megállapodás
- [5] Együttműködési megállapodás a B.-A.-Z. Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság és a MÁV Zrt. Biztonsági Igazgatóság területi Vasútbiztonság Miskolc között, Iktatószám: 2175-1/2011., 13. oldal, 4. számú melléklet a megállapodáshoz
- [6] Mercedes Unimog U400 MÁV segélykocsi URL.: [http://tuzoltoautok.hu/szertar/spec/mercedes\\_unimog\\_u\\_400\\_mav\\_segelykocsi/](http://tuzoltoautok.hu/szertar/spec/mercedes_unimog_u_400_mav_segelykocsi/) (Letöltés: 2015. 03. 11.)
- [7] KRC 1220 Kirow daru URL.: [http://worldofrailways.net/gallery/displayimage.php?album=55&pid=1181#top\\_display\\_media](http://worldofrailways.net/gallery/displayimage.php?album=55&pid=1181#top_display_media) (Letöltés: 2015.04.15.)
- [8] MÁV Műszaki Mentési és Segélynyújtási Utasítás, 9. sz. melléklet URL.: <http://users.atw.hu/sarbogard/utasitasok.htm> (Letöltés: 2015.04.15.)

- [9] Hévír: fogaskerekes kézi emelő. Forrás: <http://idegen-szavak.hu/h%C3%A9v%C3%A9r> (Letöltés ideje: 2012.04.15.)
- [10] Teknős László, Csepregi Péter, Endrődi István: Felsőoktatási intézmények önkéntes mentőszervezeteinek jelentősége, helye, szerepe a katasztrófavédelem rendszerében. HADTUDOMÁNY (ONLINE) 24:(1) pp. 155-168. (2014)
- [11] Janos Bleszity, Lajos Katai-Urbán, Zoltan Grosz: Disaster Management in Higher Education in Hungary, ADMINISTRATIVA UN KRIMINALA JUSTICIJA - LATVIJAS POLICIJAS AKADEMIJAS TEORETISKI PRAKTISKS ZURNALS 67: (2) pp. 66-70.
- [12] Kátai-Urbán Lajos: Veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági jog-, intézmény és eszközrendszer fejlesztése Magyarországon, Budapest: Nemzeti Közsolgálati Egyetem, 89 p.



KUTI Rajmund - GRÓSZ Zoltán  
[kutirajmund@t-online.hu](mailto:kutirajmund@t-online.hu) – [grosz.zoltan@uni-nke.hu](mailto:grosz.zoltan@uni-nke.hu)

## BIOLÓGIAI EREDETŰ VESZÉLYHELYZETEK KEZELÉSE, ELŐTÉRBE A MENTESÍTÉSI FELADATOK

### *Absztrakt*

*A hivatásos és önkéntes kárfelszámolással foglalkozó szervezetek szerepe a veszélyhelyzetek kezelésében, a különféle katasztrófák okozta károk felszámolásában rendkívül fontos. A beavatkozások során egyre többször biológiai veszélyeknek is ki vannak téve a katasztrófavédelem tűzoltó egységeinek tagjai, akik legtöbb esetben az elsődleges beavatkozást végzik. A fertőzésveszély kezelése, a megfelelő fertőtlenítés alkalmazása, fontos feladatok. Kutatásainkkal fel kívánjuk hívni a figyelmet a téma aktualitására, továbbá segítséget kívánunk nyújtani a beavatkozásokat végző szakembereknek, ezért cikkünkben bemutatjuk a biológiai eredetű veszélyek jellemzőit, a lehetséges fertőtlenítési eljárásokat, az alkalmazható fertőtlenítő anyagokat, eszközöket.*

*The role of professional and voluntary organizations dealing with damage liquidation is extremely important in the remediation of various disasters. The members of fire disaster management units, who usually perform the primary intervention are more often exposed to biological hazards during remediation. Treatment of infection and the use of appropriate disinfection are major tasks. Our aim is to draw attention to the topic and to help the professionals engaged in interventions by presenting threats with biological characteristics, the possible disinfection procedures, the used disinfectant materials and tools.*

**Kulcsszavak:** *katasztrófa-helyzet, kárfelszámolás, biológiai veszély, fertőtlenítési eljárás, fertőtlenítő anyag ~ disaster, remediation, biological hazards, disinfection, decontamination materials*

## BEVEZETÉS

A különféle biológiai veszélyek, fertőzések, járványok kezelése már az ókorban is komoly kihívást jelentett. A járványok akkoriban a háborúk kísérő jelenségeinek számítottak, azokon kívül súlyos megbetegedéseket okoztak maguk a természetesen előforduló kórokozók is. Földünk egyes területein napjainkban is pusztítanak járványok, de különböző fertőzésveszélyek is rávilágítanak a biológiai veszélyek kockázataira.

A kárfelszámolásra hivatott szervezetek tagjai nap, mint nap a beavatkozások során egyre több esetben kerülnek szembe biológiai veszélyekkel. Leggyakrabban a közlekedési balesetek során megsérült személyek, vagy elhunytak kiemelése, továbbá állatbalesetek, de árvizek levonulása után végzett helyreállítási munkálatok közben is különféle kórokozók veszélyeztethetik a kárfelszámolást végzőket, a humán környezetet, ezért a fertőzésveszély kezelése fontos feladat. A biológiai szennyező anyagok közömbösítése, vagy eltávolítása érdekében biológiai mentesítést, más néven fertőtlenítést(dezinfekció) kell végezni. A fertőtlenítés rendkívül költséges, időigényes folyamat, hatékony végrehajtásához speciális berendezések, anyagok módszerek és eljárások szükségesek. Cikkünkben ismertetjük a biológiai veszélyforrásokat, a veszélyhelyzetek jellemzőit, kiemelt hangsúlyt fektetünk a fertőtlenítő anyagok, eszközök és eljárások bemutatására.

## BIOLÓGIAI VESZÉLYFORRÁSOK

Biológiai veszélyforrásnak az emberi, állati, növényi szervezetek elpusztítására, vagy megbetegítésére szolgáló élő kórokozókat, vírusokat, rickettsiákat, baktériumokat, baktérium-spórákat, belső szervi gombákat, ezek toxinjait, továbbá az ezekkel fertőzött, valamint ezeket hordozó rovarokat és állatokat nevezzük [1]. A biológiai kórokozók folyamatosan a nemzetközi és hazai érdeklődés középpontjában állnak, ugyanis a legfejlettebb orvosi ellátó rendszerek működése ellenére is komoly járványokat, megbetegedéseket idéznek elő. Ahhoz, hogy a közvetlenül járványveszélyes területeken kárfelszámolási tevékenységet végző állomány munkavégzésének biológiai kockázatait megértsük, a fertőzéseket okozó veszélyforrások ellen hatékonyan lehessen védekezni, nélkülözhetetlenek tartjuk bizonyos járványtani fogalmak tisztázását, amelyek segíthetnek megérteni a fertőzésveszély kialakulását, a kórokozók terjedési mechanizmusát. A fertőzések továbbterjedéséhez négy tényező szükséges, melyeket a következő ábra szemléltet.



1. ábra. Fertőzések továbbterjedésének tényezői

Ha a fenti ábrán bemutatott feltételek közül valamelyik nem teljesül, akkor újabb fertőző megbetegedés nem következik be, ezáltal járvány sem tud kialakulni. Mivel a négy feltétel egyidejű megléte elengedhetetlenül szükséges az újabb fertőző betegségek, vagy járvány kialakulásához, ezért ezek a feltételek a járványfolyamat elsődleges tényezői [2].

A biológiai kórokozók fokozott veszélyt jelentenek a különféle kárterületen tevékenykedő kárfelszámolást végző szervezetek tagjaira, ezért egészségük megóvása érdekében a vonatkozó munkabiztonsági követelmények betartása elengedhetetlen. Szervezett munkavégzés esetén az

általános szabályokat a munkavédelemről szóló 1993. évi CXIII. törvény (továbbiakban Mvt.) határozza meg. A rendvédelmi szerveknél foglalkoztatottakra vonatkozó speciális szabályokat az Mvt.-ben rögzítetteknek megfelelően kiadott 70/2011. (XII. 30.) BM rendelet rögzíti. Ennek a rendeletnek az előírásai alapján kell biztosítani a különféle feladatok végrehajtásához szükséges egyéni védőfelszereléseket, a foglalkozás-egészségügyi ellátást, a szükséges védőoltásokat.

Fertőzött területen történő munkavégzés feltételeit, szabályait, a fertőzés kockázati szintjének megfelelően kell meghatározni, melyek a következők:

1. Azok a biológiai veszélyforrások, amelyek nem okoznak emberi megbetegedést,
2. Azok a biológiai veszélyforrások, amelyek képesek emberi megbetegedést okozni, tehát veszélyt jelentenek a beavatkozó állományra, elterjedésük emberi közösségekben nem jellemző, a kialakult betegség orvosi kezelése hatásos (Pl: legionella),
3. Azok a biológiai veszélyforrások, amelyek képesek súlyos emberi megbetegedést okozni, komoly veszélyforrást jelentenek a kárterületen tevékenykedők számára, terjedésük kockázata emberi közösségekben fennáll, hatásuk megelőző intézkedésekkel kivédhető (védőoltás), a kialakult betegség orvosi úton kezelhető (Pl: hepatitis vírusok),
4. Azok a biológiai veszélyforrások, amelyek súlyos emberi megbetegedéseket okoznak, ezért fokozott veszélyt jelentenek a fertőzött területen munkát végzőkre, szétterjedésük veszélye emberi közösségekben nagy, káros hatásai nem előzhetők meg, a kialakult betegségek nem kezelhetők hatásosan (Pl: ebola).

Fenti szintek egyben egészségügyi kockázati szinteket is jelentenek, melyek meghatározásához az illetékes hatóságok (ÁNTSZ<sup>1</sup>) közreműködése elengedhetetlen. A megállapított szintnek megfelelően kell kialakítani a megelőzési stratégiát, a fertőzött területen történő feladat végrehajtás személyi és technikai feltételeit. Az egyéni védőeszközök használatának meghatározásához figyelembe kell venni a kórokozók emberi szervezetbe jutásának lehetséges módjait is:

- Belégzés útján,
- Szembe, szájba kerülve,
- Közvetlen kontaktus útján,
- Szennyezett tárgyak közvetítésével,
- Baleset során (Pl: szúrás, vágás,)

Amennyiben a biológiai veszélyforrást nem sikerült azonosítani, de halaszthatatlan feladatokat kell végrehajtani fertőzött területen, akkor teljes testvédelemre szolgáló védőfelszerelések használatát kell elrendelni az érintett állomány részére [3].

## **FELKÉSZÜLÉS FERTŐZÖTT TERÜLETEN TÖRTÉNŐ BEAVATKOZÁSKRA**

Megelőzés szempontjából fontos a kárfelszámolási feladatokat végző állomány elméleti és gyakorlati oktatása, felkészítése biológiai veszélyekre. Meg kell ismerniük a biztonságos beavatkozásokhoz szükséges higiéniai követelményeket, el kell sajátítaniuk az egyéni védőfelszerelések használatának szabályait, továbbá el kell tudni végezniük a fertőtlenítési feladatokat [4]. Az érintett állomány egészségének megőrzése érdekében a lehetséges védőoltások biztosításáról gondoskodni kell. Terepen a fertőzésveszély kezelésének első eleme a fertőzött terület, vagy kárhely behatárolása. Egy fertőzésveszéllyel járó közlekedési baleset, vagy állatbaleset helyszínét a mentésvezető gond nélkül körbe tudja határolni, ezek után

---

<sup>1</sup> Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat

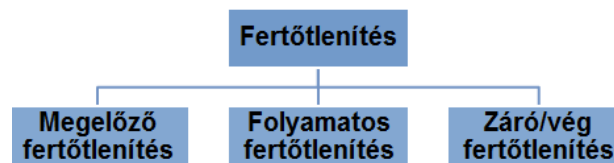
meghatározhatja a területen történő biztonságos beavatkozás lépéseit [5]. Nagyobb kiterjedésű eseményeknél minden esetben az ÁNTSZ segítségét kell kérni az egészségügyi kockázati szint meghatározásához. Az érintett területeket megközelíteni, ott munkálatokat végezni csak a megfelelő védőfelszerelések használata mellett lehet. A területre belépés csak korlátozott és ellenőrzött körülmények között történhet, ennek érdekében a belépés helyén ellenőrző-áteresztő pontot (EÁP) kell létesíteni, lehetőleg csak egyet, ugyanis így a fertőzések terjesztése csökkenthető. Célszerű az EÁP-hoz telepíteni a mentesítő/fertőtlenítő helyet, ahol a szükséges személyi és eszközfertőtlenítés gond nélkül végrehajtható [6].

## FERTŐTLENÍTÉS

Fertőtlenítés alatt mindazon eljárásokat értjük, amelyekkel a környezetbe, a személyekre, a technikai eszközökre került kórokozókat elpusztítjuk vagy fertőzőképességüket megszüntetjük. Az eljárás lehet:

- Fertőtlenítés/dezinfekció: csak a patogén kórokozókat pusztítja el,
- Sterilizáció: az összes élő és látens kórokozót is elpusztítja.

A beavatkozó állomány által végzett folyamat a klasszikus dezinfekció, amelyet részletesen bemutatunk, a sterilizáció irásunkban nem foglalkozunk. Fertőzésveszély szempontjából a folyamat lehet megelőző, folyamatos, záró- vagy végfertőtlenítés. A következő ábrán a fertőtlenítési folyamatokat mutatjuk be.



2. ábra. Fertőtlenítési folyamatok fajtái, (forrás: Szerzők összeállítása)

- *Megelőző fertőtlenítés* megakadályozza, hogy a személyek és technikai eszközök, járművek a fertőzés terjesztői lehessenek.
- *Folyamatos fertőtlenítés* a fertőző területen történő kárfelszámolási munkálatok befejezéséig kell végezni, ki kell terjednie az érintett személyekre és eszközökre.
- *Záró fertőtlenítés* akkor kell végezni, ha az érintett területen befejeződött a kárfelszámolás. Ki kell terjednie a fertőzött terület egészére beleértve a tereptárgyakat is.

A fertőző anyagok jelenlétében történt tűzoltói beavatkozások során törekedni kell a folyamatos fertőtlenítés végrehajtására. A hatékony fertőtlenítés feltételeinek és logisztikai hátterének megteremtése alapos és körültekintő tervezést igényel. A helyes technológiai sorrend végrehajtásának érdekében a fertőtlenítési eljárást folyamatosan koordinálni kell, csak ebben az esetben lehet megakadályozni a további fertőzéseket és lesz hatékony a fertőtlenítés. A folyamat tervezésének lépései a következők:

- A fertőzés, vagy fertőző anyag meghatározása,
- A mentesítendő személyek, eszközök, járművek, környezet meghatározása,
- Az alkalmazni kívánt fertőtlenítési eljárás és eszközök kiválasztása,
- A fertőtlenítő anyagok meghatározása,
- A fertőtlenítőhely kijelölése, kiépítése,
- A végrehajtó állomány kijelölése,
- A szennyezett anyagok kezelése, utómunkálatok,
- A szükséges feladatok és sorrend meghatározása [7].

A fertőtlenítési feladatok hatékonysága érdekében, az alkalmazhatósági körülmények és lehetőségek figyelembe vételével különféle gyakorlati eljárások kerültek kialakításra.

Leggyakrabban alkalmazott fertőtlenítő eljárások:

- *Kémiai eljárás*, melynek során a fertőtlenítő szerek oldatait, szuszpenziói, vagy emulziói a mikrobák vegetatív alakjait rövid idő alatt elpusztítják,
- *Sugárzó energiával* történő eljárás: A napfény ibolyántúli (ultra viola, UV) sugarai elpusztítják az okozó mikrobákat, kivéve a spórákat. Zárt térben, például műtőkben ezért meghatározott hullámhosszúságú (maximum 2537 Å, 1 Angström =  $10^{-7}$  mm) sugarakat kibocsátó lámpákat, illetve csöveket szerelnek fel.
- *Hőenergia alkalmazásával* történő eljárás során lehet száraz, illetve nedves meleget alkalmazni. Száraz, 120-140 °C-os meleg, 20-30 percig áramló levegő eredményesen alkalmazható a tárgyak felületén megtelepedett kórokozók ellen, nedves meleg (forró víz alakjában) a kifőzés, vagy áramló gőz formájában túlnyomás nélkül 100 °C-on (vagy kis túlnyomáson 105 °C-on) hasznosítható. A mikrobák vegetatív formái 80-90 °C-os vízben, 1-2 perc alatt elpusztulnak.

Terepen, különféle kárhelyszíneken történő fertőtlenítési feladatok során legtöbb esetben a kémiai eljárások kerülnek alkalmazásra, ezért ezek feltételei a következőkben részletesen is bemutatásra kerülnek. A kémiai eljárások eredményességét alapvetően a mikroorganizmusok túlélő képessége és az alkalmazott fertőtlenítőszerrel szemben tanúsított rezisztencia befolyásolja. Kisebb, nagyobb mértékben további tényezők is befolyásolják a fertőtlenítést, ezért a hatékonyság növelése érdekében ezeket is figyelembe kell venni.

Kémiai eljárások hatását befolyásoló tényezők:

- Alkalmazott hatóanyag koncentrációja,
- Adott felületre jutó fertőtlenítő anyag mennyisége, hőmérséklete,
- Környezet hőmérséklete,
- Kémhatás, (pH érték) savas vagy lúgos fertőtlenítő anyag alkalmazása,
- Fertőtlenítő anyag szelektivitása,
- Az alkalmazott valódi, vagy kolloid oldatok felületaktivitása.

Az alkalmazni kívánt fertőtlenítő anyag kiválasztásánál a kívánt hatás elérése érdekében, fontos a következő követelmények figyelembe vétele.

A kémiai fertőtlenítő anyagokkal szemben támasztott követelmények:

- Széles határspektrum,
- Gyors hatásidő,
- Kiváló fertőtlenítő hatás,
- Jó vízdékonyság,
- Megbízhatóság
- Kémiai stabilitás,
- Ne legyen korrozív,
- Ne legyen tűzveszélyes,
- Legyen környezetbarát,
- Alkalmazása gazdaságos legyen.

A fenti követelményeknek megfelelő fertőtlenítő anyagok beszerzése komoly anyagi ráfordítást igényel, mely források sajnos nem mindig állnak rendelkezésre, ezért a magyar kárfelszámolási szervezetek legtöbb esetben kalcium-hipoklorit  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  oldatot, nátrium-hipoklorit  $\text{NaOCl}$  oldatot, lysolt (krezol alapú fertőtlenítőszer), és etil-alkoholt  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  használnak fertőtlenítésre. Ezeknek az anyagoknak az előnye a széles körben történő alkalmazhatóság, ugyanakkor komoly terhelést jelentenek a környezeti elemekre, főleg a kalcium-hipoklorit. A nemzetközi folyamatok is ösztönzően hatnak arra a törekvésre, hogy a

környezetet károsító anyagokat tartalmazó fertőtlenítő anyagokat ki kell váltani olyan fertőtlenítésre alkalmas anyagokkal, amelyek mind hatékonyságban, mind alkalmazhatóságban magasabb értékeket képviselnek [8].

## FERTŐTLENÍTŐ ESZKÖZÖK

Hazánkban a kárfelszámolásra hivatott szervezetek a fertőtlenítési feladatokat legtöbb esetben különféle permetező berendezésekkel, pumpás folyadék kijuttató eszközökkel végzik. Árvízi kárfelszámolások utómunkálatai során végrehajtott fertőtlenítési feladatok nagy részét is a katasztrófavédelem egységei és a polgári védelmi szervezetek végzik, melyek során már volt alkalmunk látni robbanómotoros magasnyomású berendezést, de motoros háti permetezőt is. Tapasztalataink szerint nem a legmegfelelőbb berendezést választották a feladatra, ugyanis a magasnyomású mosó szivattyú üzemi nyomását nem lehetett állítani, így az 200 bar nyomáson juttatta ki a fertőtlenítő anyag vizes oldatát. Fertőtlenítésre a magas nyomás nem megfelelő, ugyanis a kiáramló nagy erejű vízköd sugár a szennyeződéseket magával ragadja, szétszórja és ez által nem hatékony a beavatkozás.

Fertőtlenítési feladatokra az IFEX UNIJET-FOG típusú robbanómotoros vízköddel oltó berendezés a legalkalmasabb, mely speciális kialakításának köszönhetően a tűzoltási feladatokon túlmenően folyékony mentesítő/fertőtlenítő anyagok kijuttatására is alkalmazható. A szivattyút 10 – 210 bar közötti nyomáson lehet használni. A berendezést mentesítési/fertőtlenítési feladatok végzésére kifejezetten alkalmassá teszi a rendszeresített háromfűvókás oltóláncza, amely a különböző fűvókáknak köszönhetően, többfajta sugárkép kialakítását eredményezi. A sugárképet a sugárvezető választja meg, a nyélen lévő sugárkép állító jobbra, illetve balra csavarásával. Lehetőség nyílik kör 0°, lapos 25°, és alacsony nyomású lapos CHEM sugárra mentesítéshez/fertőtlenítéshez. Az oltóláncsát magasnyomású tömlő köti össze a szivattyúval, alapesetben 30 méter, mely szükség szerint toldható. Alapállásban, alacsony nyomáson az oltóláncza 2 - 3 méter kötött, felső állásban 2 – 3 méter széles terített sugárképet ad, ezáltal a mentesítő/fertőtlenítő anyagok jól kijuttathatók a szennyezett felületekre, melyet a következő kép jól illusztrál.



**1. kép.** Mentésítés/fertőtlenítés UNIJET FOG vízköddel oltó berendezéssel (forrás: Saját felvétel)

A berendezés 200 literes saját tartállyal rendelkezik, de a szívócsövön keresztül külső forrásból is képes felszívni a mentesítő/fertőtlenítő anyagot, a bekeverés mennyiségét a tartályból érkező vízzel, speciális %-os bekeverő szelep segítségével, kézzel lehet szabályozni. Kizárólag külső forrásból is lehet dolgozni. A berendezés szivattyúja Kärcher gyártmány, speciális kialakítása és anyaga alkalmassá teszi mentesítési és fertőtlenítési feladatokra, továbbá felszívásos üzemmódban is képes üzemelni, így az előre elkészített mentesítő oldat kijuttatása



is lehetséges, ezáltal a folyamatos munkavégzés és optimális oldatfelhasználás biztosítható. A munkavégzéshez két fő személyzet szükséges.

A berendezéssel végzett gyakorlatok során bizonyosságot nyert, hogy pandémiás veszélyhelyzetek kezelésére (madár,- sertés influenza) kiváló megoldást adhatnak ezek a viszonylag olcsó, könnyen üzemeltethető, mobil eszközök, állattenyésztő telepek, állatpusztulások helyszínei, illetve egyéb terepen történő fertőtlenítési problémák esetére. A fertőzések hirtelen megjelenése esetén igen gyorsan, könnyen telepíthetőek határátkelő helyek, ideiglenesen felállított ellenőrző-áteresztő pontok fertőtlenítő állomásaiként. Gépjárművek alvázainak, kerekeinek mentesítése ezekkel a berendezésekkel 1-2 perc alatt elvégezhető [9].

## ÖSSZEGZÉS

Ha a biológiai veszélyeztetettséget tekintjük, észrevehetjük, hogy az új évezred, új követelményeket és ezzel együtt új feladatokat hozott, amelyek megvalósításában komoly feladat hárul a technikai eszközök fejlesztésében, az oltóanyagok kutatásában és ezek alkalmazásában érdekelt szakemberekre. Az utóbbi években folyamatosan nőtt azoknak a beavatkozásoknak a száma, amelyek során biológiai veszélyeknek is ki vannak téve a kárfelszámolást végző egységek tagjai. A hosszan elhúzódó, összetett, fertőzésveszély jelenlétében történő kárelhárítási feladatokra, vagy egy lehetséges terrorcselekmény következményeként kialakuló biológiai veszélyhelyzet felszámolására a katasztrófavédelmi egységek nem minden esetben vannak felkészülve. Ennek oka humán és technikai tényezőkre is visszavezethető. A hosszan elnyúló összetett kárfelszámolások logisztikai, műszaki támogatása terén is célirányos fejlesztések szükségesek. Eddigi szakmai pályafutásunk során több alkalommal vettünk részt fertőzésveszélyes területeken történő beavatkozásokban, így sikerült feltárnunk a humán és technikai szempontokból jelentős nehézségeket. A hasonló káresemények felszámolása során felmerülő problémák kiküszöbölésének elősegítése érdekében elemeztük írásunkban a biológiai veszélyforrásokat, a kialakult veszélyhelyzetek minősítésének, kezelésének lépéseit, a fertőzésveszélyes területen történő beavatkozások személyi és tárgyi feltételeit, szabályait, továbbá bemutattuk a hatékony fertőtlenítéshez szükséges eszközöket, anyagokat. A környezet és biztonság tudatos kárfelszámolási tevékenység végzéséhez elengedhetetlen az élőerő, a természeti és a humán környezet megóvása, ezért a jövőben fokozott figyelmet kell fordítani a biológiai veszélyforrások kezelésére, továbbá a fertőtlenítés hatékonyságának növelése is fontos feladat. Kutatásainkkal fel kívántuk hívni a figyelmet a téma fontosságára, a cikkben bemutatott eljárások és eszközök jövőbeni alkalmazása segítséget nyújthat a fertőtlenítési feladatokat végrehajtó beavatkozó egységek számára.

## Felhasznált irodalom

- [1] Grósz Zoltán: Az ABV védelem alapjai, Tankönyv, Zrínyi Egyetemi Kiadó Budapest, 2003.
- [2] Halász László – Grósz Zoltán: ABV védelem, Egyetemi jegyzet, ZMNE Budapest, 2000.
- [3] Grósz Zoltán – Juhász László: Biológiai anyagok fegyverré fejlődésének folyamata, Internetes publikáció, ZMNE Könyvtár, 1999.
- [4] Grósz Zoltán: Biológiai Hadviselés, Bolyai Szemle, 1996/2. pp. 30-38.
- [5] Kuti Rajmund: Műszaki Mentések I.-II. Egyetemi Jegyzet, ZMNE Budapest, 2007.

- [6] Kuti Rajmund: Komplex műszaki mentések tervezésének lehetőségei, Védelem Online: Tűz-és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 233, pp 1-7. 2010, URL cím: <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/233-komplex-muszaki-mentesek-tervezesenek-lehetosegei.pdf>
- [7] Kuti Rajmund: Vegyimentesítőhely kialakításának követelményei, az eljárás személyi és technikai feltételei, Védelem katasztrófa- tűz- és polgári védelmi szemle, XVIII. évf. 1. szám 26-27. o. 2011. ISSN 1218-2958, URL cím: <http://vedelem.hu/letoltes/ujsag/v201101.pdf>
- [8] Grósz Zoltán: Vegyi- sugár és bakteriológiai szennyezések mentesítésének elméleti és gyakorlati kérdései a katonai alkalmazásban, Tanulmány, ZMNE VKBT Letéti Könyvtár, 1996
- [9] Kuti Rajmund: Mentésítési feladatok új dimenziói, Bolyai Szemle, XVI. 1. szám 62-67. p. 2007. ISSN 1416-1443, URL cím: <http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2007/1/05%20Kuti.pdf>

LAKATOS József

[lakatosjosef@outlook.com](mailto:lakatosjosef@outlook.com)

## IPARBIZTONSÁGI IRÁNYÍTÁSI RENDSZER FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA AZ 1999-ES SAJÓBÁBONYI KLÓRÖMLÉS TANULSÁGAI TÜKRÉBEN

### *Absztrakt*

*A hazai iparbiztonsági szabályozás kiterjed a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésre. A veszélyes üzemek üzemeltetői kötelezettségeinek része a biztonsági irányítási rendszer kialakítása és működtetése. Jelen cikkben a szerző a biztonsági irányítási rendszer fejlesztési lehetőségeit elemzi, amelynek során feldolgozza az 1999-ben Sajóbáonyban történt klórömlés tanulságait.*

*The Hungarian regulation on industrial safety covers the tasks of the protection of major industrial accidents involving dangerous substances. Vital element of the operator's responsibilities for dangerous establishment is the development and operation of safety management system. In this article the author assesses the development possibilities of the safety management system in parallel with the evaluation of the lessons learnt from the chlorine release occurred in 1999 in Sajóbáony.*

**Kulcsszavak:** iparbiztonság, súlyos ipari balesetek, veszélyes üzemek, biztonsági irányítási rendszer ~ industrial safety, major industrial accidents, dangerous establishments, safety management system

## BEVEZETŐ

A hazai iparbiztonsági szabályozás kiterjed a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésre. A katasztrófavédelmi törvény IV. fejezete és végrehajtási rendelete szabályozza a veszélyes tevékenységet végző üzemeltető súlyos balesetek megelőzését és elhárítását célzó kötelezettségeit<sup>1</sup>. A veszélyes üzemek üzemeltetői kötelezettségeinek része a biztonsági irányítási rendszer vagy az irányítási rendszer kialakítása és működtetése [1].

A biztonsági irányítási rendszer egyfajta – az egyetlen jogszabályban is rögzített és hatóság által felügyelt, tehát nem önkéntes vállaláson alapuló – irányítási rendszer, amely működtetésének a célja a súlyos balesetek megelőzése. Tehát a biztonsági irányítási rendszer a súlyos balesetek megelőzésének legfontosabb eszköze. Ennek az a magyarázata, hogy minden rendellenesség, üzemzavar (ami súlyos balesetté is eszkalálódhat) végső oka emberi hibára vezethető vissza. Ha olyan irányítási rendszert vezetünk be, amely minimalizálja az emberi tévedésekből, hanyagságból eredő hibák lehetőségét, akkor a súlyos balesetek kialakulását is minimálisra csökkenthetjük [2].

Felső küszöbértékű veszélyes ipari üzem üzemeltetője a biztonsági jelentés részeként biztonsági irányítási rendszert hoz létre. A biztonsági jelentésnek szerves része a biztonsági irányítási rendszer bemutatása. Az üzemeltető a biztonsági irányítási rendszert beépíti a veszélyes ipari üzem általános vezetési rendszerébe.

A veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemek döntő többségében számos minőségirányítási rendszer (gyártással, gyártmányminőséggel, környezetvédelemmel stb.) működik, és ilyen tanúsítványokkal rendelkeznek. Többségük rendelkezik integrált irányítási rendszerrel, és ennek alkalmazását szolgáló kézikönyvvel. A biztonsági irányítási rendszert ebbe a rendszerbe, integráns részként kell beépíteni, és lehetőség szerint az integrált irányítás minél több elemét be kell építeni a biztonsági irányítási rendszerbe [3].

Alsó küszöbértékű és küszöbérték alatti veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemekben is ki kell alakítani olyan irányítási rendszert, amely minimalizálja a súlyos balesetek kialakulásának esélyét. A felső küszöbértékű üzemtől csak abban különbözik ez az irányítási rendszer, hogy itt kevésbé részletesen kell teljesíteni a biztonsági irányítási rendszer meglehetősen részletekbe menő szabályozását.

Egy veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemben többfajta tanúsítási rendszer is működhet. Ezek felhasználhatóak a biztonsági irányítási rendszer normáinak kialakításakor. Ugyanakkor ezek a tanúsítások nem felelnek meg a biztonsági irányítási rendszerrel szemben támasztott minden követelménynek. Ez alól egy kivétel van jelenleg a BS OHSAS 18001:2007 (A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszere) tanúsítási rendszer, amely tartalmazza a súlyos balesetek elleni védekezéssel kapcsolatos üzemeltetői eljárásokat és eszközöket. Az OHSAS 18001 előírás a tervezés-végrehajtás-ellenőrzés-felülvizsgálat ciklust követi, és emellett a hangsúlyt a folyamatos fejlesztésre helyezi. Ez a modell jól illeszkedik más irányítási rendszerek dokumentumainak a felépítéséhez, például az ISO 14001-hez. Az irányítási rendszerek dokumentumainak összhangja elősegíti az integrált irányítási rendszerek kialakítását [4].

Az üzemeltető által kialakítandó biztonsági irányítási rendszer vagy irányítási rendszer elemei a szervezet és személyzet; a súlyos veszélyek meghatározása és értékelése; üzemeltetési ellenőrzés; módosítások kezelése; védelmi tervezés; folyamatos ellenőrzés; audit és felülvizsgálat [5] [6].

---

<sup>1</sup> A katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról szóló 2011. évi CXXXVIII. törvény és a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésselről szóló 219/2011. (X. 20.) Korm. rendelet

Jelen cikkben a veszélyes üzemi biztonsági irányítási rendszerek fejlesztési lehetőségeit tanulmányozom, amelynek során feldolgoztam az 1999-ben Sajóbáonyban történt klórömlés tanulságait.

## **AZ IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK ALKALMAZÁSÁNAK JELENTŐSÉGE, A VONATKOZÓ SZABVÁNYOK ALKALMAZÁSA A '90-ES ÉVEK VÉGÉN ÉS NAPJAINKBAN**

1999-ben, az azóta már felszámolt sajóbáonyi ÉMV Észak-magyarországi Vegyiművek Kft. telephelyén klórömlés történt. Az esemény következtében több mint 20 tonna klór került a környezetbe, aminek hatása a beavatkozónak és az időjárásnak köszönhetően Sajóbáony lakóövezetét nem érintette. A vészhelyzeti beavatkozás hatékony és eredményes volt az üzemeltető munkavállalói, a létesítményi tűzoltóság és a hivatásos tűzoltóságok szakembereinek közreműködése miatt, de így is majdnem 9 óra telt el az esemény befejezéséig.

Párhuzamba állítva az akkori „SEVESO irányelvek előtti” vészhelyzetet kezelési mozzanatok a mai beavatkozási renddel, ahol már a SEVESO III irányelvben<sup>2</sup> leírtak a mérvadóak, látható, hogy bizonyos vészhelyzeti irányítási elemek már megvoltak akkor is, valamint érzékelhető az a fejlődés, ami beavatkozásban, vészhelyzeti irányításban ma tapasztalható.

Ebben az időszakban Magyarországon a biztonsági irányítási rendszerek alkalmazása is kezdetleges volt. Az azóta eltelt több mint 15 év ráébresztette a veszélyes tevékenységet folytató üzemeltetőket, a jogalkotókat és az illetékes hatóságot is, hogy az irányítási rendszerek alkalmazásával nemcsak a vészhelyzeti beavatkozások minősége javítható, de megelőzhető a súlyos baleseti esemény kialakulása is.

Számos, veszélyes tevékenységet folytató gazdálkodó szervezet működtet azóta környezetirányítási-, minőségirányítási-, és munkahelyi egészségvédelmi és biztonsági irányítási rendszereket, amelyek bizonyítottan növelik a vállalkozások minőségi-, környezeti-, és biztonsági teljesítményét is. A kifejezetten iparbiztonsági sajátosságok viszont véleményem szerint hiányoznak a vonatkozó szabványok szerint jól bejártott szabályozási rendszerekből. Ezekre a fejlesztési irányokra fókuszálva jutunk el majd egy már iparbiztonsági szempontokat is alapjaiban taglaló irányítási rendszer kialakításához és hatékony működtetéséhez.

Az 1990-es évek végén az ISO 9001 és 14001 szabványok szerinti irányítási rendszer tanúsítása a gazdálkodó szervezetek többségének életében újdonsággként hatott. Volt, aki az erősödő vevői elvárások miatt és volt, aki termelési hatékonyságának növelése érdekében vezette be és tanúsította ezeket az irányítási rendszereket.

Az 1999-ben történt esemény bekövetkezésekor csak az előbbi két rendszer működött, nem volt még tanúsított biztonsági irányítási rendszer az ÉMV Kft-nél és a SEVESO II. irányelv<sup>3</sup> hazai jogszabályban való bevezetése is épp csak elkezdődött.

Az említett két irányítási rendszer együttes alkalmazása, a biztonsági irányításra mutató eljárások, valamint az üzemeltető saját utasításai együttesen már akkor magukban hordozták a biztonság iránti elkötelezettséget, és a fejlődés iránti vágyat.

---

<sup>2</sup> Az Európai Parlament és a Tanács 2012/18/EU (Seveso III.) Irányelve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek veszélyének kezeléséről, valamint a 96/82/EK tanácsi irányelv módosításáról és későbbi hatályon kívül helyezéséről

<sup>3</sup> A Tanács 96/82/EK (Seveso II.) Irányelve a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti veszélyek ellenőrzéséről

Az irányítási rendszerek 1997-es bevezetése a cég életében a következő pozitív változások sorát hozta:

- A működéshez szükséges folyamatokat tisztázta és szabályozta.
- Tudatosította mind a menedzsmentben, mind a munkavállalókban a vegyipari tevékenységgel járó felelősséget.
- Növelte az elkötelezettséget a biztonság-, a jó környezeti állapot-, és a jó minőség fenntartása iránt. Ennek érdekében a cég programokat dolgozott ki, átvizsgálta meglévő folyamatait, ahol szükséges volt beavatkozott.
- A jogszabályok előírásai még nagyobb fókuszba kerültek.
- A folyamatok eredményességének, teljesítményének mérésével hosszú- és rövidtávú célok voltak megfogalmazhatók a teljesítmény növelése érdekében.

Ezek az elemek ugyanúgy megvannak a XXI. században működtetett irányítási rendszerek esetében is. 15 év után azonban már nem bizonyítható az, hogy az 1999-es esemény idején az irányítási rendszerek alkalmazásának jó gyakorlata és a folyamatszemplélet létezett-e a telephelyen. Ennek érdekében tervezem a későbbiekben végigvezetni az eseménysort és összekapcsolni az irányítási rendszer elemeivel.

Felmerül a kérdés, hogy túl lehet-e szabályozni ezeket a rendszereket? Természetesen. Az 1997-ben bevezetett irányítási rendszerek minden folyamatra és minden folyamatlemre tartalmaztak rendelkezéseket, amely jelenség abban az időben a többletmunka és a túlszabályozottság érzetét keltette.

Véleményem szerint a túlszabályozással és a rendszerek hatékonyságának nem megfelelő kommunikációjával inkább az irányítási rendszerek alkalmazásával kapcsolatos ellenérzés erősíthető. Az irányítási szabványok alkalmazásában történt fejlődés, a különböző módszertani útmutatók kidolgozása által rámutatott arra, hogy melyek azok a feltétlenül szabályozandó folyamatok, amik lehetővé teszik a vállalkozás hatékony és biztonságos működését. A szabályozási folyamat természetesen üzem specifikus elemeket tartalmaz. A vegyipari szegmens azonban megkövetel bizonyos kiegészítő szabályozási és alkalmazási követelményeket.

Törekedni kell arra, hogy ne csak az irányítási rendszerekkel foglalkozó szakemberek tartsák hasznosnak a folyamatot, hanem minden munkavállaló is. E cél elérése érdekében megfelelő szintű és mélységű kommunikáció szükséges. Fontos szempontként jelentkezik a vállalati menedzsment elhivatottságának kialakítása, mivel a szabványok alkalmazásával járó előnyök munkavállalók irányában történő kommunikálása az ő feladatuk.

A munkahelyi egészségvédelem és biztonsági irányítás kialakításában jelentős előrelépés volt az OHSAS 18001 (továbbiakban: MEBIR) követelményeinek magyar szabványokban történő megjelenítése. A MEBIR sok olyan követelményt megfogalmaz, ami egy kis- vagy középvállalkozás számára ma még elérhetetlennek tűnik. A legtöbb követelmény teljesítése azonban jogszabályi kötelezettség [7].

Felmerül ismét az a kérdés, hogy miért nem olyan egyszerű fenntartani a biztonságos működés feltételeit? A válasz visszautal az előzőekben taglalt tudatosság növelésre. Tapasztalataim szerint bármennyire is szabályozzuk a folyamatainkat, és tanúsítatjuk a legnevesebb tanúsító szervezetekkel, ha nem elég magas szintű a vállalati biztonsági kultúránk, mindig sebezhető lesz a rendszerünk. Ez nagy kockázatot jelent egy vegyipari tevékenységet folytató cég életében, mivel bizonyított tény, hogy a bekövetkezett események döntő többségben emberi mulasztásokra vezethetők vissza. Így a magas szintű vállalati biztonsági kultúra kialakulása már az irányítási rendszereket régóta működtetők által is áhított céllá vált.

Az irányítási rendszer általános szabványi előírásainak egységes értelmezésére útmutatók kerültek kidolgozásra. A MEBIR alkalmazásának útmutatói részletesen magyarázzák,



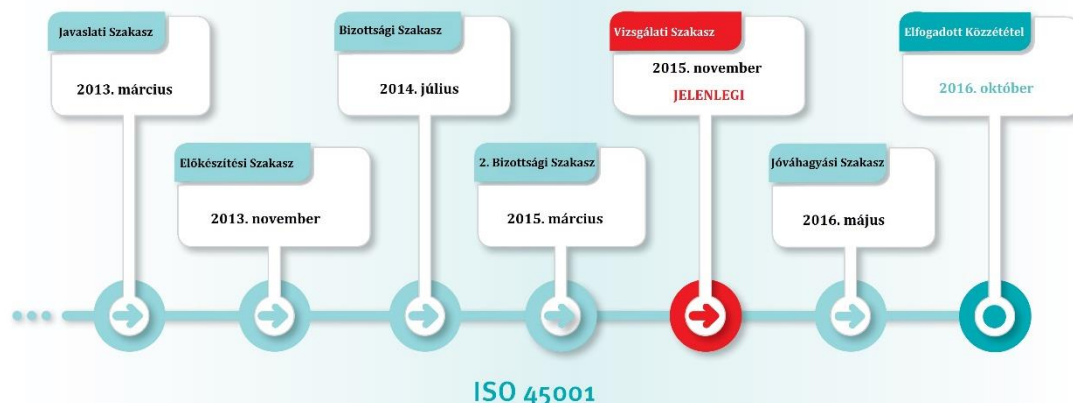
értelmezik a szabványpontokat, azonban így sem egyszerű azonosulni a vegyipari gyakorlattal, annak specifikumaival.

A jelenlegi MEBIR inkább a munkavédelmi vonatkozásokra összpontosít, és teljesen nem lehet vele lefedni más biztonsági szakterületek, mint például az iparbiztonság szabályozási rendszerét. Célként kell kitűznünk tehát, hogy az 1999-es klórömléshez hasonló események megelőzésére alkalmas irányítási rendszert alakítsunk ki és alkalmazzunk. E tevékenység végső célja a magas szintű iparbiztonság garantálása a súlyos baleseti események megelőzése érdekében.

Fontos továbbá megemlíteni az ISO 45001 szabvány megjelenésére irányuló törekvéseket is. Az OHSAS 18001 egy brit szabvány, amit több országban nemzeti szabványként vezettek be. Az ISO 45001 azokra a gazdálkodó szervezetekre vonatkozik majd, amelyek célja egy nemzetközileg elismert munkahelyi egészségvédelem és biztonsági irányítási rendszer létrehozása és bevezetése annak érdekében, hogy a lehető legkisebbre csökkentsék a munkatársakat és más érdekelt feleket érő kockázatokat. Ezek a cégek a biztonsági teljesítmény növelésére törekszenek és ennek megfelelően fogalmazzák meg biztonsági politikájukat is. A munkahelyi balesetek és egészségkárosodások számának csökkenése mellett, a megfelelően működtetett rendszer javíthatja a munkatársak elégedettségét is. Végső soron a társadalom is profitál a rendszer alkalmazásából, mivel kevesebb lesz a költséges jogi eljárás, illetve kisebbek lesznek a biztosítási költségek. [8]

Sokan úgy közelítik meg az irányítási rendszereket, mint szükséges rosszat, mint a csak az „érintett felek miatti tanúsítványt” a falon. Azonban egy hatékonyan működtetett biztonsági irányítási rendszer számos előnnyel is járhat. Véleményem szerint a vállalati menedzsmentnek olyan előremutató célkitűzéseket és intézkedéseket kell megfogalmaznia, amelyek megakadályozzák a '99-eshez hasonló súlyos baleseti esemény kialakulását. A bevezetés alatt álló ISO 45001 szabvány segítségével olyan előírások fogalmazhatók meg, amelyek alkalmazása már - felhasználva a múltbeli események és sérülések tapasztalatait - a megelőzés irányába viszik a vállalkozást. Emellett fontos szempont lehet az is, hogy a szabvány és útmutatói nehézség nélkül legyenek alkalmazhatók a kis- és középvállalkozások számára is. [9]

Az ISO 45001 szabvány kidolgozásával már évek óta foglalkoznak. Eredeti tervek szerint 2016 végén tervezték kiadni, de nem kapta meg a szükséges támogatottságot. Vélhetően egy újabb tervezet kerül majd kiadásra tervezetten 2016 elején, amelynek következtében a tényleges kiadás csak későbbre várható [10].



1. ábra. Az ISO 45001 (MEBIR) szabvány fejlesztésének szakaszai

Forrás: <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso45001.htm> alapján

Fentiek alapján jogosan fogalmazódhat meg bennünk a kérdés, hogy vajon figyelembe vették-e a szabványok fejlesztése, átdolgozása, vagy az új szabvány kidolgozása során például

az iparbiztonsági szempontokat és követelményeket? Továbbá gondoltak-e üzem-specifikus módszertani útmutatók kidolgozására?

Az iparbiztonsági jogszabályok is előírják biztonsági irányítási rendszer alkalmazását és működtetését. Tehát a biztonsági irányítási rendszer az évek során egy jogszabályban előírt, hatóság által is ellenőrzött elvárás lett.

Ezzel a szemléletmóddal kerülnek végigvezetésre a cikk bevezetőjében megadott esemény tapasztalatai. A következőkben a baleset időszakában meglévő és az azóta kialakított már a SEVESO III. irányelv előírásainak is megfelelő irányítási rendszert értékelem.

## AZ 1999-ES KLÓRÖMLÉS ÉS A BIZTONSÁGI IRÁNYÍTÁSI RENDSZER

*A havária.* 1999. szeptember 7-én a telephelyre korábban külföldről beérkezett klórt szállító vasúti tartálykocsi lefejtő vezetékének lebontása közben klórömlés történt [11].



**1. kép.** A klór megkötése porlasztott vízsugarakkal  
*Forrás: ÉMV Kft.*

*A következmények.* A levegőbe nagy mennyiségű cseppfolyós klór került, aminek jó része a klórt feldolgozó üzemszám elnyelő rendszerébe, másik része a vízzel együtt a szennyvízcsatornába került. A klórömlés megszüntetéséhez 9 órára volt szükséges. A mentés során 15 vízsugárral akadályozták a klór terjedését. A szabadba került klórt a tartály körüli 200 méter átmérőjű körön belül sikerült tartani. Az eseménynek kisebb fokú égési sérülésszerű és mérgező tüneteket adó sérültjei voltak, elsősorban a beavatkozásban résztvevő tűzoltók közül. [11].

Fentiekből is látható, hogy a veszélyes anyagokat gyártó, feldolgozó, vagy tároló létesítményeknek, mennyire tisztában kell lenniük tevékenységük veszélyeivel és a baleseti események elhárítására történő felkészülés szükségességével. Elengedhetetlen továbbá a kockázati alapú megelőzési intézkedések bevezetése is. 1999-ben még nem mérték fel a veszélyes tevékenység kockázatait. E munkát csak a havária bekövetkezése után kezdték meg. A kockázatok értékelése a vegyipari folyamatok és technológia fejlesztését indikálta.

A biztonsági irányítási rendszerek által hangsúlyozott helyesbítő tevékenységeket nagyon könnyen felismerhetjük az esemény mozzanatainak elemzése során.

*A veszélyhelyzet elhárítása a vészhelyzeti felkészültség vizsgálata.* A klórömlés megszüntetéséhez 9 órára volt szükség. Ez idő alatt szükség volt a létesítményi tűzoltóság, a hivatásos tűzoltóság, egy szomszédos vállalat műszaki mentőcsapatának, a foglalkozás-egészségügyi szolgálatnak, a mentőszolgálatnak és a rendőrségnek a közreműködésére. A

beavatkozó szervek olyan hatékonysággal végezték munkájukat, hogy a klór gáz nem jutott ki az üzem területéről veszélyes koncentrációban [11].



**2. kép.** A vagon állapota a klórömlés után

*Forrás: ÉMV Kft.*

A beavatkozás során tűzoltás-technikai eszközök egész sorát használták fel, valamint a klór, mint nehéz gáz elleni védekezéshez szükséges speciális védőeszközöket.

Az ilyen eseményekre történő felkészülés már akkor is nagyon fontos volt. Az esemény körülményének vizsgálatakor majd láthatjuk, hogy mennyit fejlődött a SEVESO irányelvek alkalmazásával és magyar jogrendbe ültetésével az iparbiztonság kezelése.

A veszélyes anyagokkal végzett tevékenységek figyelemmel kísérésére már az '1990-es években is a korai észlelés lehetőségeit teremtették meg, igénybe véve az akkori technikai lehetőségeket. Ez a megelőzés egyik fontos mérföldköve volt, mert az időben észlelt technológiai üzemzavar így könnyen elhárítható súlyos baleseti esemény kialakulása nélkül. Természetesen ehhez kellett a jól felkészült személyzet is.

A tevékenység rendjét kezelői utasításokban rögzítették, amely szintén fontos eleme az irányítási rendszernek. A riasztás rendszere már akkor is jól kidolgozott volt, és véleményem szerint alkalmas volt akár a környező lakosság figyelmeztetésére is.



**3. kép.** A klórkiáramlás megszüntetésére legyártott „kitörés gátló”

*Forrás: ÉMV Kft.*

Az esemény bekövetkezése után külső, a vállalattól független szakértői mérnöki iroda is kivizsgálta az esetet. A kivizsgálás eredménye azt mutatta, hogy a klórt beszállító cég tartálykocsiján lévő szerelvények nem, vagy nem megfelelően lettek átvizsgálva és karbantartva, illetve azok elavultak voltak [11].

A kivizsgálás eredményeinek, megállapításainak végrehajtása érdekében elvégezték a veszélyes tevékenység kockázatelemzését. Telepített klórérzékelőket helyeztek el a veszélyes anyag lefejtő helyre és közvetlen környezetébe. Ezen túl saját műszaki mentőszervezetet hoztak létre.

Fentiekből is azonosíthatóak a biztonsági irányítás elemei. Felmerül azonban a kérdés, hogy mi hiányzott az akkor már néhány éve két irányítási rendszert is működtető vállalkozás biztonsági tevékenységéből?

A mentésben részt vevők közül többen voltak, akik nem rendelkeztek a megfelelő védőruházattal, így a vízzel klóros savat alkotó klórgáz miatt égési sérüléseket szenvedtek. Ez magyarázható azzal, hogy a beavatkozók a tevékenységgel kapcsolatban nem rendelkeztek elegendő információval, mivel nem állt rendelkezésre kockázatelemzés. Nem ismerték a lehetséges súlyos baleseti események következményeit és hatásait, így a külső hivatásos beavatkozók sem tudtak elegendő védelemmel készülni.

A klór lefejtése során nem volt előírás a tevékenység tűzoltói biztosítása. Ilyen például az előre megszerelt, vagy a telepített vízpajzsok kihelyezése, ami ehhez hasonló esemény kialakulásánál rövid időn belül indítható és jelentősen lecsökkenti az esemény hatásait.

A beavatkozók az esemény során csak kézjelekkel tudtak kommunikálni, ami lassíthatja, nehézkessé teheti a beavatkozás hatékonyságát. A vészhelyzeti kommunikáció fejlesztése szintén fontos eleme a biztonsági irányítási rendszernek.

A tűzoltók légzőkészülékének biztonságos palackcseréje, az esemény helyétől csak 200 méter távolságra volt lehetséges, így ezt a beavatkozóknak, különösen azoknak, akik nehézgáz ellen védő ruházatban voltak figyelembe kellett venniük. Biztosítani kellett a váltások lebonyolításához szükséges beavatkozó állományt.

Elengedhetetlen tehát a veszélyek azonosításánál és a vészhelyzeti felkészültségnél valamennyi kárelhárítási és beavatkozási mozzanat megtervezése. Ezt a célt szolgálják a vészhelyzeti gyakorlatok, és ezért vannak az üzemi belső védelmi tervekben a súlyos baleseti eseménysorok, amelyek rendszeresen begyakorlásra kerülnek.

A szakértői vizsgálat megállapította, hogy a vasúti tartálykocsi műszaki állapota nem volt megfelelő. Ezt a kezelők sem vizsgálták lefejtés előtt. A tartálykocsin lévő szerelvény elavult volt, ugyanis erre a veszélyes anyagra, már akkoriban más, biztonságosabb szerelvények alkalmazását javasolták.

A beszállítók figyelemmel kísérése, egy jelentős biztonsági kockázatot jelentő alapanyag-beszállítónál kihagyhatatlan. Nem csak a saját technológiai berendezéseink állapotát kell rendszeresen felülvizsgálnunk, hanem annak alkalmazását meg kell követelnünk a beszállítóinktól is. Ma már az is meghatározásra kerül, hogy milyen szerelvényel, milyen tanúsítványok bemutatásával kerülhet befogadásra a veszélyes alapanyagot szállító tartálykocsi. Továbbá egy előzetesen kidolgozott biztonsági szempontrendszer szerint rögzített ellenőrző lista (angol kifejezéssel: „checklist”) alapján a járművek és szerelvényeik átvizsgálásra kerülnek. A veszélyes tevékenységet folytató cég így megelőző tevékenységet folytat ebben az esetben is.

Felvetődhet azonban a kérdés, hogy mi történik akkor, ha egy külföldről Magyarországra érkező, veszélyes anyagot (gázt) szállító vasúti vagy közúti járműből - annak nem megfelelő műszaki állapota miatt – egy rendező pályaudvaron vagy menet közben veszélyes anyag jut ki a környezetbe. A járművet vezető és azon tartózkodó személyek tudatában vannak, hogy ilyen esetben mit kell tenniük? Kell, hogy tudatában legyenek? A közúti és vasúti szállítási biztonsági utasításból kaphatnak információt a szállított anyag veszélyeiről. A beavatkozás nem az ő dolguk, de fontos, hogy tisztában legyenek az anyag veszélyeivel, hogy el tudjanak menekülni, ha a helyzet úgy kívánja. A műszaki mentési munkálatokat azonban el kell végezni. A hivatásos beavatkozók a különböző veszélyes anyagok átféjtési műveleteit véleményem szerint nem ismerhetik úgy, mint az azzal napi tevékenységet végzők. A hatékony beavatkozás érdekében ezért nélkülözhetetlen a hatósági és az ipari szereplők jó kapcsolata, annak az érdekében, hogy együtt értelmezzék a jogszabályok gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit és nehézségeit.

Visszatérve a konkrét eseményre, annak bekövetkezése után a rendőrség lezárta az ipartelephez vezető utat, ugyanakkor a média képviselői az akkori ipartelepi főkapun bejutottak

a telephelyre védőfelszerelés nélkül. Ha a védekezést végzők ezt időben nem észlelik, és nem mentik ki Őket, akár áldozatok is lehettek volna. A terület biztosítása a nem beavatkozó szervek bejutásának megakadályozására, valamint a lakosság védelme szempontjából kifejezetten fontos, ami ebben az esetben nem volt elég hatékony. A másik észrevétel ezzel kapcsolatban a megfelelő szintű veszélyhelyzeti kommunikáció. A felesleges pánikkeltés elkerülése miatt szükséges alkalmazni olyan személyt, aki a média képviselőit, a lakosságot megfelelően tájékoztatja. Feladata még felhívni a figyelmet arra, hogy a lakosságnak biztosítsuk a lehetőséget a veszélyes technológiák kockázatainak, a biztonságot szolgáló rendszerek, a veszélyes tevékenység felkészültségének megismerésére, megértésére. Erre szolgálnak még a lakossági tájékoztató kiadványok, a települési külső védelmi terv gyakorlatok is. Itt is kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy a felkészülésben a veszélyes tevékenységet folytató cég szakemberei is vegyenek részt [11].

## **KÖVETKEZTETÉSEK - BIZTONSÁGNÖVELŐ INTÉZKEDÉSEK**

A nem kívánt események kialakulásának megelőzésére különböző, a veszélyes anyag tulajdonságaitól is függő monitoring (érzékelő) rendszerek alkalmazása növeli a biztonságot. Ez jelenthet telepített vagy mobil gázkoncentráció érzékelőket, tűzjelző-rendszereket stb., vagy egy biztonsági szempontból kritikus készülékbe épített hőmérsékletmérő, szintmérő, nyomásmérő is fokozhatja a rendszer biztonságát. Utóbbiak a lehetséges megfútó reakciók kialakulásának elkerülésére adnak gyors információt.

A klórlefejtéshez hasonló veszélyes műveletek végzéséhez fontos, hogy a helyszínen biztosítsuk a beavatkozáshoz szükséges eszközöket, és azok műszaki állapota tegye lehetővé az azonnali bevetetőségüket. A vizsgált esetben ez a mobil vízpajzsok megszerelt állapotban való kihelyezése, vagy a telepített vízpajzs rendszerek megfelelő állapotát jelenti. Ugyanez igaz a kármentesítéshez használt anyagokra vagy az oltórendszerek létesítésére is.

A vészhelyzeti felkészültség, mint fontos szabványelem, a vállalkozás méretétől függetlenül a biztonsági irányítási rendszer alapvető része. Függ viszont a tevékenység jellegétől, a vállalkozás jogszabály szerinti besorolásától. Véleményem szerint ezért szükséges az előírások megfogalmazásánál különbséget tenni annak az érdekében, hogy egy küszöbérték alatti kisvállalkozás terhei ne érjék el felső küszöbértékű veszélyes üzemként működő nagyvállalatét.

Az általam vizsgált esemény a tartálykocsi karbantartásának hiányából adódott. Mára a karbantartás rendszere is sokat fejlődött és többszintű lett. Az évenkénti és folyamatos karbantartás mellett különböző minőségügyi technikák építhetők be a folyamatokba és alkalmazhatók eredményesen. Az egyik a teljes körű hatékony karbantartás bevezetése és fejlesztése. Több a megelőzést szolgáló technika áll még rendelkezésre (például: Lean), ami a vállalat igényeire szabva, a biztonsági teljesítmény növelését és akár költséghatékonyabb működtetést is eredményezhet.

Az esemény tapasztalatai alapján a jelenlegi gyakorlat szerint a klórlefejtő vezetékeket a rendszeres ellenőrzések mellett, állapotuktól függetlenül, meghatározott üzemóra után lecserélik. Emellett a klórt tároló tartályok többszintű ellenőrzése, hatósági felügyelete is megtörténik.

A megfelelően képzett, a lehetséges vészhelyzetek elhárításához szükséges szerszámokkal, felszerelésekkel, védőeszközökkel ellátott és rendszeresen gyakoroltatott műszaki mentőszervezet képes hatékonyan reagálni az esetleges vészhelyzetekre. A vállalkozás munkavállalóiból álló szervezet, több műszak esetén is azonnal be tud avatkozni egy veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos baleseti esemény kialakulásakor. Ehhez szükség van megfelelő, a mentőcsapat tagok védelmét és beavatkozását szolgáló és elősegítő eszközökre, valamint a kockázatelemzésre épülő speciális kiképzésükre.

A vészhelyzetekre való azonnali reagálást segítik a saját munkavállalókból képzett elsősegélynyújtók, akik tisztában vannak a jelen lévő veszélyes anyagok tulajdonságával, és akik szakszerűen meg tudják kezdeni a mentést. A mentéshez ma már rendelkezésre állnak az égések azonnal kezelésére, vagy mérgezés esetén légzés támogatásra szolgáló speciális eszközök, amelyek alkalmazásához is elengedhetetlen a jól képzett elsősegélynyújtók megléte.

A munkavállalók rendszeres oktatása a tevékenységük veszélyeiről, a kockázatokról, a veszélyes anyagok tulajdonságairól, a megelőzés lehetőségeiről szintén a biztonságtudatot növelik és a magas szintű biztonsági kultúra kialakulását szolgálják. Az oktatásoknak tevékenység specifikusnak kell lenniük, a munkavállalók ismerjék meg konkrét példákon keresztül a tevékenység veszélyeit és az arra való reagálást. A képzések során nagy hangsúlyt kell fektetni az interakcióra és a tudásanyag elsajátításának ellenőrzésére. Ezek mérhetővé teszik az oktatás hatékonyságát és meghatározzák a lehetséges fejlesztési irányokat.

Legyen minden döntésünknel a biztonsági szempontoknak prioritása! Ez az alapelv be kell, hogy épüljön a vállalkozás biztonsági célkitűzéseibe. A menedzsment tagjainak és a munkavállalóknak is ezzel a meggyőződéssel kell végezniük a munkájukat. Itt fontos kiemelni a menedzsment tudatosságát, ami visszautalva az előzőekre, szintén fejleszthető például vezetői tréningekkel.

Nem megfélelőségek esetén, legyen az egy baleseti esemény vagy üzemzavar, más és más eseménykivizsgálást kell lefolytatnunk. Ennek a rendszerét a vállalkozás szakemberei dolgozzák ki, annak meghatározásával, hogy ezek közül melyiket kell részletesen is vizsgálni. A vizsgálatnak kellőképpen alaposnak kell lennie, ami a körülmények kivizsgálását, az okok feltárását, a következmények elemzését illeti. A vizsgálat intézkedési tervvel zárul a felelősök és határidők pontos megjelölésével. Ha lehetséges okokat és következményeket is vizsgálunk (például csokornyakkendő módszer stb.) és azokra is intézkedéseket hozunk, az más eseményhez vezető utak megelőzését szolgálja.

Tevékenységünk során mindig törekedjünk az elérhető legjobb technika alkalmazására. Kezeljük és kövessük nyomon a változásokat! Amennyiben a technológiában változás történik, vizsgáljuk meg az ezzel járó kockázatokat, és ha kell, akkor avatkozzunk be. A változás menedzsment mind a mai napig súlyos kérdése az irányítási rendszereket működtetőknek. A nagyvállalatoknál egyértelműen megvan a tevékenység támogatására kidolgozott szoftver rendszer. Egyes kis- és közepes vállalkozások esetében még fejleszteni kell ezt a rendszert. Fontos felismerni, hogy a hatékony változáskezelés működtetésével átláthatóbbak és nyomonkövethetővé válnak a folyamatok.

Fentiek mellett egy vállalkozásnak figyelembe kell vennie a mai kor sajnos egyre súlyosbodó, pszichoszociális és terrorveszély kockázatait is. A veszélyes anyagokkal foglalkozó tevékenységet végző vállalkozások számára ez ma reális kockázatot jelent, így a védelmi rendszerek kialakításánál, erre a szempontokra különös figyelmet kell fordítani.

## **ÖSSZEGZÉS**

Az 1999. évi klórömlés jó példa arra, hogy lássuk a biztonságtudat fejlődését, a biztonsági irányítási rendszerekkel kapcsolatos jogszabályok és a szabványok változását. Véleményem szerint iparbiztonsági szempontból jelenleg nem áll rendelkezésre egyértelmű és részletes szabályozás a biztonsági irányítási rendszer kialakítására vonatkozóan.

A korábban említett új MEBIR szabvány véglegesítésénél ezt a megközelítést is fontos lenne figyelembe venni akár a szabványban vagy annak útmutatóiban. Az illetékes hatóságok által készített, vagy elfogadott módszertani útmutatókban is egyértelművé szükséges tenni a szabvány iparbiztonsági szempontok szerinti alkalmazását és követelményrendszerét. Elsősorban azért, hogy a vállalkozások biztonsági teljesítménye növekedjen, másodsorban



pedig azért, hogy a vállalkozásokat ne marasztalják el a nem helyesen értelmezett szabványi előírások alkalmazása miatt. Meggondolandó még az ipari szereplők bevonása az „iparbiztonsági irányítási rendszer” követelményeinek meghatározásába és a jogalkalmazási módszertani útmutatók kidolgozásába.

## Felhasznált irodalom

- [1] Kátai-Urbán Lajos: Veszélyes üzemekkel kapcsolatos iparbiztonsági jog-, intézmény és eszközrendszer fejlesztése Magyarországon, Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 89 p.
- [2] Szakál Béla, Cimer Zsolt, Kátai-Urbán Lajos, Vass Gyula: Iparbiztonság II., Budapest: TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., 182 p.
- [3] Kátai-Urbán Lajos; Vass Gyula: Kézikönyv: Veszélyes üzemek, tevékenységek és technológiák az iparban. Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2014. 119 p. (ISBN 978-615-5491-74-0)
- [4] Kátai-Urbán Lajos: Handbook for the Implementation of the Basic Tasks of the Hungarian Regulation on „Industrial Safety”, Budapest: Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 73 p.
- [5] Szakál Béla, Cimer Zsolt, Kátai-Urbán Lajos, Sárosi György, Vass Gyula: Veszélyes anyagokkal kapcsolatos balesetek elleni védekezés I.: módszertani szakkönyv veszélyes anyagok és súlyos baleseteik az iparban és a közlekedésben. Budapest: Korytrade, 2015. 120 p. (ISBN:978-963-12-3502-9)
- [6] Muhoray Árpád: A katasztrófavédelem aktuális feladatai. HADTUDOMÁNY: A MAGYAR HADTUDOMÁNYI TÁRSASÁG FOLYÓIRATA 3-4: pp. 1-16. (2012)
- [7] MSZ 28001:2008 A munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszere (MEBIR). Követelmények (BS OHSAS 18001:2007)
- [8] Magyar Szabványügyi Testület. Hírek a legfontosabb irányítási rendszerszabványok felülvizsgálatáról. URL.: <http://www.mszt.hu/web/guest/legfontosabb-iranyitasi-rendszerszabvanyok-3-resz> (letöltés: 2015 12.12.,)
- [9] ISO. Why the world needs ISO 45001 for workplace safety URL.: <http://www.iso.org/iso/news.htm?refid=Ref2016> (letöltés: 2015 12.12.,)
- [10] ISO. ISO 45001 - Occupational health and safety <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso45001.htm> (letöltés: 2015 12.12.,)
- [11] Szakvélemény az Észak –magyarországi Vegyiművek Kft. telephelyén bekövetkezett klórömlés körülményeiről és okairól. Kazincbarcika, 1999.október 4.

**NAGY Zsolt**

[nagyzsolt105@gmail.com](mailto:nagyzsolt105@gmail.com)

## **SAFE INTERVENTION OF FIREMEN IN THE EVENT OF ACCIDENTS OCCURRED ON PUBLIC ROADS**

### *Abstract*

*One of the important tasks for the fire-fighting units is to perform remediation in technical rescue which occurs especially in traffic accidents, averting and liquidating their further consequences. During technical rescues the staff is exposed to several risk factors, particularly during fending off damage in a traffic accident. It is indispensable to analyse the firefighting interventions, a deeper level of examination of the professional criteria and the expansion of cooperation with the partner organizations to complete safe and efficient technical rescue missions. After the evaluation of information, useful experiences and ways forward solutions should be incorporated in the training as well as in practice. I analysed thorough traffic accidents, my aim was to demonstrate the diversity of accident elimination and to draw attention to the specific features of safety interventions.*

*A kárfelszámolást végző tűzoltóegységek egyik fontos feladata a műszaki mentések végrehajtása, ezen belül legnagyobb számban a közlekedési balesetek, azok további következményeinek elhárítása, és felszámolása. A műszaki mentések során az állomány számos veszélyforrásnak van kitéve különösen a közutakon bekövetkezett balesetek kárelhárítása közben. A biztonságos és hatékony műszaki mentési feladatok végzéséhez elengedhetetlen a tűzoltóbeavatkozások elemzése, szakmai szempontok szerinti mélyebb szintű vizsgálata, a társszervekkel történő együttműködés bővítése. Az információk értékelése után pedig a hasznos tapasztalatokat, előremutató megoldásokat be kell építeni a képzésbe, valamint a gyakorlatba. Írásomban részletesen elemeztem a közlekedési baleseteket, célom volt bemutatni a balesetek felszámolásának sokrétűségét, felhívni a figyelmet a beavatkozások biztonságának sajátosságaira.*

**Keywords:** *traffic accidents, safe technical rescue, cooperation, analysis of intervention, training ~ közlekedési baleset, biztonságos műszaki mentés, együttműködés, beavatkozás-elemzés, képzés*

## **INTRODUCTION**

Namely I am currently on total duty at Győr-Moson-Sopron County Disaster Management, Disaster Management Branch of Győr, Professional Fire Department, which plays prominent role in certified processing and the determination of the primary test criteria of analysing the effects of road accidents. It is a main consideration for the actuator staff to possess sufficient knowledge and proficiency during rescues as well as the technical skills required for device management, practical experience during rescues [1]. Of course, the implementation of these conditions is based on training courses.

The primary aspect should be the planning of a safe intervention, which is summarised in a tactical management form by the rescue leader.

For the rescue leader it is exceptionally difficult to plan the steps of the remediation according to the information received from the operation management during marching, and defining tasks by taking new data obtained during exploration, into consideration before the start of intervention. The degree of the alarm should be modified and additional forces and equipment are required to move to site [2].

The initiation of the firemen interventions are made more difficult by the circumstance that the fire vehicle should approach the scene safely among vehicles travelling at high speed or besides jammed traffic. In particular, regarding to the number of accidents occurred on highways it could be concluded, that approaching the scene of accident can cause problem several times. To eliminate these situations successfully drivers need to have a high degree of driving technique skills.

Obviously, not all events require intervention from firefighters, but it is recommended to deal with all the aspects of technical rescue, its special problems, and the analysis of interventions. With submitting my experiences I would like to support the strenuousness of the rescue masters, who are enhancing the success of intervention with the application of research results and with the compliance of safety rules, promoting the development of complex problem solving [3].

## **CHARACTERISTICS OF TRAFFIC IN HUNGARY, OCCURRENCE OF ACCIDENTS**

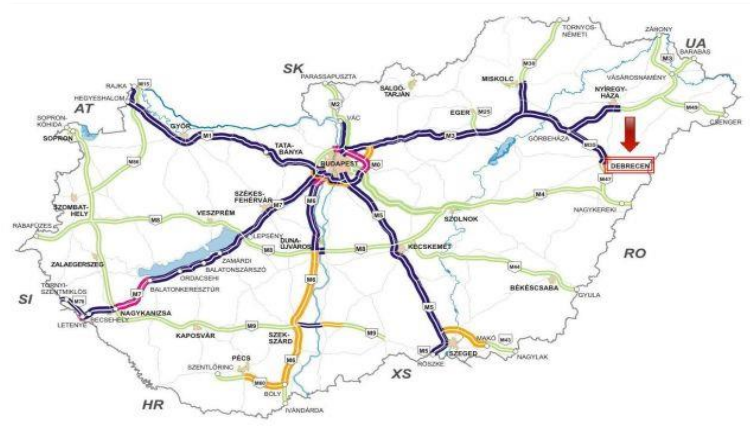
A traffic accident—according to the definition of The Central Statistical Office (CSO) —is unexpected, not deliberately caused traffic incident, which could occur death, personal injury or property damage as a consequence. Safe and undisrupted road transport is an important social interest. Its basic condition is to keep the traffic laws and to expect from others to observe those. The status of transport infrastructure and technical failures could also cause traffic accidents besides ignoring the rules.

The number of accidents is influenced by the size of vehicle fleet, composition, status, quality of the roads and behaviour in traffic. A lot of tightening has occurred among the rules for traffic safety in the past few years.

Highlighting the important factors, according to the "zero tolerance" where the driver is under any minor influence of alcohol the driver's license will be taken immediately. The principle of strict liability has been introduced since 2007, whereby the operator of the vehicle is responsible for violations of certain traffic rules committed by the specific vehicle.

Fines for road offenses have been also increased and the highway code have been modified at several points to prevent accidents. The worst form of the outcome of accidents is which ends with death.

In Hungary the transport policy until 2003-2015 has set the goal that the number of fatal accidents should be reduced by twenty per cent till 2010, by fifty per cent till 2015. The rate reduction which should be achieved till 2010 has already been fulfilled in 2008, which was greatly contributed to the development of the highway network.



**Illustration 1.** Highway network of Hungary

Source: The website of Central Statistical Office (CSO), [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu)

Vehicle traffic is growing annually on average between 3-5% in Hungary, the running performance of cars is rising about 3%, running performance of trucks rises about 3% per year annually. Most recently the growth in traffic is redounded by the two new EU member states, Romania and Bulgaria, encompassing a growing number of freight and passenger cars arriving. Last year the Romanian-Hungarian border was crossed by 6% more car than before. The cross-border traffic exceeded 3.8 million vehicles. The traffic is heavier in Pest county highway and on the main roads. The load of roads decreases from the capital, but near a larger city the density of the vehicles increases again.

Thus roads are taken over 30.000 vehicles per a day surrounding Miskolc, Szeged or Pécs.

The busiest part of the country is the M7 and M1 common introductory section of Budapest, where more than 100,000 cars a day are passing through, of which are about 7,000 wagons [4].

Among the 27 members of States of the European Union, Hungary has the fourth densest road network (roads 211 km / 100 km<sup>2</sup>) area, if the total length of the road network (200,961 kilometres) compared to the national territory.

In light of the figures it is our duty to review this area, which requires practice of fire-fighting, because it is clearly shown from the national statistics of fire-fighting marching that technical backups are presented in a large number in this segment.

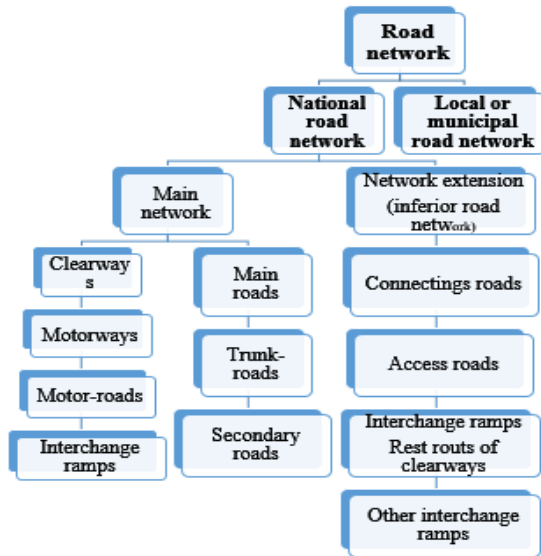
Life-saving actions occur more often during traffic accidents than during fire-fighting.

The improved active and passive safety systems in vehicles means an increasing difficulty and challenge for the rescue teams, because special devices are available, but mostly time is the biggest enemy when rescuing the injured.

This area must be made more efficient simply because the distressed citizen requires.

## THE STRUCTURE OF THE NATIONAL ROAD NETWORK

Domestic road stock includes of public roads and private roads. Public roads consist of national roads owned by the state, and local roads owned by municipalities. It is an important aspect during firefighter interventions that it can be safely and professionally intervene on almost every stretch of the road. The following figure shows the structure of the roads in Hungary, which reflects the potential occurrence of road accidents as well.



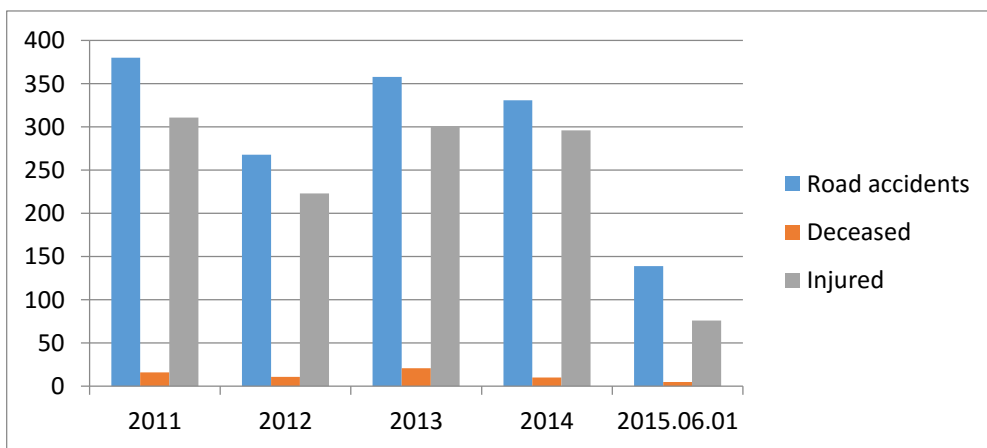
**Illustration 2.** Road network of Hungary  
Source: own composition

The vast parts of accidents are caused by driving error. Drivers are not aware of their own abilities, or physical laws. Conscious response develops slowly because of a lot of information flow at high speed toward the driver.

Muscle reaction time should also be added to the time required to offer after-action phenomena perception. So-called intelligent vehicle systems installed in new vehicles can send a warning, based on the information collected from the vehicle and its environment, or it can intervene, it supports the driver but can also override him. It performs operation which is contrary to the intention of the driver.

I examined the number of road accidents, which happened in the area of competence of the Győr-Moson-Sopron County Disaster Management Directory in the past five years and compared the number of injured and deceased.

It can be concluded, that it is important to approach security and tactical point of view about the proficiency of remediation in order to protect the firefighters intervened because the relatively high number of road accidents.



**Illustration 3.** Road accidents, happened in the area of competence of the Győr-Moson-Sopron County Disaster Management

Source: Own data collection (2011. 01.01-2015. 06.01) using Interior Ministry National Civil Protection DG (BM OKF) integrated on-line disaster management web-reporting program

## **THE TASKS OF INSURANCE LOCATION**

The basic requirement during interventions of firemen, physical safety of rescuers must be ensured at all stages of the procedure.

Implementation of technical backup may vary because of the multifarious road network structure in Hungary.

Clearing an inferior road accident is less endangering than accident remediation on highways. Firefighter interference will not occur at any location, until the rescue leader does not define the ensuring of the intervening forces.

During remediation occurred on highways State Motorway Management Company (henceforward: AAK), and the highway police are available.

The highway operators are obliged to retreat site when the removal of dirt, table alignment, ditch sliding, regardless of whether the firemen made the intervention or not.

Accidents occurred on highways according to their extent can be divided into two main parts: traffic accidents occurred on single track or double-track road.

In case of accidents, AAK carries out traffic diversion tasks, which comprises the following steps: there are placed out traffic signs 500-600 m away from the case of other hazards or accidents, bottleneck boards each 50 meters, speed limit signs at 100-80-60 km/h, avoidance direction signs and buoys on the track of the road, where the accurate accident happened. These indications would normally be sufficient, if the accident affected only one direction and there would be no complete roadblock.

If the accident affects the other direction, the nearest highway engineering's will carry out the traffic restrictions on the other track. However, this is associated with a loss of time, which is not allowed in the primary intervention.

Whether traffic diversion or restriction is needed on the spot, this task falls within the competence of the police. When the absence of police force befalls, fire department implements the task if they are the first to arrive to the accident's scene. [5].

## **STEPS OF THE PROFESSIONAL TECHNICAL RESCUE**

In order that the decision-maker has the suitable alternatives, the certain levels of protection and the associated appropriate protective equipment must be previously determined [6].

The leaders of fire-fighting units must constantly monitor the physical safety of their own and the rescuers, because the elimination of accidents takes place in dangerous conditions. One of the main dangers are heavy traffic and speeding vehicles, which are intensified in the approach of the spot [7].

The following steps should be taken into account considering the severity of technical backups the firemen intervention is more unsafe on highways and expressway sections:

- In case of fire and any other incidents occurred on highways it is very important to select the most appropriate ramp, and to determinate the correct approach route.
- Determination of the correct order of marching, damage site approaching from several directions.
- Traffic obstruction should be calculated when approaching the site, or else the technical rescue will be obstructed. Therefore, it is advisable to occasionally crash the opposite direction of the traffic lane, or by-route to approach the scene.(Marching against traffic could only happen if the node is near, the traffic is completely stopped and it is ratified.)
- Upon arrival to the spot rescue leader's first task is to explore and ensure the intervention site.



- Traffic diversion, road closure, location insurance are performed by the police, on highways these obligations are The State Motorway Management's and motorway police's responsibility. Participants in the rescue could count on the road operators help only in a later stage of the rescue on national roads.
- The rescue leader may ask for further road closure and traffic diversion from the police. Incident occurred on highways, full road closure is inevitable to ensure safety as the damage relates to both directions.
- In any case, the spot should be protected by deflector buoys and the actuator staff should be protected with the installation location of fire fighting vehicles.
- The damage spot should be left enough space for both firefighters and ambulance to perform rescue missions also for the arriving units, and the possibility of transporting the injured must be ensured. Election of installation sites must be taken into account as described above.
- Fire fighters should be supported with high-visibility clothing besides safe working conditions.
- An accident occurred by hazardous material which could cause death. The ambulance cannot approach the spot of damage in the absence of suitable protective equipment, so the firefighters have to rescue the injured, who will get medical care after the rescue [8].
- Fitting must be avoided through the barrier, which separates the opposite directions of the road, because it requires additional on-site insurance during technical rescue.
- Safe motion is important on the track-body, lighting instances of damage at limited visibility, which is feasible with vehicle mounted or using installed light masts during intervention.
- Ensuring venue should be maintained during the entire period of technical rescue, because in many cases AAK or the police are not enough. Scope of venue can vary widely, the load could stray on several hundred meters the search of the person who flew out of the vehicle is also done within tens of meters.
- Cleaning the consequences of an accident is necessary in order to ensure further safe transport (for example: chemical decontamination, debris removal, road washing, road securing).

## **EXPANSION OF PROFESSIONAL SKILLS**

Participants in technical rescues need to follow the rules they acquired and must be continually updated by trainings [9]. Each and every intervention differs which makes the specialty of this activity, because a fire fighter is exposed to various risks.

One of the most important feature of an effective remedial work is the professional knowledge and the practical experience of the rescue leaders and enforcers. Situational exercises should be organized to vivify the acquired the oretical knowledge, possibly by stimulating life-like situations. This experience gain could be usefully applied to future interventions [10].

## SUMMARY

In this professional study I presented the versatility of traffic accidents, to draw attention to the specific features of safety interventions, the importance of professional standards expansion and retention.

Leaders have the opportunity to develop their decision-making skills through interventions made for special trainings and practices [11].

The main purpose of training firefighting / rescue leaders is to highlight such events, where extensive professional interest is shown.

In my point of view, the biggest risk factor of the effectiveness of interventions is the lack of skills and experience required from the firefighting / rescue leaders.

It would be an important task to place more emphasis on this particular training in the current education system which would facilitate the work of the intervention managers while liquidating road accidents.

### References:

- [1] Kuti Rajmund: A műszaki mentésekhez használható eszközök bemutatása, fejlődésük áttekintése, Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 60, pp 1-12. 2007, URL cím: <http://www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan60.pdf> (Letöltés: 2015.04.28.)
- [2] Kuti Rajmund: A műszaki mentéshez szükséges erők és eszközök közelítő számítása, CD Kiadvány, ISSN 1785-2595, Complex Kiadó Kft. 2010.
- [3] Kuti Rajmund: Komplex műszaki mentések tervezésének lehetőségei, Védelem Online, <http://www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan233.pdf> (Letöltés: 2015.04.28.)
- [4] Központi Statisztikai Hivatal adatai, [https://www.ksh.hu/szallitas\\_kozlekedes](https://www.ksh.hu/szallitas_kozlekedes) (Letöltés: 2015.05.20.)
- [5] Attila Bartovics: Az autópályákról tűzoltói szempontból, figyelemmel a beavatkozás biztonságára, a társszervekkel való együttműködésre, az autópálya RST elkészítésének szükségességére. [www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan277.pdf](http://www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan277.pdf) (Letöltés:2015.05.20)
- [6] Földi László mk. szds: Az egyéni vegyvédelmi védőeszközök fejlesztésének lehetőségei a Magyar Honvédségben, különös tekintettel alkalmazhatóságukra vegyi katasztrófák elhárítása esetén [http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/docs/fiatkut/FL\\_0107.htm](http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyi/docs/fiatkut/FL_0107.htm) (Letöltés: 2015.05.21)
- [7] Rajmund Kuti: Műszaki Mentések I.-II- Egyetemi jegyzet, ZMNE Budapest, 2007.
- [8] Rajmund Kuti - Géza Zólyomi: Intézkedési algoritmus veszélyes anyag balesetek felszámolásához, Védelemkatasztrófa- tűz- és polgári védelmi szemle, XV. évf. 4. szám 14-15. o. 2008. ISSN 1218-2958, URL cím: <http://vedelem.hu/letoltes/ujzag/v200804.pdf> (Letöltés:2015.05.20)
- [9] Galina Horváth – Rajmund Kuti: Опыты базовой подготовки профессиональных пожарных к проведению аварийно-спасательных работ в Венгерской Республике, УДК 614.8, АКАДЕМИЯ ГПС МЧС России (Москва 2011), Orosz Állami Tűzoltó Akadémia tudományos kiadványa, URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2010-5/03-05-10.ttb.pdf> (Letöltés:2015.05.20)
- [10] Kuti Rajmund: A tűzoltóképzés sajátosságai Ausztriában, Védelem katasztrófa- tűz- és polgári védelmi szemle, XV. évf. 6. szám 30-31. o. 2008. ISSN 1218-2958, URL cím: <http://vedelem.hu/letoltes/ujzag/v200806.pdf> (Letöltés:2015.05.20)

- [11] Nagy Zsolt: A tűzoltás-mentés vezetők döntéshozatali hatékonyságának kérdései, Védelem Online, <http://vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan488.pdf>, (Letöltés: 2015. 04. 28.)

**PERGE János**

[pergejanos1@gmail.com](mailto:pergejanos1@gmail.com)

## **ROLE OF THE HUNGARIAN DEFENCE FORCE IN THE FIELD OF DISASTER MANAGEMENT**

### *Abstract*

*In Hungary, different forces of law enforcement perform various activities in the field of disaster management. In this article, I will present: the activities of the Hungarian Defence Force in the field of disaster management; the Defence System for Disaster Management, which provides these activities; the NATO Civil Emergency Planning; and I will examine the home-defence activities of Hungary in case of a disaster. Nowadays the level and the standard of preparedness to manage different types of disasters is extremely important for a state. I will present the legislation related to disaster management and the definitions of disaster management, which are essential for the full understanding of this subject. I will analyse the co-operation of the Hungarian Defence Force with the representatives of disaster management; and I will present the Defence System for Disaster Management and its tasks and application possibilities. I will present those disaster management tasks of significant importance performed by the Hungarian defence Force during the past years, and I also present the way the Hungarian defence Force is connected to the field of defence administration.*

*Hazánkban különféle rendvédelmi szervek közösen végeznek katasztrófavédelmi feladatokat. Cikkemben a Magyar Honvédség katasztrófavédelmi feladatait, az ezeket ellátó Honvédelmi Katasztrófavédelmi Rendszert, a NATO polgári veszélyhelyzeti tervezését mutatom be és hazánk honvédelmi feladatait vizsgálom katasztrófák esetén. Napjainkban rendkívül fontos, hogy az adott állam milyen szinten és színvonalon van felkészülve a különböző katasztrófa helyzetek elhárítására. Bemutatom továbbá a kapcsolódó jogszabályi hátteret, ismertetem a katasztrófavédelmi definíciókat, melyek tisztázása nélkülözhetetlen e téma teljeskörű megértéséhez. Elemzem a Magyar Honvédség együttműködését a katasztrófavédelemmel, vizsgálom és bemutatom a Honvédelmi Katasztrófavédelmi Rendszert és feladatait, alkalmazási lehetőségeit. Bemutatom azt, hogy a Magyar Honvédség milyen kiemelkedően fontos katasztrófavédelmi feladatokat végzett el az elmúlt évek során, illetve azt, hogy a Magyar Honvédség tevékenysége hogyan kapcsolódik a védelmi igazgatáshoz.*

**Keywords:** *international co-operation, disaster, Hungarian Defence Force, Defence System for Disaster Management ~ nemzetközi együttműködés, katasztrófa, Honvédelmi Katasztrófavédelmi Rendszer, Magyar Honvédség*

## INTRODUCTION

Public administration consists of state administration and local self-government administration. State administration includes – as a function of state administration – defence administration, which consists of the following tasks: home-defence, disaster management (civil defence), mobilization of the country's economic resources, and supplying the population. Home-defence administration has an ever-growing role nowadays, thanks to the continuous reorganizations and changes in its structure, since the existing military forces, as well as the special apparatus and outstanding knowledge of the Defence Force can provide a great deal of help in case of man-made and natural disasters. During my article, I will try to present that, beyond legislation, how law enforcement agencies and the Hungarian Defence Force co-operate with disaster management forces in everyday life.

## DISASTER MANAGEMENT

The conception of disaster management is ruled by Act CXXVIII. of 2011, which states that disaster management is a national issue. The uniform control of defence belongs to the duties of the state. Based on these, disaster management can be defined as follows: "those complex activities of planning, organizing, co-ordinating, executing, controlling, establishing, operating, informing, alerting, supplying of data and surveying in the defence against different types of disasters, which are meant to provide the prevention of the formation of a disaster, the prevention of an immediate danger, the elimination of the causes, the reduction of their damaging impacts, the protection of the lives and properties of the population, providing basic vital conditions, performing rescue activities and implementing every condition for recovery" [1].

The definition of disaster is also framed in Act CXXVIII. of 2011, and according to that, a disaster is: "a state or a situation suitable for announcing an emergency, or does not reach the extent of announcing an emergency, which jeopardizes and impairs the lives, health, and valuables, of people, basic vital conditions of the population, natural environment and natural values in a way or extent, that the prevention and elimination of the damage or the elimination of the aftermaths exceeds the defensive capabilities of the organizations meant to deal with these situations in a certain decided co-operation order, and requires the introduction of special measures, the continuous and strictly co-ordinated co-operation of local self-governments and state institutions, or the resort to international aid" [2].

Also, according to the above act: "risk of disaster is such a process or situation, which has the rational aftermath of causing a possible occurrence of a disaster, which, therefore, jeopardizes the health of people, the environment and the life-and property security" [3].

### Types of disasters

The standardization of disasters in scientific researches and educational publications is based on various aspects. In this study, I use a standardization in respect of the Defence System for Disaster Management (DSDM).

In the regulations, plans and documents connected to the operation of the DSDM, types of disasters are characterized as the following disaster situations:

- disasters connected to forces of nature (floods, extreme weather conditions, earthquake);
- disasters connected to nuclear activities, including national institutions containing and storing nuclear or radioactive materials, transportation of nuclear and radioactive

materials and space objects with nuclear energy sources when returning from space outside the area of our country;

- disasters connected to the use of industrial and chemical substances;
- traffic accidents reaching the level of an emergency (air-transport, public roads, railways, waterways);
- disasters connected to human epidemics;
- humanitarian disasters connected to mass human migration [4].

### **Levels of disaster management**

- International: (disasters of a cross-border nature, international efforts are needed to manage them),
- Nation-wide: (disasters threatening two or more counties, regions of the country, several military organizations or their immediate environment) requiring measures of a national-level,
- Regional: (disasters concerning or threatening one county, or the capitol's territory of competence) requiring the co-operation of organizations located in the county or the capitol and a regional-level assistance;
- Local: (disasters threatening the area of one defence district, military organization, or its immediate environment) requiring the co-operation of local organizations and a local-level aid [4].

I have to note, that there are no defence districts in the organization system of defence administration since 1st January, 2013., their areal division were replaced by districts and the precincts of the capitol with district rights.

### **Periods of defence activities against disasters**

- Period of preparedness-prevention,
- Period of protection,
- Period of recovery [4].

### **International co-operation in case of disasters**

There's no such things as borders in case of disasters, so international co-operation is extremely important. International organizations have established institutes with the capability of assisting the co-operation of civilian and military organizations. The following organizations are examples of such establishments:

- The Institution System of Civil Emergency Planning
- This program was created by NATO and it is the biggest non-military program within the organization which, beyond supporting civilians by military activities, aims to co-ordinate civil activities in time of peace, and together with the member states, it extends to the co-operant partner states as well. Ensures planning and administrative activities, the appropriate co-operation with the military and civilian organizations of NATO, helps national organizations to adopt the Ministerial Directives through recommendations, and supervising the activities of the Euro-Atlantic Disaster Response Coordination Centre (EADRRC). Its main role to support nations in planning and preparation, as well as to promote effective international response, in case the actual nation itself is not capable to cope with the disaster/emergency, or its aftermaths [6].
- Civil Emergency Planning Committee



- The supreme professional advisory council of NATO, with the specific tasks of providing counselling and co-ordinating, with four groups and eight committees under its control.
- UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
- It promotes the concerted action of different countries in cases of emerging disasters and emergencies [7].
- Euro-Atlantic Disaster Response Coordination Centre [8].
- The steering committee of NATO, which, with the supervision of the Civil Emergency Planning Committee, provides the co-ordinating activities coming from partner countries in case of disasters occurring in the area of EAPC-countries [7] (for example, it provided help in the case of refugees arriving in great quantities).
- Common Emergency Communication and Information System
- A common communication and information system created for managing emergencies, which enables to communicate and exchange information between the appointed contact points, thereby ensuring the truthfulness, integrity and confidentiality of the exchanged information under normal circumstances and during emergencies between the states participating in the procedure [9].
- Monitoring and Information Centre
- This organization performs damage assessment and co-ordination activities.

## **HOME-DEFENCE ADMINISTRATION SYSTEM OF HUNGARY**

The system of home-defence administration includes the central command of home-defence, and the local command of home-defence. Within the system of home-defence administration, there are defence administration bodies performing general administration tasks, and bodies providing specialized home-defence tasks, which are partly under public administration control, and partly under military control.

The organizations of home-defence administration with general functions – central, regional and local (settlement level) – are represented by the following bodies, based on the elements of public administration:

1. Home-defence organizations with the authorization of central command: the Parliament, the Committee on Defence and Law Enforcement of the Parliament, the President of the Republic, the Government, the National Defence Council (in case of a state of emergency), the Minister for Defence, and the minister with the scope of duties and authority;
2. Levels of the local home-defence administration: county level (County and Capitol Defence Committees), district level (Local Defence Committees, 23 in the precincts of the capitol, 174 in the districts), settlement level (mayors) [10].

Within a central command system, general function bodies of home-defence administration ensures the preparedness for home-defence (in normal times) and the activation, mobilization and application (in states of emergencies) of the Hungarian Defence Force, the law enforcement agencies, the other organizations participating in home-defence, the public administration organizations – including self-government organizations – and the population. Organizations of specialized administration of the home-defence administration – under the command of general function bodies and in co-operation with them – includes national and regional draft agencies performing military administration (HDF Military Administrative and ADP Centre, and the Military Administrative Centres under its command), which belong to the Hungarian Defence Force and have administrative extent, but their activities in time of peace have been

greatly decreased since the extinguishment of the regular army. Their administrative activities becomes significant mainly in periods of special legal order.

## Duties of the Hungarian Defence Force and the Defence System for Disaster Management

The co-operation in the preparation against disasters, defence and the elimination of the aftermaths belongs to the duties of the Hungarian Defence Force, as it is stated in the Fundamental Law of Hungary. Since the responses to disasters require a proper co-ordinating and controlling activities, authorities created the Defence System for Disaster Management in 2005, with the main task of preventing disasters from happening, or, in case of a disaster, its task is to save people and properties, as well as to mitigate the aftermaths of the disaster.

The Defence System for Disaster Management is an integrant of the national disaster management system, its operation is regulated by laws and internal regulations [15], while its activities are based on the existing capabilities of the Hungarian Defence Force, and it consists of the appointed organizational units.

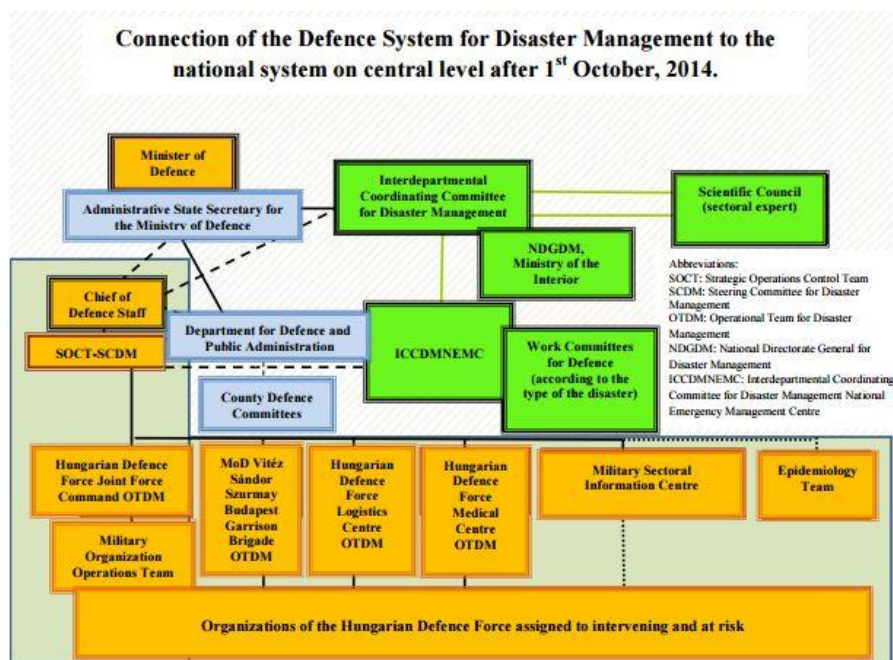


Figure 1: Organizational structure of the Defence System for Disaster Management (Source: New structure and operational order of the upper-level management-controlling system of DSDM. Conference on disaster management, 16th September, 2014. Budapest, Stefánia Palace)

## Organizational structure of the Defence System for Disaster Management

The Defence System for Disaster Management is a double-duty organization. Its primary function is to save and rescue the personnel and property at risk, to mitigate the effects of the aftermaths and to eliminate them from the sector in case of disasters or severe emergencies affecting the home-defence sector. At the same time, it has to co-operate in performing disaster management tasks on national and international levels, based on the Government's decision, or the invitation of the Interdepartmental Coordinating Committee for Disaster Management or its steering operation body and the organizations of defence administration [16].

## The three cores of the Defence System for Disaster Management

The Defence System for Disaster Management can be divided into three, well-separable parts: three cores.

The first core is to elaborate the operational regulations of the Defence System for Disaster Management and to determine the management system, i.e. the upper level part of the regulation. Its activities are: legislation, calculating the whole budget of the home-defence administration and the professional management of the whole system of the Defence System for Disaster Management. These tasks are performed by the Administrative State Secretary for Defence with the support of the Planning and Coordinating Department for the Ministry of Defence.

The second core includes disaster management tasks of the system connected to other sectors and bodies of public administration, which also belongs to the responsibility of the Administrative State Secretary, and the professional background is ensured by the Defence Administration Office of the Ministry of Defence.

The third core of the system is the unit ensuring the actual military force that can be used in case of a disaster, which belongs to the main responsibilities of the Chief of Defence Staff. This is the place where the Military Sectoral Disaster Management Plan is being prepared and where the decisions on the preparations and applications of the military forces of the Hungarian Defence Force in disaster management are made, and the actual managing of the forces assigned for the task of disaster response.

### **Military Sectoral Disaster Management Plan**

Target: effective planning and organizing of the disaster management activities of the Hungarian Defence Force; defining tasks related to the operation, alerting, partial or complete activation of the disaster management activities, as well as their executive procedures in case of disaster risks and emergencies [4].

Purpose: to back up the establishment of the decisions of the Minister for Defence, the Administrative State Secretary for Defence, the Chief of Defence Staff, the Defence and Public Administration Office, and the Steering Committee for Disaster Management, and in the same time, it is the base for the application plans of the military organizations assigned to perform disaster management activities.

The plan is also suitable for:

- developing concrete measures for military organizations assigned for performing disaster management activities and for those at risk, determining tasks and organizing operational management;
- determining provision levels and scopes of duties for home-defence in such a concrete way that facilitates the effective operation of military bodies assigned to the Defence System for Disaster Management;
- creating co-ordination with other organizations participating in disaster management and ensuring untroubled co-operation [4].

Effect: it extends to the Ministry of Defence, the organizations belonging to the direct subordination of the Minister for Defence or under his direction and the central office, as well as to the organizational units of the Hungarian Defence Force [4].

The co-ordinated operation of the three cores is ensured by the By-laws of the Defence System for Disaster Management. Participating in the activities of disaster management has a great affect on the operation of the Hungarian Defence Force, so there has been some reorganizations not just in administration and management order of home-defence, but also in the management order of the Defence System for Disaster Management. The overall result of this was the establishment of a positive and more flexible system, and thanks to that, different work-groups can be more easily connected and controlled during emergencies. One of the main targets was to make the system more effective, while the decreasing of bureaucracy was also an important target [12].

## **Main components of the Defence System for Disaster Management**

The most important task of the Minister for Defence is to issue the measures related to disaster management for the Defence Force, and to confirm the By-laws of the Defence System for Disaster Management in the period of prevention [13]. He is responsible for the adoption of the disaster management budget, the command of the emergency services and the establishment of the legal background. He decides on the ordering out of the forces under his scope of authority, and informs the home-defence committee of the Parliament in case of ordering out more than 3000 persons. In the case of not having enough time to execute the official provision procedure during a disaster, the Minister for Defence and the Chief of Defence Staff have the special authority of ordering out certain means and forces to the area concerned [12].

### *Administrative State Secretary for the Ministry of Defence*

Based on the appointment by the Minister for Defence, the Administrative State Secretary participates in the meetings of the Interdepartmental Coordinating Committee for Disaster Management, where he represents the Ministry of Defence. Directs the Defence System for Disaster Management and the international co-operations related to the disaster management tasks of home-defence during the period of defence and confirms those budget principals which are the base for procuring the means required for disaster management services and for the technical and protective means for the protection of the personnel assigned to perform disaster management tasks [12]. Proposes for confirmation to the Minister for Defence the regulations needed for proceeding those measures that are intended to use in case of emergencies in a form of a decree within the sector, and the measures intended to be introduced in case of a disaster not having the amount for announcing special legal order.

### *Ministry of Defence, Defence Administration Office*

Co-ordinates those defence administration tasks that arise from the representation of the portfolio in the meetings of the Interdepartmental Coordinating Committee for Disaster Management; provides professional support for the regional organizations of defence administration for developing action plans, and participates in the organization of the presidential retraining of the county, capitol and defence committees. Offers a suggestion for the order of maintaining professional connections with other central administrative, regional and local defence administrative organizations and participates in the preparation and prosecuting of national and international disaster management training. Supports the co-operation between the units of Defence System for Disaster Management and the regional bodies of the defence administration and ensures the operation of the telecommunication and IT system (K-600 KTIR) and the Unified Digital radio Telecommunication System (EDR) at the central, regional and local defence administration bodies in favour of disaster management.

### *Ministry of Defence Department for Planning and Coordination*

Prepares the departmental order regulating sectoral tasks, the By-laws of the Defence System for Disaster Management, the directive related to the utilization of the budget of the Defence System for Disaster Management and the elementary budget for disaster management with co-operation of the related organizations, besides performing co-ordinating tasks on ministry level during disaster management trainings. Co-ordinates the process of maintaining connections with the bodies of the Interdepartmental Coordinating Committee for Disaster Management and the international co-operations in case of a disaster.

### *Ministry of Defence Department for Defence and Public Administration*

Its primary duty is to co-ordinate the completion of the tasks originating from ministerial level and to support the work of the Administrative State Secretary and the Minister for Defence in

decision-making procedures. The team mainly consists of the assigned personnels of the Defence Administration Office, the Defence Staff and the Ministry of Defence Department for Planning and Coordination. It maintains a continuous connection with the leaders of the ministries involved in defence, the governmental and central agencies and the bodies participating in home-defence, as well as the regional and local bodies of defence administration. Analyses the information and performs the required co-ordination, participates in the preparation and execution of decisions assigned to the scope of authority of the capitol and the defence committees of counties.

#### *Chief of Defence Staff*

Assigns the leaders of the Operational Teams for Disaster management, the Military Sectoral Information Centre, the middle-level bodies and the executive military force intended to use; he attends the meetings of the Interdepartmental Coordinating Committee for Disaster Management with the right of consultation. He proposes the Military Sectoral Disaster Management Plan to the Minister for Defence and ensures the continuous command of the different emergency services as well as the mobilization of the technical equipment. He decides on the ordering-out of the personnel under his authority in case of an intervening disaster event, commands the work of the Steering Committee for Disaster Management, and supervises the execution of the tasks related to disaster management provided by the military organizations under his subordination [12].

#### *HDF Training and Doctrine Centre*

In co-operation with the Defence Staff Operations Directorate, it determines the requirements for the military training and preparing of the forces assigned to the Defence System for Disaster Management, elaborates and supervises the planning and execution of the general and professional trainings related to the tasks of disaster management. Participates in the inspection of the specialities under its competence, works up the experiences related to the operation of the Defence System for Disaster Management, initiates the integration of those experiments into the plans and regulations.

#### *Hungarian Defence Force Medical Centre*

Elaborates the action and disaster plan regulating the medical support of disaster management tasks, and ensures the updating of them. Assigns the personnel of the Steering Committee for Disaster Management and the assigned work-groups and ensures their operating conditions as well as the alerting, activization and operating conditions of the Epidemiology Defence Team. In case of epidemic danger and disaster, it is bound to make available 10% of its capacity within 3 hours and 20% of its capacity within 6 hours until the special circumstances exist, including the support of medical attendance of the wounded requiring specialists, prepares for the medical attendance of persons suffering from radiation disease or with the suspicion of having radiation disease together with the Medical Supplier Team and with the use of 100 beds. Plans and executes the preparation of the personnel assigned to participate in different disaster management tasks. Ensures the resources necessary for the operation, the possibility of alerting the assigned personnel and the conditions for application. Participates in the preparation and prosecuting of disaster management trainings, and executes its data providing duties stated in the Ministry of Defence Information Connection System and the related regulations.

#### *Hungarian Defence Force Military Administrative and ADP Centre*

Elaborates the regulations on the draft call for performing disaster management tasks and the release from the active list of the voluntary army reserve and executes the professional control, inspection and supervision of the military administrative activities related to the preparation for

the draft call of the voluntary army reserve. Supports the co-operation of the units of the Defence System for Disaster Management with the organizations of the defence administration. Supports the maintenance of connections between the Operational Teams for Disaster Management, the Operational Divisions for Disaster Management and the local disaster management committees via military administrative communicants in its personnel.

*Hungarian Defence Force Joint Force Command, Logistics Centre, 'Vitéz Sándor Szurmay' Budapest Garrison Brigade*

They assign and, if it is necessary, redeploy disaster management work-groups, have the disaster management plans of the work-groups elaborated and confirm them, ensure the data required for accomplishing internal defence plans and plans for defending objects. They organize the disaster alert process and information of their own and their subordinates, control the work of the subordinate military organizations related to disaster management. They participate in the preparation and prosecuting of the disaster management trainings, accomplish the executive commanding plan of those trainings and supervise the assignment, preparation of the executive forces and the existence of their document system, papers, alert process and application conditions. They execute their data providing tasks stated in the related regulations and plan, organize and control logistic supports for the subordinate military organizations and ensure every war store necessary for executing disaster management activities.

*Hungarian Defence Force 'Artúr Görgei' NBC Information Centre*

Operates the Military Sectoral Information Centre, including the assurance of conditions required for alert, activation and operation and accomplishes and updates the documents and database of the Centre. Participates in the preparation and prosecuting of the national and international disaster management trainings which are in accord with the function of the organization. Works up the data of the sectoral database called "hazardous substances and hazardous objects" and ensures the usability of the necessary information for the decision-making system of the sector.

*Defence Staff Operations Directorate*

Determines the requirements for the system of emergency services and the conditions for preparing, requisition, alert and activation of the military forces assigned to the Defence System for Disaster Management. Plans and implements the involvement of the Hungarian Defence Force into the prevention and elimination of disasters and provides a continuously updated version of the Military Sectoral Disaster Management Plan. Co-ordinates the elaboration of the measures regulating the disaster management activities of the military organizations under its subordination, issues measures, co-ordinates the short-term plan for the actual, expected tasks, constructs the operational conception. Co-ordinates the operational planning and elaboration work of the executive forces related to disaster management and controls the preparation for disaster management of those forces. Ensures the alert, activation and operational conditions of the HDF Steering Committee for Disaster Management, and ensures the sectoral "hazardous substances and hazardous objects" record database for the use of the directorate. Participates in the preparation and prosecuting of the national and international disaster management trainings and within this framework, accomplishes the commanding plan of the trainings on department level.

*Defence Staff Signal, Information and Information Protection Directorate*

Elaborates the requirements for the HDF signal, information and information protection system and the military telecommunication and IT network, participates in the inspections of



specialities and issues professional orders for supporting the messaging, information and information protection of disaster management tasks.

#### *Defence Staff Personnel Directorate*

Determines the regulations for the personnel records of the military organizations assigned to the Defence System for Disaster Management and prepares the personnel responsible for the personnel record of the military organizations and elaborates the professional sections of the upper-level regulations and plans related to the personnel support of the appointed forces.

#### *Defence Staff Logistics Directorate*

Determines the principles for logistic support of the forces assigned to the Defence System for Disaster Management and elaborates the professional regulation on the planning and execution of logistic support for disaster management tasks, determines the record order of the costs of defence and totalizes the logistic-type costs after executing the task. Besides that, it participates in the organization of the co-operation between the organizations involved in defence and in the inspection of specialities in its competence.

#### *Hungarian Defence Force Steering Committee for Disaster Management*

This organization was created for providing superior management tasks, which works on the alert in a 24-hour service in the period of defence. Alerts the home-defence forces assigned to disaster management and initiates the use of executive forces, appoints the areas of responsibility, base barracks and base objects according to the place, type and extension of the disaster. Controls the home-defence forces involved in the execution of disaster management tasks, and the pull-out of the military organizations at risk into safety. If necessary, it offers which home-defence forces can be further prepared and involved in disaster management. Controls the collection and processing of all the information required for assessing and estimating the expected and intervening disasters, the data communication and data exchange, informs the on-duty press officer of the Ministry of Defence (MoD) on its activation, then, with the co-operation of the officer, it involves the assigned representative of the MoD Cabinet of the Minister Press Office in its work on a regular basis.

#### *Hungarian Defence Force Operational Teams for Disaster Management*

Organizational units providing middle-level managing and military tasks, which were created by the regulations of the Steering Committee for Disaster Management and work under its control; they conduct the disaster management activities of the military organization concerned and assigns the local military commanders. Furthermore, they additional task is to collect, analyse and transfer data to the Steering Committee for Disaster Management. After finishing their defensive tasks, they control the withdrawal of the forces, estimate the execution of their work, accomplish the summing reports, collects and analyses the gathered experiments and makes suggestions to the bodies authorized for making decisions about the changes they found necessary.

#### *Hungarian Defence Force Epidemiology Defence Team*

A middle-level managing team, which most important task is to providing professional services in case of an epidemic, including sampling, identifying pathogens and the effectuation of other measures in case of an epidemic [12].

#### *Field Officer*

The Field Officer is a leader assigned by the commander of the area of responsibility, who controls local defence activities, maintains connections with the representative of the

organization controlling local defence. The Field Officer is responsible for supplying the personnel working on the assigned location, as well as their resting and the organization of their relieving [14].

### *Executive Forces*

The personnel of the Hungarian Defence Force assigned and prepared for disaster management tasks.

### *Participation of the forces of the Defence System for Disaster Management in international disaster management tasks*

According to the decision of the Government, the forces of the Defence System for Disaster Management provide assistance in international emergency situations. The co-ordination of the sectoral participation and the preparation tasks for the government's decision are performed by the Administrative State after the reconciliation with the Interdepartmental Co-ordinating Committee for Disaster Management, while the tasks related to the assignment, preparation and use of the forces of the Defence System for Disaster Management participating in international emergencies, according to the Government's decisions, are performed by the Chief of Defence Staff. The force originally assigned to the execution of international disaster management – depending on the type of the disaster and the Government's decision – was the HDF Tisza Construction Battalion Hungarian Company [4].

### **Measures and obligations related to the disaster management tasks of the Hungarian Defence Force**

- The Fundamental Law of Hungary;
- Act CXIII of 2011 on home defence, the Hungarian Defence Forces, and the measures to implement in special legal orders;
- Act CXXVIII of 2011 on disaster management and amending certain related acts;
- Government Decree No. 290/2011 (XII.22.) on the implementation of certain regulations of Act CXIII of 2011 on home defence, the Hungarian Defence Forces, and the measures to implement in special legal orders;
- Government Decree No. 234/2011 (XI.10) on the implementation of Act CXXVIII of 2011 on disaster management and amending certain related acts;
- MoD Decree No. 23/2005 (VI.16.) on the control and tasks of the home-defence sector against disasters; (VI. 16.)
- 28/2012. MoD Regulation (IV. 21.) on the By-laws of the Defence System for Disaster Management; MoD Regulation No. 62/2014. (IX. 26.) on the issue, assurance and use of the By-laws of the Defence System for Disaster Management; MoD Regulation No. 61/2010. (V. 20.)
- 74/2014. MoD ASS–CoDS joint measure of the MoD Administrative State Secretary and the Chief of Defence Staff (HK 10.) on certain regulations of the operation of the Defence- and Administrative Team and the Strategic Operations Command Team - Steering Committee for Disaster Management.
- 285/2014. CoDS measure of the Chief of Defence Staff (HK 11.) on the disaster management tasks of the military organizations of the Defence Staff and the Hungarian Defence Forces
- 26/2014. CoDS CoOD measure of the Chief of Operations Directive (HK 11.) on the structure, operation and report order of the Atom-, Biological-, Chemical-, Alert and Communication System of the Hungarian Defence Force [4].

Based on the above measures and means of common law rules for regulating organizations, it can be stated that military and law enforcement bodies perform the tasks of preventing disasters, eliminating of the aftermaths of intervening disasters and recovery together. The basic legal background for their co-operation is provided by Act CXXVIII. of 2011., 2. § section (1), as follows: "defence and the elimination of aftermaths must be ensured by the co-ordination of bodies created for this purpose and the operations of different defence systems and by the involvement and co-operation of citizens, civil defence organizations, economic entities, the Hungarian Defence Force, the law enforcement agencies, the National Tax- and Customs Administration, the state weather service, the state ambulance service, the bodies of water conservancy, the health administration organization, voluntary civil organizations and public bodies created for this purpose and furthermore, the causer and generator of a non-natural disaster, state organizations and self-governments" [5].

### *Disaster management preparedness scale of the Hungarian Defence Force*

The Defence System for Disaster Management has provided such an preparedness system, which enables the quick and effective join of the Hungarian defence Force in the execution of disaster management prevention and elimination tasks. The Defence System for Disaster Management can be alerted by forecaster organizations, or those military services, which observe disasters.

The Hungarian Defence Force has a three-level preparedness scale.

- After the order of the first scale, a 12-hour emergency service begins, and within three hours following the order, the personnel involved must report at the appointed rallying point.
- In the case of the second scale, a concrete danger for causing a disaster exists, and it is expected that the disaster cannot be avoided, so the execution of the tasks must be started within six hours following the order.
- The third scale is the operational preparedness, which means that the execution of the tasks must be started within three hours following the order.

### **Disaster management activities of the Hungarian Defence Force**

The Hungarian Defence Force has the proper headcount and professional skills for managing disasters in a high-quality manner, which was supported by the reform of the army with the significant modification of its personnel.

Concerning disaster management tasks, the Hungarian Defence Force can provide assistance in case of extreme weather conditions (like heavy snowing), flood and inland waters, forest fires, earthquakes and damage in industrial buildings (together with the HAVRIA research group, mobile laboratory and medical teams), as well as in case of a social risk (refugee affairs, migration) [18].

The Defence Staff Operations Directive prepares a contingency plan for disaster management tasks (for elaborating flood-control tasks, performing the tasks related to the prevention of the aftermaths of an industrial accident, performing the tasks related to the aid provided by the Hungarian Defence Force in international disaster situations, etc.). The aim of the plan is to inform the departments and offices of the Ministry of Defence and the military organizations under the control of the Chief of Defence Staff, which are involved in the duties of flood control, on the execution of the disaster management activities in order that the leaders of the Operational Teams of Disaster Management and all of the organizations involved could be able to prepare for the successful and effective planning and execution of defence activities [19].

The Hungarian Defence Force have participated in disaster management activities several times, but three fields can be significantly emphasized, in where they were and are of great help.

### *Flood control*

With regard to the risk of disasters, Hungary belongs to the average level, but regarding floods, she belongs to the threatened category. Nowadays, the appearance of extreme weather conditions are a big risk in our country, and one of their aftermaths is the forming of floods. From a geographical point of view, it can be stated that the risk of floods in the Carpathian-basin are extremely high, especially alongside River Tisza, where the disasters of floods are even worse than floods created by River Danube.

The Defence Force possesses the amount of specialists (Tisza Construction Battalion, which provides assistance basically in the elimination of damage occurred on the catchment areas and runoff areas of River Tisza, and it is the prepared personnel of the assigned military forces) and the technical-mechanical equipment that can be used for rescue activities (cross-country lorries, heavy transport helicopters or other technical machines), that can be effectively used during the execution of flood control activities. In case of disasters, it can provide aid with the use of several work-groups (diver and air teams, lift equipment team, transport-towing team, medical teams, diagnostic teams, aquatic rescue teams, fire services, etc.) [18].

Main duties of home-defence forces participating in disaster management activities:

- reinforcement and raising of primary flood-control works;
- construction of emergency dykes and temporary flood-control works;
- participating in the activities for preventing the forming of boils and overflows;
- providing the use of a tracked amphibian vehicle for rescuing people and properties;
- providing logistics- and securing tasks for the defence forces participating in defence activities;
- maintaining the preparedness for interference and rescue [18].

Considering the past decade, the Hungarian Defence Force had provided an essential aid during the flood-control of 2006 and 2010, and it did its share during the flood-control situation caused by increased raining at the upper-catchment area of River Danube in 2013. In the interest of flood-control, thousands of soldiers were mobilized from the personnel of the Defence Force, proper technical equipment and devices were applied and huge amount of army reserve were successfully used.

### *The red mud disaster*

The biggest industrial disaster of Hungary was the red mud disaster in 2010. As a result of the damage of the red mud containment of the Hungarian Aluminium Zrt. (MAL Zrt.), a huge amount of alkaline red mud had spilled out to the lower areas of Kolontár-Devecser. In the interest of controlling the unprecedented industrial disaster, the Government had announced an emergency. Defence control duties were performed by the Interdepartmental Coordinating Committee for Disaster Management and the local Operational Team for Disaster Management, recovery activities was performed by the Governmental Coordinating Centre for Reconstruction, and 1 person was assigned for the representation of the MoD.

The Hungarian Defence Force has also provided a great aid in the defence activities and the eliminations of the aftermaths of the red mud disaster. 319 soldiers and 127 transport vehicles have been commanded to the site by the defence force. The Government had ordered for the evacuation of Kolontár and the construction of an embankment. 715 persons had been evacuated and transported to the temporary accommodating stations as part of the provisions. During rescue, the Havaría Laboratory of the Hungarian Defence Force has performed chemical and radiological examinations and participated in the rescue activities. Injured civilians were taken care for in the Military Hospital - State Healthcare Centre where they were transported by emergency transport helicopters. Logistic support was performed by the HDF 54th "Veszprém" Radar Regiment, while the soldiers of the HDF 93rd "Sándor Petőfi" NBC

Battalion were responsible for the transportation of civilian vehicles from the contaminated area. As a result of the quick, effective and professional actions, the evacuation of Devecser was not required. The Defence Force provided help with its military personnel called out from four garrisons to neutralize the contaminated environment (they used plaster to absorb the alkaline substances); to transfer a total of 300 t sludge from the area and to clean a 15 km long road. During the following week after the red mud disaster had occurred, 2300 soldiers, 344 pieces of technical equipment and six helicopters participated in the defence and damage elimination, and another 450 persons were in a continuous preparedness in case the emergency situation would increase. [20].

István Simicskó Minister for Defence highlighted the followings on the fifth anniversary of the disaster: as a result of the sludge overflow, ten people had lost their lives, 286 people had to be taken into medical care, the number of claimants were 730, the highest headcount of responders were 4000 in the most critical period. The wildlife of Stream Torna had been completely died out, 1017 ha agricultural land had been flooded by the red mud and more than 360 houses had been damaged. The Minister for Defence has expressed his appreciation for the Hungarian defence Force for their active participation and resistance [21].

### *Managing the migration crisis*

Migration is the name of the process when people permanently change their habitation and society due to economical and ethnical reasons, or hostilities.

The history of migration goes back to the 19th-20th century, when huge amounts of European citizens had been migrating into the United States. World War II had changed a lot of things when the "dictatorships" that came into power in many countries (mainly in Eastern-Europe) did not permit their citizens to travel to abroad freely. Migration trends have increased again from the 80s, mainly on the area of the Balkans and from the successor states of the Soviet Union.

The Arab Spring (2011), the period when Arab civilians had been rising against the authoritarian regimes, had a great effect on migration: Rebels in Tunisia, Egypt, Libya and Syria tried to assume power either in a peaceful manner or triggering a civil war. Many people had been forced to leave their homeland in certain regions of the world (Sub-Saharan region, South-Asia and the Middle-East) due to population growth, natural disasters and wars in many countries. According to the report of the UNHCR Global Trends 2013, 51,2 million people have left their homes and country due to wars [23].

Millions of immigrants arrived in Europe in the past decades and thousands of migrants besiege Hungary and Europe via Hungary nowadays. The number of future arrivers cannot be estimated right now, since the citizens of Syria and Iraq, and also people from the Balkans need humanitarian aid, and besides that, many people, including the ones from North-Africa, leave their home countries as a result of newly formed wars.

Migration effects the fields of security policy, aliens policing and correctional policy, and also has an influence on demographical changes. Besides, there are other risk factors as well, one of the most important of them is health risk (epidemics and diseases, since the immigrants have unascertainable medical background) [24].

Based on all of these facts, it is statable, that the biggest disaster emergency nowadays is the process of mass, illegal migration [23].

The first step to manage this situation is the elaboration of a proper Migration Strategy, which, after the situation analysis of the migration process, expansively determines the procedure of entry, residential, integrity, international protection and repatriation policies and the system of resources required to the accomplishment of these ambitions based on the identification of the specific directions and efficient causes of migration and with the drafting of the national interests, values and targets of our country. Includes the expectable effects of

migration on society, social affairs and budget, emphasizes the requirement for ensuring fair treatment and the references of migration concerning human rights. It has a definite solution to the national-and public safety and public order risks related to the illegal elements of migration, and together with this, it emphasizes, that the foreigner, who wants to enter, reside and integrate here, has to accept and respect the standards of the European Union, the Fundamental Law and other laws of Hungary, and together with these, the rules of social coexistence [22].

Several state organizations participate in fulfilling the tasks related to the immigrants. Some of them are performing public proceedings tasks of refugee affairs or the operation of the accommodation centres, such as the Office of Immigration and Nationality; others are performing border policing, criminal investigation and crime prevention tasks, such as the following law enforcement agencies: Police, Defence Force and other national security agencies.

Migrants arrive to Hungary from three different directions:

- Starting from the areas of Middle-Asia, through Russia and Ukraine to the eastern border;
- People coming towards Hungary from North-Africa via Turkey, through Bulgaria and Romania;
- through the Balkans pathway, starting from Turkey, through Macedonia and Serbia, which is now the most common way of approaching Hungary [25].

After examining the present situation, it is statable, that Hungary is mainly a transit country for the immigrants. Due to the Schengen border barrier, immigrants reach their destination country through Hungary, while Hungary must comply with the terms and conditions of the treaties, as the external border of Europe.

Migration have been continuous from the countries of the Balkans on the south area of Hungary in the past years. The number of immigrants used to be under 100 people per day, but nowadays (end of September, 2015) this number has reached 10000 people per day. Migration crisis has turned to be a European-level problem nowadays, and the Hungarian Defence Force has an important role in the local management of this problem.

On 13th July, 2015, at 8 a.m., the Hungarian Defence Force, with the support of the police, has started the preparation work needed for the building of the temporary fence with the purpose of border control, on the outer area of Mórahalom. Units participating in the tasks: HDF 5th "István Bocskai" Infantry Brigade, HDF 37th "Ferenc Rákóczi II" Engineering Regiment and the HDF 86th "Szolnok" Helicopter Base, with the total of 43 soldiers. Soldiers transported the necessary technical equipment by eight vehicles from the barrack of Hódmezővásárhely to the site. After surveying the area, they performed field-work required for starting the building of the temporary fence with the purpose of border control - cutting of trees and underwood, soil preparation, road construction. They used one tracked bulldozer and one universal groundworks machine. The building of the 150 m long sample section was completed together by the Ministry of Interior and the competent organizations of the Ministry of Defence [26].

In September, 2015, they completed a field-exercise called "Decisive Action", which aimed to assist in the work of the police to manage the emergency situation alongside the border [29]. Within this, the defence force was serving at the southern border with great force, a total of 3800 soldiers early in September 2015, where its main task was to provide assistance to the tasks of constructing the fence at the border, so thanks to the increased number of soldiers, several kilometres of fence was constructed. In the middle of September 2015, 4300 soldiers were serving at the southern border, whose main duties were to accelerate the construction of the border barrier and to reduce the risks of human smuggling activities and terrorism [27]. During the execution of the tasks of border policing, soldiers belonging to the voluntary army reserve were also put in by the defence force, who could assist in every duties at the border

except for the tasks of policing. At the end of September, 2015, 500 voluntary soldiers were mobilized from the army reserve of 5000 soldiers [28].

Previously, soldiers had been assisted in the duties of the police during patrol, but it became obvious, that the effective management of a migration of this extent requires the amendment of measures.

A new act addressing the management of migration had been issued in Magyar Közlöny in 22nd, September, 2015, which authorized the Police and the Defence Force with new rights until the end of this existing crisis [30]. Soldiers have the right to take action according to the rules created for the police, but the soldiers must be lead and controlled by a military commander in every case.

At present, the biggest risk of disaster is represented by the migration crisis, and the Defence has undertaken a great part in the management of this situation. After examining the situation, it can be stated, that the disaster management activities of the Hungarian Defence Force related to the migration crisis are effective, but they can be still improved, which will be hopefully facilitated by the changes in the measures and the continuous co-operations with international organizations. It is obvious, that the present migration crisis requires at least a European-level, but rather a world-wide co-operation.

## SUMMARY

In the past years, new types of challenges and risks have arisen in the fields of security policy, among which the identification of natural and social threats and the reduction of emergencies have been emphasized. Within all of these, civilian and military co-operation has more and more importance in providing disaster management tasks.

During the management of disasters that have already been occurred, the disaster management activities of the Hungarian Defence Force was a great support to the work of disaster management organizations. According to the facts detailed in my article, the effectiveness of the Hungarian Defence Force, including the operation of the Defence System for Disaster Management can be well seen, it meets the requirements of the government and the Ministry of Defence, and gets an ever-increasing social recognition, and, as a matter fact, it should get this recognition.

## References

- [1] 2011. évi CXXVIII törvény 3. § 8. bekezdés a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [2] 2011. évi CXXVIII törvény 3. § 5. bekezdés a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [3] 2011. évi CXXVIII törvény 3. §. 9. bekezdés a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [4] Honvéd Vezérkar, Hadművelési Csoportfőnökség, Honvédelmi Ágazat  
Katasztrófavédelmi Terv Nyt. szám: 1518/147/160-35/
- [5] 2011. évi CXXVIII. törvény 2. § 1. bekezdés a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról
- [6] 2011. évi CXXVIII. törvény a katasztrófavédelemről és a hozzá kapcsolódó egyes törvények módosításáról



- [7] Hornyacsek Júlia–Keszely László: A katonai erők, képességek alkalmazása katasztrófák esetén, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. Hadmérnök, [http://www.hadmernok.hu/132\\_18\\_hornyacsekj\\_kl.pdf](http://www.hadmernok.hu/132_18_hornyacsekj_kl.pdf)
- [8] Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósága, [http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet\\_kulkapcsolat\\_nato](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=szervezet_kulkapcsolat_nato)
- [9] Az Európai Unió Hivatalos Lapja, A bizottság határozata (2003. december 29.)
- [10] Dr. habil. Lakatos László: Védelmi igazgatás szintjei, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Védelmi igazgatás 1.tantárgy. Előadás 2012. november. 9. dia.
- [11] Dr. habil. Lakatos László: Honvédelmi Igazgatás, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Egyetemi Jegyzet, Budapest, 2011. <http://docplayer.hu/940133-Dr-habil-lakatos-laszlo-honvedelmi-igazgatas.html>
- [12] Honvédelemről szóló 2004. évi CV. törvény
- [13] Szombati Zoltán-Földi László: A Magyar Honvédség katasztrófavédelmi feladatokra kijelölt erői, különös tekintettel az MH 93. Petőfi Sándor Vegyivédelmi Zászlóalj lehetőségeire, Hadmérnök, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, III. Évfolyam 3. szám, 2008. [http://hadmernok.hu/archivum/2008/3/2008\\_3\\_szombati.html](http://hadmernok.hu/archivum/2008/3/2008_3_szombati.html)
- [14] Honvédelmi Ágazati Katasztrófavédelmi terv, Honvéd Vezérkar-Hadműveleti Csoportfőnökség Nyt. szám: 1518/147/160-35/2014.
- [15] A honvédelmi ágazat katasztrófák elleni védekezésének irányításáról és feladatairól szóló 23/2005. (VI.16.) HM rendelet 23/2005. (VI. 16.) HM rendelet 1/A. § a).
- [16] A honvédelmi ágazat katasztrófák elleni védekezésének irányításáról és feladatairól szóló 23/2005. (VI. 16.) HM rendelet 23/2005. (VI. 16.) HM rendelet 2. § (2).
- [17] 23/2005. (VI. 16.) HM rendelet, a honvédelmi ágazat katasztrófák elleni védekezésének irányításáról és feladatairól szóló rendelet.
- [18] Tunyogi Dóra- Földi László: 2006. évi magyarországi árvíz során végzett elhárítási munkálatok elemzése, különös tekintettel a Magyar Honvédség szerepvállalására, Hadmérnök, II. évfolyam 2. szám, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2007.
- [19] Lőrincz Gábor ezredes-HVK Hadműveleti Csoportfőnökség, Hadműveleti Osztály, Esethősegi Terv, Budapest, 2014. június.
- [20] Tamási Béla mk. ezredes A Magyar Honvédség Katasztrófavédelmi Tevékenységének Hatékonyságvizsgálata Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem.
- [21] <http://www.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/hirek/jelesre-vizsgaltak-a-mentesben-reszt-vevok> (Letöltve: 2015. október 5. 10:38)
- [22] Belügyminisztérium, Az 1698/2013. (X. 4.) Korm. határozattal elfogadott Migrációs Stratégia és az azon alapuló, az Európai Unió által a 2014-2020. ciklusban létrehozásra kerülő Menekültügyi és Migrációs Alaphoz kapcsolódó hétéves stratégiai tervdokumentum, <http://moszlap.hu/uploads/files/migrstrat0416.pdf>
- [23] Löwiné Kemenyeczkai Ildikó: A migráció, mint biztonságpolitikai kockázat várható alakulása és hatása a biztonság dimenzióira 2030-ig, Hadtudomány Szemle Biztonságpolitika, VIII. évfolyam, 1. szám, 2015.
- [24] Dr. Gyenes Zsuzsanna: Katasztrófa kockázat értékelés, Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság,

[http://www.katasztofavedelem.hu/letoltes/konferencia/17/kockazatertekeles\\_gyenes.pdf](http://www.katasztofavedelem.hu/letoltes/konferencia/17/kockazatertekeles_gyenes.pdf)

- [25] Csepregi Péter: Kockázatértékelésből adódó katasztrófavédelmi feladatok a menekültügyben, Hadmérnök, VIII.évfolyam, 4.szám, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013.
- [26] <http://www.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/hirek/megkezdodott-a-hatarorizeti-celu-ideiglenes-kerites-epitese> (Letöltve: 2015. július. 14. 12:54)
- [27] <http://www.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/hirek/4300-katona-lesz-a-hataron-a-het-vegere> (Letöltve: 2015. szeptember 16. 21:12)
- [28] <http://www.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/hirek/a-honvedelmi-miniszter-elrendelte-az-onkentes-muveleti-tartalekos-katonak-reszleges-behivasat> (Letöltve: 2015. szeptember. 20. 18:34)
- [29] <http://www.kormany.hu/hu/honvedelmi-miniszterium/hirek/mar-3800-katona-van-a-deli-hatarnal> (Letöltve: 2015. szeptember 13. 22:24)
- [30] [http://www.honvedelem.hu/cikk/53188\\_kihirdettek\\_a\\_honvedseg\\_es\\_a\\_rendorseg\\_kibovitett\\_feladatait\\_szabalyozo\\_torvenyt](http://www.honvedelem.hu/cikk/53188_kihirdettek_a_honvedseg_es_a_rendorseg_kibovitett_feladatait_szabalyozo_torvenyt) (Letöltve: 2015. szeptember 28. 21:11)
- [31] 1. ábra A Honvédelmi Katasztrófavédelmi Rendszer szervezeti felépítése  
(Forrás: A HKR felső szintű vezetési- irányítási rendszerének új struktúrája, illetve működési rendje. Katasztrófavédelmi konferencia, 2014. szeptember 16. Budapest, Stefánia Palota)

SOLYMOSI János

[sojanos1@t-online.hu](mailto:sojanos1@t-online.hu)

## HULLADÉKOK KELETKEZÉSE ÉS KEZELÉSE EGY ELEKTRONIKAI TERMELŐ CÉGNÉL

### *Absztrakt*

*A hulladékkezelés a környezetvédelmi tevékenység egyik kiemelt feladata. Mindamellett munkavédelmi feladatként is jelentkezik, hiszen a nem rendszeres hulladék eltávolítás a munkahelyről, a nem megfelelő hulladék tárolás a gyűjtőhelyen munkabalesetek, illetve munkahelyi megbetegedések forrása is lehet. A jogszabályoknak megfelelő hulladék kezelés nemcsak kiadásokkal jár, hanem bevételi forrás is a hulladékok újrahasznosítása esetén. Jelen cikk jól illusztrálja a helyes hulladék kezelési folyamatot.*

*The waste management is one of important environmental tasks. however it is a safety duty, because the no regular eliminating waste from work places and inadequate waste storage in the collecting places can be source of work accidents and illnesses in work places. However the orderly waste management not involves only expenditure, but also a source of revenue from recycling waste.. This article illustrates the correct waste management process.*

**Kulcsszavak:** *hulladékkezelés, hulladék eltávolítás, hulladék tárolás, hulladékok újrahasznosítása ~ waste management, eliminating waste from work places, waste storage, recycling of waste*

## BEVEZETÉS

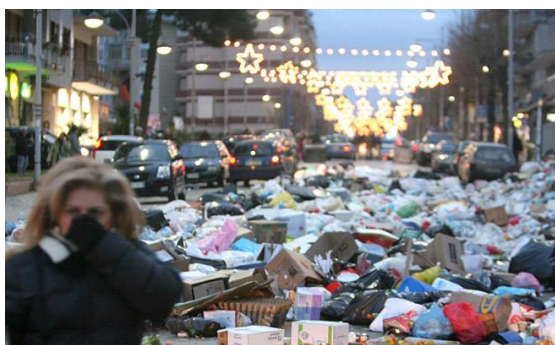
Az emberiség egyre növekvő globális problémája a világ minden részén a hulladék képződése. A használhatatlanná, szükségtelenné vált anyagokat korábban egyszerűen visszajuttatták a természeti környezetbe. Az emberi tevékenység révén a természetbe került hulladékok hatása hosszú időn keresztül nem haladta meg a környezet és elemeinek tűrőképességét, mivel egyrészt a hulladékok minősége hasonló volt a természeti körfolyamatokban meglévő anyagokhoz; így különösebb zavart nem okoztak; másrészt a mennyiségük nem akadályozta a természet körfolyamaiba való beépülésüket és ezáltal nem idézte elő e folyamatok megváltozását. Az idők során bekövetkezett termelésbővülés, az újabb és újabb – elsősorban szintetikus – anyagok megjelenése a hulladékok közvetlen visszajuttatását a természeti környezetbe fokozatosan tarthatatlanná tette. A ma már egyre inkább létünket fenyegető környezetkárosodás jelentős része a hulladékokból származik, amelyeket nehezen vagy egyáltalán nem dolgoz fel a természetes anyagcsere körfolyamat.

### A HULLADÉKOK KÖRNYEZETI HATÁSA

A hulladékok egy része – műszaki vagy gazdasági okok miatt, illetve emberi mulasztásból eredően – a környezetbe, illetve védett környezeti közegbe kerül, szétszóródik, ott szennyeződést, külön előírásokban meghatározott koncentrációk fölött káros szennyeződést okoz. A legtöbb szennyezési problémát a rendezetlen elhelyezés (pl. „a hagyományos” szeméttelpek) a helytelenül megválasztott hulladékkezelés valamint a helytelen fogyasztói magatartás okozza. A nem megfelelően kezelt hulladékok környezetkárosító hatásai különbözőképpen jelentkeznek. Egyrészt valamely környezeti elem (víz, levegő, talaj) szennyezését okozzák, ezáltal nagy népséget érintenek, és a káros hatás időben elhúzódó, másrészt a hulladékok egyes alkotói a növényi, állati szervezetekbe beépülnek és a táplálékláncon keresztül végső soron az embereket károsítják. Elsősorban a környezetre veszélyes, mérgező hatású anyagok okoznak gondot, a bioakkumuláció és a toxicitás miatt. A növényzet és az állatok fejlődését a toxikus hatású anyagok kifejezetten gátolják, egyes anyagok pedig a szervezetben felhalmozódva okoznak elváltozásokat. A nem megfelelő hulladéktárolás káros hatásai ritkán jelentkeznek azonnal, sokszor évek, évtizedek telnek el a szennyezés kialakulásáig, felderítéséig.

A környezetszennyező hatások jellegük szerint lehetnek:

- a talaj, a talajvíz és a felszíni vizek szennyeződése
- a levegő szennyeződése
- fertőzésveszély
- a rovarok és rágcsálók elterjedése
- a környezet elszennyeződésének esztétikai jelentősége (1. ábra)



1. ábra. Hulladék Nápoly utcáján [1]

## A HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

A 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról—fogalom meghatározása szerint: *hulladékgazdálkodás*: a hulladék gyűjtése, szállítása, kezelése, az ilyen műveletek felügyelete, a kereskedőként, közvetítőként vagy közvetítő szervezetként végzett tevékenység, a hulladékgazdálkodási létesítmények és berendezések üzemeltetése, valamint a hulladékkezelő létesítmények utógondozása.

A hulladékgazdálkodás a hulladékok káros hatása elleni védelem gyakorlati megvalósítása, amely a hulladékok teljes életciklusára vonatkozik. A hulladékok kezelése egységes, összehangolt technológiai rendszer, amely magában foglalja:

- a keletkezés helyétől való eltávolítását (azaz a hulladékoknak a keletkezés helyén való összegyűjtését),
- átmeneti tárolását és esetleges helyszíni előkezelését, valamint elszállítását,
- alkalmas létesítményben történő feldolgozását,
- végső elhelyezését.

A hulladékgazdálkodás - az Európai Parlament és a Tanács 2008/98/EK irányelvét figyelembe véve - a hulladékképződés megelőzésének elsődlegességét, a képződő hulladék minél nagyobb mértékű hasznosítását, ezen belül a hulladék összetevőinek újrahasználatra alkalmassá tételét, ennek hiányában anyagának újrafeldolgozását, az anyagában nem hasznosuló hulladék egyéb felhasználását (pl. energia-tartalmának kinyerését), végül a fennmaradó hulladék biztonságos, de a lerakást a szükséges legkisebb mértékre szorító ártalmatlanítását jelenti.

A hulladékgazdálkodás elemei:

- a hulladékok keletkezésének és/vagy veszélyességének csökkentése, megelőzése,
- a keletkezett hulladékok elkülönített gyűjtése és hasznosítása,
- a nem hasznosítható hulladékok káros környezet-szennyezés nélküli átmeneti tárolása és ártalmatlanítása.

A környezetvédelmi és gazdasági optimum a hulladékgazdálkodás elemeinek párhuzamos, illetve együttes alkalmazásával érhető el. [2][3][4]

## ELEKTRONIKAI GYÁRTÓ CÉG HULLADÉK KELETKEZÉSE A GYÁRTÁS SORÁN

A cég elektronikai berendezésekhez gyárt résztermékeket, azaz nyomtatott áramkörti panelekre alkatrészeket helyez el forrasztási technológiával. Az alapanyagok a raktárba érkeznek, ahol a dolgozók kicsomagolják a gyűjtőcsomagolásból az alkatrészeket. A gyűjtőcsomagolás általában fa raklapra elhelyezett kartondoboz(ok), illetve faládák. A fa raklapok és a faládák újra felhasználásra kerülnek (forognak a beszállító és a megrendelő között), kivéve a sérültek, amelyeket az arra kijelölt helyen gyűjtik illetve tárolják a hulladékként történő elszállításukig. Mivel a cégnél a szelektív hulladékgyűjtés elve teljes egészében megvalósul, az üres kartondobozokat, összevágást követően, a papírhulladék gyűjtésére rendszeresített gyűjtőkonténerbe helyezik el. A raklapokon elhelyezett csomagok rögzítés céljából a beszállító által műanyag fóliával körbe vannak fóliázva. Eltávolításuk után a műanyag fólia – mint hulladék – a gyűjtésére szolgáló gyűjtőkonténerbe kerül. Az alkatrészek további kicsomagolása a raktárban illetve a termelésben a felhasználás helyén történik, a hulladékként jelentkező csomagoló anyagok: papír, műanyag. (2.- 7. ábra)

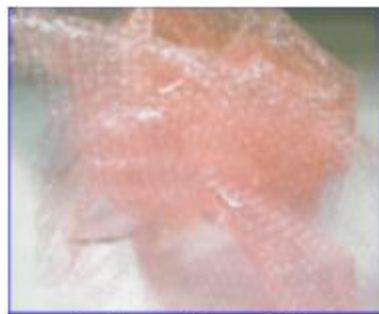




2. ábra. karton (papír)



3. ábra. szivacs granulátum



4. ábra. műanyag fólia



5. ábra: műanyag fólia



6. ábra: szivacs



7. ábra: pántoló szalag

A tényleges gyártás a forrasztási művelet előkészítésével kezdődik. Először a forrasztást könnyítő vegyi anyaggal kenik be a pasztázó gép tartozékát képező úgynevezett „stencil” lapját, amelyről a gépben ez az anyag a nyomtatott áramköri panel meghatározott részére kerül. A pasztázást kézi erővel végzik, az ónpasztát műanyag flakon tartalmazza. A művelethez egyéni védőeszközként egyszer használatos gumikesztyűt használ a dolgozó. A munkahelyen törlőkendőt is használnak, ami a forrasztó pasztával szennyeződik. A szennyezett kesztyű és törlőkendő, valamint a kiürült műanyag flakonok veszélyes anyagnak minősülnek, így azokat más hulladéktól elkülönítetten, fedeles fém hulladék tárolóban gyűjtik. (8. ábra)

A pasztázást követően a nyomtatott áramköri panelt egy konveyor a beültető gépbe továbbítja, ahol a parányi elektronikai alkatrészeket egy műanyag orsóra felcsévélte műanyag szalagról a beültetőgép a panel adott helyére helyezi. A beültetőgépnél keletkező hulladék az üres műanyag szalag, melyet 20 l-es műanyag tárolóedényben gyűjtenek, valamint a kiürült műanyag orsó, amelyet műanyag ládában helyeznek el. (9. ábra)

A beültetőgépből a beültetett panel a forrasztó kemencébe kerül, ahol a beültetett alkatrészek beforrasztásra kerülnek. A forrasztó kemencét időszakonként karbantartásra szorul, ilyenkor ónsalak kerül ki belőle hulladékként, melyet fémből készült fedeles gyűjtőben helyeznek el a karbantartók. (10. ábra)



8. ábra: munkahelyi veszélyes hulladék gyűjtő konténer



**9. ábra:** műanyag orsó gyűjtésére szolgáló láda

A munkahelyeken a nem veszélyes hulladékok a hulladék megnevezésével és EWC kódjával ellátott címkével jelölt 20 liter űrtartalmú műanyag hulladéktárolók kerültek kihelyezésre. (11. ábra)

Az EWC kód (European Waste Code – Európai Hulladék Kód) a hulladék azonosító kódja, a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről tartalmazza. A jegyzékben a hulladékokat hat számjegyű, úgynevezett EWC kóddal jellemzik. A kód első két számjegye a keletkezés tevékenység szerinti főcsoportra, a második két számjegye a főcsoporton belüli alcsoportra utal. Megnevezés használata esetén a hulladék csak a keletkezési tevékenységnek megfelelő főcsoport és alcsoport megnevezésével együtt adható meg. A (\*)-gal megjelölt kódszámok veszélyes hulladékot jelölnek. [5]



**10. ábra:** ónsalak és ónsalak tároló



**11. ábra:** munkahelyi hulladéktároló

A forrasztógépből kikerülő paneleket méretre vágják. Ilyenkor úgynevezett panelszél hulladék (12. ábra) keletkezik, melyet szintén 20 l-es műanyag hulladékgyűjtő edényben gyűjtenek. Minőségellenőrzés után a panelek csomagolásra, vagy javításra mennek.



Csomagolásakor minimális mennyiségű papír illetve műanyag hulladék keletkezik, melyet a munkahelyen kihelyezett 20 l-es műanyag hulladéktárolóban helyeznek el. A javítás alapvetően a forrasztási hibák kézi forrasztásos javítását jelenti. Itt alapvetően a kontakt sprayk kiürült palackja a hulladék, ami veszélyes hulladékként kezelendő, és a munkahelyi fedeles fém tárolóba helyezi el a dolgozó.

A hulladéktárolókon, és azok kihelyezési helyén színes körlapok jelzik, hogy melyik tárolóban milyen fajta hulladék helyezhető el. Ezt a jelzést nem írja elő jogszabály, a cég vizuálisan is jelzi a tárolók funkcióját. A sárga színű körlap műanyag, a kék papír, a zöld panelszél, a pink műanyag orsó hulladékot jelöl.



**12. ábra:** panelszél hulladék  
(saját készítés)

A fentiekben felsorolt hulladékokon kívül, a „stencilek” használat utáni tisztításakor keletkezik még mosófolyadék is, melyet az üzemben kívüli veszélyes anyag tárolóban fémhordókban tárolnak. (13.ábra) keletkezik még a többihez képest minimális mennyiségű fémhulladék is, mely az udvari fémgyűjtő konténerbe kerül elhelyezésre.



**13. ábra:** Fémhordók használt mosófolyadék tárolására

## EGYÉB HULLADÉK A GYÁRBAN

A gyártóüzem területén kívül az öltözőben, a közösségi terekben, irodaterekben, étkezőben is keletkezik hulladék, annak gyűjtése is szelektíven történik, szelektív hulladékgyűjtő szigeteken. (14. ábra) A sárga fedelű gyűjtőben a PET palackokat, a kék fedelűben a papír hulladékot, a szürke fedelűben a kommunális hulladékot, a piros fedelűben pedig a fém üdítő italos dobozokat gyűjtik. Az irodaterekben az elhasznált elemek számára műanyag gyűjtőedények vannak kihelyezve. Az irodai nyomtatók, fénymásológépek elhasznált tonerjei veszélyes hulladékként az udvari veszélyes hulladék gyűjtő helyiségben kerülnek elszállításig elhelyezésre.



**14. ábra:** irodai hulladéktároló sziget  
(saját készítés)

A gyár bérnyújtással foglalkozik, saját neve vagy védjegye alatt elektromos, elektronikus berendezéseket nem gyárt. A selejt elektronikai egységeket elektronikai hulladékként kezeli, (külön gyűjtő edényben, zárt tárolóhelyen tárolja) és az arra engedéllyel rendelkező hulladékgazdálkodó cég szállítja el a gyárból.[6]

## ÜZEMI GYŰJTŐHELYEK

### Üzemi gyűjtőhelyek nem veszélyes hulladék számára

Az üzemen a munkahelyekről a helyi hulladékgyűjtőket az üzemi gyűjtőhelyekre viszik a dolgozók kiürítésre. Az üzemi gyűjtőhelyek úgynevezett hulladék gyűjtő szigetek, amelyeken a hulladékok szintén szelektív módon kerülnek elhelyezésre, nagy méretű, fém gyűjtő konténerekben.(15. ábra) A gyűjtőkonténereken szintén, jól látható módon, mind a négy oldalukra elhelyezésre kerül a tárolt hulladék EWC kódja, valamint a hulladék fényképe. A konténerek színjelölése ugyanaz, mint a munkahelyi hulladéktároló edényeké. A szigetek elhelyezése az időegység alatt keletkezett hulladék mennyiség és a helyi hulladékgyűjtők kiürítésére szánt, termelési időveszteség minimalizálását figyelembe véve történt meg.



**15. ábra:** Üzemi gyűjtőhely veszélyes hulladék számára

A veszélyes hulladékokat a helyi gyűjtőkből az udvari veszélyes hulladék üzemi gyűjtőhelyre viszik további, elszállításig történő tárolásra. Itt a fémhordókban, illetve speciális fém tárolókban (16. ábra) történik a tárolás.



**16.ábra:** speciális fémből készült hulladéktároló

A cég a veszélyes hulladék gyűjtőhely kialakítására és használatára vonatkozóan belső szabályzatot készített, melyben az alábbiakat szabályozta:

Az üzemi gyűjtőhely a tervezett kezelést figyelembe véve a környezet szennyezését, illetve károsítását kizáró módon került kialakításra, ahol a veszélyes hulladékok legfeljebb 1 évig tárolhatók. A gyűjtőhely zárt, fedett, gyűjtőzsomppal ellátott, teherbíró, a kémiai hatásoknak ellenálló, folyadékzáró padozatú, ahová csapadék nem juthat be, a tárolt veszélyes hulladékok csapadékkal nem érintkezhetnek. A gyűjtőhely szilárd burkolatú úton megközelíthető, oda illetéktelen személyek nem léphetnek be. A kulcsait a hulladék logisztika felelős, illetve a biztonsági szolgálat őrzi. A gyűjtőhelyet be- és kiszállításokon, illetve ellenőrzéseken kívül zárva tartják.

Az üzem tevékenysége során keletkező veszélyes hulladékokat az üzemből napi két alkalommal szállítják ki az épületen kívül lévő üzemi gyűjtőhelyre. A gyűjtőhelyen a gyűjtőhely felelős vezetője, vagy az általa megbízott személy az átadott hulladékokat fajtánként veszi át, a leadás EWC kódszámmal jelölt, feliratozott, a hulladék anyagának ellenálló, folyadékzáró edényzetben történik. A veszélyes hulladékokat fajtánként elkülönítve, a környezet szennyezését kizáró módon gyűjtik. A gyűjtőedényeken fel tüntetik a benne tárolt hulladék megnevezését, EWC kódszámát, ADR besorolását. Ha szükséges, az üzemcsarnokban használatos edényekből a gyűjtőhely felelőse vagy az általa megbízott és kioktatott személy, az üzemi gyűjtőhelyen áttölti a hulladékokat a gyűjtőhelyen rendszeresített gyűjtőedényekbe. Az „A” tűzveszélyességi osztályba sorolt hulladékokat csak a tűzvédelmi hatóság által jóváhagyott mennyiségben gyűjtik. A göngyölegek zártan, tiszta külső felülettel alkalmasak a további tárolásra, szállításra.

A gyár belső szabályozása szerint: a kezelés, felhasználás során visszamaradó veszélyes anyagokkal szennyezett tároló edényeket, kannákat az EWC 150110\* felirattal ellátott veszélyes hulladékgyűjtőbe, a kiürült sprays flakonokat az EWC 150111\* feliratú hulladékgyűjtőbe kell helyezni. A veszélyes anyaggal érintkezett kesztyűket, egyéni védőfelszereléseket az EWC 150202\*-es veszélyes hulladékgyűjtő edényzetbe kell dobni. Az üres flakonokat, üvegeket lezártan kell tárolni. Ha a veszélyes anyag kiömlik, közömbösítő, felitató anyagokkal (homok, rongy, perlit, felitató kendő stb.) kell felitálni és az EWC 150202\*-es veszélyes hulladékgyűjtő konténerbe elhelyezni, légmentesen zárt zsákban. A lejárt szavatosságú veszélyes anyagokat, visszamaradt további felhasználásra alkalmatlan veszélyes anyagokat az EWC 140603\* felirattal ellátott veszélyes hulladékgyűjtő konténerbe kell helyezni. [7]

## A HULLADÉKOK GYÁRI KÖZPONTI GYŰJTŐ-TÁROLÓ HELYEN TÖRTÉNŐ ELHELYEZÉSE

### Üzemi nem veszélyes hulladék

Az üzemből a hulladékgyűjtő konténereket robotok szállítják a hulladékbálázó helyiségbe, ahol szerződéses partner emberei bálázógépek segítségével bálázzák a hulladékokat hulladék nemek szerint. Ez alól kivétel a műanyag orsó, és a panelszél hulladék. A műanyag orsót nagy méretű big-bag zsákokba, a panelszél ládába rakják, és az udvari hulladék tároló helyre szállítják emelővillás targoncával. A bálázógépekbe a hulladék berakása kézi erővel történik, így lehetőség nyílik arra, hogy a szelektív hulladékgyűjtési elv ellenére esetlegesen keveredett hulladék bálázás előtt szétválogatásra kerüljön. A bálázógépek jelentősen összepréselik a hulladékot, így a hulladék térfogatkitöltése jelentősen javul. A bálákat emelővillás targoncával szintén az udvari tárolóhelyre szállítják. Az udvari hulladék tároló helyről a hulladékot kamionnal szállítja el a szerződéses partner.

### Hulladékgyűjtő konténerek szállítása robotokkal

Az üzem területén 11 db hulladéksziget lett kialakítva, ahonnan a robotok meghatározott útvonalon a hulladékbálázó helyiségbe továbbítják a hulladékkal megtelt hulladékgyűjtő konténereket. (17. ábra) A robotok a konténereket úgy veszik fel, hogy alájuk beállnak, a házukból 2 db fém tűske a konténerek aljában kialakított fészekbe illeszkedik. A robotok vezérlése számítógéppel történik. A hulladékszigeteken rádiófrekvenciás hívó lett telepítve, melyet az azzal megbízott dolgozó működtet nyomógomb megnyomásával. Az illetéktelen hozzáférést mágneses azonosítás akadályozza meg. A megbízott (mágneses azonosítóeszközt birtokoló) dolgozó, észlelve a hulladékgyűjtő konténer megtelt állapotát működteti a hulladéknem hívógombját. A hívójel a bálázó helyiségben elhelyezett számítógép monitorán jelenik meg. Mivel a robotok száma kevesebb, mint a hulladékszigetek, ezen belül a hulladékgyűjtő konténerek száma, ezért a szoftver az előre beprogramozott prioritási sorrendet automatikusan beállítja. A hívójel a bálázó helyiségben elhelyezett számítógép monitorán jelenik meg. Mivel a robotok száma kevesebb, mint a hulladékszigetek, ezen belül a hulladékgyűjtő konténerek száma, ezért a szoftver az előre beprogramozott prioritási sorrendet automatikusan beállítja. Ahhoz, hogy az üres hulladékgyűjtő konténerrel a robot elinduljon, a számítógép segítségével a bálázó helyiségben dolgozó munkavállaló adja az utasítást. Ilyenkor a robot felveszi az ürítendő hulladékgyűjtő konténer hulladéknemének megfelelő üres hulladékgyűjtő konténert, és elindul a célhely felé.



17. ábra: hulladékszállító robot

A célhelyhez érve először az üres konténert félreteszi, a teli konténert kiveszi a szigetről, félreteszi, az üres konténert berakja a szigetre, majd a teli konténert elszállítja a bálázó helyiséghez. (13. ábra)



18. ábra: hulladékszállító robot munkában

### **Az ónsalak központi gyűjtése, és továbbfeldolgozása**

A forrasztó kemencéből kikerülő ónsalakat a fémből készült fedeles gyűjtőben helyeznek el a karbantartók. A központi gyűjtőhelyre viszik, és tárolásra leadják edénnyel együtt. A tárolóhelyről az ónsalakat a feldolgozó üzemként szolgáló iroda konténerbe szállítják kézi kocsival. Az ónsalak feldolgozása forrasztóberendezés segítségével történik. A salakot- amely még jelentős mennyiségű ónt tartalmaz – átválogatják, a nem bele „tartozó” (egyéb, nem ónsalak) anyagokat eltávolítják. Ezt követően az átválogatott anyagot megmérlik, abból a célból, hogy meghatározzák azt az adalék, felületaktív anyag mennyiséget, amely a tényleges salak eltávolításához szükséges. A felületaktív anyag műanyag flakonjait veszélyes hulladékként kezelik (külön tárolóban gyűjtik). Az átválogatott ónsalakat az ónsalak feldolgozó berendezés kádjában lévő forrasztóberendezésbe teszik. Ezután az anyagot megolvasztják, melynek következtében az olvadék felületén porszerű anyag képződik. (19. ábra)



19. ábra. az olvadék felülete

Ehhez hozzáöntik a felületaktív anyagot, így egy sárszerű anyag képződik a forrasztó felületén. (20. ábra)



20. ábra. az olvadék a felületaktív anyag hozzáadását követően



A forraszfürdőt ezután kb. 15 percig keverni kell egy keverő berendezéssel. Salakoló kanál segítségével eltávolítják a fürdő felületéről a sárszerű réteget, majd egy fém tároló vödörbe helyezik, és később a veszélyes hulladék elszállítására szerződött partner elszállítja. Következő lépésként a visszanyert forrasanyag lecsapolják a berendezésből egy öntőformába. A visszanyert forrasanyagot bevizsgálás után újra felhasználják.

### **Kommunális hulladék kiszállítása a gyári központi gyűjtőhelyre**

A kommunális hulladékgyűjtők irodaterekben és az étkezőhelyen kerültek kihelyezésre. A kommunális hulladékgyűjtőkből a hulladékot a takarító személyzet tagjai az udvaron lévő szintén szelektív 1 köbméteres hulladékgyűjtőkben helyezik el. Az üzemi konyhán keletkezett kommunális hulladékot szintén ide viszi ki a konyhai dolgozó. A szikvíz automaták mellett a műanyag poharakat 110 literes műanyag zsákos hulladékgyűjtőben gyűjtik, majd a bálázó helyiségben bálázzák azokat.

### **A hulladékok gyárból történő kiszállítása**

A gyár a hulladékokat szerződéses partnereivel szállíttatja el, amelyek az adott hulladék szállítására, közvetítésére, kereskedelmére, illetve kezelésére vonatkozó hulladékgazdálkodási engedéllyel rendelkeznek.

A hulladéknemenként bálázott hulladékokat, a műanyag orsókat tartalmazó big-bag zsákokat, a panelszél tárolására szolgáló faladákat az udvari központi gyűjtő-tároló helyről emelővillás targoncával zárt rakodóterű kamionba rakodják, és elszállítják. A megrakott kamion pótkocsi helyére üreset állítanak be, a hulladék rakodás folyamatosságának biztosítása érdekében.

A veszélyes hulladék kiszállítását hetente az adott veszélyes hulladékok kezelésére jogosult szerződő partner szállítja el.

A kommunális hulladékot a hulladékgazdálkodási közszolgáltatási engedéllyel rendelkező szerződő partner rendszeres időközönként (hetente három alkalommal) elszállítja. (az 1m<sup>3</sup>-es konténereket hulladékszállító autóba üríti).

## **ÉRTÉKELÉS**

A gyár a jogszabályokban (2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról /továbbiakban HTv/, 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről /továbbiakban Kr1./, 197/2014. (VIII. 1.) Korm. rendelet az elektromos és elektronikus berendezésekkel kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről /továbbiakban Kr2./) előírt hulladékgazdálkodással kapcsolatos kötelezettségeinek eleget tesz.

HTv:

#### **1. hulladékra vonatkozó általános szabályok:**

- „Minden tevékenységet úgy kell megtervezni és végezni, hogy az a környezetet a lehető legkisebb mértékben érintse, vagy a környezet terhelése és igénybevétele csökkenjen, ne okozzon környezetveszélyeztetést vagy környezetszennyezést, biztosítsa a hulladékképződés megelőzését, a képződő hulladék mennyiségének és veszélyességének csökkentését, a hulladék hasznosítását, továbbá környezetkímélő ártalmatlanítását.”

A fentiekben leírtak teljes mértékben igazolják a követelménynek történő megfelelést.

- „A hulladékképződés megelőzése érdekében törekedni kell arra, hogy a technológiából származó, de a technológiai folyamatba visszavezetett gyártási maradék, anyag, valamint a már használt, de eredeti céljára ismételten felhasználható termék, illetve melléktermék a gyártásfelhasználás ciklusban maradjon. Az anyag

vagy termék, illetve melléktermék a gyártásfelhasználás ciklusból történő kilépésekor válik hulladékká.”

Az ön visszanyerése az ónsalakból.

## 2. A hulladékgyűjtés szabályai:

- „A hulladékbirtokos a hulladékot a kezelésre történő elszállítás érdekében - amennyire az műszaki, környezetvédelmi és gazdasági szempontból megvalósítható - az ingatlanon, telephelyen elkülönítetten gyűjti. Az elkülönítetten gyűjtött hulladékot más hulladékkal vagy eltérő tulajdonságokkal rendelkező más anyagokkal összekeverni nem lehet.”

A gyáron belüli gyűjtőhelyek, az udvari gyűjtő-tárolóhelyek kialakítása, a szelektív hulladékgyűjtés eleget tesz ennek a követelménynek.

## 3. A hulladék birtokos kötelezettségei:

- „A hulladékbirtokos gondoskodik a hulladék kezeléséről.”

A fentiekben leírtak teljes mértékben igazolják a követelménynek történő megfelelést.

## 4. Az ingatlanhasználóra vonatkozó szabályok:

- „Az ingatlanhasználó a hulladékgazdálkodási közszolgáltatás ellátásához szükséges feltételeket a közszolgáltató részére biztosítja, és a közszolgáltatást igénybe veszi.”
- „Az ingatlanhasználó az érintett ingatlan területén képződő települési hulladékot elkülönítetten gyűjti, és azt ..... a közszolgáltatónak rendszeres időközönként átadja.”

A kommunális hulladék elszállítására vonatkozó rész igazolja a jogszabályi megfelelést.

## 5. A veszélyes hulladék:

- „Veszélyes hulladékot hulladékgazdálkodási engedély nélkül más hulladékkal, illetve anyaggal összekeverni vagy hígítani nem lehet.”

A veszélyes hulladékokra vonatkozó leírás igazolja az előírás betartását.

### *Kr1:*

A veszélyes hulladékok kezelésének általános szabályai:

- „A veszélyes hulladék birtokosa köteles megakadályozni, hogy tevékenysége végzése során a veszélyes hulladék a talajba, a felszíni, a felszín alatti vizekbe, a levegőbe jutva szennyezze vagy károsítsa a környezetet.”
- „A veszélyes hulladék birtokosa köteles az ingatlanán, telephelyén, illetve a tevékenység végzése során keletkező veszélyes hulladék biztonságos gyűjtéséről gondoskodni mindaddig, amíg a veszélyes hulladékot a kezelőnek át nem adja.”

Zárt veszélyes hulladéktároló kialakítása, szabályzat készítése igazolja a megfelelést.

- „A hulladék termelője a veszélyes hulladékot, közvetlenül a keletkezés helyén, munkahelyi gyűjtőhelyen, a környezet szennyezését kizáró edényzetben, a tevékenység zavartalan végzését nem akadályozó mennyiségben gyűjtheti, legfeljebb 1 évig.”
- „Ha a veszélyes hulladék átadása a kezelő részére nem közvetlenül a munkahelyi gyűjtőhelyről történik, akkor a veszélyes hulladék termelője a keletkezett veszélyes hulladékot a telephelyén kialakított üzemi gyűjtőhelyen köteles gyűjteni. Az üzemi gyűjtőhelyet a tervezett kezelést figyelembe véve a környezet szennyezését, illetve károsítását kizáró módon kell kialakítani, ahol a veszélyes hulladék legfeljebb 1 évig tartható.”

Zárt fedeles gyűjtőedény használata a munkahelyeken, zárt veszélyes hulladéktároló kialakítása igazolja a jogszabályi megfelelést.



- „A termelő csak olyan kezelőnek adhat át veszélyes hulladékot, aki az adott veszélyes hulladék kezelésére jogosult.”

A veszélyes hulladék kiszállítását hetente az adott veszélyes hulladékok kezelésére jogosult szerződő partner szállítja el.

*Kr2:*

A gyűjtésre, a szállításra és a kezelésre vonatkozó szabályok:

- „A hulladékká vált elektromos, elektronikus berendezést - különösen az ózonlebontó anyagokat és fluorozott, üvegházhatást okozó gázokat tartalmazó hőcserélő berendezések hulladékát, a higanyt tartalmazó fénycsövek hulladékát és a fotovoltaikus panelek hulladékát - elkülönítetten kell gyűjteni.”

A gyárban a hulladékká vált elektromos, elektronikus berendezést elkülönítetten gyűjtik.

## **Felhasznált irodalom**

- [1] <http://hir.ma/kulfold/veszelyes-hulladekkel-szennyezi-a-varost-a-napolyi-maffia/132950>  
Letöltés időpontja: 2015.május 4. 18:15
- [2] 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról
- [3] <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/kornyezettechnika/ch06s06.html> Letöltés ideje: 2015. május 4. 18:00
- [4] [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/waste\\_management/ev0010\\_hu.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/ev0010_hu.htm) Letöltés ideje: 2015. május 4. 18:10
- [5] 22/2004. (XII. 11.) KvVM rendelettel módosított 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet a hulladékok jegyzékéről
- [6] 197/2014. (VIII. 1.) Korm. rendelet az elektromos és elektronikus berendezésekkel kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről
- [7] 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet a veszélyes hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről

**NAGY Dániel**

[nagy.daniel@operculum.hu](mailto:nagy.daniel@operculum.hu)

## KRIPTOGRÁFIAI KIHÍVÁSOK A VEZETÉK NÉLKÜLI SZENZORHÁLÓZATOKBAN

### *Absztrakt*

*A felügyelet nélküli szenzorhálózatok egyértelműen a jelen és a jövő hadviselésének kellékei. Használatukkal kevesebb katonával lehet nagyobb terület ellenőrzés alatt tartani. Mint minden informatikai rendszer ezek is támadhatók, és e támadások nagy részének kivédésében kriptográfia használatos. Írásomban áttekintés adok a támadási lehetőségekről, majd három olyan kriptográfiai módszert mutatok be, amely a szenzorhálózatok adta korlátozott teljesítményű környezet jelentette kihívások közt is alkalmazható.*

*Unattended ground sensors are inevitable instruments of present's and future's warfare. By using them less manpower can supervise a larger territory. Just like any communication network, these sensor networks use cryptography as a main measure against attacks. In this writing a primer is given on the attack possibilities, and then I present three cryptographic methods, that are used in the constrained field of sensor networks.*

**Kulcsszavak:** titkosítás, kriptográfia, WSN, UGS ~ encryption, cryptography, WSN, UGS

## BEVEZTÉS

A félvezetők, később az integrált áramkörök feltalálása és kifejlesztése indította el az emberiséget azon az úton, amely néhány évtized leforgása alatt jelentősen átformálta életünket. Mára korábban elképzelhetetlen számítási kapacitást vagyunk képesek rendkívül kisméretű és kis fogyasztású eszközökbe sűríteni. Az adatátvitel ezzel összhangban fejlődött, sebessége, annak megbízhatósága, lokális és globális rendszere a közelmúlt tudomány és technológia adta lehetőségeivel megvalósíthatatlan lett volna. Az új készülékek új hordozható energiaforrásokat igényeltek, olyan akkumulátorok jöttek létre, amelyek a korábbiakhoz képest lényegesen nagyobb energiasűrűsége és teljesítménysűrűsége lettek képesek. Mindezen műszaki vívmányok megnyitották az utat a nagy számítási kapacitású, kommunikálni képes, kisméretű, mobil eszközök előtt.

A WSN<sup>1</sup> vagy vezeték nélküli szenzorhálózat fogalma a ma értelmezésében nem más, mint viszonylag sok, kisméretű, önállóan üzemelő, valamilyen fizikai mennyiséget érzékelni képes számítógépek összessége, amelyek vezeték nélküli kommunikációs hálózatba kapcsolódnak és kommunikálnak. Ezen rendszereket földön, vízen, levegőben, világűrben telepíthetőek, amelyek aztán jellemzően egy átjárón<sup>2</sup> keresztül kommunikálni képesek a hálózatot üzemeltető emberrel is.

## UGS<sup>3</sup>-EK A HADSEREGBEN

Jelen írás elsősorban a szenzorhálózatok egy speciális és igen elterjedt válfajával a felügyelet nélküli, földi telepítésű szenzorhálózatokkal foglalkozik. Ezeket a rendszereket tipikusan kézzel telepítik, a felszín közelébe vagy betemetve. Jellemzően területvédelemre, behatolás észlelésre, megfigyelésre használják őket. A hadsereg igen nagy érdeklődéssel tekint e rendszerekre, az ok pedig triviális: ezeket a szenzorokat megfelelő módon kitelepítve, személyes jelenlét nélkül távolról és azonnal nyerhetünk információt az adott területen történő eseményekről, például arról, ha a területre valaki gyalogosan vagy gépjárművel behatol. A személyes jelenlét hiánya egyfelől nem teszi ki a megfigyelést végző katonát veszélynek, másfelől nem vonja el őt az egységétől, illetve számos egyéb előnyt is nyújt.[1]

Korábban a hadsereg technikai fejlesztései a civil felhasználás előtt jártak, és sok esetben a katonai fejlesztés megszelídített változata került civil felhasználásra. A jelenben ez a tendencia elsősorban a telekommunikációs, elektronikai fejlesztések tekintetében megváltozott. A hadsereg fejlesztési, tesztelési kapacitása messze elmarad a telekommunikációs világcégek képességei mögött. Nincs ez máshogyan az UGS-ekkel kapcsolatban sem. Nem meglepő tehát, hogy a hadsereg már meglévő megoldásokhoz nyúl. Konkrétan két területvédő UGS-ről tudható, hogy az Egyesült Államok hadserege érdeklődésére tart számot.[2] Ezek az *1. ábrán* látható MicroObserver[3] és a *2. ábrán* látható Scorpion II[4].

Mindkét rendszerről általánosságban elmondható, hogy tartalmaznak szeizmikus szenzorokat, látható fényű, illetve infravörös kamerákat. Ezeket könnyedén és gyorsan telepítve, a rendszer önmagától hálózattá alakul, amely hálózatot az átjárón, a Scorpion II esetében a műholdas Iridium rendszeren keresztül is el lehet érni. A kihelyezett eszközök akkumulátor kapacitása tipikusan jó pár hónapot, maximálisan két év üzemidőt tesz lehetővé. Működésmódjukra jellemző, hogy a szeizmikus szenzorok a közeledő gyalogost vagy járművet néhányszor tíz, maximum pár száz méteren belül érzékelik, ennek folyományaként aktiválják

<sup>1</sup> WSN: Wireless Sensor Network - Vezeték nélküli szenzorhálózat

<sup>2</sup> átjáró: gateway, különböző hálózatok között biztosít átjárást

<sup>3</sup> UGS: Unattended Ground Sensor - Felügyelet-nélküli földi szenzor

az esetlegesen kihelyezett kamerákat, és értesítik a rendszer kezelőjét, aki innen „élőben” követheti a védendő területen történeteket.



1. kép. A MicroObserver rendszer eszközei



2. kép. A Scorpion II rendszer összetevői

Ezek a rendszerek tehát speciális információkommunikációs rendszerek, amelyek csakúgy, mint bármely ilyen, számos módon támadhatók. Ezen támadások célja a működés megzavarásától, annak bénításán át egészen a rendszer feletti kontroll teljes átvételéig terjedhet.

Mielőtt megvizsgálánk a védekezési lehetőségeket, azon belül is a kriptográfiai kihívásokat, tegyük fel a kérdést, hogy miért kell a szenzorhálózatokat egyáltalán védeni? Mondhatjuk azt, hogy a szenzorhálózatok nem tesznek mást, mint a körülöttük létező adatokat gyűjtik, feldolgozzák és továbbítják. Ezen adatok szabadon rendelkezésre állnak, a szenzorhálózatban ilyenformán semmi „titkos” nincs. Miért kellene szeizmikus, képi vagy bármi egyéb információhoz az ellenség szenzorhálózatán keresztül, azt feltörve hozzájutni, amikor egyéb módon valószínűleg sokkal egyszerűbb lenne? A válasz, hogy a szenzorhálózat a modern értelemben vett C4I rendszerek egyik *érzékszerve*. A szenzorhálózat egyike azon rendszereknek, amelyek segítségével a vezetés információt szerez egy bizonyos területen zajló tevékenységekről. Ezen rendszerbe bejutva kideríthető, hogy a szenzorhálózat üzemeltetője mit „lát”, továbbá, a szenzorhálózat működését megzavarva, a szenzorhálózat üzemeltetőjét tudom megzavarni, megteveszteni. A szenzorhálózat lehallgatásával kideríthető, hogy milyen ingerre hogyan reagál a rendszer. Példaként, ha betörtem a rendszerbe, egyszerűen ki tudom deríteni, hogy a közeledésem, a belépésem a területre, amelyet a szenzorhálózat figyel, detektálja rendszer vagy sem. Manipulálva azt, el tudom titkolni a közeledésemet olyan módon, hogy azt a szenzorhálózat üzemeltetője nem veszi észre, vagy ami még veszélyesebb lehet, téves riasztást indíthatok, amellyel elterelem a szenzorhálózat tulajdonosának erőit egy támadás előkészítéseként.

A feltört, a szembenálló fél által kontrollált szenzorhálózat tehát nem csak haszontalanná válik az üzemeltetője számára, hanem egyenesen ellene is fordítható. Nem kérdés tehát, hogy ezeket a rendszereket informatikai és egyéb módszerekkel védeni kell, ezen rendszereknek információbiztonsági szempontból minél ellenállóbbnak kell lenniük.

## MŰKÖDÉS KORLÁTOZÁSI LEHETŐSÉGEK

Az informatikai rendszerek biztonságát az alábbi öt szempont szerint vizsgálhatjuk: bizalmasság, sértetlenség, rendelkezésre állás, hitelesség és számon kérhetőség.[5]

*Bizalmasságnak*<sup>4</sup> nevezzük azt a tulajdonságot, amely jogosultsági rendszer segítségével csak az arra felhatalmazott felhasználót engedi az információhoz hozzáférni. Bizalmasság elvesztése azt jelenti, hogy az információ olyan kezekbe juthat, ahova nem szeretnénk.

*Sértetlenségnek*<sup>5</sup> nevezzük azt a tulajdonságot, amely biztosítja, hogy az információ a tárolás során ne változzon, sérüljön, illetve ne semmisüljön meg. A sértetlenség elvesztése a szándékolatlan adatmódosítást, adatvesztést jelenti.

*Rendelkezésre állásnak*<sup>6</sup> nevezzük azt az állapotot, amikor az információt a megfelelő időben és sebességgel el tudjuk érni. A rendelkezésre állás elvesztése azt jelenti, hogy az információ elérésében hosszabb-rövidebb nehézségek történnek. Nevezzük még időbeliségnek is.

*Hitelességnek*<sup>7</sup> nevezzük, ha az információ eredeti, forrása megbízható, ellenőrizhető. A hitelesség elvesztése azt jelenti, hogy az információ forrása nem megbízható illetve ellenőrizhető.

*Számon kérhetőségnek*<sup>8</sup> nevezzük, hogy a rendszerben a hozzáférések, változtatások visszakövethetőek, az események forrása és időpontja beazonosítható. Ezen képesség elvesztése azt jelenti, hogy nem tudjuk megmondani, hogy rendszerünk korábban milyen állapotban volt.

A működés korlátozása, és így a harcászati előny kivívása, a fenti tulajdonságok megsértésén keresztül valósulhat meg. Az alábbiakban egy rövid, de jó áttekintést adó leírást olvashatunk az informatikai rendszerek támadási lehetőségeiről. Ezekből kiemelem azokat, amelyek az UGS-ek szempontjából különösen relevánsak. Nem célom a támadásokat, azok mechanizmusát és egyéb tulajdonságait részletezni, hanem egy áttekintés szeretnék adni, amely érezteti, hogy kriptográfia mennyire fontos területe egy UGS-nek, de szinte bármilyen informatikai rendszernek.

### Fizikai támadás

Mivel a node-ok<sup>9</sup> a legtöbb esetben a szabadban vannak telepítve és az esetleges álcán kívül semmi nem védi őket, esélye van annak, hogy a szemben álló fél a node-ot megtalálja és birtokába veszi. A fizikai támadás jelentheti a node egyszerű elpusztítását, de működésének tanulmányozása előkészíthet ennél nagyobb hatású beavatkozásokat is. A fizikai támadás egyik legnagyobb veszélye nem is a node elpusztítása, még csak nem is annak működési analízise, hanem a benne lévő kriptográfiai kulcs kinyerése, amire jó esély van, megfelelő műszerezettség esetén. A fizikai támadás a kulcs kinyerésével kombinálva igen nehezen védhető támadást okoz, hiszen a szemben álló fél képes lehet egy saját node-ot telepíteni a mi hálózatunkba.

### Útvonalválasztás támadások

A szenzorhálózatok igen speciálisak abban a tekintetben, hogy egységei nem csak végpontok, de az általuk használt hálózat útvonalválasztói is egyben. Az útvonalválasztást célzó támadások, a hálózat által továbbított csomagokat térítik el, késleltetik, vagy semmisítik meg oly módon, hogy ezt a hálózat nem veszi észre. Az útvonalválasztás támadásával összességében

<sup>4</sup> bizalmasság: angol terminológiában confidentiality

<sup>5</sup> sértetlenség: angol terminológiában integrity

<sup>6</sup> rendelkezésre állás: angol terminológiában availability

<sup>7</sup> hitelesség: angol terminológiában authenticity

<sup>8</sup> számon kérhetőség: angol terminológiában accountability

<sup>9</sup> node-nak vagy mote-nak szokás nevezni a szenzorhálózat egyes elemeit

az adatcsomagok olyan hálózati pontokra kerülhetnek, ahova normális esetben nem, és ez valami miatt kedvez a támadónak. Az útvonalválasztásban természetesen nagy szerepe van az adatcsomagok headerjének<sup>10</sup>. Alapvető kriptográfiai kérdés, hogy csak az adattartalmat, vagy a headert is titkosítjuk. Erről részletesebben írok a Védekezési lehetőségek c. fejezetben.

## **Forgalom analízis**

Az útvonalválasztás támadásával rokon fogalom, amely a szenzorhálózatok esetében kiemelt jelentőségű. A szenzorhálózatokkal történő kommunikáció, ahogyan azt a bevezetőben említettem, átjárón keresztül történik. Így legtöbb esetben igaz az, hogy minél közelebb esik egy node az átjáróhoz, annál több és valószínűleg értékesebb adat továbbítása is ráhárul. Az efféle támadással tehát felderíthetjük az átjáróhoz legközelebb eső node-okat, amelynek manipulálása aztán végzetes következményekkel jár a szenzorhálózat tulajdonosának a szemszögéből. Mit ér a szenzorhálózatunk, ha nem tudunk vele kommunikálni?

## **Szinkronitás támadás**

Bár valójában „egyszerű” hálózat támadás, a szenzorhálózatok esetében kiemelt fontosságú a node-ok belső órájának és üzenetszámlálójának szinkronja. Ezen támadásokkal az időbeniség tulajdonságra lehet csapást mérni, ami mélyebb támadást tud előkészíteni. A legtöbb óraszinkron protokoll gyengének nevezhető a biztonság tekintetében, így könnyen támadható. Az óraszinkron szétcsúszása pedig a szenzorhálózat funkcionális széteséséhez vezet. Ugyanez elmondható az üzenetszámlálóra is. A témáról bővebben írok a Védekezési lehetőségek c. fejezetben.

## **Sybil**

Ez az elnevezést használja az informatika azokra az esetekre, amelyben egy identitás (esetünkben node) nem a rendszer legitim része, hanem a támadó hozta létre műviileg. Ez lehet egyszerű hamis node, de lehet hamis node-ok összessége illetve azokat szimuláló egység. Jelentősége abban rejlik, hogy ha a valójában vagy virtuálisan a sybil node-ok többségben lesznek, a hálózatot normál működésben is befolyásolni tudjuk. Példa lehet hamis routing táblák létrehozása és azok propagálása. A Sybil és az útvonalválasztás támadás egyik keveréke, az ún. HELLO támadás. Ilyen esetben egy, a szemben álló fél által telepített nagyobb teljesítményű rádióval felszerelt node képes „meggyőzni” távoli node-okat arról, hogy ő a legközelebbi node. Az ilyen node sok node forgalmát tudja magához vonzani, amellyel aztán a célnak megfelelő módon kezel.[6] A Sybil támadások ellen óriási jelentősége van a kriptográfiának azon részének, amely a hitelesség megvédésére irányul.

## **Mellékcsatorna támadás**

Ide soroljuk azokat a támadási kísérleteket, amelyek nem közvetlenül az információs csatornát célozzák, hanem valamely azt kiszolgáló erőforrást. Ennek azért van értelme, mert ezen kiszolgáló erőforrások tulajdonságainak vizsgálatával következtethetünk arra az információra, amelyet el szeretnénk érni. Ilyen például, ha egy rendszer tápfeszültségének, tápáramának ingadozását monitorozzuk, és ebből következtethetünk arra, hogy a rendszer mikor milyen üzemmódban van. Hasonlóan a rendszer valamilyen lekérdezései és a válaszok között eltelt idő is adhat információt, amelyet felhasználhatunk. Szenzorhálózat esetén például abból a tényből, hogy a node-ok intenzívebben kezdenek kommunikálni egymással, következtethetünk, hogy behatolást észleltek, a kommunikáció részleteinek megértése nélkül. Nem kell tehát feltörni a kommunikációt, mégis meghatározható, hogy a hálózat milyen hatóságú. Érezhető, hogy az ilyenfajta támadás ellen a kriptográfia sok esetben mit sem ér.

---

<sup>10</sup> header: egy adatcsomag metaadatai. Forrás, cél, stb. tartoznak ide.

## Túlterheléses támadás

Jól ismert támadási forma, amely azon alapszik, hogy a rendszert akár legális, akár nem legális kérések sokaságával bombázzuk, amely ennek következtében nagyon lelassul, vagy akár le is áll. Ennek a támadásnak az a célja, hogy a rendszer a szolgáltatást ne tudja a megfelelő színvonalon nyújtani. Sok esetben a túlterheléses támadás, lehet egy más típusú támadás előkészítése, amely a túlterhelés miatt speciális üzemállapotba került rendszer gyengeségét használja ki. Nem tipikusan kriptográfiai vonatkozású támadás.

## Programhiba támadás

Ez a támadás feltételezi, hogy valamilyen módon képesek vagyunk kommunikálni az általunk támadott rendszerrel. Legjellemzőbb formája a buffer túlcsordulás támadás, melynek során a rendszernek legális csatornán olyan nem legális bemenetet adunk, amely (vélt vagy valós) programhiba következtében memória korrupciót okoz. Hibás működést, fagyást, szélsőséges esetben olyan állapotot eredményezhet, amelyben a támadó saját kódot futtathat a megtámadott rendszeren. Nem tipikusan kriptográfiai vonatkozású támadás.

A WSN-ek biztonsági szempontból különösen érzékenyek a következő három sajátosság miatt:

1. A kommunikációra rádióhullámokat használnak, amely rádióhullámok nagy területen felfoghatók.

2. A fenti miatt is, a node-ok viszonylag könnyen felderíthetők, elmozdíthatók, szétszerelhetők, vizsgálhatók, visszafejthetők. A fizikai védelmi lehetőség közel nullára redukálódik, így szinte kizárólagos hangsúly fektetődik az információbiztonsági megoldásokra.

3. Az információbiztonsági megoldásokra kiváló, jól bejártatott módszerek léteznek, ám ezek a szenzorhálózatok jelentette speciális környezetben problémássá válnak. Elsősorban számítási kapacitás, és működési időtartam adta korlátokra kell gondolni.

## VÉDEKEZÉSI LEHETŐSÉGEK

### Miért speciális a szenzorhálózat kriptográfiai védelme?

Ahogy az a támadási lehetőségek bemutatásánál láthattuk, sokuk kizárható, vagy hatásuk minimalizálható, amennyiben a hálózat kommunikációja valamilyen mértékben és módon titkosított. Fogalmazhatunk úgy is, hogy a kriptográfia egy katonai célú szenzorhálózat megbízható működésének egyik alapeleme. A szenzorhálózatok sajátosságai azonban kérdőjelekhez vezetnek a kriptográfia megszokott alkalmazását illetően. Ezek a sajátosságok nagyrészt a node korlátozott számítási és működési kapacitásából következnek. A támadás nem csak a konkrét adatkommunikációt érhet, hanem a hálózat alapvető működését is. Ilyen a szinkronitás vagy az útvonalválasztás támadása. Mindezen veszély fennáll, ha a hálózati kommunikáció nem teljes egészében titkosított. Nincsen ez másképpen a megszokott asztali számítógépes környezetben sem. Ha egy banki weboldallal kommunikálok titkosított HTTPS<sup>11</sup> protokoll segítségével, attól még a hálózat alapvető működését nyújtó alsóbb rétegek protokolljai, mint IMCP<sup>12</sup>, ARP<sup>13</sup> stb. titkosítatlan marad. Ezt nevezzük end-to-end titkosításnak.

Dönthetünk úgy is, hogy az egész kommunikációt titkosítjuk, a titkosítást az OSI rétegben minél lejjebb helyezve. Ennek megvalósulása a link-layer titkosítás, amelyre példa lehet a

<sup>11</sup> HTTPS: HyperText Transfer Protocol Secure

<sup>12</sup> IMCP: Internet Message Control Protocol

<sup>13</sup> ARP: Address Resolution Protocol



WiFi-t kiszolgáló titkosítások. Ebben az esetben a hálózati kommunikáció teljes egészében titkosított lesz, azt lehallgatva még routing információkhoz sem juthatunk. Ennek nagy hátránya azonban a WSN-ek esetében, hogy mivel minden node egyben router is, minden node-nak vissza kell fejtenie a csomagokat, kinyerni a routing- és egyéb hálózatadminisztrációs információt, majd azt újra titkosítani és továbbküldeni.

A fent leírtak szorosan összefüggnek a kriptográfiai kulcskezelés problémájával is. Előbbi esetben kulcs csak a küldő és a végpont között szükséges, amely végpont lehet a szenzorhálózat információit kezelő/megjelenítő számítógép is. Utóbbi esetben azonban a szenzorhálózat minden node-jának ismernie kell a kulcsot, illetve nem utolsósorban minden csomag továbbításánál kriptográfiai műveletet kell, végrehajtson. Azon túlmenően, hogy a kulcs egy befogott node-ból megfelelő eszközökkel kinyerhető, a nagyobb probléma, hogy a szenzorhálózatban a számítások processzor- és energia kapacitásának végeessége miatt az ilyen számításigényes működésmód erősen korlátozza a hálózat teljesítményét és a node-ok működési idejét.

Összefoglalva tehát a WSN-ek esetében a kriptográfia elengedhetetlen fontosságú, használata azonban a kis processzorteljesítmény, korlátozott memória, korlátozott energia miatt új megoldásokat igényel, kimondottan szenzorhálózatok igényeit szem előtt tartó kriptográfiai módszereket. Az alábbiakban ezekből mutatok be néhányat, kitérve arra, hogy miért speciális.

### Három, speciálisan WSN-hez kifejlesztett kriptográfiai módszer bemutatása SPINS

A fent nevezett protokollt a Berkely egyetemen fejlesztették ki [7], kimondottan olyan node-okhoz, amelyek erőforrásai igen korlátosak. A használt node-ok fontosabb paraméterei az 1. táblázatban láthatók. Bár a kutatás több mint tíz éves, így ma ennél nagyobb teljesítményű node-okkal számolhatunk, mégis jól példázza a szenzorhálózatok korlátos erőforrásait, és az egész problémakör sajátosságait. A SPINS valójában két protokollt foglal magába: a SNEP-et, amely a bizalmasságot, a hitelességet illetve a rendelkezésre állást biztosítja, valamint a  $\mu$ TESLA-t, ami pedig a kis teljesítmény igényű üzenetszórásos<sup>14</sup> adásmódot tesz lehetővé.

1. táblázat. A SPINS fejlesztéséhez használt WSN egyik node-jának specifikációja

CPU	8bit, 4MHz
Tár	8 kbájt utasítástár 512 bájt RAM 512 bájt EEPROM
Kommunikáció	916 MHz
Sávszélesség	10 Kbps
Oprendszer	TinyOS
OS méret	3500 bájt
Elérhető tár	4500 bájt

A SNEP sajátosságai az alábbiak:

1. Mindössze 8 bittel növeli az adatcsomag méretét.
2. Nem továbbítja az üzenetszámlálót az adatcsomagban.
3. Szemantikai titkosítást használ. (Lentebb kifejtve.)
4. Bizalmasságot, hitelességet és rendelkezésre állást biztosít.

<sup>14</sup> Üzenetszórásos adásmód: angol terminológia szerint broadcasting, olyan adásmód, amikor egy adó és sok vevő van.

A kriptográfiai algoritmust akkor nevezzük szemantikusként, ha egy támadó, akkor sem tud a plaintext-re<sup>15</sup> következtetni a cyphertext-ből<sup>16</sup>, ha lehetősége van bármilyen rövid plaintext-et adni, illetve azon bármilyen kis változtatást követően a cyphertext-et újra tanulmányozni. Az algoritmus nem adhat ugyanarra a plaintext-re ugyanolyan cyphertext-et, illetve a plaintext kis változásai is nagy változást kell, hogy okozzanak a cyphertext-ben. E tulajdonság elérésének egy alapvető eleme a nonce-ok<sup>17</sup> generálása és felhasználása. A hagyományos módszer szerint egy számláló érték kerül az üzenettel egyidejű elküldésre, amely megvalósítástól függően vagy valamilyen módon kódolva van a véletlen számmal vagy nem. A lényeg, hogy a vevő egy sorszámot is kap az üzenethez, és így tud az üzenetek sorrendiségéről meggyőződni. Ha kimaradnak értékek a sorban, tudja, hogy üzenetek veszttek el, ha többször jön ugyanaz, hálózati hibára vagy újrarájátszás támadásra lehet gyanakodni. Az ilyen módon létrehozott üzenet azonban nagyobb, több energiát igényel előállítására és elküldésére, mint ami a szenzorhálózatok esetében rendelkezésre áll. Ezért a SNEP máshogyan éri el a szemantikai titkosítást. A sorszámok elküldése helyett küldő és vételi oldalon is egy önálló számlálót valósít meg. A sorszám továbbra is része a titkosításnak, így amikor a visszafejtéshez szükség van a számláló értékre, ez esetben nem az üzenettel jön, hanem a vevő saját értékét használja fel. Ha nem sikerül az üzenet dekódolása, a vevő gyanakodhat arra, hogy elcsúszott a szinkron, és egy külön számláló szinkronizálásra kifejlesztett protokollal kérheti az üzenetszámlálójának szinkronizálását. Tehát amíg nincs túl sok csomagkiesés, addig e protokollnak nyilvánvaló az előnye: egyszerűen kispórolja az üzenetből a számlálót. Ha sok csomagkiesés van, a gyakori számláló kérelmek miatt hatása ellentétes lehet.

A protokollról elmondhatók az alábbiak:

*Szemantikus titkosítás:* A számláló vételi és adó oldalon egyaránt minden adatcsomag után nő, amely nonce-ként használatos, tehát minden adatcsomag máshogyan titkosítódik. A számláló maximális értéke elegendően nagy ahhoz, hogy a gyakorlati felhasználásban ne ismétlődhessen.

*Hitelesség:* Amennyiben a SNEP üzenet-hitelesítő protokollja az üzenetet megerősíti, a vevő bizonyos lehet abban, hogy az üzenet a feladótól származik.

*Újrarájátszás állóság:* A számláló biztosítja, hogy ugyanazt az üzenetet ne lehessen tárolni, majd támadási szándékkal újra kiküldeni.

*Időbeliség:* A szenzorhálózatokban, akárcsak bármely csomagkapcsolt hálózatban, nem lehet garanciát nyújtani arra, hogy az üzenetek a küldés sorrendjében érkeznek a vevőhöz. Amennyiben az üzenet ellenőrzés sikeres, akkor a vevő a beérkező üzeneteket sorrendbe tudja állítani.

*Alacsony teljesítményigény:* A számláló nem kerül elküldésre üzenetenként.

A protokoll-csomag hitelesített üzenetszórásos adásmódjáért felel a  $\mu$ TESLA protokoll. A  $\mu$ TESLA a TESLA protokollt fejlesztette kimondottan a szenzorhálózatok jelentette csökkentett erőforrású környezethez. A TESLA protokoll az adást digitálisan aláírja, amelyhez aszimmetrikus kulcsrendszerre van szükség. Ezek az algoritmusok nagy kulcsot követelnek, amely már önmagában jelentős területet vesz el a rendelkezésre álló kis memóriából. A TESLA 24 bájjal növeli egy csomag méretét, amely PC-s környezetben nem probléma. Azonban a szenzorhálózatok tipikusan nagyon kicsi méretű csomagjaihoz viszonyítva ez az érték akár azt is

---

<sup>15</sup> A kriptográfiában plaintext-nek hívják a titkosítás előtti adatot. (Nem kell feltétlen szöveges állományra gondolni.)

<sup>16</sup> A kriptográfiában cyphertext-nek nevezik a kriptográfiai eljárással a plaintext-ből létrehozott, titkosított adatot.

<sup>17</sup> nonce: egyszer használatos véletlen szám.

jelentheti, hogy a hálózatot, így az adót és a vevőt 50%-ban csak a kriptográfia jelentette overhead-del<sup>18</sup> terheljük, ami nyilván valóan célszerűtlen.

Ennek megfelelően a  $\mu$ TESLA az alábbi fejlesztéseket tartalmazza:

1. A TESLA aszimmetrikus kulcsú rendszerével szemben szimmetrikus kulcsokat használ.

2. A TESLA minden üzenetbe kulcsot illeszt, a  $\mu$ TESLA csak egyszer küldi el azt.

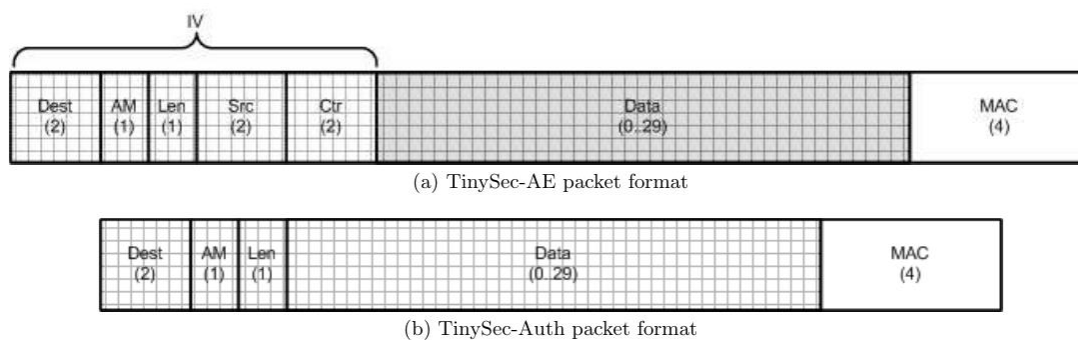
3. A küldők kulcsait tárolni költséges egy node képességeihez viszonyítva, így a  $\mu$ TESLA esetében korlátozva van a küldők száma, amelyet maximálisan hitelesíteni képes.

### TinySEC

A TinySEC[8] sok tekintetben hasonlít a fentebb említett SNEP-re. Hitelességet, bizalmasságot, adat sértetlenséget és időbeliséget nyújt. Ám a TinySEC fejlesztői szerint a SNEP-et nem fejezték be teljes egészében ahhoz, hogy éles körülmények között is lehessen használni. Azon túlmenően, hogy a TinySEC bevethetőségét is bizonyította, jelentős különbsége, hogy nem használ számlálókat a kriptográfiai folyamatban. A titkosításhoz CBC<sup>19</sup>-t használ, az hitelesítéshez pedig CBC-MAC<sup>20</sup>-et.

A CBC olyan kriptográfiai eljárás, amely egy következő blokk plaintext-et kizáró-vagy kapcsolatba hozza a jelenlegi cyphertext-tel. Ilyenformán minden cyphertext blokk függ a korábbi plaintext blokkoktól. Amennyiben az első kizáró-vagy művelethez inicializáló vektort használunk a teljes titkosítási művelet egyedi lesz, kielégíti a korábban említett szemantikus titkosítás feltételét is. A CBC egyúttal hitelességet is nyújt (CBC-MAC), amennyiben zérus inicializáló vektort használunk.

A TinySEC két csomagformátumot használ. A TinySEC-auth az üzenet autentikációhoz, valamint az TinySEC-AE, az hitelesített és titkosított üzenetekhez. Ez utóbbi esetben a csomag adattartalma 29 bájt lehet, amelyhez 8 bájtos header tartozik. Csak az adattartalmat titkosítják, de a MAC számításba a headert is beleveszik. A TinySEC-auth csomag ettől annyiban különbözik, hogy 4 bájjal rövidebb a header, valamint az adattartalom nincs titkosítva. (1. ábra)



1. ábra. A TinySEC-AE és TinySECAuth adatcsomagok felépítése

A 4 bájtos MAC a CBC-MAC esetében rövidnek mondható, hiszen 8-16 bájtot használnak más protokollok. A MAC mérete erősen összefügg a protokoll biztonságával. Négy bájt  $2^{32}$  lehetőséget, jelent, azaz ennyi próbálkozásból egy támadónak biztosan sikerül egy érvényes MAC-et létrehoznia, így az üzenet a vételi oldalon hitelesnek tekintett. Ez elsőre igen gyenge védelemnek tűnik, de fejlesztői érvelése szerint, a protokoll által megcélzott kis teljesítményű szenzorhálózatok tipikusan 19200 bps sebességű kommunikációt használnak, így egy ilyen elárasztásos támadás megközelítőleg 20 hónap alatt vinne bizonyos sikerre. A

<sup>18</sup> Overhead: az értékes adattartalom felüli, de a kommunikációhoz szükséges része az adatcsomagnak.

<sup>19</sup> CBC: Cipher Block Chaining - Kódblokk láncolás

<sup>20</sup> MAC: Message Authentication Code - üzenethitelesítő kód

protokollt bemutató publikáció szerint ez az idő sokkal több, mint egy átlagos node akkumulátor adta működési időkerete, így elegendőnek mondható.

Mivel az UGS-ek folyamatos kommunikáció mellett biztosan lemerülnek, így ez a támadási lehetőség nem jelent veszélyt. A MINISEC fejlesztői azonban nem látták ennyire optimistán a kérdést, így ezen a hiányosságon javítottak.

## MINISEC

A MINISEC fejlesztését[9] két tényező motiválta. A fentebb említett TinySEC sebezhetőségét komolyabbnak értékelték, mint az azt fejlesztők, illetve a biztonság tekintetében elégségesnek gondolt ZigBee protokollt túlságosan erőforrás igényesnek ítélték. Olyan protokollt akartak tehát alkotni, amely magában foglalja a TinySEC csekély erőforrásigényét, és a ZigBee komolyabb biztonságát is.

A célt alapvetően három eszköz szolgálja. Az egyik OCB<sup>21</sup> módusú titkosítás. Ahogyan azt a TinySEC-nél láthattuk két külön adatsomagra van szükség a bizalmasság és a hitelesség eléréséhez. Ez szenzorhálózatos környezetben nagy áldozatot jelenthet, a nagyobb adásigény miatt. Az OCB mód egyetlen CBC-ban egyesíti e kettőt, a következő módon. Jelöljük M-mel a tetszőleges hosszúságú plaintext üzenetet, H-val a headert, K-val a kulcsot, és N-nel a nonce-ot (esetünkben ez egyet jelent a számlálóval). Első lépésben M, K és N felhasználásával generálódik a cyphertext magja, jelöljük C-vel. Mindeközben az algoritmus elkészít egy előre meghatározott hosszúságú toldalékot is. Végző soron az OCB<sub>K</sub>(N, M, H) függvény eredménye a (C,toldalék) páros lesz. A vevő a kulcs ismeretében visszafejti C-t M-é, és megvizsgálja a toldalékot is. Amennyiben a vevő más toldalékot számol ki, mint amely az üzenetben jött, akkor az érvénytelennek tekintendő.

A második jelentős fejlesztés az inicializáló vektort érinti, helyesebben szólva az üzenetszámlálót. A TinySEC megvalósításában a számláló maga az inicializáló vektort, így az minden üzenettel elküldésre kerül. A SNEP, ahogyan fentebb írtam nem küld számlálót, hogy az erőforrásokon spóroljon. A MINISEC megítélése szerint ez két szükségtelen végletnek tűnik. A kompromisszum egy SNEP-hez hasonló számlálókezelés, azonban annak csak az utolsó n bitjét küldik el az üzenettel. Így a vevő az utolsó 2<sup>n</sup> üzenet időbeliségéről tud meggyőződni. Addig, amíg az egymás után elveszett üzenetek száma kevesebb, mint 2<sup>n</sup>, ezt a vevő könnyen észreveszi, és szinkronizálja saját üzenetszámlálóját. Amennyiben ezen időkeretet meghaladja a kieső csomagok száma, működésbe léphet a SNEP-ban megismert szinkronizáló protokoll. Ez a megoldás tehát kisebb overhead-et jelent, mint minden üzenetben számlálót küldeni, de sokkal nagyobb biztonságot a SNEP túlságosan nagyvonalúnak nevezhető számláló nélküli megoldásához. A szenzorhálózatok adatsomagjai tipikusan néhány száz bajtosak, így jelentős változás, ha egy számláló 32 bit helyett 16 vagy akár csak 4 bit méretű.

A harmadik vívmány annak felismerésén alapszik, hogy célszerű más titkosítást használni unicast (MINISEC-U) illetve broadcast (MINISEC-B) üzemmódokban. Unicast esetén célravezetőbb a fentebb írt csökkentett bitszámú számlálós megvalósítást használni, míg broadcast esetén Bloom szűrőt[10] használnak. A Bloom szűrő nagy energia-hatékonysággal meg tudja állapítani, hogy egy keresett elem bizonyosan nincs-e egy halmazban. (Az ellenkezőjét nem.) Ezt a tulajdonságát felhasználva az ún. újraküldési támadásokat lehet jól kiszűrni, amelyek során a támadó rögzít egy korábbi legitim üzenetet és újraküldi azt. Végző soron biztonsági szempontból ugyanez a szerepe a számlálóknak is az üzenetekben.

A MINISEC protokoll a fentebb leírt továbbfejlesztésekkel imponáns eredményeket hozott, amely a 2. táblázatban látható összefoglalva. Az összehasonlításhoz választott másik protokolloknál kisebb energiaigényű és biztonságosabb is. Egyetlen tekintetben marad el, ez pedig a szükséges memória mérete. A technikai fejlődést tekintve megfigyelhető, hogy a

---

<sup>21</sup> OCB: Offset Codebook mode

processzorok, memóriák kapacitása lényegesen gyorsabban fejlődik, mint az akkumulátoroké. Ilyen perspektívába helyezve jó kompromisszumnak látszik valamivel több memóriáért cserébe erősebb titkosítást, és hosszabb üzemidőt nyerni.

**2. táblázat.** A MiniSec sarokparaméterei, más protokollokkal összehasonlítva.

	Payload (B)	Packet Overhead (B)	Security Overhead (B)	Total Size (B)	Energy (mAs)	Increase over TinyOS
TinyOS	24	12	–	36	0.034	–
TinySec	24	17	5	41	0.0387	13.9%
SNEP	24	20	8	44	0.0415	22.2%
MiniSec	24	15	3	39	0.0368	8.3%

## ÖSSZEGRZÉS

A szenzorhálózatok, szűkebb értelemben az UGS-ek a hadsereg aktív eszköztárába tartoznak. Nagy területek megfigyelését lehet rájuk bízni, ilyen módon helyőrségeket, őrzőjáratokat lehet „megspórolni”. Mivel a C4I rendszerek érzékszervének tekinthetők, különös jelentősége van annak, hogy a szemben álló fél elektronikai ellentevékenysége ellen védjük ezt a rendszert. A szenzorhálózat megfigyelésével, de különösen annak informatikai rendszerébe történő behatolással, saját fegyverünket fordítják ellenünk, hiszen ami eddig érzékszerv volt, onnantól a szemben álló fél használhatja a mi megtévesztésünkre. Ezen rendszerek védelmében kiemelt jelentőséggel bírnak a kriptográfiai megoldások.

Az UGS-ek olyan információtechnológiai alapszolgáltatásokra épülnek, amelyek régóta körülvesznek bennünket, a számítástechnikával és a modern matematikával együtt fejlődtek és mára olyan stabilá váltak információbiztonsági értelemben, hogy az emberiség gyakorlatilag bármit rájuk mer bízni. (Gondoljunk a bankrendszerre vagy akár katonai vezetési rendszerekre.) Az katonai UGS-ek esetében az igény az erős biztonságra tehát magas, ám a szenzor node-ok adta szűk erőforrásokkal a bejáratott megoldások nem valósíthatók meg. Olyan megoldások szükségesek, amelyeket ehhez a korlátozott és speciális környezethez alakítottak.

Három fejlesztést mutattam be, és igyekeztem a terjedelem adta korlátokon belül azokra a pontokra fókuszálni és azokat röviden megmagyarázni, ahol tetten érhető, hogy pontosan milyen módon különbözik a szenzorhálózatok adta környezet, milyen irányú fejlesztésekre van szükség ahhoz, hogy a kriptográfia bonyolult rendszere működhessen bennük.

A szenzorhálózatok rendkívül kis adatcsomagokat küldenek, az adás pedig rádióhasználatot jelent, amely az egyik legkritikusabb erőforrást, az akkumulátort használja jelentős mértékben. Nem túlzás azt állítani, hogy a kiküldött adatcsomagokban „minden bit számít”, ha a kiküldött csomag akár néhány bittel rövidebb, az már jelentős eredmény a node kommunikációs telephasználatát illetően. A bemutatott eljárások olyan megoldásokat példáznak, amelyek létező kriptográfiai módszereket alakítanak át oly módon, hogy azok rövidebb üzenetet eredményezzenek.

## Felhasznált irodalom

- [1] Palm, B.C. & Richter, R.P.: Mobile situational awareness tool: unattended ground sensor-based remote surveillance system (Msc Thesis). (2014).
- [2] ERIK SCHECHTER: Army explores new networked ground sensors. C4ISR & Networks [Online] <http://archive.c4isrnet.com/article/20140829/C4ISRNET08/308290003/Army-explores-new-networked-ground-sensors> (2015.04.05.)
- [3] Textron Systems: MicroObserver®. [Online] <http://www.textronsystems.com/products/weapon-sensor/microobserver> (2013.12.26.)

- [4] NORTHROP GRUMMAN CORPORATION: SCORPION II Unattended Target Recognition Systems. [Online] <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/SCORPIONII/Pages/default.aspx> (2014.01.03.)
- [5] William Stallings: Cryptography and Network Security. V. . . 1. Lake Street, Upper Saddle River, NY 07458, Pearson Education Inc. (2011)
- [6] Chris Karlof, D.W.: Secure Routing in Wireless Sensor Networks: Attacks and Countermeasures. AdHoc Networks Page: 299-302., (2003).
- [7] ADRIAN PERRIG, ROBERT SZEWCZYK, J.D.TYGAR, VICTORWEN, DAVIDE.CULLER: SPINS: Security Protocols for Sensor Networks. ACM Journal of Wireless Networks, (2002).
- [8] C. Karlof, N. Sastry, and D. Wagner: TinySec: a link layer security architecture for wireless sensor networks. 2nd international conference on Embedded networked sensor systems , (2004).
- [9] M. Luk, G. Mezzour, A. Perrig, and V.Gligor: MiniSec: A Secure Sensor Network Communication Architecture. IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN'07), (2007).
- [10] Wikipedia: Bloom filter. [Online] [http://en.wikipedia.org/wiki/Bloom\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Bloom_filter) (2015.04.16.)

**SZABÓ András**

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

## **AZ IP TELEFON RENDSZEREK KATONAI ALKALMAZHATÓSÁG- VIZSGÁLATÁNAK LEHETŐSÉGEI**

### *Absztrakt*

*Az IP alapú hangtovábbítás napjainkra kiforrott technológiává vált. A csomagkapcsolt hálózat jellegéből fakadó minőségi, üzembiztonsági hiányosságok kivédésére így számos mechanizmust és protokollt fejlesztettek már ki. Iparági szabványok léteznek a polgári rendszerek megfelelőségének ellenőrzésére. Az IP telefónia katonai alkalmazhatóságának vizsgálata azonban túlmutat a szabványoknak való megfelelőség ellenőrzésén, hiszen nyilvánvaló, hogy a műveleti területen történő felhasználás során a polgáriaktól jelentős mértékben eltérő igényeknek kell megfelelni. Cikkemben ezeket az igényeket foglalom össze, valamint megfogalmazom azokat az elvárásokat, melyek nélkülözhetetlenek ezeknek a rendszereknek a tábori-, valamint a stacioner hálózatokhoz történő problémamentes illesztéséhez. Három fő vizsgálati területet azonosítottam: üzemeltetés és üzembiztonság, információvédelem, és a más rendszerekkel való együttműködés képessége (kompatibilitás). Ezek ellenőrzésére a katonai igényeknek megfelelő vizsgálati módszereket mutatok be.*

*Voice over IP (VoIP) systems are stable and well-designed communication infrastructures. Performance degradation issues caused by the packet switched network are solved by system design, robust routing, spare network capabilities and special protocols. The examination of the usability of VoIP system in military communication, however, does not only mean the verification of compliance with these standards, as it is obvious that the military utilization requires correspondence to demands highly different from civilian utilization. In my article I summarized these demands and defined those expectations that are essential for the trouble free setting of these systems in the tactical, and also in the strategic networks. I defined 3 main topic of my evaluation: system operation and management, information assurance, and interoperability. I concentrated to the possible system evaluation methods for protocol stack validation, interoperability tests, network load testing and quality of service measurements (both from the network and the user perspective)*

**Kulcsszavak:** IPT, IP telefon, hang, katonai ~ IPT, IP telephone, voice, military



## BEVEZETÉS

*Mottó: „A híradás a hadsereg idegrendszere.”<sup>1</sup>*

Ennek a régi mondásnak a jelentősége napjainkban egyre jobban érzékelhető, hiszen a vezetés dinamikájának fokozását informatikai rendszerek alkalmazásával oldjuk meg. Ezek az idegrendszerhez hasonlóan, hálózatokba szerveződnek, és ahogy testünk mozgatása az idegrendszer nélkül lehetetlen, úgy a csapatok összeköttetés hiányában cselekvésképtelenek.

Napjainkban már nemcsak a csapatok, hanem különböző eszközök (szenzorok és fegyverrendszerek) tevékenységének összekapcsolása és összehangolása is távközlési és informatikai hálózatokon keresztül zajlik. Újabb és újabb szolgáltatások, hálózati technológiák jelennek meg, melyek helyes felhasználásával növelhetjük hatékonyságunkat. Az elektronikusan kezelt adatok mellett ugyanakkor a hagyományos hangalapú szolgáltatások is megőrizték jelentőségüket, hiszen munkavégzés során az emberi agy könnyebben tudja a fülünk által érzékelt ingereket feldolgozni. Mellette szól az is, hogy az egyéb, audiovizuális (pl.: videokonferencia) vagy szöveges kommunikáció (pl.: harcászati chat, email stb.) megértéséhez, elolvasásához a felhasználónak a képernyőre kell néznie, mellyel elvonja figyelmét a környezeti ingerektől (mivel leköti az olvasás, így például nem észleli időben a támadót). A rendszerek vezérlése pedig még kezeit is igénybe veszi, megakadályozva ezzel, hogy a környezetében zajló eseményekre megfelelőképpen reagáljon (pl.: támadás esetén viszonzozza a tüzet). A hang alapú szolgáltatásoknak további előnye a magas fokú interaktivitás, mely technikailag legegyszerűbben ezen a módon biztosítható.

A vezetékes távközlés hőskorában valós, fizikai áramkörök segítségével történt az előfizetők összekapcsolása, később a digitális technika fejlődésével már az ún. virtuális áramkörkapcsolt rendszerekről beszélhetünk. Az ISDN<sup>2</sup> rendszerek már időosztásos hozzáféréssel oldották meg az egyidejűleg kommunikáló felhasználók hívásainak kapcsolását. Ezeknek a TDM<sup>3</sup> rendszereknek a hátránya egyben azok előnye is. Fix a csatornkapacitás, így attól függetlenül, hogy kihasználjuk-e vagy sem, az átviteltechnikai eszközöknek azonos vonali sebességet kellett garantálniuk. Az IP hálózatok ezzel szemben dinamikus (forgalomfüggő) csomagtovábbítással működnek. A forgalom irányítása nem feltétlenül előre definiált (statikus<sup>4</sup>), hanem a routerek egymással folytatott kommunikációja<sup>5</sup> révén alakul. Az esetleges hibákat így a hálózat adaptívan tudja kezelni és a csomagokat a routing protokoll döntési logikája szerint meghatározottan a mindenkori legkedvezőbb irányba továbbítja.

A korábbi áramkörkapcsolt rendszerekhez képest tehát előrelépés az eredetileg csak adattovábbítás céljából kialakított IP hálózatokon biztosított telefónia. Az ún. „Best effort” elven<sup>6</sup> működő csomagkapcsolt hálózatokon a telefon szolgáltatások ugyanakkor további funkciók meglétét igénylik. Ezekkel a kiegészítő üzemeltetési intézkedésekkel és technológiákkal garantálni lehet a forgalom prioritizálását és a forgalomirányítók torlódásvédelmét (ezzel csökkentve a feldolgozási késleltetést).

---

<sup>1</sup> Ennek a mondásnak az eredete nem ismert, de feltételezhetően Neumann János „A számológép és az agy” című művében leírt analógiákból fakad.

<sup>2</sup> Integrated Services Digital Network - integrált szolgáltatású digitális hálózat

<sup>3</sup> Time-division multiplexing – időosztásos többszörös közeghozzáférési eljárás

<sup>4</sup> Esetenként megmaradtak a statikus irányításnál, ilyen lehet például a szervezetek belső hálózatából az internetelésre használható kilépőpont irányába (Internetszolgáltató routere felé) történő irányítás, vagy a forgalom tűzfalakon és egyéb hálózatbiztonsági eszközökön keresztül történő továbbítása (elkerülve azt az eshetőséget, hogy egyes csomagok kikerüljék ezeket a hálózatbiztonsági eszközöket).

<sup>5</sup> Melyet a routing protokollok használatával folytatnak.

<sup>6</sup> Ezek a hálózatok esetén a csomag garantált eljuttatása a cél, a továbbítási idő annak váltakozása nem számít. Azonban a hálózat alapkoncepciójától eltérően is használjuk ma már pl.: hang-, és video továbbítására

*Az IP alapú beszédszolgáltatások két kategóriába sorolhatók [1]:*

Voice over IP (VoIP), az interneten, vagy elkülönülten üzemelő csomagkapcsolt hálózatokon (azok végpontjain) kialakított hangátviteli szolgáltatás, mely magába foglalja a hang alapú információ digitalizálását, tömörítését és a hálózati továbbítás érdekében a csomagok képzését (darabolás, címzés és címkézés).

IP telefónia (IPT), mely a csomagkapcsolt hálózaton történő beszédátviteli, fax és egyéb távbeszélő szolgáltatásoknak a VoIP szabványokon alapuló biztosítását jelenti (ilyen értelemben az IPT a VoIP egyik részterülete).

A korábban említett IP alapú hangátviteli szolgáltatások esetén fontos tudnunk, hogy mivel (értsd: milyen rendszeren keresztül) kötjük össze azokat. Ezért az alábbiakban felsorolom az „együtműködési” lehetőségeket.

#### ***IPT alkalmazási scenáriók:***

- Előfizetők felé (hard- vagy softphone<sup>7</sup>-ok alkalmazásával)
- „Legacy” készülékek felé (analóg telefonok és központok felé<sup>8</sup>)
- Kapcsolóközpontok közé telepítve (pl.: ISDN központok összekapcsolása IP segítségével)
- IPT szolgáltatók felé<sup>9</sup>
- IP társközponti irányokba (azonos protokollt használók, vagy akár eltérő technológiájú központok irányába)

Tény, hogy ezeknek az IPT szolgáltatásoknak a hibamentes működéséhez a hagyományos adatátviteli alkalmazásoknál lényegesen magasabb minőségi igényeket kell biztosítani (redundáns hozzáférési hálózat, robusztus transzport hálózat, kis kapcsolási idejű hálózati eszközök stb.).

Problémaként jelentkezik, hogy a csomagkapcsolt hálózatok működési mechanizmusa miatt biztos késleltetéssel kell számolni (a csomagok képzése, csomagolása és kibontása miatt). Az IP hálózaton kialakított beszédszolgáltatások több tekintetben is a kliens-szerver architektúrát követik. Egyrészt szervereknek nevezzük a hálózat különböző pontjára telepíthető IP kapcsolóközpontokat, melyek az IP telefonok regisztrációjáért és a hívásforgalom megfelelő irányításáért felelnek, továbbá maguk a végpontok is lehetnek kiszolgálók és kliensek is egyben (mivel a hívások szempontjából az aktuális hívók a hívottak szolgáltatásait veszik igénybe). Ezért a „mindenki kiszolgálóként működik” elv ért nevezik elosztott erőforrású rendszernek.<sup>10</sup>

A korábbi ISDN rendszerek hívás felépülési logikájához nagymértékben hasonlít az IPT működési mechanizmusa. A hívások felépülése két logikai csatornán folyik, az egyik a hívási szándékot jelzi (ez a hívás felépüléséhez, fenntartásához és bontásához szükséges jelzescsatorna), a másik a tényleges beszédjeleket szállítja, így hangcsatornának nevezzük.

Az alábbi ábrán egy IPT hívás jelzescsatornának protokollanalízisén keresztül mutatom be az előzőekben említetteket. A szürke sorok a jelzescsatorna egymást követő csomagjait jelzik (pl.: SETUP), alattuk pedig a mérés szempontjából lényeges 18. csomag részletes, rétegenkénti megjelenítését látjuk. A TCP réteg felett az ISDN D csatorna layer 3-as protokollját, a Q.931<sup>11</sup>-et látjuk.<sup>12</sup>

<sup>7</sup> A softphone, szoftver alapú telefon kliens, előnye, hogy PC-re telepíthető, nem igényel új hardvert.

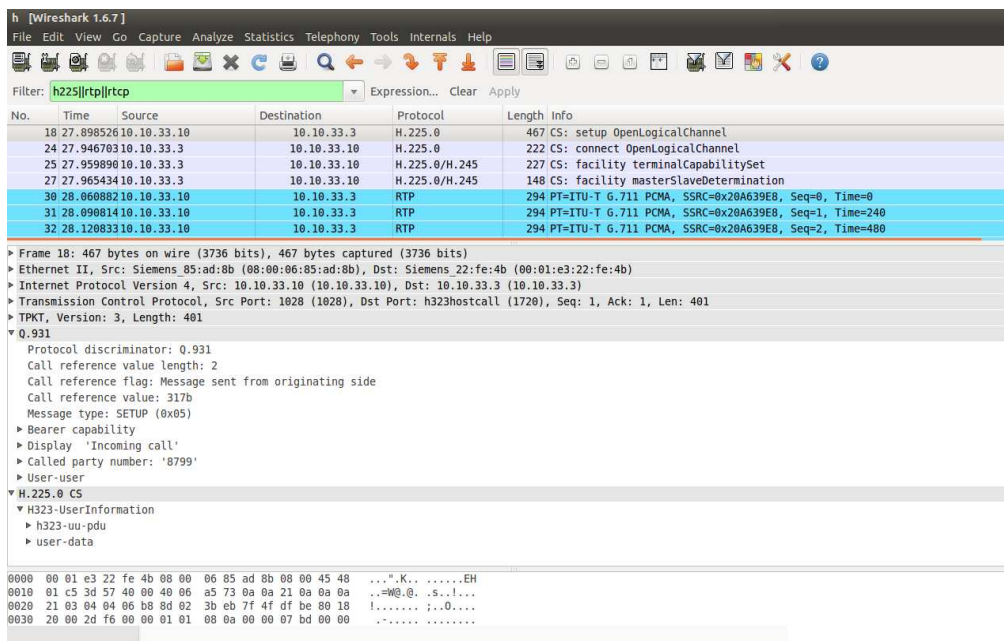
<sup>8</sup> Az analóg átjárást FXO (Foreign Exchange Office), FXS (Foreign Exchange Station) eszközökön, kártyákon keresztül valósítja meg.

<sup>9</sup> Pl.: SIP (Session Initiation Protocol) trónk

<sup>10</sup> A korábbi kapcsolóközpontokban az intelligencia „központosított” volt, ezt a jelleget őrzi maga a kifejezés is.

<sup>11</sup> Forrás: <http://www.itu.int/rec/T-REC-Q.931>

<sup>12</sup> Megjegyzem, hogy több jelzésprotokoll is létezik, nem minden esetben ragaszkodtak a fejlesztők a távközlési hagyományokhoz, így néhány jobban hasonlít a szokványos IP hálózati protokollokhoz (pl.: a SIP protokoll szintaktikája a HTTP-hez hasonlít leginkább).



1. ábra. Az IPT és az ISDN jelzescsatornája közti hasonlóság

A híváslogikát kiszolgáló réteg alatt a korábbiakban említett IP réteg található, mely a felhasználók számára láthatatlanul garantálja a folyamatos összeköttetést. Ez a kijelentés a kutatómat alapvetően meghatározó kérdéseket veti fel: egyrészt hogy valóban „láthatatlan”-e a felhasználók számára, valamint, hogy ténylegesen garantálja-e a rendszer azt, amire szánták?

Elemzésemben összefoglalom azokat a szempontokat, melyeket az ilyen, katonai célú rendszerek tervezése, üzembehelyezése és továbbfejlesztése során szem előtt kell tartanunk.

## ÜZEMELTETÉSI ÉS ÜZEMBIZTONSÁGI SZEMPONTOK

A katonai alkalmazásból több jellegzetesség is származik, melyek ezen rendszerek üzemeltetését, megbízható működését befolyásolják. Kezdeném a fizikai réteg sajátosságaival, hogy tábori körülmények között a polgári gyakorlattól eltérő átviteltechnikai berendezéseket és végpontokat használunk. Ezek a speciális átviteli utak jellemzően kis adatátviteli sebességet biztosítanak (pl.: RH és URH rádiók), nagy végponttól végpontig tartó késleltetést visznek a rendszerbe (pl.: műholdas kapcsolatok<sup>13</sup>), valamint csak időszakosan üzemelnek (pl.: az ellenséges felderítés valószínűségének csökkentése érdekében).

Ugyancsak fontos, hogy autonóm üzemre kell készíteni ezeket a rendszereket, így képesnek kell lenniük „túlélő üzemmódba” kapcsolni a külső kapcsolatok véletlenszerű leszakadása, vagy szándékos bontása (pl.: rádiócsend) esetén (és így továbbra is biztosítani a helyi érdekű összeköttetéseket).

13 VSAT: az átviteli kapacitás néhány kbps-től 100 Mbps nagyságrendig; a késleltetés 600-900 msec (függ a földrajzi helytől és a földi állomáson végrehajtandó adatfeldolgozástól).

Inmarsat BGAN (és az ennek megfelelő fejlettségű tengeri és légi felhasználású rendszerek) átviteli kapacitása a  $n \cdot 100$  kbps (szolgáltatástól függően lehet névleges vagy garantált); a késleltetés kb. mint a VSAT rendszereknél. Iridium: az átviteli kapacitás 2,4 kbps (garantált), vagy az Iridium Internet szolgáltatásban 10 kbps névleges, virtuális (tömörítik az adatot, így látszólag megnő az átviteli sebesség). Késleltetés kb. 100 ms (függ attól, hogy hány műholdon kell átjátszani, azonos footprintben gyakorlatilag nulla, ha a Föld túlsó felén van az ellenállomás, akkor több).

A műveleti területen telepített IPT eszközök, azok konfigurációja nehezen cserélhető, a szoftverek csak alkalmanként frissíthetőek (a leállási idők minimalizálása miatt), valamint a fizikai karbantartás (pl.: portalanítás, csatlakozók tisztítása) ritkán oldható meg.

Maga az alkalmazási környezet is számos módon nehezíti a felhasználást és az üzemeltetést. Példaképpen említhetjük a beszédérthetőségét (min. 60 dB jelszint) jelentősen rontó zajos környezetet<sup>14</sup>. További jellemző az impulzus-szerű zavarforrások időszakos beszédspektrumbeli „hangtüskéi” [2] (pl.: a merev, vagy forgószárnyas légi járművek le és felszállása, robbanások, kézfegyverekkel vagy tűzérési eszközökkel kiváltott tűz, stb.), melyek a beszédjel érzékelő algoritmusok (VAD<sup>15</sup>) és beszédváltó (VOX<sup>16</sup>) áramkörök helyes működését akadályozhatják.

A felhasználás módja is eltérő, hiszen a hétköznapi életben megszokott kéttagú beszélgetésekhez képest a katonai műveletek irányítása során a csoportkommunikáció a jellemző. Ez gyakran földrajzilag nagy távolságban tevékenykedő személyek összekötését jelenti (akár eltérő hálózatok és eszközök összekapcsolása révén).

Elvárás, hogy a különböző vezetékes és vezeték nélküli eszközök egységes, egymással összekapcsolható rendszert alkossanak. Például egy, a műveleti területen tevékenykedő alegység rádión keresztül kapcsolatot tud létesíteni, a táborban vezetékes kapcsolattal rendelkező parancsnokkal, aki műholdas kapcsolaton keresztül egy szövetséges erőttől támogatást kérhet, vagy szükség esetén akár közvetlenül az előljáró parancsnokságnak jelenhet. Ez magas fokú interoperabilitást igényel a rendszertől: a fizikai kapcsolatoktól egészen a rendszereken biztosított szolgáltatások közti átjárhatóságig. Ezek nem új típusú elvárások, a korábbi évtizedek katonai elektronikai eszközei mind ilyen igénybevételre lettek tervezve. Napjainkban azonban a polgári eszközök alkalmazása kezd terjedni, melyek elsősorban nem a katonai felhasználásra lettek fejlesztve.

Üzemeltetési szempontból az eszközök működési környezetének biztosítására is gondolni kell. Fontos szempont, hogy olyan csatlakozókkal, tartó/védő/amortizációs kerettel és belső kialakítással rendelkezzen, mely megvédi a külső mechanikus hatásokkal szemben. A hőtermelés, üzemi hőmérséklet és a tűrés tartomány is fontos paramétere az eszközöknek, hiszen egy harcjármű légkeverő-, cserélő- és szűrőrendszere (HVAC<sup>17</sup>) korlátozott kapacitással rendelkezik<sup>18</sup>.

A terepen történő alkalmazás, a gyakori áttelepülések miatt az eszközöknek robusztusnak és alacsony hibavalószínűséggel üzemelőnek kell lenniük. Ez a kijelző mellőzésével, a fölösleges gombok és kapcsolók elhagyásával, az ütés-, hő-, és vízálló burkolattal, valamint a megerősített kábelekkel oldható meg.

A felhasználók kesztyűben, sisakban, lövedékálló mellényben kezelik majd ezeket, így a kézibeszélő kialakításánál ezt figyelembe kell venni. A korábban említett rádióhálókkal folytatott kommunikációnál (fél duplex üzemmód esetén) a beszédváltó gomb<sup>19</sup> hasznosnak bizonyul, mivel könnyebben szoknak hozzá a rádióforgalmazás szabályaihoz a felhasználók (a vezetékes távbeszélő készülékekről a rádióháló irányába indított hívások eleinte kényelmetlenek a felhasználóknak, mivel szokatlan, hogy a rádiófelvevő pont (RFP) rádióit adásba és vételbe kell a forgalmazás irányának függvényében kapcsolniuk).<sup>20</sup>

---

14 az irodai csendhez ~30-40 dB képest jelentősen magasabb háttérzaj ~90-110 dB egy reptéren, vagy harcjárműben stb.

15 Voice Activation Detection

16 Voice Operated Switch

17 Heating, Ventilation, Air Conditioning

18 Gyakran már létező harcjárműbe történik a beépítés, melynek HVAC rendszere nem képes kellőképp kezelni az új hőforrásokat.

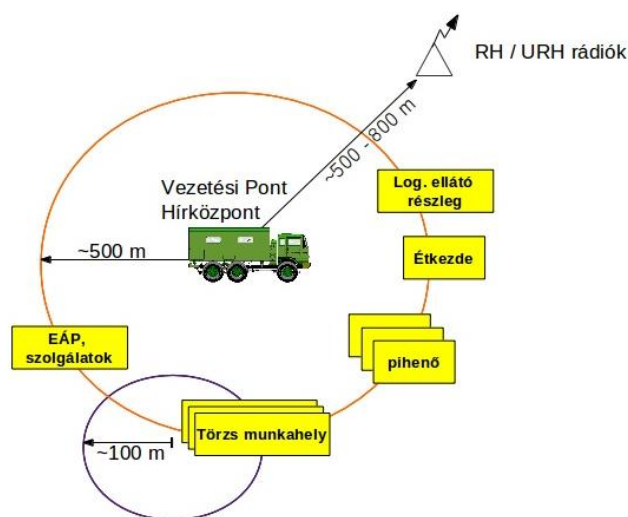
19 PTT – „Push to talk”

20 Az adás-vétel kapcsolást vagy a beszédhang érzékelésével (automatikusan), vagy DTMF jelzések kézi billentyűzésével oldják meg

Az egyszerűség a biztosított szolgáltatásokra is vonatkozik, így kerülni kell a fölösleges, a felhasználókat zavaró funkciókat<sup>21</sup>. A kezelőfelület ergonómiájának kialakításánál a katonai igénybevételeket kell figyelembe venni, a nagy kijelzők megnövelik az eszközök fogyasztását, karcolódhatnak, betörhetnek, valamint kültéri alkalmazásnál (napfényben) gyakran olvashatatlanokká válnak, a hosszú kábelek beakadnak a katona felszerelési tárgyaiba, a matricák, feliratok lekopnak.

Az energetikai igény szintén kulcsparaméter a tábori üzemeltetésű rendszereknél, hiszen egyrészt a kapcsolóközpontoknak képesnek kell lenniük alternatív tápellátás fogadására (ezt legegyszerűbben kettős tápegységek alkalmazásával valósítják meg), másrészt a végkészülékek helyi tápellátását sem feledhetjük. Míg az irodai környezetben „csak” csatlakoztatjuk az energetikai hálózatba a készülékeket, addig a terepen nagy árat kell fizetnünk ezért a kényelemért: egyrészt körülményes az erősáramú hálózat kiépítése (kábelezés), továbbá az aggregátoros üzemórák megnövelik az aleggység üzemanyag fogyasztását (a „Wattokért literben fizetünk” és így a logisztikai biztosítást is jelentős mértékben nehezíti). Ezek alapján belátható, hogy nem mindegy, egy-egy tábori eszköznek mekkora az áramfelvétele.

Altalában ezeknek a végpontoknak a tápellátását PoE<sup>22</sup> technológiával biztosítják az adatátvitelre használt kábeleken (az adatátviteli célra használt érpárok mellett), ezzel is csökkentve a kiépítésre szánt időt. Ez optikai kapcsolatok esetén nyilván nem alkalmazható, ami tovább nehezíti a híradó, logisztikai biztosító erők munkáját.



2. ábra. A Vezetési pont híradó és informatikai központjának (VP HIK) települési rádiuszai

A vezetési pontok hírközpontjától a törzsmunkahelyek tipikusan 100-300 m sugarú körön belül helyezkednek el (az alkalmazási környezet figyelembevételével készített híradó terv függvényében). A kültéri kábelek esetén készülve az EMC problémákra, a nem szándékos EM kisugárzás<sup>23</sup> elleni védelemre, valamint az elektronikus pusztítás lehetőségének kizárására optikai kapcsolatokat célszerű alkalmazni. Ellenkező esetben megfelelő túlfeszültség elleni védelemmel kell ellátni a réz vezetékeket (ennek alkalmazása a kábelek induktív és kapacitív jellegének változását, így a gyártó által vállalt vonalai paraméterek rontását vonja maga után).

<sup>21</sup> A zavaró alatt itt olyanokra gondolok, mint amelyek elvonják a figyelmét, vagy a szükségesnél bonyolultabban használhatóak

<sup>22</sup> PoE – Power over Ethernet

<sup>23</sup> ún. TEMPEST



### Vezetési Pont Hírközpont technikai elemei



3. ábra. A VP HIK technikai elemei

A fenti ábrán jól látható hogy különböző külső kapcsolati lehetőségek biztosítására kell készülni, melyek eltérő interfészek, protokollok használatát igénylik. Mindez (a belső, külső kapcsolatokban alkalmazott eltérő protokollok) megnöveli az üzemeltető állomány munkáját, hiszen ismerniük kell az eszközök, protokollok konfigurálásának módját, továbbá több hibalehetőségre is készülniük kell (a hibafa ágainak száma és azok komplexitása is növekszik [3]). A tábori körülmények közti alkalmazásnál figyelembe kell venni, hogy nincs minden alegységben rendszermérnök, ezért az eszközök távelérése, mélyreható távdiagnosztikai képessége nélkülözhetetlen.

### LAN oldali követelmények

A hozzáférési hálózatok esetén azok kapacitása, redundanciája (eszközök és kapcsolatok szempontjából), hibatűrő képessége (pl.: hurokkezelés), a támogatott interfészek szabványossága, az adat, és a hangforgalom szeparációja (pl.: külön adat-, és hang VLAN) valamint a szolgáltatásminőséget biztosító technológiáik (priorizálás, torlódáskezelés) az elsődleges vizsgálati szempontok. Második, (pl.: 802.1Q [4]) és harmadik rétegbeli (pl.: IP DSCP [5]) jelölésekkel, hozzáférési listákkal, valamint megfelelő hardveres támogatással és tartalékkal, a kapcsolóeszközök felkészíthetők a valósidejű forgalom minőségvesztés nélküli kezelésére. Ezek a képességek sajnos a katonai kivitelű switch-ek esetén gyakran nincsenek biztosítva, pedig már a hozzáférési hálózat is megalapozza a WAN oldali QoS<sup>24</sup> biztosítását.

### WAN oldali követelmények

Az IP hálózatok nagyszerűsége abban a tulajdonságukban rejlik, hogy az egymással kommunikáló végpontoknak nem kell törődniük az egymáshoz vezető útvonal megtervezésével. Arról a hálózat saját „intelligenciája” gondoskodik. Bizonyos esetekben ugyan szükséges a statikus<sup>25</sup> irányítás, de az „öngyógyító” képességekkel bíró IP hálózat dinamikus forgalomirányítást igényel.

A kapcsolási logika különbözőképpen határozhatja meg a csomagtovábbítás irányát. A forgalomirányítási algoritmusok súlyozhatnak a legrövidebb (értsd: a legkevesebb forgalomirányító érintésével történő továbbítás), a legnagyobb sávszélességű, a legolcsóbb (pl.: bérelt vonalak, eltérő ár/bit értékű átviteli utak esetén), vagy a legkisebb késleltetésű (ahol a legkisebb lesz a torlódás) útvonal alapján. Az IPT rendszerek esetén még egy, az IP fölött

24 Quality of Service (QoS) - szolgáltatásminőség

25 Előre, kézzel definiált

működő kapcsolási logikára is ügyelni kell, a hívószám kiértékelésre. Az IP hálózatok forgalom irányítása összetettebb, több a hálózaton elosztott erőforrástól függ, mint a központ-orientált ISDN.

A korábbi ISDN rendszerekben a hívott fél telefonszáma (Called Party Number) alapján értékelték ki a kapcsolóközpontok a hívást, szükség esetén manipulálták azt, és végül irányították a megfelelő irányba. A hívó fél száma (Calling Party Number) a hívószám helyes megjelenítése miatt és egyéb kényelmi szolgáltatások (pl.: visszahívás) működéséhez kellett.

A hang (valamint minden egyéb valós idejű adat) továbbítása abban az esetben lehetséges a megfelelő minőség garantálása mellett, ha már a hálózat tervezésénél gondoltak erre. A különböző típusú forgalmakat így osztályokba lehet sorolni, majd ezekhez az osztályokhoz eltérő továbbítási prioritást lehet rendelni. Ezzel a forgalomirányítók döntési sebességét lehet növelni a késleltetésre érzékeny forgalom esetén. A forgalomirányítónkénti döntések elkerülése érdekében hozták létre a címke alapú kapcsolást (MPLS<sup>26</sup>), mely esetén a belépő (un. Ingress) és kilépő (un. Egress) routereken történik csak IP alapú irányítás (az MPLS hálózaton belül pedig a címke alapján kapcsolnak az eszközök). Ezzel a technológiával egyrészt csökkenthető a csomagtovábbítási-, feldolgozási késleltetés, valamint megoldható az eltérő jellegű forgalom logikai szeparálása is, így megteremtve a lehetőséget a prioritizálásra.

Az MLPP<sup>27</sup> a katonai hálózatokra jellemző prioritizálási séma, melynél a forgalom jellege mellett fontos a szervezeti hierarchiába betöltött szerep is. Ennek segítségével torlódás esetén objektív módon megállapítható a hívásra jogosultak köre, valamint biztosítható, hogy az erőforrások számukra legyenek csak kiosztva [6].

## Információvédelmi szempontok

Fontos, hogy felhívjam a figyelmet arra, hogy a „*Minden IP felett*” és a „*Bármilyen bárhol elérhető*” valamint „*Mindent összekötni mindennel*” hangzatos koncepciók azonban a hálózatunk nyújtotta szolgáltatásokat nem csak a jogosultak érhetik el, ezért számoljunk ezen mottók árnyoldalával is.

Nyilvánvaló, hogy katonai rendszerek esetén a hálózatbiztonsági és információvédelmi igények prioritást élveznek. Az IP alapú hangtovábbítás esetén ugyanolyan mértékben kell védeni a rendszert az illetéktelen hozzáféréstől, lehallgatástól és támadástól, mint ahogy az már a „hagyományos” elektronikus adatok esetén megszokott. A probléma abban rejlik, hogy a megszokott védelmi eljárások esetenként egyáltalán nem, vagy csak lényegi módosításokkal alkalmazhatóak. Így például az IP alapú csoportos rejtjelező berendezések megnövelik a csomagtovábbítási időt (késleltetést visznek a rendszerbe), a tűzfalak pedig nehezen kezelik a dinamikus meghatározott port nyitásokat (pl.: az RTP forgalom számára). Mivel kevésbé ismertek az IPT rendszerek elleni támadások szignatúrái, így a védelmükben alkalmazható IDS/IPS rendszerek hatáskora is alacsony. A végpontok jelzés és beszéd csatornáinak rejtjelezése nagy számítási kapacitást igényel (mely a beágyazott rendszerek processzorait jelentősen terheli), valamint további infrastruktúra elemek nélkül nem működik<sup>28</sup>. A végpontok szoftverének frissítése és a biztonsági javítások telepítése időigényes procedúra, amely sajnos gyakran csak kézzel oldható meg.

Az új technológia terjedését követően a támadások számának drasztikus emelkedésével is számolni kell. A jogosultságok kezelése ugyancsak fontos lehet, hiszen megakadályozható vele az illetéktelen felhasználás, vagy a megszemélyesítés jellegű támadások. A több szintre osztott hívásjogosultságok segítségével a kimenő forgalom mennyisége is csökkenthető, amennyiben csak azok kapnak a trónk kapcsolatához hozzáférést, akiknek a munkájához nélkülözhetetlen.

---

26 Multiprotocol Label Switching

27 Multilevel Precedence and Preemption

28 Pl.: DNS (névfeloldás), DHCP (automatikus címozás) szolgáltatás



Biztonsági szempontból is fontos a hang-, és az adat forgalom szeparálása. Ahogy korábban említettem, a hangforgalom bináris tartalom, így a használt jelzés protokollok a biztonsági eszközök számára nehezen feldolgozhatóak, ennek következtében egy támadó akár rejtett csatornát (covert channel-t) is kiépíthet, amennyiben hanghívásoknak álcázza kártékony forgalmát [7].

Az eszközök helyes konfigurációja a jogosulatlan hívások [8] kezdeményezése és az illetéktelen lehallgatás [9] megakadályozása miatt is lényeges.

Az IP alapú trónk kapcsolatok biztonsága növelhető VPN kapcsolatok kialakításával, valamint a társközponti hitelesítés bevezetésével [10].

### **Interoperabilitási-, kompatibilitási szempontok**

Minden informatikai és távközléstechnikai innováció esetén, ha költséges, vagy nem megoldható a teljes rendszer lecserélése, akkor biztosítani kell a régi rendszerekkel történő együttműködés lehetőségét. Fontos kiemelni, hogy az eltérő technológiák sokszor nem, vagy csak korlátozott mértékben tudják egymás szolgáltatásait igénybe venni, esetleg összekapcsolásuk csak gyártó-specifikusan oldható meg (pl.: főnök-titkári híváskezelői szolgáltatás). A tábori és a stacioner hálózatokon biztosított szolgáltatások az azokat felhasználó alegységek eltérő igényei miatt különbözhetnek (pl.: műveleti területen a hangposta szolgáltatás nem feltétlenül szükséges).

Az interoperabilitás mint igény, stacioner hálózat esetén a társszervekkel való együttműködés (rendőrség, katasztrófavédelem, stb.), tábori hálózat esetén pedig a hadműveleti terület híradásának többnemzeti biztosítása során jelentkezik. A különböző szövetségi rendszerek standardizálási szándéka ellenére a gerinchálózaton (Core network) túl minden nemzet a saját igényei és lehetőségei szerint fejleszti hálózatát. Ezért fontos időszakosan tesztelni az új eszközök együttműködési képességét.

Ugyan hazai sajátosság, de fontos kiemelni, hogy a fejlesztések és eszközbeszerzések gyakran több ütemben folynak le, így eltérő gyártmányú, vagy eltérő verziójú eszközök kerülnek a hálózatba. Ezek között is biztosítani kell az összeköttetést és a szolgáltatások problémamentes elérését. A jelenlegi alkalmazási trendek és a várható scenáriók alapján összefoglalva, egy katonai célú IPT kapcsolóeszköznek kompatibilisnek kell lennie:

- a települési hely szerinti polgári IPT szolgáltató rendszerével (akár műveleti területen is),
- más nemzetek, szövetséges haderők kapcsolóközpontjaival,
- régi, ún. „legacy” rendszerekkel (analóg, ISDN kapcsolóközpontokkal, RFP-kal),
- más gyártmányú IPT központokkal azonos, és eltérő protokollokon keresztül egyaránt.

Ezeket, a fent felsorolt lehetőségeket tesztelni kell a gyakorlatban is, hiszen az együttműködési képesség többet kíván, mint csupán az eszközök gyári leírásainak egyeztetését.

Fontos, hogy az IP kapcsolóközpontok más gyártók végkészülékeivel is kompatibilisek legyenek. Ezt a feltételt mind az alap, mind a kiegészítő szolgáltatások tekintetében vizsgálni kell. Ne felejtjük el továbbá, a végkészüléket a felhasználóknak a valós alkalmazási környezetben is tesztelniük kell. Az eszközszintű interoperabilitás-tesztek mellett rendszerszintű konfiguráció ellenőrzéseket is kell végezni, hogy az üzemeltetők ismerjék a lehetséges beállítások közül a megfelelőeket, és amennyiben a szituáció megköveteli, alkalmazni is tudják azokat. Erre jó példa a NATO kezdeményezésére 1995 óta minden évben megszervezésre kerülő „*Combined Endeavor*” [11] gyakorlatsorozat, mely a tagállamok informatikai és távközlési képességeinek összebecsülésére szolgál.

A korábban említett RFP-ok két csoportra oszthatóak: általános esetben az eszközök egy analóg (pl.: CB) távbeszélő mellékre csatlakoztathatóak, ritkábban valamilyen digitális (többnyire gyártó specifikus) mellékre köthetőek. Ezeknek a rendszereknek a vezérelhetősége,

valamint a biztosított hangkapcsolatok minősége kritikus, ezért vizsgálatuk feltétlenül szükséges.

Másik problémás terület a rejtjelezés. A biztonságos telefon, vagy fax összeköttetésre használt analóg rejtjelező berendezések, vagy modemek kommunikációjának digitális szakaszon történő átvitele kényes terület. Ezek egyedi, gyakran csak a fejlesztők, gyártók által ismert kommunikációs protokollokat használnak, és mivel általában meglehetősen kevés dokumentáció található ezekről, így vizsgálatuk csak empirikus teszteléssel, a paraméterek finomhangolásával oldható meg.

Ha az egyéni rejtjelző eszközök nyílt üzemmódban dolgoznak akkor ún. *non secure-indication tone* [12] jelzést adnak ki. A felhasználóknak így felhívják a figyelmüket arra, hogy védtelen a csatorna és ezért csak nyílt információkat osszanak meg egymással. Az IPT-nél esetünkben ez azt jelenti, hogy a rendszernek kezelnie kell ezt a jelzést (bejövő hívás), esetenként pedig még generálnia is szükséges (kimenő hívás). Ugyancsak problémát jelenthet a RFP-kal történő kommunikáció esetén, hogy ez a folyamatosan generált beszédcsatornán belüli jelzés (pl.: *secure-indication tone*) adásban tartja majd a rádiókat.

## Tesztkörnyezet

Korábbiakban felsoroltam számtalan elvárás, melyekre katonai rendszerek tervezése során ügyelni kell. A következőkben egy tesztkörnyezet kialakításának lépéseit vázolom, mely kifejezetten a távközlési igények vizsgálatára szolgál.

### LAN / WAN tesztek

Mint ahogy korábban említettem, az IPT esetén előnyös, ha szeparált a hálózat különböző jellegű és rendeltetésű forgalma (belső levelezés, célrendszerek adatforgalma, hálózatmenedzsment stb.). Ez tesztelés esetén azt jelenti, hogy vlan-onként (sub interfészenként), vagy akár több fizikai interfészen is eltérő jellegű forgalmat kell generálnunk (web böngészés, fájltranszfer, mellette konstans sáv szélességű radaradat, esetleg meteorológiai jelentések, valós idejű hang és video, stb.). Így a különböző forgalmak egymásra gyakorolt hatása is vizsgálható, valamint az eltérő forgalmi osztályokra érvényes továbbítási prioritás és a garantált sáv szélesség is validálható.

Az átviteli hibák minőségre gyakorolt hatását labor környezetben is lehet vizsgálni. Ethernet interfészek esetén az IP alapú átviteli út hibáinak szimulálására az alábbi ingyenesen elérhető eszközök alkalmazhatóak:

- WANULATOR<sup>29</sup>
- WanEM<sup>30</sup>
- WanBridge<sup>31</sup>
- Fragroute<sup>32</sup>

Saját tapasztalataim azt mutatják, hogy ezek az eszközök viszonylag könnyen kezelhetőek, a különböző mérési scenáriók közti váltás könnyű, azonban célszerű a beállítások pontosságáról az „élés” mérés előtt külső alkalmazásokkal (ping, netcat, Ipref stb.) meggyőződni. Ennek a célja a kezelő általi mérési hibák kivédése. Az alábbi ábrán (4. ábra) látható, hogy például a WANulator kezelőfelülete könnyen átlátható (az oszlopokban a csatlakoztatott interfészek, a sorokban a hozzájuk beállított forgalmi paraméterek láthatóak), azonban hihetetlen komplex scenáriók tervezhetőek segítségével (pl.: az adatátviteli

---

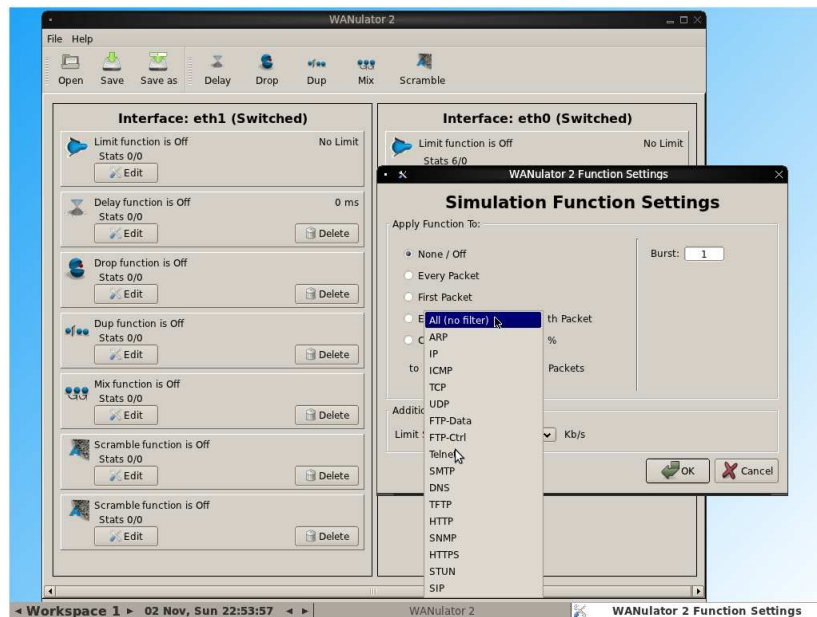
29 LÁSD: <http://wanulator.de/>

30 LÁSD: <http://wanem.sourceforge.net/>

31 LÁSD: <http://code.google.com/p/wanbridge/>

32 LÁSD: <http://www.monkey.org/~dugsong/fragroute/>

sebességet korlátozzuk 512 kbps-ra, az UDP csomagokat késleltessük 500ms-al, dobjuk el minden 5.dik IP csomagot, és minden 3. csomag beérkezési sorrendjét változtassuk meg).



4. ábra. WANulator kezelőfelülete

A felhasználói célú Ethernet interfészek (a laptopokba, PC-be szerelt általános felhasználású interfészek) nem képesek a vonali sebességet teljes mértékben kihasználni, amennyiben a mérés ezt megkövetelné, akkor speciális, kifejezetten ilyen célra kialakított interfészeket<sup>33</sup>, vagy mérőműszereket<sup>34</sup> kell használni.

Speciális szabványok, interfészek (pl.: E1 keretstruktúrájú G.703 interfészek) esetén célhardver szükséges, mely segítségével az átmenő forgalomba lehet hibát iktatni („Error injection” funkció). Az optikai interfészek tesztelése szintén céleszközzel oldható meg, vagy esetleg média-konvertert (elektrooptikai átalakítást) igényelhet.

A valós interfészeken, átviteltechnikai berendezéseken lefolytatott hosszútávú mérések statisztikai elemzése révén kialakíthatóak olyan profilok, melyekkel később a fent említett tesztkörnyezetben szimulálhatóak egy kialakítás előtt álló rendszer minőségi mutatói.

A fizikai szintű hibák mellett a forgalomirányító eszközök hibás beállításából fakadó egyéb anomáliák (pl.: route irányok „billegése”, aszimmetrikus routing, stb.) tesztelése is megvalósítható, azonban célszerű kerülni a hardver emulációt, mivel a forgalomirányítók speciális hardverére írt operációs rendszerek virtuális környezetben (pl.: GNS3) a valóstól lényegesen eltérő hálózati mutatókat (pl.: késleltetés, csomagvesztés) produkálnak.

### **Kompatibilitás tesztek**

A hálózatok határain (a gateway-eken) a beszédkódolás algoritmusának váltása (az un. transzkódolás) veszteséges kodek-ek esetén problémát jelenthet, hiszen azok jelentősen ronthatják a beszéd érthetőségét. Ezek hatásainak megállapítása érdekében az eltérő szolgáltatás (pl.: konferenciahívás, egyéni hívás, hangposta, stb.) igénybevételével különböző irányokba és onnan visszafelé is hívásokat kell generálni, azokon pedig a beszédérthetőséget vizsgálni kell (lásd később). A hang mellett a fax közlemények továbbíthatóságát is ellenőrizni kell, mivel a veszteséges tömörítést használó kodekek a G3 szabványú, analóg fax berendezések

<sup>33</sup> Erre jó példa a Riverbed cég mérő interfésze Lásd: <http://www.riverbed.com/products/performance-management-control/network-performance-management/ethernet-packet-capture.html>

<sup>34</sup> Erre példa Lásd: <http://www.equicom.hu/?q=hirek/hir/303> , <http://www.equicom.hu/?q=hirek/hir/79>

jelzéseit torzítják (ezért célszerű digitalizálni az analóg fax közleményeket, és úgy továbbítani azokat a hálózaton).

A beszédjel feldolgozását célhardverrel un. DSP<sup>35</sup>-ekkel oldják meg. Az eltérő kodekekhez más-más áramkör szükséges, esetenként előfordulhat, hogy egy nagyobb kapacitású eszköz (pl.: több analóg porttal rendelkező router, ATA<sup>36</sup>) egy időben csak néhány tömörítetlen (pl.: G.711) kapcsolatot képes kezelni, ha például a hadműveleti követelmény ezt nem engedélyezi, akkor több eszközzel, tartalék kapacitásokkal kell számolni.

### ***Szolgáltatások tesztelése***

Ezeknél a vizsgálatoknál megkülönböztetjük az alap (a kapcsolási mátrix, hangkodekek, feldolgozó áramkörök), és a kiegészítő szolgáltatások tesztelését. A gyártók eltérő szolgáltatásokat biztosítanak, még ha sokszor azonos néven is hirdetik azokat. Mivel azonban eltérő a megvalósításuk, ezért a felhasználón múlik, melyik rendszert részesíti előnyben a megbízhatóság, a szolgáltatás bőség, vagy épp az ár szempontjából. A különböző felhasználók ezért eltérő eszközöket vásárolnak, a probléma akkor kezdődik, ha ezeket megpróbálják közös rendszerbe illeszteni. Az alapszolgáltatások tekintetében semmiképpen sem, a kiegészítő szolgáltatások esetében mérlegelhetünk, hogy a korábbi elvárásainkból engedünk vagy sem.

Általában a gyártók a teljes szolgáltatási palettájukat csak a saját fejlesztésű protokolljukon keresztül biztosítják, ha másokkal együtt akarunk működni, akkor pedig az egyszerű, SIP protokollt javasolják. Meg kell jegyezni, hogy a SIP protokoll szolgáltatások terén visszalépés a 20 évvel idősebb ISDN-hez képest. Így ezzel nagy árat fizetünk az együttműködési képességért: bizonyos szolgáltatásokat csak saját hálózaton belül tudunk hibamentesen biztosítani.

### ***Beszédérthetőség vizsgálatok***

Az IPT hatékonyabbá tudja tenni egy szervezet távközlési infrastruktúráját, azonban ha az csak rosszminőségű hangot képes továbbítani, vagy a korábbi szolgáltatásokat nem támogatja, esetleg használata problémás, akkor e negatívumok miatt a felhasználók elutasítóak lesznek a technológiával szemben. A hangalapú szolgáltatások minőségének mérése nehéz, hiszen a mérés lényege az objektív ítéletalkotás, míg a beszéd érthetősége egyén függő.

Az IPT rendszerek minőségének megítélése tovább nehezedik, hiszen a csomagkapcsolt hálózatok műszerekkel mérhető mutatóival (késleltetés, jitter, csomagvesztés, stb.) összefüggésben kell a hang alapú szolgáltatások minőségét (beszédérthetőség, szolgáltatási minőség) értékelni.

A beszéd minőségének vizsgálatát mind a végkészülékek, mind a gateway (IP-IP, ISDN-IP, analóg-IP) eszközök bevonásával meg kell tenni, hiszen a protokoll vagy interfész konverziók jelentős torzítást iktathatnak be.

Megkülönböztethetünk:

Objektív<sup>37</sup> és szubjektív<sup>38</sup>, valamint  
Aktív<sup>39</sup> és passzív<sup>40</sup> méréseket.

A beszédérthetőség vizsgálata elvégezhető szubjektíven, emberi tesztalanyok bevonásával. A mérés pontossága ekkor függ a hallgatóság megítélésétől, ezért a statisztikai pontosság nagyszámú, hasonló körülmények között elvégzett értékeléssel növelhető. A hallgatóság

---

35 Digital Signal Processor, digitális jelfeldolgozó processzor

36 Analogue telephone adapter

37 Számítógépes mérések, melyek eredményei függetlenek a mérést folytató személytől

38 Az emberi értékelőtől, a vizsgálatot lefolytató személytől függő mérés

39 Mely esetén a beszédjelet a mérőműszer állítja elő/játssza le az adó oldalon, a vételi ponton pedig rögzíti

40 Ez esetben a forgalom generálásában nem vesz részt a mérőrendszer

általában szótag/szó/mondat érthetőséget, a hangerőt és a hangtisztaságot értékelik. A MOS<sup>41</sup> eljárást szokás ekkor használni.

Az automatizálható, ismételhető gépi megoldások napjainkban jellemzően a PESQ<sup>42</sup> eljárás alapján alapulnak.

### *MOS vizsgálat [13]*

Segítségével 1 és 5 közötti skálán értékeljük a vevő oldalon értékelhető beszéd minőségét. Az ITU P.861 (PSQM), valamint a P.862 szabványa írja le teljes egészében számításának részleteit.

### *PESQ eljárás [14]*

Ez a módszer előre felvett hanganyag adó oldali lejátszására és vevő oldali rögzítésére, vagy spontán tesztanyag készítése esetén adó és vevő oldali beszéd rögzítésére és későbbi összehasonlítására épül. Különböző algoritmusokkal kompenzálják a két hangfelvétel közti idő-, és amplitúdóbeli változásokat (annak érdekében, hogy összehasonlítható legyen a két hangfájl). Az amplitúdó csillapítás, frekvencia torzulás mellett az additív zajt, valamint az időszakos megszakadásokat is figyelembe veszi a módszer.

A korábban említett zajos környezet miatt a készülékek kézibeszélőjét is érdemes vizsgálni, valamint az olyan kiegészítő funkciókat, mint a VAD, vagy a komfortzaj előállítás<sup>43</sup>. Ezek például hangvezérelt (VOX) rádió-felvevőpontok esetében hibát generálhatnak (adás-vétel billegés) [15].

Veszteséges kodekek esetén a sávon belüli jelzések (pl.: DTMF kódok) torzulása is problémát jelenhet (megakadályozva az erre a jelzésre alapú szolgáltatások igénybevételét).

### *Terheléses vizsgálatok „Regression testing”*

A csomagkapcsolt hálózatok kapacitás korlátai nem olyan markánsak, mint a vonalkapcsolt, vagy áramkör kapcsolt rendszereké. Így szükséges a maximális csatornkapacitás ellenőrzése annak érdekében, hogy validálható legyen az, hogy az erőforrások elégségesek a tervezett kapacitás kiszolgálására.

Az egyidejű hívások számát több tényező is befolyásolja. Így például a párhuzamos forgalom (web böngészés, letöltések, adatbázis elérés, online szoftverfrissítések stb.), a rejtjelezés, a traffic padding (forgalomanalízis elleni tevékenység), a használt alsóbb rétegbeli protokollok jellemzői (pl.: IPv4 vagy IPv6 használata), a használt hangkodekek kódolási „nyeresége”, vagy a kapcsoló mátrix és a forgalomirányító logikai működési elve, esetleg az interfészek vonali sebessége.

Ugyancsak fontosok a QoS beállítások, és a különböző forgalmi osztályok közti helyes prioritás ellenőrzése, mely az alkalmazott technológia (DiffServ, MPLS, IPv6) függvényében eltérő módszerek alkalmazását kíván meg.

### *A szoftverminőség vizsgálata (Software Quality Testing)*

A kapcsolóeszközök valamint az IPT infrastruktúra egyéb elemein futó szoftver komponensek minőségének ellenőrzése ugyanúgy fontos, mint bármilyen más eszközt vezérlő szoftver tesztelése (hiszen az esetleges hibák veszélyeztetik a rendszer üzem-, és információ biztonságát). A nehézséget az jelenti, hogy a gateway-ek, kapcsolóközpontok javítócsomagjai nem ellenőrizhetőek tesztkörnyezetben (mint például a PC operációs rendszereké), hiszen speciális hardvert igényelnek. A beágyazott rendszerek sokszor valamilyen kevésbé ismert

---

41 Mean opinion score

42 Perceptual Evaluation of Speech Quality

43 Szintetikus háttérzaj, annak érdekében, hogy az éppen beszélőt ne zavarja össze a hallgatóság felüli csend (ti. a rendszer az átviteli kapacitás hatékony kihasználása érdekében bizonyos jelszint alatt nem továbbítja a hangokat).

programozási nyelven írt, általában zárt forráskódú programkódokat futtatnak, így azok kód analízise szinte lehetetlen (a gyártótól függetlenül). Továbbá érdemes megjegyezni, hogy a firmware, vagy az operációs rendszerek újratelepítése az IPT végkészülékeknél, kapcsolóeszközöknél gyakran csak gyártói segítséggel oldható meg.

## ÖSSZEZÉS

A termékbemutatók ábráin jól mutatnak a felhőként ábrázolt IP hálózatok, azonban a való életben ezek mögött a felületes jelölések mögött nagyon is komplex és kézzelfogható berendezések állnak.

Anakronisztikus gondolatnak tűnhet, azonban sokszor igaz, hogy az „újabb” nem feltétlenül „jobb” is. Konkrét esetünkben például az IPT számos tekintetben visszalépés a hosszú időn keresztül fejlődő TDM rendszerekhez képest. Így például a rendelkezésre állás, a minimális késleltetés, vagy a beszédérthetőség terén elmarad a korábbi ISDN rendszerekhez képest (mely következtében számos szervezet szándékosan kerüli távközlési infrastruktúrájának IP alapokra történő helyezését), természetesen számtalan olyan előnnyel rendelkezik mely korábban elképzelhetetlen lett volna. Ilyen például a forgalmi terhelés függvényében történő dinamikus forgalomirányítás (a korábbi rendszerek statikus irányítása mellett az alternatív útvonalak tervezése inkább művészet, mint tudomány volt).

Az IPT általánosan nem értékelhető „józnak” vagy „rossznak”, a rendszer megítélésénél fontos figyelembe venni, hogy a korábban említett IPT alkalmazási scenáriók közül melyiket vizsgáljuk, a rendszer mely részeit tesszük IP képessé. Megítélésem szerint az ISDN kapcsolóközpontok közti IP kapcsolat egyszerűsíti az üzemeltetést, hatékonyabbá teszi az átviteltechnikai berendezések adatátviteli képességeinek kihasználását, növeli az üzembiztonságot. Ugyanakkor a végponti IP készülékek (hardphone-ok) alkalmazását a korábban említett igények miatt indokolatlannak tartom (különösen tábori körülmények között, ahol több szempontból is hasznosabbak az egyszerű analóg végkészülékek).

A társadalmi fejlődés és az ipari terjeszkedés is generál egy folytonos innovációs igényt az alkalmazott technológiák további korszerűsítésére. Sokszor a gyártók erre még rásegítenek erőszakos reklám kampányaikkal, vagy olyan drasztikus lépésekkel, mint a terméktámogatás megszüntetése.

Egy szervezet műszaki fejlesztési igényét csak a saját szakemberei képesek valóban megítélni. A jövőbeli fejlesztéseknek a szervezetre gyakorolt pozitív hatásait tehát nekik kell a döntéshozók elé tárniuk, figyelembe véve szervezetük működését és igényeit.

Az IP hálózatok minőségének, valamint az IPT rendszerek vizsgálatára már elfogadott méréseket dolgoztak ki. Publikációmban ezeket mutattam be a katonai sajátosságok figyelembevételével. Elemzésemben kitértem a minőségi paramétereknek a hálózati biztonsággal és az üzembiztonsággal kapcsolatos vetületeire is.

## Felhasznált irodalom

---

- [1] CISCO: IP Telephony/Voice over IP (VoIP)  
Forrás: <http://www.cisco.com/c/en/us/tech/voice/ip-telephony-voice-over-ip-voip/index.html> Letöltve:2014.12.15
- [2] NATO: Military noise environments  
Forrás: <http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/TR/RTO-TR-HFM-147/TR-HFM-147-03.pdf> Letöltve:2014.12.15

- 
- [3] Lendvay Marianna–Zsigmond Gyula - Komplex villamos rendszerek megbízhatóság-elemzési módszerei Forrás:<http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2004/2/2004-2-11.html> Letöltve:2014.12.15
- [4] IEEE szabvány a vlan-ok létrehozására Ethernet hálózaton, Forrás:<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1Q-2003.pdf> Letöltve:2014.12.15
- [5] F. Baker J. Polk: IETF RFC 5865, A Differentiated Services Code Point (DSCP) for Capacity-Admitted Traffic, 2010, ISSN: 2070-1721  
Forrás: <http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=5865> Letöltve:2014.12.15
- [6] Verizon Enterprise: MLPP leírás  
Forrás:[http://www.verizonenterprise.com/solutions/public\\_sector/federal/contracts/wits/3/products/voice/mlpp.xml](http://www.verizonenterprise.com/solutions/public_sector/federal/contracts/wits/3/products/voice/mlpp.xml) Letöltve:2014.12.15
- [7] Wojciech Mazurczyk, Krzysztof Szczypiorski:Covert Channels in SIP for VoIP signalling Forrás: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0805/0805.3538.pdf>  
Letöltve:2014.12.15
- [8] MTI/Index: Hekkerék harmincmilliószámát csináltak a hevesi önkormányzatnak (2012.06.01. 12:28)  
Forrás:[http://index.hu/tech/2012/06/01/30\\_millios\\_szamlat\\_csinaltak\\_a\\_hevesi\\_onkormanyzatnak/](http://index.hu/tech/2012/06/01/30_millios_szamlat_csinaltak_a_hevesi_onkormanyzatnak/) Letöltve:2014.12.15
- [9] Vassilis Prevelakis, Diomidis Spinellis:The Athens Affair IEEE Spectrum,2007 június 27, Online Forrás: <http://spectrum.ieee.org/telecom/security/the-athens-affair>  
Letöltve:2014.12.15
- [10] Cisco: Cisco IP Phone Certificates and Secure Communications Forrás:  
[http://www.cisco.com/web/about/security/intelligence/IP\\_Phone\\_Security\\_WP.html](http://www.cisco.com/web/about/security/intelligence/IP_Phone_Security_WP.html)  
Letöltve:2014.12.15
- [11] Szabó Levente Átalakulóban a Combined Endeavor gyakorlat  
Forrás: [http://www.kormany.hu/download/c/0f/50000/CE\\_fejlodes%20%281%29.pdf](http://www.kormany.hu/download/c/0f/50000/CE_fejlodes%20%281%29.pdf)  
Letöltve:2014.12.15
- [12] Cisco: Configuring Secure and Nonsecure Indication Tone  
Forrás:  
[http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice\\_ip\\_comm/cucm/security/8\\_5\\_1/secugd/sec-851-cm/sectone.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/voice_ip_comm/cucm/security/8_5_1/secugd/sec-851-cm/sectone.html) Letöltve:2014.12.15
- [13] Call Quality Metrics  
Forrás: <http://www.voip-info.org/wiki/view/Call+Quality+Metrics> Letöltve:2015.01.08
- [14] Opticom:PESQ – Perceptual Evaluation of Speech Quality  
Forrás: [http://www.opticom.de/download/SpecSheet\\_PESQ\\_05-11-14.pdf](http://www.opticom.de/download/SpecSheet_PESQ_05-11-14.pdf)  
Letöltve:2015.01.08
- [15] Haig Zsolt, Kovács László, Németh András, Salamon Dániel, Vass Sándor, Ványa László - Zavarás hatékonyság minősítő eljárás kidolgozása pp. 1-64. Tanulmány a Jedlik Ányos Program – 2. alprogram: Versenyképes Ipar NKFP\_07\_2-HT28\_SAJ program keretében kidolgozásra tervezett INTERJAM integrált elektronikai felderítő és zavaró rendszerhez. (2009)



**SZEM Géza**

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

## **NETWORK-BASED COMMAND-CONTROL SYSTEMS, AS POSSIBLE SOURCES FOR FUTURE MILITARY HISTORY RESEARCH**

### *Abstract*

*21st century has brought such kind of changes in the way of warfare that the question occurs, whether the military history research, as part of the military sciences, would be able to meet its task in the future, still using only traditional sources. The documents produced at the staff level, used today as basic sources of research, will not necessary be sufficient to serve with an appropriate and detailed picture to the future historians about the new kinds of adapted forces, procedures and technologies. This paper attempts to make an image of one circle of future challenges to military historians, and some possibilities of the answers to them as well, through the presentation of changes in C2 supporting technologic background. During this, we like to present some parallels between the battlefield commanding procedure, and the analytic military history research, revealing also the relation of the two fields.*

*A 21. század a hadviselésnek olyan változásait eredményezte, amelyek szükségessé teszik a kérdés feltevését, vajon a hadtörténelmi kutatás ezen túl is képes-e hatékonyan működni a hadtudomány részeként, ha továbbra is csak a hagyományos eszköztárára támaszkodik. Az ezek között megtalálható vezetési dokumentumok a jövőben nem lesznek elegendők, hogy hiteles képet szolgáltassanak a napjaink technológiájával alkalmazott erőkről, eszközökről és eljárásokról. A C2 rendszerekhez kötődő háttér technológia bemutatásán keresztül írásunk a hadtörténészek jövőbeli munkájának néhány nehézségét és azok lehetséges megoldásait kívánja bemutatni. Ennek során a harctéri vezetési folyamat és a hadtörténelmi elemzés párhuzamait, a két terület kapcsolódási pontjai is bemutatásra kerülnek.*

**Keywords:** *military history research; battlefield visualisation; C2; C4ISR; TOPCCIS ~ hadtörténelmi kutatás, harctér vizualizáció; C2 C4ISR; TOPCCIS*

## INTRODUCTION

Nowadays we like to refer to our society as being information-based.<sup>1</sup> The information revolution of the 21<sup>st</sup> century didn't leave the military as a social subsystem, neither the war, as kind of a special social circumstance untouched. Parallel to the brighter social mechanism, it is common to speak about a revolution in warfare as well. To remain able to understand the phenomenon of war, and find the means of fighting – and of course winning – it, military sciences, including military history as well, have to keep pace with the ongoing tendencies in warfare. First of all, this means the defining and understanding of these tendencies and their effects. On the other hand, utilization of the possibilities, delivered by the broadly spread technologies enables the science to labour new approaches of research methodology. This paper is meant to depict some of these possibilities. During this however, the working procedure of these new means is only described in a depth which is necessary to the understanding of the main topic. Since yet – as far as we are informed, and at least in military history – these methods don't exist, particular protocol, or methodology regarding them are neither reviewed.

According to the paper's basic concept, the main call of the military history is the collection and interpretation of military experiences of the past, thus making them utilizable in exploration and explanation of the recent and future tendencies. In this regard, military history is only viewed here as scientific research, and a specific aspect of understanding warfare. We are aware, that military history can fulfil other goals as well.

In our view, three main fields can be described as more or less specific kinds of military history. First of all, scientific research for military sciences as defined above. The other two fields could be named such as traditional and descriptive military history. In the first case, we can mention examples like uniform- or unit history, among others. These are first of all meant to help a community identify itself. They can serve with traditions that help to strengthen the cohesion of a minor or major community, and shape its members views of themselves and the world. Descriptive history is more of a scientific nature, by telling the "stories" which fill these traditions. Nevertheless they lack one important scientific feature; they only tell the stories without trying to analyze them. Thus no real explanation is given, which could serve with a historical answer to the present and future military questions. In practice, the three fields act mostly together. Scientific research is of course based on descriptive examples, which can be analyzed, and the outcome can serve the traditions as well. However, we are not meant to mention such specific fields, like unit- or technology-history, which in some cases require other kinds of sources and methodology of research.

Our main goal is to sketch some possibilities that make the future military history research of the military events taking place nowadays and in the near future, possibly more effective. Thus our starting point is the methodology in use today, which is based on the research of the regular official documentation. Thus the paper will not cover research of the more ancient ages, before the birth of the higher staff.

### ON THE NATURE OF THE RECENT MILITARY REVOLUTION

Broader social environment of the changes in warfare can be described with the shift from industrial to information-based society. On the level of the main society as well as the military, this means beyond the introduction and use of state-of-the-art information devices, also kind of new approaches in the collection and utilization of information. In fact, the revolution hasn't

---

<sup>1</sup> This is of course mainly true to the developed societies. At the same time, information technology – and its impacts as well – is present also on the periphery more than ever before, even if these societies don't adapt to it on the level – or even in the manner – as the developed ones.

been caused by the appearance of the new technology itself, but more by the effects of its utilization. [1]

In warfare this means that the ways of collecting, storing, and processing the information are changing thus is changing the way, how each organization is gaining advantage from the increased access to it. During this, new kind of technology doesn't only enable former tasks to be fulfilled more effectively, but the repertoire of the warring parties can be broadened also by new functions, being nonexistent yet. [1]

Referring to Martin van Creveld, as the result of the technology development, running military organizations and performing military operations assumes such level of information requirement that makes high level automation inevitable. In this way, key of warfare, and motivator of every pursuit will be information itself. [1]

As another aspect of the tendency, we can also tell that on the modern battlefield, the deployment of forces, based on the classic organization hierarchy, which has been evolving since the appearance of the standing armies, will be replaced by the higher autonomy of the operational-tactical level, and by the deployment of ad-hoc modular units, like battle group formations. Through these principles of organization, and by the utilization of C<sup>4</sup>ISR systems<sup>2</sup> more comprehensive utilization of the existing forces becomes possible, which at the same time presumes, in order to maintain effectiveness, the highest possible level of digitalization and automation of command and control systems. Thus information (more precisely information superiority) becomes the key element of victory or defeat.

As mentioned before, the revolution isn't caused by the technology in itself, but it is accompanied by adequate methodology (automatic command system, delegation of decision authority to lower levels), and also by an organizational shape (tactical-operational level battle groups), serving as a frame to the whole. The whole of these is resulting in the warfare of our days. What does this mean from the aspect of the military history?

As being said earlier, referring to van Creveld, this kind of warfare requires the collection and analysis substantially higher quantity of information in comparison to the past times. We can assume as well, that to reconstruct these events in the future, more information, and the analysis of more sources will be necessary. It is likely, that like on the battlefield, also in the room of the military historian, the maintaining of such huge amount of available information will only be possible on a higher level of digitalization. As the technology helps the commander during his work, it also makes reconstruction easier to the researcher. At the same time, resulting from the nature of the warfare as depicted above, this will not only be possible, it likely becomes even inevitable.

If we assume, that in the warfare of our age, information, and its effective utilization (information superiority) is the key momentum, then research in military sciences, particularly in military history has to be approached from the very same direction, to distil the required experiences.

Regarding the other aspect of organization and methodology, appearance of commanders authority on lower levels, the speed-up of decision-execution-feedback circle, organizational frames being raised on occasion and temporarily, and the more intensive use of available forces are such circumstances, which the traditional documentation, created to follow the work of the classic organizational hierarchy, hardly could manage to follow up entirely and effectively.

This paper would like to discourse basically about the use of already existing technologies, and the possibilities of newer methods, but it is also likely that the introduction of these makes some kind of organizational adaptation in the research system necessary as well.

It is worth mentioning, that the warfare of the 21<sup>st</sup> century is beginning to show an even more complex shape in other aspects, like asymmetry as well. These could also very likely have an

---

<sup>2</sup>C<sup>4</sup>ISR: Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance. Common name for automatic and digital command- and control systems.

impact on the military history research, and the circle of utilized resources, but present paper isn't meant to discuss these other aspects.

### NETWORK-BASED WARFARE

As stated before, information, its gathering and most effective utilization as possible, are the core element of the warfare of our time. This is realized in the practice through information operations, meaning:

„coordinated military activity in the information space, affecting the information, and information systems, wielding appropriate effect on the will and ability of the enemy and others to support the operational goal, while maintaining own information and information systems.” [2: p. 258.]

Part of this procedure is the visualization of the battle space as described above, the determination of the main goal for our own troops, and the control and coordination of operational pace. In other words the information support of the commander and his staff.<sup>3</sup> Information superiority, as the result of the procedure makes full spectrum dominance in the military operations possible. [3] Assumption of reaching and maintaining information superiority, are the speed of command procedure, the quality of available sensors and intelligence systems, the abilities of the executing forces, and the connecting of these tools into a uniform network for the sake of an effective flow of information. [4] In this regard we can speak of network-based warfare of our days. The point of it is that the partakers are able to reach all the information necessary to fulfil their task, with appropriate subject-matter and in usable form. [4] [5]

Key element here is digitalization, the both horizontally and vertically integrated information system is through the available speed of information flow able to support the procedure of command and control, and the unity of fire and manoeuvre effectively. Through the summarization, validation and harmonization of the information arriving from different intelligence sources, common pool of information comes into being. [2] Real time communication secured by the system makes the visualization and effective utilization of the acquired environmental and tactical information not only for the commander, but also for the executing forces possible. The different intelligence sources connected together are able to generate comprehensive database, and through their connecting the insufficiencies of each tool can be tackled. Their connection into a system results moreover in high level readiness, gives more complex and more detailed picture, more thorough reconnaissance, and constant target tracking possible. [3] The processing, storage, transmitting and protection of information comes true on the level of command and control. This level transmits the commander's decision based on the collected information, to the other two levels. Finally as the third actor, the strike forces execute their mission based on the received information. [3] [6] [7] On the effectiveness of the latter, again the intelligence level is delivering information, and the circle begins again. Thus, each level means partaker in the execution of the task, and from the aspect of technology each component of the digitalized command-control system at the same time. During the realization of command and control, commander's activity proceeds parallel in the traditional physical space and on the digital battlefield at the same time.

„Cyberspace is a domain of the warfare equal to the ground-, air-, sea- and cosmic theatres [...] In the battle space [...] network systems are using electromagnetic energy to collect, store and process data and information.” [4: p. 3.]

---

<sup>3</sup> In other aspect, the information operations can be utilized as a non-kinetic weapon (for example to deceive the enemy or jam its communication) as well. This also means that at the same time as in the regular battle space, also in the information theatre of war, offensive and defensive operations are taking place. [4]

Thus, digitalization not only means the technologically meant support of the so called decision circle (described above from the collection of the information to the feedback), but changes it in regarding the protocol of process as well. All members of the above network are helped by digital devices; communication between them is also secured by these. This means at the same time, that all information and transmitting regarding the given combat action appears in digital form as well, parallel or instead of the traditional documents. Occasionally this can open new horizons to the future military history research as well.

If these systems as described are capable to store, organize, and transmit data, than it's quite predictable, that the technologically meant (long term) storage of these is also manageable, as a kind of digitalized operational and tactical documentation. Beyond this, given to the nature of digitalization, the maintenance of data requires the interaction of human operation in a lesser amount. The creation of traditional (paper-medium) documentation happened mostly manually. Thus, great chance of failure has been given within, from mistake and forgetting through purposive distortion. Albeit the objectivity is meant to be represented by these documents, their means of creation could hardly close out the appearance of subjectivity within them. Of course, even digital setting secures no total assurance against such kind of distortion, but even so, this protocol entices with the possibility of some more accurate sources. Even thought that in accordance with the establishing of the system, operators can still be involved in it, who may shape the information being transmitted (and stored), this is however limited by the speed of network procedures as well. This effect is also further strengthened by the fact, that one most important feature of these networks is real time work. From the aspect of military history this means, that the information can be stored in the very second of its creation, in opposite to the traditional battle reports, operational diaries, which are being written afterwards, and in a retrospective manner. On the other hand, given by the nature and designation of the network, all sources of information are available to all of the partakers. This also means that in the future, the reports and diaries of each level would possibly consist of lesser opposing information, in other words, that each actor would visualize the battle space in lesser different ways (even thought, still from different aspects). At all, the data setting based on the capabilities of the network, could make the separate treatment of the sources regarding each level unnecessary, even in the first stage of research.<sup>4</sup>

But not only is it the case that compared to the traditional documents, the information delivered by digital C<sup>2</sup> systems could possibly be more precise source then any former ones. In practice it is more of an exception, but technically meant it is highly possible that a network-based system (not in regard of making the decision, but concerning the traffic of information) could be totally automatic. Given that there is no human operator in such a system at all, all data and information regarding the systems activity (meaning support of the decision, information transmitting) – which occasionally can be of important affect on the ongoing operations – would be existing already only in a digital form and shape. The other difficulty is caused by the speed of network-based systems:

„In the military commanding process the timeframe of a decision shortens from the former minutes nowadays to seconds...” [4: p. 3.]

Practically this also means, that unlike from the former staff-work, after the starting situation, due to the changes in it, one cannot speak of detailed plans in the traditional way anymore, much lesser traditional sources will tell to the posterity, how the commander has visualized the battle space, and what possible decision scenarios he had based his decision on. The higher intensity of commanding process could possibly set mental limits to the recording and reconstruction of the events in traditionally created reports or diaries as well.

---

<sup>4</sup> According to the general practice, in the first stage of the research, the historian views the different sources and levels each after another, technically – and in time – separated from another. They are compared only in the next stage, and are logically connected to each other further on during the analysis.

One cannot assume – at least in the near future – that traditional “military documentation” would totally disappear from the procedure of interpreting the events of a war (or any kind of armed conflict, by the instance), and thus from the repertoire of the military history. But the attempts to historically describe the cases of network-based warfare may put a stronger light on their inefficiencies already existing – as we will see – in the 1930’s. After all, the problem may deliver its own solution however within, since the digital systems, whose transmitting might be impossible to follow for the traditional means of documentation, carry the possibility of storing their own activity within themselves. Technology is already given, appropriate protocol, created and utilized by the end-users – fighting soldiers and historians – may make it possible, that beyond their main task, network-based command- and control systems might work as relevant source for military history research in the future as well.

### **WHAT EXACTLY IS A MILITARY HISTORIAN RESEARCHING?**

The main problem for a military historian – not only nowadays, but more as a rule – is caused by the task of (retrospective) visualization of the battlefield (by which here we mean the imagining of the events and acts). At the same time, in the future – partial – salvation of the difficulty is also delivered by battlefield visualization, and the related technology, this time meant as the visualization of the commander. What does this phrase exactly mean to each actor?

“In the past, battlefield visualization (imagination) was a procedure based largely on the intuitions of the commander, during which he shaped a mental picture, comparing the – often unmatchable, inaccurate, outdated, or deficient – information delivered by his staff, with his own impressions on the battlefield; based on which he led the fighting. This picture then he shaped by certain means and methods into a form being utilizable to others, by which he could unify and concentrate the activity of each partaker. Lack of uniform interpretation of the commander’s idea led many times to unsynchronized use of forces.” [8: p. 126.]

The lines of the definition put also a light on the difficulties, which the military historians of the posterity have to face during the reconstruction of one or another event. When he (or she) is looking for the roots of the events, the historian is reclining, beyond the reachable description of the events, also upon the documents made during the decision-making of the commander (assuming, such are existent). Regarding the subject-matter of these – as one can see from the above definition – it comprises of “often unmatchable, inaccurate, outdated, or deficient” information, on the other hand of the commanders “own impressions on the battlefield”. Of course, the protocol regarding the work of the staff, and staff culture (since it is existent) is striving to secure that the orders, and the picture on the situation would be delivered to those involved “in a form utilizable to others”, but the last sentence of the description reflects on the shortcomings of this procedure as well. If the proper and accurate reading of the commander’s idea – not to speak of his intuitions – meets such difficulties in real time to those, who are on the same battlefield at the very same time – even assuming that they are naturally seeing only smaller parts of the big picture, and that also from a different perspective – it is not hard to imagine, what amount of challenge the same task to the historian might be, who is working in a very different dimension of time and space in the posterior ages.

This difficulty is described by the Hungarian military historian, Ödön Bialoskorski at the beginning of the 1930-s, in accordance to the military documentation of the First World War:

“Their designation is after all to make even the first recording of the events easy and simple to the historian when required. (at the same time) [...] due to their deficiencies, most of the operation diaries of the World War can hardly meet its expected task, some of them even not at all.” [9: p. 220.]

In Hungary, a new school of military history is finding place that time, which means not solely the description of the events, but a kind of analysis and interpretation as well. The first large volume work, which was dedicated to this striving, has been the monograph entitled “World War 1914-1918”:

“Our main effort desires to reach the higher goal, that [...] we might deliver a thorough scientific military work, from which one could get known to the inner relations and connections of the Great War, the operational planning, executing, and the effects of these, and finally the inner value and performance of the Hungarian troops.” [10: p. 5.]

In this approach – putting stress on the causal relations, through which one can draw conclusions to the present and the future, instead of merely depiction facts and data, exploration of the “causal relations based on the connections between past, present and future” [11: p. 257.] – we can summarize the main (scientific) tasks of the military historian today as well. It’s safe to say, that this exploration work can be most effective, if the historian can manage to understand the logic of the events to the most exact level possible. From the above definition one can see, that the activity of the facing troops, the chain of the events occurring, and the interaction of these are caused – among others – by the decisions of the commander, which are based on the picture of the situation available, and on the analysis of the battlefield visualized by them.<sup>5</sup> By reversing this logic it can be proved, that if the historian would like to understand the flow of the events most efficient, then he (she) has to understand the logic of the commanders decisions as well, to this reason he but has to “see the very same picture”, which the commander had seen in the second of his decision. In other words, he has to re-visualize the battlefield and that in the possibly nearest fashion to the original picture. What exactly has he to see, to get closer to his goal?

“The creation of the commanders idea regarding the battlefield, the battlefield visualization is a basic ingredient of the military command: the procedure, during which the commander estimates and analyzes the actual situation (own, enemy, terrain), imagines the final state, meaning the fulfilling of the given task, and then shapes his intention on the series of interaction leading from the actual situation to the final stage. Base of this idea comprises of the information delivered by the staff, and of the knowledge, experience and intuition of the commander.” [8: p. 126]

This new definition sets two important phrases: the *actual situation* and the *final stage* as expected. Every decision of a commander can be regarded as an attempt to bridge the logical ravine between these. Regarding the events, the historian is usually in a reverse situation compared to the commander: he knows the final stage (at least the outcomes of the events), while the commander is more informed of the actual situation in the beginning at the time of his acting. The likeliness between them is, that trough the chain of the events, both try to get from the known circumstances to those being unknown to them.

To reach his goal, the historian has first of all the documents made on the battlefields as tools. In the World War I research mentioned above, these were tried to be utilized following the next logic: the grand connections of the analysis were given from the orders and diaries of the higher units, which were filled with subject-matter through the official documentation of the subordinates, and reachable enemy sources. To complete these, in many cases to find the exact cause of certain events, and to clear the occurred situation, writings of personal nature,

---

<sup>5</sup> This is regarding first of all the intended acts. Of course, other components in the unfolding of the events can also be of such level of importance, like for example outer circumstances. The picture is even made more difficult by the fact that in the second of the decision, the commander can at best only forecast the thinking method, and expected decisions of his opponent. At the same time, the „ideal” decision of the commander takes these factors in consideration by definition, thus in theory these are affecting the shaping of combat activities through his decision indirectly as well. Of same importance are the cases in military history as well, where this only partially comes true, or not at all, but in these cases, the commanding procedure – more precisely its failure, and the circumstances causing it – can be put in focus of the research as well.



such as diaries and memoirs served as means. The credibility of the latter has been many times hard to be confirmed, at the same time, through their informal voice they often put focus on such - partially personal – circumstances as well, which wouldn't have come to light through the official documentation, but sometimes could offer as explanation to some otherwise hardly justifiable decisions. [9]

Captain Bialoskorski stresses another aspect of the human factor as well; this time in accordance with the historian. Amongst his principles of research, the ability of empathy, “vivid, but soberly cool imagination” deserves a great role, especially because, as he writes, the sources are not able to transmit the “living side”:

“And this stands not only to the sources of the historically far past, but to those of the near past as well [...] To feel these aptly, to evaluate them as needed, and to set them right in his judgement is the task of the historian...” [12: p. 211.]

In this thoughts – beyond the scientist, who is cultivating his call in an understanding (and feeling) fashion – we can observe an attempt to solve the dilemma of the retrospective researcher, as depicted above: how can the intuition of the commander, as well as the impression, which are existing only in his head in the momentum of decision, grasped, when the documents left over to the predecessors are holding them only in an indirect manner at best. The answer seems to be not least hard to catch, as the problem itself: the historian is made able to explore the intuitive dimensions of the commander's decisions, even nowadays mostly by “his knowledge, experience and intuition”.

What is the case with the other element of the decision; the information regarding the actual situation, the own and enemy troops and the environment?

“Acting without orientation and consideration is senseless fool-hardiness. The warlord has to review the situation thoroughly before and clear in himself precisely, what exactly he wants to do. These two inevitable tools are regarded in the military dictionary under the entry of intelligence and control, and both are among the basic elements, which are mentioned by the analyzers of strategic issues as C<sup>3</sup>I: Command, Control, Communication, and Intelligence. The new definitions however don't change anything to the old realities. Basic element of the commanders acts are knowledge and sight.” [13: p. 439.]

John Keegan describes the procedure of the commander's decision-making in 1987, from the aspect of the military historian, in a similar fashion as we could see in the definitions before as well. In his case the aggregation of information regarding the situation (called knowledge) and the personal abilities of the commander (here sight) can also be found. But Keegan introduces a new definition as well: C<sup>3</sup>I, meaning the digitalized command and control systems. He but shows – in the wake of the new revolution of warfare – that these don't change much of the basic logic and procedure of the decision-making however. But the technologic background of the activity changes, and as one can see, this time the aggregation of the information regarding the actual situation takes a slightly new shape as well.

With this, battle space visualization wins a – partially – new interpretation as well:

“digitalized stills and moving pictures, maps are delivered to the computer of the commander regarding the digital battlefield, utilizing which, he can manage to get a sight into further and impossible to see territories as well. This way, the manoeuvres of the enemy reserves can be followed, and one is able to observe [...] the changes of the battle space situation. [14: p. 189.]

This last definition doesn't mention anything about the intuition of the commander, however, there's no reason to assume, that it might not play an ongoing definitive role in the time of technology. Recognising our very first definition, recalling especially the part, according which the commander has to compare “often unmatchable, inaccurate, outdated, or deficient” information with his own “impressions” on the battlefield, instead of it here we get the pretend of getting a sight into “impossible to see territories”. In this regard it seems to be logical to

assume, that nowadays the focus seems to shift from the intuition (sight) towards the acting from more precise picture of the situation (knowledge). How are the two fields, disputed above working together in the practice?

## **ON THE HUNGARIAN POSSIBILITIES, AND A DEVELOPMENT FROM HUNGARY**

At first it might sound utopia to set the above concept into Hungarian reality, since digital and network-based warfare one may likely to consider as the tool of armies of the large, leading powers. In reality, also in the Hungarian Defence Forces we can find researches targeting these fields of technology. Their achievement hasn't been established yet, to introduce the (HU)TOPCCIS5 system, developed in Hungary, may give us the opportunity however, to analyze the practical connections of those written above.

The development of the Computer-based Tactical-Operational Command and Control Information System was being led by the recognition that for the land forces of tomorrow it will be inevitable to maintain an information system supporting the operational and tactical level planning and commanding procedure. [15] The designation of the system is as follows:

“...on the level of land forces, the planning and leading of operations and combat activity, the commanding of battle utilization of intelligence tools, the transmitting of information (data) from the reconnaissance units to the command post, the collection, analyzing, processing and systematizing of these. The distribution and transmitting of the target data to the forces involved in fire-support missions, through computer-system or tactical radio communication, by formalized messages.” [15: p. 43.]

As one can see, the system is capable to maintain all the tasks, which are required to maintain network-based warfare: maintaining of the intelligence data is present, also the support of the command post (the making of decision), and the support of delivering orders to the strike forces as well. Parts of the system are able to cover and support the battle space systems utilized by the fighting, supporting, and service support units at all levels. [15] By colligating all the levels, the unity of leading can be maintained through the system. The functional units and subunits of the C<sup>2</sup> systems are these [15: p. 43.]:

- Own (friendly) table of establishment (depicting personnel, equipment and combat readiness);
- Joint planning-commanding functional sub-system;
- Intelligence data processing and commanding functional sub-system;
- Fire support functional sub-system;
- Manoeuvre planning functional sub-system;
- Sub-system serving the transmitting of orders and information in text form, and that of map-information.

Each text regarding the capabilities of the system is being cited word-for-word [15: p. 44.]:

„Regarding the planning and leading of fire-support, and the recon of targets: through the system it is possible [...] to visualize the maximal range of action of the artillery units on digital map. The system is capable to receive, process and depict the data of unique- or grouped-, static or moving targets on digital map. Processing of the target data happens in 5-7 seconds from the receiving of it. The targets already rated, are being grouped and listed following NATO standards, which are possible to be printed afterwards. [...] With the aid of the system, the planning of the combat action of joint (tactical) forces can be executed professionally, like the visualization on digital map and ortophoto by the standards of NATO APP-6C as well. The C<sup>2</sup> system is capable to transmit, receive, and process text and map information. It is also possible to constantly play back (visualize) the tactical text and map information within given

operational time-intervals. With the help of the system, planning of manoeuvres, the commanding of them and the real-time visualization of the column in motion is also possible. The system is capable to receive and process the GPS-data of the vehicles and columns.”

Some remarkable capabilities of the subsystems: in regard of the joint tactical force subsystem, beyond the ability of planning:

“Support of the command of operations and missions, recording of the situation and combat readiness, composing of operational and other level reports. Helping the preparation of decision through shaping of action drafts. [...] (the system is able) to model the possibility of execution of the finished operational and mission plans. [...] flow of the information between tactical and operational level, the processing and picturing on digital maps is secured; [...] saving and storing of whole exercise or parts of it is at hand”

Intelligence functional subsystem “is supporting and securing the utilization and constant maintenance (actualization – Sz. G.) of the “Intelligence Diary”. Beyond this it is capable to record the activity of the intelligence forces. The same can be said in regard of the fire-support subsystem as well. [15] The ranking, fact and rate of destruction, regarding the targets is also easy to follow. Trustworthiness and preciseness of the information arriving can be recorded following the NATO standards, each elements of the validation (comparing each sources, arriving of new information, etc.) can also be tracked. [16] [17]

As one can see well from the cited texts, the system is capable to document its own activity, and through this also the process of the network-based command and control precisely and detailed. Thus, it is not only supporting the planning and C<sup>2</sup> of the activity of forces, but – by appropriate protocol of recording – it can serve as a very precious source of information for the following ages as well. As we could see, all the information, regarding the battle space, from the enemy targets to the activity of own forces, its limits in space, and the precise tracking of manoeuvres can be followed on digital maps, as well as the maintaining of these information during combat-leading procedures. This not only means a static picture of each moment, but the changing of the information – caused by movement in physical space, or by refinement through own intelligence sources – is also possible to be followed. Thus, not only a map picture we get, but a source of a kind of “time-laps” fashion, on which one can follow up, how the visualization of the battle space during the planning a commanding can be realized.

Even more informative could be the documents, which are generated during the following of combat readiness of own forces and equipment, the listing and sorting of the targets and during the definition of credibility and preciseness of the arriving information. Through these, the historian might get a picture, how the visualization of the commander had got clearer – or even more obscure, for the instance – during the planning and commanding procedure. (In regard of the retrospect research of the events, both cases are of the same value.)

Interesting features of the system are the “helping of decision by creation of action drafts” and the “modelling of possibility of execution of operational and mission plans”. If one recognises those said of the battle space visualization at the beginning, these are the fields that are mostly regarded as to belonging to the circle of the “intuitions and impressions of the commander”. Naturally the system would still not be able to record “intuitions from the guts” (at least in the near future), which can aid the commander in tackling the “fog of war” through the choosing of one of the decision scenarios. At the same time, if one is thinking about the fact that Napoleon or the Duke of Wellington were rigorously not willing to put the alternatives in their heads during the decision making (on that please see the work of John Keegan, mentioned earlier), compared to this, the historian of the future might get at least some kind of guideline by the action drafts and efficiency models generated by the system, when he tries to understand the whys of the commander’s decision-making. As a continuation, the system supports “the composition of records of the situation and combat readiness, and that of other reports”. It is in fact deriving from the fashion of the network-system that among the recorded data one will be

able to find some sources regarding the circumstances of the creation of the classic “military documentation” as well.

And finally, which may be the biggest of all novelty in the military history research, is the possibility to “save and store whole of exercises or parts of them”, and “to constantly play back map and text information during set operational timeline”. This practically means, that if the technical infrastructure (hardware and software) is available, the historian of the future will be able to replay again and again every momentum of a military event from the planning to the end of the execution, that is, from the (real time) starting situation to the (real time) end state – assuming that the information has been recorded already in an adequate form, and they weren’t distorted since then – and that not only regarding exercises, but real combat as well. During this, he can manage to see the events unfolding from the very perspective of the commander being in the original decision situation, and in every momentum of the events he will get the very same quantity and quality of information as the commander had in his real time situation. (meaning that the later events won’t affecting his picture of view – his visualization – of the whole procedure) The same alternatives will appear for him on the same points of decision making, which gives him the opportunity to try to figure out, what logic the commander had followed choosing one or another option in the real situation, without being misled by information known by himself, but not yet from the actual commander in the actual situation..

The goals of the future development of the TOPCCIS system [15] can serve with some opportunities for the military history research as well: one of the directions is regarding the integration of even more information systems, which means even more precise visualization in the future (for the commander and the historian as well). Other aspect is the broadening through new sub-system modules, which means the picturing of other elements present on the battlefield (CIMIC, engineer, etc.), thus making the picture further detailed. Last, but no least, we should take into consideration the fact that nowadays technology is offering different opportunities to think on the effects of info-communication platforms too. [18]

## **END THOUGHTS**

The warfare of the 21st century shows a picture in many aspects different from the past. Beyond the dominance of the asymmetrical feature, and the irregular actors, another tendency can also be observed. Information superiority becomes a main component in the war fighting and in command and control procedure. The info-communication systems, making this possible reach ever higher level of technology. These changes have naturally also their impact in organisation and procedure. All this has to be followed up by the military science and the military history within as well. The changes of battlefield C2 systems will also have an effect on the circle and shape of the sources of military history research. The tactical-operational staff-documentation, regarded as main sources in the past will not be suitable to deliver an efficient picture from the speed-up decision-making, or even from the whole of the battle space to the posterior ages. But not only are the digital, and sometimes automatic systems causing these problems, they can also deliver the salvation to them. The information transmitted, processed and stored adequately by them, might be sufficient supplement to the traditional sources of the military historians.

To maintain the efficient mission execution, the Hungarian Defence Forces have to digitalize their tactical-operational C2 systems in the future. To serve as a potential source for the military history, one digital system (Hungarian or from other sources) has first of all to be introduced. An adequate protocol also has to be worked out, to collect and record data and information for the military history. Naturally it has to be set to the battlefield utilization of the system, in a manner, that the execution of both tasks would not go to each other’s harm.

From the aspect of the history research, it is also of an importance, how and in what form to manage to store and re-explore the data. In the future, this question has also to be solved, the circumstances have to be created. And finally it is also not to be disregarded as a feature, if the end user (in both cases the HDF) is showing any interest towards these opportunities at all.

## Literature

- [1] DAVIS, N.: An information based revolution in military affairs. Strategic Review, 24 1 (1996), 43-53.  
[www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monograph\\_reports/MR880/MR880.ch4.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monograph_reports/MR880/MR880.ch4.pdf),  
(downloaded: 13.10.2014.)
- [2] HAIG Zs.: Intelligence and electronic warfare on the digital battlefield, Hadmérnök Vol. IV. Issue 3. December, 2003. pp. 258-264.  
[http://www.hadmernok.hu/2009\\_3\\_haig.pdf](http://www.hadmernok.hu/2009_3_haig.pdf), (downloaded: 13.10.2014.)
- [3] HAIG Zs.: Network-centric warfare and sensor fusion, AARMS Vol. 2. Issue 2. 2003, pp. 245-256.
- [4] HAIG Zs.; VÁRHEGYI I.: A cybertér és a cyberhadviselés értelmezése, Hadtudomány, Vol. XVIII. e-version (2008) pp. 1-12  
[www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2008\\_e\\_2.pdf](http://www.zmne.hu/kulso/mhtt/hadtudomany/2008_e_2.pdf), (downloaded: 13.10.2014.)
- [5] FARKAS T.; TÓTH A.: Electronic warfare in full spectrum operation, In.: New Trends in Signal Processing 2012, pp. 181-188. (ISBN:978-80-8040-447-5)
- [6] FARKAS T.: A válságreakáló műveletek vezetését és irányítását támogató híradó- és informatikai rendszer megszervezése a Magyar Honvédség többnemzeti műveleteinek tükrében, doktori (PhD) értekezés, Budapest 2010., p.144.
- [7] TÓTH A.: A hálózat nyújtotta képesség megvalósításának lehetőségei a Magyar Honvédség kommunikációs rendszerében, doktori (PhD) értekezés, Budapest 2015., p. 240.
- [8] MUNK S.: Katonai informatikai rendszerek interoperabilitásának aktuális hadtudományi kérdései. MTA PhD dissertation, Bp. 2007.  
[http://real-d.mtak.hu/86/1/Munk\\_Sandor.pdf](http://real-d.mtak.hu/86/1/Munk_Sandor.pdf), (downloaded: 24.10.2014.)
- [9] BIALOSKORSKI, Ö.: Adalékok a világháborús okmányanyag tudományos értékeléséhez. Magyar Katonai Szemle, Vol. IV. Issue 4. (1934), Hadtörténet és hadilevéltári okmányok, 219-222.
- [10] GERBERT K.: Előszó, in.: A világháború 1914-1918. Különös tekintettel Magyarországra és a magyar csapatok szereplésére. Vol. I. A magyar királyi Hadtörténelmi Levéltár kiadványa, Stádium Sajtóvállalat Rt. Bp. 1928. p. 5.
- [11] GÁRDONYI I.: A történelemtanítás jelentősége, in.: Magyar Katonai Szemle (szerk.: vitéz Berkó István) 1934. Vol. III. Issue 12. Kisebb közlemények p. 257.
- [12] BIALOSKORSKI Ö.: Hadtörténeti események tudományos feldolgozása. Magyar Katonai Szemle, Vol. IV. Issue 2. (1936), Hadtörténet és hadilevéltári okmányok, 210-229.
- [13] KEEGAN, J.: Maszk. A parancsnoklás álarca. A hadvezéri mesterség Nagy Sándortól napjainkig (translated by Balanyi Bibiana és dr. Molnár György) Aquila, without date.

- [14] HAIG Zs.; VÁRHEGYI I.: Hadviselés az információs hadszíntéren. Budapest: Zrínyi Kiadó, 2005.
- [15] FURJÁN A.: A „HUTOPCCIS” – Számítógépes vezetési rendszer képessége és továbbfejlesztésének lehetőségei, Sereg Szemle 2013/1. pp. 39-54.
- [16] FURJÁN A.: Analysis and assesment of targets on a digital map and Computer processing of Intelligence data, AARMS Vol. 13. Issue 1. (2014) pp. 117-130.
- [17] FURJÁN A.: Capabilities and application possibilities of the intelligence functional sub-system of „HUTOPCCIS” computer-aided command system operating on a geospatial information system basis, AARMS Vol. 13. Issue 1. (2014) pp. 89-101.
- [18] NÉMETH J. L: A (stratégiai) kommunikáció és a háború kapcsolata napjaikban, Hadtudomány, (2013):(1-2) pp. 129-139.

SZÖKRÉNY Zoltán  
[szokreny.zoltan@uni-nke.hu](mailto:szokreny.zoltan@uni-nke.hu)

## IKER RADAR RENDSZEREK ELVÁRT PERFORMANCIÁI ÉS STRATÉGIAI JELENTŐSÉGE A HADSZINTÉRI VALÓS IDEJŰ INFORMÁCIÓ MEGSZERZÉSÉBEN

### *Absztrakt*

*A hadszintérről származó valós idejű információ összegyűjtése és feldolgozása stratégiai jelentőségű a megalapozott döntéshozatal, a végrehajtandó feladatok hatékony végrehajtása tekintetében. A radar és vezetési rendszereket komoly kihívások érik a repülés és információ technológia fejlődésével. Az új típusú repülő eszközök közül legfontosabbak a drónok, a lopakodók és a harcászati ballisztikus rakéták különböző interferencia viszonyok közötti detektálása, útvonalba fogása és megbízható azonosítása. Az iker - Gauszi monosztatikus radar rendszerek és az új típusú becsatlakozó radarokat koherens jelfeldolgozás szintjén is integráló harcálláspontok alkalmazása költséghatékony megoldás az új kihívásokra. A cikk röviden áttekinti az új típusú elvárásokat és a radaregyenlet Blake Chart számításokkal igazolja a radar performancia javulás lehetőségeit. A kapott eredmények tükrében a javasol néhány megoldást a radar rendszer jövőbeni fejlesztési irányaira.*

*Real-time information from the theater of war gathering and processing of strategic importance for sound decision making and effective implementation of the tasks to be performed with respect. The radar and command systems achieved major challenges of aviation and information technology development. The new devices are the most important types of flying the drones and stealth and tactical ballistic missile detection, route interference between different grip conditions and reliable identification. The twin - Gaussian monostatic radar systems and new types of the connecting coherent radar signal processing at the level of combat positions in a cost-effective solution to new challenges. The article provides a brief overview of the new requirements and the radar equation Blake Chart calculations showing the possibilities of radar performance improvement. The results suggest some solutions in the light of the future development direction of the radar system.*

**Kulcsszavak:** légtér ellenőrzés, rádiólokátor, iker-Gauszi monosztatikus radar, koherens jelfeldolgozás, Blake Chart ~ air surveillance, radar, twin - Gaussian monostatic radar, coherent signal processing, Blake Chart



## BEVEZETÉS

A XXI. század második évtizedének kezdetén a kiszámíthatatlan globális folyamatok és az azokból fakadó biztonsági kihívások következtében a haderők, így a Magyar Honvédség szerepe felértékelődik. Az elmúlt két évtized alatt, számos átalakítást követően kialakult struktúra és a megörökölt haditechnika ugyanakkor csak korlátozott mértékben alkalmas a jövő szerteágazó és komplex kihívásainak kezelésére. Húsz év után először 2009-ben megfogalmazódott Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiája. [2] A gyors változásoknak köszönhetően 2012-ben már szükségessé vált a felülvizsgálata és megjelent a Kormány 1035/2012. (II. 21.) Korm. határozata Magyarország Nemzeti Biztonsági Stratégiájáról. Ebben került megfogalmazásra a légtér, mint hadszíntér a 10. számú „Alapvetés”-ben, a 33. számú „A biztonság és stabilitás ellen ható folyamatok” és a 61., 62., 75. számú „A Magyar Honvédség feladatai” című fejezetekben. [3]

Ma, ahogy a pénzügyi, a gazdasági, a politikai és a társadalmi élet úgy a védelmi szférának is aktuális, valós, több helyről megerősített és használható információra van szüksége. Napjaink elvárásai közt szerepel a tőzsdei információk azonnali hozzáférése vagy a közösségi közlekedés során, hogy percre pontosan értesüljünk róla, mikor érkezik a következő tömegközlekedési eszköz. Ilyen jellegű igényeinket internet eléréssel, egy információs táblával vagy mobiltelefonunk egy-egy speciális alkalmazásával érhetjük el.

Természetes igény a felsőbb vezetők és döntéshozó katonai vezetés részéről az igény, hogy a hadszíntérről folyamatos, pontos, több szempontból ellenőrzött és megerősített, több csatornán érkező, teljes lefedettségű információt kapjanak.

„A hadszíntérről származó valós idejű ismeret biztosításának fontossága, mint felismerés nem új, sorsdöntő jellege végigkísérte az emberiség háborúit. A történelmi tények azt mutatják, hogy Magyarország politikai és katonai vezetése, ha komolyan vette a hadszínterre vonatkozó információ fontosságát, akár háromszoros túlerőben lévő, jobban felszerelt betolakodó ellen is sikerrel vette fel a harcot, ha viszont elhanyagolta azt, hiába volt erősebb, jobban felszerelt, mint a szemben álló fél, sorsdöntő vereséget szenvedett.” [4]

A drónok a civil felhasználók és a hivatásos, valamint a nem reguláris harcolók eszköztárának részeivé válnak. A modern hadviselés eszközei és eljárásai már ennek szellemében fejlődnek és változnak. A drónok szerepet kaphatnak a terroristák által elkövetett valamint a velük szemben foganatosított cselekményekben, de az új típusú légi fenyegetések köre folyamatosan bővül. A tudomány folyamatosan kutatja a légtérben megjelenő új fenyegetettségeket, elemzi a védekezés lehetőségeit, mely eredmények jelenlegi állása szerint a hagyományos radar rendszerek nem tudják költséghatékonyan megoldani az elvárt feladatokat. A mai rendszerek legnagyobb hiányosságai a drónok detektálása, útvonalba fogása és azonosítása területén jeleneznek. A tudomány által publikus megoldások stratégiai jelentőségűeknek tűnnek, pl: a passzív rádiólokáció újbóli felértékelése, de ezen rendszerek hiányosságainak eltitkolásához is stratégiai érdekek fűződnek. Így az új rendszerek szisztematikus értékeléséhez ezek mélyreható vizsgálata szükséges. Az ezen a területen elkezdett a munkát folytatom az első tudományos kutatási eredményeim publikálásával.

### 1. RADAROK

A rádiólokátor állomás, rövidebben radar (a *R*adio *D*etection *A*nd *R*anging, magyarul rádióérzékelés és távmérés) olyan berendezés, mely az általa kisugárzott nagyfrekvenciás elektromágneses energia tulajdonságait felhasználva alkalmas különböző objektumok (földi, légi, vízi eszközök) helyparamétereinek, mozgásparemetereinek illetve jellegének a

megállapítására. Elterjedten alkalmazzák a repülésben, a hajózásban, a haditechnikában, a meteorológiában, űrtechnikában, biztonságtechnikában valamint számos más területen. [5]

A rádiólokátorok több szempontból csoportosíthatóak:

Hatótávolság szerint (a különböző szakirodalmak eltérő értéket adnak meg):

- kis hatótávolságú (közel körzeti) 0-100 km,
- közepes hatótávolságú 100-400 km,
- nagy hatótávolságú 400 -1000 km,
- horizonton túli 1000 km felett. [6]

Az elektromágneses sugárzás forrásának jellege és helye szerint:

- aktív radar (Primary Surveillance Radar - PSR),
- aktív válasz radar (Secondary Surveillance Radar - SSR),
- passzív radar. [7]

A berendezés kivitele szerint:

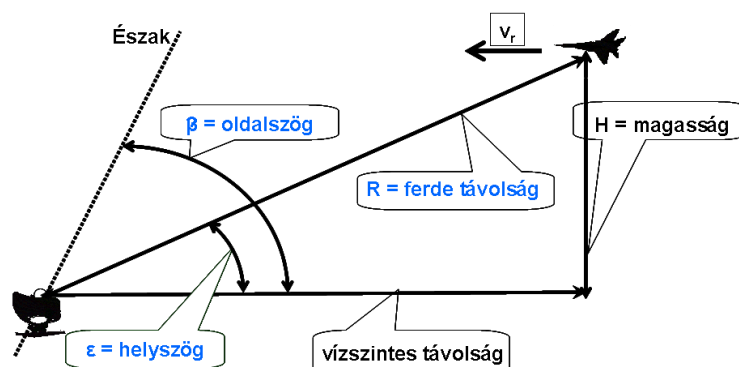
- mobil (akár percekben belül áttelepíthető, általában önjáró vagy hordozható),
- mozgó (akár pár óra alatt áttelepíthető, minden szerelvénye vonatatható vagy hordozható konténerben helyezkedik el),
- fixen (épületbe, toronyra, vagy radomba) telepített. [8]

### 1.1 Monosztatikus (elsődleges, primer) radarok (PSR)

A mért paraméterek száma alapján léteznek: [9]

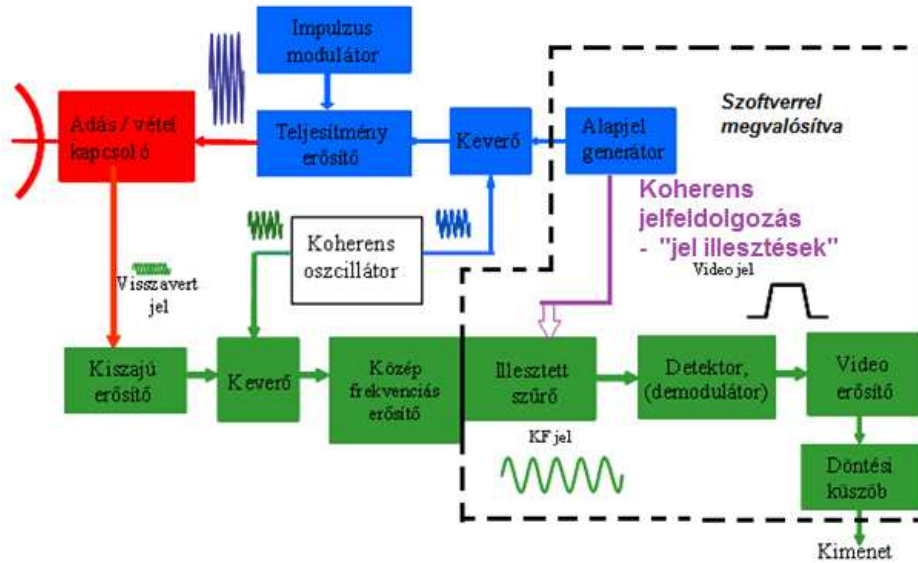
- 1D radarok: Csak egy fő paramétert mérnek, ez lehet például távolság vagy sebesség. Csak kiegészítő információt szolgáltatnak, gyakorlati jelentőségük nincs.
- 2D radarok: Két fő paramétert mérnek. Amennyibe távolság-öldalszög a két paraméter felderítő vagy távolságmérő radarnak nevezzük. Ha távolság és helyszög mérése a feladatuk, akkor magasságmérő radarról beszélünk. [10]
- 3D radarok: Egy berendezéssel mindhárom paraméter mérhető és egyértelműen meghatározható a cél helye. [11]

Az 1. ábra a mérhető és ezekből számítható paramétereket mutatja be:



1. ábra. Mérhető koordináták

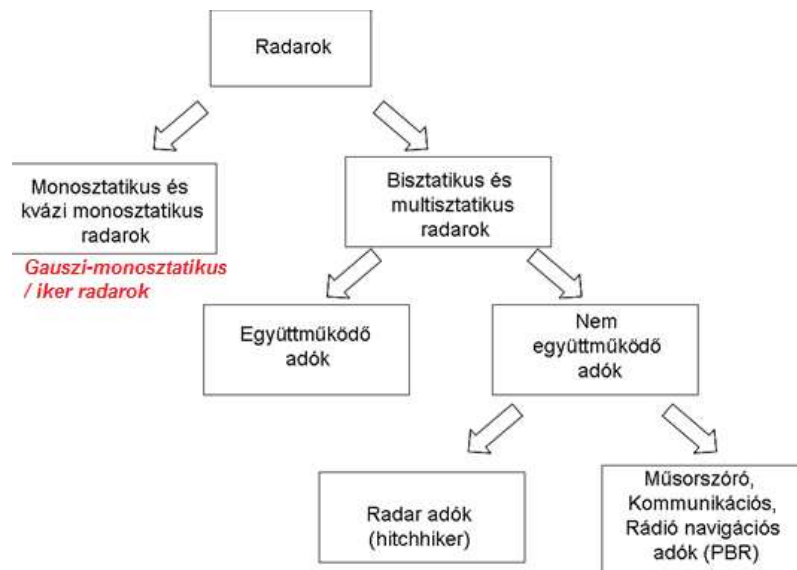
A rádiólokátorok főbb részegységeit három csoportba sorolhatjuk. Adó traktus (kék színnel jelölve), vevő traktus (zöld színnel jelölve) és a tápvonal és antenna rendszer (piros színnel jelölve).



2. ábra. Radarok főbb egységei

A három fő részegység az adó és a vevő jellemzően, de nem mindig, egy berendezésbe vannak elhelyezve. Elrendezésük alapján a radarok lehetnek:

- Monosztatikus: egy helyen telepített adó és vevő közös antennával,
- Bisztatikus: adó és vevő különböző települési pozíciókba elhelyezve, mindegyik saját antennával ellátva,
- Multisztatikus: jellemzően egy adó és több vevő különböző települési pozíciókba elhelyezve és saját antennával ellátva. [12]
- Iker radarok: jellemzően kis bisztatikus szöggel rendelkező multisztatikus radar rendszerek monosztatikus radar jellemzőkkel. Minden különálló radarberendezés a koherens jelfeldolgozást támogató adó és vevőegységgel rendelkezik, és a koherens jelfeldolgozás is közös. A több vivőfrekvenciás radarok diversity üzemmódban akár különböző hullámsávban is működhetnek. [13] Napjainkban a MIMO (Multiple Input Multiple Output) radar kategóriák legperspektivikusabb ága.



3. ábra. Radarok csoportosítása [14]

A biszztatikus és multisztatikus radarok közt megkülönböztetünk együttműködő és nem együttműködő adó berendezéseket. Míg az együttműködő adók a számunkra hasznos jeleket tudatosan, saját energia befektetéssel állítják elő, addig a nem együttműködők adók jeleit egyszerűen kihasználjuk a saját céljainkra. Így építhetők például Passzív Biszztatikus Radarok (PBR) egy DVB-T vagy DAB adó jeleit felhasználva vagy egy hitchhiker (parazita) radar, mint amilyen a Klein Heidelberg volt a második világháborúban.

## 1.2 Szekunder (másodlagos) radarok (SSR)

A légtérel ellenőrzés feladatai a céltárgyak észlelésével és útvonalba fogásával nem ér véget, hiszen a repülőeszközöket azonosítani kell szintén valós időben. A különböző típusú céltárgyak megbízható azonosítása a radarrendszer számára további feladatot jelent. Napjainkban másodlagos radarokat gyakran idegen-barát felismerő rendszerek alkalmazásával, valamint az útvonalaknak a repülési tervadatokkal való összehasonlításával oldják meg.

A szekunder radar működési alapelve lényegében hasonlít a primer radaréra. A döntő különbség közöttük az, hogy a szekunder radar által kisugárzott jel kódolt üzenetet (kérdést) tartalmaz. Amennyiben ezt a kérdést egy megfelelő válaszadóval (transzponderrel) felszerelt repülőgép veszi és képes a kérdező kód dekódolására, akkor a kérdésnek megfelelő - ugyancsak kódolt - információt (válasz) sugározza vissza. A kérdező radar ezt a választ veszi és dekódolja.

Látható tehát, hogy ebben az esetben a radar működése két egymással rádiófrekvenciás jelek útján kapcsolatban álló berendezés (kérdő és válaszadó) együttműködésén alapul. Mivel a szekunder radar a méréshez nem a visszavert jelet, hanem a válaszadó által kisugárzott jelet használja, így ugyanakkora távolság meghatározásához jóval kisebb kérdező jel teljesítmény szükséges.

A szekunder radar a vett válaszjel alapján a következő céljellelmezőket határozhatja meg:

- A kérdező jel kisugárzási ideje és a válaszjel vételi ideje közötti különbség alapján - a primer radarhoz hasonlóan – mérhető a ferde távolság.
- A kérdező jel kisugárzási (válaszjel vételi) iránya alapján mérhető a cél oldalszöge.
- A válaszjelben kódolt információkból különböző kiegészítő adatokat határozhatók meg (a válasz tartalma mindig a kérdésnek felel meg!):
  - o Egyedi azonosító kódok;
  - o A cél földfelszíntől mért magassága;
  - o A cél földfelszínhez viszonyított sebessége;
  - o Vészjelzések;
  - o Üzemanyag tartalék, stb.

A katonai célokra alkalmazott szekunder lokátorokban a kérdező és válasz kódok a fentiekén túl lehetővé teszik a válaszoló gép nemzeti hovatartozásának megállapítását, egyedi azonosítását, és más katonai tevékenységgel összefüggő adatok közlését. Ezeket a lokátorokat a polgári szekunder radaroktól való megkülönböztetés érdekében IFF-nek nevezzük (Identification Friend or Foe).

A szekunder radar segítségével nemcsak a cél távolságát, oldalszögét, magasságát, valódi sebességét határozhatjuk meg, hanem a célról számtalan kiegészítő adatot is meg tudunk állapítani.

## 2. RADAR PERFORMANCIÁK

### 2.1 Egyszerű radaregyenlet

Maximális hatótávolság passzív céltárgy esetén: Meghatározza az adott radarnak, a környezeti viszonyok és céltárgy paraméterek függvényében a rádiólokátor berendezés maximális felderítési hatótávolságát. [15]

$$R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_T \tau_T G_T G_R \sigma \lambda^2 F_T^2 F_R^2}{(4\pi)^3 k T_0 C_B D_x(n) L}} \quad (1)$$

ahol:

- $R_{\max}$  - maximális felderítési távolság (maximal range),
- $P_T$  - kisugárzott adóteljesítmény (transmitted power),
- $\tau_T$  - adóimpulzus szélessége, adási idő (pulse width),
- $G_T$  - adóantenna nyeresége (gain of the transmitter antenna),
- $G_R$  - vevőantenna nyeresége (gain of the receiver antenna),
- $\sigma$  - céltárgy hatásos keresztmetszete (radar cross section),
- $\lambda_T$  - hullámhossz (wavelength),
- $F_T$  - terjedési tényező az antennától a célig (pattern propagation factor for transmitting antenna to target path),
- $F_R$  - terjedési tényező céltól az antennáig (pattern propagation factor for target to receiving antenna path),
- $k$  - Boltzmann állandó,
- $T_0$  - hőmérséklet (standard temperature) [290K],
- $C_B$  - illesztett szűrő illesztetlenségi vesztesége (bandwidth correction factor),
- $D_x(n)$  - detekciós tényező (theoretical detectability factor for noncoherent integration of n pulses),
- $L$  - veszteségi tényező (loss factor).

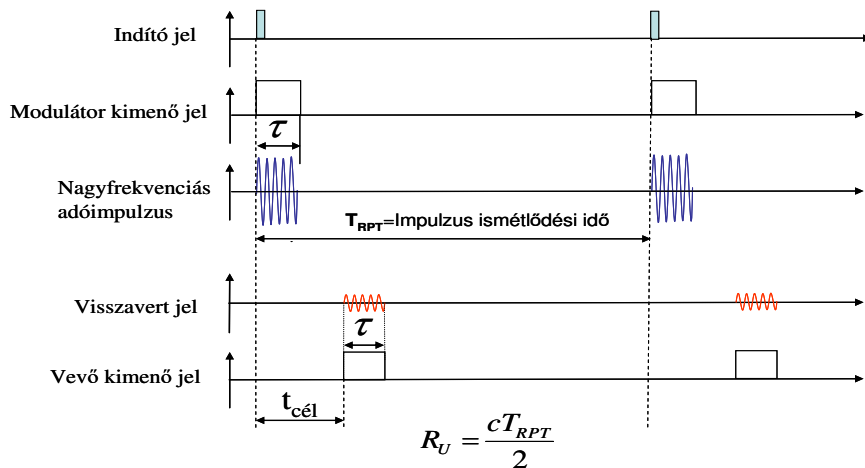
Egyértelműségi hatótávolság: Meghatározza adott impulzusismétlődési idő (vagy impulzusismétlődési frekvencia) esetén a radarberendezés azon hatótávolságát, ahol a detektáláskor egyértelműen azonosítható melyik kisugárzott jelhez melyik visszavert jel tartozik.

### 2.2 Egyértelműségi hatótávolság

$$R_u = \frac{c T_{PRT}}{2} = \frac{c}{2 f_{PRF}} \quad (2)$$

ahol:

- $R_u$  - egyértelműségi hatótávolság (Unambiguous range),
- $c$  - fénysebesség (speed of light) [ $3 \cdot 10^8$  m/s],
- $T_{PRT}$  - impulzus ismétlődési idő, periódusidő (pulse repetition time),
- $f_{PRF}$  - impulzus ismétlődési frekvencia (pulse repetition frequency).



4. ábra. Egyértelműségi hatótávolság az impulzus ismétlődési frekvencia függvényében

### 2.3 Minimális hatótávolság

Meghatározza azt a legkisebb távolságot ahol a radarberendezés már detekcióra képes. Az kisugárzott impulzus szélessége határozza meg.

$$R_{\min} = \frac{c \tau_T}{2} \quad (3)$$

ahol:

- $R_{\min}$  - minimális hatótávolság (minimal range),
- $c$  - fénysebesség (speed of light) [ $3 \cdot 10^8$  m/s],
- $\tau_T$  - adóimpulzus szélessége, adási idő (pulse width),

### 2.4 Távolság szerinti felbontó képesség

Meghatározza, hogy az azonos oldalszögön, de egymástól kis távolságra lévő célok mikor detektálhatóak külön céljelként.

$$\Delta R = \frac{c \tau_T}{2} \quad (4)$$

ahol:

- $\Delta R$  - távolság szerinti felbontóképesség (resolution),
- $c$  - fénysebesség (speed of light) [ $3 \cdot 10^8$  m/s],
- $\tau_T$  - adóimpulzus szélessége, adási idő (pulse width),

### 2.5 Oldalszög szerinti felbontóképesség

Meghatározza, hogy az azonos távolságon, de egymástól oldalszögben kissé eltérő célok mikor detektálhatóak külön céljelként. Az antenna vízszintes síkban mért irányélességi szöge határozza meg.

### 2.6 A céltárgy hatásos keresztmetszet

A céltárgy hatásos keresztmetszete ( $\sigma$  - Radar Cross Section - RCS) annak a mérőszáma, hogy egy tárgy mekkora mennyiséget sugároz vissza az adott irányból érkező elektromágneses jelből. Ez az érték sok anyagi és az adott mérési esetre jellemző paramétertől függ, ezért volt célszerű bevezetni rá egy könnyebben kezelhető mennyiséget, az RCS-t.[x]

$$\sigma = \lim_{R \rightarrow \infty} 4\pi R^2 \frac{S_R}{S_T} \quad (5)$$

ahol:

- $R$  - a cél távolsága,
- $S_R$  - a radarhoz visszaérkező teljesítménysűrűség,
- $S_T$  – a célhoz érkező teljesítménysűrűség.

Az RCS értéke nagyban függ a céltárgy hullámhossz értékéhez viszonyított méretétől. Ezen viszony alapján három zónát különböztetünk meg. Abban az esetben mikor a  $\lambda$  értéke jelentős a vizsgált objektumhoz mérten azt mondjuk, hogy e tárgy a Rayleigh szórás zónában esik. Ekkor a  $\sigma$  értéke jól jellemezhető a frekvencia negyedik hatványával. Ilyenkor a céltárgy mérete jobban befolyásolja a mérés eredményét, mint az alakja. Mikor a hullámhosszhoz csekély a tárgy geometriai méretéhez képest akkor az optikai zónában van, ez esetben a  $\sigma$  értéke jóval nagyobb mértékben függ a cél alakjától (rálátás szögétől), mint fizikai méretétől. E két zóna közt helyezkedik el a rezonancia zóna, mikor a hullámhossz összemérhető a cél fizikai paramétereivel.

### 3. KORSZERŰ RADAROKBAN ALKALMAZOTT ELJÁRÁSOK

#### 3.1 Impulzus kompresszió

A felderítő radar alapegyenlete azt mutatja, hogy a hatótávolság az adó átlagteljesítményének negyedik gyökével arányos.

Az alapegyenlet alapján megállapítható, hogy adott detekciós minőség mellett adott antenna esetén, melynek a körülfordulási ideje is meghatározott, a hatótávolság növelésére a következő lehetőségek vannak:

- csökkenteni a vevő bemenetére redukált rendszer zajhőmérséklet,
- csökkenteni a radar veszteségeit,
- növelni az adó átlagteljesítményét. [15]

Az első két módszert természetesen maximálisan figyelembe vételre kerül a tervezésnél, így itt további nyereség elérésére nincs mód.

Az adó átlagteljesítmény növelésének lehetőségei

- növelni az impulzus csúcsteljesítményét,
- konstans impulzus hossz mellett növelni az impulzus ismétlődési frekvenciát,
- növelni az impulzus hosszát, az antenna körülfordulási idejének növelése.

Félvezetős végerősítőt feltételezve az impulzus csúcsteljesítmény több száz kW-os esetleg MW-os szintjének biztosítása jelen technológiai szint mellett nem célszerű.

Az antenna körülfordulási idejének növelése csökkenti a plotok adatfrissítési idejét, ami a manőverező célok követésének igénye miatt nem megengedhető.

Ha konstans impulzus hossz mellett növeljük az impulzus ismétlődési frekvenciát, akkor az egyértelműségi hatótávolságot csökkentjük le a kívánt hatótávolság alá.

Ha az impulzus hosszát növeljük, akkor romlik az impulzus radar radiális felbontása.

A  $\delta_r = c\tau/2$  összefüggés a két azonos, egymáshoz radiálisan közeli céltárgyról visszaverődő impulzusok átlapolódás határának felel meg. Ha az átlapolódás megvalósul, az előzetesen szeparált impulzusok egy hosszabb impulzusba olvadnak össze. Kézenfekvő hogy amennyiben nem 100%-os az átlapolódás, akkor a kisugárzott impulzusra megfelelően "rajzol mintázat" az átlapolódott impulzusrészben eltérő (közelebbi céltárgyhoz tartozó impulzus vége lapolódik a távolabbihoz tartozó elejével), mintegy biztosítván a megkülönböztethetőség elvi alapját. A "mintázat" ez esetben nem jelenthet mást, mint az impulzuson belüli modulációt. Ennek megfelelően vizsgálva a radiális felbontást az nem az alkalmazott impulzus hosszától, hanem az elfoglalt RF sáv szélességtől függ:  $\delta_r = c/2B$ .



Ez a képlet általánosan igaz, így az egyszerű impulzus modulált esetre is. A hosszú impulzus sáv szélességét úgy tudjuk megnövelni, hogy az impulzuson belül valamilyen szubmodulációt alkalmazunk. Az illesztett szűrőnek a teljes jelre kell illesztettnek lennie. Az illesztett szűrő kimenetén az eredeti impulzusnál jóval rövidebb impulzus fog megjelenni, amiből egyértelműen következik a jobb radiális felbontás. Az illesztett szűrő komprimálja az eredetileg hosszú jelet a rajta lévő moduláció alapján. Ez a kompresszió a jel-zaj viszonyra javulást eredményez, amit úgy valósít meg az illesztett szűrő, hogy a jelre nézve koherens, míg a zajra nem koherens integrálást valósít végez. Ennek következtében a jel-zaj viszony a kompressziós arány (CR) szorosára növekszik. Megállapítható, hogy hosszú impulzusokkal kis adó csúcsteljesítmény esetén is növelhetjük a hatótávolságot, de a radiális felbontásnak megfelelő sáv szélességű szubmodulációt kell alkalmaznunk.

Az impulzuskompresszió hátrányai:

- összetett modulátor,
- összetett illesztett szűrő,
- koherens jelfeldolgozás,
- fokozott érzékenység a Doppler-eltolásra,
- a minimális felderítési távolság romlása.

Az impulzuskompresszió előnyei:

- redukált csúcsteljesítmény,
- jó távolság szerinti felbontás,
- erős védelem aktív zavarok ellen,
- flexibilis felbontás.

Fontosabb impulzus kompressziós technikák

A kisugárzott jel energiája alapvetően meghatározza a radar hatótávolságát. Ez a modulációra vonatkozóan azt jelenti, hogy a impulzus amplitúdójának modulációja nem célszerű, hiszen ez esetben a konstans maximális értékhez képest az energia csökkenne. Ezen megfontolásból következik, hogy szögmodulációt célszerű alkalmazni. A szögmodulációt két további kategóriára osztjuk, úgymint:

- Fázismoduláció: ami lehet BiPhase vagy PolyPhase moduláció,

Frekvencia moduláció: ami lehet lineáris frekvencia moduláció LFM és nemlineáris frekvencia moduláció NLFM.

### **3.2 Az útvonalképzés**

A légvédelmi irányító szolgálat az MH Összhaderőnemi Parancsnokság (MH ÖHP) alárendeltségébe tartozó, a feladatait a NATO integrált légvédelmi rendszerének (NATO Integrated Air Defence System, NATINADS) elemeként ellátó harcászati szintű légi vezetési és irányítási rendszerelem (légtér ellenőrző és légvédelmi irányító központ: Control and Reporting Centre, CRC). Ma Magyarországon a törvényi háttér változása és a szövetségi rendszer szabta feladatok [16] miatt a légvédelmi irányító szolgálatnak békeidőben is elsődleges feladata a légtér felügyelet biztosítása.

E feladat végrehajtása során megkövetelik a vezetési rendszerrel nem együttműködő repülőeszközök időbeni észlelését, a radarok által észlelt célok útvonalba foglalását, a felderített céltárgyak azonosítását, tehát az egységes és azonosított légi helyzetkép (Recognised Air Picture, RAP) minél gyorsabb előállítását. A felsorolt három légtér ellenőrzési feladat közül a legfontosabb az útvonalképzés és annak fenntartása (követés), mivel csak útvonalba foglalt repülő objektumokra lehet a repülő csapatok részére légtérrendészeti feladatot szabni.

A céltárgyakról származó információ feldolgozásának következő eleme a radarjelentésekből (plotok) útvonalak (trackek) képzése. A céltárgyakra vonatkozó útvonalak és minőségi jellemzőik kiemelt fontosságúak a légtér ellenőrzés számára, hiszen a betolakodó

repülőeszközök elfogásához megbízható, valós időben rendelkezésre álló információ szükséges. Útvonalak nélkül nem lehet feladatot szabni és ezeket eredményesen végrehajtani. A minőségi útvonalképzés és fenntartás a célról rendelkezésre álló radarjelentések valós idejű jellemzőitől függ, mely a cél dinamikájához kötött.

A valós idő adott céltárgyra vonatkoztatva értéke egyszerű korrelációs számítással meghatározható [18]:

$$\text{corr}[a(t=0), a(t)] = \cos\left(10G \frac{t}{v} \geq \frac{1}{e}\right) \quad (6)$$

$$t_{\text{corr}}(G) = \frac{v \cdot a \cdot \cos(e^{-1})}{10G} \quad (7)$$

A polgári légiforgalom irányítás felelőssége 3G normalizált gyorsulásig terjed, mely érték duplája a polgári repülőeszközök megengedett maximum 1,5G gyorsulásának. A lassan manőverező és nagy hatásos céltárgy keresztmetszettel rendelkező polgári utasszállító repülőeszközök esetén az adatfrissítések között eltelt idő 150-250 másodperc, míg egy átlagos manőverező képességű katonai repülőeszköz esetén már csak 10-15 másodperc. Ezekben az esetekben az útvonalak nagy megbízhatósággal képezhetők és fenntarthatók. [4]

## ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a gyorsan fejlődő és egyre nagyobb számú repüléstechnikai eszközök, valamint ezek használhatóságának, bevethetőségének egyre nagyobb törvényi engedélye – vagy annak hiányában való bevethetőségük – aszimmetrikus fenyegetést jelent az országok és szövetségek részére a légtérből. E fenyegetések egyre jobban hangsúlyozzák a valós időben érkező szenzorinformációk alapján történő azonnali döntéshozatalt és az események befolyásolását.

Az új típusú fenyegetések megjelenésével a problémák a radartechnika több területén párhuzamosan jelentkeznek.

Nagyon kis hatásos visszaverő felülettel (RCS) vagy nagyon alacsonyan, földközelen repülő objektumok felderítési ideje megnő, vagy szélsőséges esetben be sem következik a detekció. Ezért a céldetektálás érdekében a SINR (Signal to Interference Noise power Ratio) növelését meg kell oldani.

A nagy manőverezési sebességgel rendelkező légi objektumok detektálási ideje lecsökken, vagy esetleg be sem következik. Amennyiben sikeresen detektálásra kerül az automatikus radarrendszerek korlátozott lehetőségei miatt az útvonalba foglalása és követése nehézkessé válik, vagy lehetetlen lesz.

Az útvonalképzés valós idejű követelmények biztosítása érdekében sűríteni és megbízhatóbbá kell tenni a céltárgyakat jellemző plotokat, mely szintén a SINR növelésén keresztül érhető el.

Az útvonalba fogott céltárgyakra már lehet feladatot (harcfeladatot) szabni, pl: a vezetési rendszerrel nem együttműködő céltárgyak azonosítása. Ez a feladat Inverz Szintetikus Apertúra Radarokkal oldható meg a céltárgy hosszan tartó megvilágítása és a visszavert jelek koherens jelfeldolgozása által, melyhez szintén a SINR-t kell növelni. A különböző hullámtartományú rádiólokátorok hálózatközpontú koherens jel- és adatfúziója új típusú céltárgy detektálást, útvonalbefogást és azonosítást tesz lehetővé. [19]

Ezen problémák költséghatékony megoldása az iker radar vagy akár iker radarrendszerek amely(ek) egy Radaradat Fúziós Központ (Sensor Fusion Post - SFP) használatával a különböző forrásokból származó jeleket koherensen képezve belőlük útvonalat. Ezek azok a feladatok, melyek a soron következő cikkeimben részletezek.

## Felhasznált irodalom

- [1] Szun Ce: *A hadviselés tudománya*. Göncöl Kiadó, 1996.
- [2] *A Magyar köztársaság Nemzeti Katonai Stratégiája*.  
[http://www.honvedelem.hu/files/9/13818/nemzeti\\_katonai\\_strategia\\_feher\\_konyv.pdf](http://www.honvedelem.hu/files/9/13818/nemzeti_katonai_strategia_feher_konyv.pdf)  
(Letöltve: 2015.10.20.)
- [3] *Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiája 2012*.  
[http://www.kormany.hu/download/a/40/00000/nemzeti\\_katonai\\_strategia.pdf](http://www.kormany.hu/download/a/40/00000/nemzeti_katonai_strategia.pdf)  
(Letöltve: 2015.10.20.)
- [4] Balajti I.: A légtérelenőrzés korszerűsítésének szükségessége. *Hadmérnök*. IX 4 (2014), 48–66.
- [5] Tamási Ferenc: *Rádiólokátor technika*. Zrínyi Katonai kiadó, Műszaki könyvkiadó, 1986.
- [6] Merrill I., Skolnik: *Radar handbook*. 3rd edition, McGraw-Hill, 2008. ISBN 0071485473
- [7] David K. Barton: *Radar Technology Encyclopedia*. Artech House, 1998. ISBN 1580532594
- [8] Merrill I., Skolnik: *Introduction to Radar Systems*. 3rd edition, McGraw-Hill, 2002. ISBN 0072881380
- [9] Mark A. Richards, James A. Scheer, William A. Holm: *Principles of Modern Radar: Basic Principles*. SciTech Publishing, 2010. ISBN 1891121529
- [10] William L. Melvin, James A. Scheer: *Principles of Modern Radar (Electromagnetics and Radar)*. SciTech Publishing, 2012. ISBN 1891121537
- [11] David L. Adamy: *Ew 101: A First Course in Electronic Warfare*. 1st edition Artech House, 2001. ISBN 1580531695
- [12] M. A. Richards: *Fundamentals of Radar Signal Processing*. 2nd edition, McGraw-Hill, 2014. ISBN 0071798323
- [13] Balajti I.: Az iker VHF radar elképzelés menedzselésével kapcsolatos kérdéskör. *Robothadviselés* tudományos konferencia, Budapest, 2011. november. 24.
- [14] H. Griffiths: Bistatic and Multistatic Radar Systems THALES/Royal Academy of Engineering Chair of RF Sensors University College London. *Radar Conference*, Washington D.C., 2015
- [15] D. K. Barton: *Radar system analysis and modeling*. Artech House, 2005. ISBN 1580536816
- [16] 3/2006. (II. 2.) HM rendelet az állami repülések céljára kijelölt légterekben végrehajtott repülések szabályairól.
- [17] Ösz S.: *Bevezetés és rendszerparaméter analízis: automatikus radar és információs rendszer*. ZMNE, 1998.
- [18] Balajti I.: *Korszerű katonai radarok és radaradat - feldolgozó rendszerek*. ZMNE, 1998. (Egyetemi jegyzet)
- [19] Balajti I.: Multi-radar tracking of VHF radar plots. *Korszerű katonai technológiák a XXI. században - az új felderítő, elektronikai hadviselési rendszerek koncepciói* című nemzetközi konferencia előadásainak gyűjteménye, Budapest, ZMNE, 2000.

**FEJES Zsolt**

[fejes.zsolt@hm.gov.hu](mailto:fejes.zsolt@hm.gov.hu)

## ÚJ LEHETŐSÉG A VÉDELEM-EGÉSZSÉGÜGYI ELLÁTÁSBAN: TELEMEDICINA

### *Absztrakt*

*A telemedicina alkalmazásával áthidalható a térbeli fizikai távolság, mely a missziós feladatok ellátása során jelenleg is sokszor okoz gondot a katonaegészségügyi ellátó személyzet számára. Lehetőséget biztosít új terápiás módszerek, távfelügyeleti rendszerek és diagnosztikus eljárások végzésére, de fontos kiegészítő eszköze lehet a prevenciónak és az oktatási tevékenységnek is. Használatával nő az egészségügyi szolgáltatások színvonala, miközben az egészségügyi kiadások csökkenhetnek.*

*Use of the telemedicine system physical distance can be extinguished which is still often a problem for the military health care personnel in carrying out their mission tasks. It allows new therapeutic methods, remote monitoring systems and perform diagnostic procedures, but can be an important complementary tool in prevention and education activities also. Using of telemedicine the quality of health services can be improved, while cost-benefit rate extends.*

**Kulcsszavak:** *távkonzílium, távmanipuláció, távdiagnosztika, távfelügyelet ~ telehealth, ehealth, telemedicina*

## BEVEZETÉS

Az e-health, az e-egészségügy vagy a telemedicina szavak mindössze pár évvel ezelőtt kerültek be a köztudatba, idegenül hangzó kifejezésként, míg napjainkra kormányzati stratégia foglalkozik az e-egészségügy jelenével, jövőbeni alkalmazási és fejlesztési lehetőségeivel. [14] Egyre több hazai cikk, elemzés és tanulmány foglalkozik ezzel a gyorsan fejlődő, új kihívásokat és lehetőségeket egyaránt hordozó szakterülettel, melynek védelem-egészségügy területén történő alkalmazási lehetőségeit foglaljuk össze cikkünkben.

A betegellátás gyakorlata – a diagnosztikától az orvos-beteg kapcsolaton át a terápiáig – folyamatos változáson megy keresztül, és ma még csak nem is sejtjük milyen formában válik majd általánossá 5, 10 vagy 20 év múlva. Ezen változások katalizáló elemeit nem elsődlegesen a medicina szűkebb értelemben vett prevencióval, gyógyítással vagy kutatással kapcsolatos részterületein belül kell keresnünk, hanem sokkal inkább a technikai szupersztrádán száguldó telekommunikációs eszközök egészségügy területén történő elterjedésében, az egészségüggyel összefüggő alkalmazások népszerűvé válásában.

A számítástechnika és a mobiltechnológia rendkívül dinamikusan fejlődik, új infokommunikációs technológiák folyamatosan jelennek meg az egészségügy különböző szektoraiban. A trend eredményeként az egészségügyi fejlesztések nagy része mára már elképzelhetetlen az infokommunikációs technológiák széleskörű használata nélkül.

A kommunikációs módszerek és szokások teljes átalakulása – gondoljunk csak a nyomtatott sajtót felváltó online hírforrások tömegére, könnyű elérhetőségére, vagy a mindennapi személyes információközlést/fogadást sok esetben helyettesítő social-media rendszerek, online tanácsadó szolgáltatások népszerűségére – magával hozta a hagyományos orvos-beteg interakciók megváltozását is.

A telemedicina alkalmazásának lehetősége napjainkra – még ha szűk alkalmazási spektrumban is – adottá, sőt gyakorlattá vált. Egyes elemeit a hazai egészség-ipar – így a Magyar Honvédség egészségügyi szolgálata is – szinte napi szinten használja, annak ellenére, hogy ez nem zajlik tudatosan, nem jelentek meg még célirányosan kiépített elemei, így valójában csak részben strukturált formát alkotva nyújt segítséget.

### Fogalmak

Fontos tisztáznunk olyan fogalmak jelentését, melyek segítenek a digitális technológia alapú egészségügyön belüli eligazodásban.

*Telehealth:* egészségügyi információs és kommunikációs technológiák alkalmazását jelenti, nem csupán a gyógyító tevékenység, hanem általában a működés, a gazdálkodás és az adatszolgáltatás területét magába foglalva. (pl. beteg-adatok tárolása és továbbítása más egészségügyi ellátónak, táv-educáció, táv- konzílium).

*e-Health:* A telehealth-nek speciálisan az internet használatán alapuló szűkített formája (pl. e-learning). [1]

*Telemedicina:* Olyan strukturált egészségügyi szolgáltatás, ahol az ellátásban részesülő és az ellátó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre. Infó-kommunikációs eszközzel támogatott diagnosztikus vagy terápiás-, távfelügyeleti eljárás, amelyben az egészségügyi szakszemélyzet szükségszerű beteg melletti jelenlétét online elektronikus kapcsolaton keresztül távolról pótolják. Tágabb definíció szerint olyan esetek is a telemedicina tárgykörébe tartoznak, amikor egymástól távol tevékenykedő egészségügyi szakemberek cserélnek egészségügyi adatot egy adott személy jobb ellátása érdekében (pl. táv-konzílium).[2]

Az American Telemedicine Association szerint a telemedicina fogalmának meghatározása az alábbi: „Az orvosi információk egyik helyről a másikra továbbítása elektronikus hírközlés útján, melynek célja, hogy a páciens egészségével kapcsolatos szolgáltatásokat nyújtson.”

A telemedicina és telehealth kifejezéseket – habár ezek nem fedik teljes egészében a valóságot - gyakran szinonimaként is használják, mindkét esetben a távoli egészségügyi ellátást kifejező fogalomként.

### **A telemedicinális eszközök funkcionális csoportjai**

*Táv-konzílium/szupervízió:* a diagnózis felállítás folyamatába, a kezelés menetébe kommunikációs eszközökön keresztül távoli orvos/szakszemélyzet kerül bevonásra.

*Táv-manipuláció:* a vizsgálatot vagy beavatkozást végző személy távérzékelőkre támaszkodva távolról vezérli, végzi az interakciót igénylő vizsgálatot (pl.: endoszkópia) vagy beavatkozást (pl. video-vezérlés mellett robottal vagy távvezérlésre alkalmas eszközzel végzett távmanipuláció).

*Távdiagnosztika:* a diagnózis alapját adó vizsgálat végzője és a diagnózis felállítója (a lelet készítője) térben elválnak egymástól, de interaktív kapcsolatban vannak.

*Távfelügyelet/tele-monitoring:* az egészségügyi szakszemélyzet jelenlétét a betegnél levő, őt figyelő jelfogó detektor és jeltovábbító eszköz helyettesíti.

Az egészségügyi intézmények közötti telekommunikációs kapcsolat[2] alapvetően négy az egészségügy működtetéséhez elengedhetetlenül szükséges folyamatot segíthet:

- diagnosztizálás
- konzultáció
- kezelés, beavatkozás
- oktatás

### **Eszköz-, rendszer követelmény**

A telemedicina bevezetésének alapvető feltétele az egészségügyi informatikai rendszerek és a telekommunikációs eszközpark kompatibilissé tétele, továbbiakban ezek együttes alkalmazása. Széleskörű megoldási lehetőségek állnak rendelkezésre a smart-phone applikációk és szolgáltatások, video-konferencia lehetőségek, call centerek használatára alkalmas telekommunikációs eszközök formájában, melyek lehetővé teszik az orvos és páciens térben elkülönülő fizikai elhelyezkedése ellenére is a folyamatos adat- és információ cserét.

A távoli betegelés, betegmonitorozás igénye számos eszköz és informatikai fejlesztést indukált. A kihelyezhető érzékelők használatával ma már számos olyan fiziológiai paraméter is mérhető, amelyek korábban csak kórházi körülmények között voltak monitorozhatók. A jeladó szenzorok által felvett adatok a központi adatbázisba, szerverre érkeznek, ahonnan minden beérkező adat digitalizált formában kerül a központi adatbázisba. Az adatbázist egy külön erre a célra fejlesztett szoftver kezeli, illetve tárolja annak információit. A különböző adatok a központi szerveren tárolódnak. Az elektronikusan, időrendben eltárolt adatok mindig rendelkezésre állnak, visszakereshetők, így az adatvesztés lehetősége kevésbé fenyeget, ellentétben a papír alapú dokumentációval. A biztonságos adattárolás kódrendszerű védelemmel megoldott, csakúgy, mint a hozzáféréssel kapcsolatos jogosultságkezelés. A ma használatos szoftverek döntő többsége képes értékelő funkciók elvégzésére is, megkönnyítve a diagnózis felállítását, adott esetben ezzel segítve a kapcsolódó és szükséges terápia meghatározását.

## **TELEMEDICINA ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI A MAGYAR HONVÉDSÉG VÉDELEM-EGÉSZSÉGÜGYI ELLÁTÁSÁBAN**

A Magyar Honvédség több éve tartó, strukturális átalakítása az MH egészségügyi szolgálatának működését alapvetően befolyásolja, újabb és újabb kihívások elé állítva a katona-egészségügyi feladatokat ellátó állomány tagjait.

Valamennyi változtatás, strukturális vagy szervezeti átalakítás végrehajtása során azonban mindig cél az ellátás hatékonyságának és a megbízhatóságot garantáló tényezőknek a megtartása, lehetőség szerint növelése.

A napjainkra jellemző, a Magyar Honvédség védelem-egészségügyi szektorát különösen érintő humánerőforrás hiány – összhaderőnemi feladatokkal is összefüggést mutató problémakörét és a lehetséges megoldásokat tekintve is - túlmutat a honvéd-egészségügy szimpla kérdés és felelősségkörén.

A Honvédkórházra jellemző infrastrukturális állapot és a szerteágazó, magas színvonalú ellátási spektrum következtében az intézeti szinten – központi tagozatban – jelentkező szakorvos hiány az országos szintűvel megegyező, attól nem rosszabb. Ugyanez sajnos már nem mondható el a védelem-egészségügy területéről, ahol nem csak az eltérő finanszírozási rendszer, hanem a bérkompenzáció elmaradása miatt egyre nagyobb számban megjelenő betöltetlen állások folyamatosan növekvő száma okoz jelentős tervezési és egyre inkább ellátási gondot is.

A védelem-egészségügyi ellátórendszer működtetése és megfelelő szinten történő fenntartása a Magyar Honvédség számára rendkívül magas költségekkel jár. A költségek csökkentésének igénye, a mind nagyobb méreteket öltő humánerőforrás hiány egyaránt indokolttá teszi olyan vizsgálatok, akár kutatási programok elindítását, melyek a fenti célok elérését új ellátási stratégiák, [3] de akár ellátási formák (pl. telemedicina alkalmazása a csapatorvosi gyakorlatban[4] vagy a missziós ellátásban[5]) integrálásával is elősegíthetik. Ezen projektek előnye, hogy lehetőséget kínál az újonnan alkalmazni kívánt eszközök rendszer szintű tesztjére, a biztonságos működést elősegítő egészségügyi protokollok kidolgozására, valamint szervezés-módszertani kérdések tisztázására. A jelenlegi prognózisok szerint a civil ellátó rendszerhez hasonlóan a védelem-egészségügy területén sem várható drámai javulás a humánerőforrás pótlásában, ennek megfelelően elkerülhetetlenné válik az ellátást modernizáló, költségesökkentő, de a hatékonyságot is biztosító megoldások integrálása. A felsorolt problémákra átfogó megoldást adhat az e-egészségügy elemeinek minél tágabb területen történő bevezetése és alkalmazása. A modernizációs folyamatot segítheti, hogy napjainkban Magyarországon több kormányzati program is foglalkozik a telemedicina strukturális alapjainak megteremtésével, melyek jó eséllyel növelik az információ megosztáson alapuló, betegközpontú egészségügy kialakítását. (Simmelweis terv, a Digitális megújulás cselekvési terv, Információs Társadalom koncepciója, jogszabályok az elektronikus aláírásra.)

### **Az integráció lehetőségeinek kutatása**

A telemedicinális eszközök integrációjának kutatása[6] rendkívüli jelentőséggel bír, az alábbi kérdések vonatkozásában:

- A telemedicina rendszer szintű alkalmazása hazai és missziós körülmények között megvalósítható-e a Magyar Honvédségben? [10]
- Van-e, és ha igen akkor milyen mértékű a diszkrépancia a rendszer tervezése és gyakorlati alkalmazása között?
- Alap rendeltetésű eszközök (ekg, vérnyomásmérő, vércukormérő, pulzoximéter, tympanométer, audiométer, spirométer, testsúlymérő, testzsírmérő) megbízhatóan alkalmazhatók-e a Magyar Honvédség hazai és missziós egészségügyi ellátásában? [5]
- Alkalmask-e ezek az eszközök akcidentálisan felfedezett hipertónia, ritmuszavar, [7] halláscsökkenés, légzési paraméterek vagy testsúly paraméterek változásának kiszűrésére és követésére?
- Alkalmask-e a telemedicina a honvédség egyes mikropopulációiban preventív tevékenység végzésére?



## **Mérési faktorok**

A prospektivitás tekintetében – amennyiben a védelem-egészségügyi ellátásban domináló alapellátási, illetve foglalkozás-egészségügyi feladatokkal kalkulálunk[9] - az alábbi mérési faktorok jöhetnek számításba:

- EKG
- vérnyomás,
- pulzus,
- oxigén szaturáció
- vércukor érték
- audiogram
- tympanogram
- testsúly,
- testmagasság
- BMI
- testzsír százalék
- has-/csípő körfogat

Mint látjuk a közvetlen egészségügyi biztosításban résztvevő csapat-egészségügy, valamint az egészségügyi létesítmények ROLE 1-től ROLE 4-ig terjedő szintje[8] egyaránt teret adhat a telemedicina strukturált, rendszer szintű alkalmazásának, természetesen más-más eszközök rendszerbe állításával, elősegítve a haderő személyi állománya egészségének megóvása érdekében végzett tervszerű tevékenységet.

## **Egészségügyi biztosítási feladatok és a telemedicina**

A Magyar Honvédség 2013-ban kiadott Összhaderőnemi Egészségügyi Doktrínájában foglaltaknak megfelelően, az MH egészségügyi szolgálatának feladata az MH teljeskörű egészségügyi biztosítása mind béke, mind különleges jogrend időszakában. A Doktrínában megfogalmazottakkal összhangban felsoroljuk azokat a szakfeladat csoportokat, ahol a telemedicinát alkalmazhatjuk:

1. Preventív medicina területén[8]:
  - o egészségügyi szűrővizsgálatok[7]
  - o egészségnevelési, egészségfejlesztési feladatok
  - o pszichológiai tevékenység
  - o kiképzés, felkészítés, továbbképzés
  - o kutatás-fejlesztés
2. Egészségügyi kiürítés
  - o tervezési, szervezés feladatok,
  - o kiürítő tevékenység alatti beteg monitorozás
3. Gyógyítás
  - o diagnosztikus, terápiás és tanácsadási/
  - o konziliáriusi tevékenység
4. 4.Egészségügyi szakanyag és szaktechnika
  - o mérésre alkalmas eszközök
5. Egészségügyi kiképzés
6. Kutatás-fejlesztés

## **Egészségügyi biztosítási típusok és a telemedicina**

Az egészségügyi biztosítás eltérő típusaiban [11] a telemedicinális eszközök alkalmazhatósága a következő:

1. *Ön és kölcsönös elsősegélynyújtás*: nem alkalmazható
2. *Harctéri mentőkatona által nyújtott segítség*: nem alkalmazható
3. *Első szaksegély*: elméletileg igen, gyakorlatban nehezen megvalósítható
4. *Első orvosi segítség*: alkalmazható
5. *Szakorvosi segítség*: alkalmazható
6. *Szakosított szakorvosi segítség*: alkalmazható [12]

## **Egészségügyi biztosítási szintek és a telemedicina**

A telemedicinális eszközök alkalmazhatósága az egészségügyi biztosítás szintjein

1. *ROLE 1*: alkalmazható
2. *ROLE 2*: alkalmazható
3. *ROLE 3*: alkalmazható
4. *ROLE 4*: alkalmazható

A NATO-n belül ma még nem áll rendelkezésre egyetlen olyan szabvány vagy egyezmény sem, amely a telemedicinával kapcsolatos elgondolásokat tartalmazná, ugyanakkor működik egy munkacsoport – NATO Egészségügyi Híradó- és Információs Rendszerek Szakértői Panelje, amelynek feladata a szövetség keretén belüli telemedicinális eszközök és lehetőségek alkalmazásának vizsgálata. A Magyar Honvédség egészségügyi feladatainak végzése kapcsán szükségsszerű elgondolkodni a telemedicina alkalmazásának lehetőségein, hiszen ezek segítségével javítható az egészségügyi szolgáltatás színvonala, csökkenthető az egészségügyi kiadások mértéke, ugyanakkor bevezetése megkerülhetetlen, ugrásszerű kommunikációs fejlődést biztosít minimális hozzáadott erőforrás mellett. [13]

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

A Magyar Honvédség feladatrendszerének ellátáshoz szükséges számú, összetételű, és megfelelően képzett állomány folyamatos rendelkezésre állásának biztosítása alapvető feladat. Ennek a feladatnak a teljesítéséhez elengedhetetlen a megfelelő színvonalú egészségügyi háttértámogatás, melynek lehetséges komponense a telemedicina.

Működtetésével áthidalható a térbeli fizikai távolság, mely a missziós feladatok ellátása során jelenleg is sokszor okoz gondot az egészségügyi ellátó személyzet számára. Lehetőséget biztosít új terápiás módszerek, távfelügyeleti rendszerek és diagnosztikus eljárások végzésére, de fontos kiegészítő eszköze lehet a prevenciónak és az oktatási tevékenységnek is. Használatával nő az egészségügyi szolgáltatások színvonala, miközben az egészségügyi kiadások csökkenhetnek. Működtetéséhez elvárás a már működő ellátási rendszerbe történő megfelelő integráció, a folyamatos képzés és felkészítés. A feltételek teljesülésével biztosítható a Magyar Honvédség egészségügyi szolgáltatási rendszerének modernizációja, hatékonysága és a szükséges pontokon történő átalakítása.

Jelen körülményeket figyelembe véve a telemedicinális eszközök széles spektrumban történő alkalmazására - a haderő fő feladatait támogató, operatív tevékenységet biztosító, illetve a hagyományos egészségügyi ellátást szolgáló területen egyaránt - lehetőség mutatkozik, de ezek igazolására további vizsgálatok szükségesek.

## Felhasznált irodalom

- [1] Rogove, Herbert J.; McArthur, David; Demaerschalk, Bart M.; Vespa, Paul M. (January–February 2012). "Telemedicine and e-Health". *Telemedicine and e-Health* 18 (1): 48–53. doi:10.1089/tmj .2011.0071. PMID 22082107.
- [2] "What is Telemedicine?". Washington, D.C.: American Telemedicine Association. Retrieved 21 August 2011.
- [3] Kóródi Gyula: A térinformatika új lehetőségei a háborús sérült-ellátásban, *KARD ÉS TOLL*: 2002:(1) pp. 139-141. (2002)
- [4] Kóródi Gyula: A digitális katona személyi védelme a honvédorvos szemszögéből, *HADMÉRNÖK* 2006:(Különszám) pp. 1-7. (2006)
- [5] Zsolt Fejes, Gyula Kóródi: Analysis of upper respiratory tract infections in mission circumstances, *AARMS* 13:(1) pp. 47-52. (2014)
- [6] [http://www.who.int/goe/publications/goe\\_telemedicine\\_2010.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf)
- [7] Kóródi Gyula: Szívdobbanásmérő eszköz mint a nukleáris objektumok, katonai létesítmények, börtönök és határátkelőhelyek biztonságának szolgálatába állítható módszer *BOLYAI SZEMLE XXIII.:(3)* pp. 123-130. (2014)
- [8] Kóródi Gyula: Prevention of the cardiovascular diseases – with natural antioxidants, *AARMS*, 12:(1) pp. 45-48. (2013)
- [9] Kóródi Gyula: Health screening examinations in cardiovascular risk estimation, *AARMS*, 12:(1) pp. 39-44. (2013)
- [10] Zsolt Fejes, Gyula Korodi: Upper respiratory tract infections in the field, *MEDICAL CORPS INTERNATIONAL FORUM* 1/2014: pp. 22-24. (2014)
- [11] George R. Schwartz, C. Gene Cayten; George R. Schwartz (editor). [Principles and Practice of Emergency Medicine, Volume 2](#), Lea & Febiger, 1992, pg.3202, [ISBN 0-121-1373-X](#), [ISBN 978-0-8121-1373-0](#).
- [12] Kóródi Gyula: A digitális katona személyi védelem a honvédorvos szemszögéből *HADMÉRNÖK* 2006:(Különszám) pp. 1-7. (2006)
- [13] Hjelm, N. M. (1 March 2005). "[Journal of Telemedicine and Telecare](#)" (PDF). *Journal of Telemedicine and Telecare* 11 (2): 60–70. doi:10.1258/1357633053499886. PMID 15829049.
- [14] [http://www.telemedicinainfo.hu/uploads/admin/nyomtathatatlan\\_pdf/Telemedicina\\_Fizere\\_Kodmon\\_Jozsef.pdf](http://www.telemedicinainfo.hu/uploads/admin/nyomtathatatlan_pdf/Telemedicina_Fizere_Kodmon_Jozsef.pdf)

GÁSPÁR Szabolcs – KÓRÓDI Gyula  
[szabolcs.gaspar@gmail.com](mailto:szabolcs.gaspar@gmail.com) - [korodigy@freemail.hu](mailto:korodigy@freemail.hu)

## IMPROVING ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT GRAFT POSITION WITH ANTEROMEDIAL AIMING AND USING FEMORAL TRANSFIXATION DURING RECONSTRUCTION HELPS MILITARY SERVICEMEN RETURN TO PREVIOUS ACTIVITY LEVEL

### *Abstract*

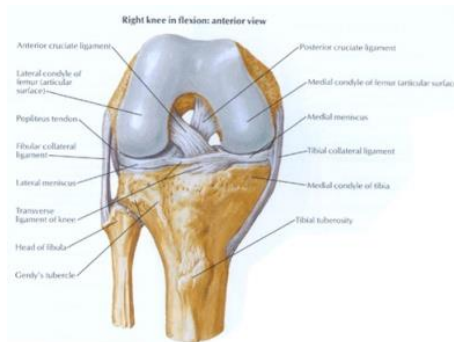
*The anterior cruciate ligament (ACL) rupture is one of the most common knee injuries. Using the anteromedial (AM) portal aiming during anterior cruciate ligament reconstruction surgery enables precise, anatomical placement of the femoral tunnel. Basic science studies have shown that an anatomically placed graft sees forces that are similar to those of the native ACL and are substantially greater than the forces on a nonanatomically placed graft.[1] Using AM aiming with cross pin fixation improves ACL graft tension in all position of the knee and reduces graft failure. These techniques help military servicemen to have accelerated rehabilitation process and reach previous activity level earlier.*

*Az elülső keresztszalag szakadás az egyik leggyakoribb térdízületi sérülés. Anteromedialis portálon keresztül végzett célzás segítségével az anatómiai eredési pontra helyezhető a femorális furat. Alaputatások igazolják, hogy az anatómiai eredési pontra helyezett graftokra ható erő hasonló az eredeti keresztszalagéhoz és lényegesen nagyobb, mint a nem anatómiai pontra helyezett graftokra hatók.[1] Az anteromedialis célzás és femorális transzfiksáció használatával a térd minden helyzetében nő a graft feszessége és csökken a graft elégtelenségek száma. Ezen technikák alkalmazása lehetőséget ad a gyorsabb és hatékonyabb rehabilitációra és ezáltal a katonák mielőbbi szolgálathoz és teljes terhelhetőséghez való visszatérésére.*

**Keywords:** *ACL reconstruction, femoral tunnel placement, anteromedial aiming, transfixation, accelerated rehabilitation, military servicemen ~ elülső keresztszalag pótlás, femorális furat elhelyezés, anteromediális célzás, transzfiksáció, akcelerált rehabilitáció, katona*

## INTRODUCTION

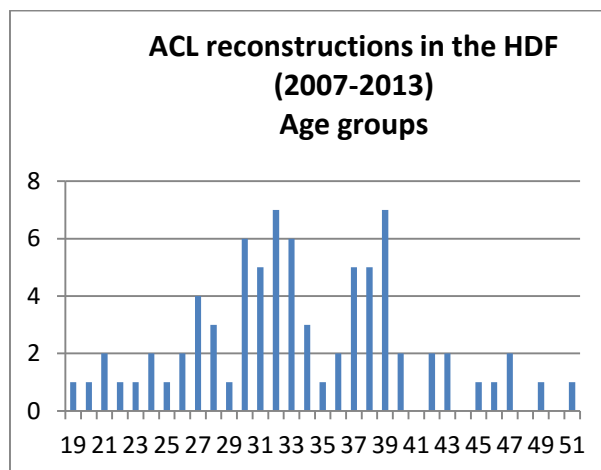
The ACL is one of the four major ligaments in the knee. It resists anterior translation and medial rotation to the tibia in relation to the femur. (Figure 1.)



**Figure 1.** (Taken from: Netter, Frank H, MD. Atlas of Human Anatomy. ICON Learning Systems, New Jersey 1997. Plate 475)

Rupture of the ACL may cause permanent anterior instability of the knee which leads to insufficiency attempting to do high activity level such as daily action in the military.

The anterior cruciate ligament injury is the most common form of injury in the army. International studies have addressed this issue a priority and timeliness of proving that the amount spent on this research continues to grow. The majority of ACL injuries (~70%) occur while playing agility sports and the most often reported sports are basketball, soccer, skiing, and football. An estimated 70% of ACL injuries are sustained through non-contact mechanisms, while the remaining 30% result from direct contact. ACL injury is most prevalent (1 in 1,750 persons) in patients 15-45 years of age.[2, 14] Necessity of prompt, professional care of the active military servicemen's anterior cruciate ligament injuries and the importance of prevention are adopted worldwide.[3] A study examining the Hungarian Defense Force's ACL ruptured military servicemen between 2007-2013 shows the same prevalence in age groups.[4] Figure 2.

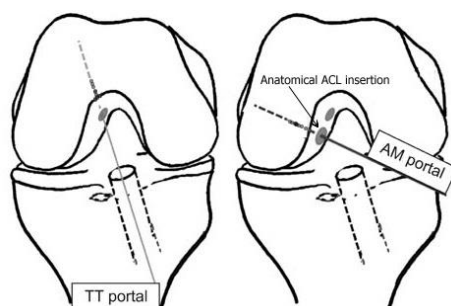


**Figure 2.** (from Gáspár Sz. Elülső keresztszalag sérülés előfordulása a Magyar Honvédség állományán belül és rekonstrukciós taktikák a Honvédkórházban Hadmérnök 2014/1.: pp. 277-283.)

## AIMING AND FIXATION

Reconstruction of the ACL is inevitable for military servicemen to continue high activity level tasks. The more stable the graft fixation is the earlier the rehabilitation procedure starts.

Non-anatomical ACL graft placement is the most common technical error leading to recurrent instability following ACL reconstruction. ACL reconstruction has commonly been performed using a transtibial tunnel technique in which the ACL femoral tunnel is drilled through a tibial tunnel positioned in the posterior half of the native ACL tibial attachment site. ACL reconstruction performed using a transtibial tunnel technique often results in a vertical ACL graft, which may fail to control the combined motions of anterior tibial translation and internal tibial rotation which occur during the pivot-shift phenomenon. The inability of a vertically oriented ACL graft to control these combined motions may result in the patient experiencing continued symptoms of instability due to the pivot-shift phenomenon. The anteromedial portal technique in which the ACL femoral tunnel is drilled through an anteromedial or accessory anteromedial portal allows consistent anatomical ACL tunnel placement.[5] Figure 3. shows the difference between the two aiming method.



**Figure 3.** (made by the author) The difference between transtibial (TT) and anteromedial (AM) aiming performing the femoral tunnel

Anatomical placement of the ACL graft is considered critical to the success and clinical outcome of ACL reconstructions. [13] Anatomical ACL graft placement is defined as positioning the ACL femoral and tibial bone tunnels at the centre of the native ACL femoral and tibial attachment sites. This study focusing only on the femoral graft positioning and dealing with graft fixation options on the femoral side.

There are pitfalls when placing the graft. Too vertical placement cause rotational instability, while too anterior placement inflict loss of flexion or graft elongation.

Kato et al. studied the forces on reconstructed ACL in porcine models. They concluded that the anatomical middle point of the ACL insertion in both femoral and tibial side provided the best stability among all anatomic single bundle reconstructions and more closely restored normal knee kinematics. [6]

Different graft types have different healing time. Bone to bone healing is shorter than soft tissue to bone. Allografts share the international literature. Histological evidence suggested a delay in tendon to bone healing for radio protective allograft, which was reflected in mechanical properties. It is a fact that until the complete graft healing the fixation device secures the graft to prevent slippage or displacement. Nowadays the current rehabilitation protocol in the world is turning toward an accelerated rehabilitation process. That means early weight bearing, no crutches, and early full range of motion and to reach all of that possibly no braces to use. According to these statements there is high demand to secure graft choice and fixation.

Reconstructed ACL is subjected a force of 150 to 500 N by daily living. The ultimate load to failure is distinct in different femoral fixations. (Figure 4.)

■	→ Interference screw technique	$(539 \pm 114 \cdot N)^2$
■	→ Rigidfix	$737 \pm 140 \cdot N^2$
■	→ Bio-Transfix	$746 \pm 119 \cdot N^2$
■	→ Endobutton	$864 \pm 164 \cdot N^2$

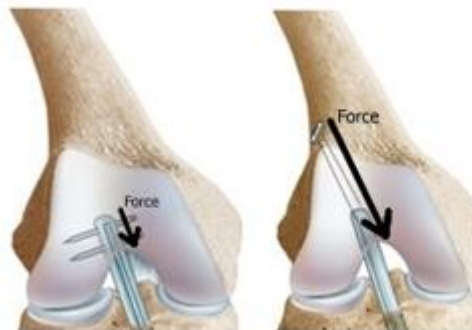
**Figure 4.** Femoral fixation types [10]

No matter how well the graft has been placed there is always graft motion in the tunnels. Longitudinal motion better known as bungee effect, horizontal motions also known as windshield wiper effect and creeping or elongation of the graft occurs. The size of displacement depends on the fixation type. There was a significant reduction of tunnel widening in both the femur and the tibia using fixation points close to the joint, compared with the system where the distance between the fixation points is long. Conclusion that the position of the fixation sites and type of fixation device are major factors in the development of tunnel widening after ACL surgery. [7]

The three main biomechanical point of the fixation is the strength that gives the ultimate load to failure, the stiffness gives resistance to displace under load and replace stability and the slippage of the graft. That is the undesirable placement of the initial position under submaximal cycles.

Considering these data we can determine that the ideal femoral fixation is anatomical to restore knee kinematics, biocompatible not to cause foreign body reaction, safe to hold the graft until healing procedure come about and MRI compatible to give the chance to make control imaging and allow easy revision if necessary.

Count the force parallel to the tunnel stated that the longer the fixation point is from the aperture the greater  $\cos \alpha$  is. Where  $\alpha$  is the angle subtended by the graft and the tunnel. (Figure 5.)



**Figure 5.** Forces on the grafts  $Force = xN \cdot \cos \alpha$  (made by the authors)

The greater force is responsible for tunnel widening. [11] Using transfixation that holds the graft close to the femoral tunnel aperture will reduce graft motion in the tunnel and by diminishing  $\alpha$  angle will minimize tunnel widening effect. Nevertheless it is still strong and stiff enough to prevent displacement and failure under early accelerated rehabilitation motions.

## REHABILITATION

Accelerated rehabilitation is one of the determinative points in the treatment of ACL ruptures. This is defined as immediate full weight bearing following surgery, immediate full extension and immediate active and passive mobilization of the knee joint. [12] This is particularly important in professions such as the military service where the daily effort exceeds the average level and there is a necessity for the earliest possible return to physical activity. Early weight



bearing without braces and fast track physiotherapy can be achieved with anatomically placed grafts using Rigidfix Curve® transfixation device.

Two randomized clinical trials evaluating the efficacy of functional knee bracing following ACL reconstruction for a minimum of two years revealed no perceptible advantage in the use of these braces.[8, 9] In both studies, no differences in A-P laxity, functional testing, patient satisfaction, range of motion or strength were found between the group treated with a functional brace compared to the group that did not use functional bracing.

In our practice two days after surgery the patient starts walking with two crutches. We use these devices for five days. Afterward walking with full weight bearing and daily continuous passive motion (CPM) therapy has been applied. Closed kinetic chain exercises cause significantly less anterior tibial displacement than open kinetic change exercises therefore precise physiotherapy is one of the milestones of the rehabilitation process which last 3 times a week for 12 weeks led by a physiotherapist. 4-6 month postoperatively exercises usually adopted patient specifically. Half year after the intervention it is allowed to do sports with the protection of a brace. 9 months after the surgery the patient is allowed a full load without braces. Control by the surgeon took place on every 6<sup>th</sup> week until 6 month. We divided the rehabilitation period into 5 phases. Figure 6. shows the rehabilitation phases applied in the Hungarian Defense Forces Health Centre.

1-10 days	Maximal protection phase	CPM, crutches, closed kinetic chain exercise
10 days – 5 weeks	Moderate protection phase	closed kinetic chain exercises, muscle strengthening without body weight
5 weeks – 12 weeks	Minimal protection phase	open kinetic chain exercises, muscle strengthening with body weight
4-5 month	No protection phase	muscle strengthening with weights, jumps, sideway movements, jogging
5-6 month	Sport phase	sport specific exercises, training

**Figure 6.** Rehabilitation phases applied in the Hungarian Defense Forces Health Centre

## SUMMARY

Using Rigidfix Curve® anteromedial femoral aiming, with femoral Rigidfix® biodegradable pins anatomical femoral graft placement can be achieved with strong and stiff graft fixation. Through these procedures accelerated rehabilitation process can be implemented with immediate full weight bearing following surgery, immediate full extension and immediate active and passive mobilization of the knee joint. Stronger femoral fixation reduces the tunnel widening effect decreasing graft failure that helps military servicemen to return previous activity level earlier.

## References

- [1] Bart Muller, Karl F. Bowman Jr, Asheesh Bedi ACL Graft Healing and Biologics Clinics in Sports Medicine Volume 32, Issue 1, January 2013, Pages 93–109 Griffin LY. Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries: Risk Factors and Prevention Strategies. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2000;8:141-150.
- [2] Gillquist J, Messner K. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and the long term Incidence of Gonarthrosis. Sports Medicine. 1999; 27:143-156.

- [3] Gáspár Sz. – Kóródi Gy. Elülső keresztszalag sérülés a hadseregben – Nemzetközi áttekintés *Hadmérnök* 2014/4.: pp.163-168. (2014)
- [4] Gáspár Sz. Elülső keresztszalag sérülés előfordulása a Magyar Honvédség állományán belül és rekonstrukciós taktikák a Honvédkórházban *Hadmérnök* 2014/1.: pp. 277-283. (2014)
- [5] Charles H. Brown, Jr., Tim Spalding, Curtis Robb Medial portal technique for single-bundle anatomical Anterior Cruciate Ligament (ACL) reconstruction *Int Orthop*. 2013 Feb; 37(2): 253–269.
- [6] Kato Y1, Ingham SJ, Kramer S, Smolinski P, Saito A, Fu FH. Effect of tunnel position for anatomic single-bundle ACL reconstruction on knee biomechanics in a porcine model. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Jan;18(1):2-10
- [7] Fauno P, Kaalund S: Tunnel Widening After Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Is Influenced by the Type of Graft Fixation Used: A Prospective Randomized Study *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* Volume 21, Issue 11, November 2005, Pages 1337–1341
- [8] McDevitt ER, Taylor DC, Miller MD, et al. Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, multicenter study. *Am J Sports med*. 2004;32:1887-1892
- [9] Risberg MA, Holm I, Steen H, Eriksson J, Ekeland A. The effect of knee bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized study with two years follow-up. *Am J Sports Med*. 1999;27:76-83.
- [10] Ahmad CS, Gardner TR, Groh M, Arnouk J, Levine WN Mechanical properties of soft tissue femoral fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction *Am J Sports Med*. 2004 Apr-May;32(3):635-40.
- [11] Joshua A. Baumfeld, et al. Tunnel widening following anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft: a comparison between double cross-pin and suspensory graft fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2008) 16:1108–1113
- [12] Beynnon BD, Fleming BC, Johnson RJ, Nichols CE, Renstrom PA, Pope MH: Anterior cruciate ligament strain behavior during rehabilitation exercises *in vivo*. *Am J Sports Med*. 1995, 23: 24-34.
- [13] Paulo H. Araujo, MD; Shigehiro Asai, MD; Mauricio Pinto, MD; Thiago Protta, MD; Kellie Middleton, MD; Monica Linde-Rosen, BSME; James Irrgang, PT, PhD; Patrick Smolinski, PhD; Freddie H. Fu, MD ACL Graft Position Affects in Situ Graft Force Following ACL Reconstruction *J Bone Joint Surg Am*, 2015 Nov 04; 97 (21): 1767 -1773
- [14] [14] Prodromos CC1, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy*. 2007 Dec;23(12):1320-1325.e6.

KELEMEN Andrea – SZILVAY Attila

[andreakelemen13@gmail.com](mailto:andreakelemen13@gmail.com) - [attila.szilvay@lucidpharma.hu](mailto:attila.szilvay@lucidpharma.hu)

## TELEMEDICINA A (MISSZIÓS) KATONA-EGÉSZSÉGÜGYBEN

### *Absztrakt*

*A telemedicina olyan egészségügyi szolgáltatás, amelynek során az ellátásban részesülő és az ellátó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre. Infó-kommunikációs eszközzel támogatott diagnosztikus, terápiás vagy távfelügyeleti eljárás. Az élettani paraméterek vezeték nélküli nyomon követése lehetőséget ad minden egyes bajtársunk virtuális monitorozására. Ez egyrészt a katona terhelhetősége, még mozgósítható kompenzációs tartalékai tekintetében segíti egészségügyi biztosítását, másfelől megsérülése esetén hatékonyabbá és gyorsabbá teszi evakuációját illetve szakellátását. Megvizsgálva a legalapvetőbb és a további szükséges eszközkészletet, szakemberek a két végponton, átviteli eszköz, átviteli közeg, gyakorlatilag rendelkezésre állnak. A rendszer strukturált működtetése és a folyamatok standardizálása hiányzik csupán. Egy jól összehangolt missziós telemedicina rendszer az elindítása után, igény szerint bővíthető és kiterjeszhető az alapellátásra (alakulatok egészségügyi szolgálatának a támogatására), krónikus ellátásra, betegkövetésre.*

*Telemedicine is a health service where the person receiving care and the person does not meet directly, the connection is established via a remote data transfer system. diagnostic, therapeutic or remote procedure supported by Info-communications device. monitor physiological parameters of wireless tracking enables each virtual comrades monitoring. On the one hand the soldier's load, even reserves could be mobilized to compensation in respect of the provision promotes health, on the other hand, if damaged, would make it more efficient and faster evacuation and specialized care. Looking at the most basic and necessary of an additional set of tools for professionals in the two end points, transmission device, the transmission medium, practically available. Structured operation and standardize the processes of the system is missing. After a well-coordinated mission telemedicine system in the launch, scalable, and extensible on demand to primary care (medical service corps of support), chronic care, patient follow-up.*

**Kulcsszavak:** *telemedicina, katona-egészségügy, virtuális monitorozás ~ telemedicine, soldier-health, virtual monitoring*

Jelen munka a telemedicina eszközszerének alkalmazhatóságát és előnyeit mutatja be a katona-egészségügyben, ezen belül is kifejezetten a missziók egészségügyi ellátórendszerében. Napjaink „digitális harcmezejét” az jellemzi, hogy nem a XX. század tömeghadseregei csapnak össze klasszikus frontvonalak mentén [1]. Így az egyes katona mobilitása és akciószabadsága fokról fokra felértékelődik, ami az egészségügyi szolgálat számára is új feladatokat szab [2, 3]. Az élettani paraméterek vezeték nélküli nyomon követése lehetőséget ad minden egyes bajtársunk virtuális monitorozására. Ez egyrészt a katona terhelhetősége, még mozgósítható kompenzációs tartalékai tekintetében segíti egészségügyi biztosítását, másfelől megsérülése esetén hatékonyabbá és gyorsabbá teszi evakuációját illetve szakellátását [4].

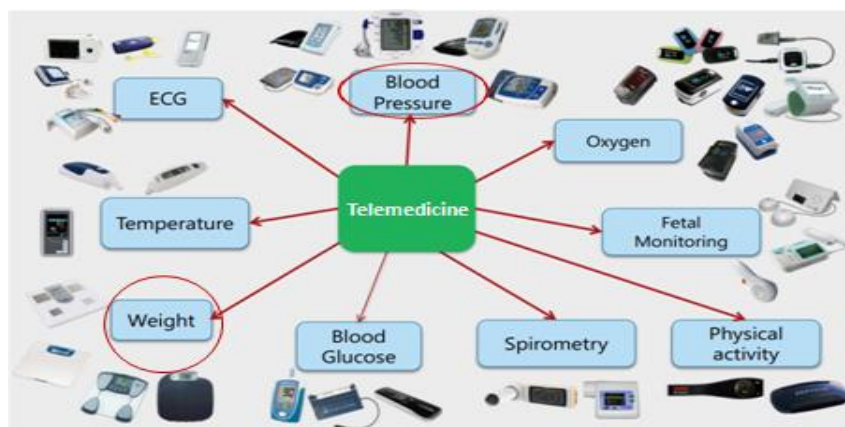
A telemedicina az American Telemedicine Association meghatározása szerint: „Az orvosi információk egyik helyről a másikra továbbítása elektronikus hírközlés útján, melynek célja, hogy a páciens egészségével kapcsolatos szolgáltatásokat nyújtson.” A telemedicina telehealth fogalomkörébe tartozó szűkebb „halmaz”, amely közvetlenül a gyógyítás folyamatához kapcsolódik [5, 6]. (A telehealth az információs és kommunikációs technológiák alkalmazását jelenti az egészségügyben, nem csupán a gyógyító tevékenység, hanem általában a működés, így a gazdálkodás, adatszolgáltatás során is pl. beteg-adatok tárolása és továbbítása más egészségügyi ellátónak, táv-educáció, táv- konzílium). A telemedicina olyan egészségügyi szolgáltatás, amelynek során az ellátásban részesülő és az ellátó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre [7]. Infó-kommunikációs eszközzel támogatott diagnosztikus, terápiás vagy távfelügyeleti eljárás.

Módszerek szerint a következő csoportokba sorolhatjuk a technikai megoldásokat:

1. Távkonzílium/-szupervízió: A diagnózis kialakításba, a kezelés menetébe kommunikációs eszközökön keresztül távoli orvos, szakszemélyzet is be van vonva.
2. Távmanipuláció: A vizsgálatot vagy beavatkozást végző személy távérzékelőkre támaszkodva távolról vezérli, végzi a vizsgálatot (pl.: endoszkópia) vagy beavatkozást (pl. video-vezérlés mellett robottal vagy távvezérlésre alkalmas eszközzel végzett műtét).
3. Távdiagnosztika: A vizsgálat végzője és a diagnózis felállítója (a lelet készítője) térben elválnak egymástól, de interaktív kapcsolatban vannak.
4. Távfelügyelet (telemonitoring): Az egészségügyi szakszemélyzet jelenlétét a betegnél levő, a pácienset figyelő jelfogók (detektorok) és jeltovábbítók pótolják, mely a fogadó oldal interaktivitását is feltételezi.

Az 1. ábra azokat a diagnosztikus területeket foglalja össze, ahol a telemedicinális eszközök jelenleg a legelterjedtebbek.

Ezek közül a Magyar Honvédség misszióiban a testsúlymérő és vérnyomásmérő telemedicinális eszközök használhatóságának tesztelését tervezzük. A hipertónia terápiájának objektív követésében a legeredményesebb a telemonitoring rendszer.



1. ábra. Alkalmazható telemedicinális eszközök (Forrás: LUCID Pharma Kft.)



**2. ábra.** Hypertonia terápiaeredményesség monitorozása. A páciens ellenőrzi a vérnyomását és közben konzultál a körzeti nővérrel. (Forrás: American Journal of Nursing)

### **A telemonitoring előnyei:**

- A páciens monitorozásnál pontos adatrögzítés, feldolgozás, tárolás és továbbítás.
- A kezelőorvos követheti a beteg mért értékeinek időbeli alakulását (pl. vérnyomás, vércukor, testsúly).
- Támogatja a gyógyszerbeállítást vagy a szükséges módosítást.
- Állapot-rosszabbodás gyors észlelése.
- Segíti a szekunder prevenciót: A betegek időben megkapják a szükséges orvosi ellátást és nem akkor kerülnek be a rendszerbe, amikor már a szövődmények és társbetegségek előrehaladott stádiumban vannak.
- Nagyobb egészség-tudatosságot alakít ki a betegnél, mert maga is láthatja a megfelelő együttműködés hatását.
- Áthidalja a távolságot (távoli vidéken is „szem előtt van” vagy „jó kezekben van” a páciens).
- Csökken az orvos – beteg találkozások száma, mely költségcsökkenéssel és kapacitásnövekedéssel jár.
- Professzionális ellátás lehetősége – határok nélkül.

A missziók azért különösen jó példák a telemedicina szerepének érzékeltetése szempontjából, mert nagyon is valós a fizikai távolság a rendszer két végpontja között (jelen esetben a misszió egészségügyi biztosítását végző állomány /általában orvos és a Honvédkórház szakorvosai) [8, 9]. A közvetítő eszköz és közeg (internet) már szerencsére nem jelent gondot.

A másik ok, amiért a missziós egészségügyi ellátás jó példa, az a széles, szinte mindenre kiterjedő szakterületi lefedettség igénye, miközben általában egyetlen orvos áll rendelkezésre az alapellátásra a misszióban [10]. Szakmai segítség helyben korlátozottan érhető el. Amennyiben helyi vagy a környező országok egészségügyi szolgálata az első szakorvosi ellátó szint, akkor nyelvi, jogi és eljárásbeli különbségekre biztosan számíthatunk, míg a konzíliumra szállítás, a dokumentáció értékelhetősége és értelmezhetősége is bonyolult és korlátozott [11, 12].

A misszióban a szakmai ellátáson túli szempontrendszereket is figyelembe kell venni, ami döntéskényszerben nyilvánul meg, hiszen a beteg vagy sérült katona sorsáról nagyon gyorsan dönteni kell a missziós feladat elsődlegességét figyelembe véve [13, 14, 15].

Néhány konkrét, saját missziós munka során látott példán keresztül igyekszünk bemutatni a rendszer működését - 5 különböző misszióból, az elmúlt 10-15 évből, szakterületek szerint csoportosítva az eseteket.

*Traumatológia:* 3 különböző misszióban megismert 3 esetben közös, hogy az alapelvekkel ellentétben – mely szerint a több hétig elhúzódó sérülések esetén a repatriálás valószínű – itt a repatriálásból előnye senkinek nem származott volna. Itt általában néhány héttel a váltás előtti időszakban elszenvedett sérülésekről volt szó.

Ezekben az esetekben

- a katona el tudta látni a feladatát és maradni szeretett volna,
- a parancsnoknak és a kontingensek egyértelmű érdeke volt, hogy maradjon,
- repatriálási költségek jelentősek lettek volna és összességében kb. 1 héttel előbb ért volna haza a katona, ami jelentős előnyt nem eredményezett volna.

Mindhárom esetben szakorvosi véleményre volt szükségünk, hogy a sérültek misszióban tartása szakmailag kellően alátámasztott legyen, és megnyugtató módon kizárjuk az ebből adódó további egészségkárosodás kockázatát. A 3 esetben 3 “módon” jutottunk a szakorvosi véleményhez költséges hazaszállítás nélkül.

(1) eset: Katona kezében telefonnal átsétált a csukott üvegajtón. A kéz extensor inainak metszett sérülése következett be. Helyi kórházban látták el, dokumentáció egyáltalán nem állt rendelkezésre. Ebben az esetben a misszió amerikai Role2 traumatológusa vizsgálta meg a katonát és adott szakvéleményt.

(2) eset: Katona gyalogtúra után térdfájdalomról panaszkodott, amire szlovák (traumatológus) orvos intraartikuláris injekciót javasolt és adott be. Valószínűleg ennek szövődményeként lépett fel prepatelláris bursitis. A helyi traumatológus, mint első szakellátó terápiás tervét egyeztetjük a magyar szakorvossal (távkonzílium).

(3) eset: Típusos csuklótörés helyi ellátása – repozíció, rögzítés – után a RTG kép került elküldésre a magyar szakorvosnak (e-mailben), hogy ne kelljen a katonának hazautaznia. Speciális eszközök hiányában scanneltük az RTG felvételt, amihez asztali lámpa fényét papír zsebkendővel szűrtük és kiváló minőségű képet tudtunk továbbítani. (Ez tulajdonképpen távkonzílium/távdiagnosztika és egyben teleradiológia).

Vagyis a telemedicina segített a (1) betegdokumentáció teljessé tételében, (2) terápiás terv választásban, (3) lehetséges szövődmények felmérésében és a (4) prognózis megállapításában.

*Infektológia:* Ebben az esetben egy nőbeteg többszörös és elhúzódó fertőzésének terápiajában volt szükség segítségre, szakorvosi konzíliumra. A beteg többszörös antibiotikum és antifungális kúra után (hónapok), változó hasi, alhasi panaszokkal jelentkezett ismét. Chron betegség gyanúja is felmerült, a szabadság alatt elvégzett gasztroenterológiai kivizsgálás negatív eredménnyel zárult. Az elküldött tenyésztések negatívak lettek. Bonyolította a képet, hogy a történet áttanulmányozása során észleltük, hogy az alkalmazott elsődleges antibiotikumra a kimutatott kórokozó általában rezisztens (nem történt rezisztencia vizsgálat), de később jelentkező cystitisre alkalmazott antibiotikumra érzékeny lehetett, így önmagában a szakmai protokollok önálló tanulmányozása alapján nem jutottunk egyértelmű döntésre.

Adjunk-e antibiotikumot? Mit? Meddig? Helyi tényezők jelentősen befolyásolják a betegségek megjelenését/ gyakoriságát/ rezisztenciaviszonyokat, és hosszú távú hatásuk is jelentős lehet, ezért infektológussal folytattunk távkonzíliumot. Az esetnek további tanulságai is voltak:

- Szakmai protokollok (még ha elérhetőek is) nem használhatók automatikusan.



- Általában a helyben elérhető antibiotikum választék (de általában a gyógyszerkészlet is) korlátozott, amely egy külön (logisztikai és jogi) problémakör a missziós ellátása kapcsán.
- Helyi ellátó nem mindig hoz megfelelő döntést, tehát a felelősség ezzel nem tudható le. Másodlagos szakvélemény is szükséges lehet.

*Kardiológia:* Esetünkben a férfitbeteg, éjszakai szolgálatban mellkasi diszkomfortot, 10-15 perces „rosszullétet” érzékelt. Mivel édesapja fiatalon infarktusból halt meg, másnap elment az alapellátó orvoshoz (angol), aki EKG vizsgálatot végzett negatív eredménnyel, teendőt nem látott indokoltnak, szorongásos tünetnek tartotta.

A rosszullét újból éjszaka ismétlődött, emiatt valóban felléptek szorongásos tüneteket. Kivizsgálását helyi kórházban végeztük. Holter EKG-val kimutatott pitvari flutter került felismerésre 2,5 sec meghaladó pauszokkal. A helyi szakorvos javaslata elektrofiziológiai vizsgálat és abláció volt, ami sajnos helyileg nem volt elérhető. A hazautaztatáshoz antikoagulációt nem tartott szükségesnek.

Az ellátáson túl kérdéses és fontos volt, hogy a katona visszatérhet-e a külszolgálatba a további 6 hónapra. Véletlen tényező volt, hogy az eset március 14-15-re esett, mikor Magyarországon 4 napos ünnep kezdődött, míg katonai külön gép indult március 22-én a váltás lebonyolítására.

A távkonzíliumot ebben az esetben a betegbiztonság és kezelés szükségessége mellett a következő kérdések megválaszolása tette indokolttá:

Hogyan küldjük haza? Milyen hamar? Kell-e kísérő? Mennyi idő otthon a kezelés? Visszajöhet-e (vigye-e magával a felszerelését, ill. gondoskodni kell-e a pótlásáról)?

A távkonzílium a fenti válaszokon túl a következő előnyökkel járt:

- Másodlagos szakvélemény (nyelvi akadály a helyi szakorvossal).
- További teendő (katéteres ablációra) előjegyezve.
- Hazaút a legköltséghatékonyabban megoldva.
- Teljes betegút első kézből megoldva.

*Pszichiátria:* Gyakorlati esetek minden misszióban előfordulnak (pl. alvászavar, alkoholizmus, agresszió, depresszió, szorongás vagy öngyilkossági fenyegetettség), aminek a misszióban kiemelt jelentősége van.

*Speciális szempontok:* fegyveres szolgálatra való alkalmasság, gépjárművezetésre való alkalmasság, ideális gyógyszerelés beállítása és módosítása, pszichoterápia szükségessége. A panaszokat és állapotokat további faktorok figyelembevételével kell megítélni, mint például a zárt közösség hatása, a kommunikációs csatornák, a diagnózis hatása a katonai pályafutásra, repatriálás szükségessége, a távollét és az állapot pszicho-szociális következményei.

A bemutatott példákban is látszik, hogy a missziókban gyakorlatilag bármi előfordulhat (saját esetek közül volt terhességi hyperthyreosis egy látogató civil személyében, gerincvelő és agytumor, de újraélesztés is).

Nem létezik olyan szakember, aki kompetens minden szakterületen és készségi szinten az újraélesztésben és a mindenféle sürgősségi ellátásban is járatos. A siker kulcsa a rugalmasság és a szakmai támogatórendszer kiépítése [16].

Telemedicina segítségével a „képessegek” jelentős mértékben kitágíthatóak [17, 18, 19, 20]!

1. Szélesebb egészségügyi ellátáshoz juttatja a katonát.
2. Biztonságérzetét növeli a misszióban lévő egészségügyi személyzetnek, és lehetővé teszi a szakmai fejlődést (szakmai értékét növeli a misszióban eltöltött időnek).
3. Jelentős költségcsökkenést eredményez(het).
  - Megspórolt helyi konzílium,
  - Felesleges utaztatás elkerülése vagy optimális utaztatás,
  - Megspórolt indokolatlan „biztonsági” kezelés,



- Kártérítési perek elkerülése (beleértve a felesleges repatriálásból eredő kártérítési igényt).
4. A rendszer legköltségesebb elemei (szakemberek a két végponton, ill. közvetítő elemek/közeg – informatikai eszközök) rendelkezésre állnak, alkalmazásuk konzisztens, rendszerszintű módja és a szándékoltság lehet csak kérdéses.

Telemedicina rendszer szükséges eszközkészlete a (missziós) katonaegészségügyben:

- Szakemberek + szakmai kontrol
- Eszköz (számítógép, okostelefon, telekommunikációra képes diagnosztikus eszközök)
- Internet (Egészségügyi Szolgálatnak dedikált sávszélesség)
- Szoftver – saját vagy külső
- Szerver – dedikált saját vagy külső végpont



3. ábra. A harcolók telemetrikusan mérhető paraméterei és azok jelentősége Forrás: Freund B.J.: Warfighter Physiologic Status Monitoring-Initial Capability for the Future Force Warrior; Advanced Technology Applications for Combat Casualty Care 2004 Conference A

## ÖSSZEGZÉS

Megvizsgálva a legalapvetőbb és a további szükséges eszközkészletet, szakemberek a két végponton, átviteli eszköz, átviteli közeg, gyakorlatilag rendelkezésre állnak [21]. A rendszer strukturált működtetése és a folyamatok standardizálása hiányzik csupán. Egy jól összehangolt missziós telemedicina rendszer az elindítása után, igény szerint bővíthető és kiterjeszhető az alapellátásra (alakulatok egészségügyi szolgálatának a támogatására), krónikus ellátásra, betegkövetésre [22]. Az egészségügyi szolgálat megkülönböztetett felelősséget visel azért, hogy harctéri körülmények között extrém teljesítményt vár el a harcolóktól, ugyanakkor a katonák biztonságát is folyamatosan szem előtt kell tartania. A katonák harctéri megterhelése percről-percre változik, a fegyveres konfliktusból fakadó veszélyeken felül az emberi

szervezetet érő és annak kompenzációs mechanizmusait igénybe vevő valamennyi faktor ide sorolandó [23, 24]. A környezet változásai indukálta élettani reakciók folyamatos nyomon követése több okból kiemelkedően fontos. Egyrészt több tényező hatásának összegződése a katona alkalmazkodóképességét hatványozottan igénybe veszi s a hatás csak hozzávetőlegesen kalkulálható. Másfelől bármely szervrendszer működésében a fáradás okozta funkció-romlás jelentős variációkat mutat, tehát annak prognosztizálása komoly feladatot jelent. A katona megsérülésének esélye olyan sok tényező függvénye, hogy soha nem számítható ki tökéletes pontossággal, ha azonban nyomon követjük a teljesítőképességét lerontó élettani folyamatait, azok normalizálásával csökkenthetjük az élő erő veszteségeit. Napjaink korszerű tele-medicina rendszereinek köszönhetően egyre több érzékelővel szerelhetők fel a katonák és mind részletesebb-, több szempontot szem előtt tartó élettani monitorozásra nyílik mód [25, 26]. A fiziológiai paramétereinek harctéri követése tehát soha nem tekinthető lezárt folyamatnak, az új miniatürizált technikai fejlesztésekkel egyre inkább közelíthető a laboratóriumi mérések pontossága és színvonala. Az elmondott példákban nyilvánvaló, hogy a TELEMEDICINÁT már használjuk a missziók egészségügyi ellátásának biztosításában, akkor is, ha nem nevezzük így. A szemléletváltás és a rendelkezésre álló lehetőségek jobb kihasználása az, ami időszerű és szükséges!

### Felhasznált irodalom

- [1] Sachpazidis, Ilias (10 July 2008). "Image and Medical Data Communication Protocols for Telemedicine and Teleradiology (dissertation)" (PDF). Darmstadt, Germany: Department of Computer Science, Technical University of Darmstadt.
- [2] "What is Telemedicine?". Washington, D.C.: American Telemedicine Association. Retrieved 21 August 2011.
- [3] Kóródi Gyula: Az idegrendszer lövési sérüléseinek aktív megelőzése, KARD ÉS TOLL: 2005:(2) pp. 119-126. (2005)
- [4] [http://www.who.int/goe/publications/goe\\_telemedicine\\_2010.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf)
- [5] Kóródi Gyula: A digitális katona személyi védelme a honvéderős szemszögéből, HADMÉRNÖK 2006:(Különszám) pp. 1-7. (2006)
- [6] Berman, Matthew; Fenaughty, Andrea (June 2005). "Health Economics". Health Economics (Wiley) 14 (6): 559–573.doi:10.1002/hec.952. PMID 15497196.
- [7] Van't Haaff, Corey (March–April 2009). "Virtually On-sight"(PDF). Just for Canadian Doctors. p. 22.
- [8] Kóródi Gyula: Prevention of the cardiovascular diseases – with natural antioxidants, AARMS, 12:(1) pp. 45-48. (2013)
- [9] Saylor, Michael (2012). The Mobile Wave: How Mobile Intelligence Will Change Everything. Perseus Books/Vanguard Press. p. 153.
- [10] Kóródi Gyula: A térinformatika új lehetőségei a háborús sérült-ellátásban, KARD ÉS TOLL: 2002:(1) pp. 139-141. (2002)
- [11] Conde, Jose G.; De, Suvranu; Hall, Richard W.; Johansen, Edward; Meglan, Dwight; Peng, Grace C. Y. (January–February 2010). "Telemedicine and e-Health". Telemedicine and e-Health 16 (1): 103–106. doi:10.1089/tmj.2009.0152.PMC 2937346. PMID 20155874.

- [12] Hjelm, N. M. (1 March 2005). "Journal of Telemedicine and Telecare" (PDF). *Journal of Telemedicine and Telecare* 11 (2): 60–70. doi:10.1258/1357633053499886. PMID 15829049.
- [13] Zsolt Fejes, Gyula Kóródi: Analysis of upper respiratory tract infections in mission circumstances, *AARMS* 13:(1) pp. 47-52. (2014)
- [14] JJ Moffatt (February 2011). "Barriers to the up-take of telemedicine in Australia – a view from providers" (PDF). The University of Queensland, School of Medicine.
- [15] Strehle EM, Shabde N (December 2006). "One hundred years of telemedicine: does this new technology have a place in paediatrics?". *Arch. Dis. Child.* 91 (12): 956–9. doi:10.1136/adc.2006.099622. PMC 2082971. PMID 17119071.
- [16] Kóródi Gyula: Szívdobbanásmérő eszköz mint a nukleáris objektumok, katonai létesítmények, börtönök és határátkelőhelyek biztonságának szolgálatába állítható módszer *BOLYAI SZEMLE XXIII.:(3)* pp. 123-130. (2014)
- [17] Angaran, DM (15 Jul 1999). "American Journal of Health-System Pharmacy" 56 (14): 1405–1426.
- [18] Nakajima, I.; Sastrokusumo, U.; Mishra, S.K.; Komiya, R.; Malik, A.Z.; Tanuma, T. The Asia Pacific Telecommunity's Telemedicine Activities, *IEEE Xplore.com* website, 17-19 Aug. 2006, pp. 280 - 282, ISBN 0-7803-9704-5, doi:10.1109/HEALTH.2006.246471
- [19] Kóródi Gyula: Health screening examinations in cardiovascular risk estimation, *AARMS*, 12:(1) pp. 39-44. (2013)
- [20] George R. Schwartz, C. Gene Cayten; George R. Schwartz (editor). *Principles and Practice of Emergency Medicine, Volume 2*, Lea & Febiger, 1992, pg.3202, ISBN 0-8121-1373-X, ISBN 978-0-8121-1373-0.
- [21] Zsolt Fejes, Gyula Korodi: Upper respiratory tract infections in the field, *MEDICAL CORPS INTERNATIONAL FORUM* 1/2014: pp. 22-24. (2014)
- [22] Rogove, Herbert J.; McArthur, David; Demaerschalk, Bart M.; Vespa, Paul M. (January–February 2012). "Telemedicine and e-Health". *Telemedicine and e-Health* 18 (1): 48–53. doi:10.1089/tmj.2011.0071. PMID 22082107.
- [23] <http://www.model.u-szeged.hu/etc/student-work/medinf/report99/harsanyi/harsanyi.html>
- [24] <http://www.uzsoki.hu/hirek/telemedicina-innovacios-projekt>
- [25] <https://www.ims.hu/telemedicina-rendszer-szakmai-informaciok-nyilt>
- [26] <http://szegedma.hu/hir/szeged/2014/10/telemedicina-foto-alapjan-megmondjak-artalmatlan-e-az-anyakajegy.html>

KOZMA Zsolt  
[zsoltkozma67@gmail.com](mailto:zsoltkozma67@gmail.com)

## A 21. SZÁZAD KATONAI CÉLÚ TERMÉSZETTUDOMÁNYOS KUTATÓ MUNKÁJÁNAK FŐ CSAPÁSIRÁNYAI

### *Absztrakt*

*A természettudományos megfigyelések és kutatások eredményeinek katonai célú alkalmazásai a modern ember történetét a kezdetektől jellemzik. Az ezredfordulóra számos biotechnológiai felfedezés már nem fegyverként történő hasznosíthatóságban, hanem a hadsereg harckészültségének magasabb szintre emelésében, a kiképzett katonák fizikai adottságainak fokozásában, a harctéri biztonság fokozásában, a logisztika eredményesebbé tételében és a hadászati megelőzésben történő alkalmazásokban talált táptalajra. Öt olyan magas prioritású kutatási irány van, melyek költségigényük, de egyben stratégiai kihatásuk miatt kizárólag katonai jellegű tőkebevonással valósíthatók meg. Ezek a szárnybontogatás stádiumában lévő tudományterületek óriási perspektívákkal kecsegtetnek. Nevezetesen, hogy objektív és reprodukálható vizsgálati módszerekkel támogathatóvá váljon a katonai alkalmasság vizsgálata, a kompetencia alapú oktatás és kiképzés rendszere, sőt az életpálya modell tervezéshez is tárgyilagos adatokat nyerhetünk.*

*The history of the modern man is characterized by the military applications of scientific observations and research applications. By the millennium, a number of biotechnological discoveries no longer as weapons are usable reality, but the increased level of army combat readiness, enhancing the physical endowments of trained soldiers, improve the battlefield security, more effective logistic possibilities and preventive strategic considerations are new application areas. Five high-priority research directions exist, which, because of their costs, and also their strategic impacts, just with involvement of military capital can be realized exclusively. Tremendous promises are hidden (yet) in those perspectives on stage. In particular, the goals are to help the analysis of military fitness and aptness, competency-based education and training systems, and even for the career planning models objective data could be obtained.*

**Kulcsszavak:** *katonai kutatások, biotechnológia, molekuláris biológia, humánagenetika ~ military research, biotechnology, molecular biology, human genetics*



A természettudományos megfigyelések és kutatások eredményeinek katonai célú alkalmazásai a modern ember történetét a kezdetektől jellemzik. A példák sokaságát lehet felsorolni a kőkorszaki, kezdetleges pattintott kövekkel történő eszközhasználatról, a bronzkori fegyverkészítésen, majd a középkori hadigépezetek említésén át, a XIX-XX. századi tudományos-technikai világorradalom eredményeinek hadászati alkalmazásáig, melyek ezt az állítást igazolják. A természet igazolt törvényszerűségeit magában foglaló, azokon alapuló találmányok, eszközök, gépek, majd bonyolultabb folyamatok, technológiák jelentős része, a bennük rejlő hatékonyság miatt, szükségszerűen vezettek katonai felhasználásokhoz. Fizikai valójuk, vagy a róluk szóló ismeretek birtokában sikeresebben lehetett küzdeni mindenkor aktuális ellenségeinkkel, megvívni csatákat, hódító háborúkat, de ha kellett ilyen eszközök, módszerek, technológiák megléte jelentett védernyőt – az elrettentés erejénél fogva – az ezeket birtoklók számára.

Kezdetben e fejlődést inkább az emberi elme találékonysága és kevésbé a megvalósításhoz szükséges anyagi erőforrások meglétének ténye, jellege, mennyisége vagy minősége határozta be. Erre Leonardo Da Vinci életművére –e tekintetben elsősorban katonai célú találmányaira (1. ábra) – való rátekintés és elemzés szolgáltatja az egyik legjobb példát.



1. ábra. a felfegyverzett mozgó jármű (tank) Leonardo da Vinci eredeti vázlatán<sup>1</sup>

A tudomány és technika egészének, ezen belül a természettudomány vívmányain alapuló technológiáknak a fejlődése, bonyolultabbá válása, az ezt lehetővé tevő alap és alkalmazott kutatásokat egyre költségesebbé tette. A minél hatékonyabb, elrettentőbb, tökéletesebb technológiák (ezen belül a különleges katonai célú alkalmazások) megteremtésének igénye érdekeltté tették a mindenkor hatalom képviselőit, hogy közvetlen, vagy közvetett módszerekkel, szellemi és anyagi javak átcsoportosításával és koncentrálásával részt vegyenek e módszerek fejlesztésében. Erre a legkézzelfoghatóbb első példákat, a II. világháborút közvetlenül megelőző-, és a világháború alatti időszakban találjuk.

Ismert történelmi tény, hogy 1937-ben Németország, Peenemündében (2. ábra) hozta létre, Werhner von Braun vezetésével, rakétatechnológia kutató-fejlesztő központját [1].



2. ábra. balra az Angol Királyi Légierő által 1943.06.12-én készített légifotó, a Peenemündei Katonai Kutató Központ VII. kilövőállványáról, jobbra makett ugyanerről<sup>2</sup>

1 (Leonardo Da Vinci: Codex Arundel, folio 1030, drawing no 68: London, British Museum) (<http://leonardodavinci.stanford.edu/submissions/ghoe/leonardo.htm> 2014.02.11)

2 A makett a Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik, München múzeumban látható. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Peenem%C3%BCnde\\_Army\\_Research\\_Center](http://en.wikipedia.org/wiki/Peenem%C3%BCnde_Army_Research_Center) 2014.02.10.)

Az Amerikai Egyesült Államok (USA) akkori elnöke, Franklin Delano Rooseveltt parancsára pedig, 1943-ban, az atombomba megalkotására, az úgy nevezett Manhattan terv részeként alapítják meg a Los Alamos Nemzeti Laboratóriumot (LANL 3. ábra) [2].

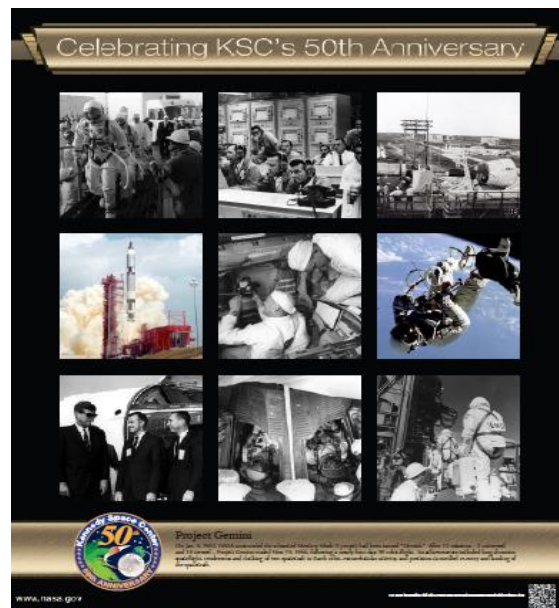


3. ábra. LANL 3-as és 7-es teszt terület. Légi fotó déli irányból<sup>3</sup>

A XX. és a XXI. században a természettudományok fejlődése három további, jellegében és jelentőségében jól elkülönülő területen indokolta a tudományos-, a kockázati tőke, és ezen belül is jelentős katonai anyagi erőforrások Los Alamos-i mértékű koncentrációját, koncentrálódását.

*Az első ilyen területet, az 1950-es évektől kezdődően az informatikai és kommunikáció-technológiai alap és alkalmazott kutatások alakították ki<sup>4</sup>.*

E fejlesztések következtében részben önálló fejlődésnek indult az űrkutatás, az USA-ban 1958. október 01-től a NASA (rövidítés az National Aeronautics and Space Administration kifejezésből 4. ábra), míg a Szovjetunióban, egy évvel korábban, Bajkonur megalapításával (elsődlegesen a világ első interkontinentális ballisztikus rakétájának, az R-7-nek a próbaindítására alapították).



4. ábra. a NASA Kennedy Űrközpont alapításának 50. évfordulójára (1962-2012) készített poszter, fényképekkel a Gemini Projekt fontos történéseiről<sup>5</sup>

<sup>3</sup> (<http://www.lanl.gov/about/history-innovation/history-images/index.php> 2014.02.11 , a LANL Copyright Notice alapján)

<sup>4</sup> angol rövidítésben – mint ICT – terjedt el a használata: az information and communications technology angol rövidítéséből, illetve a legtöbbször már csak IT rövidítésben használjuk

<sup>5</sup> ( [http://www.nasa.gov/centers/kennedy/about/history/poster\\_page.html](http://www.nasa.gov/centers/kennedy/about/history/poster_page.html) 2014.02.11. A közlés a The National Aeronautics and Space Administration's Freedom of Information Act (FOIA) szabályozásra figyelemmel történt)

Másodsorban a legfontosabb IT alap kutatásokra ún. szilícium völgyek jöttek létre a világ, kutatásban és innovációban élen járó, vezető ipari hatalmainak országaiban, melyben az egyik vezető szerepet, az '50-es évektől, részben ugyancsak az LANL játszotta, de helyét fokozatosan a közeli San Francisco-i Stanford Egyetem (California, USA) körül kialakult San Jose központú Silicon Valley vette át. Ázsiában hasonló anyagi erőforrás-koncentráció indult meg először Japánban, Tokió központtal, a múlt század '60-as éveitől, majd Dél-Koreában, Szöulban, a '70-es évektől, míg Kínában, Peking Haidian kerületében, a Zhongguancun Tudományos és Technológiai Zónában a '80-as évektől.

A Közel-Kelet Szilícium-völgye Izraelben, a '90-es évek közepétől épül ki, végül Oroszországban az első Szilícium-völgy építését (Skolkovo IT Cluster) 2010-ben kezdték meg Moszkva dél-nyugati városrészében, Skolkovo-ban.

Az Európai Unióban a támogatott fejlesztések szintere tagállami szinteken maradt, és egyfajta specializáció mentén valósulhatott meg az IT szektor fejlődése [3]. Finnország, Svédország, Hollandia, Franciaország és Németország lettek a '90-es évektől az ilyen típusú innovációk hasznélvezői és nemzeti cégeiken keresztül érték el globális hatásukat (pl.: Nokia, Ericsson, Philips, Alstom, Siemens).

*A második erőforrás-koncentráció a biotechnológiai kutatások és a kutatási eredmények katonai célú felhasználásának elősegítése területén valósult meg.*

Ennek titkos, vagy a nemzetközi jog határán egyensúlyozva viszonylag nyíltan vállalt katonai célú alkalmazásait jelentették az elmúlt évszázad utolsó évtizedeiben a biológiai és toxin fegyverek kutatásai. Az ezredfordulóra – részben e fegyverek előállítását és velük való kísérletezést is tiltó nemzetközi egyezmények szigorúbbá válása miatt – számos biotechnológiai felfedezés már nem fegyverként történő hasznosíthatóságban, hanem a hadsereg harckészültségének magasabb szintre emelésében, a kiképzett katonák fizikai adottságainak fokozásában, a harctéri biztonság fokozásában, a logisztika eredményesebbé tételében és a hadászati megelőzésben történő alkalmazásokban talált táptalajra [4,5].

Szükségessé vált ezért pontosabban megállapítani a magán, az egyéb kockázati és az állami tőke leghatékonyabb elosztásának érdekében a katonai biotechnológiai kutatások prioritási szintjeit.

A 2001-2026 közötti időszakra vonatkozó meghatározásra az USA vállalkozott először szövetségi szinten. Az Amerikai Tudományos Akadémia egy 16 tagú tanácsa, a Katonai Tudomány és Technológia Tanácsa (National Academy of Sciences, Board on Army Science and Technology) 2001-re tudományos szakemberek bevonásával kidolgozta azt az Irányelvet, mely alapján a különböző kutatási irányokra súlyozva javasolja a katonai célú kutatástámogatások allokálását [6]. A támogatandó katonai célú biotechnológiai kutatási prioritásokat az 1. táblázat tartalmazza. A tanács végső véleménye szerint azonban csak öt olyan magas prioritású kutatási irány van, melyek költségigényük, de egyben stratégiai kihatásuk miatt kizárólag katonai jellegű tőkebevonással megvalósíthatók.

Ezek a következők:

1. háromdimenziós térfigatati memóriák kifejlesztése robosztus adattárolás céljára,
2. a sebgyógyulás öngyógyító technológiáinak fejlesztése,
3. kis volumenű vakcina előállítási módszerek,
4. shock gyógyszerek,
5. génalapú rétegzett (többszörös védelmet nyújtó) vakcinációk kidolgozása.



1. táblázat. a biotechnológiai eredmények lehetséges katonai alkalmazási területei az USA hadseregében 2001-2026 (Forrás: [6], 74. oldal, 8-1 sz. táblázat. Fordította a szerző)

Az alkalmazás	Jellemzés
Elrejtőzés, álcázás	"lopakodó" képességgel bíró biológiai anyagok, festékek, egyéb fedőanyagok alkalmazása
Harc közbeni azonosítás	biológiai jelzők, melyek segítenek az ellenséges szándékú katonák kiszűrésében
Számítástechnika	DNS alapú számítógépek speciális igények megoldására
Adategyesítés	kiegészítő bimolekuláris memóriák kialakítása, mesterséges intelligencia
Funkcióval bíró ételek	táplálkozás-kiegészítők, emésztés fokozók, energiaraktározást növelők, harctéri azonosítás képessége, felismerhetőség csökkentők, ehető oltóanyagok, gyorsan növekedő növények
Egészség monitorizálás	egészségi állapotjelző eszközök, gyógyítási rangsor felállításának képessége, külső érzékelőkkel való állandó kapcsolat a környezet biológiai vegyi és egyéb ártalmainak felismerésére
Nagy kapacitású adattárolás	robosztus számítógép memóriák minden egyes katonának
Nagy felbontású képalkotás	alternatív biotechnológiai utak a félvezetőkön alapuló képalkotással szemben
Kissúlyú fegyverzet	a katonák és a fegyverzet védelmében öngyógyító biológiai rendszerek fejlesztése
Új anyagok	biológiailag hasznosítható fogyóeszközök, genetikailag módosított fehérjék, megújuló anyagok
Teljesítményfokozás	agyi implantátumok, számítógép beviteli és kijelző modulok alkalmazása, egyéni érzékelés növelése, ellenanyagok beépítése, génműködés ellenőrzése,
Sugárzás biztos elektronika	fehérje alapú komponensek alkalmazása, biomolekuláris vegyes rendszerek alkalmazása, biomolekuláris diódák, biológiai FET-ek alkalmazása (FET: field effect transistors) teljesítménynövelő gyógyszerek
Miniaturizálás	sejtszintű folyamatok, molekuláris elektronika, biochipek, nanotechnológia
Harctéri környezet letapogatása	biochip laboratóriumok: harctéri kémiai-, biológiai és egyéb környezeti ártalmak azonnali, molekuláris szintű érzékelése és azonosítása
Érzékelők hálózata	harc eszközök és katonák által szállított távirányítható érzékelők harctéri alkalmazása
Katonai gyógyszerek	shock elleni szerek, genetikai alapú gyógykezelési módok, oltóanyagok hatékonyságának optimalizálása
Hordozható erőforrások	biológiai alapú "fényelőállítás", sejttalajú energiaforrások
Célfelismerés képessége	Fehérje alapú mintafelismerő eszközök, mesterséges intelligencia
Oltóanyag-fejlesztés	Nem szokványos helyen történő hadviselés esetén, nem ismert kórokozók elleni oltóanyag gyors kifejlesztésének és gyártásának képessége,
Sebgyógyulás	Mesterséges bőr, és szervek előállítása, sebkezelésben a vérzésselállítás és a sebgyógyulás folyamatának gyorsítása

*A harmadik terület, ahol a kutatási, fejlesztési szellemi képességek és anyagi javak szokásostól eltérő mértékű koncentrációja megvalósult, a molekuláris biológia, a humán genetika.*

Az Emberi Genom Projekt [7,8] befejeződése azonban önmagában is hatalmas lendületet adott egy új tudományterület elkülönülésére, mely a katonai genetika.

Jelenleg azonban – áttekintve az elérhető szakirodalmat – a katonai célra is hasznosítható tudományos eredmények általában szerteágazva, specializált laboratóriumok kutatómunkái nyomán kerülhetnek megismerésre [9,10,11].

Az internet legismertebb kereső programjaival, a katonai genetika szempontjából fontosnak tartott kulcsszavakat használva, böngésztem 2010-ben és megtettem ezt közel négy évvel később is (2.a. és 2.b. táblázatok). Jól látható, hogy az elérhető magyar nyelvű oldalak jelentősen alulreprezentáltak ugyan az angol nyelvű portálokhoz viszonyítva, de az utóbbi években a magyar/angol hivatkozások arányában – 0,2 %-ról 1,2 %-ra történt – hatszoros elmozdulás figyelhető meg.

A nemzetközi szakirodalom további áttekintése során az alábbi alapmegfigyeléseket tettem:

1. A genetika katonai célú alkalmazásainak átlátható egységes keretbefoglalása, tagolása nem található. A nemzetközi találatok jelentős száma és az emelkedés dinamikája alapján, valamint a találatok részletes áttekintése után azok tényleges relevanciája az adott témához, arra hívják fel a figyelmet, hogy ezen ismeretanyag összefoglalása és elemzése a katonai tudomány területén új ismereteket nyújthat kutatóknak, és más szakembereknek.
2. Elindulva a rendszerezés útján már kezdetben észleltem, hogy az ismertté vált katonai genetikai alkalmazások jelentős része tárgyak, folyamatok, személyek azonosítására, jelölésére alkalmazható hasonlóan a korábban említett biotechnológiai alkalmazásokhoz. Ezen genetikai jellegű vizsgálatok, technológiák a hadsereg harcászultságának magasabb szintre emelésében, a katonák adottságait figyelembe vevő optimális bevetési gyakorlat kialakításában, a harctéri biztonság fokozásában, a logisztika eredményessé tételében, de a katasztrófavédelemben vagy a katonai konfliktusokban, balesetekben, tömegszerencsétlenségekben elhunytak személyazonosításában, illetve katonai titkosszolgálati feladatok tervezésében, a terrorizmus elleni harcban, a katonai operatív beavatkozások kivitelezésében tölthetnek be fontos előrejelző szerepet.
3. Saját szűkebb tudományos érdeklődési területem a 1990-es évek elejétől indult, mely az emberi örökítő anyag-, a DNS alapú emberi személyazonosítás magyarországi bevezetéséhez szükséges alap kutatásokat jelentette.

Ezen vizsgálatok az emberi génállomány (genom) azon, mai tudásunk szerint információt nem hordozó, úgy nevezett nem kódoló régióinak, szekvenciáinak (általában tandem módon ismétlődő jellegek) vizsgálatát jelentették, melyek sokféleségük miatt alkalmasnak bizonyultak személyek között nagy erejű megkülönböztetésre, diszkriminációra. Az elmúlt évtized fejlődése, különösen a human genom project (HGP) lezárulta viszont lehetőséget teremtett kódoló, információval bíró, különösen külsőleg (fenotípusosan) megjelenő emberi tulajdonságok (pl.: hajszín, szemszín, bőrszín, életkor, testmagasság, kopaszság, egyes betegségek) különbözőségének genetikai jellegű azonosítására és a modern genetikai technológiák prediktív jellegű alkalmazásokat is elérhetővé tettek [12a].

**2.a és 2.b táblázat:** a katonai genetika egyes kulcskifejezéseinek /a.) angol, b.) magyar/ beágyazottsága a világhálón. A találatok száma és változása 2009-2012 között a legismertebb keresőportálok használatával. (a 2009.01.16-án /1/ és 2012.10.14-én /2/ történt keresések eredményei)

a)

Kereső portálok \ Keresett kifejezés	military genetics		military genetic research		genetic weapons	
	/1/	/2/	/1/	/2/	/1/	/2/
<b>Google</b>	2770000	97700000	1790000	18700000	1870000	8480000
<b>Yahoo</b>	11200000	67400000	12000000	66400000	8970000	34600000
<b>MSN Search</b>	2700000	21300000	2580000	18500000	1620000	13000000
<b>Összes találat a 3 keresőmotor eredménye alapján</b>	<b>16670000</b>	<b>186400000</b>	<b>16370000</b>	<b>103600000</b>	<b>12460000</b>	<b>56080000</b>
<b>%-os emelkedés a vizsgált időszakban: /2/:/1/%</b>	<b>1118</b>		<b>633</b>		<b>450</b>	

b)

Kereső portálok \ Keresett kifejezés	katonai genetika		katonai genetikai kísérletek		genetikai fegyverek	
	/1/	/2/	/1/	/2/	/1/	/2/
<b>Google</b>	19700	3740000	12000	410000	15400	131000
<b>Yahoo</b>	24200	8410	2610	22700	13400	2870
<b>MSN Search</b>	983	8300	697	24900	1070	10000
<b>Összes találat a 3 keresőmotor eredménye alapján</b>	<b>44883</b>	<b>3756710</b>	<b>15307</b>	<b>457600</b>	<b>29870</b>	<b>143870</b>
<b>%-os emelkedés a vizsgált időszakban: /2/:/1/%</b>	<b>8370</b>		<b>2989</b>		<b>482</b>	

Ezen a ponton eljutunk a predikcióhoz, ahol a képesség alapú kiválasztás a katonai alkalmazás szolgálatába állítható. Ez a szárnybontogatás stádiumában lévő tudományterület óriási perspektívákkal kecsegtet. Nevezetesen, hogy objektív és reprodukálható vizsgálati módszerekkel támogathatóvá váljon a katonai alkalmasság vizsgálata, a kompetencia alapú oktatás és kiképzés rendszere, sőt az életpálya modell tervezéshez is tárgyilagos adatokat nyerhetünk [12b,13]. A módszer nem kívánja elvetni a jelen szisztémában alkalmazott metodológiát [14], pusztán eddig nem (vagy nem kellő mélységben és tárgyilagossággal) vizsgált adatokkal kiegészítve igyekszik támogatni a természettudományosan is megalapozott döntéshozatalt. A katonai genetikai tudásanyag hihetetlen gyorsütemű bővülése (és ezzel egyidejű gyors amortizációja!) miatt minden állampolgár tudásanyagának ilyen irányú bővítése szükséges és része kell, hogy legyen a társadalmi, politikai, katonai felelős gondolkodásnak [15,16]. Ez vezethet csak el ahhoz, hogy a civil, de különösen katonai területen megvalósuló bármely biotechnológiai és genetikai alkalmazás hasznosságáról, vagy elítéléséről, elvetéséről megalapozottan lehessen nyilatkozni. A magyarországi hadtudományba megkezdődött a katonai biogenetika ismeretanyag beépülése, egyes elemei – a tömegpusztító, és a nem halálos fegyverek rendszerezésére vonatkozó fejezetekben – már megtalálhatók. E pillanatban nem ismert, hogy a hadtudomány előszobájában kopogtató biogenetikai forradalom milyen fogadó

környezetet talál, milyen a katonai graduális és posztgraduális képzésben résztvevők (leendő döntéshozók), oktatók, avagy a jelen katonai döntéshozóinak katonai genetikai fejlesztések alkalmazására vonatkozó adaptációs ereje [17,18].

### Felhasznált irodalom

- [1] E. Klee, O. Merk: The Birth of the Missile: The Secrets of Peenemünde. Hamburg: Gerhard Stalling Verlag. (1963, angol fordítás: 1965)
- [2] [http://www.lanl.gov/history/browse.php?browse\\_subject=origins](http://www.lanl.gov/history/browse.php?browse_subject=origins) (2015.12.10.)
- [3] Kóródi Gyula: A térinformatika új lehetőségei a háborús sérült-ellátásban, Kard és toll: 2002:(1) pp. 139-141. (2002)
- [4] Kóródi Gyula: Az idegrendszer lövési sérüléseinek aktív megelőzése, Kard és toll: 2005:(2) pp. 119-126. (2005)
- [5] Kóródi Gyula: A digitális katona személyi védelem a honvédorvos szemszögéből, Hadmérnök 2006:(Különszám) pp. 1-7. (2006)
- [6] Committee on Opportunities in Biotechnology for Future Army Applications, Board on Army Science and Technology, National Research Council (2001): Opportunities in biotechnology for future army application, The National Academies Press ISBN-10:0-309-08678-7
- [7] B. R. Jasny, D. Kennedy: The Human Genome. Science, 291 (2001) 1153
- [8] J. C. Venter et al.: The Sequence of the Human Genome. Science, 291 (2001) 1341–1351.
- [9] Kóródi Gyula: Szívdobbanásmérő eszköz, mint a nukleáris objektumok, katonai létesítmények, börtönök és határátkelőhelyek biztonságának szolgálatába állítható módszer BOLYAI SZEMLE XXIII.:(3) pp. 123-130. (2014)
- [10] Zsolt Fejes, Gyula Kóródi: Analysis of upper respiratory tract infections in mission circumstances, AARMS 13:(1) pp. 47-52. (2014)
- [11] Zsolt Fejes, Gyula Korodi: Upper respiratory tract infections in the field, MEDICAL CORPS INTERNATIONAL FORUM 1/2014: pp. 22-24. (2014)
- [12] S. Baruch, K. Hudson: Civilian and military genetics: Nondiscrimination policy in a Post-GINA World. AJHG, 83 (2008) 435-444
- [13] Kóródi Gyula: Health screening examinations in cardiovascular risk estimation, AARMS 12:(1) pp. 39-44. (2013)
- [14] C. S. Brion: Department of Defense DNA Registry and the U.S. Government Accounting Mission. Personnel Accounting Community Strategic Planning Conference, August 16-18, 2005., Arlington, VA, USA, <http://www.fas.org/irp/eprint/dod-dna.pdf> (2012-11-05)
- [15] Committee on Veterans Compensation for Posttraumatic Stress Disorder, Institute of Medicine and National Research Council: PTSD Compensation and Military Service. The National Academies Press, ISBN-10: 0-309-10552-8 (2007).
- [16] Kóródi Gyula: Prevention of the cardiovascular diseases – with natural antioxidants, AARMS, 12:(1) pp. 45-48. (2013)
- [17] W. Murray: Military adaption in war. IDA Paper P-4452

[18] R. Christopher: Genesis – The apocalypte. ISBN-10: 1424160227 (In USA 09.30/2007)  
<http://www.prweb.com/releases/2007/12/prweb576709.htm> (2015.12.10)

**SZABÓ József**

[szabo.jozsef95@chello.hu](mailto:szabo.jozsef95@chello.hu)

## **REPÜLÉS A FÖLD HATÁSSZFÉRÁJÁBAN ÚRDINAMIKA SOROZAT – 4. RÉSZ**

### *Absztrakt*

*Cikksorozatunk 4. részében az olvasó találkozik a Föld körüli repülés elvi és gyakorlati kérdéseivel. A cikk bemutatja a legfontosabb matematikai összefüggéseket, majd azt a katonai, tudományos és gazdasági versenyfutást, amely az Egyesült Államok és a Szovjetunió között zajlott az első Holdra szállásért. Végül az Apolló 11 volt az első olyan űrrepülés, amely eljuttatta az űrhajósokat a Holdra. Ekkor hangzott el a híres mondat: „Kis lépés egy embernek, hatalmas ugrás az emberiségnek.”*

*In the 4<sup>th</sup> part of our article series the reader can face with conceptual and practical issues of space flight around the Earth. The present article reviews the most important mathematical interrelations and the military, scientific and economic race between USA and Soviet Union for first landing on the Moon. At the end, the Apollo 11 was the first spaceflight that landed astronauts on the Moon. When it sounded the famous phrase: "That's one small step for a man, one giant leap for mankind."*

**Kulcsszavak:** *űrrepülés, gravitációs szférák, a repülések sajátosságai, start és a Föld körüli pályára állás, a repülési pályák*

## 1. REPÜLÉS A FÖLD HATÁSSZFÉRÁJÁBAN

Az űrrepülés tere tehát a világűr, amelyet minden nyelven — kivéve a magyart —, térségként határoznak meg. A magyar nyelvben Madách Imre, „*Az ember tragédiája*” c. művének megszületése óta űrnek nevezik a Föld körüli, a bolygóközi és a csillagközi térséget. Ez a fogalom igazi értelme szerint nem űr, hanem térség, mert anyag e térségekben is — nagyon kis mértékben ugyan — de mindenhol van. Ezért nevezik más nyelveken az általunk űrnek nevezett környezetet térségnek. E térségekben, vagyis az űrrepülés egy adott égitest, pl. a Föld hatássféráján belüli térségben történik, amely ugyanazon törvényszerűségeknek van alávetve, mint pl. a földi mozgások mindegyike, de — főleg a légkör hiánya miatt — vannak sajátosságai. Ilyen pl., hogy a Föld felszínén a mozgások esetében mindig jelen van a légkör ellenállása, valamint, ha a világűrben gyorsítunk, akkor lassulunk, míg ha lassítunk, a végeredmény gyorsulás lesz. Ez azért van így, mert a gyorsítás után, mivel a centrifugális erő növekszik, az űrobjektum távolodik az erőcentrumtól, miközben helyzeti energiája növekszik, de mozgásenergiája csökken. Ha tehát távolodunk a Föld tömegközéppontjától — értelemszerűen — a helyzeti energia növekszik, miközben a mozgásenergia csökken, mert az űrobjektum fokozatosan lassul. Fékezés esetén az égitest vonzereje növeli hatását, és bár az első időszakban lassulunk, a továbbiakban, a fordított alaphelyzet miatt, a vonzerő hatására egyre nagyobb lesz a sebességünk, és a célbolygóhoz, pl. a Földről indulva, a Vénuszhoz érve, már annak pályasebessége mintegy  $2\text{ km/s}$  értékkel nagyobb lesz, mint a Vénuszé.

Az égitestek, és így a Föld körül is gravitációs mezők helyezkednek el, amelyeket gravitációs *szféráknak*, konkrétan: *vonzási szférának*, *hatássférának*, *Hill-szférának* és *befolyásolási szférának* neveznek. A *vonzási szféra* az a képzeletbeli térség, amelyen belül a Föld vonzereje nagyobb, mint a Napé. Ahol a két erő egyforma nagyságú, az a szféra határa, amely a Föld középpontjától mintegy  $260\ 000\text{ km}$ -re van. A második, vagyis a *hatássféra* az a térrész, amelyen belül a benne lévő égitestek mozgását elsősorban a Föld határozza meg. E képzeletbeli gömbfelület határa a Föld középpontjától kb.  $930\ 000\text{ km}$ -re van. A Hill-szféra a hatássféra határától kb.  $1,5\text{ millió km}$ -ig, míg a befolyásolási szféra  $1,5\text{ millió km}$ -től mintegy  $2,5\text{ millió km}$ -ig tart. Azon túl már a Föld vonzereje olyan csekély, hogy nehéz kimutatni, ezért úgy számolunk vele, hogy gyakorlatilag azon túl már nem befolyásolja a Földtől távolodó űrobjektum pályáját. [1]

A Föld körüli kozmikus repülések többsége a Föld körüli hatássférában, tehát  $930\ 000\text{ km}$ -en belül történik. Így természetesen, a Holdra utazás kérdéseit is a Föld körüli repülések kategóriájába soroljuk. Meg kell itt jegyezni, hogy az űrrepülés a kezdeti szakaszában, elsősorban a Földhöz közeli térségben, ún. parkolópályán kezdődik, s csak ezt követően emelik az űrobjektumot magasabb pályákra. A Föld körüli pályára juttatás magassága alatt tehát az ún. átmeneti, vagy parkolópálya-magasságot értjük. Természetesen, már ezen a kisebb, ún. parkoló-pályamagasságon kezdődő űrrepülés is *három szakaszra* tagozódik.

Az *első szakasz* a starttól a parkolópályára állásig tart, amelyet *aktív szakasznak* is nevezünk, mivel e szakaszon egymásután két vagy három fokozat hajtóművei is működnek — illetve az egyes fokozatok leválasztása időtartamaitól eltekintve, végig tolóerőt fejtenek ki —, miközben az űrkomplexum hasznos terhet, vagyis a Föld körüli pályára állítandó üreszközt a starthelyről a világűr meghatározott pontjába juttatják.

A második a *passzív szakasz*, amely a Föld körüli pályára állás pillanatától mindaddig tart, míg a hajtóműnek a gyorsítás vagy fékezés céljából való bekapcsolására és magasabb pályára állítására, vagy a visszatérés előtti manőver megkezdésére nem kerül sor.

Ha a következő feladat a passzív szakaszról a Földre való visszatérés, akkor e pillanattól kezdődik a *harmadik szakasz*, kezdetét veszi a visszatérő fülke, az űrrepülőgép, vagyis az űrhajósokat magába foglaló űrobjektum adott égitestre — esetünkben a Föld felszínére — való



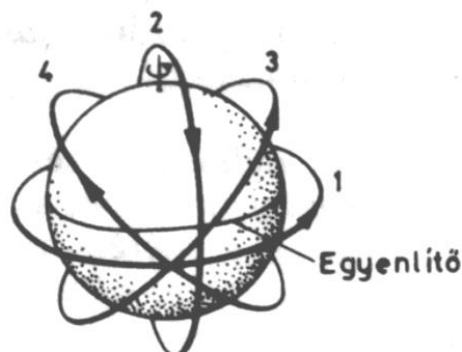
visszajuttatásának a szakasza. E három szakasz sok mindenben különbözik egymástól, ezért e szakaszok sajátosságaival kicsit részletesebben is célszerű megismerkedni.

### A start és a Föld körüli pályára állás dinamikai kérdései

Mint ismeretes, a világon az első ember, aki sikeresen végrehajtotta az „ugrást az ismeretlenbe” Jurij A. Gagarin volt, aki a *Vosztok-1* űrhajóval 181 km magasságon állt pályára, és 180°-kal ellentétes oldalon 327 km magasra emelkedett. Az emelkedés azzal magyarázható, hogy a pályára álláskor a sebessége 52 m/s értékkel több volt, mint a 181 km magassághoz tartozó körpályasebesség. E sebességtöbbletre biztonsági szempontból volt szükség, hiszen ez volt az első emberes űrrepülés, és mindenáron biztosítani kellett, hogy az űrhajó ne térjen vissza idő előtt a sűrű légrétegbe. [8]

Mielőtt egy űrküldetés elindul, hosszantartó tervezői és alkotói munkafolyamatokat végeznek az illetékes szakemberek. Megtervezik az elérendő célnak megfelelő rakétakomplexumot, amely képes az ún. hasznos tömeget, űrállomást vagy bármilyen feladat elvégzésére tervezett űreszközt, űrszondát, a meghatározott magasságú pályára állítani, valamint azt a szükséges sebességgel és a helyi függőlegeshez viszonyított 90°-os szög alatt útjára indítani.

A Föld körüli pályára állítás négy pályasíkon valósítható meg. A pályasíkok lehet *egyenlítői*, *sarki*, *direkt* és *retrográd*. Az első az Egyenlítő, a második a sarkok fölött halad át, míg a direkt pálya a sarki és az egyenlítői pályák között, a Föld forgási irányával megegyező, a retrográd pedig azzal ellentétes irányban áll pályára. [1] Ez utóbbit — logikai és gazdaságossági szempontokat figyelembe véve — nem használják, mivel ebben az esetben elvész az űrobjektumnak a végsebességéhez adódó, a Föld körüli forgási sebességéből keletkező sebesség-összetevője, sőt, azt még egyszer létre is kell hozni, hogy pl. az egyenlítői pályán való indítás esetén, az igen jelentős sebességtöbbletet hasznosíthassák. Mindenki számára érthető, hogy a Föld tengelye körüli forgási sebességének kétszerese, különösen az Egyenlítő közelében jelentős sebességérték lehet, amelynek kétszerese elérheti a 3,2 km/s értéket, s ennek létrehozásához nagy mennyiségű hajtóanyagra lenne szükség. Ezért a retrográd pályát az űrobjektumok Föld körüli pályára állítás során nem alkalmazzák.



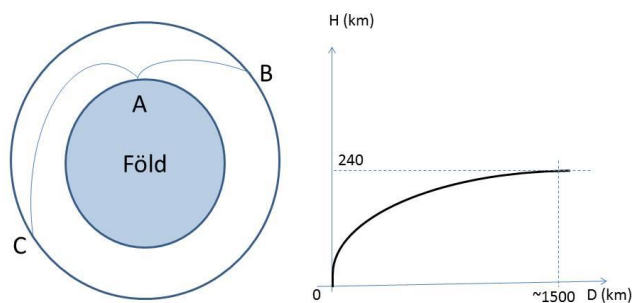
1. ábra. A Föld körüli pályasíkok  
1 – egyenlítői, 2 – sarki, 3 – direkt, 4 – retrográd pálya

Az indulásra előkészített rakétakomplexummal szemben támasztott fontos követelmény, hogy a rakéta tolóereje a start pillanatában legalább 20-25%-kal haladja meg a starttömeg súlyerejét. Ez így van a napjainkig használt rakétáknál is, hiszen pl. a „Szojuz” típusú rakétakomplexum öt rakétahajtóművének tolóereje 5 MN, míg a starton a maximális súlyereje mindössze 3,2 MN. Ennek megfelelően a start pillanatában a tolóerő/súlyerő aránya  $5/3,2 = 1,56$ , vagyis a tolóerő 56%-kal haladja meg a starttömeg súlyerejét. Ennek köszönhetően, a Szojuz űrkomplexum viszonylag nagy gyorsulással indul az aktív szakaszon, és ennek megfelelően, általában 9,5 perc alatt állítja 240 km magasságú pályára a hasznos terhet, vagyis a Szojuz űrhajót, amelynek tömege ekkor még mintegy 7,2 t. Ugyanezeket a viszonyokat

vizsgálva, a *Saturn V* holdrakéta esetében megállapíthatjuk, hogy a  $28\text{ MN}$  starttömeget  $34\text{ MN}^1$  tolóerő indította útjára [1], amely aránynak, értelemszerűen, a tolóerő/tömeg viszonyszáma csak 1:1,21-hez volt, tehát kisebb gyorsulással indul, ezért a  $200\text{ km}$  magasságú körüli pályára, a mintegy  $120\text{ t}$  hasznos tömeget 11,5 perc alatt juttatta fel. Ehhez, a *Saturn V* űrkomplexum az első és a második fokozat, valamint a harmadik fokozatnak az  $1/3$  hajtóanyagát használta el.

A starttól a pályára állásig a repülés felelősségteljes, mondhatjuk fokozottan veszélyes szakasz. E szakaszon bekövetkezett bármilyen apró meghibásodás, a küldetés végét jelentheti. Példaként megemlítem, hogy a rakéta általában hosszú ceruzaalakú komplexum, amely a meghatározott repülési iránytól — a sűrű légrétegen való átjutás során, vagyis emelkedőrepülés közben — eltérhet. Az eltérésről való visszaállításról vagy a főhajtóművek valamelyike, a tolóerő-irányának megváltoztatásával, vagy speciális, a főhajtóművektől a perem felé eső részen elhelyezett segédhajtóművek automatikus működtetésével gondoskodnak. Ha a helyesbítő rendszer nem teljesíti a feladatát, vagyis a rakéta a megengedett lengési határon túlra kileng, már vége is az űrrepülésnek. Ekkor lép működésbe automatikusan a mentőrakéta-rendszer, amely az űrhajósokkal a visszatérő fülkét letépi a komplexumról, oldalra elviszi, és úgy juttatja a földre, mintha a világűrből érkeztek volna vissza a Földre. A sok ezer indítás tapasztalatai alapján ma már kijelenthetjük, hogy ezek az ún. pályán tartó rendszerek ma már igen megbízhatóan dolgoznak, meghibásodásuk nagyon ritkán fordul elő.

A fentiekben felsorolt szakaszokon való repülés mindegyike sajátos, és azon erők alapján különböztethetjük meg, amelyek a repülés során az űrobjektumra hatnak, s amely erők hatására, mindhárom esetben más és más jellegű, az adott szakaszra jellemző pályán haladnak.



2. ábra. Az űrrepülés három szakasza a starttól a passzív szakaszon át a Földre való visszatérésig (Dr. Ványa László grafikája)

Érdeemes itt megjegyezni, hogy az űrobjektumok, az űrrepülés első és utolsó szakaszain — mivel az út nagy részét a légkörben végzik, tehát ezen az útvonalszakaszon az aerodinamikai erők hatása alatt repülnek —, rájuk is az aerodinamika törvényei a meghatározóak. Az űrobjektumnak és a kijelölt pályára állító űrkomplexumnak tehát még mind az aerodinamikai, mind pedig az űrdinamikai követelményeknek meg kell, hogy feleljen. E bonyolult követelményrendszernek megfelelő űrkomplexumokat nem volt könnyű megépíteni, és amíg a biztonságos pályára állítás, valamint a visszatérés problémáit is meg nem oldották, addig embert nem küldhettek a világűrbe.

### Repülési dinamika a kivezetési szakaszon

A kivezetési szakaszon való mozgás célja, hogy az űrobjektumot, a megfelelő magasságon, a térség meghatározott pontjába juttassák, amelyet a földrajzi pont és a felszín fölötti magassági adataival határozhatunk meg. E pontban kezdődik a szükséges körpályasebességre való gyorsítás és a helyi függőlegeshez viszonyított,  $90^\circ$  indulási szög alatti pályára állítás. E

<sup>1</sup> Azt is célszerű itt megjegyezni, hogy — mivel még a forrásmunkákban is téves adatok szerepelnek — a mértékegységeknél  $1000\text{ N} = 1\text{ kN}$ , és  $1\ 000\ 000\text{ N} = 1\text{ MN}$  értéket jelöl.

mutatókat — a biztonságos pályára állítási magassággal együtt — nevezik a Föld körüli pályára állítás feltételeinek, amelyek megteremtése feltétlenül szükséges ahhoz, hogy a továbbiakban, az űrobjektum a már előre meghatározott pályán folytassa útját. A pályára állítással kapcsolatban tudni kell, hogy a körpályán való indítás szinte soha nem valósul meg. Ha ugyanis, a 200 km körüli, Föld körüli pályára állítás során akár a sebességben, akár a meghatározott szög alatti gyorsításban a legkisebb hiba bekövetkezik, máris kis excentricitású, de már ellipszis alakú lesz a pálya. Ha a meghatározott pályára állítási magasság függvényében, a számított értéktől  $\pm 1$  m/s vagy  $1'$  (fokperc) az eltérés,  $180^\circ$ -kal, illetve az indulási szögeltérés esetén  $90^\circ$ -kal a pályára állás után 2-3 km-rel magasabb vagy alacsonyabb lesz a pályamagasság. Ezek a magasságértékek, a központi égitesttől, jelen esetben a Földtől való távoldással növekednek. A Hold pályatávolságán ezek a változási értékek, akár 8-10 km-t is elérhetik.

Az űrobjektumot pályára állító rakétakomplexum, amelynél a hordozórakéta felépítése — ha az indításra a földi indítóhelyről kerül sor —, annak lépcsőiből, illetve fokozataiból és a meghatározott magasságon pályára állítandó hasznos teherből áll. Abban az esetben, ha az indítás pl. egy hordozó-repülőgépről történik, a komplexum a hordozó-repülőgépet, a gyorsítórakétát és a hasznos terhet foglalja magában. A hasznos teher minden esetben maga a meghatározott pályára állítandó űrobjektum, vagy robbanótöltet. A gyorsítórakéta és a hordozórakéta lehet egy vagy többlépcsős. Egylépcsős rakétával — amint azt már tudjuk — nem lehet elhagyni a Földet, de még Föld körüli pályára sem lehet állítani az űrobjektumot, ezért e változatokat általában a haderők alkalmazásában álló kis és közepes hatótávolságú rakéták esetében használják. A többlépcsős rakéta gondolatát még a 19. szd. végén K. Ciolkovszkij vetette fel, miután egyértelműen bizonyította a fenti állítást. Az általa elvégzett számítások során kapott eredmények alapján ugyanis kimondta, a Föld végérvényes elhagyásához egylépcsős rakéta nem elegendő, ahhoz „rakétavonatra”, vagyis többlépcsős rakétára van szükség. [6]

A többlépcsős rakéta működésének lényege abban van, hogy az első fokozat rakétáinak működése után, az addig működő lépcső üres tömegét leválasztják a komplexumról, hogy azt, mint fölösleges tömeget, a továbbiakban ne kelljen gyorsítani. Így járnak el mindegyik lépcső üres tömegével, amely a feladatát már teljesítette. Ennek eredményeként, az egymás után működő rakétalépcsők segítségével — az egyfokozatú rakétáéhoz viszonyítva — jelentősen nagyobb sebesség érhető el, amely így már nemcsak a Föld, de a Naprendszer végleges elhagyására is alkalmas lehet. Igaz, e cél eléréséhez, a rendkívül nagy távolság miatt, a rakéatechnika mai fejlettségi szintje mellett, sok ezer évre lehet szükség. E kérdés tárgyalására, a két Voyager szonda útvonalszámításánál, később visszatérünk, és igazoljuk az itt elhangzott állítást.

Célszerű itt jelezni, hogy a lépcső és a fokozat két különféle fogalmat takar. A többlépcsős rakéták esetében gyakran keverik a lépcsőt a fokozattal, ezért röviden térjünk ki e kérdés magyarázatára. A szakirodalom a lépcsőnek, mint szerkezeti egységnek a fogalmát a pályaszámításnál, a fokozatot ugyanakkor a szerkezeti felépítés leírásánál használja. Egy háromlépcsős rakéta esetében, amely hasznos terhet is szállít, e fogalmakat a következőképpen kell érteni:

- első lépcső: első + második+harmadik fokozat+ hasznos teher;
- második lépcső: második + harmadik fokozat + hasznos teher;
- harmadik lépcső: harmadik fokozat+hasznos teher.

A fokozat leírása többek között azért is szükséges, mert a pályaszámításhoz az egyes lépcsők tolóerejét is ismerni kell. Ez a fenti rakéta esetében a következő: Első lépcső tolóereje, ha pl. a *Saturn V* holdrakéta példáját vesszük, az első fokozat tolóereje, amely indítja a komplexumot, és működése alatt, mintegy 45-50 km magasságra juttatja fel a komplexumot. A második lépcső tolóereje a második fokozat tolóereje, amelynek segítségével a tervezett pályamagasság közelébe juttatja fel, és az első kozmikus sebességet megközelítő értékre gyorsítja a még

megmaradt tömeget. A harmadik lépcső tolóereje a harmadik fokozat tolóereje, amely a pályára állítandó tömeget — a Föld körüli pályára állítási magasságra érvényes első kozmikus sebesség értékére gyorsítja a hasznos terhet. [7]

Azt a szakaszt tehát, amelyen az egyes fokozatok rakétahajtóművei működnek, *aktív repülési útszakasznak* nevezik. Ha a pályára álláshoz egylépcsős rakétát alkalmaznak (ez esetleg a repülőgépről való indításnál jöhet szóba, de még itt is, általában kétlépcsős rakétát alkalmaznak), az egész útszakasz *aktív*, míg a hordozórakéta alkalmazása esetén, az aktív szakasz — a lépcsők számától függően — több részből áll, s köztük egy-egy rövid tehetetlenségi szakasz is van. Ezeken a szakaszokon választják le a kiürült fokozatokat és távolítják el azokat a komplexumtól, majd pedig ezután indítják a következő fokozat rakétahajtóművét vagy hajtóműveit. A pályára állítási magasság elérését követően a hasznos teher sebességét a magasságnak megfelelő első kozmikus sebességre növelik, s irányát beállítják a helyi függőlegeshez viszonyítva  $90^\circ$ -ra, s így állítják véglegesen a kijelölt pályára.

Esetenként a hasznos teher fogalmába, vagyis a Föld körüli pályára állítandó tömeg fogalmába beletartozik a harmadik fokozat és a megmaradt hajtóanyag-mennyiség is, mivel a cél, hogy az űreszköznek valamely más égitestre vagy magasabb pályára (pl. geostacionárius pályára, vagy a Hold felé vezető pályára) való állítása. Így pl. az első emberek Holdra szállítása alkalmával a háromfokozatú *Saturn V* rakéta felhasználása esetén is ezt a Föld körüli pályára állítási módszert alkalmazták. A holdutazások alkalmával pl. kb. 120 t tömeget kellett Föld körüli pályára juttatni, s ebben benne volt a harmadik fokozat üres tömege, s a hajtóanyagának kb. a kétharmada. A Hold felé azonban, a harmadik fokozat megmaradt hajtóanyagával való gyorsítás után, már a harmadik fokozat üres tömegét, valamint az *Apollo* űrhajót és tartozékait (a holdkompot, és az utolsó három küldetés során a holdautót) gyorsították a szükséges, kb. 10,9 km/s sebességre. Ebben az esetben az érkezési sebesség mintegy 0,5 km/s volt. A Holdra szállások alkalmával, az égi kísérőnk körüli pályára állított hasznos teher együttes tömege mintegy 45–47 t, mínusz a pályára állás során a fékezéshez felhasznált hajtóanyag tömege volt, amely kb. 1-2 t lehetett.

A repülési program általában olyan, hogy a Föld körüli pályára állás magassága egyúttal a további pálya perigeuma (földközeli pontja) lesz, s a Föld körüli pályára állási sebességtől függően, az apogeum (földtávoli pontja), általában magasabban lesz, tehát az űrobjektumok szinte minden esetben ellipszis pályán haladnak. Az űrobjektum pályára állása során a függőleges iránytól való eltérés után, a komplexumra az alábbi erők hatnak: a legfontosabb erő, az éppen működő lépcső rakétahajtóművének tolóereje ( $P$ ), a nehézségi gyorsulás okozta erő (tömeg szorozva gyorsulással —  $G$ ), a levegő ellenállása ( $X$ ), valamint a felhajtóerő ( $Y$ ). A sebességváltozást az alábbi egyenlet alapján határozhatjuk meg:

$$m \frac{dv}{dt} = P - X - G \sin \theta, \quad [3] \quad (1)$$

ahol: a  $\theta$  – a sebességvektornak a helyi függőlegeshez viszonyított szöge.

Megjegyezzük, hogy az (1) egyenletben az űrobjektum  $v$  sebességvektorát, vagyis az űrobjektum pályasíkját geocentrikus rendszerben számoljuk, amelynek egy távoli csillaghoz viszonyított szögértéke nem változik, miközben alatta a Föld elfordul. A pályára állított űrobjektum tehát függetleníti magát a Föld forgásától, vagyis a pályasík nem vesz részt égitestünk forgásában.

A rakéta tolóerejét, amelyet az aktív szakaszon kifejt, az alábbi képlet segítségével határozhatjuk meg:

$$P = -w_e \frac{dm}{dt}, \quad [3] \quad (2)$$

ahol:  $m$  – az űrobjektum tömege, amely a hajtóanyag fogyasztása ütemében változik;  
 $w_e$  – a kiáramló gáz effektív sebessége;

A levegő ellenállása is az aerodinamikából ismert képlet alapján határozható meg:

$$X = c_x S \frac{\rho v^2}{2}, \quad [2] \quad (3)$$

ahol:  $c_x$  – a levegő ellenállásának tényezője;  
 $S$  – a komplexum legnagyobb homlokfelülete;  
 $\rho$  – az atmoszféra sűrűsége;  
 $v$  – az űrobjektum sebessége.

Amint a (3) képletből is láthatjuk, a repülési sebesség következtében a repülőszervezetre ható ellenállás a sebességgel négyzetesen növekszik. A kozmikus eszköz végsebességét ( $v_v$ ) a kivezetési szakaszon, az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

$$v_v = v_k + (\Delta v - \Delta v_\Sigma), \quad [3] \quad (4)$$

ahol:  $v_k$  – a kezdősebesség, amely a Föld szélességi fokának  $\cos$ ., illetve a tervezett pályasíkjának a  $\sin$ . értékétől függ;  
 $\Delta v$  – a komplexum ideális, vagyis jellemző sebessége;  
 $\Delta v_\Sigma$  – a sebesség összes, gravitációs és légellenállási vesztesége.

A kozmikus komplexum kezdősebessége tehát nem más, mint a start földrajzi helyének a Föld forgásából adódó mozgássebessége, amely földi start esetén az alábbi képlet segítségével határozható meg:

$$v_k = 0,465 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \beta \text{ (km/s)}; \quad [3] \quad (5)$$

$$v_k = W + 465 \cdot \cos \varphi_{st} \cdot \sin \beta_{pá.} \text{ (km/s)}, \quad [3] \quad (6)$$

amely képletben:  $W$  – az indítást végző repülőgép földfelszín feletti sebessége ( $m/s$ );  
 $\varphi_{st}$  – a starthely szélességi foka;

$\beta_{pá.}$  – az űrobjektum pályasíkszöge (az É-i irány és a pályasík által bezárt szög).

A repülési sebességveszteségek összege a  $v_\Sigma$ , amely magában foglalja a nehézségi gyorsulás ( $\Delta w_g$ ), valamint a levegő okozta ellenállást. A gravitációs sebességveszteséget az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

$$\Delta v_g = \int g \cdot \sin \theta dt. \quad [3] \quad (7)$$

E veszteség értéke a  $\theta$  szög változási programjától függ, amely a függőleges és a rakéta repülésének pályaszöge, és ha ez a szög állandó értékkel csökken, a veszteség kb. a fele annak, mintha folyamatosan, a meghatározott pályára állás magasságára  $90^\circ$ -os szög alatt juttatnánk fel az űrobjektumot. A gyakorlat során szerzett tapasztalat azt igazolja, hogy a fentebb említett két ellenállás legyőzéséhez, a startrakétában mintegy 20%-kal több hajtóanyagot kell elhelyezni. Ez jelentős többlet, hiszen ez, a *Szojuz* rakétánál kb. 40–50 t hajtóanyag-többletet jelent, de annak idején, a *Saturn V* holdrakéta esetében, már mintegy 500 t hajtóanyag-többletként jelentkezett, s ez bizony már jelentős mennyiség. Nem véletlen, hogy a

*Saturn V* első fokozatának 2200 t tömegéből 2049 t volt a hajtóanyag tömege, s így a száraz, vagyis az üres tömegre mindössze 151 t jutott.

A levegő ellenállása hatásának kiszámításához az alábbi képletet alkalmazhatjuk:

$$\Delta v_x = \int_0^{t_{pi}} \frac{x}{m} dt \quad [3] \quad (8)$$

Ennek értéke függ a sebességnövekedés programjától, a repülési magasságtól és az űrkomplexum állásszögétől. A  $\Delta v_x$  veszteségnek az értékét úgy csökkentik, hogy a komplexum, a legsűrűbb légréteget lehetőleg a leggyorsabban maga mögött hagyja, azon tehát függőleges irányban halad át (így a legrövidebb a megteendő távolság), amikor még viszonylag nem nagy a sebessége. Ennek megfelelően, még az ellenállás sem növekszik jelentős mértékben. Amint korábban már említettük, a légköri ellenállás a sebesség növekedésével négyzetes arányban növekszik, s a sűrű légrétegen való áthaladás során így a legkisebb a valószínűsége, hogy a komplexum a levegő nyomása következtében bármilyen sérülést szenvedjen. Ezt szükséges is elkerülni, hiszen bekövetkezése esetén már vége is a küldetésnek, amelynek költsége százmillió, de akár milliárdos értéket is képviselhet. Csupán érdekességként jegyezzük meg, hogy pl. a *Space Shuttle* rendszer esetében, a Föld körüli pályára állítás során, a 15-25 km-es magasságtartományban a három folyékony hajtóanyagú rakéta teljesítményét csökkentik, mert ott a teljes tolóerő alkalmazása esetén — a szerkezeti sajátosságok, illetve a homlokfelület  $S$  viszonylag nagy értéke miatt —, a levegő ellenállása a szerkezeti elemek sérülését okozhatja. Az első lépcső működése során a főtartály, a két szilárd hajtóanyagú rakéta és az űrrepülőgép képezi a szerkezeti elemeket, s ezek homlokfelülete elég nagy, ezért célszerű a sebességcsökkentés.

### Manőverek a világűrben

A Föld körüli térségbe kijuttatott űrobjektum, miután sikeresen pályára állt, háromféle manővert hajthat végre. Ezek lehetnek: *gyorsítás, fékezés és oldal irányú manőver*. Az első kettőre akkor kerülhet sor, ha magasabb vagy alacsonyabb pályára kívánjuk állítani az űrobjektumot, a harmadikra pedig akkor, ha valamilyen okból kifolyólag — pl. abból a célból, hogy az űrállomással a találkozás megtörténhessen —, meg kell változtatni a pályasíkot.

Gyorsítással — ahogy arra már korábban is utaltunk —, az űrobjektum magasabb, fékezéssel pedig alacsonyabb pályára tér át. Ez következik abból, hogyha növekszik a sebessége, akkor a centrifugális erő növekszik, nagyobb lesz, mint a Föld vonzereje, ezért az űrobjektum távolodik mindaddig, amíg sebessége annyira csökken, hogy a Föld vonzereje azt ismét közelítő pályára kényszeríti. Ettől kezdve ellipszis pályán kering az őt fogva tartó erőcentrum, jelen esetben a Föld tömegközéppontja körül. Megismételjük, e manőver alkalmazása során a pályasík nem változik.

Tudni kell: az égitestek hatássféráján belül a manőverek során az űrobjektum úgy viselkedik, mint az inga, amely soha nem áll meg ott, ahol az inga szára a Föld középpontja felé mutat. Ugyanígy az űrobjektum sem olyan magasságig emelkedik, amely magasságon sebessége megfelel az ott érvényes körpálya-sebességnek, hanem a tehetetlenségi ereje, vagyis a lendülete annál tovább viszi, és amikor ez az erő már elfogy, elindul a süllyedő pályán vissza, nagyjából arra a magasságra, amelyről az emelkedést elkezdte. Ha pl. 200 km-en gyorsítunk, és az indulási sebességet 50 m/s-mal növeljük, akkor kb. 350 km körüli magasságra emelkedik az űrobjektum, de pályasebessége a körpálya-sebességével megegyező értékű kb. 256 km magasságon lesz. A további emelkedés már a lendület, vagyis a tehetetlenségi erő következményeként jön létre. Így pl. az első emberes űrrepülés során a Gagarint szállító űrhajó indulási sebességét 52 m/s értékkel növelték, és e többletsebességgel az apogeumban 327 km magasságra emelkedett, s onnan kezdte meg a süllyedést, majd a fékezés hatására megkezdte a visszatérési manővert, hogy a sűrű légrétegbe való belépés a meghatározott szög alatt történjen.

Ha a gyorsítás — egy meghatározott esetben — 200 km magasságú pályáról, az ottani első kozmikus sebességgel indul (7,788 km/s), és a cél egy magasabb pályára állás, akkor azt az ún. *kétimpulzusos manőver* alkalmazásával végzik. Ha nem ezt a módszert alkalmazzák, akkor az űrobjektum perigeuma ugyan magasabban lesz, de az apogeum ugyanolyan a magasságú marad, mint amilyen volt, vagyis amelyről az űrobjektum a magasabb pálya felé elindították. Ezért az első gyorsítás után a 180°-kal ellentétes oldalon, amikor a megfelelő magasságot elérte, de ott már kisebb a sebessége, mint azon a magasságon érvényes első kozmikus sebesség, ismét bekapcsolják a hajtóművet, s az űreszközt a szükséges sebességértékre gyorsítják.

Mivel az új magasságra való jutáshoz a hajtóművet kétszer működtetik, vagyis két alkalommal kerül sor sebességnövelésre, ezért ezt a módszert *kétimpulzusos manővernek* nevezik. Ha a fenti magasságról való indulást vesszük alapul, s a hajtóművet 30 s időtartamra kapcsolják be, akkor földtávolsági magasság kb. 100 km-rel lesz magasabban. Itt az első kozmikus sebesség értéke 7,730 km/s-ra csökken. Az űrobjektum sebessége viszont ennél már kisebb lesz, tehát ekkor szükséges a második impulzus és a szükséges időtartamú gyorsítással létre kell hozni az első kozmikus sebességet, annak érdekében, hogy az elért pályamagasság közelében tartsuk az űrobjektumot. Ez, természetesen, a fedélzeti és a központi számítógép ellenőrzése alatt történik, amelynek segítségével meghatározzák a második impulzus, vagyis a hajtómű bekapcsolásának időpontját és időtartamát.

Ha az űrobjektumot a Hohmann-ellipszis alkalmazásával emeljük magasabb pályára, és a hajtóművek másodszori kapcsolására nem kerül sor, akkor az űrobjektum, elérvén a repülési pálya legfelső pontját, onnan visszatér az indulási magasságra, és a továbbiakban mindaddig ezen a pályán halad, amíg valamilyen beavatkozás a pályamódosítás érdekében nem történik. Ez a beavatkozás lehet vagy a második impulzussal a magasabb pályán tartás, vagy a visszatéréshez való előkészület.

Ha a sebességet a sűrű légrétegbe való bejutás céljából csökkentjük, pl. a visszatérés előtt, akkor az űrobjektum a Földet közelítő pályára tér, mígnem bejut a sűrű légrétegbe, majd sebességét a sűrűsödő légrétegben fokozatosan elveszíti, s a megfelelő manőver után ejtőernyővel ér földet, vagy repülőgépes módszerrel hajtja végre a leszállást. Ekkor ugyanis, egy bizonyos magasságvesztés után nem emelkedhet vissza az űrobjektum a kezdeti magasságra, mert közben a sűrűbb légrétegben már a légköri ellenállás veszi át a pálya alakulását meghatározó szerepet, és egyre intenzívebben fékezi a visszatérő űrobjektumot, amely ennek következtében végleg elveszíti abbéli képességét, hogy magasabb pályára emelkedjen.

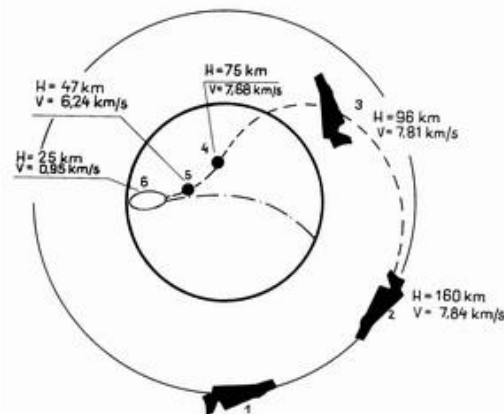
Hasonlóképpen járnak el, ha magasabb pályáról alacsonyabbra kívánják az űrobjektumot átvinni, de ebben az esetben olyan sebességcsökkentésre kerül sor, amellyel az új ellipszispálya nem éri el a sűrűbb légréteget, ezért sebessége egyre nagyobb lesz, és az alsó pont elérését követően elindul fölfelé, mígnem, megközelítően eléri az indulási magasságot. A „*megközelítően*” fogalom itt azt jelenti, hogy amennyi m/s sebességet veszít az űrobjektum a perigeumban a ritka légkör ellenállása miatt a Földhöz közeli magasságtartományban, a további emelkedés során annyiszor 2,5–3 km magasságot veszít az apogeumban. Ilyen esetben — ha pl. a Föld körüli pályára állás jelentős magasságon történik, és az indulási sebesség kisebb az adott magasságon érvényes első kozmikus sebességnél — az apogeum és a perigeum helye akár fel is cserélődhet. (L. a Kubászov–Farkas páros pályára állását, amikor a pályára állás 240 km-en történt, és a 180°-kal ellentétes oldalon a magasságuk kisebb, mindössze 197 km volt). A számítógép ekkor azonban jelezte, hogy a kialakult szituáció biztonságos, a három kör pihenő alatt az űrhajó nem kerülhet veszélybe, vagyis nem kerülhet a sűrű légrétegbe, amely kedvezőtlenül befolyásolhatná a további repülés biztonságát.

Ha az űrobjektum leszállási manőver megkezdése céljából csökkenti a sebességét, akkor az olyan értékű lesz (150–200 m/s), amely biztosítja a megfelelő ablakon való beérkezést a sűrűbb légrétegbe. Ez azt jelenti, hogy a visszatérő fülke olyan szög alatt lép be a sűrűbb légrétegbe,



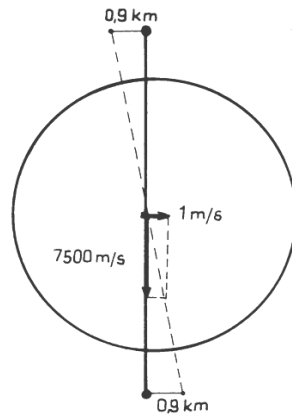
amely biztosítja, hogy a visszatérő objektum ne ugorjon el a sűrűbb légrétegről és ne térjen vissza a magasabb légrétegbe, de amely nem is nagyobb a számítottnál. Ha nem a kijelölt ablakon ( $4-5^\circ$ ) jut be az visszatérő fülke vagy űrrepülőgép a sűrű légrétegbe, hanem annál kisebb a belépési szög, akkor fennáll a sűrű légrétegről való visszapattanás veszélye. Ebben az esetben a leszállás helye bizonytalanná válik. Ugyancsak bizonytalanná válhat a leszállás helye, ha a belépés a megadottnál nagyobb szög alatt történik, ekkor ugyanis a visszatérő eszköz parabolapályára állhat, s jóval nagyobb lesz a terhelési többlet, valamint a felmelegedés, sőt a megsemmisülés veszélye is fennállhat. Az irányítástechnika fejlődése ma már e veszélyhelyzeteket minimálisra csökkentette, s ilyen probléma már az utóbbi időszakban, a gyakorlatban szinte soha nem fordult elő.

Van viszont olyan pályamódosítás is, amikor a hatássférán belül, nagyobb magasságról érkezik vissza az űrhajó, akkor vezérelhetik olyan pályára, amely meghatározott magasságon nagy sebességgel érinti a légkör felső rétegét, azzal a céllal, hogy az űrhajó sebességét így, vagyis a légköri ellenállás felhasználásával csökkentsék. Az ilyen manőver során a sebességet, a légköri ellenállást kihasználva, azt a célt szolgálja, hogy a sebesség csökkentéséhez kevesebb hajtóanyagot kelljen felhasználni. Ez különösen fontos lehet, amikor az űrobjektum nagyobb távolságról, pl. a Holdról vagy a Marsról tér vissza, s a rendelkezésre álló hajtóanyag-mennyiség eléggé korlátozott. Ilyenkor célszerű a légköri ellenállás kihasználása az objektum bizonyos mértékű lefékezésére. Ez úgy történhet, hogy a visszatérő űrobjektumot olyan magasságra vezérlik, amilyen magasságon a fékezés következtében keletkező hő az űrhajó épségét még nem veszélyezteti, de a sebességét jelentősen képes csökkenteni. Ezt a manővert több esetben is végrehajthatják, ha a tervezett sebességcsökkentés jelentős mértékű kell, legyen.



3. ábra. A Space Shuttle rendszer űrrepülőgépének sebességértékei a Földre való visszatérése során (MSz. archív)

Az oldalirányú manőver végrehajtása esetén a pályasíkra merőlegesen hoznak létre impulzust, amely a Föld középpontján áthaladó pályasíkot változtatja meg. Ebben az esetben  $1\text{ m/s}$  oldalirányú impulzus  $90^\circ$ -nál közel  $1\text{ km}$ -rel változtatja az űrhajó térbeli pályasíkját. Ez nem túlságosan nagy érték, ezért — mivel  $1^\circ$   $250-300\text{ km}$  tengerszinttől mért pályamagasság esetén mintegy  $100-120\text{ km}$ -t jelent — az  $1^\circ$  helyesbítése érdekében, mintegy  $120-130\text{ s}$  időtartamú hajtómű-működtetésre lenne szükség, ami az esetek többségében nem áll rendelkezésre.



4. ábra. Az oldalirányú manőver és annak eredménye [3]

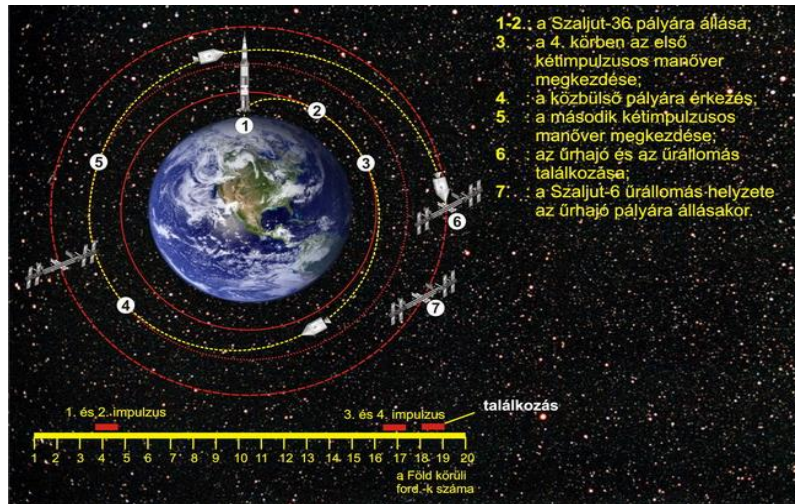
Az űrobjektumok ilyen jellegű manővereire általában akkor kerülhet sor, ha pl. az űrhajót össze akarják kapcsolni a magasabb pályán keringő űrállomással, de a két objektum pályasíkjai eltérnek egymástól. A Kubászov–Farkas páros azzal a céllal emelkedett a világűrbe, hogy összekapcsolódjon a *Szaljut-6* űrállomással. Ennek érdekében az űrhajóval 240 km magasságban álltak pályára, a pályaszögük megegyezett az űrállomáséval, de a közepes pályamagasság kb. 218 km volt. Ezt a számítógép nyilván azért fogadta el, mert — ahogyan már korábban utaltunk rá, ilyen viszonyok mellett is — a három kör megtétele abszolút biztonságos volt. Mivel oldalirányú manőverre nem volt szükség, csak a kétimpulzusos manővert hajtották végre, és az első ilyen manőver után 290 km közepes magasságon keringtek. Ezen a magasságon, a 17. körben utolérték, illetve megközelítették az űrállomást, amely ekkor már 350 km közepes magasságú pályán keringett, s megkezdheték a találkozási manővert, vagyis a megközelítést és az összekapcsolást. Az űrállomás megközelítése utoléréssel történt, s mivel az űrállomással nem lehetett sebességmanővert végezni, ezért az csak passzív szerepet játszik a megközelítési manőver során.

Összegezve a Kubászov–Farkas páros megközelítési manővereit, a pályára állást követően három kört tettek meg a 218 km-es átlagmagasságú pályán, majd elvégezték az első kétimpulzusos manővert. Folytatva a megközelítést, a 17. körben ismét kétimpulzusos manőverre került sor, amelynek segítségével megközelítően az ekkor már elfoglalt 290 km magasságú pályáról az űrállomás magasságára, vagyis közel 350 km magasságra emelkedtek. Ekkor már annyival kisebb volt a magasságuk, amennyit a megközelítés során az átlagos megközelítési sebességük miatt még emelkedtek. A megközelítés időtartama, vagyis kb. 30 perc alatt mintegy 15–20 km lehetett a magasságnövekedésük (a Szerző saját számítása). A két objektum találkozását követően kezdődött az összekapcsolódás, amelyet az automatika végzett. A két objektum helyzete a második kétimpulzusos manőver előtt az alábbi volt:<sup>2</sup>

	1980. máj. 19-én:	máj. 27-én:	$V$ km/s
Szaljut-6: $H_{max}$	= 368,46 km;	360,48 km,	7,691097
$H_{min}$	= 348,73 km	340,85 km,	7,702381
$t$	= 91,49 perc	91,36 perc,	
	$i = 51,6$ fok.		

Szojuz-36: $H_{max}$	= 319,06 km,
$H_{min}$	= 263,07 km,
$t$	= 90,08 perc,
	$i = 51,6$ fok.

<sup>2</sup> Az adatokat Szerző jegyezte le a moszkvai irányító központban



5. ábra. A Kubászov–Farkas páros útja a starttól az összekapcsolásig (Dr. Varga Ferenc grafikája)

A fenti ábra részleteit, valamint a alábbiakban felsorolt adatokat, miután azok a képernyőn megjelentek, a moszkvai irányító központban jegyeztem fel. A megközelítési sebességértékek a következők voltak: az űrállomástól 8,5 km-ren kezdődött az adatközlés, s ekkor a megközelítési sebesség 11,5 m/s volt. A továbbiakban: 1102 m-en – 4,6; 398 m-en – 1,75; 100 m-en – 0,56; 20 m-en – 0,40; 15 m-en – 0,31 m/s volt. A további adatok ugyan már nem jelentek meg a képernyőn, de a konkrét találkozáskor a megközelítési sebesség kb. 0,15 m/s lehetett. Ebből kiszámolva, a közepes megközelítési sebesség mintegy 5,825 m/s volt. Ezzel az átlagos megközelítési sebességgel, mintegy 30 percre volt szükségük, hogy az űrállomással összekapcsolódhassanak.

A két objektum megközelítési sebessége az összekapcsolódás pillanatában mintegy 0,15-m/s lehet. A sebesség ilyen értékre való csökkentésére azért van szükség, mert az űrhajó ugyan a súlytalanság állapotában van, de tömege igen nagy, mintegy 7 t, így ha mozgásban van, a tehetetlenségi ereje jelentős lehet. Az űrhajó és az űrállomás épségének megőrzése szükségessé teszi, hogy az ütközés során a tömeg ereje ne legyen nagyobb a tervezettnél, nehogy akár az űrhajón, akár az űrállomáson sérülést okozzon, és dehermetizáció lépjen fel.

Amint arra számos példa volt, az űrhajóval akkor is manővert hajtanak végre, ha az, pl. a Hold irányába indul, de akkor is, ha ki akarják azt juttatni a bolygóközi térbe, ha pl. a Mars vagy a Vénusz, esetleg más bolygó felé kívánják irányítani. E kérdések részletes bemutatására később visszatérünk.

Most vizsgáljuk meg a Föld körüli pályán keringő űrobjektum sebességének meghatározását. A pályaszámításokhoz — amint azt már a kozmikus sebességek fizikai hátterének megismerése során bemutatottuk — szükséges, hogy ismerjük a közepes pályamagasság, valamint a Föld gravitációs mutatójának az értékeit. Közismert, hogy a gömbszimmetrikus testek vonzerejüket úgy fejtik ki, mintha teljes tömegük a tömegközéppontjukban lenne. Ezért kell a számításoknál a keringési pálya sugarát a Föld tömegközéppontjától számítani. Ennek meghatározása, mivel a számításokat mindig körpályára vonatkoztatva végezzük, először azt mutatjuk be, hogyan kell egy ellipszispályából olyan körpályát kialakítani, amelynek átlagos sebessége, és közepes magassága, de a keringési ideje is megegyezik az ellipszis pálya hasonló adataival. Ehhez, a repülési pályának az apogeum- és perigeum tengerszint fölötti magasságát összeadjuk, kettővel elosztjuk, s az így kapott magasságértéket hozzáadjuk a Föld közepes sugarának értékéhez. Ez képlet formájában a következő lesz:

$$r = R_0 + \frac{H_a + H_p}{2} = 6371 \text{ km} + \frac{240 \text{ km} + 197 \text{ km}}{2} = 6589,5 \text{ km} \quad [3] \quad (9)$$

Itt, ahogyan arra már utaltunk, az a ritka helyzet állt elő, amikor a perigeum-magasság kisebb volt az apogeum-magasságnál, de ez a repülésbiztonságot nem veszélyeztette. A Kubászov–Farkas páros tehát egy olyan ellipszispályára állt a start után, amelyen a pályájuknak megfelelően, a repülési pálya sugarának az értéke a Föld középpontjától  $r = 6589,5 \text{ km}$  volt. A pályasugár értékének megfelelő átlagsebességük mintegy  $v = 7,777 \text{ km/s}$  volt. Keringési idejük a Föld körüli pályára állás után — ugyancsak a fenti adatokkal és az alábbi képlettel számolva,  $1^h 24^m 24^s$  volt. Az ellipszis ilyen formában való átszámításával körpályává, bármely pályára kiszámíthatjuk a szükséges adatokat.

A Föld körüli repülés időtartamának a kiszámítása az alábbi képlet segítségével történhet:

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{K_F}} \cdot a^{3/2} = \frac{6,28}{631,348} \cdot 5689,5^{3/2} = 0,00995 \cdot 534907,51 = \quad [3] \quad (10)$$

$$= 5322,33 \text{ s} = 1^h 24^m 24^s$$

Az adott égitest mozgása, így a Föld körüli pályán mozgó űrobjektumé is, centrális erőterben, a keringés kiinduló adatainak függvényében mozog. Ez azt jelenti, hogy a tömegközépponttól való közepes távolsága  $r_0$ , valamint sebesség  $v_0$  és a hajtómű tengelyének iránya határozza meg a további mozgását. A centrális erőterben a potenciális energia ( $E_p$ ) a következő lesz:

$$E_p = -\gamma \frac{Mm}{r_0} = -\frac{Km}{r_0}; \quad [3] \quad (11)$$

Az energia-megmaradás törvényének megfelelően, az űrobjektum mozgási energiájának és a potenciális energiájának az összege bármely pillanatban – állandó értékű. Ezért leírhatjuk:

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{Km}{r_0} = \frac{mv^2}{2} - \frac{Km}{r}; \quad [3] \quad (12)$$

Ebből következik, hogy a távolodási sebesség bármely távolságon, az alábbi képlet segítségével határozható meg:

$$v^2 = v_0^2 - \frac{2K}{r_0} \cdot \left(1 - \frac{r_0}{r}\right); \quad [3] \quad (13)$$

A körpálya az ellipszis sajátos esete, amelynél a fókusza egybeesik az égitest tömegközéppontjával, a nagyféltengely pedig megegyezik a sugárral, vagyis a nagyféltengely  $a = r$ . Ezen az alapon kimondhatjuk, hogy a már korábban megjelent részben, a kozmikus sebességek cím alatt tárgyaltaknak megfelelően, a körpályán mozgó égitest sebessége az alábbi képlettel fejezhető ki:

$$v_k = \sqrt{\frac{K (km^3 / s^2)}{r (km)}} \quad (14)$$

Ha tehát az adott ellipszisnek megfelelő körpálya sugarát  $6671 \text{ km}$ -nek vesszük, olyan körpályát kapunk, amelynek a korábban jelzett mutatói megfelelnek az ellipszispálya hasonló mutatóinak. Ebben az esetben a közepes pályasebességet az alábbi képlettel határozhatjuk meg:

$$v_1 = \sqrt{\frac{K_F \text{ km}^3 / \text{s}^2}{r_0 \text{ km}}} = \sqrt{\frac{398\,600 \text{ km}^3 / \text{s}^2}{6671 \text{ km}}} = \sqrt{59,751 \text{ km}^2 / \text{s}^2} = 7,730 \text{ km/s}. \quad (15)$$

Így tehát, viszonylag egyszerű képlet segítségével megkaphatjuk a közepes pályasebesség értékét, s ennek birtokában más adatokat is kiszámolhatunk. Most határozzuk meg, ezen a pályán mennyi lesz az űrobjektum keringési ideje. Ehhez kell az  $a$  értéke, amely jelen esetben ugyanannyi, mint az  $r_0$ ,  $a = 6671 \text{ km}$ . A megoldás az alábbi képlet segítségével történik:

$$T_{\text{ker}} = \frac{2\pi}{\sqrt{K_F}} \cdot a^{3/2} = \frac{6,28}{631,3} \cdot 6671^{3/2} = 0,00995 \cdot 544862 = 5422 \text{ s.} \quad (16)$$

A keringési idő tehát 5422 másodperc, amely megfelel 90,36 percnak, vagyis pontosan 1 óra 30 perc és 22 másodpercnak. Ez tehát a valóságban jelzett ellipszispályán keringő űrobjektumnak is a tényleges keringési ideje. Ha a keringési időt a fenti képlettel határozzuk meg, végig követhetjük a képlet mögötti fizikai folyamatot, s követhetjük annak lefolyását. Egyébként, sürgős esetben, köridőt az alábbi képlet segítségével is meghatározhatjuk:

$$T^2 = \frac{a^3}{10095} = \frac{6671^3}{10095} = \frac{2968744497 \text{ 00}}{10095} = 29408068 \text{ s;} \quad (17)$$

$$T = \sqrt{29408068} = 5423 \text{ s.}$$

### A távolodási sebesség meghatározása bármely távolságon

Gyakran szükség lehet olyan képletre is, amelynek segítségével, az erőcentrum középpontjától bármilyen távolságban meghatározhatjuk a távolodási sebesség értékét. Erre az energia-megmaradás képletéből származtatott (13) képletet használhatjuk. Ennek segítségével meghatározhatjuk a távolodási sebességet pl. a Hold hatásszférájának az elérésekor, vagy bármilyen más távolságon, egészen az erőcentrum hatásszférájának a határáig terjedő távolságig. Így a továbbiakban határozzuk meg a távolodási sebesség értékét ez utóbbi, vagyis 930 000  $\text{km}$ -en, ha az indulás a Föld felszínére érvényes második kozmikus sebességgel történik. A kiindulási, vagyis a Földre vonatkozó adatok a következők lesznek:  $v_{\text{II}} = v_0 = 11,186 \text{ km/s}$ ;  $r_0 = 6371 \text{ km}$ ;  $r = 930 \text{ 000 km}$ ;  $K_F = 398 \text{ 600 km}^3/\text{s}^2$ . A számítást tehát a (13) képlet alapján végezzük azzal a kitételrel, hogy a légkör jelenlétét nem vesszük figyelembe. Ez értelemeszerű, hiszen a légkör miatta Föld felszínéről nem lehetne az űrobjektumot útjára bocsátani. Ekkor tehát:

$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 - \frac{2 \cdot K_F \text{ km}^3/\text{s}^2}{r_0} \cdot \left(1 - \frac{r_0 \text{ km}}{r \text{ km}}\right) = 125,127 \text{ km}^2/\text{s}^2 - \frac{797 \text{ 200 km}^3/\text{s}^2}{6371 \text{ km}} \\ &\cdot \left(1 - \frac{6371 \text{ km}}{930 \text{ 000 km}}\right) = 125,127 \text{ km}^2/\text{s}^2 - 125,129 \text{ km}^2/\text{s}^2 \cdot 0,993 = \quad [3] \quad (18) \\ &= 125,127 \text{ km}^2/\text{s}^2 - 124,253 \text{ km}^2/\text{s}^2 = 0,874 \text{ km}^2/\text{s}^2; \\ &\sqrt{0,874 \text{ km}^2/\text{s}^2} = 0,935 \text{ km/s.} \end{aligned}$$

A hatásszféra határán tehát a távolodási sebesség, ha az indulási sebesség a Föld felszínétől számolva a második kozmikus sebességértéknek felel meg, még 0,935  $\text{km/s}$  sebességértéket képvisel. A továbbiakban, ezzel a sebességgel az adott űrobjektum még további, mintegy 1 570 000  $\text{km}$ -t fog távolodni, s ott, a Föld középpontjától kb. 2,5 millió  $\text{km}$ -en, a Földdel együtt kering a Nap körül, de már a Föld hatásszférájába soha nem tér vissza. Ezt a távolságot az adott űrobjektum kb. 38 nap alatt fogja megtenni. A 19. szd. végén Ciolkovszkij — energetikai számításokkal —, ezt a sebességértéket határozta meg, s mivel az egylépcsős rakéta végsebességét adó képlettel meghatározta az egylépcsős rakétával elérhető legnagyobb

sebességértéket is, jogosan vont le a következtetést, hogy „a Föld végleges elhagyásához 'rakétavonatra' van szükség.”

Megjegyezzük, hogy a Föld körüli sebességszámításokat, a korábban már a Kozmikus sebességek címszó alatt megadott képletek alkalmazásával végezhetjük el. Ezért ezek fizikai lényegére itt már nem térünk ki.

## 2. IRÁNY A HOLD - VERSENY A HOLDRA SZÁLLÁS ELSŐSÉGÉÉRT

### Adatok a Holdról

Előljáróban meg kell jegyezni, hogy a Hold, mint égitest, már évmilliárdok óta a Föld kísérője. Amikor, mintegy 4 milliárd éve egy, a Földnél kisebb bolygó ütközött a Földnek, akkor jött létre a Hold. Abban az időben és még sokáig, a Hold jóval közelebbi pályán keringett a Föld körül, egyesek szerint a kezdeti távolsága mintegy 28 000 *km* lehetett. Ekkor még erősebb vonzásával, jóval nagyobb hatást gyakorolt a Földre, mint napjainkban, s ez a hatás segítette az élet kifejlődését is. A Hold még napjainkban is a bolygónk hatássféráján belül, a Földtől 384 400 *km*-re kering, de ma már a pályája az első, a Föld ún. *gravitációs szféráján*, vagyis a *vonzáskörzetén* (kb. 260 000 *km* sugarú gömbfelület) kívül helyezkedik el. Ez azt jelenti, hogy a Nap a Holdat nagyobb erővel vonzza, mint a Föld, mivel a két égitest vonzereje a vonzáskörzet határán, vagyis a Föld középpontjától 260 000 *km* távolságon egyforma. [1]. Ennek ellenére, a Hold mégsem a Nap, hanem a Föld körül kering, ami egy, a számos űrparadoxon közül. Ennyit röviden a Hold sajátos helyzetéről.

A Hold a Földtől tehát 384 400 *km* közepes távolságon kering, a perigeumba 20 000 *km*-rel közelebb, az apogeumban ugyanennyivel távolabb van, és a Földet 27 nap 7 óra 42 perc 11,5 másodperc alatt kerüli meg. Felszínén a nehézségi gyorsulás értéke a földinek kb. 1/6-a, vagyis az  $a = 1,635 \text{ m/s}^2$  értékű, ezért a Hold felszínén az asztronauták a nehéz felszereléssel is viszonylag könnyedén ugrándoztak. Mivel a tengelye körüli forgási ideje megegyezik a keringési idejével, a Földről mindig ugyanazt a felületet látjuk. Mivel a Holdnak légköre nincs, körülötte — a hegymagasságok figyelembevételével — akár 15 *km* magasságban is lehet repülni. A középső vidéken, ahol a Nap ereje jelentős, a hőmérséklet elérheti a 135 °C értéket, míg a megvilágított rész pereméhez közel, annak értéke kb. 67 °C. A másik oldalon viszont a értéke a -150 °C hőmérsékletre is süllyedhet. A Holdnak a Föld körüli közepes pályasebessége 1,018 *km/s*. A gravitációs állandó ( $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ ) és a Hold tömegének ( $7,35 \cdot 10^{22}$  *kg*) szorzata, vagyis a Hold gravitációs mutatója: 4903 *km*<sup>3</sup>/*s*<sup>2</sup>. Átmérője 3476 *km*, sugara pedig 1738 *km*. Felszínén az első kozmikus sebesség értéke  $v_I = 1,679 \text{ km/s}$ , a második kozmikus sebesség értéke pedig  $v_{II} = 2,375 \text{ km/s}$ . [1]

### Az űrverseny alakulása az űrkorszak kezdeti időszakában

A világűrben folyó verseny, ahogyan már korábban utaltunk rá, a második világháború végén kezdődött, s az 1950-es évek végén, a Szovjetunió vívta ki az elsőséget, amelyet lényegében a Holdért folytatott versenyben, az 1960-as években veszített el. Az 1960-as évek elején Kennedy amerikai elnök meghirdette az ún. „*Apollo*” programot, amelynek célja, az ember Holdra juttatása volt. E cél elérése érdekében az Amerikai Egyesült Államok minden erőt és eszközt mozgósított. Az összefogás és a határozott, célirányos tevékenység meghozta a kívánt eredményt. Az 1960-as évek közepétől már az USA átvette a kezdeményezést, s megelőzte a Szovjetuniót. Sikerült kifejleszteni olyan rakétát, amely korának legnagyobb teljesítményét biztosította, s 1968-ban, a *Saturn V* és az *Apollo* komplexummal, már elsőként juttatott asztronautákat Hold körüli pályára, majd egy év sem telt el és az első páros is leszállt a Hold

felszínére. Ekkor hangzott el Neil Armstrong szájából a híres mondat: „*Kis lépés egy embernek, hatalmas ugrás az emberiségnek*”

Tekintsük át röviden, hogy az 1960-as években mi történt a Szovjetunióban. Először is a politikai vezetésben történt változás. Nyikita Hruscsovot Leonid Brezsnyev váltotta fel a főtítkári tisztségben, s ennek eredményeként két-három évig az űrkutatás problémájával a központi vezetés alig foglalkozott. A hatalomban bekövetkezett váltást követően, 1966 elején elhunyt Szergej P. Koroljov, a tehetséges és keménykezű vezető, s helyét a főkonstruktóri beosztásban, a kevésbé határozott és céltudatos Misin vette át. A szovjeteknek nem sikerült az F-1-hez hasonló, nagy teljesítményű (680 t tolóerejű) rakétahajtóművet kifejleszteni, ezért a kisebb teljesítmény (150 t) miatt több mint kéttucat NK-15 rakéta felhasználásával tervezték a Holdra szállást megoldani, ami jelentős mértékben növelte a meghibásodás valószínűségét. Ebben az időszakban, a Szovjetunióban számos űrprogram volt napirenden, de köztük a Hold-program még nem élvezett elsőbbséget. Erre csak később — s amint kiderült, már elkésve — került sor. De nézzük röviden a verseny részleteit.

### **Verseny a Holdért**

A Holdra szállási verseny alatt tulajdonképpen a két nagyhatalom, az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió közötti versengést értjük, amelynek végcélja az volt: ki juttat előbb embert a Holdra. Ez a verseny 1961-ben Kennedy elnök híres beszédével kezdődött, amely bejelentés válasz volt arra, hogy a szovjetek elsőként jutottak ki a világűrbe, és az első évtizedben megelőzték az amerikaiakat. Amint az közismert, az amerikaiak a cél elérése érdekében, kevesebb, mint 10 év alatt bonyolult és összetett munkát végeztek, létrehoztak számos űrproduktumot, benne a szuperóriás rakétakomplexumot, a *Saturn-V*-öt, az *Apolló* űrhajót és az *Orjol* holdkompot. Mindez azt a célt szolgálta, hogy alkalmanként három embert a holdkörüli pályára, közülük két embert a Hold felszínére juttassanak.

A Szovjetunió évekig nem kapcsolódott be ebbe a versenybe, sokáig tétlenkedtek, és a végső döntést csak 1964-ben hozták meg, amikor az USA már 2-3 éve, erejét összpontosítva, e program előkészítésén dolgozott. A szovjetek még további két évet azzal foglalkoztak, hogy csak készülődtek, de a konkrét, s a Holdra ember juttatásával kapcsolatos tevékenység még mindig váratott magára. Jellemző adat, hogy az *NI* rakétakomplexum is csak az 1960-as évek második felében állt rendelkezésükre, s ekkorra készült el a *LOK-Szojuz*, a Hold körül keringő egység, valamint a Holdra szálló holdkomp is. Ezek összessége alkotta az *NI-L3* komplexumot, amelynek feladata lett volna elsőként szovjet űrhajóst a Holdra juttatni.

Közben az *NI* repülési próbái nem voltak sikeresek. Négy *NI* komplexum indítása végződött kudarccal. Megépültek ugyan a részegységek is, de azok kipróbálására már nem került sor, így a Szovjetunió vezetése és szakemberei belátták, hogy nem tudnak embert küldeni a Holdra. A szovjetek ugyan párhuzamosan dolgoztak egy másik programon, az *ÚR-500K (Proton K)* rakétakomplexumon is, amely a Hold körüli pályára juttatta volna az *L1* űrhajót, de mivel e komplexum részegységei sem estek még át a próbákon, még nem voltak megbízhatóak. Ekkor már világossá vált az is, hogy az amerikaiakat már nem tudják megelőzni, így ezt a változatot is elvetették. Mindezek után a verseny úgy zárult, hogy a Szovjetunió még a Hold körüli pályára sem juttatott űrhajósokat.

A történelem rögzíti, hogy 1968 decemberében, az *Apollo-8* űrhajóval három amerikai asztronauta, F. Borman, D. Lowell és W. Anders 10 kört repült a Hold körül, majd rövidesen, 1969. július 20-án 21 óra 18 perckor Hold körüli pályára állt az *Apollo-11*, majd 21-én, 03 óra 56 perckor Neil Armstrong, az első ember a Holdra lépett. 15 perc múlva követte őt Edwin Aldrin űrhajós is. Ezt követően még öt sikeres küldetést teljesítettek, vagyis leszálltak a Hold felszínére, s egy kísérlet, az *Apollo-13* sikertelen volt.



Ugyanakkor a szovjeteknek meg kellett elégedniük a *Luna* típusú műholdak indításával, a Zondnak a Hold megkerülésével és a túlsó oldalának lefényképezésével, a Holdról közvetlenül a Földre hozatalával és a „*Lunohod*” Holdon való utaztatásával (1970 és 1973).

A Holdra lépési verseny, a két ország között más és más elképzelés szerint zajlott. Nem bocsátkozva a részletekbe, ki kell mondani, hogy az amerikaiak ezt a versenyt megnyerték. Elsőként léptek a Holdra, mert azt nagyon akarták. Nem egyedül a politikusok, vagy valamely gazdasági csoportosulás akarta, hanem az egész amerikai nép. Ilyen eltökéltség, erős akarat a szovjet politikusoknál, konstruktőröknél nem volt megfigyelhető, az emberek pedig ebből teljesen kimaradtak, s az egészről szinte semmit sem tudtak.

Ma már teljesen formális a kérdés. Képes lett volna a Szovjetunió megnyerni a Holdra szállási versenyt? Hangzottak el vélemények mellette és ellene is. Voltak vélemények, amelyek szerint az *ÚR-700*-as program ugyancsak nehezen lett volna megvalósítható, akár csak az *N1*-es. Más vélemények szerint, itt az érintettek véleményére gondolunk, e változat kedvező lett volna, de ma már mindez csak találgatás, nincs jelentősége.

Ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy a szovjeteknél a polgári jellegű űrprogram csak része volt a katonai űrprogramnak. Elsősorban a védelem biztosítására fordították a fő figyelmet, s csak azután foglalkoztak a holdprogram és más polgári jellegű űrprogram kérdésével. Az első időszakban még az *N1* rakétakomplexum is a katonai program keretén belül készült el, s az volt a célja, hogy vele hatalmas katonai űrállomásokat juttassanak Föld körüli pályára, valamint hatalmas erejű nukleáris bombát juttathassanak az óceánon túlra. Ugyanebben az időszakban készült el ugyanis az A. D. Szaharov tervezte óriási méretű és rombolóerejű hidrogénbomba, amelynek a tömege több mint 25 t volt, s ennek trotil-egyenértéke elérte az 50 MT-t. Ezen kívül ebben az időszakban került napirendre a globális rakéta és a Föld körül keringő katonai űrállomások készítésének elgondolása is.

E feladatok megoldása érdekében, az első időszakban az *N1*-et úgy tervezték, hogy 40 t hasznos terhet legyen képes pályára állítani, majd röviddel ezután ezt a tömeget 60–80 t-ra emelték. Ehhez sok hajtóművel ellátott első fokozatot terveztek, amelyet 24 blokkban elhelyezett 24 rakéta emelt volna a magasba, s a komplexumot kb. 50 km magasra juttatta volna. A hajtóművek tolóerejét egyenként 150 t-ra tervezték, így a teljes tolóerő elérte volna a 3600 t-t. A hajtóműveket egy 17 m átmérőjű körön helyezték el, s azok mindegyikének szabályozható lett volna a tolóereje. Hasonló hajtóműveket építettek volna mindhárom fokozatba. Az *N1* három fokozata tehát egy univerzális rendszert alkotott volna. A második fokozat elnevezése *N11*, a harmadiké pedig *N111* volt.

Az *N1* komplexum, a katonai alkalmazás mellett részegységként különféle terv megvalósításában kerülhetett volna alkalmazásra, de a változatok között a Holdra szállás programja az 1960-as évek elején még nem szerepelt. Ebben az időszakban a tudósok sokkal inkább foglalkoztak a Marsra utazás kérdéseivel, mint a holdprogrammal. Akkori megítélés szerint a Marsra utazáshoz, mintegy 75 t hasznos terhet pályára állítására lett volna szükség. Ugyanakkor az amerikaiak a Mars kérdésével komolyan még nem foglalkoztak. Ők teljes erővel a Holdra szállás programjával voltak elfoglalva.

Amikor az amerikaiak már 1961-től tervszerűen készültek az embereknek a Holdra szállítására, a szovjetek még néhány évig erre nem is gondoltak. A Koroljov vezette *OKB-1* ebben az időszakban még a *Szozjuz* tervezésével volt elfoglalva, s az új űrhajó megalkotásával a Föld körüli repülés és az űreszközök összekapcsolásának problémáit kívánták megoldani. Ennek a tervnek a megvalósításával, illetve továbbfejlesztésével kívánták a kozmikus objektumok összeszerelését és katonai űrállomások hajtóanyag-utántöltést is biztosítani. A holdutazással kapcsolatos feladatra is ezt az űreszközt kívánták felhasználni, azonban még maga a terv sem volt oly mértékben kidolgozott, hogy az ember Holdra juttatásával kapcsolatos követelményeket is kielégíthette volna. Így, a az amerikaiaktól való lemaradás fokozatosan növekedett.

Mondhatjuk, hogy az 1960-as évek közepéig, egészen a *Gemini* rakéták indításáig, a Szovjetunió az űrrepülések terén mindenben megelőzte az amerikaiakat, de az amerikaiak szisztematikus és következetes munkával a hatvanas évek közepére megfelelő potenciált építettek ki és sikert sikerre halmozva előretörték. Az amerikaiak eltervezték például, hogy létrehoznak egy hajtóművet, amelynek a tolóereje eléri az 1 millió font tolóerőt. Ez a munka beindult, a hajtóműkísérletek már folytak, amikor még a holdprogramról nem is volt szó. Majd a kezdeti tervet megnövelték, és a cél 1,5 millió font tolóerejű rakétahajtómű lett. Egy font kicsivel kevesebb, mint 0,5 kg (0,4536 kg), tehát az 1 millió font kb. 454 t tolóerőt, az 1,5 millió font pedig 680 t tolóerőt jelent. A *Saturn V* részére elkészült *F-1* hajtóműve ez utóbbit, a 680 t tolóerőt volt képes kifejteni, vagyis megépítették az 1,5 millió font tolóerejű rakétát. Így jött létre az *F-1* hajtómű, amelyből az első fokozaton 5 darabot helyeztek el, s így 3400 t tolóerő juttatta 45-50 km magasra a komplexumot. Ugyancsak áttekintették a terveket, a legegyszerűbb változat mellett döntöttek, és a továbbiakban e terv mellett maradtak, amely végül sikeresnek bizonyult. Köztudott, hogy e kérdésben nem az amerikai mérnökök által készített rakétával, hanem a Wernher von Braun tervezte rakétakomplexummal, vagyis a *Saturn V* rakétával számoltak.

A szovjetek 1966 februárjában kezdték megépíteni a holdrakéta részére az indítóállást Bajkonurban. Ugyanakkor az *N1* első példánya csak 1968. május 7-én jelent meg. Szerelési problémák miatt ez a rakéta 1968 végéig, mintegy nyolc hónapon át várt a startra. Az *Apollo-8* már három asztronautával a Hold körül keringett, majd az *Apollo-11* startjára mintegy bő félév múlva már sor került, amikor a szovjeteknél, a Hold körüli pályára tervezett űrhajónak még csak a makettje készült el. [5]

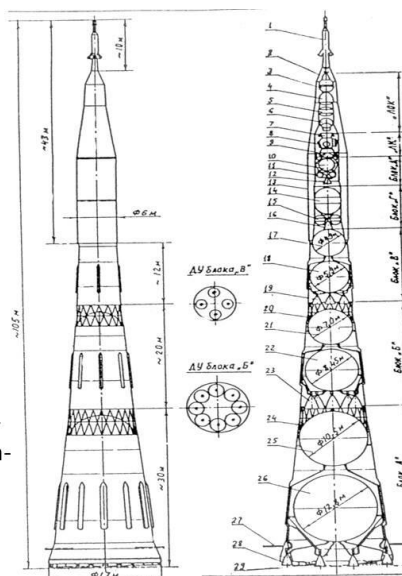


1. kép. A Saturn holdrakéta kiállítási példánya (Foto: dr. Remes Péter)

Jelenleg már részletesen — úgy gondolom — nincs sok értelme a tervezett szovjet holdrakétával foglalkozni. Most tehát csak felvillantunk néhány momentumot. A változaton, amely kipróbálásra került, 20 db. *NK-15* típusú, egyenként 150 t tolóerejű rakéta volt elhelyezve. Ezt a nagy hajtóműszámot a hajtóművek kis teljesítménye tette szükségessé, sőt ezek számát még növelni is kellett, hogy a meghatározott tömegű hasznos terhet a Föld körüli pályára tudja állítani. A *Saturn-5* első fokozatán öt *F-1* hajtómű volt, s ennek a hajtóműnek a teljesítménye kb. 4,5-szerese volt az *NK-15*-ösének. Az *N1*-nél, a rakétakomplexum első négy indítása során szerzett tapasztalatok alapján megállapíthatjuk, hogy a rakéták nagy száma a komplexum gyenge láncszemének bizonyult. A négy kísérlet mindegyikénél, a rakéták az első fokozat működése során mondtak csődöt, így — értelemszerűen — a további fokozatok kipróbálására már nem is kerülhetett sor, mert azok, az első lépcsővel együtt megsemmisültek. [5]

### N-1 holdrakéta főbb adatai:

Magasság: 105 m  
Átmérő (max): 17 m  
Lépcsők száma: 3  
Starttömeg: 2700 t  
Hasznos tömeg: 95 t  
Tolóerő I. fok: 4620 t  
Tolóerő/tömeg: 1,71:1  
Első start: 1970. nov. 27.  
Négy start közül egy sem volt sikeres, így a programot leállították és a űrállomás programját kezdték el (Szaljut 1-7).



6. ábra. A szovjet holdrakéta, az N1 szerkezeti felépítése és főbb adatai [6]

Az amerikaiak nagyon komolyan álltak e kérdés megoldásához, s mindent, amit ki kellett próbálni, kipróbáltak. A hajtóműveket — még a feladatra küldés előtt — alapos próbának vetették alá, Nem véletlen, hogy a feladat során szinte minden normálisan működött, s a hajtóművek működésében kijavíthatatlan problémák nem jelentkeztek. A szovjetek egy igen elavult módszert alkalmaztak, s a rakétákat ennek megfelelően, mint a ballisztikus katonai rakétákat is, reális repülésben próbálták ki. Így a sietségnek meg is lett az „eredménye”. A Holdprogram kútba esése után ugyan, az 1970-es évek elején megjelent a nagyobb tolóerejű, többszöri indításra alkalmas, NK-33-as típusú rakétahajtómű, de akkor már késő volt, mert az amerikaiak ekkor már az utolsó holdutazást végezték. A történelem grimasza, hogy tíz évvel később az amerikaiak ezt a hajtóművet saját rakétaikon kívánták használni, s a gyártás jogát a szovjetektől megvásárolták.[5] Azt hiszem, hogy a fentiek világossá tették a két ország Holdra szállási terve közötti különbséget. Nem vizsgáljuk tovább a Holdra utazás kérdéseit, áttérünk a Holdra repülés dinamika problémáinak a bemutatására.

### Repülés a Földről a Holdra és vissza

Amint korábban már megállapítottuk, a Hold ugyan a Föld vonzási mezején kívül, de még égitestünk hatássférájának határán jóval belül kering, ezért a Holdra való repülés kérdését még a Föld körüli térségben végzendő repülésként kell kezelni.

A Hold körzetébe való kijutás, ha azt az indítási magasságon érvényes második kozmikus sebességgel indítjuk, az utazási időtartam mintegy 2 nap. Ha a sebesség 10%-kal nagyobb, nem sokkal csökken a utazási idő, de jóval a kívánatosnál nagyobb sebességgel érkezünk a Hold hatássférájának a határára, és sok hajtóanyagot kell elhasználni, hogy a Hold körüli pályára állíthassuk az űrobjektumot. Ezért, mivel a 200 km magasságon az második kozmikus sebesség értéke 11,014 km/s, de ebbe az esetben az érkezési sebesség még jelentősen nagyobb a kívánatosnál, ezért döntöttek úgy, hogy az indítási sebesség 10,830 km/s körüli értékű legyen. Ebben az esetben — ha a Hold hatássférájának a határát (a Hold középpontjától 66 000 km), a Föld középpontjától 318 000 km-re határozzuk meg — a (11) képlettel számolva, az űrhajó az alábbi megközelítési sebességgel ér a Hold hatássférájának a határára:

$$\begin{aligned}
v^2 &= v_0^2 - \frac{2K_F \text{ km}^3 / \text{s}^2}{r_0 \text{ km}} \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) = (10,83 \text{ km/s})^2 - \frac{2 \cdot 398\,600 \text{ km}^3 / \text{s}^2}{6671 \text{ km}} \cdot \left(1 - \frac{6671 \text{ km}}{318\,400 \text{ km}}\right) \\
&= 117,289 \text{ km}^2 / \text{s}^2 - \frac{797\,200 \text{ km}^3 / \text{s}^2}{6671 \text{ km}} \cdot (1 - 0,021) = \quad [3] \quad (18) \\
&= 117,289 \text{ km}^2 / \text{s}^2 - (119,5 \cdot 0,979) = 117,289 \text{ km}^2 / \text{s}^2 - 116,991 \text{ km}^2 / \text{s}^2 = \\
&= 0,298 \text{ km}^2 / \text{s}^2; \quad v = \sqrt{0,298 \text{ km}^2 / \text{s}^2} = 0,545 \text{ km/s}.
\end{aligned}$$

Az érkezési sebesség a Hold hatássférájának a határára tehát  $545 \text{ m/s}$  volt, s ezt az érkezési sebességértéket a belépést követően, még mielőtt a Hold vonzereje miatt jelentősen felgyorsulna az űrhajó, a szükséges mértékre lefékeztek oly mértékben, hogy az *Apollo* űrhajó ne túlságosan nagy excentricitású ellipszispályára álljon. Az *Apollo-11* esetében ez a pálya  $112\text{--}314 \text{ km}$  magasságadatokkal rendelkezett a perihélium és az afélium pontokban. A továbbiakban még egy fékezéssel álltak a  $99,4\text{--}121,5 \text{ km}$  magassági adatú pályára. Mindez 1959. július 19-én történt, majd 20-án  $18^{\text{h}}47^{\text{m}}$ -kor a holdkompot leválasztották az *Apollo* űrhajóról, és a két asztronauta, Armstrong és Aldrin, megkezdte a leszállási manővert. Először  $15 \text{ km}$  magasságú körpályára álltak, majd onnan  $21^{\text{h}}18^{\text{m}}$ -kor sikeresen landoltak a Hold felszínén. A tervtől eltérően, rövidebb pihenő után, 21-én hajnali  $03^{\text{h}}58^{\text{m}}$ -kor hangzott el Neil Armstrong híressé vált, s korábban már idézett mondata. Ezzel érkezett a Hold felszínére az emberiség első követe. Ez volt az űrhajózás történetének harmadik, jelentős mérföldköve. Az első két űrhajós után még ötször két űrhajós ereszkedett le a Holdra, és tartózkodtak egyre huzamosabb időt a Hold felszínén, miközben kőzeteket gyűjtöttek és — a Hold jobb megismerését célzó —, számos tudományos kísérletet végeztek. [1]

Elsőként a Holdra érkező űrhajósok az állandó kísérőnkön összesen  $21^{\text{h}}36^{\text{m}}$  tartózkodtak, ebből  $2^{\text{h}}31^{\text{m}}$  voltak a Holdkompon kívül, a Hold felszínén, kb.  $1 \text{ km}$  utat tettek meg és  $21 \text{ kg}$  kőzetet gyűjtöttek, amelyet lehoztak a Földre. Az *Apollo-12* legénysége már  $33,5$  órát töltött a Holdon, két alkalommal,  $3^{\text{h}}56^{\text{m}}$ , valamint  $3^{\text{h}}49^{\text{m}}$  időt töltöttek a Hold felszínén, s mintegy  $34,5 \text{ kg}$  holdkőzettel tértek vissza a Földre. A harmadik legénység két tagja  $33^{\text{h}}54^{\text{m}}$  időt töltött a Holdon, s két alkalommal léptek ki a Holdkompból a Hold felszínére. Első alkalommal  $4^{\text{h}}47^{\text{m}}$ , másodszer  $4^{\text{h}}34^{\text{m}}$  időt tartózkodtak a Holdkompon kívül, miközben  $42,8 \text{ kg}$  holdkőzetet gyűjtöttek és hoztak vissza a Földre.[1]

A következő három küldetés résztvevői már magukkal vitték a magyar mérnök, Pavlics Ferenc vezette kollektíva által tervezett és épített holdautót, mellyel nagyobb területet jártak be, mint elődeik, akik még csak gyalog közlekedhettek a Holdon, és így az utolsó három küldetés asztronautái már kibővített programot végezhettek. Az *Apollo-15* legénysége összesen  $66^{\text{h}}54^{\text{m}}$  időt tartózkodott a Hold felszínén, s ez alatt, három alkalommal léptek ki a Hold felszínére. Első alkalommal  $6^{\text{h}}32^{\text{m}}$ , majd  $7^{\text{h}}12^{\text{m}}$ , végül  $4^{\text{h}}49^{\text{m}}$  időt töltöttek a Hold felszínén, és ezen időtartamok alatt  $27,9 \text{ km-t}$  tettek meg gyalog és a holdautóval, mialatt  $76,7 \text{ kg}$  holdkőzetet gyűjtöttek össze és hoztak le a Földre.[1]

Az *Apollo-16* legénysége összesen  $74^{\text{h}}59^{\text{m}}$  töltött a hold felszínén, s ezen idő alatt háromszor léptek ki a Holdkompból. Az első alkalommal  $7^{\text{h}}11^{\text{m}}$ , a második alkalommal  $7^{\text{h}}23^{\text{m}}$ , a harmadik alkalommal pedig  $5^{\text{h}}40^{\text{m}}$  töltöttek a felszínen, s  $26,7 \text{ km}$  utat tettek meg a holdautóval. Összesen  $94,3 \text{ kg}$  holdkőzetet gyűjtöttek össze és hoztak le a Földre. [1]

Az utolsó holdrepülést az *Apollo-17* legénysége végezte, amely már több mint 3 napot töltött a Hold felszínén ( $74^{\text{h}}59^{\text{m}}$ ). Ezen idő alatt ugyancsak három holdsétát végeztek. Az első  $7^{\text{h}}11^{\text{m}}$ , a második  $7^{\text{h}}36^{\text{m}}$ , a harmadik pedig  $7^{\text{h}}15^{\text{m}}$ -ig tartott, így ők már csaknem egy egész napot tartózkodtak a Hold felszínén, a holdkompon kívül. A Holdra szállók egyike, Schmidt űrhajós geológus lévén, szakszerűen válogatta a holdkőzeteket. A kőzetek válogatása közben  $33,8 \text{ km-t}$  utaztak a holdautóval, s a gyűjtés eredményeként  $113 \text{ kg}$  holdkőzettel jöttek vissza a Földre.[1]

Ezzel egyelőre, befejeződtek a Holdra repülések. Az első Holdra szállás és a holdprogram végrehajtása tulajdonképpen politikai szempontból volt fontos, mivel reális tervek nem voltak arra, hogy a Hold adta, esetleges lehetőségeket kihasználják, ezzel a program befejeződött. Folytatjuk.

### Felhasznált irodalom

- [1] Főszerkesztő: Almár Iván „*Űrhajózási Lexikon*”, Akadémiai Kiadó, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1981.
- [2] Főszerkesztő: Szabó József: *Repülési Lexikon I.-II.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1991.
- [3] V. I. Levantovszkij: „*Mechanyika koszmicseszkoego Poljota v elementármom izlozsenyii*” Izdatyelsztvo „Nauka” Fiziko-matemeticeszkoj Lityeraturi, Moszkva, 1974.
- [4] Főszerkesztő: A. V. Szolodov: „*Inzsenyernij szpravocsnyik po koszmicseszkoj tyehnyike*”, Vojennoje Izdatyelsztvo Minyisztersztva Oboronü Sz.Sz.Sz.R., Moszkva – 1977.
- [5] Suminszky Nándor—Szabó József: *Űrverseny*, kézirat.
- [6] Konsztantyin Ciolkovszkij: „*Koszmicseszkie raketnűje pojezda*” Kaluga Kollektiv szekcii naucsnuh rabotnyikov, 1929.
- [7] Baj Attila: „*A rakétatechnika elméleti kérdései*” Előadásjegyzet, 2014.
- [8] G. I. Pokrovskij, P. K. Iszakov, I. A. Merkulov, V. V. Dobronravov: „*Puty v koszmosz*” Vojennoje Izdatyelsztvo Minyisztersztva Oboroni SzSzSzR, Moszkva – 1965.

SZEM Géza  
[szem.geza@uni-nke.hu](mailto:szem.geza@uni-nke.hu)

## AZ ASZIMMETRIKUS HADVISELÉS HADTÖRTÉNETI FELDOLGOZÁSÁNAK NÉHÁNY NEHÉZSÉGÉRŐL

### *Absztrakt*

*A napjainkra jellemző hadviselés számos, egymás mellett létező megnyilvánulási formájában az aszimmetria, mint egyfajta „kötelező elem” szinte kivétel nélkül jelen van. Ez a jelenség nem csak a hadviselő feleket állítja a hagyományostól eltérő – nem konvencionális – kihívások elé, hatása az események megörökítése során is megnyilvánul. A kutatónak meg kell értenie a dolog sajátos jellegét, illetve az adatok gyűjtése és értelmezése során jelentkező nehézségeket. Jelen írás nem törekszik teljességre ezek bemutatásában, célja inkább csak egyfajta „gondolatébresztés” a problémakör iránt.*

*Asymmetry, as a kind of „set figure” is almost without exception present in the numerous parallel manifestations of the warfare, being characteristic of our days. This phenomenon sets not only a – non-conventional – challenge, different from the traditional ones, to the warring parties; its impacts are affecting the recording of the events as well. The researcher is to understand the peculiar nature of the thing, and also the difficulties, evolving during the collection and interpretation of the data regarding it. Present writing isn't meant to strive for completeness during the presentation, our goal is merely a kind of „waking thoughts” towards the field.*

**Kulcsszavak:** *aszimmetrikus hadviselés, hadtörténelem, kutatás, gerilla, Brit Birodalom, Vietnám ~ asymmetric warfare, military history, research, guerrilla, British Empire, Vietnam*

## BEVEZETÉS

Napjaink fegyveres konfliktusait döntően uralni látszik az aszimmetrikus jelleg. Reguláris erők (honi kormányzaté, vagy valamely külső államé, szövetségé) állnak szemben a legkülönbözőbb motivációjú felkelő és/vagy radikális csoportokkal szerte a világban. Általános jellemzőként határozhatjuk meg az alacsony intenzitást, és a viszonylag alacsony technológiai színvonalat, az alkalmazott eszközpark egyszerű voltát. Az irreguláris oldalon ez többnyire szükségszerűnek tekinthető, előbbit az erő aszimmetriájának tudomásulvétele, egyfajta „gerilla- force-protection” (a közvetlen összecsapások kerülése, ezáltal a nagyobb erejű fél megakadályozása abban, hogy erőfölényét érvényesíteni tudja) indokolja, utóbbi pedig elsősorban a szűkös erőforrásokra vezethető vissza, mind anyagi vonatkozásban, mind a rendelkezésre álló emberanyag (általános) képzettségét-kiképzettségét tekintve. A másik oldalon ez többnyire kényszerű adaptáció eredménye; a harc elől folyamatosan kitérő és többnyire rejtőző ellenfél „intenzív” pusztítására viszonylag ritkán van mód. A harcérintkezés kerülése pedig – legalábbis többnyire – a technológiai erőfölény érvényesítését is legalábbis megnehezíti; meglehetősen nehéz egy fejlett fegyverrendszerben rejlő lehetőségeket kiaknázni, ha nem találunk hozzá célpontot.<sup>1</sup> Ez egyúttal gyakorlatilag össze is foglalja az aszimmetria lényegét a kisebbik (gyengébbik?) fél szemszögéből; a cél a túlerejű ellenség erő-eszköz- és eljárásbeli fölényének érvénytelenítése, ezzel annak megfosztása minden eszköztől, ami hagyományosan a kezdeményezés megragadásához és megtartásához volt hivatott segíteni.

Az aszimmetrikus hadviselésnek – mint utaltunk is már rá – van egy politikai aspektusa is, nevezetesen a felkelő csoportok szembenállása valamely szervezett állami hatalommal. Törvényszerű, hogy a gyarmatosítással, majd a globalizációval kiteljesedő világméretű „politikacsinálás” számos példáját élte meg ez idáig is ennek a fajta szembenállásnak. A haderő, az állam és a társadalom viszonyában is számos történeti példa található a tárgyalt témakörben. [1] Törvényszerű továbbá azt gondolni, hogy más tudományok mellett a hadtörténelem is bővelkedik a témát – szakmai módon és színvonalon – feldolgozó irodalomban. Azonban ha megnézzük a hadtörténeti kutatás általánosan bevett eljárásait, szembe találhatjuk magunkat néhány nehézséggel, amik az általában bejárattott kutatásmódszertant ez esetben nehezen alkalmazhatóvá teszik.<sup>2</sup> Jelen írás ezek közül kíván néhányat felsorolni, a teljesség igénye nélkül. Kutatási területünk a huszadik század elejét a Brit Birodalom haderejének első világháború utáni gyarmati tevékenységével<sup>3</sup>, annak második felét pedig az Egyesült Államok vietnámi jelenlétén keresztül igyekszik lefedni. Ennek során az írás alapvetően két műre támaszkodik; az első vonatkozásban T. R. Moreman: „Kis háborúk” és „birodalmi rendőrködés”[2] című írására, a második témát illetően Michael Lee Lanning: Inside the Crosshairs[3] című munkája szolgál alapul<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> A megfelelő eljárás meglelése az adott eszközhöz természetesen semlegesíti ezt a hatást: erre kiváló példa az Al-Kaidával, majd napjainkban az ISIS-szel szemben alkalmazott „terrorista-vadászat” műholdak, és UAV-k segítségével, ahol a megfelelő alkalmazás a technológiai fölényt éppen az aszimmetrikus harcmodor hatékony ellenszerévé képes tenni.

<sup>2</sup> Ezzel természetesen nem kívánjuk azt állítani, hogy az ilyen jellegű elemzések teljes mértékben „hiánycikk” kategóriába esnének a hadtörténeti kutatásban. Írásunk pusztán a tárgyalt kutatási terület és az általános hadtörténeti módszertan „összeigazításának” nehézségeire próbál rávilágítani.

<sup>3</sup> A dolgozat ebben a vonatkozásban a továbbiakban nem tesz különbséget a különböző brit fennhatóság alatt álló területek státuszát illetően, azokat egységesen – bár tudottan pontatlanul – gyarmatként aposztrofálja. Véleményünk szerint ez az egyszerűsítés döntően nem befolyásolja a dolgozat mondanivalóját.

<sup>4</sup> Természetesen Vietnámban nem a mesterlövészek alkalmazása volt az egyetlen „gerilla-ellenes” eszköz, és rajtuk kívül még számos különleges rendeltetésű alakulat részt vett a konfliktusban.



## A HADTÖRTÉNETI KUTATÁSRÓL ÉS A HADVISELÉS ASZIMMETRIÁJÁRÓL ÁLTALÁBAN

Mi is okozza ezt a látszólagos diszkontinuitást a hadtörténeti kutatás aktuális módszertana és az aszimmetrikus hadviselés elemzési lehetőségei között? Először is, hogyan is néz ki a hadtörténeti kutatás módszertani megközelítése általában? Hazánkban ennek kialakulása – illetve a nemzetközi minták átvétele – az 1920-as és 1930-as évekre tehető és az első világháború után frissen megalakuló Hadilevéltár első nagy volumenű munkájához köthető.[4] A szerzők ennek során azt a megközelítést követték, amit Bialoskorski Ödön százados módszertani írásaiból ismerhetünk meg.[5][6][7] Az általa ismertetett elmélet és gyakorlat többnyire megegyezik a korabeli nemzetközi felfogással, és bár úgy tűnhet, az időközben eltelt közel egy évszázad indokolná, alapvetően napjainkra sem történt benne sok változás. Ha feltétlenül kategóriát kívánunk teremteni, nevezhetjük ezt reguláris hadtörténet-írásnak, tekintve, hogy a bevett eljárások pontosan erre lettek kitalálva: reguláris erők klasszikus, magas intenzitású háborús körülmények között való összecsapásának az elemzésére. Az analógia annyiban is legalábbis jó eséllyel megállja a helyét, hogy ahogyan a reguláris hadviselés – első megközelítésben – nehezen tudja a saját tradicionális erő-, eszköz- és eljárásrendszerét egy eltérő metodikájú ellenfélhez igazítani, úgy ez esetben a klasszikus hadtörténeti kutatásnak is adaptálódnia kell ahelyett, hogy a hagyományos megközelítésébe próbálna beleerőltetni egy meglehetősen eltérő jelenséget. A „reguláris” hadtörténetírás lényegét tehát Bialoskorski nyomán röviden összefoglalva: az elemzés nagy összefüggéseit a magasabbegységek parancsai és naplói adják, amit az alárendeltek hivatalos dokumentumai töltenek meg tartalommal. Ennek kiegészítésére, és sok esetben az egyes események okainak feltárására, a kialakult helyzetek tisztázására szolgálnak a magánjellegű írások, úgymint naplók és visszaemlékezések. A források egymással, illetve egy szélesebb körrel való összevetése, ezáltal a bennük található információ ellenőrzése során nem csak a szomszédos, vagy szervezetenként kapcsolódó alakulatok dokumentumainak, hanem ezek mellett az ellenséges forrásoknak is jelentős szerep jut. És itt találjuk szembe magunkat az első problémával: a konfliktusban (hiszen gyakran a háborús szint alatt marad az összecsapások intenzitása) szemben álló felek dokumentumainak összegyűjtését illetően a kutató komoly nehézségekbe ütközhet.<sup>5</sup> Az aszimmetrikus hadviselés jellegéből következően az egyik oldalon egy irreguláris csoportosulást találunk. Ebből nagy valószínűséggel következethetünk arra is, hogy a „hagyományos”, fegyveres erőknél megszokott, határozott keretekkel rendelkező hierarchikus szervezetről sem beszélhetünk.<sup>6</sup> Szervezeti keret hiányában viszont a klasszikus parancs-jelentés kommunikációs láncolat is jó eséllyel hiányozhat, legalábbis a reguláris hadseregeknél megszokott iratanyagok formájában, ami erről az oldalról tehát megfosztja a kutatót a potenciális primer forrásoktól. Ezt a hatást erősítheti, ha az irreguláris fél erői – rejtőzködő céllal, vagy a kezdeményezés elvesztése nyomán – egymástól elszigetelt, önálló cellák formájában tevékenykednek (vagy éppen inaktívak). Ugyanez a probléma az először az Al-Kaida nyomán megismert, úgynevezett franchise-rendszerű szervezetekkel: az egyes „tagok” léte és működése nem feltételez sem egyetlen, mindannyiukat koordináló felettes szervezeti elemet, sem az egyes elemek közötti kommunikáció szükségességét. Az egyes csoportok pedig önmagukban lehetnek annyira kicsik,

---

<sup>5</sup> Ezek természetesen általánosítások, amik elvi síkon lehetnek igazak az aszimmetrikus konfliktusokban. Kitarító kutatással bizonyára találhatunk mindegyikre gyakorlati ellenpéldákat.

<sup>6</sup> Ami nem jelenti szükségszerűen, hogy egyáltalán nincs hierarchia, vagy bizonyos szintű parancsnoki lánc, de annak keretei adott esetben sokkal képlékenyebbek.

hogy a kvázi-familiáris jelleg tökéletesen elégségesé teszi a szóbeli parancsadást, illetve jelentést.<sup>7</sup>

Mao és mások nyomán úgy tudjuk, hogy az irreguláris szerveződések törekszenek a regularizálódásra.[8] Ez azonban csak abban az esetben igaz, ha erre egyfelől van politikai akarat (nem csak úgymond „ad hoc népfelkelőkről” van szó, akiket például egy külső hatalom „usztított” a kormányzatra, és tulajdonképpen nincs saját politikai céljuk, vagy csak korlátozott, helyi jelentőségű). Másrészt, ha a szándékhoz megfelelő képesség is társul (a rejtőzködő cellák esetében például nehéz lenne a regularizálódás „vágát” aktív, cselekvésekben megnyilvánuló törekvéssel azonosnak tekinteni). Amennyiben beszélhetünk regularizálódásról, az természetesen elsősorban a megfelelő szintű szerveződés elérését takarja. Ennek egyik eleme a szükséges hierarchikus láncolat megléte, ami feltételezi a megfelelő „hivatalos formájú” kommunikáció megjelenését is. Az ilyen jellegű „formai elemek” bevezetése alkalmasint eszközként is szolgálhat egy magasabb szerveződési szint elérésére. Azonban az ilyen dokumentumok kezelése során sem szabad megfeledkeznünk arról, hogy az irreguláris oldalon többnyire politikai töltetű mozgalmakról beszélünk. Ez egyfelől jelentheti, hogy egy kiadott direktívából többet tudhatunk meg a politikai hűség, vagy az ellenállásban való állhatatosság fontosságáról, mint a tényleges katonai célokról (amiket a vonatkozó parancsokkal együtt esetleg továbbra is informális módokon továbbítanak), ugyanígy a jelentések is nagyobbbrészt a mozgalom magasztalására és a hűség garantálására helyezhetnek nagyobb hangsúlyt. Másrészt ezek a dokumentumok a praktikum oldaláról is más célt szolgálnak, mint a reguláris „társaik”; egy klasszikus fegyveres erőben a harcérték-jelentés pontosságán például a szervezet működési hatékonysága múlhat. Ezzel szemben irreguláris oldalon a mozgalom lendületének fenntartása az elsődleges cél, ami helyenként megengedhet bizonyos „jótékony ferdítéseket” például az „ügy” támogatottságát, az utánpótlás forrásainak nagyságát illetően, hogy egy elszigetelt csoport harci szellemét fenntartsa. Természetesen ez hosszú távon megbosszulhatja magát (ha a mozgalom túlságosan elrugaszkodik a valóságtól), de az ilyen céllal keletkezett dokumentumok forrásértéke ettől függetlenül kétségtelenül kétséges, és legalábbis nehezen verifikálható.

Szintén a „Mao-i irányzat” jellemzője (általában), hogy a mozgalom – menet közben, vagy utóbb – megírja a saját történetét. Kétségtelen, hogy ezek a művek általában jelentős forrásértékkel bírnak, azonban érdemes őket a megfelelő kutatói óvatossággal kezelni. Egyfelől nem hagyhatjuk szem elől a „gyengébbik fél” öngazolási kényszerét (a történelem fel fog menteni[9]), ami szinte szükségszerűen ideológiai töltetet fog adni ezeknek az írásoknak, és kutatási szempontból megkérdőjelezheti azok objektivitását (azzal együtt, hogy adott esetben ugyanilyen okból némileg másképp emlékezhet a történetekre, a szembenálló felek erőviszonyaira, stb.). Másrészt visszatekintve a Bialoskorski-féle kategorizálásra, azt láthatjuk, hogy abban ezek a magánjellegű írások kategóriájába esnek, a gyakorlatban többnyire a szükséges primer forrásokat kiegészítő, vagy éppen azokat – célzottan, vagy szükségből – kiváltó szerepkörrel.

Nem mindig vagyunk könnyebb helyzetben a saját oldallal sem, hiszen a felkelés elleni műveletek sok esetben titkos – vagy egyenesen illegális (black ops) – akciókban testesülnek meg, amik iratanyaga azután hosszú időre minősítés alá kerül (ha egyáltalán létezik), tehát gyakorlatilag kutathatatlan (de legalábbis nem hivatkozható). Ugyanez a helyzet, ha a „kisebbik fél” valójában egy reguláris haderő különleges műveleti alakulatának formájában végzi irreguláris, például felforgató, vagy diverzáns tevékenységet. Azonban a nyíltan működő, klasszikus reguláris haderők oldaláról sem feltétlenül van a kutató könnyebb helyzetben.

---

<sup>7</sup> Egyes esetekben az írásbeli kommunikációnak kulturális akadályai is lehetnek: a csoport „állománya” egyszerűen nem rendelkezik a szükséges írástudással, de ez természetesen nem mondható el általánosan, és az adott szervezetek minden szintjén.

## A BRIT BIRODALOM ÉS AZ ASZIMMETRIA TAPASZTALATAI

Láthattuk, hogyan alakították ki a Nagy Háborút követő időszakban a hadtörténeti kutatás metodikáját, nézzük meg, mit tartogatott ezen időszak gyakorlata aszimmetria témakörben a kutató számára! Vizsgálódásunk terepe ezúttal a Brit Birodalom, a korszak egyik legjelentősebb impériuma, amely ekkor még a világ két-harmada fölött rendelkezett (többé-kevésbé).<sup>8</sup> Törvényszerű, hogy fegyveres erői számosan, és számos formában találkoztak aszimmetrikus kihívásokkal birodalom-szerte, hiszen az alárendelt népek nem feltétlenül értettek mindenben egyet a központilag rájuk szabott politikai irányokkal, ugyanakkor helyzetük, társadalmi szerkezetük, vagy erőforrásaik (amelyek fölött többnyire nem is diszponáltak) a szembenállás más formáját nem-igen tették lehetővé.<sup>9</sup> Logikus lenne azt gondolni, hogy a gyarmati közigazgatás bátyjával szolgáló haderő különösen érzékenynek mutatkozott az aszimmetrikus tapasztalatok gyűjtését és feldolgozását illetően, és a korszak brit vonatkozásban egyenesen bőségszaruként áll rendelkezésre a kutató számára. Úgy tűnik azonban, hogy a dolgok logikája ez esetben máshogyan alakult.<sup>10</sup> Az első – és talán legbefolyásosabb – tényező maga az első világháború volt. Az európai, magas intenzitású, erős és technikailag fejlett ellenféllel szemben megvívott háború nem csak a brit csapatok nagy részét, de döntően a szakma elméleti érdeklődését is ide koncentrált. Mindennek egyfelől praktikus következménye lett, hogy a súlyos veszteségek nyomán alig maradt a brit haderőben megfelelő kiképzettséggel, pláne a gyarmati „hőskorszak” tapasztalataival rendelkező tiszti, illetve legénységi állomány.[2, p.4] Másrészt az „európai” háború döntően rányomta a bélyegét az elméleti érdeklődés irányultságára, illetve a jövő háború jellegéről való gondolkodásra is. Arról is szó van, hogy egy Németországhoz hasonló feltörekvő hatalomban sokkal nagyobb potenciális fenyegetést láttak a birodalomra nézve, mint a gyarmati népek időben, térben, célokban és eszközökben egyaránt többnyire korlátozott lázongásaiban. 1918 után ezt tovább erősítette annak tudata, hogy a németekre kényszerített béke rövid úton egy legalább ugyanakkora volumenű konfliktust fog eredményezni. Ugyanakkor az erő-eszköz-eljárás szentháromságán keresztül közelítve is, a kor legmagasabb színvonalán megvívott háború sokkal vonzóbb kutatási területet kínált, mint az alacsony intenzitású gyarmati „rendteremtés”, amely a gyarmatosítás kezdetei óta látszólag nem sok újítást élt meg. Mindez ahhoz vezetett, hogy a kor brit felfogása szerint a kisebb benne foglaltatik a nagyobbban, azaz a hagyományos, magas intenzitású háború elvei hozzáértően alkalmazva bárhol és bármikor eredményre vezetnek. Ennek eredményeként a kiképzés és felkészítés iránya a hagyományos európai hadviselésre fókuszált, amely azután megfelelően szilárdnak tekintett alapként, helyi szükség szerint kiegészíthető volt „specializált” ismeretekkel.[2, p.6] Ezt a tendenciát tovább erősítette a brit haderőben létező (tiszti) szocializációs jelenség is, mely szerint a gyarmati szolgálat ez idő tájt már meglehetősen degradálónak számított (hiszen az igazi karriert ekkor már nem a gyarmati területekért vívott

---

<sup>8</sup> Persze itt könnyű lenne fogást találni az írás logikáján, mondván hogy egyik nemzet metodikáját próbálja összeilleszteni egy másik tapasztalataival, de a kutatás abból a korábban említett felvetésből indul ki, hogy a fentebb ismertetett metodikai megközelítés többé-kevésbé nemzetközi gyakorlatot takar, abban államon/haderőnként legfeljebb hangsúlybeli különbségek jelennek meg (például harcászati, vagy hadászati tapasztalatokra való hangsúlyosabb fókuszálás)

<sup>9</sup> Ez még a kétségtelenül metodikai újítónak számító Mahatma Gandhi esetében is igaznak tekinthető, hiszen a fegyvertelen megközelítés mellett is, mozgalma alapvetően az ellenféllel szembeni aszimmetria helyzetét használta ki.

<sup>10</sup> Ugyanakkor nem azt állítjuk, hogy egyáltalán nem születtek vonatkozó (had)történeti (igényű) munkák, hiszen legalábbis a brit tradíciónak tekinthető alakulattörténetek nyilván tartalmazznak ilyeneket, ha egy alegység ilyen jellegű konfliktusokban vett részt. E helyütt az állítás elsősorban az elemző hadtörténeti kutatásra vonatkozik, mely nem a tradíció ápolására, hanem a szervezet okulására szolgál. A továbbiak MOREMAN T. R. [1] írása alapján.

harcokban való jeleskedés – ezek egyébként is inkább rendfenntartó jellegűek voltak – hanem a nagy, birodalmak közötti összecsapásokban mutatott helytállás jelentette).[2, p.14]

Voltak azonban az érdektelenségnek praktikus okai is, olyan szűk keresztmetszetek, amelyek kérdéssé tették, hogy az ilyen jellegű vizsgálódás eredménye megéri-e az elvégzéséhez szükséges energiák mozgósítását. Túl sok, és túl sokféle tapasztalatot kellett volna ugyanis hatékonyan feldolgozni, mint ahogyan azt a korabeli szabályzatokban erre tett kísérletek is mutatják.[1, p.9] Ezt a tendenciát pedig tovább erősítette, hogy a konfliktusok jellegéből adódóan az egyes esetekben is túl sok volt a véletlenszerű változó.[2, p.6] Ez általában olyan általánosságok megállapítását, és a vonatkozó szabályzatokban való közlését eredményezte, amelyek éppenséggel igazak voltak ezen konfliktusok mindegyikében, egyenként azonban egyik esetben szolgáltak túl sok hasznos tanáccsal a felhasználó számára.[2, p.9] További szűk keresztmetszetet jelentett az idő tényezője. Ezekben a konfliktusokban az ellenfél többnyire eszközparkjához mérten rögtönzött (annál is inkább, mert a hadviselés teoretikus háttere ekkor még eléggé gyerekcipőben jár, illetve – különösen ezekben a régiókban – kevéssé volt elterjedt), illetve a hátrányt szenvedő félként folyamatos adaptációra kényszerült. A reguláris felet, erőfölénye révén ez a kényszer nem szorította olyan mértékben, de a hadviselés megértését az ő oldalán is megnehezítette. Mindez adott ezen konfliktusoknak egy fejlődő jelleget, ami viszont beszűkítette a feldolgozásra fordítható idő kereteit. Más szavakkal, mire a tapasztalatok összegyűjtése és feldolgozása megtörtént (volna), ugyanaz a konfliktus is adott esetben teljesen más képet mutatott, azaz a levont következtetések többé már nem voltak érvényesek és alkalmazhatóak.<sup>11</sup> Mindezeket a hatásokat felerősítette a brit haderő alkalmazásának akkori gyakorlata, amelyben megfelelő időközönként a csapatokat rotálták a birodalom egyes helyőrségei között[2, p.4], ami nyilván még kevesebb időt hagyott az egyes alakulatok számára tapasztalataik összegyűjtésére (ez csak központilag lehetett volna hatékony, egy a rotálás által nem érintett szervezeti elem révén, amire viszont igény nem volt). Az afrikai erők esete annyiban tért el, hogy itt jobbra helyi kiegészítésű alakulatok állomásoztak, a birodalomból idevezényelt tisztí- illetve altisztí karral.[2, p.12-14] Ezek az erők a saját hadszínterüket illetően bőséges tapasztalati halmazt gyűjtöttek össze, ami azonban alakulat szinten helyben maradt (hiszen ezek a csapatok nem kerültek áthelyezésre), az elvezényelt állomány pedig ugyan magával vitte (a rá eső részt), azonban az új beosztásában rendszerint nem, vagy legfeljebb egyénileg tudta azt hasznosítani. A haderő egészének szintjén pedig nem is volt ennél többre igény, hiszen ez a tudás a modern háborúban nem volt hasznosnak tekinthető.[2, p.12-14] A brit haderő ezekben az összecsapásokban még egy problémával szembetalálkozott, ami általában jellemző az aszimmetrikus konfliktusokra; nem ismerték a másik fél tapasztalatait. Ez egyfelől törvényszerű volt, hiszen a hagyományos felderítésnek ebben az esetben mindig valamivel nehezebb a dolga, és ismét csak hozzátehetjük, igény sem sok mutatkozott ennek a megváltoztatására. Kivételnek Afganisztán vazirisztáni térsége tekinthető, ahol a britek találtak olyan helyi törzseket, amelyek nem csak a területeiken berendezett kiképző terepszakaszokkal segítették a reguláris erők felkészítését, de alkalmasint hajlandóak (és feltehetőleg minden esetben képesek) voltak megosztani saját tapasztalataikat és nézőpontjukat „a domb másik oldalának” hadviselését illetően.<sup>12</sup>

A felsorolt praktikus nehézségek tehát hátráltatták a tapasztalatok megfelelő szintű összegyűjtését. Ehhez társult a szervezet „rendszeretlen, kapkodó és hevenyészett megközelítése”, illetve a „megfelelő kiképzéssel szembeni intézményes és professzionális ellenállás”. [2, p.37] A mindenáron a Nagy Háborút a gyűjtőpontba helyező brit megközelítés az aszimmetria vonatkozásában „nagyon kevés figyelmet fordított az elméletre, valamint a tanulságoknak a szabályzatokban vagy kiképzési segédletekben való megőrzésére”,

<sup>11</sup> Ez volt a helyzet például a brit haderő burmai tevékenységével. [2, p.33]

<sup>12</sup> Jellegükénél fogva ezen közösségek felfogása, illetve harcmodora közelebb állt az irreguláris ellenféléhez, ami tovább fokozta a területi együttélésből származó tapasztalatok értékét. [2, p. 24]

következésképpen sem a megfelelő hivatal, sem az eszköz nem rendelkezésre ezek elvégzésére.[2, p.37] A közvetlen tapasztalat-feldolgozás fogalmilag persze nem teljesen azonos a hadtörténeti elemző munkával, de miután az előbbinek a feltételei nem voltak adottak, a hatás közvetve utóbbi esetében is csak ugyanaz lehet.

Ha úgy tetszik, az aszimmetrikus ellenfél abban is győzelmet tudott aratni, hogy a szembenálló haderőt távol tartotta attól, hogy tapasztalatait összegyűjtse, rendszerezze, és saját fejlődésére fordítsa.

## **AZ AMERIKAI MEGKÖZELÍTÉS A PROBLÉMA MEGÉRTÉSÉRE VIETNÁMBAN**

Néhány évtizeddel és egy újabb világéggel később a Brit Birodalom helyén támadó őrült egy ilyen minőségében új entitás, az Egyesült Államok töltötte ki. A hidegháború bipoláris szembenállásán túl, globális (felelősségű) hatalomként számos aszimmetrikus konfliktust is fel kellett vállalnia. Ezek egy része önmagában is megjelent (többnyire a posztkolonizáció eredményeként, önnön pusztán aszimmetriájában bármely aktuálisan regnáló hatalommal szemben), részben a világméretű konfliktus helyi vetülete volt, de ez utóbbi szinte minden esetben gerjesztőleg hatott, bármi is volt a (helyi) konfliktus eredeti kiváltó oka. Az előző korszakhoz képest jobbra újdonságnak számított, hogy ezek a mozgalmak a szűken értelmezett, korlátozott, általában területiális céljaik (mint például az autonómia) mellett többé-kevésbé magasabb ideológiai – szocialista, internacionalista – színezetet is kaptak.<sup>13</sup>

A vietnami háborúba az Egyesült Államok ezúttal nem a britek, hanem a franciák (politikai-katonai) örökösöként bonyolódott bele. A háború eseményei jelen kutatást csak közvetve érintik, így ezek ismertetésétől ehelyütt eltekintünk. Az aszimmetrikus jelleghez való amerikai viszonyulást egy különleges szolgálati ágon, a mesterlövészek tevékenységén keresztül mutatjuk be. Ez egyrészt Vietnámban az aszimmetria egyik ellenszereként került alkalmazásra, másrészt metodikájában többnyire maga is aszimmetrikus jelleget mutat.

Az előzőekben ismertetett brit példához képest az amerikai haderő jelentős erőfeszítéseket tett, hogy megértse és feldolgozza az aszimmetrikus hadviselés jellegét. Vietnámban számos, a fegyveres erők berkein belül működő elemző és tapasztalat-feldolgozó szervezet tevékenykedett, közöttük például a Tengerészgyalogság Történeti és Múzeum Részlege, amely utóbb kilenc kötetet szentelt a konfliktus történetének.<sup>14</sup> A közvetlen hadtörténeti kutatás mellett pedig számos primer forrás is keletkezett, mint például az alkalmazott mesterlövészek hatékonyságát felmérő 1967-'68-as vizsgálat eredményeit összegző jelentés [3, p.93], vagy a haditengerészet által 1967-ben kiadott szabályzat,<sup>15</sup> amelyek a citált hadtörténeti elemzés forrásául is szolgáltak. Mindebből az látszik, hogy ezúttal komolyabb szándék volt az aszimmetria jelenségének megismerésére, és megértésére (talán pont az előzőekhez kapcsolódó tapasztalatok – a források hiányának – közvetett hatásaként). Ez sem jelenti azonban, hogy egy ilyen elemző gépezet nem érhetek nehézségek.

A saját mesterlövészek tevékenysége kapcsán Lanning több helyen is leírja, hogy egyes alakulatparancsnokok idegenkedtek az új(nak számító) szolgálati mód bevezetésétől, az ilyen alegységek felállítása/megtartása, illetve alkalmazása mindig egyéni megítélés kérdése volt (az előjáró parancsnok részéről). Az, hogy a „felhasználó” mennyire vesz egyáltalán tudomást egy keze alá rendelt speciális alakulat létezéséről és a képességében rejlő potenciálról, nagyban

---

<sup>13</sup> Ennek – és ezzel együtt a Szovjetunió támogatásának – mértéke az egyes eseteket tekintve eltérő volt. Példaként: Algériában a dekolonizáció volt a fő motívum, míg Vietnámban a volt gyarmatosító Franciaország ellen is a szocializmus alapján bontakozott ki felszabadító mozgalom, a háború amerikai szakaszára pedig már ez volt jellemzően a döntő motívum.

<sup>14</sup> Marine Corps History and Museums Division, [3, p.83]

<sup>15</sup> Professional Knowledge gained from Operational Experience in Vietnam NAVMC2614, [3, p.172]

befolyásolja nemcsak annak alkalmazását (mennyiségi és minőségi tekintetben egyaránt), de utóbbi dokumentáltságát – megjelenését az előljáró alakulat harci dokumentumaiban, illetve annak részletességét, pontosságát – is.<sup>16</sup> Továbbá a működés teljes tér- és időbeli kiterjedését figyelembe véve is olyan kis létszámú specialistáról, illetve az alegységek olyan kis arányú részéről volt szó, hogy a tevékenységük harci okmányokon túli pontos és részletes dokumentálására még a fentebb említett szervezeteknek sem lehetett elegendő kapacitása.[3, p.129]<sup>17</sup> Annál is inkább, mert alkalmazásuk vagy mesterlövész-járőrökbe szervezve, kvázi-önállóan, vagy valamely gyalogos harcászati alegységhez ideiglenesen rendelve történt, tehát vagy nem szoros, vagy éppenséggel átmeneti alárendeltségben működtek. Ez nyilvánvalóan rányomta a bélyegét az (ideiglenes) előljáró harci dokumentumaiban való megjelenésükre is. Ehhez hozzátehetjük még, hogy az alkalmazás jellege, és a mesterlövészek konkrét feladatai egyes esetekben egyenesen indokolhatták is, hogy bevetésük a jótékony feledés áldozatává váljon.

Az ellenség hasonló tevékenysége kapcsán a szerző – gerilláktól tulajdonképpen elvárható módon – eleve a források szűkös voltát hangsúlyozza: ezekről jórészt a fogságba esett katonák elmondása alapján sikerült képet alkotni, amit sporadikusan egészítettek ki elfogott ellenséges dokumentumokban fellelt utalások.[3, p.179] Ez persze nem jelent megdönthetetlen bizonyítékot arra a korábban megfogalmazott „tételre” nézve, hogy a gerillák esetében nem, vagy csak alig beszélhetünk harci dokumentumokról. Azt azonban mindenesetre mutatja, hogy az ezekhez való hozzáférés adott esetben igencsak esetleges. Ennek okát nem nehéz megelnünk, ha meggondoljuk, hogy a gerilla-hadviselés jellegéből következően viszonylag kevés a – szervezetszerű – fizikai kontaktus, nincs szó az ellenség frontvonalának áttöréséről, amikor rendszerint annak vezetési pontjai – és azok dokumentumai – is kezünkre kerülhetnének.<sup>18</sup> (Természetesen az ellenség vonatkozó dokumentumaihoz való hozzájutásnak nem ez az egyetlen módja, legalábbis az utókor kutatója számára biztosan nem. Számára az ezekhez való hozzáférés idővel sokkal egyszerűbb – és békésebb – módon is megoldhatóvá válhat.)

Művében Lanning konkrétan is kitér a téma – tágabban pedig a vietnámi háború – hadtörténeti feldolgozásának nehézségeire (ezzel nem kis szívességet téve jelen sorok írójának).[3, p.191] Az okok között felelmeleti az egyes visszaemlékezők egyéni látásmódját (érdekes momentuma ennek a szempontnak, hogy az angolszász megközelítésben az egyes harcosnak – akár a legkisebb rendfokozatúnak, illetve beosztásúnak is – mennyivel nagyobb szerep jut általában például az itthoni felfogáshoz képest), illetve azt a tényt, hogy valós időben elsősorban mindenki az adott feladat végrehajtására koncentrált, nem a pontos rögzítésre, vagy a későbbi dokumentálásra. Ez a két állítás ugyanakkor rámutat arra is, hogy miért nem

---

<sup>16</sup> A visszaemlékezések tanúsága szerint a második világháború idején a szovjet frontra kiküldött magyar nehéz és legnehezebb tüzérségnek is hasonló élményben volt része. Az alakulat egykori tagjai szerint maga a kiküldés ténye is arról tanúskodik, hogy a felső vezetés sem volt tisztában a csapatnem valódi mivoltával. Az alkalmazás gyakorlata pedig azt mutatta, hogy az előljáró parancsnokságok is általában a tábori tüzérséggel kapcsolatos tapasztalataikból indultak ki, mind a nehézeszközök telepítése, mind az azoknak szabott feladatok tekintetében. Ez ugyan nem kapcsolódik szorosan az aszimmetrikus hadviselés témaköréhez, annyiban azonban mégis, hogy a jelek szerint mind a speciális rendeltetésű alakulatok (úgy is, mint az aszimmetrikus harc egyik legjellemzőbb eszköze) alkalmazása, mind az ehhez kapcsolódó tapasztalatok értékes, és feldolgozható formában való megmaradása attól is függ, hogy az adott haderő mennyiben van tisztában ezen alakulatok speciális jellegével. Ennek hiányában az utókor számára legfeljebb az egykori „specialisták” visszaemlékezései maradnak (ha egyáltalán), amelyek azonban – mint arra az írás elején utaltunk – nem tekinthetők objektív forrásnak és megfelelő hivatalos dokumentálás hiányában nehezen verifikálhatóak. [10]

<sup>17</sup> Szervezeti méretüknél és alkalmazásuk jellegénél fogva, a mesterlövész különítményeknél/részlegeknél közvetlenül egyébként is viszonylag kevés gyűjthető dokumentum keletkezett, amit a fentebb tárgyalt, gyakran tisztázatlan alárendeltségi viszonyok még tovább rontottak.

<sup>18</sup> Természetesen „ideális esetben” ez reguláris hadseregekkel sem történhet(ne) meg, hiszen ilyen esetekben az érzékeny dokumentáció megsemmisítendő. [11, p.109]

tekinthetőek az egyéni visszaemlékezések – a szerzők legjobb szándéka (és szakmai elkötelezettsége) mellett sem – objektív, és kritika (illetve verifikálás) nélkül használható forrásoknak. Nem csak az irreguláris hadviselésre, de a hadtörténelem talán minden momentumára igaz, hogy az egyes résztvevők saját perspektívájukon keresztül élik meg azokat, és korántsem biztos, hogy az adott helyzetben éppen az utókor számára lényeges információk ragadják meg leginkább a figyelmüket. Ez azonban nem jelenti, hogy visszaemlékezéseik nem szolgálhatják az események későbbi megismerését érdekes – esetenként fontos – adalékokkal, a hivatalostól eltérő nézőpontokkal. Mindez ugyanakkor nem predesztinálja őket arra, hogy ki is váltsák a hivatalos dokumentumokat, és ha a kutató például egy aszimmetrikus konfliktus kapcsán jobbra csak ilyen, szubjektív forrásokra hagyatkozhat – mint ahogy korábban feltételeztük – akkor kutatása tudományos céljait is eleve csak korlátokkal fogalmazhatja meg.<sup>19</sup>

Érdemes kiemelni Lanning azon véleményét, miszerint (a jelek szerint mindenkor, nem csak Vietnám esetében) a hadtörténészek tevékenysége többnyire csak tovább bonyolítja a képet, amennyiben ezek a szakmai feldolgozást leginkább saját értelmezéseik beemelésére és igazolására használják fel (a korrektség kedvéért: Lanning itt feltehetőleg elsősorban nem a hivatásos – elemző – „katona”-hadtörténészekre, hanem az angolszász területen oly divatos népszerűsítő hadtörténelem művelőire gondol – itthon ez a két kategória talán nem létezik ennyire elkülönült formában). Ez a megállapítás ugyan nem a hadviselés irreguláris, vagy éppen reguláris jellegéből következik, mégis fontos kitételekre emlékezteti a hadtörténész szakma művelőit, a kutatási célok megfogalmazását, illetve a vizsgálódás irányultságának meghatározását illetően.

A konfliktus nem konvencionális, a hagyományoshoz képest komplexebb jellegű, és az egyes alegységek többnyire elszigetelt alkalmazását további nehezítő körülménynek tekinti.<sup>20</sup> Ezeket a korábbiakban már érintettük. Megemlíti továbbá még egy egyedi, Vietnámra jellemző körülményt; Saigon 1975-ös elesésével jelentős mennyiségű amerikai hadi dokumentáció kerül észak-vietnámi kézre, amelyet addig nem sikerült hazaszállítani. Az ezekben, és az ellenség hasonló dokumentumaiba való betekintés a szerző szerint még napjainkban is meglehetősen nehéz.

## ÖSSZEGZÉS

A fentiekben ismertetett példák természetesen nem írják le az aszimmetrikus hadviselés egészét, mint ahogy az ahhoz köthető hadtörténeti kutatását sem. Ennek a hadviselési módnak az egyik jellegzetessége – mint azt napjainkban is láthatjuk – hogy szinte bármilyen formát magára ölthet, és az eszközök teljesen szabadon értelmezett repertoárjával rendelkezhet.<sup>21</sup> Ennek megfelelően feldolgozása, illetve megértése – nem csak hadtörténeti vonatkozásban – számos nehézségbe ütközhet. Írásunk egyik vonatkozásban sem törekedett – talán nem is törekedhetett volna – teljességre. Az írás céljaként talán a kutatási terület egyediségének érzékeltetését határozhatjuk meg, hiszen a hadtörténeti kutatásnak egyszer majd napjaink számos aszimmetrikus összetűzését is fel kell dolgoznia. Szövetségi rendszerünk, a NATO a néhai Brit Birodalomhoz hasonlóan, globális alkalmazási spektrummal bír. Haderejének – amennyiben azt egységes egésznek tekintjük – ugyanúgy érdeke, mint a brit haderőnek lett volna, hogy az egyes hadszínterek tapasztalatait – közöttük az aszimmetrikus ellenféllel kapcsolatosakat is – az egész szervezet befogadja, és hasznosítsa. A vietnámi példa pedig a

---

<sup>19</sup> Ugyanez a hatás részben a hivatalos dokumentáció kapcsán is megjelenik, hiszen a szabályozott forma ellenére ezeket is emberek alkotják, szükségszerűen bizonyos mértékig ezek is egyéni narratívái az eseményeknek.

<sup>20</sup> Ezt térbeli és időbeli elszigeteltségnek egyaránt tekinthetjük; előbbi a földrajzi, környezeti viszonyokra, utóbbi a konfliktus relatíve alacsony, illetve hullámzó intenzitására utal.

<sup>21</sup> Bár nem rendelkezünk bizonyos események vonatkozásában egészséges történelmi távlattal, mégis említünk meg például a 2008-as orosz-grúz háborút. [12]



hadtörténész szakma számára lehet tanulságos az „aszimmetrikus hadtörténelem” kutatásának nehézségeit illetően.

#### Felhasznált irodalom

- [1] Forgács B., Kaló J., Németh J. L., Aszimmetrikus kihívások a haderő, az állam, valamint a társadalom viszonyában, *Hadtudomány*, 2015. 25. évf. 1-2. szám, pp. 106-110.
- [2] T. R. Moreman: “Small wars” and „imperial policing”: The British army and the theory and practice of colonial warfare in the British empire, 1919-1939. A *The Journal of Strategic Studies* 1996 évi 4. számában megjelent eredetit fordította: Szabó Ferenc. Kézirat, NKE HHK Hadtörténelem, Filozófia és Kultúrtörténet Tanszék.
- [3] M. L. Lanning: *Inside the crosshairs. Snipers in Vietnam*. Ballantine Books, New York, 1998.
- [4] Szem G.: „A világháború 1914-1918” A Nagy Háború iratanyagainak feldolgozása a Hadilevéltárban. *Hadtudományi Szemle*; 2013. 6. évf. 1. sz.
- [5] Bialoskorski Ö. százados: Adalékok a világháborús okmányanyag tudományos értékeléséhez. *Magyar Katonai Szemle* (szerk.: vitéz Berkó István) 1934. IV. évf. 4. szám; *Hadtörténet és hadilevéltári okmányok*.
- [6] Bialoskorski Ö.: *Hadtörténeti események tudományos feldolgozása*. *Magyar Katonai Szemle* (szerk.: vitéz Berkó István) 1936. IV. évf. 2. szám, *Hadtörténet és hadilevéltári okmányok* (szerk.: Markó Árpád).
- [7] Bialoskorski Ö.: *Módszertani kérdések a világháborús hadtörténetírás köréből*. *Magyar Katonai Szemle* (szerk.: vitéz Berkó István) 1938. VIII. évf. 10. szám, *Hadtörténet* (szerk.: Markó Árpád).
- [8] Mao Ce-Tung: A japán területablók elleni partizánháború stratégiájának kérdései. In: Uő: *Válogatott művei*. 2. köt. Szikra, Bp. 1953.
- [9] F. Castro: „History wil absolve me”; Idézetek Fidel Castro védőbeszédéből, forrás: [http://college.cengage.com/history/world/keen/latin\\_america/8e/assets/students/sources/pdfs/87\\_fidel\\_castro.pdf](http://college.cengage.com/history/world/keen/latin_america/8e/assets/students/sources/pdfs/87_fidel_castro.pdf) (2015.06.26.)
- [10] Saly Gy.: *Visszaemlékezések a magyar királyi honvédség nehéztüzérségére*. Montreal Kanada, 1995.
- [11] A Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség titokvédelmi s ügyviteli szabályzata (Ált./3), HM. 1996.
- [12] Németh J., Hajzer T.: Az orosz-grúz háború néhány jellemző vonása, *BIZTONSÁGPOLITIKA.HU* 2008:(09. 18.) pp. 1-3., forrás: <http://old.biztonsagpolitika.hu/?id=16&aid=709&title=az-orosz-gruz-haboru-nehany-jellemz337-vonasa> (2015.06.26.)

TÓTH József

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

## CONSIDERATIONS ON MODERNIZATION AND THE COMPETENCIES AND EDUCATION OF AIRCRAFT MAINTENANCE ENGINEERS

### *Absztrakt*

*A precondition of the proper functioning of our organizations and the success of their operations is a sizeable body of well-trained professionals. The ongoing development of educational content and structure, the changing needs of the labour market, and the novelties of the technological environment make it necessary to conduct regular research to clear what competencies new generations of military engineers of the Hungarian Defence Force should possess. Change in the past term in higher education exerted influence, and they also practice the aircraft engineer to an education yet in our time. Competences appeared as requirement on output of the educations, what besides (different forces of nature) you appear as a criterion of change of the educations. These effects also touched higher-education establishments, of the defensive sector, what portfolio his existing educations called his transformation into life. The education proceeds from competences according to the new requirements and they are tracing subject structure back the education from this, system time ratios (credit), and methodological elements of his different contents.*

*A szervezet működésének, és az elvárt minőségű feladatvégrehajtás biztosításának egyik alapfeltétele a megfelelő számú, jól képzett szakember. A képzési szerkezet, az infrastruktúrák, a humánerőforrás fenntartása és folyamatos fejlesztése érdekében fontos ismerni, hogy milyen kompetenciákkal rendelkező műszaki szakemberekre van szükség a Magyar Honvédségben. Az elmúlt időszakban a felsőoktatásban bekövetkezett változások jelentős hatást gyakoroltak, és még napjainkban is gyakorolnak a repülőmérnök képzésre. A képzések kimenetén követelményként jelentek meg a kompetenciák, melyek (más elemek mellett) a képzések változtatásának kritériumaként szerepeltek. Ezek a hatások a védelmi szektor felsőoktatási intézményeit is érintették, melyek a meglévő képzési portfólió újragondolását hívták életre. Az új követelményeknek megfelelően a képzések kompetenciákból indulnak ki, és ebből vezetik le a képzés tantárgyi struktúráját, belső idő (kredit) arányait, más tartalmi és módszertani elemeit.*

**Keywords:** *aviation engineering, military engineer education, competency, model ~ repülőmérnök, katonai műszaki oktatás, kompetenciák, model*

## INTRODUCTION

In the past decade the fact that they had to balance their decisions against the biased activity of related organizations in their environment, the Hungarian Defence Forces and their organizations had been making enormous effort to maintain the efficiency of their operations. The appearance of a new type of aircraft in the system required also the introduction of a new maintenance strategy that set new requirements for our maintenance engineers. The technological transfer necessary for the adaptation of the new technology made it essential to enforce a new systems thinking approach for the whole process. It was therefore unavoidable to see and analyse mechanical, electronic, weapons and other functional subsystems all together instead of their classical functional separation in order to identify and make use of the existent contingencies. As a result, the new view concentrated on the cooperation of mechanic, electric, weapons etc. capabilities on a subsystem level.

The appearance of new technologies and new approaches in the world and in our organizations requests also a re-thinking of our education and training schemes both in structure and in content, so that new generations of professionals may be taught the necessary skills and know-how to do their jobs effectively and to be able to keep up with expected future developments.

Beside the fact that the enforced fluctuation of workforce made it difficult to give over the know-how to the next generation let alone to provide them with enough on-hand experience to develop the necessary professional and organizational skills, the ongoing reforms of the educational institutional system did not provide the necessary stability and background either. There is therefore a certain need for a proper analysis of discrepancies between education and maintenance engineering practice so that a common platform can be provided for future cooperation in terms of what to teach and how to teach. [5]

"Teaching the staff how to use new gadgets, however, is far from enough. Even a modular training scheme that focuses on the operative level and helps maintain and improve the running of key processes is essential but insufficient. Taking a management point of view, it is easy to agree that regular brush-ups and drills as well as courses deepening the specialist knowledge of the "hard core" that also enable them to take a more active part in common organizational process improvement efforts are to be held advantageous on multiple levels. They not only help the more effective utilization of our staff but also provide management with a useful tool to build internal motivation, a common culture and employee loyalty." [1]

There is a significant disequilibrium characterizing the relationship between the present education of aircraft maintenance engineers and the needs of those organizations that require and use their knowledge. To restore and keep their balance, competence should be put in the centre again so that the invested efforts of the educational input may result in the building of those skills and knowledges that are truly required by the output-side, that is the future employer's organizations and processes.

The unavoidable rethinking of our professions, equipment, work processes, education content and techniques and all the methodologies involved in a competence-based education and work scheme of aircraft maintenance engineers requests also the re-thinking also of meta-methodological level behind the questions arising. All this has to be done in an environment that may be described as not quite supportive, if only we think of the macroeconomic influences resulting in constant ambiguities and unsteadiness of employment, working conditions, prestige or market values.

## **PROBLEMS OF A SCIENTIFIC ANALYSIS**

The problems appear in reality in the form of some kind of a negative phenomenon. As practically all activities are in one way or another interlinked, any issue may create contemporary or delayed symptoms within the system. The appearance of a new aircraft in the system will have foreseeable and unforeseeable consequences of various seriousness. As high risks may be implied, it is necessary for a professional leader with the necessary level of authority and autonomy to take over direction and set up before the new aircraft is introduced so that even the initial steps requested by such technological innovations can be planned, prepared and executed without haste. Also in the duration of time after the arrival of a new aircraft it is necessary that the teams involved are given the necessary pace to learn, practise, and to get used to the new situation without being overburdened with additional tasks and duties from above. Even so, they will have all hands full with internalising the new skills and know-how necessary to keep the new aircraft in function. To require full potentials from the maintenance staffs of a new aircraft in this period of working may definitely lead to immediate or later problems. The only way to ensure that the introduction period does not take too long is to use all possible ways to improve the professional knowledge of staff members on such machines beforehand. Education and training in advance, if well targeted, may be an effective way to shorten time periods and lower costs of introduction as well as to avoid later problems.

To forecast future effects of any change within a complex system is an important direction of scientific research. It is unavoidable to concentrate on such issues of multiple effects of innovation within the technical, process and organizational system, including, of course, the human perspective too. To prepare such forecasts is an unavoidable step of any feasibility study, and they are the basis for the planning of the introduction of new aircrafts too. Their preparation necessitates the application of the best available level of analytic methods and know-how.

Even the formulation of the problem cannot be developed without minding certain traps. One of the issues to be considered is the choice of the right time horizon and perspective. Evidently, if the analysis uses a too long time sequences for the forecast, it will take too much time to map all the possible risks and other consequences, while using too short time sequences may result in a situation when we remain unaware of major issues resulting from the introduction of the new aircraft. It is therefore also important to properly plan the process of the forecasting analysis as well. [9, 10, 11]

## **SYSTEMS THINKING**

Another major task in the planning of the introduction of major technologies such as a new aircraft is to decide which level of complexity we should handle (e. model) the problem. To identify major possibilities, Boulding's classification of systems according to their levels of complexity may come handy.

Boulding in the 1950' identified nine levels of system complexity and named them so that it is easy to remember them as well as to link them a useful metaphor. The nine levels are those of the structures, clockworks, controls, cells, plants, animals, man, society and that of the transcendental. The nine levels represent a hierarchy from the simplest to the most complex. Each system at a certain level of hierarchy can be modelled and analysed according to the lower levels, but not those above it. As an example, if you analyse a human person as a member of the animal world, your results will be relevant, while to handle a pet or a machine as a human being is mere personification and leads us in the world of fantasy or literature rather than that of creative analysis.

In case of analysing the education scheme for aircraft maintenance engineers, it seems to be logical to start with trying to understand it at the level of the human individual, that is at a level

of complexity dealing with active planning of the future, foresight and other complex thinking processes.

Also, when looking for a solution, the symptoms and problems identified will help us choose which disciplines are there to consult with. As our aims are to think over what management can do in terms of helping the workforce to get prepared for working with new technologies, it seems to be evident that most suggestions and solutions will come from the areas of disciplines such as education, psychology, social psychology etc., probably those in and around the interest of Human Resources Management (HRM).

After identifying and utilizing these starting points, it will be of course unavoidable to involve also other levels of complexity as well as disciplines in due course of the analysis and planning, whenever need be. Multidisciplinary approaches in the world of complexity are usually amongst the most successful when forecasting future problems.

## **COMPETENCIES, COMPETENCY - BASED EDUCATION**

The management perspective of engineers, and following from their professional culture, has been tending to be overtly task-oriented [2]. Traditional military organizations even strengthened and conserved this attitude. “Our organizations seem to follow patterns that go back to the 19th century or even earlier”. [6] Human Resource Management is the function within an organization that focuses on recruitment, management, and providing direction for the people who work in the organization. It deals with issues related to people such as compensation, safety, benefits, motivation, training and so on. Our organizations will never develop unless we succeed in remembering that HRM requests a very different mindset from that directing our decisions now: from the task-orientation of the present, we will have to change for people orientation. No competency-based organization may exist without it.

And competencies will be at the core of any solution of the complexity of the modernization problem. [7] To understand properly what its definition is meant by is a guide for us to make the necessary decisions: “A competency is an underlying characteristic of an individual that is casually related to criterion referenced effective and/or superior performance in a job or situation. Any valid competency requires knowledge, skills and attitudes that affect the job, correlates with job performance, can be measured against specific standards, can be improved, develop, learned and acquired. A competency is the qualification to perform, not the actual performance”. [8]

Any introduction of a new technology raises questions of competency analysis. What are the necessary job skills we do not have yet? How to define performance standards for the introduction period? And afterwards? How does it require the emendation and modification of our standard processes? How to make it possible for our people to acquire the necessary skills and knowledge in the most successful way? What can education and training do for solving such problems in general, and aid each innovation project in particular? Proper answers to such questions may lead us in a direction where competencies are well-defined, and Human Resources Management can methodologically re-form our organizations and processes by choosing by educating management and workforce alike.

If competency analysis can identify the unavoidable complementation of our job skills and set the right performance standards, if HRM and knowledge management can identify the necessary skills and knowledge areas to develop, if they are to help or even enable performance to improve in various ways so that all types of co-workers, professions and personalities can find the right selection for themselves with their support including all types of self-directed, individualized and facilitated (e. g. mentor services) training and education, only then will the organization be able to face such changes with considerable readiness and preparedness.

Whatever type or combination of types or forms the methodology used is to represent, the aircraft maintenance engineers are basically influenced by the correct designation of training's main aims, and the exact education objectives and the quality of presentation. Particularly important to organize and execute the correct training program if a new security system or technology is taken in at the airports which can basically influence the process of security system. We should organize and execute the element of the training which will modify the new competence of the specialist and choose the effective methods.

All the competency building and knowledge adaptation process has to be done with the individuals and their community in mind. Old skills and know-how is easier to be repositioned and brushed up than to be erased – in fact, they are part of the professional and organizational culture keeping people together. As a conclusion, all the necessary learning and competency building processes have to be done by the people and their organizations – there is no easy way imposing all the necessary changes on them from outside. If the results are not theirs, if the new explicit and tacit knowledge does not build together with the old one, if the new skills do not form an integral part of a system together with the old ones, they will always represent an alien body in their culture and thinking and will not properly function – even further, they will trigger “allergic” reactions of the organization defending itself against them. Internalization, even if it starts in time (that is, quite a time before the technological innovation), will not succeed without building desire and triggering action on the side of the participants. Without this all new knowledge will remain, at best, an item in the database unable to be activated and used in daily work. Building internal motivation, however, may on the long run be much less expensive for the organization than piling up useless knowledge. [3, 12, 13, 14]

## CONCLUSIONS

Any introduction of any new type of equipment, let alone aircrafts is stressful for the existing maintenance engineering staff for multiple reasons. Their antagonistic reactions and the imposing of further stress on them by the traditional task-centred organization can be avoided by a cultural change for people orientation, the reorganization and modernization of the practices and concepts of the human resources management function and put more effort in the proper targeting of educational and training activities before, during and after the event. Beside the unavoidable investments, a wide range of conceptual and cultural changes should be considered. One of them is to consider concentrating on a multi-model analysis of issues focusing on and starting with the “individual” level of complexity models. Another key may be the active adaptation of modern management disciplines and methodologies in such fields as human resources management, knowledge management or total quality management in order to set the focus fixed on the needs of the co-workers and to provide ourselves with new planning and control tools. If we succeed doing so, our organizations will adapt themselves to the modern concepts, will learn to use the proper thinking tools and processes, and will have more chance to manage technological modernization with more success and less stress. The weak point is that nobody can do it instead of us. “The new era requests a new type of thinking, new philosophies, new concepts” [4]. It cannot be built on solutions other than the cooperation of highly educated, internally motivated professionals.

## References

- [1.] Békési Bertold, Koronváry Péter, Szegedi Péter: Terrorism and Airport Security Some Technological Possibilities to Reduce Exposure, Deterioration, Dependability, Diagnostics International conference, University of Defence, Brno, 2015.10.06-2015.10.07. pp. 279-288., ISBN:978-80-7231-431-7

- [2.] Koronváry Péter: Gondolatok a vezetéstudomány feladatáról, *Hadmérnök*, III. 2. (June 2008) pp. 161-168 [http://hadmernok.hu/archivum/2008/2/2008\\_2\\_koronvaryl.pdf](http://hadmernok.hu/archivum/2008/2/2008_2_koronvaryl.pdf)
- [3.] Koronváry Péter - Szegedi Péter Tudásalkalmazás és tudásgondozás, *Hadmérnök* X. 4. (December 2015) pp. 217-226. [http://www.hadmernok.hu/154\\_20\\_koronvaryl\\_szp.pdf](http://www.hadmernok.hu/154_20_koronvaryl_szp.pdf)
- [4.] Koronváry Péter: TQM a közsférában? veszélyek és lehetőségek, *Hadmérnök*, IX. 3. (September 2014) pp. 281-289 [http://hadmernok.hu/143\\_23\\_koronvaryl\\_1.pdf](http://hadmernok.hu/143_23_koronvaryl_1.pdf)
- [5.] Koronváry Péter - Szegedi Péter - Tóth József: Kutatás és képzés – módszertani felvetések az elvárások és a képzési portfólió összehangolására a repülőműszaki képzésben, *Hadmérnök* X. Évfolyam 4. szám - 2015. december 237-246 o. [http://www.hadmernok.hu/154\\_22\\_koronvaryl\\_szp\\_tj.pdf](http://www.hadmernok.hu/154_22_koronvaryl_szp_tj.pdf)
- [6.] Koronváry Péter - Szegedi Péter: Thoughts on understanding our organizations, *Hadmérnök* X. 4. (December 2015) p. 227 [http://www.hadmernok.hu/154\\_21\\_koronvaryl\\_szp.pdf](http://www.hadmernok.hu/154_21_koronvaryl_szp.pdf)
- [7.] Szegedi Péter: „ÖTLET! ... ROHAM!” egy „csináld és tanítsd” folyamat elindításához, a katonai felsővezető képzés lehetséges fejlesztési iránya, *Hadmérnök*, IX. Évfolyam 2. szám - 2014. június 400-408 [http://hadmernok.hu/142\\_35\\_szegedip.pdf](http://hadmernok.hu/142_35_szegedip.pdf)
- [8.] SPENCER, SPENCER: Competence at work Models for Superior Performance John Wiley& Sons, Inc. 1993 pp. 9-11
- [9.] Kenneth E. Boulding: General Systems Theory—The Skeleton of Science Institute for Operations Research and the Management Sciences, 1956.
- [10.] Gyökér Irén: Humánerőforrás-menedzsment, Műszaki Könyvkiadó, 2001 ISBN: 9631630420
- [11.] Koronváry Péter - Szegedi Péter – Tóth József: Kutatás és képzés – módszertani feltevések az elvárások és a képzési portfólió összehangolására a repülő műszaki képzésben, *Hadmérnök*, X. évfolyam 4. szám, 234-246p.
- [12.] Spencer, Spencer: Competence at work. Models for Superior Performance, John Wiley& Sons, Inc. 1993 9-11p
- [13.] Temesi József: Kompetenciák, ismeretkörök és tanulmányi kimenetek összefüggései és tervezése. Társadalom és Gazdaság, Akadémiai kiadó, 2006
- [14.] Békési Bertold, Szegedi Péter, Szabó Vivien, Tóth József: How Terrorism Can Affect Technological Aspects of the Airport Security, In: Rolandas Makaras, Robertas Keršys, Povilas Gražulis, Rasa Džiaugienė (szerk.) Proceedings of 19th International Scientific Conference Transport Means 2015. 781 p. Konferencia helye, ideje: Kaunas, Litvánia, 2015.10.22-2015.10.23. Kaunas: Technologija, 2015. pp. 112-115.



**MAKKAY Imre – MOLNÁR András – STOJCSICS Dániel –  
SZEDEDI Péter – BÉKÉSI Bertold**

[drmi48@gmail.com](mailto:drmi48@gmail.com) - [molnar@uni-obuda.hu](mailto:molnar@uni-obuda.hu) - [stojcsics.daniel@nik.uni-obuda.hu](mailto:stojcsics.daniel@nik.uni-obuda.hu) -  
[szegedi.peter@uni-nke.hu](mailto:szegedi.peter@uni-nke.hu) - [bekesi.bertold@uni-nke.hu](mailto:bekesi.bertold@uni-nke.hu)

## NEMZETKÖZI VERSENYEN A HUNOK CSAPAT

### *Absztrakt*

*2015 május 8-10 között immár harmadik alkalommal rendezett nemzetközi megmérettetést, Future Flight Designe 2015 (FFD 2015) elnevezéssel a Török Légierő Akadémia az isztanbuli Hezarfen repülőtéren. Egy saját tervezésű, fejlesztésű és gyártású távirányított repülőeszközzel lehetett nevezni a dinamikus versenyre. A versenykiírás nyújtotta lehetőségeket és korlátozásokat figyelembe véve a Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar csapata felkérte a hazánkban ezen a területen kimagasló eredményeket elérő Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Karának oktatóit és hallgatóit, hogy közösen alkotott csapattal induljanak a rangos vetélkedésen. 2014 decemberében több mint 10 különböző országból 49 csapat nevezett, köztük a HUNOK csapat is, akik 2014 december 23.-án nyújtották be a jelentkezésüket. A cikk a versenyre való felkészülés tapasztalatait és a rangos versenyen szerzett élményeket foglalja össze.*

*The Future Flight Design 2015 National Competition was organized third times in the Hezarfen Airport, Istanbul, Turkey, on 08-10 May 2015. by Turkish Air Force Academy. The competitors had to design, fabricate, and demonstrate the flight capabilities of their prepared unmanned, electric powered, radio controlled aircraft which could meet the specified mission profile. The teams of the two universities, Óbuda University and National University of Public Service united to adequately face with the requirements of the FFD 2015 competition. 49 teams from more than 10 countries included HUNOK team, applied for the contest in December 2014. The HUNOK team applied for the FFD 2015 on 23 December 2014. The paper try to present the experience of the international competition and how the joint team developed and completed the MELÁK UAV.*

**Kulcsszavak:** *pilóta nélküli légi járművek, drónok, távirányítású repülőgép ~ unmanned aerial vehicles, drones, remote controlled aircraft*

## Bevezetés

A Török Légierő Akadémia parancsnoka 2014 októberében egy levélben kereste meg a Nemzeti Közszolgálati Egyetem (NKE) rektorát, amelyben meghívta az egyetem pilóta nélküli repülő eszközök (UAVs) fejlesztésekkel foglalkozó csapatát az Isztanbulban, 2015 május 8-10 között megrendezésre kerülő FFD 2015 „Future Flight Design 2015” nemzetközi pilóta nélküli repülő eszközök versenyére. A harmadik alkalommal megrendezett nemzetközi megmérettetésnek az isztanbuli Hezarfen repülőtér adott otthont.

A versenyre egy saját tervezésű, fejlesztésű és gyártású távirányított repülőeszközzel lehetett nevezni, ahol az eszköz „életképességét” is bizonyítani kellett. A versenyen intézetek, főiskolák, akadémiák, egyetemek csapatai indulhattak. A csapatok tagjai (kivéve a pilóta) az intézmény teljes idejű hallgatói kellett, hogy legyenek és egy intézmény több csapatot is nevezhetett, illetve az intézmények összefogva közös csapatként indulhattak.

A felkészülési idő rövidege, a feladatok összetettsége a versenykiírás nyújtotta lehetőségeket és korlátozásokat figyelembe véve az NKE csapat úgy döntött, hogy az eseményre hazánkban ezen a területen kimagasló eredményeket elérő Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Karának oktatóival és hallgatóival (akik már évek óta terveznek, fejlesztenek, készítenek különböző UAV-kat) közösen alkotott csapattal jelentkeznek. A nemzetközi megmérettetésre több mint 10 különböző országból 49 csapat nyújtotta be jelentkezését 2014. decemberében.

### 1. A HUNOK csapat

A versenyre 2014 december 23.-án nyújtotta be a jelentkezését a HUNOK csapat. Prof. dr. Makkay Imre ny. ezredes egyetemi tanár, dr. Békési Bertold alezredes egyetemi docens, dr. Szegedi Péter alezredes egyetemi docens és Fábíán Kristóf, Kiss Zsolt és Kolláth Gábor honvéd tisztjelöltek alkották a HUNOK csapatot a Nemzeti Közszolgálati Egyetemről, míg dr. habil. Molnár András egyetemi docens, dékán, dr. Stojcsics Dániel egyetemi adjunktus és Lovas István és Sziklai Zsolt hallgatók alkották a csapat Óbudai Egyetemről érkező részét (1. ábra).



1. ábra. A HUNOK csapat és a verseny házigazdái

---

<sup>1</sup> saját készítésű fotó

## 2. A VERSENYKIÍRÁS ÉS A SZABÁLYOK

Az FFD 2015 célja volt, hogy lehetőséget teremtsen pilóta nélküli légi járművek tervezésére és építésére, ösztönözve az eredeti és egyedi tervek megvalósulását, továbbá, hogy teret biztosítson a repülő eszközök működőképességének bizonyítására, az elkészült járművek széleskörű bemutatására, megmérettetésére.

A nevezés elfogadásának feltétele volt egy technikai jelentés benyújtása és a szervezők általi elfogadása, amelynek maximum 60 oldalban tartalmaznia kellett:

1. a teljes felkészülési folyamatról egy összefoglalót, indokolva, hogy miért esett a választás az alkalmazott technológiákra, a megépített repülőgépre;
2. a rendszer képességeiről egy leírást, elemzést az előzetesen meghatározott követelményrendszer teljesítéséről;
3. a csapat szervezésének folyamatát, felépítését, feladatkörök meghatározottságát, teljesíthetőségét, és szabályozottságát;
4. időtervet, fő fázisok, döntési és ellenőrzési pontok megjelölésével.

A szervezők az FFD 2015-t, a „MOTHER SHIP UAV”-k versenyeként hirdették meg (a végső kiírásban módosították a téma megnevezését „UAV Mothership & Swarm”-ra, ami a kezdeti tartalmat nem befolyásolta) [6, 11, 12].

### *Mi az a "MOTHER SHIP UAV",?*

A „MOTHER SHIP” egy olyan rádió távirányított repülőgép, amely egyrésztől minél több kis méretű repülésre alkalmas eszközt (MAV - Micro Air Vehicle) képes szállítani és a 2. 3. feladatoknak megfelelő módon repülés közben a fedélzetről indítani, kidobni, másrésztől amelyet a csapatok erre a versenyre terveztek és építettek, kereskedelmi forgalomban kapható alapanyagokat és alkatrészeket felhasználva. Az eszköznek önerőből kellett felszállnia (semmilyen külső energia forrás használatát nem tették lehetővé a szabályok) és a felszálló út hossza nem lehetett hosszabb 20 méternél. Az elektromotoros légcsavart hajtóművel hajtott repülőgép energia ellátó rendszerébe 40 A-es biztosítékot kellett építeni, hogy az előírt áramkorlátozás garantálva legyen. A fedélzeten elhelyezett maximálisan 3 kg tömegű villamos energiaforrás (LiPo, NiCad, NiMH akkumulátor egyaránt engedélyezve volt) felhasználásával működtetett eszközről a repülés alatt nem lehet ledobni, illetve elveszteni semmilyen alkatrészt (mint például futómű, stb.), kivéve ha a repülési feladat megkövetelte (pl. 2., 3. feladatok esetén).

Csak kereskedelmi forgalomban kapható légcsavart lehetett alkalmazni, akár a feladatokként váltva az alkalmazott típust, méretet, de a repülőgépek konfigurációjának megváltoztatására (pl.: biplánról monoplánra változtatni) nem adtak lehetőséget a szabályok. Az RC és a szervók működtetéséhez független energia forrásokat kellett használni.

A biztonság szem előtt tartása a repüléssel foglalkozók számára nem ismeretlen. A repülési feladatok megkezdése előtt biztonsági és technikai bevizsgálásnak kellett alávetni az elkészített UAV-kat. Az előre megadott biztonsági követelmények teljesítése feltétele volt a repülési feladatok megkezdésének.

Az átvizsgálás kiterjedt:

1. a repülőeszköz minden elemének rögzítettségének, sértetlenségének, integritásának (minden felszerelést, hasznos terhet úgy kellett biztosítani, hogy a repülés alatt ne veszélyeztesse a működtetést (a tömegközéppont ne mozdulhasson el));
2. a légcsavart és a motor megfelelő integritására;
3. a villamos rendszer műszeres ellenőrzésére;
4. a gyors „áramtalanítás” lehetőségének ellenőrzésére (a repülőgéptörzs könnyen elérhető részére áramtalanító szerkezetet kellett beépíteni, amelyet csak a repülés megkezdése előtt a felkészülési körletben lehetett „élesíteni”);

5. a rádió távvezérlő előre meghatározott módon való működésének (a motor indul, motor leáll funkciójának, a kormányok működésének) ellenőrzésére.

Fokozottan ellenőrizték a Radio fail-safe funkció működőképességét (automatikusan be kellett, hogy kapcsoljon, amikor az összeköttetés a légi jármű és a földi irányítás között megszakadt), minden alkalommal a feladatok megkezdése előtti földi ellenőrzéskor be kellett mutatni, hogy az RC adó kikapcsolására működésbe lép a rendszer. Ekkor a biztonsági üzemmódban az eszköz vevője „motor állj”, „magassági kormány teljesen fel”, az „oldal kormány teljesen jobbra”, a „csűrő lap teljesen kitérítve” (jobbra, vagy balra), és a „fékszárny teljesen le” állásba vezérli a megjelölt berendezéseket. A csapatok csak a verseny bíróság által a szabályoknak megfelelőre értékelt repülő eszközzel kezdhették meg a repülési feladatok teljesítését [6, 11, 12].

### 3. A REPÜLÉSI FELADATOK

A versenyt az isztanbuli 681 méter hosszú kifutópályával rendelkező szilárd (aszfalt) burkolatú Hezarfen repülőtérén rendezték meg (2. ábra). A technikai ellenőrzésen átesett repülőeszközökkel három repülési feladatot kellett teljesíteni.

A repülés előtti felkészítésében a pilóta és további 2 fő vehetett részt. Az előkészítő területen a 3 fős felkészítést végző csapatnak 5 percen belül kellett repülésre kész állapotba hozni a repülőgépet, beleértve a hasznos teher behelyezését is a repülőeszközbe. Az értékelő bizottság hívására a startvonalra kellett állítani a repülőt, és a feladat teljesítés csak közvetlen utasításra volt megkezdhető. A további feladatok megkezdésének feltétele volt a megelőző feladat sikeres teljesítése. Az egyes feladatok teljesítésére 5-5 lehetősége volt minden csapatnak. A feladatok értékelhetőségének a kifutón történő sérülésmentes landolás minden esetben feltétele volt. A repülési magasság megfelelő megválasztásának követelménye a folyamatos vizuális kontaktus megléte volt [6, 11, 12].

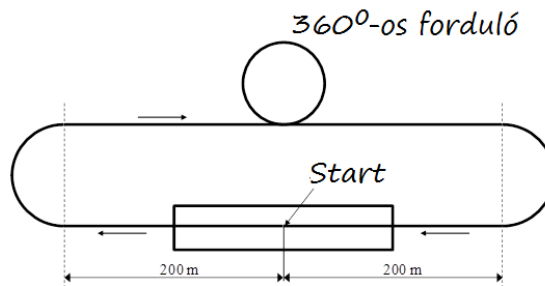


2. ábra. Hezarfen repülőtér<sup>2</sup>

#### 3.1 Az első repülési feladat

Az első feladat, repülés végrehajtása 4 db fél literes (az adott országban kereskedelmi forgalomban kapható) ásványvizes palack vízzel, mint szállítandó hasznos teherrel a 3. ábrán látható repülési útvonalon. A 20 méteren belüli felszállást követően a pályát háromszor kellett végig repülni a lehető leggyorsabban, majd sikeresen leszállni a feladat eredményes teljesítéséhez. A hasznos terhet, a palackokat biztonságosan kellett rögzíteni a repülőgép belsejében, bennük a fél liter víz meglétét a repülés után ellenőrizték.

<sup>2</sup> saját készítésű fotó



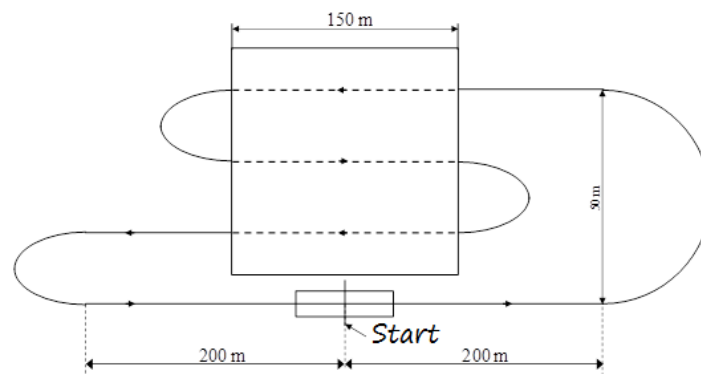
3. ábra. Az első repülési feladat<sup>3</sup>[6]

Az első feladat pontozása az  $M_1 = 100 \cdot \frac{t_{ref}}{t_{team}}$  összefüggés alapján történt, ahol  $t_{ref}$  az első feladatot leggyorsabban teljesítő csapat ideje, a  $t_{team}$  az adott csapat számára szükséges idő [1, 6, 11, 12].

### 3.2 A második repülési feladat

A második repülési feladat egy zárt hurok teljesítése volt, a 4. ábrán látható repülési útvonalon 3 darab MAV-val a fedélzeten. Az első feladatban begyakorolt rövid felszállást követően a 150 méteres célterület felett minden forduló alkalmával egy-egy MAV-ot kellett leoldani a „MOTHER SHIP”-ből. A fedélzetről katapultált MAV-oknak bizonyítaniuk kellett repülési és leszállási képességeiket. Ha egynél több MAV-ot indítottak egyszerre, illetve bármi más kiesik a szállítógépből a feladat nem teljesítettnek számított.

A feladat pontozása az  $M_2 = 100 \cdot R$  összefüggés alapján történt, ahol az  $R$  a sikeresen katapultált, repült és landolt MAV-ok számával arányos szám (3 sikeres MAV esetén  $R=1,5$ ; 2 sikeres MAV esetén  $R=1,0$ ; 0 és 1 sikeres MAV esetén  $R=0,5$ ). [1, 6, 11, 12]



4. ábra. A második repülési feladat<sup>4</sup>[6]

### 3.3 A harmadik repülési feladat

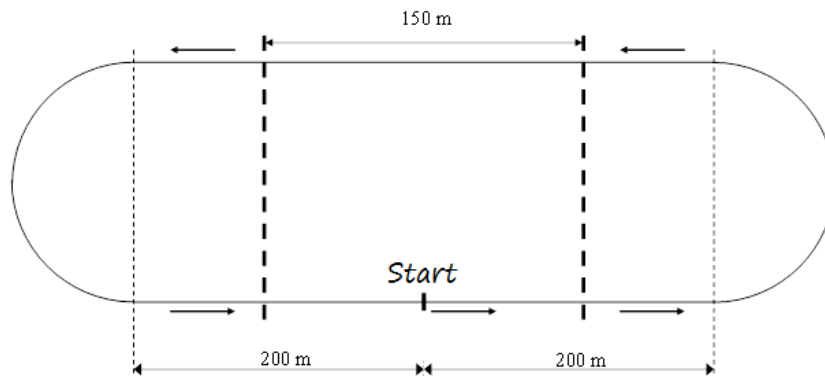
Az utolsó repülési feladatban a lehető legtöbb MAV-ot (2. feladatban alkalmazottal azonos típusú, méretű MAV) kellett indítani a „MOTHER SHIP”-ről az 5. ábrán látható repülési útvonalon megjelölt 150 méteres célzóna felett. A feladat megkezdése előtt a hordozó repülőgépen szállított (törzsön belül, illetve külső függesztményként egyaránt), leoldott MAV-ok számát meg kellett adni a verseny bíróság számára. A felszállásnak ennél a feladatnál is az előzőekben meghatározott 20 méteren belül kellett megtörténnie és a három kört lerepülve. Az

<sup>3</sup> készítették a szerzők (MS Paint)

<sup>4</sup> készítették a szerzők (MS Paint)



utolsó körben a MAV-ok leoldása egyesével történhetett a 150 méteres cél terület fellett (5. ábra).



5. ábra. A harmadik repülési feladat<sup>5</sup>[6]

Ebben az esetben is, ha bármi más kiesett a szállító repülőgépből a feladat nem teljesítettnek számított. A „MOTHER SHIP” biztonságos landolása a feladat teljesítésének itt is a feltétele volt. A feladat pontozása az  $M_3 = 100 \cdot \left( \frac{n_{team}}{n_{ref}} \right)$  összefüggés alapján történt, ahol  $n_{team}$  a verseny során a legtöbb sikeresen a célterület felett kidobott, repült és landolt MAV-ok száma, az  $n_{ref}$  az adott csapat által sikeresen katapultált MAV-ok száma. Látható, hogy az előző összefüggés egy viszonyszámot generálva a legtöbb MAV-ot katapultáló csapat minden más résztvevő feladatra kapott pontszámát csökkentette, így növelve saját győzelmi esélyeit. [1, 6, 11, 12]

#### 4. FELKÉSZÜLÉS A VERSENYRE

A tervezés megkezdéséhez alapvetően a versenykiírásban szereplő követelmények jelentették a kiindulási szempontrendszer. Elemezve a követelményeket és a rendelkezésre álló lehetőségeket megkezdtuk az elvégzendő feladatok ütemezését, és a végrehajtás erőforrás igényeinek meghatározását. Egy több síkon zajló tervező és szervező munka vette kezdetét.

A második és harmadik feladat teljesíthetőségének alapkövetelményei a gyorsaság, a jó manőverezhetőség és a rövid felszállási út (20 méter) teljes terheléssel. Az első feladtnál ez a nagy teherbíró képességgel egészült ki. Ezeknek a képességek együttes elérése komoly előkészítő munkát igényelt. Közös beszélgetések, ötletelések, kutatások kezdődtek, hogy milyen legyen az elkészítendő repülőgép felépítése, milyen olyan ismert megoldások jöhetnek szóba, amelyekre alapozva elkészíthetjük a MOTHER SHIP-et, majd később pedig a MAV repülőeszközeinket.

A számos tervezési követelményt csoportosítottuk és prioritizáltuk. Elsődleges szempontként jelöltük ki a bekerülési, üzemeltetési és egyéb költségek minimalizálását. A tervezési és méretezési feladatok kidolgozása időigényes folyamat, így a rendelkezésünkre álló idő korlátos volta miatt számos tervezési és méretezési lépés pontos, számításokon alapuló kivitelezését tapasztalati úton határoztuk, illetve valószínűsítettük meg. A tesztrepülések alkalmával vizsgáltuk feltételezéseink életképességét, javítottuk a hibákat, kiküszöböltük a hiányosságokat.

A mielőbbi elemelkedéshez és a stabil repüléshez szükséges felhajtóerő létrehozásához a vonóerő irányának változtatásával létrehozott emelőerő komponensben ítéltük meg a megfelelő megoldást (ESTOL - Extremely Short Takeoff and Landing).

<sup>5</sup> készítették a szerzők (MS Paint)

Arra a következtetésre jutottunk, hogy a rövid nekifutást ESTOL megoldás alkalmazásával biztosítjuk, majd a tesztrepülések alkalmával a gyakorlatban próbáljuk ki működőképességét. A konfiguráció kiválasztásánál a Bell Boeing V-22 Osprey<sup>6</sup> multifunkcionális katonai repülőgépet vettük alapul. Megvizsgáltuk a repülőgép tulajdonságait (a függőleges fel-, és leszálló (VTOL - Vertical Takeoff and Landing), illetve a rövid fel-, és leszállási (STOL - Short Takeoff and Landing) képességét) és úgy döntöttünk, hogy alap tervezési modellként használjuk fel a „MOTHER SHIP” szállító repülőgép elkészítéséhez.

A szárnyakon elhelyezett iker motoros gondolás megoldás kivitelezhetőnek tűnt és a gondola mozgatásával a légszavak által létrehozott vonóerő vektorának iránya változtatható. A repülőgépet a szárnyra szerelt két (a törzs két oldalán elhelyezett) motorgondolával építettük meg, amely gondolák a vízszintes síkból felfelé 15 fokban téríthetők el, hogy a rövid felszállás során a szükséges emelő erő biztosítható legyen a teljesítmény korlát (a motoronkénti 40 A-s áramkorlát) betartásával (6. ábra).



6. ábra. A motorgondolák elhelyezése<sup>7</sup>

Feltételeztük, hogy a két motor által biztosított vonóerő, illetve a hatékonyabb csűrő hatás (és stabilizáló hatás) lehetőségének kihasználásával a fordulók rádiusza is csökkenthető, aminek következményeként a repülési idő (a feladatok teljesítésének ideje) csökkenni fog. Ennek a képességnek az alkalmazása a pilótától nagyobb fokú felkészültséget követel, amit vele egyeztetetten vállaltunk, úgy ítélve meg a lehetőséget, hogy jelentő előnyökkel járhat a benne rejlő veszélyekhez képest is.

Az egyik legfontosabb részegység a törzs volt, melynek az elsődleges funkciója a repülőgép fő egységeinek összefogása mellett a hasznos teher szállítása. A törzzsel szemben támasztott követelményeink a következők voltak: legyen könnyű, tartós, kellően merev és erős, hogy elviselje az üzemeltetés során (felkészülés és verseny) felmerülő igénybevételeket. A meghatározott követelmények teljesítése érdekében a törzse EPP habból készült, és balsa fával és szénszálalás téglalap keresztmetszetű csövekkel erősítettük meg (7. ábra).



7. ábra. A törzs megerősítése balsa fával és szénszálalás téglalap keresztmetszetű csövekkel<sup>8</sup>

A légi jármű másik fontos része a szárny, aminek tervezése számos paramétértől függ. A tervezéshez és kivitelezéshez a szakirodalomban megtalálható elveket és módszereket követtük. Ennek során szembesültünk olyan korlátozó tényezőkkel, mint például a stabilitás, az irányíthatóság, gyárthatóság, költség, és a repülésbiztonság problémaköre.

<sup>6</sup> A repülőgépet úgy tervezték, hogy egyesítsék, egy hagyományos helikopter fel-, és leszálló képességét egy légszaváros repülőgép nagy hatótávolságával nagy repülési sebességével.

<sup>7</sup> saját készítésű fotó

<sup>8</sup> saját készítésű fotó





**8. ábra.** MELÁK a háromrészes szárnyal<sup>9</sup>

Figyelembe véve a lehetőségeinket (pl.: a verseny helyszíne, a szállítás), úgy döntöttünk, hogy a szárny három részből fog felépülni (8 ábra). Külső részei (fehér színű) könnyen lecsatlakoztathatók a szárnyközép részről (fekete). Utóbbi négy műanyag csavarral kapcsolódik a törzshöz. A kapcsolódó felületek balsa fával megerősítettek (9. ábra). A fa alkatrészek számítógép vezérlésű lézer vágóval készültek.



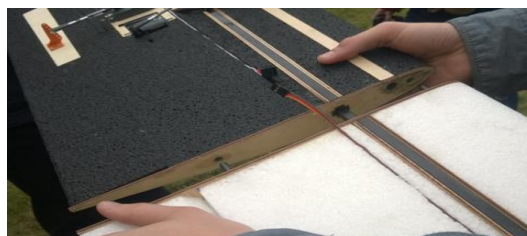
**9. ábra.** A szárny rögzítése a törzshöz<sup>10</sup>

A szárnyközép és a szárnyvég részek közötti teherviselő kapcsolatot egy szénszálaz zártszelvény biztosítja, amit kiegészít két kör alakú szénszálaz cső, hogy a szárny csavarodását megakadályozza (10. ábra).



**10. ábra.** A szárnyvégek kapcsolódása a szárnyközéphez<sup>11</sup>

A vezetékek, csatlakozások a habba lettek integrálva. Az elektromos kapcsolatok könnyen bonthatók (11. ábra). A nagy kormány felületek mozgatásához szükséges erőt biztosító szervókra balsa fával megerősített felületeket ragasztottunk.



**11. ábra.** Elektromos csatlakozás a szárnyon<sup>12</sup>

<sup>9</sup> saját készítésű fotó

<sup>10</sup> saját készítésű fotó

<sup>11</sup> saját készítésű fotó

<sup>12</sup> saját készítésű fotó

A 12. ábrán látható hagyományos farok kialakítást választottuk, mert egyszerűen legyártható és könnyen felszerelhető (biztonságosan rögzíthető) a törzsre (ragasztható).



12. ábra A modell farokrésze<sup>13</sup>

Egy a levegőnél nehezebb légi járműnek, hogy képes legyen megfelelő manőverezésre a levegőben valamilyen meghajtó rendszerre is szüksége van. A versenykiírásnak megfelelően villamos motorokat használva biztosítottuk a légi jármű mozgásához szükséges meghajtó erőt. Figyelemmel az előírt meglehetősen nagy tömegű hasznos teherre és a viszonylag rövid felszállási útra, két villanymotor alkalmazása mellett döntöttünk. A két motort a szárnyközépre telepítettük, így elég hely maradt a törzsben az akkumulátoroknak és a vizes palackok elhelyezésére.

A két villanymotor fordulatszáma külön-külön vezérelhető, így lehetőségük volt a vonóerő vektor nagyságának változtatásával is befolyásolni a légi jármű hossz- és keresztengely körüli mozgását. A differenciált meghajtás úgy viselkedik, mint egy aktív csűrőkormány. Háromfázisú, kefenélküli villanymotorokat alkalmaztunk, mivel ezeknek rövid a reakció idejük (a motorok fordulatszámának gyors szabályozását követelmény), és megbízható a működésük. A motor típusa: AXI 282612 kV-os 760 (13. ábra).



13. ábra. A MOTHER SHIP erőforrása<sup>14</sup>

A 14. ábrán látható villanymotorok egy-egy mozgatható motorgondola alkalmazásával a szárnyközépen történő felszerelése.



14. ábra. A motorgondolák elhelyezkedése a szárnyközépen<sup>15</sup>

<sup>13</sup> saját készítésű fotó

<sup>14</sup> saját készítésű fotó

<sup>15</sup> saját készítésű fotó

A 15. ábra a repülőgép három részből álló futómű rendszerét mutatja be.



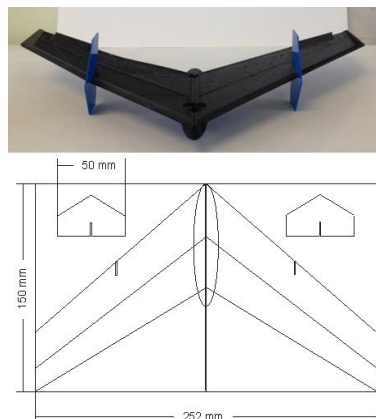
15. ábra. A futómű rendszer<sup>16</sup>

A „főfutók” EPP alapanyagból készültek és egy hajlított lemez szerkezetű futószár segítségével a törzs oldalára lettek rögzítve. Az orr-futóművet, a törzs első harmadán félig süllyesztve építettük be. A futómű rendszer harmadik része a törzs utolsó harmadára ragasztott a balsa fából készített csúszó sín [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

## 5. A MIKRO REPÜLŐESZKÖZÖK, A MAV-ok

A „MOTHER SHIP” fedélzetéről indított MAV (Micro Unmanned Vehicle) önálló repülési (vitorlázó) képességgel rendelkező, hagyományos, vagy csupaszárny elrendezésű pilóta nélküli repülőszerkezet egyaránt lehetett, amely biztonságosan (károsodás nélkül) volt képes landolni. A MAV tervezésekor a könnyű és gyors sorozat gyárthatósági kritériumot önmagunknak fogalmaztuk meg és döntöttünk a 3D nyomtatóval elkészíthető felépítés mellett. A 3D technológia lehetővé tette a könnyű, gyors és nagyon pontos sorozatgyártást. A prototípus modell könnyen elkészíthető volt közvetlenül a számítógépen készített vezérlő program segítségével. A tartós ABS-ből készített modellek erősek, festhetők, csiszolhatók és forgácsolhatók és rugalmasak voltak [1, 11, 12]

A 16. ábrán az első próba MAV látható, amely teljesítette a meghatározott verseny követelményeket (súly, méret). Az elvégzett tesztrepülések azonban felfedték, hogy nem képes önálló repülésre, illetve biztonságos landolásra.



16. ábra. Az első MAV<sup>17</sup>

A további probléma volt, hogy a kioldó berendezésre csak öt darab fért el belőlük. Az eredmények figyelembevételével módosítottuk a MAV-ot a 17. ábrán látható kivitelre.

<sup>16</sup> saját készítésű fotó

<sup>17</sup> saját készítésű fotó, készítették a szerzők (MS Paint)



17. ábra. A módosított MAV<sup>18</sup>

A függőleges vezérsíkokat eltávolítottuk, és pótlásukra a hátra nyilazott szárnyra 45°-ban döntött szárnyvégeket ragasztottunk. Ez a módosítás azt eredményezte, hogy több MAV-ot lehetett felfűzni a kidobó mechanizmusra (18. ábra). Ezen kívül javította a MAV siklási képességét.



18. ábra. MAV-ok a kidobó mechanizmuson<sup>19</sup>

## 6. A MAV KIDOBÓ MECHANIKA KÉSZÍTÉSE

A versenyfeladat szempontjából a MAV kidobó mechanika egy önállóan kezelhető és tervezhető alrendszer. Az egység tervezése során figyelembe vettük, hogy a MAV kidobás a modell távirányítójáról működtethető, illetve gyorsan fel-, és leszerelhető legyen. A prototípus tervezésénél a további szempontok is figyelembe lettek véve, mint például:

- kisméret és tömeg;
- egyszerűség (a lehető legkevesebb mozgó alkatrész);
- a mikro légi járműveket (MAV) könnyen rászerezhetőek legyenek.

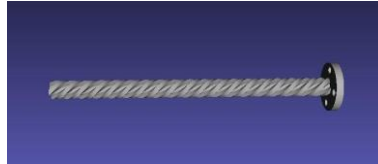
A megoldást egy végtelenített RC szervomotorral meghajtott menetes szár és a MAV-ok törzsébe fűrt menetes rész együttes alkalmazásában találtuk meg. Az elv egyszerű. A menetes szárat a motor segítségével a megfelelő irányba elforgatva, egymás után fel lehet fűzni a MAV-okat. A kieresztés folyamata pedig ennek a fordítottja.

Az RC szervomotorra azért esett a választás, mert a hordozógépen is számos ilyen aktuátor található, így annak vezérlése a gép működtetéséhez szükséges modul egyik szabad csatornájának a kihasználásával egyszerűen megoldható.

<sup>18</sup> saját készítésű fotó

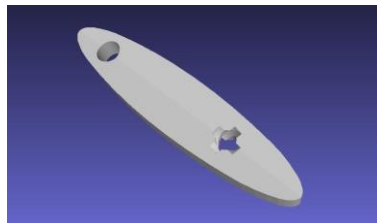
<sup>19</sup> saját készítésű fotó

A menetes szár és a hozzátartozó „anyacsavar” kialakításához egy viszonylag új, a prototípusgyártásban is egyre gyakrabban alkalmazott 3D nyomtatás technológia adott megoldást. A nyomtatás extrudálással történik, azaz magas hőmérsékletű fúvókán átréselt műanyag rétegekből épül fel az objektum. Kétféle anyag létezik. Az egyik az ABS (acrylonitrile butadiene styrene), a másik a PLA (polylactic acid). A PLA sokkal merevebb szerkezetű, mint az ABS. Ezt a tulajdonságot figyelembe véve, a menetes szár PLA-ból készült el (19. ábra), míg a MAV-okat ABS-ből készítettük. A nagy magasságból kidobott MAV-ok a puhább, rugalmasabb műanyagnak köszönhetően sokkal ellenállóbbak lesznek.



**19. ábra.** Nagy emelkedésű nyomtatott menetes szár 3D terve<sup>20</sup>

Tervezés során, az anyacsavarnak megfelelő menet a MAV törzsében kapott helyet, ami a 20. ábrán látható.



**20. ábra.** MAV törzse (megvezető nyílás és menet)<sup>21</sup>

A tesztelés után a szervomotor egy konténerben kapott helyet, amit szintén 3D technológiával készítettünk el. Úgy lett kialakítva, hogy a motor mellett a vezérléshez szükséges vevő és az akkumulátor is elférjen (21. ábra). A konténer 64 mm széles, 96 mm hosszú, 57 mm magas és négy csavarral lehet a raktérbe rögzíteni. A tömege csökkentésének az érdekében, az oldalára további lyukakat fűrtünk.



**21. ábra.** A konténerben elhelyezett szervomotor, vevőmodul és akkumulátor<sup>22</sup>

Mivel MAV-ok egy tengelyre vannak felfűzve, ezért a menetes szár forgatása közben azok elfordulnának. Ennek megakadályozására egy vezető rúddal lett ellátva a modul. (22. ábra)

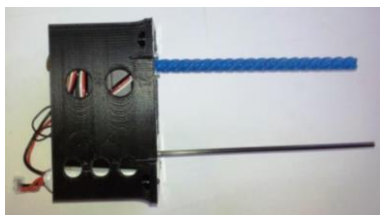
---

<sup>20</sup> saját készítésű fotó

<sup>21</sup> saját készítésű fotó

<sup>22</sup> saját készítésű fotó





22. ábra. Összeszerelt modul, a szénszálás megvezető rúddal együtt.<sup>23</sup>

A rúd 3 mm átmérőjű szénszálás anyagból készült. A MAV törzsén egy további nyílás kapott helyet, melyen keresztül a rúd áthalad és megakadályozza az elforgást. Az akadálytalan működés érdekében a nyílás a rúd méretének a duplája, továbbá a rúd hossza 10 mm-el hosszabb, mint a menetes szár. Ennek köszönhetően végig a tengely mentén van megvezetése a MAV-nak, illetve ledobáskor a törzs nem tud rászorulni a szénszálás rúdra. [1, 11, 12]

## ÖSSZEGZÉS

A szerzők és egyben a csapat tagjai is a Török Légierő Akadémia szervezésében immár harmadik alkalommal kiírt és megrendezett nemzetközi versenyre történt felkészülésének tapasztalatait kívánták bemutatni. Egy olyan folyamatot, amely során egy saját tervezésű, fejlesztésű és gyártású távirányított prototípusú repülőeszközzel kellett részt venni egy dinamikus versenyen, ahol a prototípus életképességét is bizonyítani kellett. A hallgatóknak és az ezen a területen kutató oktatóknak egyaránt értékes gyakorlati tapasztalatokat nyújtott a szigorú versenykiírásoknak történő megfelelés, vagyis a mérnöki tevékenység „soft” és „hard” részének gyakorlati megtapasztalása.



A versenyre való felkészülésünkről tudomást szerezve a BHE Bonn Hungary Electronics Hungaria Kft. támogatásra érdemesnek érezve a csapat erőfeszítéseit egy nagylelkű szponzori segítséget ajánlott fel, amit ezúton is nagyon szépen köszönünk. Külön köszönet Dr. Kazi Károly igazgató úrnak, címzetes egyetemi docensnek, és Papp Tímeának a szíves és segítőkész támogatásért és segítségért.

### Felhasznált irodalom

- [1] FFD 2015 Technical Report of the MELÁK unmanned aerial vehicle by HUNOK TEAM 2015.
- [2] MOHAMMAD H. SADRAEY: Aircraft Design A Systems Engineering Approach, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, Chennai, India. 2013, ISBN 978-1-119-95340-1
- [3] CHRISTOS KASSAPOGLOU: Design and analysis of composite structures with applications to aerospace structures, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, Noida, India. 2010, ISBN 9780470972632
- [4] IAN MOIR, ALLAN SEABRIDGE: Design and development of aircraft systems, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, New Delhi, India, 2013, ISBN: 978-1-119-94119-4

---

<sup>23</sup> saját készítésű fotó

- [5] JAN R. WRIGHT, JONATHAN E. Cooper: Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, John Wiley & Sons Ltd, 2007, West Sussex, England
- [6] FFD 2015 Competiton Rules.
- [7] DR. PÁSZTOR MÁRIA: Műanyagok alkalmazása, utóműveletek - <http://www.muanyagipariszemle.hu/2012/01/uj-muszaki-habtipusok-14.pdf>, letöltve: (2015.03.24.)
- [8] GAUSZ TAMÁS: Légcsavarok, Budapest 2013. [http://www.3dhabvagas.hu/wp-content/uploads/2013/04/LEGCSAVAROK\\_konyvecske\\_2013.pdf](http://www.3dhabvagas.hu/wp-content/uploads/2013/04/LEGCSAVAROK_konyvecske_2013.pdf).
- [9] JOHN BRANDON: Manoeuvring Forces. [http://www.pilotfriend.com/training/flight\\_training/aero/man\\_force.htm](http://www.pilotfriend.com/training/flight_training/aero/man_force.htm)
- [10] ROHÁCS JÓZSEF, GAUSZ ZSANNA, GAUSZ TAMÁS: Aerodinamika. Typotex Kiadó. 2012. [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0018\\_Aerodinamika/Rohacs\\_Gausz\\_Aerodinamika\\_1\\_1.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0018_Aerodinamika/Rohacs_Gausz_Aerodinamika_1_1.html) letöltve: (2015.06.29.)
- [11] Békési Bertold, Szegedi Péter, Makkay Imre, Molnár András, Stojcsics Dániel: Preparation of a Drone for an International UAV Competition Istanbul 2015. Deterioration, Dependability, Diagnostics. Brno, University of Defence, 2015. pp. 79-91. (ISBN:978-80-7231-431-7)
- [12] Szegedi Péter, Békési Bertold, Makkay Imre, Molnár András, Stojcsics Dániel: The "MELÁK" UAV Design for the International Competition, Istanbul 2015. Proceedings of 19th International Scientific Conference Transport Means 2015. Kaunas, Technologija, 2015. pp. 266-270.